

Den lille flade

Lommeuide for fagfolk
der arbejder med flade tage



Ny udgave af "Den lille flade"

Den første udgave af "Den lille flade" så dagens lys i 2012. Den lille lommebog, der tager udgangspunkt i flade tage, blev taget godt imod af den danske byggebranche.

Her følger den opdaterede udgave. Bogen henvender sig primært til tagdækkere, tagentreprenører og projekterende.

Den indeholder naturligvis oplysninger om generelle forhold, lovkrav og projektering. Men vi har primært fokuseret på, at "Den lille flade" skal være et dagligt arbejdsværktøj, hvor man kan få svar og finde konkrete løsninger.

Derfor viser vi en lang række konstruktionsløsninger med tilhørende U-værdier, der opfylder kravene i BR18. Du kan finde konkrete isoleringsløsninger til de fleste flade tagkonstruktioner, du møder i dansk byggeri - uanset om der er tale om nybyggeri, ændret anvendelse, tilbygning eller ombygning.

"Den lille flade" indeholder desuden en del generel information om fordelene ved at vælge ROCKWOOL® isoleringsprodukter, logistikken omkring vores produkter, samt vores miljøprofil. På www.rockwool.dk kan du få endnu mere at vide.

Rigtig god fornøjelse!

Venlig hilsen

ROCKWOOL Danmark A/S

Indhold

1. Indledning	4
2. Det varme tag	8
3. Lovgivning og anbefalinger	12
4. Brandsikkerhed	22
5. Konstruktioner	38
6. ROCKWOOL tagsortiment	66
7. Arbejdsvejledninger	76
8. Miljø og genanvendelse	87
9. ROCKWOOL service	90
10. Værd at vide	92

1. Indledning

ROCKWOOL® - En stærk medspiller på alle niveauer

ROCKWOOL står klar til at hjælpe dig med dit tagprojekt. Vores salgsstyrke opererer lokalt, og vi leverer dine produkter direkte til byggepladsen fra vores to fabrikker i Danmark. Salgskonsulenten er din sparringspartner i hverdagen, og vil gerne svare på dine spørgsmål om isolering og projekthåndtering.

Salgskonsulenten får desuden hjælp af vores tekniske afdeling, som du også selv er velkommen til at kontakte, hvis du har spørgsmål om isolering.

Om ROCKWOOL koncernen

ROCKWOOL koncernen er verdens største producent af stenuld. Koncernen blev grundlagt i Danmark i 1937, og er repræsenteret i 40 lande. ROCKWOOL har mere end 30 fabrikker i verden.



ROCKWOOL stenuld er meget mere end varmeisolering

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 får du en god energiløsning. Samtidig sikrer produktets indbyggede kvaliteter en ekstra kvalitetsforbedring i forhold til visse andre typer isolering.



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 fugtafvisende. Hvis isoleringspladerne udsættes for regn, er det kun de yderste få mm, der bliver våde. Det forsvinder hurtigt, når regnen ophører. ROCKWOOL stenuld er desuden diffusionsåben og tillader vanddampe at passere gennem ullen – uden at kondensere.



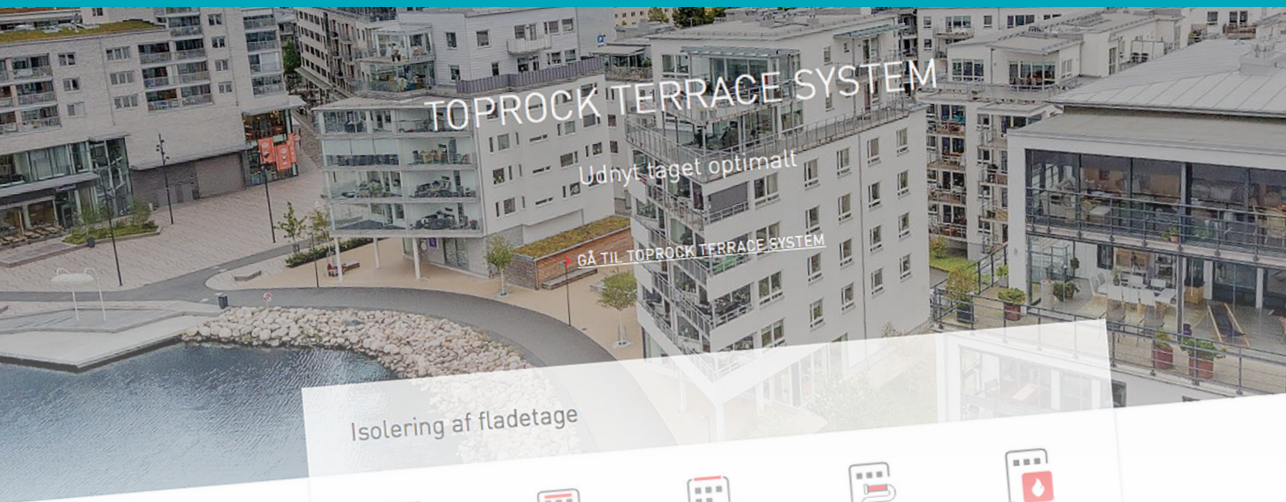
Komfort og miljø:

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



Genanvendelsesordning:

Genanvendelse er et nøgleord hos ROCKWOOL. Da affald fra bygge- og anlægssektoren vægtmæssigt udgør 1/3 af den samlede mængde affald i Danmark er det vigtigt, at gøre andet end blot at sende det til deponering. Derfor tilbyder ROCKWOOL en genanvendelsesordning, hvor ROCKWOOL isolering up-cycles til nye produkter, der har samme kvalitet som var de fremstillet af nye ressourcer.



www.rockwool.dk

På 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 (BR)

På vores hjemmeside finder du en opdateret guide til gældende Bygningsreglement. Her kan du også se de væsentligste vejledninger og anbefalinger samt link til lovteksten.

Produkter

Under "Produkter" får du et overblik over ROCKWOOL produkter, specifikationer og tekniske data. Du finder også konstruktionsbeskrivelser og arbejdsvejledninger.

Beregningsprogrammer

ROCKWOOL tilbyder en række gratis beregningsprogrammer, som kan hjælpe dig, når du arbejder med vores produkter og løsninger. Vi har bl.a. et program, som kan beregne energianvendelse, U- værdier og besparelser.

Dokumentation

På www.rockwool.dk kan du finde relevante brochurer, sikkerhedsdatablade, ydeevnedeklarationer (DOP) m.m.

Salgssupport

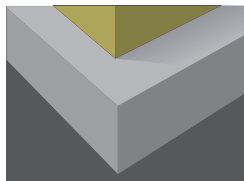
For yderligere information og salgssupport se www.rockwool.dk/kontakt eller på tlf. 46 56 16 16.

2. Det varme tag

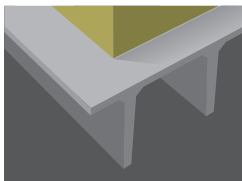
“Varme tage” kaldes ofte også for “flade tage”. Det er dog ikke helt retvisende, da man i dag ofte ser varme tage med ret store taghældninger. I det efterfølgende beskrives forskellen på varme og kolde tage.

Varme tage:

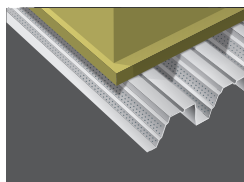
- Varmaisoleringen er placeret uden på den bærende konstruktion
- Den bærende konstruktion vil have stort set samme temperatur som det underliggende rum
- Varme tage kan bygges op med forskellige bærende konstruktioner, f.eks.:



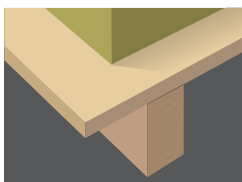
Figur 1: Betondæk



Figur 2: TTS/Vaffelplader



Figur 3: Ståltrapez



Figur 4: Trækonstruktion

Tagkonstruktioner, hvor den bærende konstruktion er betondæk, er ofte plane, så det nødvendige fald skal opbygges af isoleringen.

Ståltrapeztage er ofte konstruerede med fald, her kan en plan isoleringsløsning anvendes. Med ROCKWOOL kile-

systemer er der altid sikkerhed for en effektiv afvanding. Kravet om et tagfald på min. 1:40 (25 mm pr. m) kan opfyldes, uanset om underlaget er plant eller med indbygget fald.

Konstruktioner opbygget som varme tage anvendes typisk i forbindelse med større industri-, erhvervs-, bolig- eller institutionsbyggerier. Men de sidste år har man også set konstruktionen anvendt i mindre boligbyggerier.

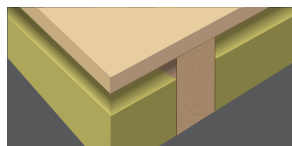
Fordele ved det varme tag:

- Minimal risiko for fugtskader pga. opstigende rumfugt
- Kan nemt og enkelt opfylde de nye krav om lufttæthed
- Bærende konstruktioner har kun minimale temperaturbevægelser

Kolde tage:

Varmaisoleringen placeres inde i den bærende konstruktion.

- Kan udføres ventileret eller uventileret
- Etableres typisk som kassettetag
- Kan opføres på stedet eller som præfabrikeret element



Ventileret

Figur 5: Ventilationsspalte på ca. 7 - 8 cm



Uventileret

Figur 6: Særlige forhold skal overholdes af fugttekniske hensyn, se evt. side 64

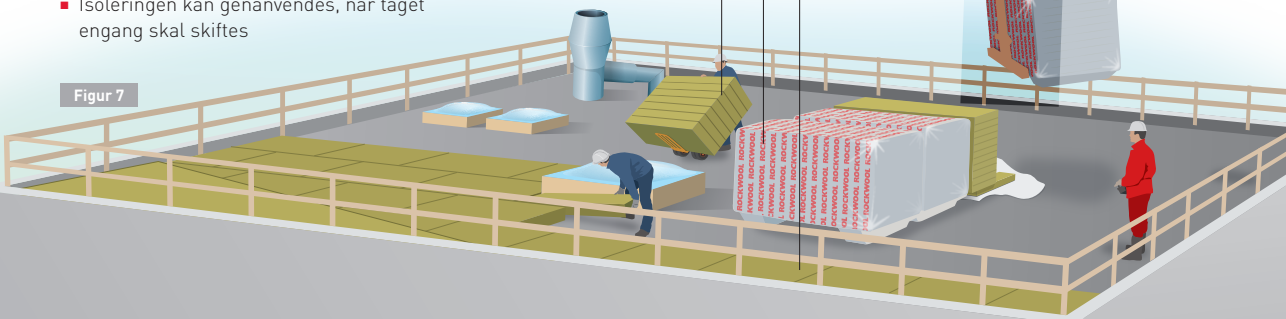
Opnå et sundt fladt tag med ROCKWOOL tagisolering

Når du skal projekttere et fladt tag - med eller uden fald - har du en række valg og prioriteter. Det gælder funktionalitet, holdbarhed, sikkerhed, miljø, energiforbrug og montagetid. - Og naturligvis opfyldelse af kravene i Bygningsreglementet - uanset om det er nybyggeri eller en renoveringsopgave.

Vælger du en tagløsning med ROCKWOOL isolering, får du det spillerum og den kvalitet, som du har brug for, til at indfri de krav, du stiller til et vellykket projekt.

- Tagsystemerne TOPROCK® og HardRock® Energy er lavet af stenuld og kan anvendes på hele taget uden begrænsninger. Det gør projekteringen og montagen enkel
- Ved at isolere med ubrændbar stenuld reduceres energiforbruget, samtidig med at du opnår maksimal passiv brandbeskyttelse
- ROCKWOOL tagisolering er både enkel og hurtig at udlægge og giver en god totaløkonomi for både entreprenør og bygherre
- Bygningsejere og -brugere får en sikker og gennemtestet løsning, som holder i mange år
- En optimal brandsikker løsning, som giver fleksibilitet ved ny anvendelse af bygningen eller ved ombygninger
- Isoleringen kan genanvendes, når taget engang skal skiftes

Figur 7



Bevarer isoleringsevnen år efter år

Der sker ingen nedbrydning af produkterne i form af ældning eller krympning

Brandsikkert

ROCKWOOL stenuld tåler over 1000°C uden at smelte

Fugt- og vandafvisende

Imprægnerede ROCKWOOL stenuld optager kun fugt, hvis vandet tvinges ind i materialet. Når trykket ophører, tørrer fugten hurtigt ud igen

Lydisolerende

Den åbne struktur gør materialet ideelt til at absorbere støj og regulere lyd

Leverance på miljøpalle
sikrer en effektiv logistik, et godt arbejdsmiljø og mindre affald.
Læs mere på side 74 og 88

CE-mærket

Trædefast toplag som tåler almindelig gangtrafik

3. Lovgivning og anbefalinger

Indhold

3.1 BR18	13
3.2 Nybyggeri	14
3.3 Ændret anvendelse og tilbygninger	16
3.4 Vedligeholdelse, ombygning og udskiftning	17
3.5 Anbefalinger	20



Foto: Mollo

3.1 BR18

BR18 trådte i kraft 1. januar 2018 med en overgangsperiode til og med 30. juni 2018. Det vil i denne periode være muligt at ansøge om byggetilladelse ud fra enten BR15 eller BR18.

I Bygningsreglementet 2018 (BR18) er opbygningen ændret til kapitelinddeling, hvor et enkelt kapitel vil omhandle alt om f.eks. adgangsforhold. Krav og vejlednings tekst er adskilt således, at vejledningsdelen er flyttet over i separate vejledninger. Ændringerne fra BR15 til BR18 kan forklares således:

- Teknisk byggesagsehandling erstattes af stikprøvekontrol
- Ændret forløb af myndighedsbehandling
- Nye brand- og konstruktionsklasser
- Certificeringsordning for brand og bærende konstruktioner med 2 års overgangsperiode
- Driftsmæssige bestemmelser overført fra beredskabslovgivningen
- Kun få ændringer i krav i øvrigt

I dette afsnit gennemgår vi de krav og regler, der er gældende for tagkonstruktioner, ovenlys, tagvinduer, etc. For yderligere information se afsnittet om Bygningsreglement på www.rockwool.dk. Her finder du en komplet oversigt over Bygningsreglementets krav, ROCKWOOL anbefalinger og meget mere.

De næste sider giver dig en kort gennemgang af kravene til tagkonstruktioner.

Du kan finde mere information om Bygningsreglementet på www.rockwool.dk



3.2 Nybyggeri

Generelt skal alt nybyggeri opvarmet til mindst 5°C overholde følgende krav. Kravene for de øvrige bygningsdele er ikke beskrevet her, men kan ses på www.rockwool.dk.

1 U-værdier

Generelt skal lofter og tage i bygninger, der er opvarmet til mindst 5°C, som minimum opfylde disse U-værdikrav:

Nybyggeri (Kap 11, bilag 2, tabel 1 BR18)	BR18
Bygningsdel	U-værdikrav W/m²K
Loft og tag	≤ 0,20
For ovenlysvinduer* må energitilskuddet E_{ref} ikke være mindre end -10 kWh/m² pr. år.	
Bygningsdel	Krav til linjetab W/mK
Samlinger omkring ovenlys	≤ 0,20

Tabel 1

*For ovenlysvinduer angives E_{ref} for et oplukkeligt enkelttags referencevindue 1,23 m x 1,48 m og taghældning på 45°:
 $E_{ref} = 345 \times g_w - 90,36 \times U_w E_{ref}$ oplyses af ovenlysproducenten.

2 Transmissionstab

Nybyggeri, krav til transmissionstab	BR18 (W/m²)	Bygningsklasse 2020 (W/m²)
1 etage	4	3,7
2 etager	5	4,7
3 og flere etager	6	5,7

Tabel 2

3 Lufttæthed i klimaskærmen

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

Klasse 2015: maks. utæthed = 1,0 l/s pr. m² ved 50 Pa*
 Gælder bygninger opvarmet til mindst 15°C.

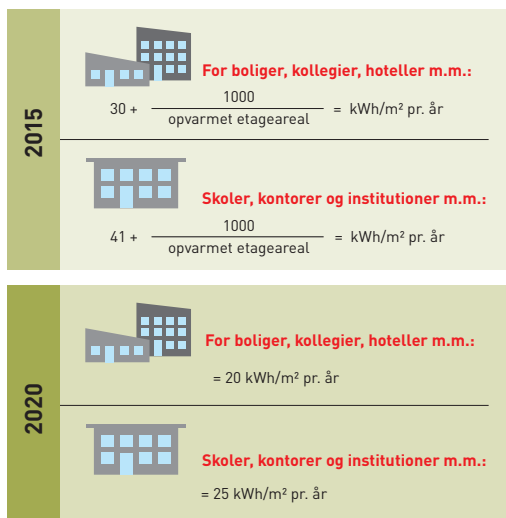
Klasse 2020: maks. utæthed = 0,5 l/s pr. m² ved 50 Pa**

* Dokumenteres i min. 10% af tilfældene. ** Dokumenteres hver gang.

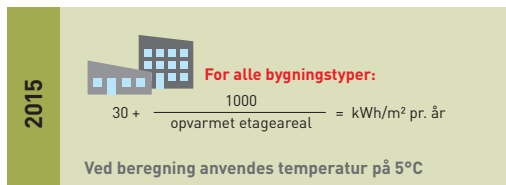
4 Energiramme

Energirammen er et udtryk for bygningens samlede energibehov målt i kilowatt-timer (kWh) pr. m² brutto etageareal pr. år.
 Der er fastsat 2 kategorier med bygningstyper fordelt efter anvendelse. Der er fastsat en ramme for standardbyggeri (Klasse 2015) og en lavenergiramme (Klasse 2020).

Nybyggeri opvarmet til min. 15°C



Nybyggeri 5 - 15°C



Figur 8

3.3 Ændret anvendelse og tilbygninger

Hvad er ændret anvendelse?

Ændring af bygning/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 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 (Kap 11, bilag 2, tabel 2 BR18):

- 1) Krav til mindste varmeisolering overholdes (U-værdi for tag ikke højere end:
Temp. $\geq 15^{\circ}\text{C}$: U-værdi $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.
Temp. $5\text{--}15^{\circ}\text{C}$: U-værdi $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.)
+ areal af vinduer og døre $\leq 22\%$
- 2) Varmetabsrammen og krav til mindste varmeisolering overholdes. 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).

Varmetabsberegning

Andre værdier kan anvendes. Dog max U-værdi = $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.4 Vedligeholdelse, ombygning og udskiftning

Der skelnes i BR18 mellem

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

Vedligeholdelse

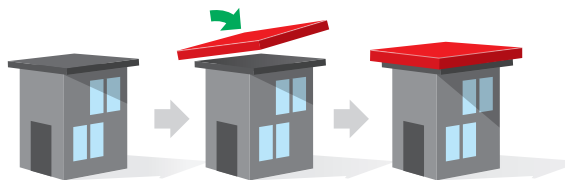
Vedligeholdelse omfatter også reparationer, og dækker over mindre ændringer, der ikke udløser krav om gennemførelse af rentable energibesparelser. Eksempler på denne type ændringer kunne være udskiftning af enkelte ødelagte tagplader eller reparation af facadebeklædning ved udskiftning af enkelte brædder, ompudsning af facader etc.

Da der ikke stilles krav om energiforbedringer til vedligehold og reparation, uddybes dette emne ikke yderligere her.

Ombygning

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

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



Figur 9

Hvilke krav skal overholdes?

Der udløses krav om rentabel efterisolering ved bl.a. ovenstående vedligeholdelsesarbejder.

Vedligeholdelse (Kap 11, bilag 2, tabel 3)	BR18
Bygningsdel	U-værdikrav W/m ² K
Loft og tag	≤ 0,12
For ovenlysvinduer* må energitilskuddet E_{ref} ikke være mindre end -10 kWh/m ² pr. år.	
Bygningsdel	Krav til linjetab W/mK
Samlinger omkring ovenlys	≤ 0,10

Tabel 3

Uanset kravene er det ikke nødvendigt at gennemføre arbejdet, hvis det ikke kan gøres rentabelt eller byggeteknisk forsvarligt. Er der i stedet et mindre omfattende arbejde, som nedbringer energibehovet, og som er byggeteknisk forsvarligt, skal det gennemføres. Vær opmærksom på, at bygninger også kan være undtaget fra bestemmelserne i, hvis de er omfattet af en fredning eller en bevaringsdeklaration.

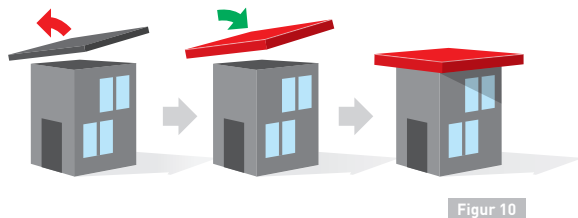
Hvordan finder jeg ud af, om det er rentabelt eller ej?

På side 58 kan du læse mere om rentabilitetsberegning, samt se et regneeksempel.

Udskiftning?

Udskiftning kan f.eks være:

- En ny tagkonstruktion inkl. tagdækning, spær, isolering og loft



Figur 10

Hvilke krav skal overholdes?

Nedenstående krav skal overholdes uanset rentabilitet:

Udskiftning (Kap 11, bilag 2, tabel 3)	BR18
Bygningsdel	U-værdikrav W/m ² K
Loft og tag	≤ 0,12

For ovenlysvinduer* må energitilskuddet E_{ref} ikke være mindre end -10 kWh/m² pr. år.

Bygningsdel	Krav til linjetab W/mK
Samlinger omkring ovenlys	≤ 0,10

*For ovenlysvinduer angives E_{ref} for et oplukkeligt enkeltags referencevindue 1,23 m x 1,48 m og taghældning på 45°. $E_{ref} = 345 \times g_w - 90,36 \times U_w$ E_{ref} oplyses af ovenlysproducenten.

Tabel 4

Uanset kravene er det ikke nødvendigt at gennemføre arbejdet, hvis det ikke kan gøres byggeteknisk forsvarligt eller hvis forhold gør, at udskiftningen ikke kan gennemføres uden forholdsmæssige meromkostninger. Er der i stedet et mindre omfattende arbejde, som nedbringer energibehovet, og som er byggeteknisk forsvarligt, skal det gennemføres.

Hvilke ændringer forøger energiforbruget?

Kan f.eks. være et af følgende arbejder:

- Montage af ekstra ovenlysvinduer
- Øge arealet af eksisterende ovenlys



Figur 11

Hvilke krav skal overholdes?

Da man har øget bygningens energibehov, skal der gennemføres tilsvarende kompenserende energibesparelser i form af øget isolering og/eller bedre tekniske installationer.

3.5 Anbefalinger

For at sikre en god afvanding fra taget, anbefales nedenstående maksimale afstande mellem tagnedløb.

Afstande mellem tagnedløb:

Faldforhold	Max. afstand mellem tagnedløb [m]	Max. afstand fra gavl til 1. afløb [m]
Skotrende med fald svarende til min. 1:165 i sammenskæringstlinien	14,4	7,2
Kuvertfald 1:40	12,0	6,0

Tabel 5

Gennemføringer som f.eks. ovenlys, der er mere end 1 m brede på tværs af faldretningen, bør forsynes med afvandingskiler bag gennemføringen.



4. Brandsikkerhed

Indhold

4.1 Værd at vide om brandsikkerhed og tag	24
4.2 Brandklassifikation af materialer	26
4.3 Brand- og røgspredning	29
4.4 Brandbeskyttelse af ståltrapeztag	31
4.5 Brandbælter	32
4.6 Derfor skal du vælge et brandsikkert tag	35



Foto: Alarm112midtjylland.dk

Valget af bygningens tagisolering kan vise sig at være helt afgørende for mennesker og værdier i tilfælde af brand.

Erfaringer fra flere større brande taler deres dystre sprog og får i stigende grad bygherrer, rådgivere og forsikrings-selskaber til at fokusere på konstruktioner, der effektivt kan stoppe eller hæmme brandudvikling - ikke mindst når det gælder taget, hvor en brand meget ofte vil sprede sig.

Behov for en tagkonstruktion der er mere brand-sikker end lovgivningens minimumskrav?

Byggeloven og tilhørende regler og vejledninger har fokus på at redde menneskeliv. Det er meget tæt knyttet til risikoen for brandspredning og bygningens stabilitet. Derfor er det vigtigt at vælge materialer, som mindsker risiko for brandspredning og sikrer en optimal beskyttelse af bygningens konstruktioner.

Valg af en optimal brandsikring med ROCKWOOL produkter kan desuden begrænse brandskader på bygning, inventar og produktionsanlæg, så anvendelse af bygningen hurtigt kan genetableres.

Med en ROCKWOOL tagløsning kan du kombinere krav og behov for energibesparelser med optimal brandsikkerhed.

25% af de virksomheder, som har haft brand med omkostninger på 5 mio. kroner eller mere, lukker efter en brand.

Forsikringsselskaberne registrerer årligt ca. 70.000 brandskader i bygning og løsøre til en samlet værdi af ca. 2,7 mia. kr., hvoraf over halvdelen forekommer i erhverv.

Hvert år er varmt arbejde som f.eks. svejsning, vinkelslibning og skærebrænding årsag til en række af de største millionbrande.

Kilde: Forsikring & Pension samt Brandsikkert Danmark.

4.1 Værd at vide om brandsikkerhed og tag

I dette afsnit omtales en række forhold om brandsikkerhed, som man skal være særligt opmærksom på i forbindelse med flade tage. Med seneste ændring af Bygningsreglementet (BR) er alle bygninger nu omfattet af dette samt de tilhørende vejledninger. Det betyder, at der for brandsikring af traditionelt byggeri henvises til *Eksempelsamling om brandsikring af byggeri*. Når det drejer sig om mere utraditionelt byggeri, henvises tillige til *Information om brandteknisk dimensionering*. Bygninger med farlig produktion eller oplag kan også være omfattet af Beredskabslovgivningen.

Byggelovgivningen fastsætter, at bygningens brandsikkerhed skal opretholdes i hele bygningens levetid. Det betyder, at brandtekniske installationer og bygningsdele løbende skal kontrolleres og vedligeholdes. Fordelen ved ROCKWOOL isolering er, at det som ubrændbart materiale ikke har samme behov for løbende kontrol og vedligeholdelse. Det er en robust løsning, som også modstår evt. skader på bygningsdele, uden at der skabes en øget brandrisiko.

Overordnet inddeler bygningsreglementet bygninger efter anvendelseskategorier: 1-6 ud fra en række kriterier vedr. risikoforhold under brand; hvilke aktiviteter og hvor mange mennesker der er i bygningen m.m. Mange af de bygninger, som traditionelt opføres med fladt tag, er industri- og lagerbygninger. Den nye udgave af *Eksempelsamling om brandsikring af byggeri* indeholder et afsnit om industri- og lagerbygninger i én etage i anvendelseskategori 1 med stablingshøjde op til 40 meter (afsnit 9).

Som noget nyt inddeler *Eksempelsamling om brandsikring af byggeri* industri- og lagerbygninger i 5 klasser: ILK 1-5. Klasserne er fastsat efter brandbelastning, brandtilvæksten i brandens vækstfase og stablingshøjden.

Oversigt over industri- og lagerklasser for

bygningsafsnit i én etage

Industri- og lagerklasse	Brandbelastning (MJ/m²)*	Brandtilvækst	Stablingshøjde (m)
ILK 1	Mindre end 250	Langsom	-
ILK 2	Fra 250 til 800	Hurtig	Maks. 8 m
ILK 3	Fra 800 til 1.600	Hurtig	Maks. 8 m
ILK 4	Større end 1.600	Meget hurtig	Maks. 8 m
ILK 5	Større end 1.600	Meget hurtig	Maks. 40 m

* Brandbelastningen relateres til gulvarealet.

Se afsnit 9.1.1. i *Eksempelsamling om brandsikring af byggeri* **Tabel 6**



Foto: Alarm112midtjylland.dk

4.2 Brandklassifikation af materialer

Brandklassifikation af materialer samt overtænding

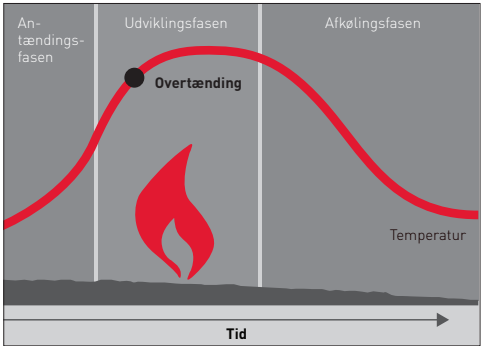
Den europæiske brandklassifikation af materials reaktion på brand angiver, hvor hurtigt og i hvilken grad et produkt bidrager eller ikke bidrager til brand, samt om der udvikles røg og brændende dråber.

EU-klasse	Egenskaber	Materiale-eksempel
A1	Ubrændbar. Medvirker ikke til brand.	Mineraluld, f.eks. FLEXIBATTS
A2	Ubrændbar. Yderst begrænset bidrag til brand. Ingen overtænding	Mineraluld, f.eks. ROCKWOOL tagprodukter
B	Meget begrænset bidrag til brand. Ingen overtænding	Phenolskum
C	Begrænset bidrag til brand. Overtænding efter mere end 10 min.	
D	Acceptabelt bidrag til brand. Overtænding mellem 2 og 10 min.	Visse PIR produkter
E	Relativt stort bidrag til brand. Overtænding inden for 2 min.	Visse PIR og PUR produkter Brandhæmmet skumplast (XPS)
F	Egenskaber ikke bestemt	Skumplast (EPS)

Tabel 7

Klasse A2 til E skal kombineres med tillægsklasser for røg og brændende dråber. A1 og F kan ikke kombineres med tillægsklasser

Overtænding medfører en eksplosionagtig brandspredning med voldsom temperatur- og røgudvikling til følge.



Figur 12: viser et standard brandforløb fra antænding til overtænding og afkøling. Ved anvendelse af brændbar isolering forskydes kurven mod venstre, hvorved overtænding kan forventes meget hurtigt efter antænding.

Røgintensitet

Materialets røgudvikling opdeles i 3 klasser:

s1	Meget begrænset mængde af røgudvikling
s2	Begrænset mængde af røgudvikling
s3	Intet krav til mængde af røgudvikling

Tabel 8

Brændende dråber

Brændende dråber er ligeledes opdelt i 3 klasser:

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

Tabel 9

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

Brandtekniske anvisninger

I det følgende har vi samlet en række brandtekniske anvisninger, som opfylder bygningsreglementets krav, og som er særligt relevante ifm. flade tage:

- Krav ved højdeforskelle mellem bygninger
- Brandbeskyttelse af ståltrapestage
- Ubrændbare bæltter ifm. brændbar isolering
- Brandkarmserstatning

Da udformningen af brandkamme og brandkamserstatninger kan variere i forhold til vejledningen, kan du i eksempelsamling om brandsikring af byggeri finde de generelle krav for dette område.

Kravene gælder for bygninger med taghældninger på mindre end 1:8. Er taghældningen større, kræves ofte særlige konstruktionsløsninger.

Da man ved brandkamme altid skal anvende ubrændbar isolering, hvis man har anvendt brændbar isolering til taget i øvrigt, får man en mere kompliceret løsning bestående af to forskellige produkttyper med hver deres materialekarakterer. Vel at mærke en løsning, der samtidig er væsentligt dårligere brandmæssigt end en ren ROCKWOOL løsning. Derfor kan man med fordel anvende ROCKWOOL stenuld til hele taget. Det giver både en enkel, optimal brandsikker og fremtidssikret løsning.

4.3 Brand- og røgspredning

Ifølge BR skal spredning af brand og røg til andre brandmæssige enheder forhindres i den tid, som er nødvendig for evakuering. Ligeledes skal f.eks. tagdækninger udføres på en sådan måde, at de ikke giver et væsentligt bidrag til brandspredningen. Ved at benytte en ROCKWOOL tagløsning med ubrændbar stenuld imødekommes dette krav, ligesom risiko for brandskadens udbredelse reduceres væsentligt.

Brandbeskyttelse ved gennemføringer

Når der anvendes ubrændbar isolering, er der ingen krav til yderligere brandbeskyttelse ved gennemføringer. Anvendes der brændbar isolering, så skal denne beskyttes mod brandpåvirkning ved gennembrydninger i tagfladen, hvis den tilgrænsende flade ikke i sig selv har den fornødne brandmodstandsevne.

Brandbeskyttelse af de mange gennemføringer og monteringer, som forekommer på flade tage, f.eks. ventilation, ovenlys samt solceller og -paneler mv, betyder længere installationstid, såfremt der anvendes brændbar isolering. Brandbeskyttelse kan udføres ved brug af ubrændbar ROCKWOOL stenuld. Men beskyttelseeffekten af den færdige løsning er i høj grad afhængig af kvaliteten af installationen og vil aldrig være på niveau med en komplet ubrændbar ROCKWOOL tagløsning.

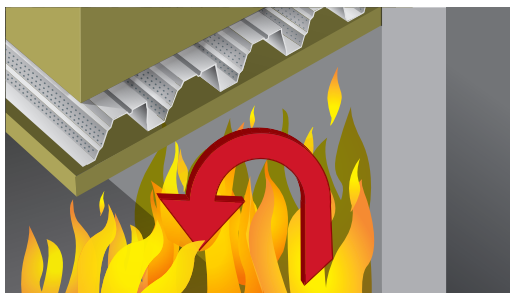


Figur 13

Krav ved højdeforskelle mellem bygningsdele

Hvor en lav bygning er sammenbygget med en høj bygning, er der risiko for, at en brand i den lave bygning gennembryder taget og går ind gennem den høje bygnings vinduer. BR stiller krav om, at spredning af brand og røg til andre brandmæssige enheder skal forhindres i den tid, som er nødvendig for evakuering. Derfor skal tagdækninger udføres på en sådan måde, at de ikke medfører brandsmitte til den næste brandsektion. Den lave bygning skal have et mindst 5,0 m bredt bælte langs den høje bygning. Bæltet skal udføres som mindst REI60.

Ved at benytte en ROCKWOOL tagløsning imødekommes dette krav og risiko for brandskadens udbredelse reduceres væsentligt.



Figur 14: Brandsikring af taget i en laveliggende bygning

4.4 Brandbeskyttelse af ståltrapeztag

Visse tage kan give særlige udfordringer i relation til brandsikkerhed. Det gælder for eksempel ståltrapeztag, hvor stålkonstruktionen er meget sårbar i tilfælde af brand, og det er derfor vigtigt at være særligt opmærksom på brandbeskyttelse.

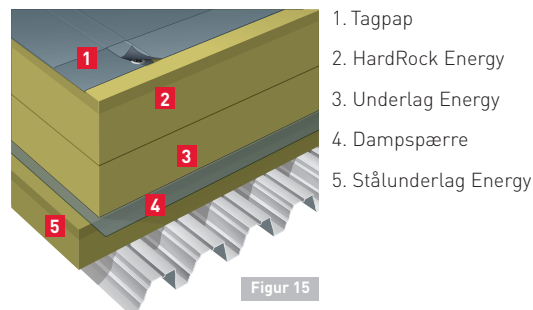
Ståltrapeztag opfylder ikke kravet til en bygningsdel klasse REI 30. Derfor skal man her være ekstra opmærksom på brandsikkerheden.

Den letteste måde at brandsikre et ståltrapeztag, er at anvende ubrændbar isolering.

Når der skal vælges materialer til tagløsninger, er det vigtigt, at produkternes egenskaber er veldokumenterede. Det er ligeledes vigtigt at få den korrekte dokumentation af isoleringsmaterialets brandklasse. I Danmark er der krav til selve materialet, og brandklassen skal fremgå af Ydeevnedeklarationen (DoP'en).

Det er afgørende, at taget fra starten projekteres og udføres rigtigt. Både hvad angår konstruktion og materialer.

Tagsystem med HardRock Energy (tagplader)



Figur 15

4.5 Brandbælter

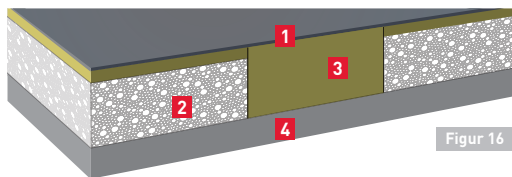
Krav ved anvendelse af brændbar isolering

For en bygning i klasse ILK 1-5 er der krav om sektionering af isoleringen med ubrændbare bælter, såfremt der anvendes brændbar isolering i tagkonstruktionen.

Det brændbare isoleringsmateriale skal for hver 1000 m² tagflade sektioneres med mindst 2,5 m brede bælter af ubrændbar isolering. Desuden kræves det, at den brændbare isolering skal anbringes oven på en bygningsdel klasse (R)EI 60 A2-s1,d0. Når der anvendes brændbart isoleringsmateriale, skal brændbar tagdækning (f.eks. tagpap) anbringes på ubrændbart underlag, som f.eks. en 25 mm tyk ROCKWOOL TF plade.

Et hvert element som installeres i tagflader med brændbar isolering, f.eks. gennemføringer, solceller/-paneler, ovenlys og ventilation mv. skal brandsikres med ubrændbar isolering. Herved kompliceres konstruktioner og de totalt installerede omkostninger vil stige betragteligt. ROCKWOOL tagisolering er ubrændbar og klassificeret A2-s1,d0. Derfor skal du aldrig tænke på brandbælter eller brandsikring af installationer på taget, når du anvender ROCKWOOL stenuld.

Udformning af ubrændbart bælte



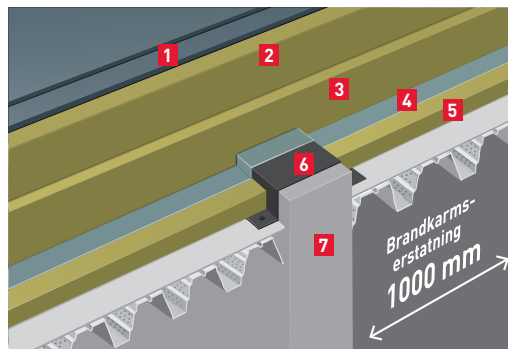
Figur 16

1. Tagdækning klasse B_{ROOF} (12)
2. Ringere end materiale klasse B-s1,d0
3. Isolering med materiale klasse A2-s1,d0 (klasse A materiale), f.eks. ROCKWOOL HardRock
4. Bygningsdel klasse EI 60 A2-s1,d0

Brandkamserstatning

For en brandsektionsvæg gælder i ganske mange tilfælde, at der skal træffes særlige foranstaltninger til sikring mod brandsmitte hen over brandsektionsvæggen. Hvor en brandsektionsvæg føres op mod tagfladen, skal den afsluttes på en sådan måde, at branden ikke smitter nabo-brandsektionen via taget. Dette forhindres med mindst 1,0 m brede brandkamserstatninger, udført som mindst EI60 og indbygget i tagfladen på begge sider af brandsektionsvæggen (dobbeltsidig). Forsvarlig fastgørelse til væg eller spær er påkrævet.

Udføres brandkamserstatningen som ensidig, skal den være udført som mindst REI60 (bærende).



Figur 17

1. Tagdækning, klasse B_{roof(t2)}
2. HARDROCK ENERGY
3. Underlag Energy
4. Dampspærre
5. Stålunderlag Energy
6. Beslag
7. Brandsektionsvæg. Klasse REI 60 A2-s1, d0 eller klasse EI 60 A2-s1, d0.



4.6 Derfor skal du vælge et brandsikkert tag

Når du vælger en tagløsning med ROCKWOOL stenuld, har du valgt markedets bedste brandbeskyttelse - og en optimal sikring af mennesker, bygninger og produktion mv.

Fremtidssikring af bygningen

Et tag isoleret med ROCKWOOL tagprodukter kræver ingen specielle foranstaltninger omkring gennemføringer, tagkanter, ovenlys mv.

ROCKWOOL stenuld fungerer simpelthen som en brandbarriere i sig selv.

Valg af ROCKWOOL stenuld giver nogle indlysende fordele.

- Bygningen brandsikres optimalt ift. lovgivningskrav.
- Et tag, der isoleres med en ROCKWOOL tagløsning, er brandmæssigt optimeret fra starten. Det giver en fleksibel totalløsning, der tager højde for fremtidige ændringer i bygningens anvendelse, ligesom der ikke er behov for senere ændringer som følge af installationer på taget, bl.a. ventilationsanlæg, ovenlys og, ikke mindst, solceller. Jf. Teknologisk Institut er der fejl på 10 - 15% af alle solcelleanlæg. Ofte skyldes fejlene fugt i dårligt konstruerede paneler og fejlinstallationer som skader isoleringen på kabler. Herved opstår risiko for kortslutninger og brand.
- Der kan ofte opnås forsikringsfordele.

Under brand minimeres risikoen for en række følgeskader:

- Skader på medarbejdere og gæster
- Langvarigt produktionsstab og nedbrud af avanceret produktionsudstyr
- Tab af lager og værdifulde råvarer med lang leveringstid
- Kollaps og nedbrud af IT-installationer
- Tab af kunder og markedsandele
- Opsigelse af medarbejdere i en kortere eller længere periode

Der er mange steder hvor brandsikring er påkrævet:

- 1** Ubrændbart brandbælte, f.eks. ROCKWOOL HardRock
mindst 2,5 meter bredt bælte - hver 1000 m²
- 2** Ubrændbar isolering omkring ovenlysvinduer
- 3** Ubrændbar isolering omkring solpaneler
- 4** Ubrændbar isolering ved f.eks.
ventilationssystemer

Figur 18



5. Konstruktioner

I dette afsnit findes konkrete eksempler på løsninger, der opfylder kravene i Bygningsreglement 2018.

Indhold

5.1 Forskelle mellem lameller og isoleringsplader	39
5.2 ROCKWOOL tagsystemer	40
5.3 Etablering af fald	42
5.4 Nybyggeri	44
Anbefalede U-værdier iht BR18	
Konstruktioner	
U-værdinøgle til betondæk	
U-værdinøgle til ståltrapez	
5.5 Energirenovering	58
Krav iht BR18	
Rentabilitetsberegninger	
Anbefalede U-værdier iht BR18	
Konstruktioner og U-værdinøgler	
5.6 Fugtforhold	62

5.1 Forskelle mellem lameller og isoleringsplader

Flade tage kan konstrueres på mange forskellige måder, med forskellige antal lag af isolering, forskellige tykkelser, forskellige varmeledningsevner osv.

Der findes 2 hovedtyper af stenuldsprodukter til flade tage. Begge er fremstillet af ubrændbar stenuld, men de har forskellige egenskaber, der gør dem egnede under forskellige betingelser:

■ **Lameller:**

Størstedelen af materialefibrene har en lodret placering, hvilket medfører en høj trykstyrke selv ved lav densitet. Lameller er især egnet til tage med lav U-værdi og produceres i tykkelserne 200-500 mm.

Ovenpå ROCKWOOL lameller skal der udlægges en 30 mm topplade. TOPROCK (TM) er en lamelløsning.

■ **Isoleringsplader:**

I traditionelle stenuldsprodukter som disse er størstedelen af materialefibrene vandrette. For at opnå en høj trykstyrke kræves en højere densitet end for lameller.

Traditionelle isoleringsplader fremstilles i tykkelser op til ca. 180 mm. HardRock Energy (TM) er isoleringsplader.

5.2 ROCKWOOL tagsystemer

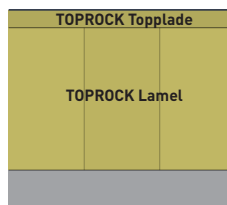
ROCKWOOL tilbyder tagløsninger baseret både på lameller og traditionelle isoleringsplader.

TOPROCK® System

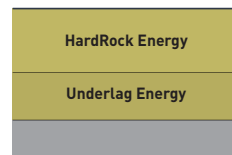
TOPROCK System består af TOPROCK Lamel og 30 mm TOPROCK Topplade. Produkterne leveres sampakket på en patenteret miljøpalle. Med TOPROCK System kan man hurtigt montere selv store isoleringstykkelser. Arbejdsprocessen har kun få trin og antallet af tunge løft reduceres. Systemet egner sig specielt til tage med lave U-værdier.

Tagsystem med HardRock® Energy

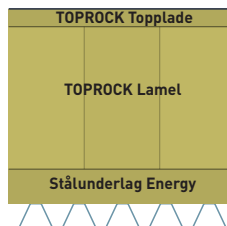
HardRock Energy er et "dual density" produkt opbygget af 2 lag med forskellige densiteter. Det øverste lag er hårdt og fordeler punktbelastninger på det noget blødere, underste lag. Det blødere, underste lag tilpasser sig små ujævnheder i underlaget. "Dual density" sikrer både stor trædefasthed og høj isoleringsevne. HardRock Energy anvendes som en 1-lags løsning eller som øverste lag i en flerlagsløsning. Systemet egner sig både til nybyggeri og renovering.



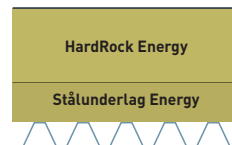
Figur 19:
TOPROCK System på betondæk



Figur 20:
HardRock Energy på betondæk



Figur 21:
TOPROCK System på ståltrapez



Figur 22:
HardRock Energy på ståltrapez



På side 43 vises eksempler på konstruktionsløsninger, når tagets fald er indbygget i tagkonstruktionen.

På side 50-53 fremgår U-værdier for konstruktioner med plan isolering på underlag af hhv. beton og ståltrapez. De angivne værdier forudsætter, at konstruktionerne udføres håndværksmæssigt korrekt og i overensstemmelse med producentens anvisninger.

Konstruktionernes bæreevne og fugtforhold er ikke behandlet her, da kravene kan variere.

5.3 Etablering af fald

Når taget ikke har indbygget fald, etableres det ved hjælp af kileskåret tagisolering. ROCKWOOL tilbyder 3 hovedtyper af løsninger, som beskrives nedenfor. Alle systemer giver et hovedfald på 1:40, som er standard og sikrer god afvanding.

Den optimale løsning, samt u-værdi for denne, afhænger af tagets udformning, brøndplacering, faldlængder, taggennemføringer osv. Kontakt ROCKWOOL for hjælp med projekteringen.

TOPROCK® CTF System

Præcis som TOPROCK består TOPROCK CTF af en kombination af lameller og topplade, som er samspakket på en patenteret miljøpalle. Forskellen består i, at lamellerne er tilskårne for direkte at skabe fald på taget. En separat kileløsning oven på et plan lag af isolering bliver dermed overflødig, og tiden til udlægning kan reduceres med op til 50%.

Systemet er designet til tage med $u\text{-værdi} \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ og er især velegnet til store tagflader med få forhindringer.

TOPROCK® TERRACE System

Med TOPROCK Terrace systemet, kan fald skabes direkte på taget, på tagflader hvor belastningen er ekstra stor, som f.eks. ved tagterrasser. Som TOPROCK CTF, er lameller tilskårne for at skabe fald direkte på taget. Læs mere om dette på side 56.

Hardkile System

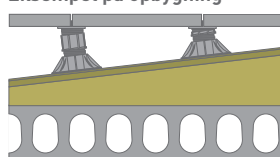
Kilesystemet Hardkile anvendes som top lag på samme type af underlagsplade, som anvendes, når tagkonstruktionen allerede har et indbygget fald, dvs. Underlag Energy og TOPROCK. På underlag af trapezplader anvendes Stålunderlagsplade eller Lydunderlagsplade som nederste lag.

Figur 23:
TOPROCK CTF
Eksempel på opbygning



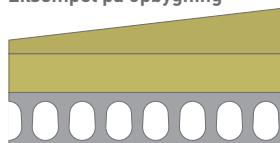
TOPROCK Topplade
TOPROCK Lamel

Figur 24:
TOPROCK TERRACE
Eksempel på opbygning



TOPROCK Terrace Topplade
TOPROCK Terrace lamel

Figur 25:
HARDKILE
Eksempel på opbygning



Hardkile
Underlag Energy



5.4 Nybyggeri

Anbefalede U-værdier iht. BR18

For nybyggeriet er der fire krav, som tilsammen sikrer, at nye bygninger både har et lavt energibehov, er velisolerede og er fugtteknisk i orden. De fire krav er: energirammen, det dimensionerende transmissionstab, mindste varmeisolering og krav om lufttæthed.

For at overholde disse krav anbefales det at overholde nedenstående U-værdier for flade tage:

- Nybyggeri opvarmet til min 15°C: 0,08-0,09 W/m²K
- Nybyggeri 5-15°C: 0,12-0,15 W/m²K

I afsnit 3 og 4 kan du læse mere om krav til nybyggeriet.

U-værdier og isoleringstykkelser

På de næste sider finder du en oversigt over U-værdier fra 0,07 til 0,15 W/m²K samt de tilsvarende minimums-isoleringstykkelser, der kræves for at overholde U-værdierne. Anbefalingerne afhænger af underlaget og isoleringsløsningen.

Vær opmærksom på at:

De angivne U-værdier og isoleringstykkelser er et godt udgangspunkt for opfyldelse af Bygningsreglementets krav til varmeisoleringen.

Bygningsreglementet kræver, at dette skal afstemmes i forbindelse med en samlet energirammeberegning for det konkrete byggeri.

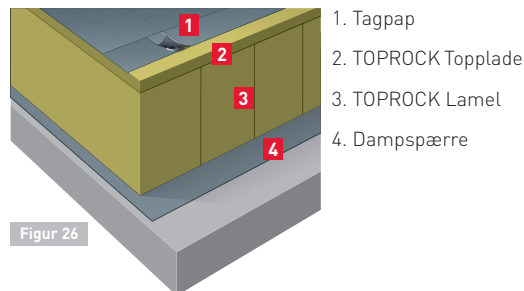
Konstruktioner på betondæk

Effektiv tagisolering på betondæk består af 2 eller flere lag isolering. En dampspærre placeres direkte på betonen for at forhindre fugt i at trænge op i isoleringen. Derpå udlægges tagisolering med ønsket trykstyrke og i tilstrækkelig tykkelse for at opnå den ønskede U-værdi.

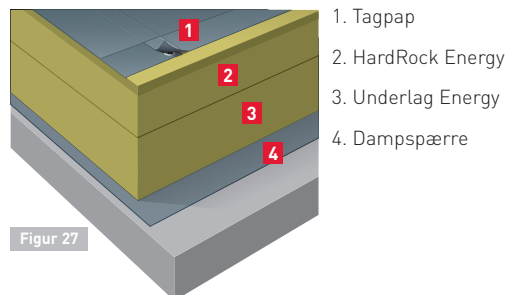
Dampspærren kan også placeres oppe i isoleringslaget - dog afhængig af bygningens fugtklasse (DS/EN ISO 13788).

Nedenfor er vist eksempler med TOPROCK System og HardRock Energy på betondæk.

TOPROCK System (løsning med lameller)



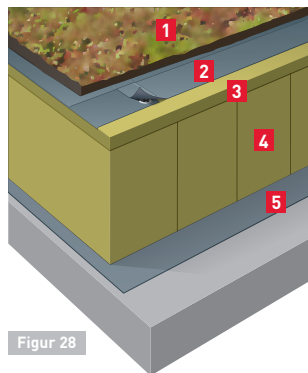
Tagsystem med HardRock Energy (tagplader)



Sedumtage på betondæk

Med nutidens stigende krav til bæredygtighed er grønne tage igen blevet en efterspurgt tagløsning. Et grønt tag byder på mange fordele, f.eks. reduktion af overfladevand, bedre luftkvalitet samt støjdæmpning.

ROCKWOOL tagsystemer fungerer optimalt på ekstensive mos/sedum tage med begrænset færdsel, som er konstrueret som retvendte tage (dvs. med den afvandede membran placeret over isoleringen). Nedenstående eksempel viser en betonkonstruktion med TOPROCK System, men løsninger med HardRock Energy kan også anvendes.



Figur 28

1. Sedum måtte
2. Tagpap
3. TOPROCK Topplade
4. TOPROCK Lamel
5. Dampspærre



Innovest i Ringkøbing-Skjern Kommune.
TOPROCK System på fladt tag og TOPROCK CTF
System på tage med fald.

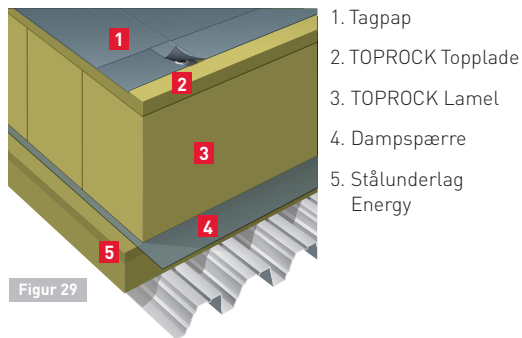
Konstruktioner på ståltrapez

Energieffektiv og brandsikker tagisolering på ståltrapez kan bestå af 2 eller flere lag isolering. På den bærende stålplade udlægges en underlagsplade, hvorpå dampspærren placeres. Denne fremgangsmåde sikrer en plan overflade til udlægning af dampspærren. Derpå udlægges tagisolering med ønsket trykstyrke og i tilstrækkelig tykkelse for at opnå den ønskede U-værdi.

På ståltrapez er det nødvendigt at tage hensyn til forholdet mellem isoleringstykkelsen, den frie spændvidde mellem profiltoppene samt anlægsfladen (dvs. bredden på profiltoppene). Der skal tages hensyn til flyvestød, så isoleringen udlægges uden risiko for brud. Se afsnit 7.

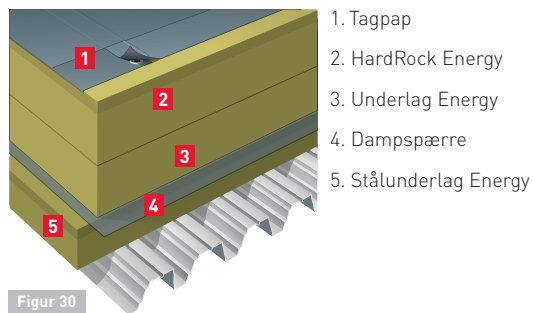
Nedenfor er vist eksempler med hhv. TOPROCK System og HardRock Energy på ståltrapez. På perforeret ståltrapez anvendes ROCKWOOL Lydunderlag istedet for Stålunderlag Energy som det nederste lag.

TOPROCK System (løsning med lameller)



Figur 29

Tagsystem med HardRock Energy (tagplader)

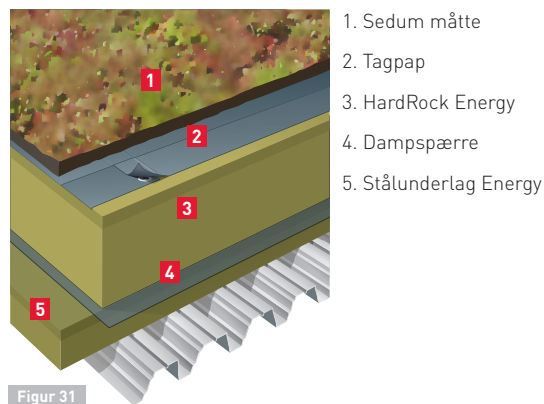


Figur 30

Sedumtage på ståltrapez

Sedum kan også anvendes på profileret stålplade. Med samme forudsætninger, som angivet på side 46, kan både løsninger med lameller og traditionelle tagplader anvendes.

Eksemplet nedenfor viser en konstruktion med HardRock Energy.



Figur 31

U-værdinøgle til betondæk (plan isolering)

Herunder vises eksempel med flade isoleringsopbygninger på betondæk for forskellige U-værdier. På betondæk bliver der ofte lagt et kilesystem for at skabe fald. I U-værdiberegningen for taget skal bidraget fra kilesystemet tages med.

På side 54 vises en U-værdinøgle for TOPROCK CTF System.

TOPROCK System på betondæk

Tabel 10

U-værdi W/m²K	0,09*	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,19
TOPROCK Topplade	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
TOPROCK Lamel	400 mm	331 mm	280 mm	250 mm	220 mm	200 mm	160 mm
Dampspærre							
Beton							
Σ isolerings-tykkelse	430	361	310	280	250	230	190
Σ R	11,05	9,28	7,97	7,20	6,43	5,92	4,89

TOPROCK System 430 361 310 280 250 230 190**

* Hvis Underlag Energy i tykkelse 50 mm placeres under lamellerne, opnås U-værdi 0,08 W/m²K.

** Total tykkelse for TOPROCK Lamel og TOPROCK Topplade som leveres sampakket på en ROCKWOOL Feet.

Tallene er for ubrudte tagflader, og U-værdierne er beregnet uden tillæg for kuldebroer ved fastgørelser og lignende baseret på følgende værdier:

R-værdi, betondæk = 0,077 m²K/W

R-værdi, 2 lag tagpap = 0,05 m²K/W

HardRock Energy på betondæk

Tabel 11

U-værdi W/m²K	0,12	0,13	0,14	0,15
HardRock Energy	100 mm	80 mm	80 mm	80 mm
Underlag Energy	180 mm	180 mm	160 mm	140 mm
Dampspærre				
Beton				
Σ isolerings-tykkelse	280	260	240	220
Σ R	13,61	11,05	9,28	7,97

U-værdinøgle til ståltrapez (plan isolering)

Herunder vises eksempel med flade isoleringsopbygninger på ståltrapez for forskellige U-værdier:

TOPROCK System på ståltrapez

Tabel 12

U-værdi W/m²K	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15
TOPROCK Topplade	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
TOPROCK Lamel	400 mm	400 mm	331 mm	250 mm	250 mm	220 mm	200 mm	160 mm
Dampspærre								
Stålunderlag Energy	80 mm	50 mm	50 mm	80 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm
Ståltrapez								
Σ isolerings-tykkelse	510	480	411	360	330	300	280	240
Σ R	13,27	12,43	10,67	9,42	8,59	7,82	7,31	6,28

TOPROCK System 430 430 361 280 280 250 230 190*

* Total tykkelse for TOPROCK Lamel og TOPROCK Topplade som leveres sampakket på ROCKWOOL Feet.

Tallene er for ubrudte tagflader, og U-værdierne er beregnet uden tillæg for kuldebroer ved fastgørelser og lignende baseret på følgende værdier:

R-værdi, ståltrapez = 0,045 m²K/W

R-værdi, 2 lag tagpap = 0,05 m²K/W

HardRock Energy på ståltrapez

Tabel 13

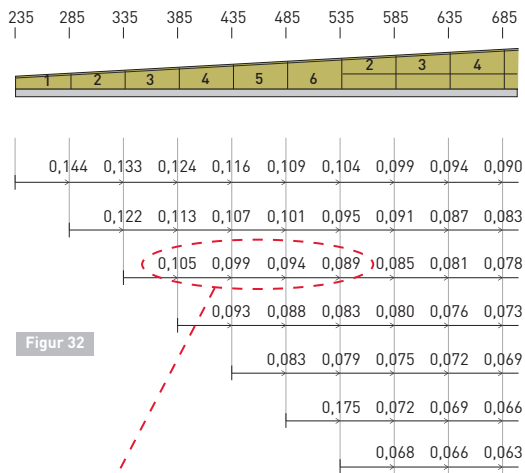
U-værdi W/m²K	0,12	0,13	0,14	0,15
HardRock Energy	50 mm	150 mm	180 mm	180 mm
Underlag Energy	180 mm			
Dampspærre				
Stålunderlag Energy	60 mm	80 mm	60 mm	50 mm
Ståltrapez				
Σ isolerings-tykkelse	290	230	240	230
Σ R	8,20	6,39	6,67	6,39

U-værdingøgle til betondæk (kileskåret isolering) TOPROCK® CTF System

Tallene er for ubrudte tagflader, og U-værdierne er beregnet uden tillæg for kuldebroer ved fastgørelser og lignende baseret på følgende værdier:

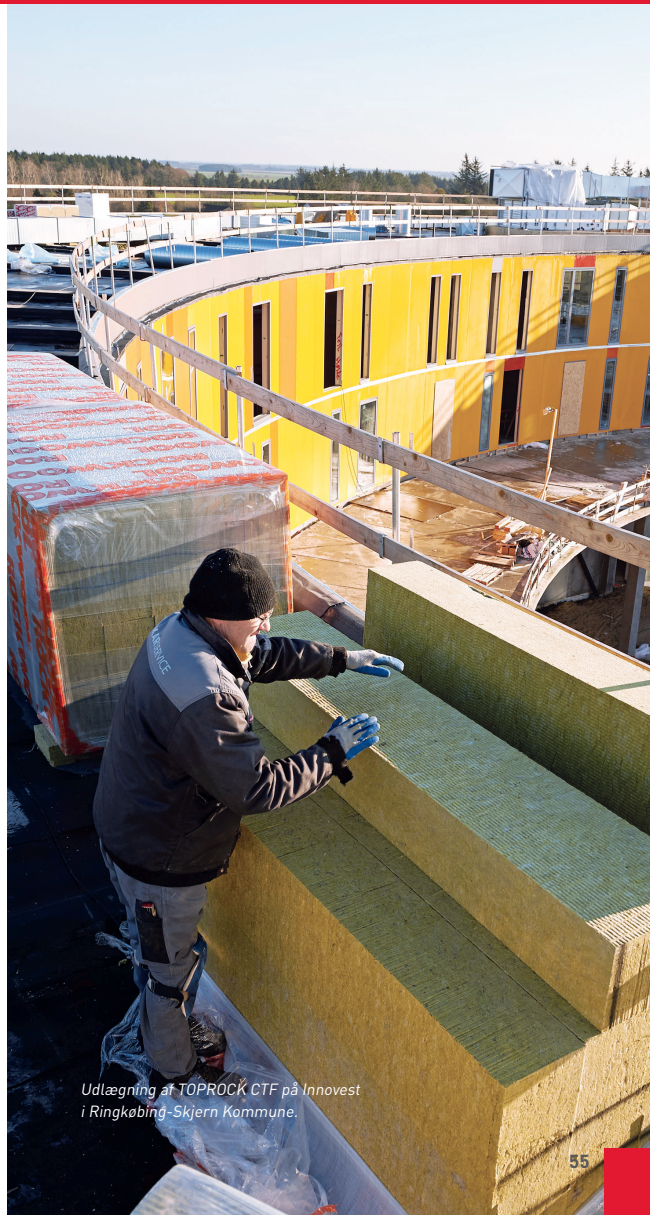
R-værdi, betondæk = $0,077 \text{ m}^2\text{K/W}$

R-værdi, 2 lag tagpap = $0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$



Figur 32

Eksempel: U-værdi 0,09 for et 8 m langt fald opnås gennem udlægning af kile 3 til og med kile 6.

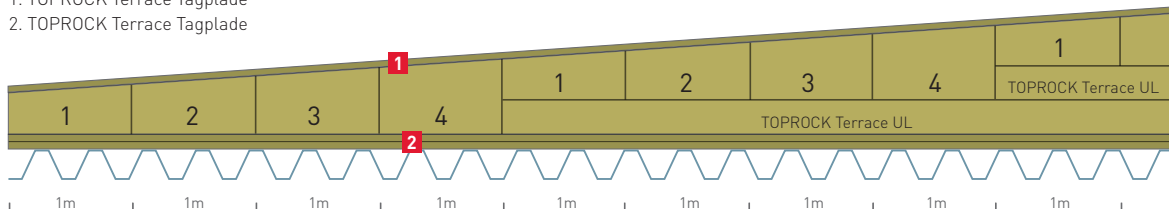


Udlægning af TOPROCK CTF på Innovest i Ringkøbing-Skjern Kommune.

U-værdinøgle til tagterrasse (kileskåret isolering)
TOPROCK TERRACE

TOPROCK TERRACE - på profilerede stålplader:

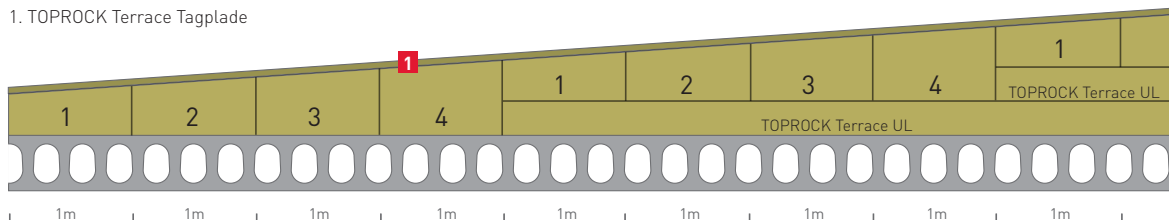
1. TOPROCK Terrace Tagplade
2. TOPROCK Terrace Tagplade



TOPROCK TERRACE, på profilerede stålplader					Tabel 14
t maks (mm)	U-værdi (W/m²K)				
Faldlængde (m)	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08
2	325	400	475	500	575
4	350	425	500	525	600
6	400	450	525	575	625
8	450	475	550	600	650
10	500	500	575	625	675

TOPROCK TERRACE - på beton:

- ## 1. TOPROCK Terrace Tagplade



Figur 34

TOPROCK TERRACE, på beton					Tabel 15
t maks (mm)	U-værdi [W/m²K]				
Fældlængde (m)	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08
2	315	390	465	515	565
4	365	415	490	540	590
6	390	465	515	565	615
8	415	490	540	590	640
10	440	515	590	615	690

5.5 Energirenovering

Krav iht. BR18

Kravene, der skal opfyldes iht. BR18, afhænger af opgavetype.

- Er det en ombygning, skal rentabiliteten vurderes.
- Er det en udskiftning, skal den nye konstruktion overholde BR18's krav til U-værdi.
- Vedligeholdelse udløser ikke krav om energirenovering. Læs mere i afsnit 3.

Ombygning; er efterisolering rentabelt eller ej?

Et arbejde regnes for rentabelt, hvis denne beregning viser et resultat over 1,33:

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

Dette svarer til, at foranstaltningen er tilbagebetalt indenfor 75 pct. af den levetid, som BR18 fastsætter.

For at lave beregningen skal man have følgende oplysninger:

▪ Levetid af udført arbejde

BR 2018 fastsætter det til 40 år for efterisolering af alle bygningsdele

▪ Årlig besparelse i kr.

Det er nødvendigt at kende U-værdien på konstruktionen før og efter isoleringsarbejdet er foretaget, byggeriets opvarmningsform og den gennemsnitlige energipris. Årlig besparelse kan beregnes i ROCKWOOL Energy Design, som kan findes på www.rockwool.dk

▪ Investeringen af arbejdet i kr.

I investeringen indgår kun materialer og arbejdsløn ved det energibesparende arbejde og ikke andre udgifter til f.eks. tagdækning eller stillads og lignende. Investeringens størrelse kan indhentes fra håndværkertilbud. Ved gør-det-selv arbejde medregnes kun udgifter til materialer.

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

Eksempel på rentabilitetsberegning

Her følger et eksempel med efterisolering af fladt tag. Forudsætningen for beregningen er 1500 m² tagflade, og at man bruger fjernvarme til opvarmning til 0,80 kr./kWh.

Før-isoleringen:

100 mm
Eksisterende isolering

Figur 35: U-værdi = 0,40 W/m²K

Efterisolering:

230 mm
(200 mm lamel + 30 mm topplade)
TOPROCK System
100 mm
Eksisterende isolering

Figur 36: U-værdi = 0,12 W/m²K

Faktor for energienheder:

Olie = 8, virkningsgrad 0,90, enhed liter olie
Naturgas = 7, virkningsgrad 0,90, enhed m³ naturgas
Fjernvarme og el = 70, enhed kWh

Skønnet levetid for efterisolering: = 40 år

Besparelse (pr. år):

Energiforbrug pr. år = U-værdi x faktor x antal m²

Fjernvarmeforbrug før:
0,40 W/m²K x 70 x 1500 m² = 42.000 kWh

Fjernvarmeforbrug efter:
0,12 W/m²K x 70 x 1500 m² = 12.600 kWh

Fjernvarmepris = 0,8 kr./kWh

Besparelse i kr. ved efterisoleringen
(42.000 - 12.600) kWh x 0,8 kr./kWh = 23.520 kr.

Skønnet investering:

Montage + isolering = 465 kr./m²
465 kr./m² x 1500 m² = 697.500 kr.

Rentabilitetsberegning

$\frac{\text{Levetid} \times \text{besparelse}}{\text{investering}} > 1,33 = \text{rentabelt arbejde}$

$\frac{40 \text{ år} \times 23.520 \text{ kr.}}{697.500 \text{ kr.}} = 1,35 > 1,33$

Konklusion: Arbejdet er rentabelt og skal derfor udføres

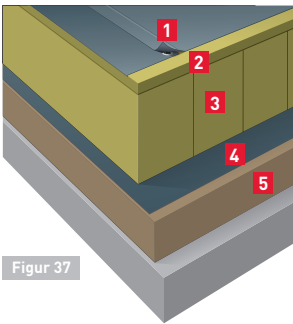
Efterisolering af varme tage

Hvis taget i dag er isoleret med mindre end 200 mm, er det oftest rentabelt at efterisolere. Bygningsejeren opnår en række fordele:

- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Bedre komfort
- Lavere CO₂-udledning
- Nyt tag og isolering forøger husets værdi

Efterisolering af varme tage med tagpap eller tagfolie udføres nemmest som en udvendig efterisolering oven på den eksisterende tagbelægning. Nedenfor er vist to eksempler:

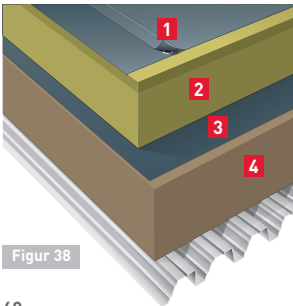
Efterisolering med TOPROCK System på betondæk



Figur 37

1. Ny tagpap
2. TOPROCK Topplade (30 mm)
3. TOPROCK Lamel
4. Eksisterende tagpap
5. Eksisterende isolering

Efterisolering med HardRock Energy på ståltrapez



Figur 38

1. Ny tagpap
2. HardRock Energy
3. Eksisterende tagpap
4. Eksisterende isolering

Her kan du se eksempler på, hvilken merisolerings-tykkelse der skal til for at opnå ønsket ny U-værdi.

Eksisterende isolering (λ39)	Tillægsisolering ved ny U-værdi (W/m²K)		
	0,08	0,10	0,12
60 mm	TOPROCK System 430	TOPROCK System 310	120 mm Underlag Energy / 80 mm HardRock Energy
80 mm	80 mm Underlag Energy / TOPROCK System 280	TOPROCK System 310	TOPROCK System 230
100 mm	TOPROCK System 361	TOPROCK System 280	TOPROCK System 230
120 mm	TOPROCK System 361	TOPROCK System 250	120 mm Underlag Energy / 50 mm HardRock Energy
150 mm	TOPROCK System 310	TOPROCK System 230	60 mm Underlag Energy / 80 mm HardRock Energy
200 mm	TOPROCK System 250	100 mm Underlag Energy / 50 mm HardRock Energy	100 mm HardRock Energy

Tabel 16

Efterisolering af kolde tage

Eksempel på built-up tag:

Eksisterende konstruktion	Tillægsisolering ved ny U-værdi (W/m²K)		
	0,08	0,10	0,12
Se nedenfor*	TOPROCK System 361	TOPROCK System 280	120 mm Underlag Energy / 80 mm HardRock Energy

* Tagpap, 15 mm krydsfiner, 50 mm ikke-ventileret hulrum, 95 mm eksisterende isolering (λ39), 13 mm indvendig loftbeklædning

Tabel 17

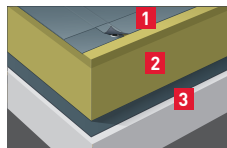
Bemærk: Ved udvendig efterisolering af et built-up tag danner den gamle tagpap ny dampspærre. Derfor skal denne være luft- og diffusionstæt. Konstruktionen bør vurderes iht. fugtbelastningsklasse. Se side 60 mere information.

5.6 Fugtforhold

Dampspærre i varme tage

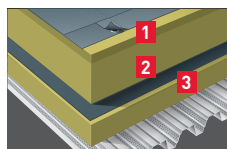
Den bærende konstruktion i et varmt tag kan være af beton, stål eller træ. Der skal normalt anvendes dampspærre i varme tage for at opnå lufttæthed og for at undgå, at fugt diffunderer op i taget.

Er betonen tør, dvs. i ligevægt ved 85% RF eller derunder midt i betonen, kan dampspærren udelades, men der bør udføres strimling med tagpap over alle elementsamlinger og tilslutninger til facader m.v. Hvis betonen er fugtig, når der udlægges isolering, anvendes dampspærre for at undgå, at fugten fra betonen diffunderer op i isoleringen. Ståltrapez skal altid forsynes med dampspærre, idet stålpladernes samlinger og tilslutninger til tilstødende bygningsdele normalt ikke kan udføres tæt.



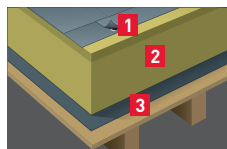
Figur 39:
Varmt tag på betondæk

1. Tagdækning
2. Isolering
3. Evt. dampspærre



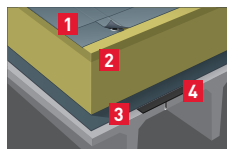
Figur 40:
Varmt tag på ståltrapez

1. Tagdækning
2. Isolering
3. Dampspærre



Figur 41:
Varmt tag på trækonstruktion

1. Tagdækning
2. Isolering
3. Dampspærre



Figur 42:
Varmt tag på betonelementdæk

1. Tagdækning
2. Isolering
3. Evt. dampspærre
4. Strimling med tagpap

Energirenovering af varme tage

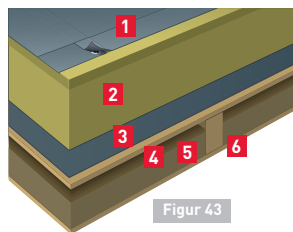
Ved en energirenovering af varme tage skal den eksisterende isolering være tør, dog kan mindre mængder fugt i isoleringen accepteres (under 0,5 vol.%). Alternativt skal den gamle isolering udskiftes.

En efterisolering oven på den eksisterende isolering vil altid medføre en fugtteknisk forbedring af taget. Derfor er der ikke andre krav til isoleringstykkelsen end kravene i BR18, hvis det er rentabelt.

Ændring af kolde tage til varme tage

Ændring af et koldt tag med tagpap eller tagfolie – typisk et built-up-tag – kan ved en energirenovering ændres til et varmt tag.

Den gamle tagdækning kommer hermed til at fungere som dampspærre. Derfor er det meget vigtigt at være opmærksom på fugtforholdene i taget – bl.a. skal det sikres, at den gamle tagdækning er lufttæt omkring ovenlys og andre gennemføringer.



Figur 43

1. Ny tagdækning
2. Ny isolering
3. Eksisterende tagdækning
4. Eksist. hulrum (afspærres)
5. Eksisterende isolering
6. Evt. gammel dampspærre

For at undgå opfugtning skal isolansen af den nye, udvendige isolering have en nærmere bestemt værdi i forhold til den eksisterende isolans. Denne værdi afhænger af, hvilken fugtbelastningsklasse den konkrete bygning er placeret i.

Fugtbelastningsklasser og forholdet mellem ny og gammel isolans:

Fugtbelastningsklasse		Forhold isolans	
		Eksist.	Ny
1	Feks. tørre lagerhaller mv. Lavt byggeri	1,5	1
2	Feks. boliger med lav beboelses- tæthed og kontorer mv. Lavt byggeri	1	1,5
3	Feks. boliger med høj beboelses- tæthed og idrætshaller mv.	1	3
4	Storkøkkener, baderum mv.	1	4-8
5	Svømmehaller, bryggerier, vaskerier mv.	Beregnes	

Kilde: SBI-anvisning 224, s. 66 og 211

Tabel 18

Bemærk: Ventilationsåbninger i det gamle tag lukkes efter ca. 1 år, når der er sikkerhed for, at der ikke er fugt i konstruktionen.
Se konstruktionseksempler på side 58 og 61.

Foretages renoveringen med kileskåret isolering, gælder forholdet mellem ny og gammel isolering på den kileskårne isolerings tyndeste sted.

Detaljerede forhold vedr. fugt og fugtberegninger: Se mere om dette i SBI-anvisning 224.



6. ROCKWOOL tagsortiment

Dette afsnit giver et overblik over vores sortiment til isolering af varme tage.
Detaljeret produktinformation findes på www.rockwool.dk

Indhold

6.1 Vigtige kvalitetsforskelle	67
6.2 Produktoversigt	68
6.3 Tagterrasser	72
6.4 ROCKWOOL Miljøpalle	74
6.5 CE-mærkning og uafhængig 3. partskontrol	75



6.1 Vigtige kvalitetsforskelle

Når man bygger nyt eller renoverer, skal arbejdet naturligvis være effektivt. Det er vigtigt, at produkterne lever op til det lovede, også mange år frem i tiden. Der skal være sikkerhed for, at beregningerne holder - både i byggeriets tidlige drift og i det lange løb. Den sikkerhed får du, når du vælger isolering fra ROCKWOOL.

ROCKWOOL stenuldsprodukter har mange fordele set i forhold til en række andre isoleringstyper. Fordelene viser sig både under og efter montagen. Her er nogle eksempler på andre egenskaber end den gode isoleringsevne, som også er vigtig for et vellykket byggeprojekt:

- Ubrændbar
- Fugt- og vandafvisende
- Diffusionsåbent
- Uorganisk, så det ikke er grobund for skimmel
- Formstabil - år efter år
- Bevarer isoleringsevnen gennem hele levetiden
- Lyd- og støjisolerende
- Genanvendeligt

Læs mere i afsnittet "Værd at vide".

6.2 Produktoversigt

Lamelsystem

TOPROCK® System er en tagløsning bestående af TOPROCK Lamel og 30 mm TOPROCK Topplade, som leveres sampakke på en patenteret miljøpalle. Hver palle indeholder komplet materiale for et vist antal kvadratmeter.

TOPROCK® CTF System er en kileløsning, der ligesom TOPROCK System består af sampakke lameller og topplade. Lamellerne er tilskåret for at skabe direkte fald på taget. Se kileopbygning på side 82.

TOPROCK® Terrace System TOPROCK Terrace er en kileskåret løsning som kan anvendes til underlag for eksempelvis tagterasse og gangarealer. Løsningen består af sampakke lameller og topplade. Lamellerne er tilskåret for at skabe direkte fald på taget, 1:40. Se den nye kileopbygning på side 54.



Figur 44: Udlægning af TOPROCK System på ståltrapez.

Topplader

HardRock® Energy anvendes som etlagsløsning eller som øverste lag i en flerlagsløsning. Produktet er opbygget efter "dual density" princippet og har stor flade- og punktstyrke samt høj isoleringsevne i ét produkt. Den øverste del af pladen har en væsentligt højere densitet end den nederste. Det stærke top lag giver stor trædefasthed og sikrer fordeling af trykket ned til det blødere underliggende lag, som tilpasser sig små ujævnheder i underlaget.

TF-Plade anvendes som etlagsløsning og som øverste lag i en flerlagsisolering.

Kondensplade anvendes til kondensisolering på uopvarmet byggeri, udhæng m.m. Produktet kan udlægges direkte på ståltrapez.

Underlagsplader

Stålunderlag Energy anvendes som det nederste lag i en flerlagsisolering primært på underlag af ståltrapez. Produktet er opbygget efter "dual density" princippet. Den øverste del af pladen har en højere densitet, hvilket medfører en god trædefasthed.

Underlag Energy anvendes som det/de nederste lag i en flerlagsisolering.

Lydunderlagsplade anvendes som lydabsorberende plade på perforerede ståltrapez. Pladen placeres nederst i konstruktionen direkte på stålpladen med den vliesbelagte side nedad.



Figur 45: Udlægning af Stålunderlag Energy. Markeringen på pladernes overside angiver hvilken side der skal vende opad.

Separate kiler til opbygning af fald

Alle faldprodukter herunder kan anvendes som afsluttende lag.

Hardkile (fald 1:40) anvendes til at etablere tagfald, hvor der i forvejen ikke er tilstrækkeligt fald i underlaget. Anvendes også i flerlagsløsninger. Se kileopbygning på side 82.

Hardkile Kehl anvendes i forbindelse med Hardkile, når en tagopbygning med standardfald 1:40 ønskes udført som en kehlsløsning.

Kasserendekile (fald 1:100) anvendes til at etablere fald mellem tagbrønde i render vinkelret på hovedfaldet. Se kileopbygning på side 82.

TF-Skotrendekile (fald 1:60 i længderetningen og 1:15 i tværretningen) anvendes til at etablere fald på langs i skotrender mellem to tagbrønde eller mod tagafgrænsninger. Giver resulterende fald på 1:160 i skotrenden på en tagflade med hældning 1:40. Se moduloversigt og kileopbygning på side 82.

TF-Kile (fald 1:20) anvendes til at etablere fald på langs i skotrender, hvor begrænsninger på taget gør at der ikke kan anvendes TF-Skotrendekiler.

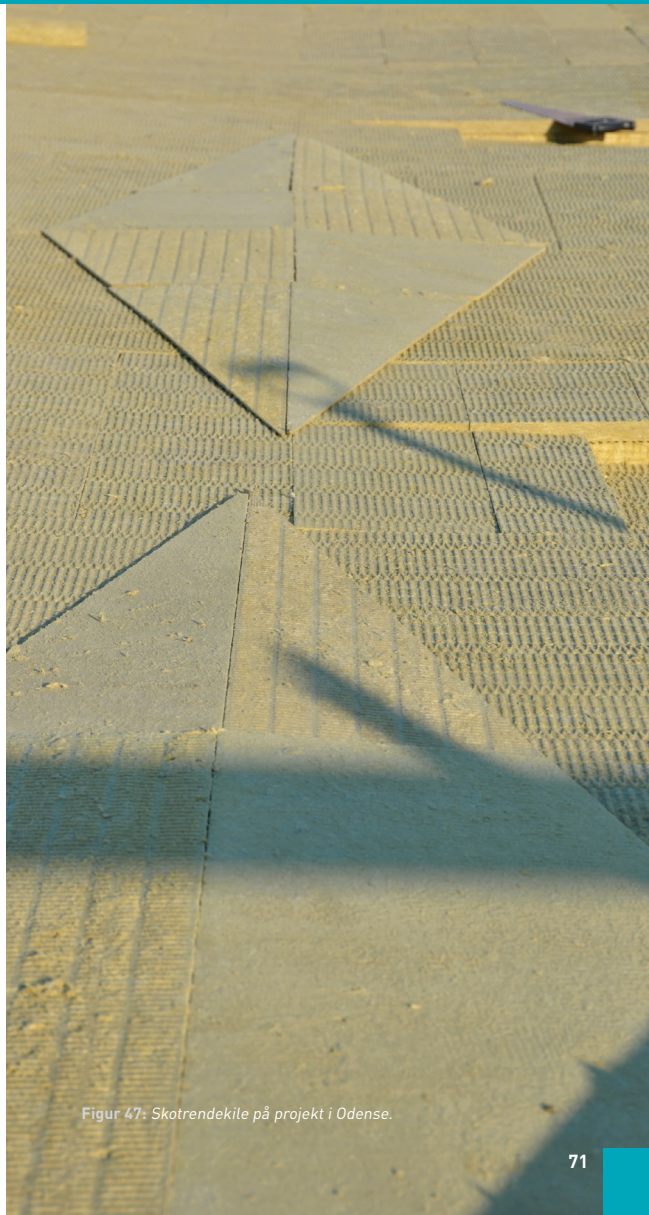
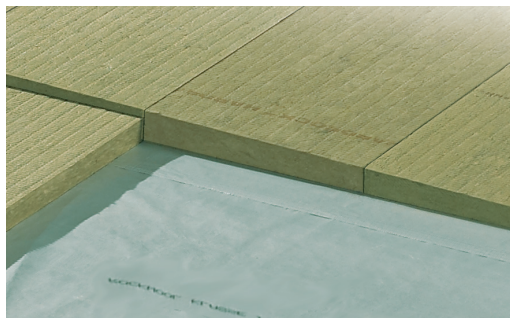
Øvrige produkter

Murkroneplade anvendes til isolering af lodrette flader som murkroner, ventilationsanlæg m.m. Er vliesbelagt for påbrænding af tagpap. Tåler ikke gangtrafik.

Trekantliste 1000 x 45 x 45 mm er en stiv og hård liste, der anvendes mellem tag og begrænsninger.

Trekantliste 1000 x 140 x 240 mm anvendes ved tagafslutninger for.

Figur 46: Udlægning af Hardkile



Figur 47: Skotrendekile på projekt i Odense.

6.3 Tagterrasser

Som de første på markedet, introducerer ROCKWOOL en mineraluldsløsning til tagterrasser.

TOPROCK Terrace System er en innovativ løsning til isolering af blandt andet tagterrasser. Systemet giver dig hurtigt og effektivt et tag med fald, som kan tåle belastninger fra intensiv persontrafik. Med dette system kan bygningens "5. facade" udnyttes optimalt.

Systemet er, ligesom resten af TOPROCK familien, baseret på lameller. Når fibrene i lamellerne vendes horisontal, resulterer dette i en højere trykstyrke end normalt. Oven på de kileskåret lameller udlægges en meget hård og stiv tagplade, som fungerer som trykfordelingsplade. Alt dette danner grundlag for en sikker og stabil tagterrasse.

Som al anden ROCKWOOL, giver TOPROCK Terrace en optimal brandbeskyttelse, glimrende beskyttelse mod fugt og lyd, samt en langtidsholdbar isoleringseffekt, som det så er til en tagterrasse, gangareal eller flugtvej. Da TOPROCK Terrace er klassificeret som A2-s₁,d₀, er der derfor ikke behov for ekstra brandsikring. Læs mere om dette i afsnit 4.

Projektering af tagterrassen

Når tagterrassen projekteres er det vigtigt at der tidligt i processen tages højde for isoleringen. Som beskrevet i BYG-ERFA's blad (23) 17 06 03, bør inddækningshøjden over det vandafledende lag være mindst 150 mm. Derfor er isoleringens tykkelse vigtig at kende for at sikre tætte samlinger. I afsnit 5.4, kan tykkelser for TOPROCK Terrace aflæses ved forskellige u-værdier. Systemet er designet til tage med u-værdi $\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Korttidstrykstyrken CS(10) for lamellerne er 175 kPa, mens langtidstrykstyrken (2%) er 45 kPa. Toppladen, som er det direkte underlag for tagterrasser fødderne, har en punktstyrke PL(5) på 2000 kPa. Hele systemet er CE-mærket til 175 kPa.

Opbygning af tagterrassen

TOPROCK Terrace systemet kan anvendes på alle typer underlag, eksempelvis beton, trapezplader eller eksisterende tag. Ved underlag af trapezplader anvendes tagpladen i 2 lag også som underlag for systemet, for at sikre korrekt placering af dampspærre.

Er taget udført med fald i den bærende konstruktion, kan plane underlagslameller udlagt i en eller flere lag afsluttet med en topplade, fungerer som underlag for tagterrassen.

Når hele systemer er udlagt, kan tagbeklædningen monteres og tagterrassefødder placeres på tagdækningen. Den endelige tagterrasse belægning kan herefter monteres.



6.4 ROCKWOOL Miljøpalle

Som de første på markedet introducerede ROCKWOOL koncernen et pallesystem, hvor selve pallen er konstrueret af ROCKWOOL stenuld og kan anvendes direkte i isoleringsløsningen. På den måde har vi sparet mange tusinde m³ affald på byggepladserne samt træ til produktion af træpaller.

ROCKWOOL Miljøpalle er også med til at sikre en effektiv logistik og et bedre arbejdsmiljø på taget:

- Miljøpallens udformning muliggør transport af pallen på vores specialudviklede miljøpallevogn uden ekstra løft af isoleringen. Dette medfører en markant hurtigere udlægning af isoleringen, idet materialet let transporteres helt hen til brugsstedet. Miljøpallevognen kan anvendes både på betondæk og ståltrapez.
- Når udlægningen er færdig, er kun beskyttelsesfolie tilbage. Oprydning og affaldsmængden er nedbragt til et minimum.



Figur 48

Figur 46: Miljøpallen er lavet af isolering indpakket i genanvendelig PE-folie. Begge fødder kan indgå direkte i den samlede isoleringsløsning.

6.5 CE-mærkning

CE-mærkning

Isoleringsmaterialer til bygninger skal CE mærkes og deklareres med materialets egenskaber, som skal fremgå af etiketten* og Ydeevnedeklarationen (DOP).



For byggevarer angiver CE-mærkning, at produkternes egenskaber er deklareret efter samme metode, så resultaterne kan sammenlignes. Det er producenten selv, som står inde for, at mærkningen og deklARATIONERNE er korrekte. Det er således producenten selv, som skal sikre at alle relevante test gennemføres.

Byggelovgivningen og kravene for anvendelse af byggevarer er forskellige i EU-landene. Derfor kan CE-mærkningen ikke anvendes som et bevis på, at et produkt er "godkendt" inden for EU. Den, der anvender et byggeprodukt, skal selv vurdere informationerne i ydeevnedeklaration og CE-mærkning for at afgøre, om produktet opfylder national byggelovgivning.

* På side 97 i afsnit 10 kan du læse mere om hvad informationen på etiketten betyder.

7. Arbejdsvejledninger

I dette afsnit findes et uddrag af vores arbejdsvejledninger. Mere udførlig information findes på www.rockwool.dk, hvor de seneste og gældende anvisninger altid publiceres.

Indhold

7.1 Generelle anvisninger	77
7.2 Udlægning af lamelsystem	79
7.3 Udlægning af isoleringsplader	81
7.4 Kileopbygning	82
7.5 Spændvidder	86



Figur 49

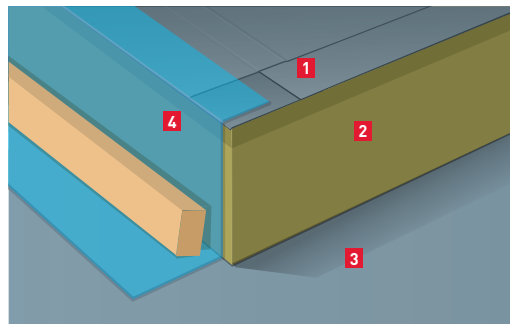
7.1 Generelle anvisninger

Opbevaring af tagisolering

Isoleringen skal opbevares på et jævnt og tørt underlag. Lad plasthætten sidde på som vejrbeskyttelse så længe som muligt. Åbne paller skal opbevares afdækket med presenning eller på anden måde overdækket.

Generelt om udførelsen

- Planlæg udlægningen så isoleringen belastes mindst muligt.
- Opbevaring og transport af tagmaterialer, samt stor gangtrafik i bestemte ganglinjer skal altid ske på uisolerede områder, eller på trykfordelende træplader lagt oven på isoleringens toplag. Disse regler skal følges, selv efter montagen af tagdækningen.
- Undgå at lægge isolering ud i alt for store områder, når der er risiko for nedbør. Arbejdet med tagdækningen bør følge udlægningen af isoleringen.
- Når arbejdsdagen afsluttes, skal alt udlagt isolering være lukket af. F.eks. skal kanter være midlertidigt inddækket, så vand ikke løber ind i den udlagte isolering.



Figur 50

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| 1. Tagdækning | 3. Dampspærre |
| 2. Tagisolering | 4. Midlertidig afdækning |

Klargøring af underlag

Underlaget skal være jævnt og uden lunger. Spring mellem elementerne skal udjævnnes. Underlaget skal være rengjort, inden tagisoleringen udlægges. Affald, løse sten, vand, sne og is skal fjernes.

Dampspærre

ROCKWOOL anbefaler brugen af bitumenbaseret dampspærre for at imødekomme bygningsreglementets krav til konstruktioners holdbarhed.

Udlægning af isolering

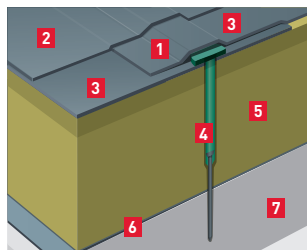
Se den udlægningsvejledning, som passer til den løsning du har valgt (traditionelle isoleringsplader, TOPROCK, etc.)

Tilskæring af isolering

Anvend en kniv eller fukssvans sammen med en retholt eller lineal, når isoleringen skal tilskæres.

Fastgørelse

ROCKWOOL tagisolering skal fastgøres mekanisk. Fastgørelsen sker normalt sammen med montering af det første lag tagpap, tagfolie eller anden tagdækning. Dimensioneringen af antal skruer og beslag udføres iht. beslagleverandørens anvisninger. Der skal dog mindst være et fastgørelsespunkt pr. isoleringsplade i tolaget.



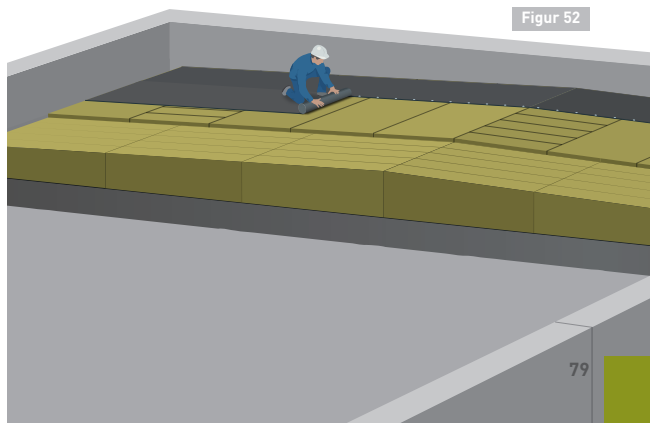
Figur 51

7.2 Udlægning af lamelsystem

Følgende anvisning gælder for både TOPROCK System og TOPROCK CTF System.

Udlægning på betondæk

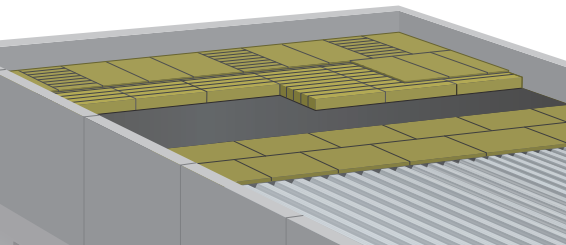
- Læg dampspærren ifølge leverandørens anvisninger direkte på betonunderlaget.
- Anbring TOPROCK lamellerne tæt ved hinanden og tryk dem godt sammen. Vær sikker på, at alle lameller har fiberretningen opretstående. Det sikrer du ved at strege på lamellerne vender opad eller nedad.
- Undgå at træde på lamellerne, før toppladen er monteret.
- Anbring TOPROCK Topplade oven på lamellerne. Pladerne bør, så vidt muligt, lægges ud med forskudte sammenføjninger i forhold til lamellerne. På flader med regelmæssig gangtrafik bør der udlægges hele plader.
- Isoleringen kan nu betrædes.
- Lamelsystemet skal fastgøres mekanisk. Se generelle anvisninger.



Figur 52

Udlægning på ståltrapez

- Anbring stålunderlagspladerne som angivet i vejledning i 7.3.
- Læg damspærren ud ifølge leverandørens anvisninger.
- TOPROCK System lægges derefter ud på samme måde som på betonunderlag.

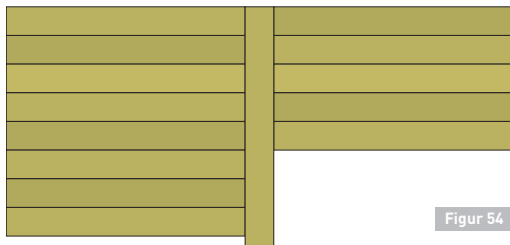


Figur 53

Alternativt udlægningsmønster

Udlægges en lamel vinkelret på de foregående, opnås flere fordele:

- Ingen eller få samlinger hvor 4 hjørner mødes
- Enklere tilpasning til tagets afgrænsninger kan mindske tilskæring og/eller spild
- Eventuelle problemer med små forskydninger lamellerne imellem (fortanding) undgås.



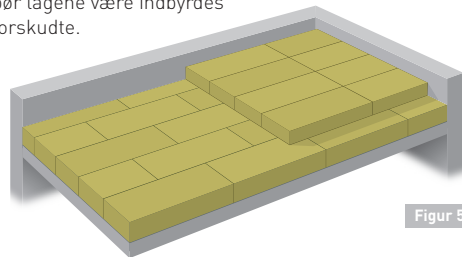
Figur 54

Det alternative udlægningsmønster kan anvendes ved udlægning på både betondæk og ståltrapez.

7.3 Udlægning af isoleringsplader

Udlægning af isoleringsplader på betondæk

- Ved udlægningen skal tagisoleringen stødes helt tæt sammen, og pladerne forskydes i forhold til hinanden. Det anbefales, at forskydningen foretages på pladernes korte led.
- I flerlagsløsninger med isolering i to eller flere lag, bør lagene være indbyrdes forskudte.

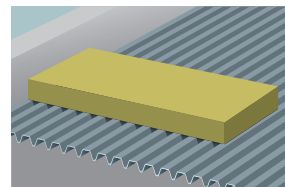


Figur 55

- "Dual density" produkter (f.eks. HardRock Energy eller Stålunderlag Energy) skal placeres, så det hårde trykfordelende lag vender opad. Oversiden er markeret med tekst eller sort tusch.
- Pallens "fodder" er lavet af samme type tagprodukt, som der leveres og kan anvendes direkte i isoleringsløsningen. Formatet 1000 x 300 mm passer godt med den øvrige tagisolering.

Udlægning på ståltrapez

- På underlag af ståltrapez skal isoleringen lægges med lang-siden vinkelret på ståltrapez profileringen. Der skal tages hensyn til flyvestød, så isoleringen udlægges uden risiko for brud. Se side 86. Iøvrigt gælder samme anvisninger som ved udlægning på betondæk.



Figur 56

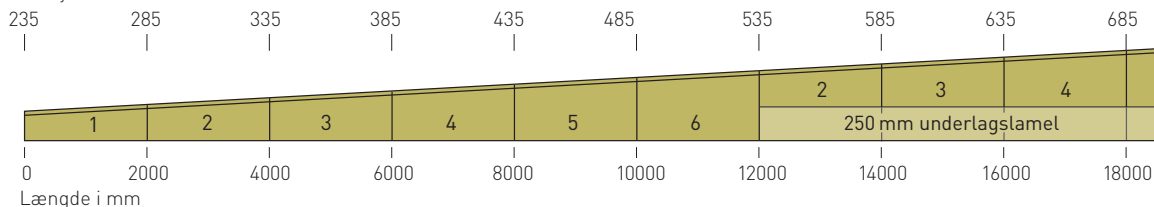
7.4 Kileopbygning

TOPROCK® CTF System

TOPROCK CTF System består af lamelkiler med hældning på 1:40 i længderetningen og en 30 mm tyk topplade.

I systemet indgår 6 standardkiler (format 2000 x 240 mm) samt 3 kortere startkiler (format 1000 x 240 mm).

Kiletykkelse i mm



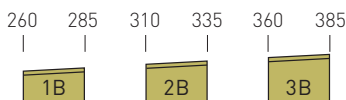
Startkiler bruges til at minimere spild, når den større kilelængde ikke passer optimalt.

Tykkelsen fremgår af systemtegningen nedenfor.

I systemet indgår også en 250 mm tyk plan underlagslamel, som bruges, når systemtykkelsen overstiger 535 mm.

Figur 57

Kiletykkelse i mm



Hardkile

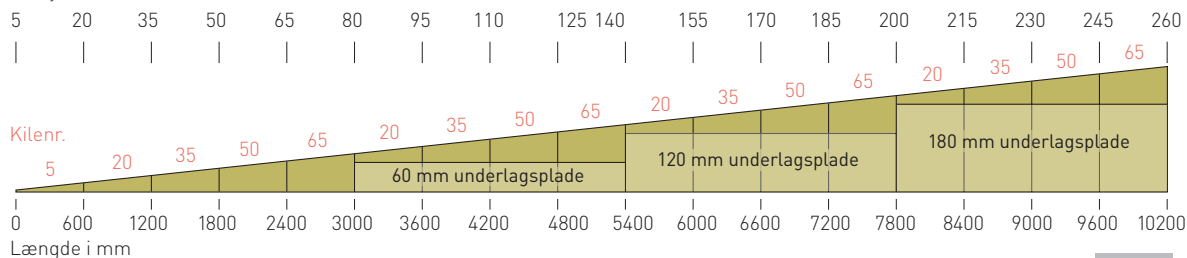
I systemet indgår 5 kiler. Kile nr. 5 har formatet 1000 x 600 mm, de øvrige fire kiler 2000 x 600 mm.

Faldet er 1:40 i tværretningen.

Som kileunderlag anvendes som standard 60, 120 og 180 mm Underlag Energy i formatet 2000 x 600 mm.

Som alternativ kan opbygningen udføres med kun 60 og 120 mm Underlag Energy.

Kiletykkelse i mm



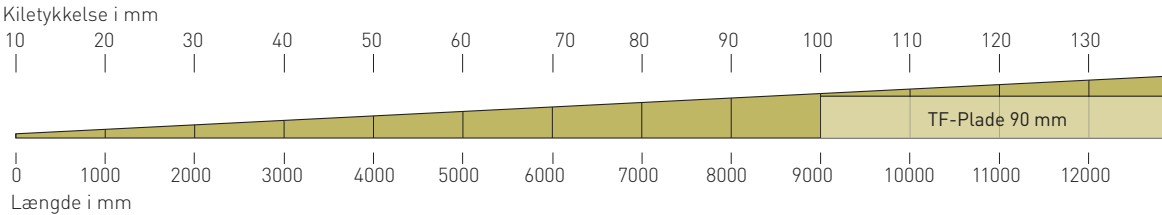
Figur 58

Kasserendekile

I systemet indgår 9 kiler med formatet 1000 x 600 mm.
Faldet er 1:100 i længderetningen.
Som kileunderlag anvendes som standard 90 mm TF-Plade
i formatet 1000 x 600 mm.

Som alternativ kan opbygningen istedet udføres med
60 mm TF-Plade som kileunderlag i kombination
med kile 2-7.

Figur 59

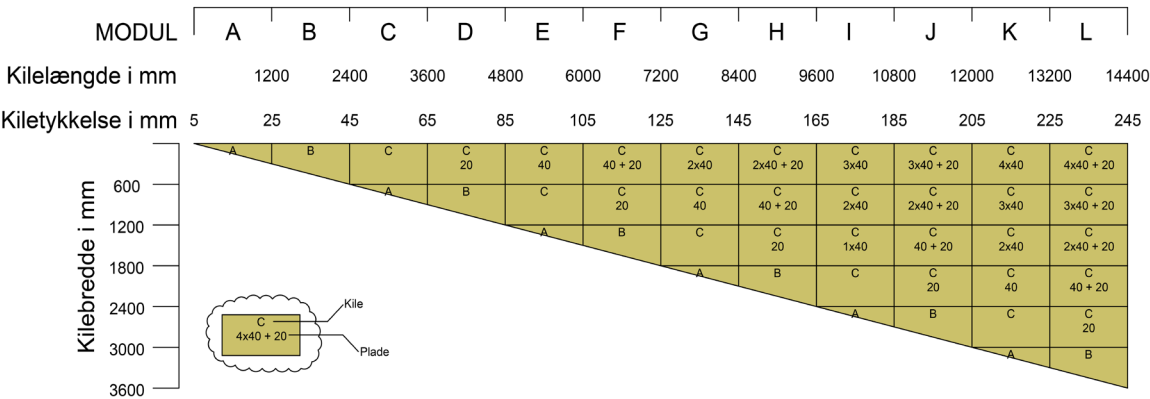


TF-Skotrendekile

I systemet indgår 4 forskellige kiletyper (a, b, c, og d)
med fald 1:60 i længderetningen og 1:15 i tværretningen
samt tilhørende underlagsplader med en tykkelse på
henholdsvis 20 og 40 mm.

TF-skotrendekiler leveres i pakker. Hver pakke er
mærket med et modulnavn fra A-L og udlægges
som vist på tegningen.

Skotrendekile skal mekanisk fastgøres.

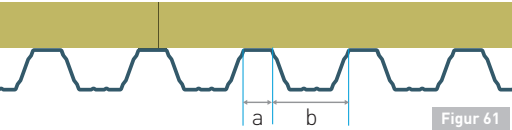


Figur 60

7.5 Spændvidder

Ved underlag af trapezprofilerede stålplader skal sammenhængen mellem isoleringstykkelser, anlægsflade og fri spændvidde mellem bølgetoppene nøje vurderes.

I skemaet er angivet et krav til anlægsflade samt maks. spændvidde mellem bølgetoppene, dels ved samlinger ved flyvestød og ved simpelt understøttet, dvs. samlinger over en bølgetop.



Figur 61

Maks. spændvidde i mm			
Isolerings-tykkelse	Anlægsflade a	Flyvestød b	Simpelt understøttet
Stålunderlag Energy (samlet tykkelse ved flere lag)			
50	35	80	
60	35	80	
70	35	90	
100	35	180	
120	35	200	
135	35	250	
160	35	270	
180	35	300	
240	35	350	
300	35	400	
360	35	400	
Kondensplade			
45	35	155	170
TF-Plade			
20	35	110	120
25	35	110	130
40	35	140	160

Tabel 19

8. Miljø og genanvendelse

I ROCKWOOL har vi stort fokus på bæredygtighed, herunder miljø og genanvendelse. Gennem brandsikre produkter, der bidrager til energieffektivitet, fokus på energioptimering i produktionen samt prioritering af genanvendelse, ønsker vi at bidrage til en mere bæredygtig udvikling.

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

På www.rockwool.dk kan du finde yderligere informationer om ROCKWOOL produkters miljøprofil.

Det naturlige valg

ROCKWOOL stenuld kan betragtes som et naturmateriale. Det skyldes stenuldens kemiske sammensætning, som svarer til sammensætningen af jordskorpen. Produktionen af ROCKWOOL stenuld tager udgangspunkt i geologiske materialer, som naturen selv skaber i rigelige mængder.



Genanvendelse

ROCKWOOL isolering kan fuldt ud genanvendes. ROCKWOOL A/S har i mere end 20 år haft et effektivt retursystem for fraskær på byggepladser.

Siden 2012 har vi også haft en genanvendelsesordning for "brugt" stenuldsisolering, og i 2015 genanvendte de danske ROCKWOOL fabrikker næsten 1800 tons "brugt" stenuld. Når bygninger renoveres, bliver brugt ROCKWOOL isolering nogen gange kasseret, fordi man laver nye konstruktioner. Det giver god mening at bruge dette i fremstillingen af ny isolering. Så sparer vi jomfruelige ressourcer, samtidigt med at vi løser et affaldsproblem. Som ubrændbar isolering kan ROCKWOOL stenuld nemlig ikke afleveres i "smålt brændbart".



Vi genanvender også materialer fra andre industrier. Vores produktionsproces med smeltetemperatur op til 1500°C er ideel til genanvendelse. Det, som er et affaldsproblem hos andre virksomheder, ser vi som ressourcer og omdanner det til isolering.

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 for brugerne. Her spiller høj brandsikkerhed en afgørende rolle.

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

Type	Kg CO ₂ pr m ²
Brand, slukket efter 15 min.	14 - 40 kg
Bygning, nedbrændt	400 kg

Tabel 20

Vores kvalitetsisolering med produkttegenskaber som brandsikkerhed, god isoleringsevne, lyddæmpning, lang holdbarhed og genanvendelse er et vigtigt bidrag til gøre bygninger bæredygtige. Og ved en bygningsbrand kan ROCKWOOL stenuld være med til at reducere CO₂ udslippet, fordi den kan begrænse brandspredning og dermed brandens omfang og ødelæggelser.

ROCKWOOL Miljøpalle

Vores miljøpaller er lavet af stenuld, som anvendes som byggemateriale direkte på stedet. Dermed mindskes affaldshåndteringen på byggepladsen betydeligt.

Miljøpallen bidrager også til et bedre arbejdsmiljø og en mere effektiv udlægning. Læs mere i afsnit 6.3.

9. ROCKWOOL Service

ROCKWOOL A/S tilbyder vejledning til professionelle. Find den rette salgskonsulent og kontaktdata til vores tekniske service samt ordreservice på www.rockwool.dk/kontakt.

Konsulenter

ROCKWOOL har en bred konsulentstab, der kan vejlede dig om løsninger og konstruktionsvalg i projekteringsfasen samt under udførelsen af dit byggeprojekt. Kontakt også din lokale konsulent hvis du har behov for hjælp til tegninger eller mængdeberegninger.

Teknisk service

ROCKWOOL Teknisk Service vejleder om alle byggetekniske problemstillinger i forbindelse med isolering.

Ordreservice

ROCKWOOL e-handel og EDI er tilgængelige alle døgnet 24 timer. Ordre kan også afgives telefonisk, og vores ordreservicemedarbejdere står klar til at hjælpe mandag - torsdag mellem kl. 08.00 og 16.00, fredag mellem kl. 08.00 og 15.30.



Hurtig leveringsservice

Leveringstiden på tagisolering er normalt ca. 3 dage, hvis ordren placeres inden kl. 12.00. F.eks. bestilling mandag - levering torsdag.



SMS service

Oplys dit mobilnummer ved ordreafgivelse, og du vil modtage en sms om leveringstidspunktet.

Levering med kran

ROCKWOOL A/S tilbyder levering af tagprodukter med 21, 26 og 30 meter kraner mod et mindre gebyr. Se yderligere information i prislsten på www.rockwool.dk.

Færdige projekterings- og udlægningsplaner

Har du projektet, kan vi udføre en komplet projekterings- og afvandsingsplan, der opfylder alle krav i Bygningsreglementet. Disse planer kan følges op af færdige udlægningsvejledninger og U-værdiberegninger på den konkrete løsning.

Beregningsværktøjer

Vi har udviklet en lang række beregningsprogrammer, der kan gøre hverdagen lidt nemmere for dig. Se mere i afsnit 1.

10. Værd at vide

ROCKWOOL stenuld er baseret på sten og er et godt bidrag til bæredygtigt byggeri: stenuld har en lang række unikke egenskaber, der ikke alene giver velisolerede løsninger med lang holdbarhed og lav varmeregning, men også god komfort og stor sikkerhed - f.eks. mod brand. ROCKWOOL stenuld kan desuden genanvendes.

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. I tilfælde af en brand bidrager stenuld ikke til udviklingen af branden og udvikler ikke farlige røggasser.



Den afgørende strukturforskel

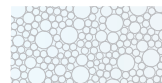
Figur 62



Opbygning af
ROCKWOOL stenuld



Opbygning af mineral-
uld på glasbasis



Opbygning af
EPS skumplast

ROCKWOOL stenuld er formstabil på grund af stenuldens specielle opbygning:

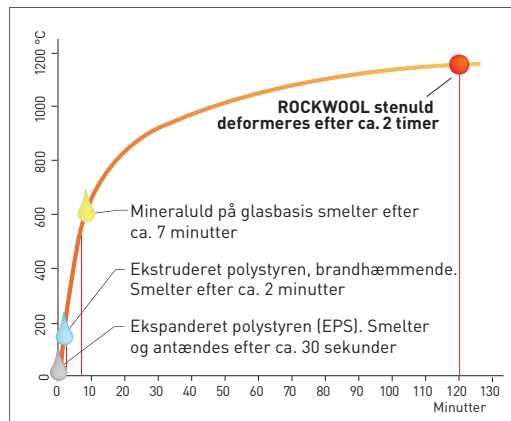
- Materialefibrene ligger både lodret og vandret.
- Fibrene danner et "gitter", som fastholder strukturen.
- Den specielle gitterstruktur giver en god udfyldnings-eвне.
- Strukturen er afgørende for de gode egenskaber i forbindelse med varme- og brandisolering af bygningskonstruktioner.
- ROCKWOOL stenulds åbne struktur gør materialet ideelt til at absorbere støj og regulere lyd. Derfor anvendes ROCKWOOL stenuld også til lydregulering i rum.



ROCKWOOL stenulds brandegenskaber

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

Fibrene i ROCKWOOL stenuld tåler over 1000°C uden at smelte. Dette er en meget vigtig egenskab under en brand. ROCKWOOL stenuld er derfor et effektivt materiale til at beskytte stålsøjler, bjælker, ventilationskanaler, sammenbyggede konstruktioner eller skibs-konstruktioner.



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.



Figur 64: Ekspanderet polystyren (EPS) efter 1/2 minut.



Figur 65: Ekstruderet polystyren (XPS), brandhæmmende, efter 1 min.



Figur 66: Mineraluld på glasbasis efter 7 minutter.



Figur 67: ROCKWOOL stenuld efter 30 minutter.

ROCKWOOL stenuld afgiver ikke brændende dråber eller farlige røggasser

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.



Figur 68: Med ROCKWOOL stenuld



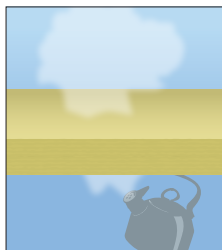
Figur 69: Med isolering af skumplasttypen (EPS)

Fugt- og vandafvisning = ingen skimmel

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 er også diffusionsåbent. Det bevirker, at vanddampe kan passere isoleringslaget uden at kondensere inde i materialet.

ROCKWOOL stenuld er uorganisk, så det er ikke grobund for skimmelsvamp.

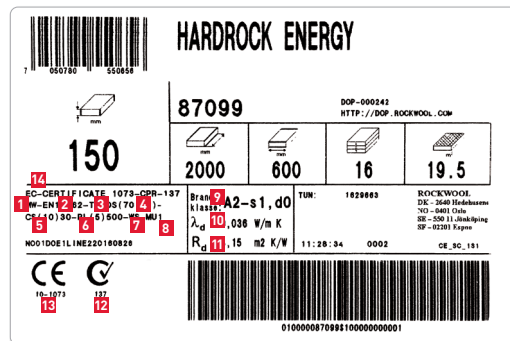


Figur 70

Fugt i et isoleringsmateriale nedsætter dets isoleringsevne. ROCKWOOL stenuld ser våd ud, når den har ligget i regnvejr, men det er kun de yderste få millimeter, der er våde.



CE-mærkning af mineraluld



Figur 71

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** T4 - Angiver klassen for tykkelsestolerancer
- 4** DS [70, 90] - Dimensionsstabilitet. Angiver, at produktets længde og bredde ændres maks. +/- 1% og tykkelse ændres maks. -1% ved temperatur og fugtpåvirkning.
- 5** CS[10] - Kompressionsstyrke. Angiver nødvendig belastning for at komprimere produktet 10%.
- 6** PL[5] - Punktstyrke. Angiver nødvendig belastning for at trykke et stempel (med diameter 7,98 cm) 5 mm ned i produkten.
- 7** WS - Korttidsvandafvisning. Produktets korttidsvandoptagelse er mindre end 1 kg/m².
- 8** MU1 - Diffusionsmodstand, u-værdi. Angiver, at produktets diffusionsmodstand er lig med 1. U-værdien angiver forholdet mellem materialets dampdiffusion i forhold til luftens dampdiffusion. Er materialets u-værdi = 1, betyder det, at materialet har samme diffusionsmodstand som luft. Er materialets u-værdi = 10, betyder det, at materialet med tykkelse 1 meter har samme diffusionsmodstand som et lag luft med tykkelse 10 meter.
- 9** Brandklasse. Klasse A materialerne anses som ubrændbare.
- 10** Deklareret Lambda D-værdi. Lav værdi = høj isoleringsevne.
- 11** Deklareret RD-værdi. RD = Tykkelse/Lambda D. Høj værdi = høj isoleringsevne med den aktuelle tykkelse.
- 12** Certificeringsorgans logo. Teknologisk Institut er ROCKWOOL certificeringsorgan.
- 13** CE-mærket.
- 14** Certifikatnummer for ROCKWOOL A/S.

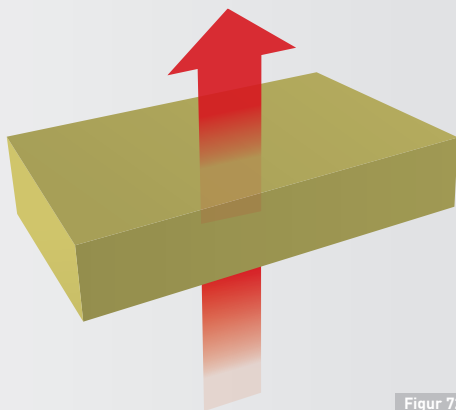
Hvad er lambda-værdi?

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

Jo lavere 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 m² 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.



Figur 72

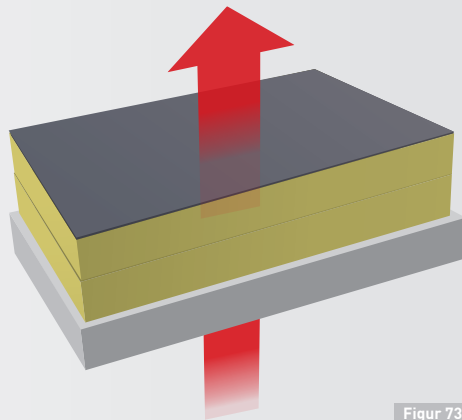
Lambda-værdien tager udgangspunkt i et materiale og udtrykker, hvor godt materialet isolerer. Jo lavere lambda-værdi - jo bedre isoleringsevne.

Hvad er U-værdi?

Isoleringsevnen i en konstruktion, f.eks. ydervæg, angives med en U-værdi, også kaldet transmissionskoefficient. Jo lavere 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 m² af konstruktionen, når temperaturforskellen mellem den indvendige og udvendige flade er 1°C. U-værdien er tykkelsesafhængig og inkluderer alle materialer i konstruktionen.



Figur 73

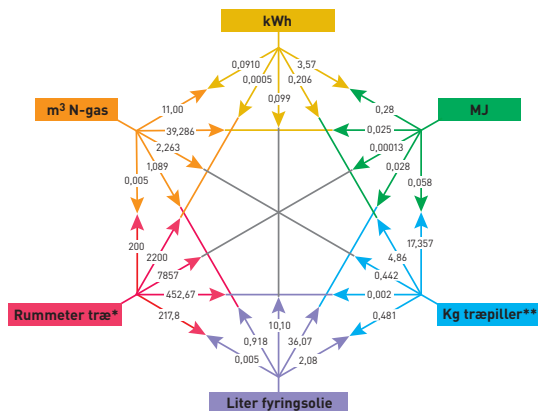
U-værdien tager udgangspunkt i en konstruktion og udtrykker, hvor godt den samlede konstruktion isolerer. Jo lavere U-værdi - jo mindre varmetab.

Omregning af energienheder

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

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

Omregning af energienheder



*Rummeter træ: tørret/stablet bølgebrænde (fugt 18%),
fastmassetal 0.70, brændværdi 4.2 kWh/kg

**Træpiller: af løvtræ (fugt 7%).

Figur 74

Egne notater

Beregningseksempel

- omregn fra en energienhed til en anden:

Hvis du f.eks sparer 2023 kWh, vil det være følgende i liter fyringsolie: 2023 kWh x 0,099 = 200,3 liter fyringsolie sparet

Vil du omregne de sparede 2023 kWh til m³ naturgas, er beregningen: 2023 kWh x 0,0910 = 184 m³ naturgas

Egne notater



Foto: Uffe Johansen

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 viste løsninger i denne brochure er de på udgivelsestidspunktet almindeligt anerkendte. Stedlige forhold i byggeriet samt sagkyndiges 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 Danmark A/S.

4. udgave - July 2024

©ROCKWOOL Danmark A/S

ROCKWOOL Danmark A/S

2640 Hedehusene

Tlf.: 46 56 16 16

www.rockwool.dk

info@rockwool.dk



ROCKWOOL®