

Isoleringsprodukter med ny teknologi

Om denne rapport

Denne rapport har form af et notat. Det er et løbende litteraturstudium, der undersøger lette effektive isoleringsmaterialer baseret på 'nye' teknologier. For at kunne sammenligne teknologierne og deres relevans som alternativer, opstilles også velkendte teknologier. For oversigtens skyld er de anvendte standarder og referencer samlet som slutnoter.

Kriterier

Der søges som minimum kendskab til følgende parametre for de i dette projekt behandlede isoleringsmaterialer:

- Varmeledningsevnen
- Nuværende anvendelsesområde
- Levetid
- Krav til opbevaring og bearbejdning
- Producenter

Senest revideret den 4. april 2014



Indhold

Baggrund

Formål

Målgruppe

Kriterier og fremgangsmåde

Lovkrav

BR10 afsnit 7 - Energiforbrug

BR10 afsnit 5 - Brandforhold

Egenskaber

Varmeisoleringsevne

Brandegenskaber

Miljø og bæredygtighed

Levetid og holdbarhed

Konstruktioner

Faktablade

Oversigt isoleringsprodukttyper

Råmateriale

Produkttype

Anvendelsesområde

Montering

Miljøforhold

Opmærksomhedspunkter

Producenter

Kontrolordninger og certificering

Egenskaber

Faktablad – Papiruld

Faktablad – Aerowool

Appendix A - Supplerende oplysninger

Faktablade **oversigt**

I denne rapport har vi samlet udvalgte isoleringsprodukter på markedet.

Hvert materiale får en side, der ganske kort præsenterer materialet og dets egenskaber. En samlet oversigt over produkterne forefindes sidst i rapporten. Her samles også litteraturreferencerne.

Baggrund

Baggrunden for denne rapport eller notat ligger i resultatkontrakten E2, om Energieffektive og miljørigtige byggematerialer. Resultatkontrakten er bygget op omkring materialer, der er smarte, lette og stærke, eller grønne. Det kan argumenteres at isoleringsmaterialer er en kategori af byggematerialer, der hører ind under alle kategorier.

Formål

Formålet med rapporten er at introducere en række lette og effektive isoleringsmaterialer og evaluere dem i forhold til deres anvendelighed i forhold til konventionelle mineralske isoleringsmaterialer. Der sker konstant udvikling af materialers anvendelse og performance. Dette medfører, at der er i rapporten både fremlægges grønne teknologier og mere højteknologiske materialer. Det kan diskuteres hvornår et produkt eller materiale er mere eller mindre grønt.

- Handler det om isoleringseffektivitet, så der kan spares energi til opvarmning og nedkøling af bygninger?
- Handler det om miljørigtig fremstilling med fokus på fornybare ressourcer og minimal CO₂-udledning?
- Handler det om levetid?
- Handler det om hvordan materialet kan genanvendes?

De bedste produkter er en kombination, men enkelte produkter fremhæves ikke fremfor andre, fordi de altid må vurderes i forhold til aktuel anvendelse. Der må altså foretages en helhedsvurdering, der udover de grønne aspekter også indtager den tekniske udførelse i forhold til indbygning og anvendelse.

Målgruppe

Målgruppen for rapporten er umiddelbart til fælles intern videnopbygning, der går på tværs af Byggeri og Anlægsdivisionens specialiserede centre. Rapporten er dog udformet så den kan anvendes bredt af byggeriets parter: entreprenører, rådgivere, bygherrer og andre med interesse for ny teknologi på isoleringsmaterialer.

Rapporten er tænkt til løbende at kunne udbygges i takt med at nye produkter ser deres vej til markedet, eller egenskaberne på eksisterende produkter opdateres.

Kriterier og fremgangsmåde

Isoleringsteknologierne, der sammenlignes i denne rapport er udvalgt på produktniveau fordi det er i deres anvendelse at de har en indflydelse på det byggede miljø og ikke i deres 'grundform'. For eksempel indgår aerogeler i en række produkter sammen med andre materialer og anvendes ikke som den ellers spektakulære 'frosne røg'.

Rapporten er udarbejdet som et literaturstudium og tal og specifikationer er angivet på baggrund af tilgængelige oplysninger fra producenterne. Vi angiver kilder for de tal og data som vi angiver i rapporten. Hvor det er muligt, dokumenteret med henvisning til europæiske standarder og specifikationer. Hvor der ikke er fundet valide og sammenlignelige tal, er dette angivet. På baggrund af denne fremgangsmåde, kan vi ikke påtage os ansvar for deres rigtighed eller nøjagtighed, men alene henvise til kilderne.

Notatet er opbygget af tre dele:

- En beskrivelse omkring lovkrav, produkttyper og egenskaber.
- Faktablade, som beskriver kommercielle produkter
- Oversigt og produkter, produkt egenskaber og producenter

Faktabladene vil løbende blive opdateret og reguleret, når nye produkter og nye tal på eksisterende egenskaber fremkommer.

Lovkrav

I dette afsnit beskrives udvalgte af de lovmæssige krav der stilles til isoleringsprodukter i bygningsreglementet (<http://bygningsreglementet.dk/>).

BR10 afsnit 7 - Energiforbrug

SBI anvisning 230 angiver:

Formålet med kravene til bygningers energiforbrug er at begrænse miljøbelastningen ved drift af bygninger mest muligt. Energiforbrug skal forstås bredt og rummer energiforbrug til:

- Opvarmning og afkøling af bygningen
- Varmt vand (brugsvand)
- Ventilation (både opvarmning af kold udeluft og el til mekanisk ventilation)
- Belysning.

Bygningers energiforbrug skal bestemmes ved hjælp af en beregning af energirammen. I den sammenhæng skal der bruges deklarerede inddata for de anvendte materialer. Disse deklarerede egenskaber vil ofte være en del af materialernes CE mærkning og som følge heraf være deklareret på produktets ydeevnedeklaration.

Energiforbruget skal beregnes med metoden, der er angivet i SBI-anvisning 213. Bygningers energibehov.

BR10 afsnit 5 - Brandforhold

Af Eksempelsamlingen 2012 afsnit 3.2 fremgår det:

At Isoleringsmaterialer, der opfylder kravene til materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale] anvendes uden begrænsninger; At isoleringsmaterialer, der opfylder kravene til materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], anvendes med de begrænsninger, der i den konkrete sammenhæng gælder for alle andre materialer;

At isoleringsmaterialer, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] kan

- anvendes ovenpå etageadskillelser, som er mindst bygningsdel klasse REI 60 A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60]

oanvendes i vægge, hvis isoleringsmaterialet på begge sider af en lodret bygningsdel er afdækket med mindst bygningsdel klasse REI/EI 30 A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 30]

- anvendes i tagkonstruktioner, såfremt den underliggende del af tagkonstruktionen er mindst bygningsdel klasse REI/EI 30 [BD-bygningsdel 30]
 - o anvendes i terrændæk og i krybekælderdek
- eller anvendes i bygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 m over terræn, når
 - Isoleringsmaterialet er afdækket med mindst beklædning klasse K1 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning] langs begge sider af en lodret bygningsdel og langs undersiden af en vandret eller skråtstillet bygningsdel, såfremt der ikke er hulrum mellem isoleringsmaterialet og beklædningen.
 - Isoleringsmaterialet er afdækket med mindst bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] langs begge sider af en lodret bygningsdel og langs undersiden af en vandret eller skråtstillet bygningsdel.

Isoleringsmaterialer, der ikke mindst er materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale], bør ikke anvendes i bygninger, hvor højde til gulv i øverste etage er mere end 5,1 m over terræn, og som har bærende konstruktioner, der ikke er udført af mindst materiale klasse A2-s1,d0 [ubrændbart materiale]. Endvidere bør disse isoleringsmaterialer ikke anvendes uden på bygninger med tagdækning, som ikke er mindst tagdækning klasse BROOF(t2)[klasse T tagdækning].

Egenskaber

Varmeisoleringsevne

I isoleringsmaterialer kan varmeoverførelse ske på 3 forskellige måder ved

- Varmeledning,
- Varmestråling og
- Konvektion

I praksis angives kun materialets samlede varmeoverførelse eller varmeledningsevne, λ , målt i enheden W/mK.

Varmeledningsevnen er afhængig af materialets densitet og temperaturen, jo højere temperatur, desto højere varmeledningsevne. Til bygningsformål bestemmes varmeledningsevnen ved en middeltemperatur på 10°C, λ_{10} .

For at bestemme et materiales isoleringsevne i en bygningskonstruktion omregnes varmeledningsevnen til en isolans, der bestemmes som:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Hvor
d er materialets tykkelse

Brandegenskaber

Isoleringsmaterialernes egenskaber ved brand har betydning for deres anvendelsesområder. Olieholdig skumisulering som for eksempel ekstruderet polystyren (EPS) kan smelte og selvantænde ved varme-påvirkning og skal derfor inddækkes bag materialer med en større modstandsevne overfor brandpåvirkning.

Miljømæssigt kan man diskutere, om det kan anbefales at anvende naturfiberisolering, der brandsikres med kemiske brandhæmmere, som medfører, at produktet mister en stor grad af sin miljøprofil og for eksempel bliver vanskeligt nedbrydeligt. Alternativet er enten at inddække produktet med yderligere materiale som brandbeskyttelse eller at anvende mineralske materialer.

Miljø og bæredygtighed

I forhold til miljø- og bæredygtighedsdagsordenen spiller isoleringsprodukter en afgørende rolle. Isoleringsprodukter har afgørende betydning for det energiforbrug, der bruges i bygningens levetid. Isoleringsprodukter har således også afgørende indflydelse på at reducere anvendelsen af fossile brændstoffer og dermed også CO₂-emissioner.

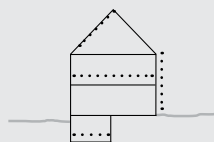
I takt med at bygninger bliver bedre og bedre isoleret, spiller energiforbruget ved fremstilling af byggematerialer en større og større rolle.

Levetid og holdbarhed

Der er forskel på, hvor skrøbelige materialer er overfor varme og fugt. Dette har at gøre med, om produktet er olie- eller mineralbaseret eller for eksempel baseret på biologiske fibre. Produkter som det olie-baserede EPS og mineralsk stenuld er modstandsdygtige overfor fugt og har en holdbarhed og levetid, der svarer til bygningens. Naturfiberprodukter som for eksempel uld-, træ-, bomulds- eller hør fibre er anderledes modtagelige for fugt. Det betyder, at de skal beskyttes mod mulig fugtindtrængning, og dette begrænser deres anvendelse.

Billedkreditering

Billederne krediteres de producenter hvis produkt gennemgås på de respektive faktaark.



Let ydervæg: X
Tung ydervæg: X*)
Paralleltag: X
Loft: X
Etageskillelse: X
Krybekælder: X
Terrændæk:
Andet:

*)Her angives særlige bemærkninger

På hvert faktaark indsættes et
simplificeret diagram, der viser hvor
isoleringen kan anvendes.

Faktablade

I dette notat har vi samlet udvalgte isoleringsprodukter på markedet. Hvert materiale får en side, der ganske kort præsenterer materialet og dets egenskaber. En samlet oversigt over produkterne forefindes sidst i rapporten. Her samles også litteraturreferencerne.

Hvert faktablad er opbygget med nedenstående afsnit:

Overskrift

Navn på produktet, og altså ikke kun produkttypen eller det aktive råmateriale

Råmateriale

Hvad er produktets råmaterialer

Produkttype

Er der tale om måtte, løsfyld eller andet

Anvendelsesområde

Her beskrives, hvordan og hvor produktet anvendes. Det anføres, hvis produktet ikke findes i DK.

Montering

Overlapper måske lidt med anvendelsesområde, men angiver mere praktisk, hvordan produktet monteres.

Skema 1 – anvendelse/montering

Desuden oplystes hvor produktet anvendes i en bygning. Disse angivelser tegnes ind på 'husdiagrammet', så listen vil ikke fremgå i rapportens endelige form:

Let ydervæg: X
Tung ydervæg: X*) [ekstra bemærkninger]
Paralleltag: X
Loft: X
Etageskillelse: X
Krybekælder: X
Terrændæk:
Andet:

Miljøforhold:

I forhold til arbejdsmiljø, samt energiforbrug og miljøkemiske forhold ved produktion, bortskaffelse og genanvendelse.

Særlige forhold:

Er der noget særligt at være opmærksom på.

Kontrolordninger og certificering

Fx om produktet eller producenten er tilknyttet varmeisoleringskontrollen og andre

Egenskaber

Skema med data omkring densitet, varmeledningsevne, reaktion mod brand, samt pris. Andre egenskaber anføres i appendiks A.

Skema 2 - egenskaber eksempel

Egenskab	Deklareret værdi	Reference
Varmeledningsevne	λ_a - W/mK	-
Densitet	ρ - kg/m ³	-
Reaktion mod brand	Eks.D-s2,d0	-
Diffusionsmodstand	Eks. $\mu = 1$	-
Levetid	Eks. 25 år	-

Oversigt isoleringsprodukttyper

[I oversigt over isoleringsprodukttyper markeres med fed de typer, som gennemgås eller allerede er beskrevet i arbejdsforløbet.]

Papiruld

Træfiber
Cellulose
Kork
Hør
Hamp
Fåreuld
EPS
Stenuld
Glasuld
Celleplast

Aerogel

- **Aerowool**
 - Spaceloft
- Ekspanderet polystyren (EPS)
Ekstruderet polystyren (XPS)
Polyuretan (PUR/PIR)
Fenolskum
Letklinker
Reflektiv isolering
Vakuumisoleringspaneler
Mineraluld
Kingspan (kingspan.com)
Bio Foam
P.U.

Papiruld

Papiruld består af papir tilsat brand- og svampehæmmende indholdsstoffer. Papirdelen udgøres hovedsagligt af genbrugsaviser.

Som brandhæmmende midler bruges typisk aluminiumhydroxid, borsyre, borax og/eller ammoniumforbindelser. Borsyre og borax fungerer desuden som svampehæmmende midler mod råd- og skimmelsvampe. Typisk ligger indholdet af tilsætningsstoffer i størrelsesordenen 15 %. Tilsætningsstoffernes mængde og sammensætning varierer dog betragteligt fra produkt til produkt.

Fordelingen af indholdsstoffer er afgørende for papiruldens brandhæmmende effekt, hvilket igen har indflydelse på anvendelsesområdet.

Montering

Papiruld anvendes som løsfyldsisolering, der enten udlægges på flader, eller blæses ind i hulrum i konstruktionen. Papirulden anvendes typisk i tør tilstand, men kan også sprøjtes ind i våd tilstand.

Papiruld installeres med densiteter på 28 - 55 kg/m³ afhængig af konstruktionstype.

Miljøforhold

Ved indblæsning kan der opstå støvproblemer og åndedrætsværn skal anvendes. Tilsætningsstofferne borax og borsyre er på EU's kandidatliste¹ over stoffer, der vækker meget store betænkeligheder, da stofferne kan skade forplantningsevnen. Det er et problem for produktets miljøprofil, at nogle produkter indeholder op til 5% eller mere borsyre og/eller borax.

Opmærksomhedspunkter

Problemer med sætning af løsfyldsisolering er et velkendt problem, som på vandrette loftkonstruktioner løses ved at udlægge isoleringen med en overhøjde. I lukkede konstruktioner styres dette ved at indblæse isoleringen med en given densitet.

I Frankrig har man vedtaget foranstaltninger som begrænser brugen af ammoniumforbindelser i papiruldsisolering på grund af risiko for, at stoffet udvikler ammoniak (som er ætsende) ved brand eller høj fugtighed.

Producenter

Papiruld Danmark A/S - Brødskovvej 40 DK-3400 Hillerød - Tlf: +45 48 14 11 88 - info@papiruld.dk

CBI Danmark A/S - Park Alle 64 - DK-7480 Vildbjerg - Tlf: +45 97 12 65 00 - mail@cbidanmark.dk

ISOCELL GMBH - Bahnhofstrasse 36 - A-5202 Neumarkt am Wallersee - Tel.: +43 6216410

Nordiska Ekofiber NEF AB - Vendevägen 15 182 60 Djursholm - Tlf: +46 8795 83 33 - nef@ekofiber.se
se <http://www.ekofiber.se>

Kontrolordninger og certificering

Papirulds isolering fra Papiruld Danmark A/S er tilmeldt Varmeisoleringsskontrollen (<http://vif-isolering.dk/>).

Papiruld Danmark (ETA-13/0623)



Egenskaber

Egenskab

Varmeledningsevne
Densitet
Reaktion mod brand
Diffusionsmodstand
Levetid

Deklareret værdi

$\lambda_0 = 0,040$ W/mK
 $\rho = 28 - 55$ kg/m³
D-s2,d0 ($\rho > 40$ kg/m³)
 $\mu = 1$
50 år

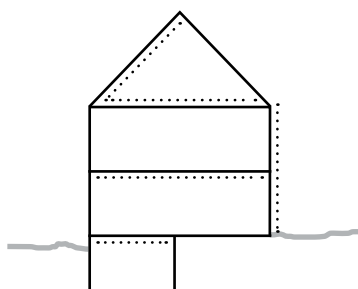
Reference

Papiruld Danmark (VIF 2013 og ETA-13/0623)
Mangler ref
Papiruld Danmark (ETA-13/0623)
Papiruld Danmark (ETA-13/0623)
Papiruld Danmark (ETA-13/0623)

Anvendelse

*)Papiruldsisolering bør kun anvendes såfremt der er tale om vægge uden slagregnspåvirkning, SBI anvisning 207 og BYG-ERFA (21) 11 12 27.

Papiruldens anvendelsesområde afhænger blandt andet af hvilken brandklasse produktet kan klassificeres i og hvilke materialer papirulden placeres bag



¹ <http://echa.europa.eu/candidate-list-table>

Aerowool

Aerogel er et porøst faststof, der fremstilles ud fra en metaloxid. Ved agglomering dannes en suspension (en opslæmning af faststof i væske) hvorefter væskemængden reduceres. Herved tvinges faststofpartiklerne ind i en tredimensional kædestruktur. Resultatet er en våd gel. I den sidste fase erstattes væsken i blandingen med luft, således at der altså dannes et mikroporøst faststof, hvor partikelstrukturen fra den våde gel er bibeholdt.

Råmateriale

Aerowool er baseret på råmaterialerne fra traditionelle Rockwool isoleringsmaterialer. Aerowool er tilsat aerogel for at forbedre de termiske egenskaber.

Aerowool er en kombination af stenuidsfibre – råmaterialet fra traditionel Rockwoolisolering – og det porøse materiale aerogel, der tilsættes for yderligere at forbedre de termiske egenskaber.

Produkttype

Måtter (20 mm × 1226 mm × 616 mm)

AMM her evt. symboltegning i stedet for et afsnit.

Anvendelsesområde

Aerowool sælges endnu ikke i Danmark, men i Tyskland under navnet Aerowolle og som byggesystemet Aerorock. Aerorock er et kompositmateriale der fås med eller uden dampspærre. Aerorock ID består af et lag Aerowool, en dampspærre og en gipsplade. Produktet er tiltænkt indvendig efterisolering af ydervægge og vindueslysninger og sælges i tykkelser på 20, 30 og 50 mm inkl. 10 mm gipsplade. Til indvendig efterisolering mellem spær findes produktet Aerorock UD, som består af et lag Aerowool og et lag gips men uden dampspærre. Produktet fås i tykkelser på 30 og 50 mm inkl. 10 mm gipsplade. Aerorock anvendes som indvendig efterisolering.

Miljøforhold

Mangler

Særlige forhold

Mangler

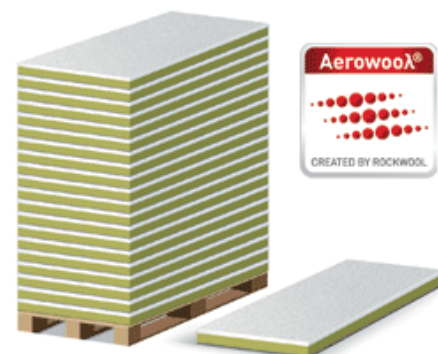
Producenter

DEUTSCHE ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG - ROCKWOOL Str. 37-41 45966 Gladbeck - Tlf.: +49 20 43408-0 - info@ROCKWOOL.de

Kontrolordninger og certificering

Aerowool sælges pt. ikke i Danmark og er ikke tilmeldt Varmeisoleringsskontrollen (<http://vif-isolering.dk/>).

Rockwool ETA-11/0414.



Egenskaber

Egenskab

Varmeledningsevne
Densitet
Reaktion mod brand
Diffusionsmodstand
Levetid

Deklareret værdi

$\lambda_0 = 0,019 \text{ W/mK}$
 $\rho = 180 \text{ kg/m}^3$
B-s1,d0
 $\mu = 4$
25 år

Reference

Rockwool ETA-11/0414
Rockwool ETA-11/0414
Rockwool ETA-11/0414
Rockwool ETA-11/0414
Rockwool ETA-11/0414

Anvendelse

Let ydervæg: X*)
Tung ydervæg: X*)
Paralleltæg: X*)
Loft: X*)
Etageadskillelse: X
Krybekælder: X*)
Terrændæk:
Andet: X**)

*) Anvendes kun til indvendig isolering og må ikke udsættes for utilsigtet fugtpåvirkning.

**) Kan anvendes i ramme-/karmkonstruktioner i vinduer.

Appendix A

Supplerende oplysninger

Produkt	[enhed]	Papiruld (løsfyld)	Aerowool	...
Varmeledningsevne	W/mK	$\lambda_d = 0,040$ ^{A,B}	$\lambda_d = 0,019$ ^A	
Densitet	Kg/m ³	$\rho = 28 - 55$	$\rho = 180$ ^A B-s1,d0 ^A	
Reaktion mod brand	-	D-s2,d0 ($\rho > 40$ kg/m ³) ^B	$\mu = 4$ ^A	
Diffusionsmodstand	-	$\mu = 1$ ^B	-	
Sætning (installation)	-	SA = 10% (åbne lofter) ^B SC = 0% (hulrum) B	25 år A 3000 DEUTSCHE ROCKWOOL Mineralwool GmbH & Co. OHG	
Sætning (konstant klima)	-	SD = 15% ($\rho > 37$ kg/m ³) ^B	ROCKWOOL Str. 37-41 45966 Gladbeck	
Sætning (varierende klima)	-	-	Tlf.: +49 20 43408-0 info@ROCKWOOL.de	
Levetid	-	50 år B		
Pris*	DKK/m ²	67		
Producenter		Papiruld Danmark A/S Brødeskovvej 40 DK - 3400 Hillerød Tlf: +45 48 14 11 88 info@papiruld.dk		
		CBI Danmark A/S Park Alle 64 DK-7480 Vildbjerg Tlf.: +45 97 12 65 00 mail@cbidanmark.dk		
		ISOCELL GMBH Bahnhofstrasse 36 A-5202 Neumarkt am Wallersee Tel.: +43 6216410		
		Nordiska Ekofiber NEF AB Vendevägen 15 182 60 Djursholm Tlf: +46 8795 83 33 nef@ekofiber.se http://www.ekofiber.se		
Referencer		^A Papiruld Danmark (VIF 2013 og ETA-13/0623)	^A Rockwool ETA-11/0414	
		^B Papiruld Danmark (ETA-13/0623)		

* Prisberegning er beregnet ud fra at opnå en U-værdi på 0,3 W/m²K.