



PAPIR ULD

Sådan!

kommer papiruld i Danske huse
Bygningsdele med Papiruld



21 konstruktionsforslag

Juni 2009

Forord

Fra 1. august 2008 gælder bestemmelserne i BR08. Kravet om MK-godkendelser til en række konstruktioner isoleret med Papiruld er bortfaldet!

Det betyder bl.a., at det nu er uproblematisk at isolere BD-skillevæge og BD-etageadskillelser. De danske klassificeringssystemer er generelt anvendt i dette katalog. I bilag A er såvel det danske som det nye fælleseuropæiske angivet. Her findes de nye brandkrav ligeledes.

I forbindelse med lofter mod uudnyttelige loftrum og ikke bærende skillevæge, hvor der ikke er brandkrav, er det nu nok med én gipsplade.

Dette katalog er udarbejdet for at vise en bred vifte af de nye muligheder.

Vurdering af Miljø, brand- og isoleringstekniske forhold er komplicerede i forbindelse med større byggeprojekter. Søg derfor faglig bistand.

Hillerød oktober 2008
Papiruld Danmark

Claus Skov
Direktør



Indeks:

Forord	1
Tage	4
Gitterspærkonstruktion	6
Saksespær	7
Paralleltag	8
Build up tag	9
Bjælkespær med Hanebånd	10
Efterisolering af loftkonstruktion samt gulv i skunke	11
Efterisolering af skunke, lodret	12
Ydervægge	13
Skeletkonstruktion med regnskærm	15
Skeletkonstruktion med regnskærm	16
Skeletkonstruktion med tung formur	17
Skeletkonstruktion med tung bagmur	19
Tung bagvæg med tung formur	21
Etageadskillelser	23
BD-etageadskillelse 30	25
BD-etageadskillelse 60	26
BD-etageadskillelse 60, efterisolering	27
BS-etageadskillelse 60	28
Dæk	29
Krybekælderdek	29
Krybekælderdek, efterisolering eksempel	30
Terrændæk, eksempel	32
Indervægge	33
Ikke bærende indervægge	35
BD-væg 30 bærende/ BD-væg 60 ikke bærende indervæg	36
BD-væg 60 bærende indervæg	38
Bilag A Brandforhold	40
Bilag B, U-værdi, densitet samt CO₂ fodaftryk	41
Varmeisolering	42
Vanddampperabilitet og Luftstrømningsmodstand for Papiruld	47
Hvad er termografering	50
Hvad er en Blowerdoor test	50



PRODUKTDATABLAD

Produktbeskrivelse

Papiruld består af 85 vægt% dansk avisepapir 9 vægt % aluminium hydroxid samt 6 vægt % boraks/borsyre. Papirulden pakkes i sække af PE med 17,5 kg i hver.

Anvendelse

Papiruld anvendes til isolering af både nybyggeri, efterisolering i eksisterende bygninger samt ved renoveringer. Papirulden blæses ind hvor det skal bruges. Dette giver en langt mere effektiv isolering end med isoleringsmåtter, idet Papirulden lægger sig tæt omkring rør og installationer og udfylder snævre og ufremkommelige steder.

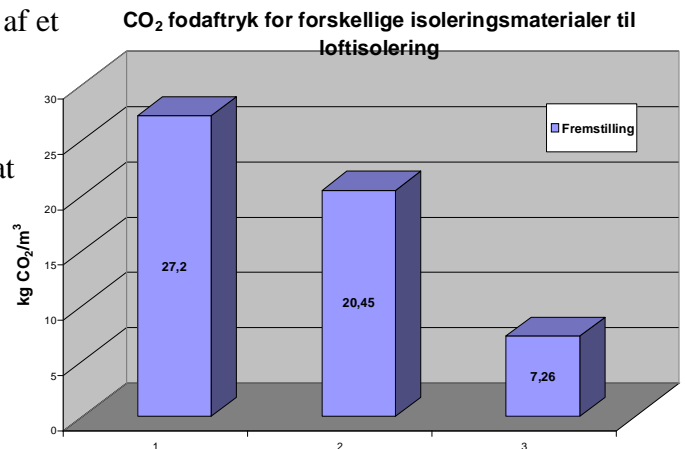
Opbevaring

Papirulden pakkes i firkantede sække med 17,5 kg. Der stables 18 stk. på en palle, som er sikret med plast på toppen. Papirulden kan derfor opbevares udenfor.

Miljø fakta

Papiruld er miljøvenlig for den fremstilles af et overskudsmateriale... din avis som vi genanvender til et effektivt isoleringsmateriale. F.eks. er det energiforbrug der medgår til at fremstille Papiruld – og dermed CO₂ udledningen lille sammenlignet med andre isoleringsmaterialer.

Stenuld “koster” ca. 27 kg CO₂/m³
Glasuld “koster” ca. 20,5 kg CO₂/m³
Papiruld “koster” ca. 7 kg CO₂/m³



SBI Anvisning nr. 207, Statens Byggeforskningsinstitut 2003

Dokumentation.

Papiruld overholder EU kravene i – Construction Product Directive.

Papiruld deklarerer i henhold til Dansk Standard 418, 6 udgave Annex E, Kontrolregler for ikke CE-mærkede varmeisoleringsprodukter.

Der er endnu ikke oprettet en EN. standard for papirisolering.

λ (-design) for Papiruld = 0,040 W/(mK) ~ 40 mW/mK.

Brand

Papiruld har samme brandmodstandsbidrag som stenuld – større end for glasuld.



PAPIR ULD



Tage

Introduktion

Der regnes her med fem overordnede tagtyper:

- Gitterspærkonstruktion
- Saksespærkonstruktion
- Et paralleltag (også benævnt et skråtag)
- Et paralleltag (også benævnt et build up tag)
- Hanebåndstag

Brand

I forbindelse med fastlæggelse af de præcise brandkrav skal bygningens anvendelseskategori fastlægges.

Generelle brandkrav til tage isoleret med Papiruld:

- Sommerhuse & boliger i 1, 1½ samt 2 etager; Isolering oven på en klasse 1 beklædning. Isolering/efterisolering oven på 50 mm isoleringsmateriale klasse B med loft af klasse 2 beklædning.
- Alle bygninger; underliggende BD-bygningsdel 30, loft af klasse 1 beklædning.

Den underliggende klasse 1 beklædning kan være en 12,5 mm gipsplade. Gipsplader skal opsættes efter leverandørens anvisninger.

Isoleringsmateriale klasse B kan være mineraluld, træbeton, Perlite.

Klasse 2 beklædning kan være et 15 mm listeloft med max. 25 mm bagvedliggende hulrum.

Den underliggende BD-bygningsdel 30 kan f.eks. bestå af 2 x 12,5 mm gipsplader eller evt. en 15 mm brandgipsplade + dambremse/spærre. Alle samlinger skal være understøttet samt strimlet & spartlet. Papirulden skal holdes i en afstand på 100 mm fra skorstene, 300 mm fra røgrør og 200 mm fra renselømme.

Bygningerne skal normalt udføres med en brandmæssigt egnet klasse T tagdækning, under nærmere beskrevne forudsætninger er det muligt at anvende f.eks. stråtag.¹

Brandkrav er funktionsbaserede, og kan derfor handles af med de lokale brandmyndigheder efter modellen ”noget for noget”. Det betyder, at man ønsker at fastholde det samme sikkerhedsniveau. F.eks. vil montering af sprinklere eller/og automatisk brandalarm (ABA) hæve sikkerhedsniveauet, dette kan så ”betale” for at sikkerhedsniveauet sænkes et andet sted.

De lokale brandmyndigheder har mulighed for at dispensere for gældende krav, men ikke mulighed for at stille større krav end der baggrund for i lovgivningen!

¹ Bygningsdele med celluloseuld og høruld, Eksempler. DBI 2000. s. 72, 74 & 76



Papiruld Danmark ApS

Postbox 1 · 3400 Hillerød · tlf. 48 14 11 88 · fax. 48 14 11 85

Varmeisolering

Mindstekravet ved nyt byggeri er $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ideen med varmetabsrammen er, at det er muligt at isolere mindre et sted mod til gengæld at isolere mere andre steder.

For sommerhuse er mindstekravet 0,20 og i forbindelse med renovering/ tilbygning 0,15.

Forslag til isoleringstykkelser: Standard 350 + 21 mm U-værdi 0,11.

Energiklasse 2/ 400 + 21 mm/0,10, Energiklasse 1/ 450 + 21 mm/0,09 samt

Passivhus/ 500 + 21 mm/0,08.

Obs: De 21 mm er isoleringen mellem den spredte forskalling. Taget er generelt det billigste sted at isolere og efterisolere! Det er derfor en fordel med en ekstra indsats her.

Fugt

I forbindelse med renovering, samt ved andre konstruktioner uden helt tæt dampspærre må der ikke anvendes et diffusionstæt undertag!

Konstruktionen med to 12,5 mm gipsplader med forskudte samlinger, spartling samt overfladebehandling giver en udmærket tæthed mod luft og damp gennemgang.

Der skal udvises en særlig opmærksomhed på lufttætningen i forbindelse med gennembrydninger (f.eks. elinstallationer eller hanebånd) samt samlingen væg/loft.

Lemme i loft og skunk skal være tætte og velisolerede! I modsat fald slipper en masse varm luft op på loftet. Dette er både dyrt på varmeregningen og tilfører loftet en masse fugt med deraf følgende risiko for råd og svamp.

Husk at der altid skal være en passende udluftning langs tagfoden, mindst 1/500 af det bebyggede areal og jævnt fordelt. I forbindelse med isolering/ efterisolering med Papiruld findes en særlig løsning der sikrer denne ventilation.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 45 – 50 dB i et tag isoleret med Papiruld.

Udførelse:

Papirulden blæses hurtigt og nemt ind på loftet eller gennem huller skåret i det første lag indvendige beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes.

I forbindelse med isolering/ efterisolering skal der normalt etableres en gangbro på loftet der sikrer en mulighed for inspektion af taget.

Gipsplader skal monteres i henhold til leverandørens anvisninger.

Fif

To kartongipsplader, brandgips eller ligefrem to lag 12,5 mm fibergips forøger bygningens varme-akkumuleringsevne. Dette nedsætter varmekonsumet væsentligt.

Fibergips kan limes kant mod kant og skydes fast med hæfteklammer.

De kan evt. fremstå som færdig beklædning i et værksted.



Gitterspærkonstruktion

En gitterspærkonstruktion er et sadel- eller pulntag, normalt med et (stort) uudnytteligt tagrum og vandret loftflade.

Varmeisolering, forslag:

Standard 350 + 21 mm U-værdi 0,11. Energiklasse 2/ 400 + 21 mm/0,10

Energiklasse 1/ 450 + 21 mm/0,90 samt Passivhus/ 500 + 21 mm/0,08.

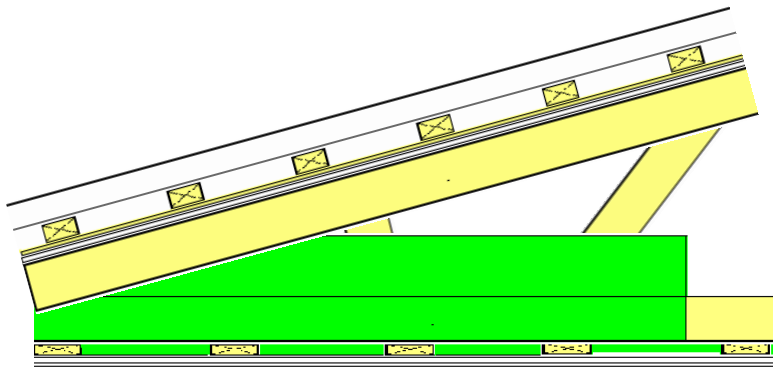
Udførelse:

Papirulden blæses ud på det færdige loft. Det løst udblæste granulat tilpasser sig langt bedre omkring spær og tænger end bats. Der skal etableres udluftning ved tagfod samt en gangbro.

Gitterspærloft mod uudnytteligt loftrum, eksempel

250 + 21 mm Papiruld, U-værdi = 0.15

Taglægter 38 mm x 73 mm



Imprægnerede skyllelister

Diffusionsåbent undertage f.eks. 3,2 mm træfiberplade (Huntonit)

250 mm Papiruld 33 kg/m³ klasse 40

Spær 45 x min 95 mm c-c 900 mm

Spredte forskalling 21 x 95 mm med c-c 400 mm

En evt. to 12,5 mm gipsplader

Saksespær

En saksespærkonstruktion er et sadel- eller pulntag, med et uudnytteligt tagrum og en loftflade der følger der nederste spær.

Udførelse:

Papirulden blæses ud på det færdige loft.

Det løst udblæste granulat tilpasser sig langt bedre omkring spær og tænger end bats. Der skal etableres udluftning ved tagfod samt en gangbro.

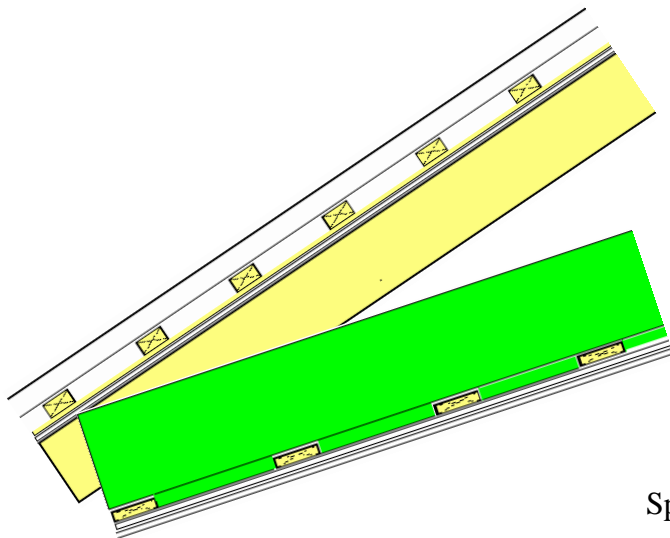
Varmeisolering, forslag:

Standard 350 + 21 mm U-værdi 0,11. Energiklasse 2/ 400 + 21 mm/0,10

Energiklasse 1/ 450 + 21 mm/0,90 samt Passivhus/ 500 + 21 mm/0,08.

Saksespær, eksempel

250 mm + 21 mm Papiruld Papiruld, U-værdi = 0.15



Teglsten

Taglægter 38 mm x 73 mm

Imprægnerede skyllelister

Diffusionsåbent undertage f.eks.
3,2 mm træfiberplade (Huntonit)

250mm Papiruld 33 kg/m³ klasse 40

Spær 45 x 245 mm c-c 900 mm

Spredt forskalling 21 x 95 mm c-c 400 mm

En evt. to x 12,5 mm gipsplader

Paralleltag

Et paralleltag (også benævnt et skråtag) er et sadel eller pulntag opbygget med bjælkespær og med en loftflade parallel med tagdækningen.

Udførelse:

Papirulden blæses ind i den færdige tagkonstruktion, gennem det første lag gips eller fra kip. Hullerne repareres efterfølgende således, at de fugt- og brandtekniske krav overholdes.

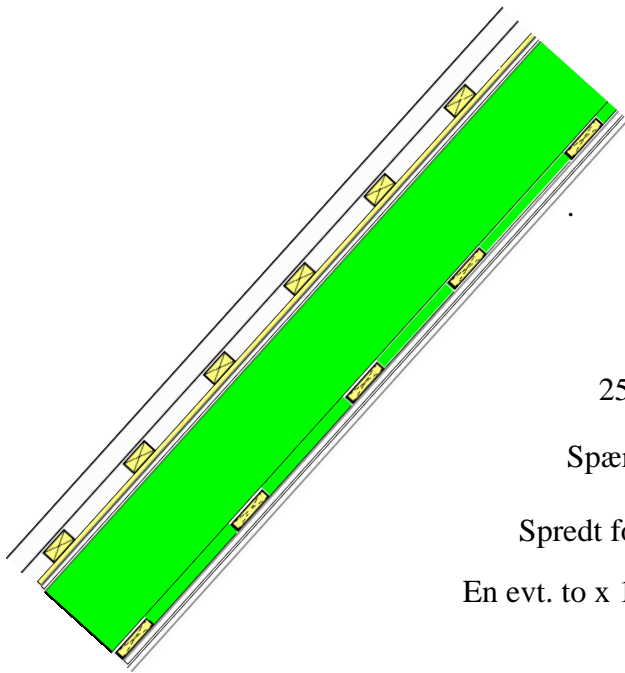
Varmeisolering, forslag:

Standard 300 + 21 mm U-værdi 0,13. Energiklasse 2/ 350 + 21 mm/0,11

Energiklasse 1/ 400 + 21 mm/0,1 samt Passivhus/ 450 + 21 mm/0,09.

Paralleltag, eksempel

250 mm +21 mm Papiruld, U-værdi = 0.15



Teglsten

Taglægger 38x73 mm

Imprægnerede skyllelister

Diffusionsåbent undertage f.eks.
3,2 mm træfiberplade (Huntonit)

250 mm Papiruld 39,5 kg/m³ klasse 40

Spær 45 x 245 mm c-c 900 mm

Spredd forskalling 21 x 95 mm med c-c 400 mm

En evt. to x 12,5 mm gipsplader

Build up tag

Et paralleltag (også benævnt et Build up tag) er et "fladt tag" opbygget med bjælke, eller gitterspær med en loftflade parallel med tagdækningen. I dag kræves en taghældning på min. 1:40

Udførelse:

Papirulden blæses ind i den færdige tagkonstruktion. Ofte er det muligt at komme ind fra sternen. Såfremt der blæses ind gennem loftet, skal hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes.

Varmeisolering, forslag:

Standard 300 + 21 mm U-værdi 0,13. Energiklasse 2/ 350 + 21 mm/0,11
Energiklasse 1/ 400 + 21 mm/0,1 samt Passivhus/ 450 + 21 mm/0,09.

Paralleltag, efterisolering som "Koldt tag" eksempel

50 mm mineraluld + 150 mm Papiruld, U-værdi = 0.19

Eksisterende tagpap

Eksisterende 21 brædder med not og fjer

50 mm udluftning



150 mm Papiruld 30 kg/m³ klasse 40

Eksisterende 50 mm mineraluld

Eksisterende Spær 45 x 245 mm c-c 900 mm

Eksisterende Spredte forskalling 21 x 95

Eksisterende listeloft

Bjælkespær med Hanebånd

Et hanebåndstag er her tænkt som et sadeltag med udnyttet tagetage i forbindelse med en efterisolering. For nybyggeri se Paralleltag s. 8 samt Gitterspær s. 6

Brandforhold:

Det er lovligt at efterisolere med Papiruld oven på min. 50 mm klasse B materiale.

Udførelse:

Den eksisterende isolering er typisk sammentrykket og ligger ”hulter til bulter”. Det er ofte nødvendigt med en oprydning. Papirulden blæses hurtigt og nemt ud på loftet, og fordeler sig i sprækker og revner og mellem ledninger og rør. Det skal sikres en udluftning langs tagfoden. Der skal etableres en ny hævet gangbro.

Hanebåndsløft, efterisolering eksempel

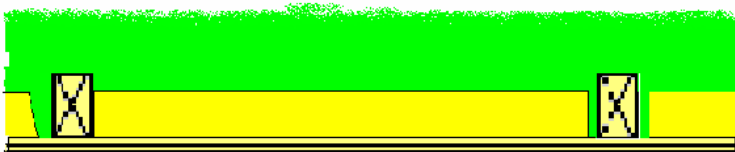
U-værdi ved: 50 + 150 mm = 0,2/ 50 + 200 mm = 0,17/ 50 + 300 mm = 0,12 W/m²K

50mm mineraluld + 250 mm Papiruld, U-værdi = 0.15

250 mm Papiruld 35 kg/m³ klasse 30

Eksisterende 50 mm mineraluld

Eksisterende bærende bjælker 125 x 150c/c 900 mm



Eksisterende 2 mm udspændt stråltråd

Eksisterende 15 mm listeloft af træ

Efterisolering af loftkonstruktion samt gulv i skunke opbygget som BD-etageadskillelse 60

Indblæsning af Papiruld er særligt interessant i forbindelse med efterisolering. Her kan en opfyldning stoppe den voldsomt generende træk der kommer ind gennem etageadskillelsen.

Brandforhold

Konstruktionen er beskrevet i bilag 3. i BR95

Udførelse

Papirulden blæses ind fra oven gennem et hul, først under lerindskud, efterfølgende over. Hulrummene udfyldes helt. Derefter udblæses Papirulden i den ønskede tykkelse på loftbrædderne.

U-værdi: 150 mm = 0,15/ 200 mm = 0,13/ 300 mm = 0,1 W/m²K

Efterisolering af loftkonstruktion samt gulv i skunke, eksempel

150 mm + 2x50 mm Papiruld, U-værdi = 0.15

150 mm Papiruld 35 kg/m³ klasse 40

Eksisterende 21 mm gulvbrædder

Papiruld 42 kg/m³ klasse 40

Eksisterende bærende bjælker 125 x 150c/c 900 mm



Eksisterende 50 mm lerindskud

Eksisterende 19 mm indskudsbrædder

Eksisterende forskalling 19 x 95 mm c/c 400 mm

Eksisterende rør og puds

Efterisolering af skunke, lodret

Brandforhold:

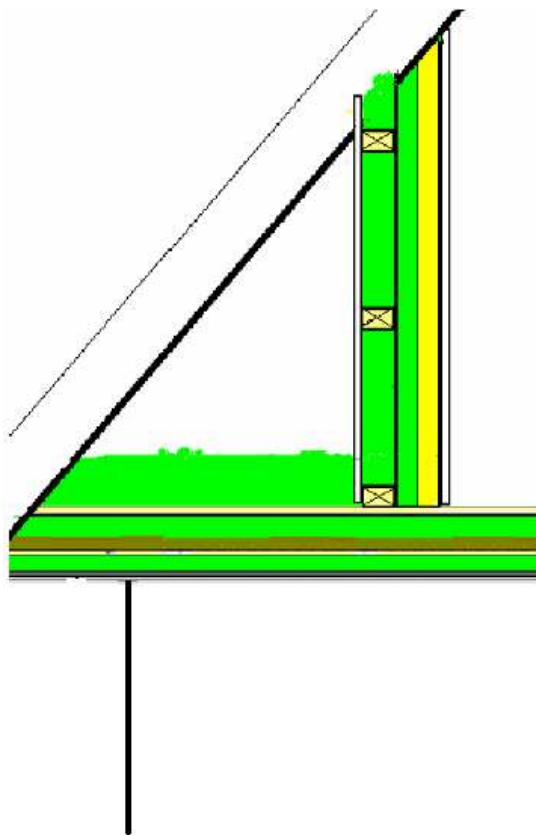
Som isolering/efterisolering oven på min. 50 mm klasse B materiale er konstruktionen lovlig.

Udførelse:

Papirulden blæses ind gennem huller i gipspladen. Hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes.

Efterisolering af skunke, lodret, eksempel

50 mm mineraluld + 145 mm Papiruld, U-værdi = 0.25 W/m²K



Eksisterende rør og puds eller træbeklædning.

Eksisterende forskalling 19 x 95 mm c/c

50 mm mineraluld

Eksisterende 50 x 100 stolpe

Papiruld 42 kg/m³ klasse 40

Vandret lægtning 95 x 45c/c 600 mm

12,5 mm gips

Ydervægge

Introduktion

Ydervægge er som regel altid bærende. Der skelnes mellem fire forskellige konstruktioner.:

- Skeletkonstruktion med regnskærm
- Skeletkonstruktion med tung formur
- Tung bagvæg med regnskærm
- Tung bagvæg med tung formur

Brand

I forbindelse med fastlæggelse af brandkrav skal bygningens anvendelseskategori fastlægges.

Generelle brandkrav til ydervægge:

- Sommerhuse & boliger i 1, 1½ samt 2 etager; BD-væg 30 bærende eller ikke bærende, udvendigt klasse 2 beklædning.
- Boliger i to etager med vandret lejlighedsskel; Stuen, BD-væg 60 bærende eller ikke bærende BD-væg 30, udvendigt klasse 1 beklædning. 1. sal, BD-væg 30 bærende eller ikke bærende, udvendigt klasse 1 beklædning.
- Boliger i flere etager samt de fleste andre bygninger; BD-væg 30 ikke bærende på alle etager, BD-væg 30 bærende på øverste etage, udvendigt klasse 1 beklædning.

Papirulden skal beklædes med en klasse 1 beklædning (f.eks. gips) på begge sider.

BD-væg 30 ikke bærende: min. en 9 mm vindgips udvendigt samt en 12,5 mm gipsplade indvendigt.

BD-væg 30 bærende: min. en 9 mm vindgips udvendigt samt en 12,5 mm gipsplade indvendigt + bæreevnen af stolperne eftervist med henblik på brandpåvirkning. (lastkombination 4 iht. DS 409). Evt. en 12,5 mm gipsplade + en klasse 2 beklædning indvendigt. Eller to 12,5 mm gipsplader indvendigt. Eller en 15 mm brandgipsplade indvendigt.

BD-væg 60 bærende: min. en 9 mm vindgips udvendigt samt to 15 mm brandgipsplader. Eller 108 mm murværk/ 100 mm letbeton/ 120 mm beton som bagvæg.

Eller 108 mm murværk som formur samt 108 mm murværk/ 100 mm letbeton/ 120 mm beton som bagvæg.

Brandkrav er funktionsbaserede, og kan derfor handles af med de lokale brandmyndigheder efter modellen ”noget for noget”. Det betyder, at man ønsker at fastholde det samme sikkerhedsniveau. F.eks. er det muligt at anvende en udvendig klasse 2 beklædning på etageboligbyggeri såfremt der etableres et sprinkleranlæg.

De lokale brandmyndigheder har mulighed for at dispensere for gældende krav, men ikke mulighed for at stille større krav end der baggrund for i lovgivningen!



Papiruld Danmark ApS

Postbox 1 · 3400 Hillerød · tlf. 48 14 11 88 · fax. 48 14 11 85

Varmeisolering

Mindstekravet ved nyt byggeri er 0,40 W/m²K. Ideen med varmetabsramme er, at det er muligt at isolere mindre et sted mod til gengæld at isolere mere andre steder.

For sommerhuse er mindstekravet 0,30, og i forbindelse med renovering/ tilbygning 0,20.

Forslag til isoleringstykkelser: Standard 250 mm U-værdi 0,17. Energiklasse 2/ 300 mm/0,15, Energiklasse 1/ 300 mm/0,13 samt Passivhus/ 400 mm/0,11.

Fugt

Konstruktionen med en tung bagvæg eller to 12,5 mm gipsplader med forskudte samlinger, spartling samt overfladebehandling giver en udmærket tæthed mod luft og damp gennemgang. Der skal udvises en særlig opmærksomhed på lufttætningen i forbindelse med gennembrydninger (f.eks. elinstallationer) samt samlingen væg/loft samt væg/gulv (herunder radonsikring).

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 40 – 55 dB

Udførelse

Papirulden blæses ind i den færdige hulmur, hvor topremnen monteres lodret. Eller gennem huller skåret i det første lag indvendige beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes. Ved større isoleringstykkelser skal densiteten på Papirulden øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isolering. Se bilag B

Fif

En tung bagmur forøger bygningens varme-akkumuleringsevne. Dette nedsætter varmekonsumet væsentligt. I forbindelse med en let bagmur kan to kartongipsplader, 15mm brandgips eller ligefrem to lag 12,5 mm fibergips give en rimelig varme-akkumuleringsevne. Fibergips kan limes kant mod kant og skydes fast med hæfteklammer. De kan evt. fremstå som færdig beklædning i et værksted.

Anvendes en 9 mm vindgips skal alle samlinger tapes.

Anvendelse af Papiruld giver en god miljøprofil.

Sammen med genbrugte sten www.gamlemursten.dk eller miljømursten www.ekotek.dk samt en ren kalkmørtel eller en almindelig KC mørtel bliver miljøprofilen rigtig god!

Til bagvæg kan evt. anvendes en ubrændt lersten www.oskam.dk



Skeletkonstruktion med regnskærm

Brand

Væggens udvendige overflader kan anvendes på steder, hvor der stilles krav om mindst klasse 2 beklædning. Ved krav om Klasse 1 beklædning kan træbeklædningen brandimprægneres eller der kan anvendes er ubrændbar pladebeklædning, eller evt. etableres mulighed for sprinkling.

Varmeisolering

Mindstekravet ved nyt byggeri er $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ideen med varmetabsramme er, at det er muligt at isolere mindre et sted mod til gengæld at isolere mere andre steder.

For sommerhuse er mindstekravet $0,30$ og i forbindelse med renovering/ tilbygning $0,20$.

Forslag til isoleringstykkelser: Standard 250 mm U-værdi $0,17$. Energiklasse 2/ 300 mm/ $0,15$, Energiklasse 1/ 300 mm/ $0,13$ samt Passivhus/ 400 mm/ $0,11$.

Fugt

Konstruktionen med to 12,5 mm gipsplader med forskudte samlinger, spartling samt overfladebehandling giver en udmærket tæthed mod luft og damp gennemgang.

Der skal udvises en særlig opmærksomhed på lufttætningen i forbindelse med gennembrydninger (f.eks. elinstallationer) samt samlingen væg/loft samt væg/gulv (herunder radonsikring).

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 40 – 45 dB

Fif

I forbindelse med en let bagmur kan to kartongipsplader, 15mm brandgips eller ligefrem to lag 12,5 mm fibergips give en rimelig varme-akkumuleringsevne.

Fibergips kan limes kant mod kant og skydes fast med hæfteklammer.

De kan evt. fremstå som færdig beklædning i et værksted.

Anvendes en 9 mm vindgips skal alle samlinger tapes.

Anvendelse af Papiruld giver en rigtig god miljøprofil!

Gran er en meget holdbar træsort til udvendig beklædning, især såfremt taget har et udhæng og beklædningen holdes fri af grunden.

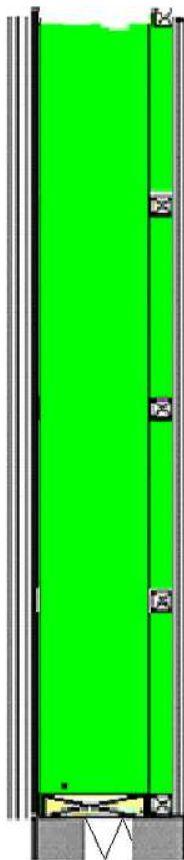
Galvaniserede søm arbejder sig ud af konstruktionen, vælg evt. blanke dykkere, hvilket også er mere miljøvenligt!



Skeletkonstruktion med regnskærm BD-væg 30 bærende

306mm væg med 215 mm Papiruld, eksempel

U-værdi = 0.20



Regnskærm	En på to" 19 x 170 gran med mindst 22 mm overlæg.
Ventilationsspalte	19 x 45 mm afstandslist af gran
Vindbremse	9 mm vindgips , alle samlinger skal Understøttes
Isoleringsmateriale	Papiruld 43,5 kg/m ³ klasse 40
Vandret stolpe	45 x 45 mm c-c 600 mm
Lodret stolpe	45 x 170 mm c-c 600 mm.
Indvendig beklædning	2 x 12,5 mm gipsplader
Fundament, husk krav til linietaf	

Skeletkonstruktion med tung formur

Brandforhold

Væggens udvendige overflader kan anvendes på steder, hvor der stilles krav om mindst klasse 1 beklædning.

Varmeisolering

Mindstekravet ved nyt byggeri er $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ideen med varmetabsramme er at det er muligt at isolere mindre et sted mod til gengæld at isolere mere andre steder.

For sommerhuse er mindstekravet $0,30$, og i forbindelse med renovering/ tilbygning $0,20$.

Forslag til isoleringstykkelser: Standard 250 mm U-værdi $0,17$. Energiklasse 2/ 300 mm/ $0,15$, Energiklasse 1/ 300 mm/ $0,13$ samt Passivhus/ 400 mm/ $0,11$.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på $40 - 45 \text{ dB}$ med bagmur i porebeton

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på $45 - 50 \text{ dB}$ med bagmur i tegl eller letbeton

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på $50 - 55 \text{ dB}$ med bagmur i beton

Udførelse

Papirulden blæses ind i den færdige hulmur, hvor topremnen monteres lodret. Eller gennem huller skåret i det første lag indvendige beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes. Ved større isoleringstykkelser skal densiteten på Papirulden øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isoleringen. Se bilag B

Fif

Formur kan være en 108 mm teglsten. Anvendelse af Papiruld sammen med genbrugte sten www.gamlemursten.dk eller miljømursten, www.ekotek.dk samt en ren kalkmørtel eller en almindelig KC mørtel giver en rigtig god miljøprofil!

I forbindelse med en let bagmur kan to kartongipsplader, 15mm brandgips eller ligefrem to lag 12,5 mm fibergips give en rimelig varme-akkumuleringsevne.

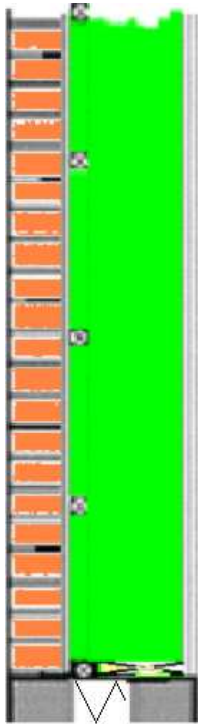
Fibergips kan limes kant mod kant og skydes fast med hæfteklammer.

De kan evt. fremstå som færdig beklædning i et værksted.



Skeletkonstruktion med tung formur, eksempel BD-væg 30 bærende

390 mm væg med 215 mm PAPIRULD, U-værdi = 0.20



Regnskærm	108 mm Mursten
Isoleringsmateriale	Papiruld 43,5 kg/m ³ klasse 40
Vandret stolpe	45 x 45 mm c-c 600 mm
Lodret stolpe	45 x 170 mm c-c 600 mm.
Indvendig beklædning	2 x 12,5 mm gipsplade, spartelt og overfladebehandlet

Fundament, husk krav til linietaf!

Skeletkonstruktion med tung bagmur

Brandforhold

Der opnås umiddelbart klassifikation som BD-væg 60 bærende.

Papirulden skal beklædes med en klasse 1 beklædning (f.eks. gips) udvendigt, typisk en 9 mm gipsplade.

Væggens indvendige overflader opfylder kravene til en klasse 1 beklædning.

Væggens udvendige overflader kan anvendes på steder, hvor der stilles krav om mindst klasse 2 beklædning. Ved krav om Klasse 1 beklædning kan træbeklædningen brandimprægneres eller der kan anvendes en ubrændbar pladebeklædning som regnskærm. Alternativt kan der etableres mulighed for sprinkling.

Varmeisolering

U-værdi 0,20 W/m²K, mindstekravet 0,40 og for sommerhuse 0,30 W/m²K.

Forslag til isoleringstykkelser: Standard 250 mm U-værdi 0,17. Energiklasse 2/ 300 mm/0,15, Energiklasse 1/ 300 mm/0,13 samt Passivhus/ 400 mm/0,11.

Fugt

Den tunge bagvæg giver en god lufttætning. Der skal udvises en særlig opmærksomhed på lufttætningen i forbindelse med gennembrydninger (f.eks. elinstallationer) samt samlingen væg/loft samt væg/gulv (herunder radonsikring).

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 40 – 45 dB med bagmur i porebeton

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 45 – 50 dB med bagmur i tegl eller letbeton

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 50 – 55 dB med bagmur i beton

Udførelse

Papirulden blæses ind i den færdige hulmur, hvor topremmen monteres lodret. Eller gennem huller skåret i den udvendig beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes. Ved større isoleringstykkelser skal densiteten på Papirulden øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isoleringen.

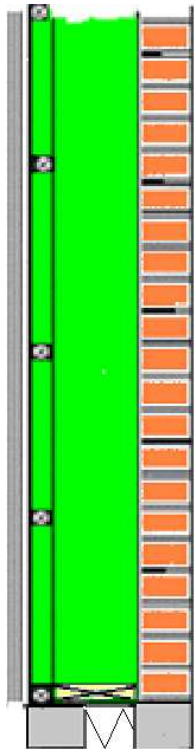
Bagmur kan være en 108 mm teglsten, porebeton, letbeton eller beton. Anvendelse af Papiruld sammen med genbrugte sten www.gamlemursten.dk eller miljømursten www.ekotek.dk samt en ren kalkmørtel eller en almindelig KC mørtel giver en god miljøprofil! Endnu bedre såfremt der anvendes ubrændte lersten www.oskam.dk



Skeletkonstruktion med tung bagmur

BD-væg 60 bærende

390 mm væg med 215 mm Papiruld, U-værdi = 0.20



Regnskærm	” En på to” 19 x 170 mm gran med mindst 22 mm overlæg.
Ventilationsspalte	19 x 45 mm afstandslister af gran
Vindbremse	9 mm vindgips, alle samlinger skal understøttes
Isoleringsmateriale	Papiruld 43,5 kg/m ³ klasse 40
Vandret stolpe	45 x 45 mm c-c 600 mm
Lodret stolpe	45 x 170 mm c-c 600 mm.
Indvendig beklædning	108 mm Mursten
Fundament, husk krav til linietaf!	

Tung bagvæg med tung formur

Brandforhold

Der opnås umiddelbart klassifikation som BD-væg 60 bærende.

Varmeisolering BR08

U-værdi 0,20 W/m²K, mindstekravet 0,40 og for sommerhuse 0,30 W/m²K.

Efterisolering: 50 mm U-værdi 0,50, 80mm/0,35, 100 mm/0,30 samt 130 mm/0,25.

Nybyg, forslag til isoleringstykkelse: Standard: 190 mm U-værdi 0,18.

Energiklasse 2/ 250 mm/0,14, Energiklasse 1/ 300 mm/0,12 samt Passivhus/ 400 mm/0,09.

I U-værdiberegningen forudsættes bagvæg af letbeton, 4% udmuring samt kuldebrosafbrydelse i vindues & dørfalse.

Fugt/lufttætning

Den tunge bagvæg giver en god lufttætning. Der skal udvises en særlig opmærksomhed på lufttætningen i forbindelse med gennembrydninger (f.eks. elinstallationer) samt samlingen væg/loft samt væg/gulv (herunder radonsikring).

Huset bør være forsynet med udhæng og ikke ligge meget udsat for slagregn.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 50 – 55 dB

Udførelse

Denne konstruktion er særlig aktuel i forbindelse med efterisolering. Papirulden blæses ind fra facaden. Som noget helt særligt kan Papiruld blæses ind gennem udkradsede fuger. Dette betyder, at facaden ikke skæmmes, som det ofte er tilfældet, når hele sten udtages.

Ved nybyg blæses Papirulden ind i den færdige hulmur fra vinduesfalsen samt oppefra.

Det er vigtigt, at der mures med helt fyldte fuger, at der ikke tabes mørtel ned i hulmuren under opmuringen samt at udkragende mørtelpølser undgås i hulrummet mellem for og bagmur.

Formur kan være en 118 mm teglsten, bagmuren ligeledes tegl eller beton/letbeton.

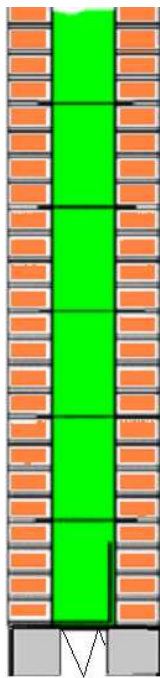
Tips

Anvendelse af Papiruld sammen med genbrugte sten www.gamlemursten.dk eller miljømursten www.ekotek.dk samt en ren kalkmørtel eller en almindelig KC mørtel giver en rigtig god miljøprofil! Til bagvæg kan evt. anvendes en ubrændt lersten www.oskam.dk



Tung bagmur med tung formur, eksempel BD-væg 60 bærende

406mm væg med 190mm Papiruld, U-værdi = 0.19



Regnskærm	108 mm mursten .
Murbindere	Ifølge SBI 157
Isoleringsmateriale	Papiruld 43 kg/m ³ klasse 40
Indvendig beklædning	108 mm mursten

Fundament, husk krav til linietaf

Etageadskillelser

Introduktion

Den bærende konstruktion opføres typisk i træ, beton/letbeton eller evt. stål.

Der skelnes her mellem

BD-etageadskillelse 30

BD-etageadskillelse 60

BS-etageadskillelse 60

Brandforhold

Papiruld kan altid anvendes oven på en BS-etageadskillelse 60 af beton/letbeton.

Der kan opnås klassifikation som BD-etageadskillelse 30, samt BD-etageadskillelse 60.

Gipsplader skal opsættes efter leverandørens anvisninger.

Brandkrav er funktionsbaserede og kan derfor handles af med de lokale brandmyndigheder efter modellen ”noget for noget”. Det betyder at man ønsker at fastholde det samme sikkerhedsniveau. F.eks. vil montering af sprinklere eller/og automatisk brandalarm (ABA) hæve sikkerhedsniveauet, dette kan så ”betale” for at sikkerhedsniveauet sænkes et andet sted.

De lokale brandmyndigheder har mulighed for at dispensere for gældende krav, men ikke mulighed for at stille større krav end der baggrund for i lovgivningen!

I forbindelse med fastlæggelse af brandkrav skal bygningens anvendelsesklasse fastlægges.

Generelle brandkrav til etageadskillelser:

- BD-etageadskillelse 30; Mellem stuen og 1. sal i sommerhuse og boligbyggeri i to etager uden vandrette lejlighedsskel. Mellem stuen og kælder i enfamiliehuse i en etage.
- BD-etageadskillelse 60; Mellem stuen og kælder, samt mellem stuen og 1. sal i boligbyggeri i to etager.
- BS-etageadskillelse 60; Alt andet byggeri.



Varmeisolering

Indblæsning af Papiruld er særligt interessant i forbindelse med efterisolering. Her kan en opfyldning i en bredde af ca. 1,5 m fra ydervæggen stoppe den voldsomt generende træk, der kommer ind gennem etageadskillelsen. Problemet optræder ligeledes i forbindelse med nyt byggeri.

Etageadskillelser isoleres med henblik på brand og lydreduktion, kun såfremt etageadskillelsen vender mod et uopvarmet rum er der krav om varmeisolering.

Mindstekrav ved nybyggeri mod rum der er uopvarmede er 0,40 W/m²K, over det fri hhv. 0,30 uden gulvvarme og 0,20. Ideen med varmetabsrammen er, at det er muligt at isolere mindre et sted mod til gengæld at isolere mere andre steder. I forbindelse med renovering/tilbygning er kravet til etageadskillelser over det fri er en U-værdi på 0,15 W/m²K, med gulvvarme 0,12. For sommerhuse hhv. 0,20 uden gulvvarme og 0,15 med.

Fugt

Der er normalt ingen krav til luft og fugttæthed mellem rum internt i en bolig. (undtaget bad) Ved vandrette lejlighedsskel skal der etableres lufttæthed.

Udførelse:

Papirulden blæses ud mellem strøer før gulvet lægges eller blæses ind under det (næsten) færdige gulv. I forbindelse med efterisolering blæses papirulden ind gennem et hul i etagedækket.

Isoleringsmaterialet skal holdes i en afstand på 100 mm fra skorstene, 300 mm fra rørgrør og 200 mm fra renslemme.

Fif

Fibergips giver en bedre varme-akkumuleringsevne end kartongips. Fibergips kan limes kant mod kant og skydes fast med hæfteklammer. De kan evt. fremstå som færdig beklædning i et værksted.



BD-etageadskillelse 30

Brandforhold

Papirulden skal beklædes med en klasse 1 beklædning (f.eks. gips) på undersiden.
De to 12,5 mm gipsplader kan evt. substitueres med en 15 mm brandbeskyttende gipsplade.
Loftets overflade opfylder kravene til en klasse 1 beklædning.
Det vil evt. være muligt at anvende en 12,5 mm gipsplade + en klasse 2 beklædning på undersiden.

Udførelse

Papirulden kan udlægges inden gulvet lægges eller blæses ind mellem bjælkerne, før de sidste gulvbrædder lægges.

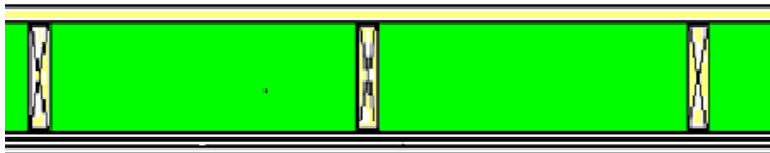
BD-etageadskillelse 30, eksempel

195 mm Papiruld, U-værdi = 0.22

22 mm gulvbrædder

Papiruld 38 kg/m³ klasse 40

Bærende.bjælker 45 x 195 c/c 600 mm



Forskalling 22 x 95 mm c/c 400 mm

Gips 2 x 12,5 mm

BD-etageadskillelse 60

Brandforhold

Papirulden skal beklædes med en klasse 1 beklædning (f.eks. gips) på undersiden.
Loftets overflade opfylder kravene til en klasse 1 beklædning.
De to 15mm gipsplader kan evt. substitueres med en 12,5 mm plade + en 15 mm brandbeskyttende gipsplade.

Udførelse

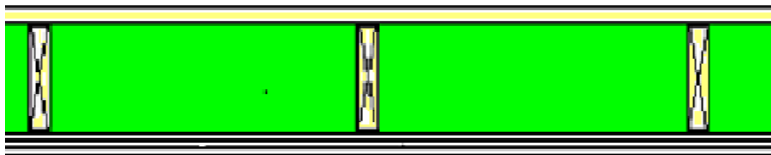
Papirulden kan udlægges inden gulvet lægges eller blæses ind mellem bjælkerne, før de sidste gulvbrædder lægges.

195 mm Papiruld, U-værdi = 0.22

22 mm gulvbrædder

Papiruld 38 kg/m³ klasse 40

Bærende bjælker 45 x 195 c/c 600 mm



Forskalling 21 x 95 mm c/c 400 mm

2 x 15 mm brandgipsplader

BD-etageadskillelse 60, efterisolering

Indblæsning af Papiruld er særligt interessant i forbindelse med efterisolering. Her kan en opfyldning i en bredde af ca. 1,5 m fra ydervæggen, en ”randisolering”, stoppe den voldsomt generende træk, der kommer ind gennem etageadskillelsen.

Brandforhold

Konstruktionen er beskrevet i bilag 3. i BR95

Udførelse

Papirulden blæses ind fra oven gennem et hul, først under lerindskud, efterfølgende over. Hulrummene udfyldes helt.

BD-etageadskillelse 60, eksempel

100 mm Papiruld, U-værdi = 0.40

21 mm gulvbrædder

Papiruld 35 kg/m³ klasse 40

Bærende bjælker 125 x 150 c/c 900 mm



50 mm lerindskud

19 mm indskudsbrædder

Papiruld 35 kg/m³ klasse 40

Forskalling 19 x 95mm c/c 400 mm

Rør og puds

BS-etageadskillelse 60

Denne konstruktion har været anvendt i forbindelse flere etageboligbyggerier.

Brandforhold

Konstruktionen er beskrevet i bilag 5. BR08

Udførelse

Papirulden blæses ud mellem strøer, før gulvet lægges, eller blæses ind under det (næsten) færdige gulv.

BS-etageadskillelse 60, eksempel

75 mm Papiruld, U-værdi = 0.54

22 mm gulvbrædder

Papiruld 28 - 35 kg/m³ klasse 40

Opklodsede gulvstrøer 50 x 50 c/c 600 mm



F.eks. 150 mm betondæk eller 180 mm letbetondæk

Dæk

Introduktion

Terrændæk udføres ofte af beton. Krybekælderdek udføres almindeligvis af beton/ letbeton eller træ.

Der er ingen krav i forbindelse med hverken brand eller lyd.

De lokale brandmyndigheder har mulighed for at dispensere for gældende krav, men ikke mulighed for at stille større krav end der baggrund for i lovgivningen!

Krybekælderdek

Varmeisolering BR08

Papiruld er særligt interessant i forbindelse med efterisolering. Såfremt krybekælderens har en vis højde, kan papirulden påføres som wetspray nede fra. Denne metode sikrer samtidig den vigtige lufttætning.

Mindstekravet ved nyt byggeri er en U-værdi på 0,15 W/m²K, med gulvvarme 0,12.

Ideen med varmetabsrammen er, at det er muligt at isolere mindre et sted mod til gengæld at isolere mere andre steder. For sommerhuse er mindstekravet hhv. 0,20 og 0,15 med gulvvarme. Mindsteisolering mod ventileret kryberum hhv. 0,30 og med gulvvarme 0,20 W/m²K.

Nybyg, forslag til isoleringstykkelser: Standard: 325 mm U-værdi 0,12. Energiklasse 2/1/Passivhus / 400 mm/0,10.

Fugt

Krybekældere er ikke i direkte kontakt med jordfugt, fugt og radon fjernes mestendels med ventilation. Det anbefales at anbringe en dampspærre under gulvbeklædningen, for at sikre mod opstrømmene radon samt en generel luft/fugt-tæthed. Gulvstrøer fugtsikres ved at isolere under disse med et uorganisk materiale. Se efterfølgende eksempel.

Udførelse

Papirulden blæses ind mellem bjælkerne, før gulvet lægges.

Lav højde på krybekælder

Ved krybekældere hvor højden er 25-59 cm kan der efterisoleres med polystyren udefra, evt. via udluftningsriste i sokkel.

Før indblæsning af isoleringen placeres drænslinger i krybekælder som tilsluttes ventilationsriste i sokkel.

Drænslerne vil dermed udlufte evt. fugt samt radon fra undergrunden.



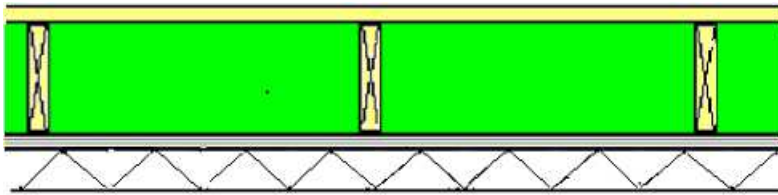
Krybekælderdek, eksempel

195 mm Papiruld + 75 mm EPS, U-værdi 0,14

22 mm gulvbrædder

Dampspærre

Papiruld 38 kg/m³ klasse 40



Bærende bjælker 45 x 195 c/c 600 mm

25 mm (evt. 50 mm) Træbeton

evt. 75 mm EPS, dette giver den ultimative fugtsikring

Krybekælderdek, efterisolering eksempel

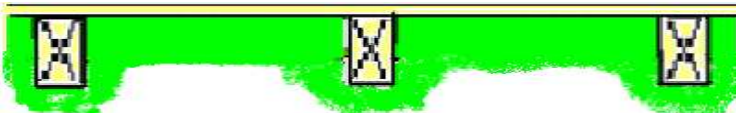
100 mm Papiruld, U-værdi 0,34

Udførelse: 100 mm Papiruld påsprøjtes som limspray. Det er en forudsætning, at krybekælderens er mindst 600 mm dyb.

22 mm gulvbrædder

Bærende bjælker 45 x 195 c/c 600 mm

Papiruld, wetspray 32 kg/m³ klasse 40



Terrændæk, herunder kældergulve

Varmeisolering

Papiruld kan anvendes i forbindelse med efterisolering oven på det eksisterende gulv.

Mindstekravet ved nybyg er en U-værdi på $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, med gulvvarme $0,12$.

Ideen med varmetabsrammen er, at det er muligt at isolere mindre et sted mod til gengæld at isolere mere andre steder. For sommerhuse hhv. $0,20$ uden og $0,15$ med gulvvarme. Og i forbindelse med renovering/ nybyg hhv. $0,30$ uden og $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ med gulvvarme.

Nybyg, forslag til isoleringstykkelser: Standard: 300 mm. Energiklasse 2, 350 mm. Energiklasse 1/Passivhus / 400 mm/

Fugt

Terrændæk skal være fugt- og lufttætte, bl.a. for at sikre mod opstigende radon.

Det er ligeledes vigtigt at sikre en god tætning mellem gulv/væg.

Kun kældergulve der forbliver tørre gennem hele året, er egnede til efterisolering!

I modsat fald må tagnedløb efterses og der skal evt. etableres dræn.

Udførelse

Papirulden blæses ud mellem strøer, før gulvet lægges eller blæses ind under det (næsten) færdige gulv.



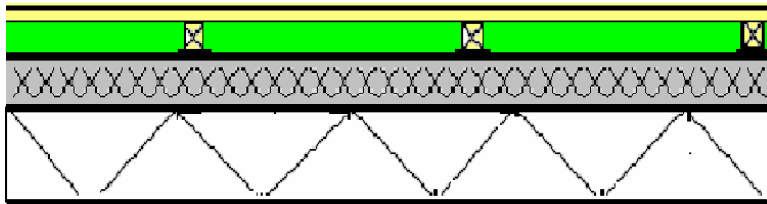
Terrændæk, eksempel

50 mm Papiruld + 200 mm ThermiSol G bolig, U-værdi = 0.14

21 mm trægulv

max. 50 mm Papiruld 28-33 kg/m³ klasse 40

50 x 50 mm opklodsede strøer



0,2mm PE folie

min. 80 mm beton med svindarmering

200 mm ThermiSol G Bolig klasse 41

Indervægge

Introduktion

Der skelnes mellem tunge og lette indervægge. Tunge indervægge kan med fordel opmures i Miljøsten, lersten eller genbrug. Her er kun medtaget eksempler på lette indervægge. Der skelnes mellem ikke bærende og bærende indervægge. De opføres typisk med et stolpeskelet af træ eller stålbeklædt med en eller flere gipsplader. Indervægge kan have enkelt eller dobbelt stolpeskelet.

Brandforhold

Papirulden skal beklædes med en klasse 1 beklædning (f.eks. gips) på begge sider. Brandkrav er funktionsbaserede, og kan derfor handles af med de lokale brandmyndigheder efter modellen ”noget for noget”. Det betyder at man ønsker at fastholde det samme sikkerhedsniveau. F.eks. vil montering af sprinklere eller/ og automatisk brandalarm (ABA) hæve sikkerhedsniveauet, dette kan så ”betale” for at sikkerhedsniveauet sænkes et andet sted.

De lokale brandmyndigheder har mulighed for at dispensere for gældende krav, men ikke mulighed for at stille større krav end der baggrund for i lovgivningen!

Der kan opnås klassifikation som BD-væg 30 bærende eller ikke bærende. Samt BD-væg 60 bærende eller ikke bærende.

I forbindelse medfastlæggelse af brandkrav skal bygningens anvendelsesklasse fastlægges. Generelle brandkrav til indervægge:

- Ingen krav til ikke bærende vægge.
- BD-væg 30 bærende; Stue etage i sommerhuse og boligbyggeri i to etager uden vandrette lejlighedsskel, samt øverste etage i de fleste andre bygninger.
- BD-væg 60 bærende: Kælder i sommerhuse og boligbyggeri i to etager uden vandrette lejlighedsskel. Stue etagen i etageboligbyggeri i max 2 etager.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 33 - 40

Varmeisolering

Skillevægge isoleres med henblik på brand og lydreduktion. Kun såfremt skillevæggen vender mod et uopvarmet rum, er der krav om varmeisolering. Mindstekravet ved nyt byggeri er 0,50 W/m²K. Ideen med varmetabsrammen er, at det er muligt at isolere mindre et sted med til gengæld at isolere mere andre steder. For sommerhuse og i forbindelse med renovering og tilbygninger er kravet 0,40.

Fugt

Der er normalt ingen krav til luft og fugttæthed. Kun i forbindelse vådrum.



Papiruld Danmark ApS

Postbox. 1. 3400 Hillerød tlf.48 14 11 88 fax.48 14 11 85

Udførelse

Papirulden blæses ind i den færdige skillevæg gennem huller skåret i det første lag beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at brandtekniske krav overholdes.

Fif

Fibergips give en bedre varme-akkumuleringsevne end kartongips.

Fibergips kan limes kant mod kant og skydes fast med hæfteklammer.

De kan evt. fremstå som færdig beklædning i et værksted.



Ikke bærende indervægge

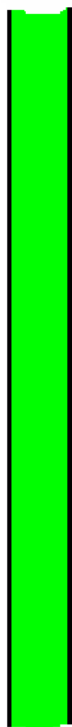
Brandforhold:

Papirulden skal beklædes med en klasse 1 beklædning (f.eks. gips) på begge sider.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 33

Ikke bærende indervæg, eksempel



Beklædning	12,5 mm gips på begge sider .
Isoleringsmateriale	70 mm Papiruld 39 kg/m ³ klasse 40
Stolper	f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm
U-værdi	0,54 W/m ² K



BD-væg 30 bærende/ BD-væg 60 ikke bærende indervæg

Brandforhold

Papirulden skal beklædes med to lag 12,5 mm gips på begge sider.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R'_w på 38.

Udførelse

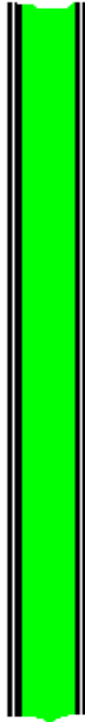
Papirulden blæses ind i den færdige skillevæg gennem huller skåret i det første lag beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at brandtekniske krav overholdes.

Fif

Det yderste lag gips kan evt. substitueres med en klasse 2 beklædning på 12 mm i pladeform eller 15 mm som bræddebeklædning. Begge gipsplader kan evt. substitueres med et lag 15 mm brandgips.



BD-væg 30 bærende/ BD-væg 60 ikke bærende indervæg, eksempel



Beklædning 2 x 12,5 mm gips på begge sider .

Isoleringsmateriale 70mm Papiruld 39 kg/m³ klasse 40

Stolper f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm

U-værdi 0,51 W/m²K



BD-væg 60 bærende indervæg

Brandforhold

Papirulden skal beklædes med 2 x 15 mm brandgips på begge sider.

Varmeisolering

Skillevægge isoleres med henblik på brand og lydreduktion. Kun såfremt skillevægen vender mod et uopvarmet rum, er der krav om varmeisolering

Fugt

Der er normalt ingen krav til luft og fugttæthed.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 40.

Udførelse

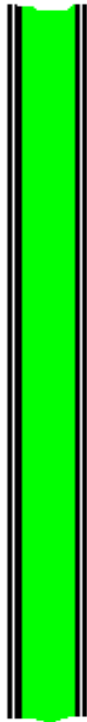
Papirulden blæses ind i den færdige skillevæg gennem huller skåret i det første lag beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at brandtekniske krav overholdes. Ved større isoleringstykkelser skal densiteten på Papirulden øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isolering.

Fif

Det yderste lag gips kan evt. substitueres med en klasse 2 beklædning på 12 mm i pladeform eller 15 mm som bræddebeklædning. Begge gipsplader kan evt. substitueres med et lag 15 mm brandgips.



BD-væg 60 bærende indervæg, eksempel



Beklædning	2 x 15 mm brandgips på begge sider .
Isoleringsmateriale	70 mm Papiruld 39 kg /m ³ klasse 40
Stolper	f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm
U-værdi	0,50 W/m ² K



Bilag A Brandforhold

Fra BR 08, Bilag 5

- isoleringsmaterialer, der opfylder kravene til materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale] anvendes uden begrænsninger
- 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

isoleringsmaterialer, der ikke opfylder kravene til materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]:

- anvendes ovenpå etageadskillelser, som er mindst bygningsdel klasse [BS-bygningsdel 60]
- anvendes i vægge, hvis isoleringsmaterialet på begge sider af en lodret bygningsdel er afdækket med mindst bygningsdel klasse EI 30 A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 30]
- anvendes i tagkonstruktioner, såfremt den underliggende del af tagkonstruktionen er mindst bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30]
- anvendes i terrændæk og i krybekælderdek
- anvendes i bygningsdele, såfremt 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
- anvendes i bygningsdele, såfremt 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

Vedrørende 5.5 Brand- og røgspredning

For enfamiliehuse anses funktionskravet opfyldt, når

- vægge og loftkonstruktioner mod tagrum, der ikke kan udnyttes, udføres mindst som beklædning klasse K₁10 D-s2,d2 [klasse 2 beklædning] med mindst 50 mm isolering af mindst materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], og
- vægge og loftkonstruktioner omkring beboelsesrum mod stråtag udføres mindst som bygningsdel klasse REI 30 [BD-bygningsdel 30]



Bilag B, U-værdi, densitet samt CO₂ fodaftryk

Loft	U-værdi	densitet	Kg/m ²	Carbon footprint/m ²
100 mm	0,40	28	2,80	0,610 kg
150 mm	0,27	30	4,50	0,981 kg
200 mm	0,20	31,5	6,30	1,118 kg
250 mm	0,16	33	8,25	1,373 kg
300 mm	0,13	34,5	10,35	1,781 kg
350	0,11	36	12,60	2,747 kg
400	0,10	37,5	15,00	3,270 kg

Etageadskillelse/ Skråtag	U-værdi	densitet	Kg/m ²	Carbon footprint/m ²
50 mm	0,80	33	1,65	0,360 kg
100 mm	0,40	35	3,50	0,763 kg
150 mm	0,27	36,5	5,48	1,195 kg
200 mm	0,20	38	7,60	1,657 kg
250 mm	0,16	39,5	9,88	2,154 kg
300 mm	0,13	41	12,30	2,681 kg
350 mm	0,11	42	14,70	3,205 kg
400 mm	0,10	43	17,20	3,750 kg

Skillevægge	U-værdi	densitet	Kg/m ²	Carbon footprint/m ²
50 mm	0,80	38	1,90	0,414 kg
75 mm	0,53	39	2,93	0,639 kg
100 mm	0,40	40	4,00	0,872 kg

Hulmur	U-værdi	densitet	Kg/m ²	Carbon footprint/m ²
70 mm	0,48	39	2,73	0,595 kg
90 mm	0,36	40	3,60	0,785 kg
125 mm	0,32	41	5,13	1,118 kg
150 mm	0,27	42	6,30	1,373 kg
190 mm	0,21	43	8,17	1,781 kg

Lette Ydervægge	U-værdi	densitet	Kg/m ²	Carbon footprint/m ²
100 mm	0,40	40	4,00	0,872 kg
150 mm	0,27	41,5	6,23	1,358 kg
200 mm	0,20	43	8,60	1,875 kg
250 mm	0,16	44,5	11,13	2,426 kg
300 mm	0,13	46	13,80	3,008 kg

Spray	U-værdi	densitet	Kg/m ²	Carbon footprint/m ²
50 mm	0,80	30	1,5	0,328 kg
75 mm	0,53	31	2,33	0,508 kg
100 mm	0,40	32	3,20	0,698 kg



Varmeisolering

7.2.1 Generelt

Stk. 1

Energirammen omfatter bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og eventuel belysning.

Stk. 2

Bygninger, der opvarmes til mindst 15°C, skal udformes, så energibehovet efter stk. 1 ikke overstiger energirammen i kap. 7.2.2 og 7.2.3.

7.2.2 Energirammen for boliger, kollegier, hoteller m.m.

Bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand pr. m² opvarmet etageareal må højst være 70 kWh/m² pr. år tillagt 2200 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal. Energirammen udtrykkes således: $(70+2200/A)$ kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal.

7.2.3 Energirammer for kontorer, skoler, institutioner m.v. ikke omfattet af

7.2.2

$(95 + 2200/A)$ kWh/m² pr. år

7.2.4.1 Lavenergiramme for boliger, kollegier, hoteller

lavenergibygnings klasse 1 er energirammen: $(35 + 1100/A)$ kWh/m² pr. år

For lavenergibygnings klasse 2 er energirammen: $(50 + 1600/A)$ kWh/m² pr. år

7.2.4.2 Lavenerigramme for kontorer, skoler, institution m.v. ikke omfattet af 7.2.4.1

For lavenergibygnings klasse 1 er energirammen: $(50 + 1100/A)$ kWh/m² pr. år

For lavenergibygnings klasse 2 er energirammen: $(70 + 1600/A)$ kWh/m² pr. år

7.3.1 Generelt

Stk. 1

Bestemmelserne gælder for ændret anvendelse og tilbygninger, der opvarmes til mindst 15°C som alternativ til bestemmelserne i kap. 7.2.

(7.3.1, stk. 1)

Ændret anvendelse er i denne henseende anvendelse til et andet formål, der indebærer et væsentligt større energiforbrug. Det kan fx være inddragelse af et udhus til beboelse.

7.3.2 Varmeisolering af bygningsdele

Stk. 1

Bygningsdele omkring rum, der normalt opvarmes til mindst 15°C, skal udføres med et varmetab, der højst er følgende:

Stk. 2



Det er en betingelse for anvendelse af de nævnte U-værdier og linjetab ved nybyggeri, at det samlede areal af vinduer og yderdøre, herunder ovenlys, glasvægge og lemme mod det fri højst udgør 22 pct. af det opvarmede etageareal i tilbygningen.

Ved beregningen medregnes etagearealet og arealet af vinduer og yderdøre i butikker og lignende i stueetagen ikke

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,20
Skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,15
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum, hvor der er gulvvarme.	0,12
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	0,15
Vinduer og yderdøre, herunder glasvægge, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum (gælder ikke ventilationsåbninger på under 500 cm ²).	1,50
Tagvinduer og ovenlys.	1,80
	Linjetab W/m K
Fundamenter.	0,15
Fundamenter omkring gulve med gulvvarme.	0,12
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,03
Samling mellem tagkonstruktion og vinduer i tag eller ovenlys.	0,10

Stk. 3

Ved ændret anvendelse kan byggetekniske forhold indebære, at 7.3.2, stk. 1-2 ikke fuldt ud kan opfyldes. Den manglende ydeevne kan så erstattes af andre energimæssige løsninger, der kompenserer herfor.

7.3.3 Varmetabsramme

Stk. 1

U-værdier og linjetab kan ændres og vinduesareal m.v. forøges, hvis tilbygningens varmetab ikke derved bliver større, end hvis kravene i kap. 7.3.2 var opfyldt.

De enkelte bygningsdele skal dog mindst isoleres svarende til U-værdier og linjetab i kap. 7.5. Varmetabsrammen omfatter i denne sammenhæng kun tilbygningen, dog kan det tidligere varmetab gennem den dækkede del af den eksisterende bygning medregnes i varmetabsrammen.

7.4 Ombygning og andre væsentlige forandringer i bygningen og udskiftning af kedler m.v.

Ombygninger, der foretages som led i en væsentlig anvendelsesændring, skal opfylde bestemmelserne i kap. 7.3.

(7.4.1, stk. 1)

Et eksempel på en anvendelsesændring er inddragelse af en udnyttelig tagetage til beboelse.



Bygningsmæssige foranstaltninger, hvor årlig besparelse gange levetid divideret med investering er større end 1,33 anses for rentable.

(7.4.1, stk. 3)

Følgende maksimale beregningsmæssige levetider er fastsat af Energistyrelsen:

- 40 år for efterisolering af beskyttende bygningsdele, fx hulmursisolering.
- 20 år for øvrige efterisoleringsarbejder for tilgængelige bygningsdele, for nye vinduer samt nye opvarmningssystemer.
- 10 år for renovering af kedelanlæg.
- 10 år for belysningsarmaturer.
- 10 år for automatik til natsenkning.
- 5 år for fugetætningsarbejder.

7.4.2 Større ombygninger

Stk. 1

Ved større ombygninger og andre væsentlige energimæssige forandringer skal klimaskærm og installationer bringes i overensstemmelse med bestemmelserne i kap. 7.3.2, stk. 1, kap 7.4.3 stk. 6-8 samt kap. 8 under forudsætning af, at de enkelte foranstaltninger hver for sig har den fornødne rentabilitet.

Stk. 2

Større ombygninger og andre væsentlige energimæssige forandringer er byggearbejder vedrørende klimaskærm eller installationer, der berører mere end 25 pct. af klimaskærmen eller udgør mere end 25 pct. af seneste offentlige ejendomsværdi med fradrag af grundværdien.

Stk. 3

Bestemmelsen i stk. 2 gælder ikke for enfamiliehuse.

Stk. 4

Byggetekniske forhold kan indebære, at bestemmelserne i kap. 7.3.2, stk. 1 ikke kan opfyldes på rentabel måde.

Der kan imidlertid være et mindre omfattende arbejde, der nedbringer energibehovet. Det er så dette arbejde, der skal gennemføres.

7.4.3 Enkeltforanstaltninger

Stk. 1

Selvom arbejdet ikke er så omfattende, så det er omfattet af kap. 7.4.2, skal de energimæssige bestemmelser i stk. 2-8 alligevel opfyldes, når de pågældende arbejder udføres, såfremt foranstaltningerne hver for sig er rentable, jf. 7.4.1, stk. 3.

Stk. 2

Ved udskiftning eller etablering af ny tagdækning skal der foretages isolering af loft eller tagkonstruktion i overensstemmelse med kap. 7.3.2, stk. 1.

Stk. 3

Ved udskiftning af ydervægges regnskærm, skal ydervæggene isoleres i overensstemmelse med kap. 7.3.2, stk. 1.

Stk. 4

Byggetekniske forhold kan indebære, at bestemmelserne i kap. 7.3.2, stk. 1 ikke kan opfyldes på rentabel måde for foranstaltninger i stk. 2-3.

Der kan imidlertid være et mindre omfattende arbejde, der nedbringer energibehovet. Det er så dette arbejde, der skal gennemføres



Stk. 6

Ved facadevis udskiftning skal vinduerne have en U-værdi på højst 1,50 W/m²K, jf. dog stk. 8. For dannebrogsvinduer eller små vinduer og vinduer opdelt i faste partier og oplukkelige rammer må U-værdien ikke overstige 1,20 + n•0,30 W/m²K med et evt. tillæg for sprosser på 0,20 W/m²K. U-værdien må dog ikke overstige 2,00 W/m²K.

7.5 Mindste varmeisolering

Stk. 1

Bygningsdele omkring rum, der normalt opvarmes til mindst 15°C, skal udføres med et varmetab, der højst er følgende:

Skema over U-værdier	U-værdi W/m² K
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,40
Skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,50
Etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,30
Etageadskillelser under gulve med gulvvarme mod rum, der er opvarmede	0,70 ??
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	0,25
For vinduer og yderdøre, herunder glasvægge, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	1,50
Skema med linjetab	Linjetab W/m K
Fundamenter omkring rum, der opvarmes til mindst 5°C	0,40
Fundamenter omkring gulve med gulvvarme.	0,20
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,06
Samling mellem tagkonstruktion og vinduer i tag eller ovenlys.	0,20



7.6 Sommerhuse

Stk. 1

Sommerhuse og tilbygninger til sommerhuse skal opfylde følgende krav til U-værdier og linjetab:

Skema over U-værdier	U-værdi W/m² K
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,30
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede.	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,20
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum, hvor der er gulvvarme.	0,15
Loft- og tagkonstruktion, herunder skunkvægge samt flade tage.	0,20
Vinduer, yderdøre, ovenlys mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede.	2,00
Skema med linjetab	Linjetab W/m K
Fundamenter.	0,20
Fundamenter omkring gulve med gulvvarme.	0,15
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,06
Samling mellem tagkonstruktion og vinduer i tag eller ovenlys.	0,15

Stk. 2

U-værdier og linjetab i kap. 7.6, stk. 1 gælder med en begrænsning af vinduesarealet på 30 pct. af etagearealet.

Stk. 3

Værdierne kan fraviges, såfremt det dimensionerende varmetab ved transmission ikke derved bliver større, end hvis kravene i kap. 7.6, stk. 1-2 var opfyldt.

De anførte krav gælder for Bygningsdele omkring rum der normalt opvarmes til 15⁰C.



Papiruld Danmark ApS

Postbox. 1. 3400 Hillerød tlf.48 14 11 88 fax.48 14 11 85

Vanddampperabilitet og Luftstrømningsmodstand for Papiruld

TætHus ApS
Nørregade 32
DK-8660 Skanderborg
Tilbyder følgende ydelser:

Tlf.: 48141188/ 70204744/ 26121470
Mail: hansdollerup@yahoo.dk
Danske Bank reg.: 3543
CVR: 29786178

- Be06-beregning
- Termografering
- Lufttæthedsmålinger med blowerdoor
- Rådgivning

7. 5. 2008

Papiruld Danmark ApS
3400 Hillerød
Att.: Claus Skov

Ang. Vanddampperabilitet og Luftstrømningsmodstand for Papiruld

Vanddampperabilitet

Er materialets gennemtrængelighed for vanddamp. Bygninger skal sikres mod skadelig akkumulering af kondensfugt som følge af fugttransport fra indeluften.²

Kan angives som en Z-værdi, der er et udtryk for den vandmængde der kan transporteres gennem materialet pr. tidsenhed, regnet i forhold til, hvor tykt materialet er, og i forhold til hvor stor forskellen i relativ fugtighed mellem inder og yderside. Angives gerne som hhv. Dry og Wetcup.

For Papiruld vil Z-værdien være afhængig af den udblæste densitet.

I³ angives Z-værdien for 200 mm celluloseuld til 1.0 GPa m² s/kg.

I⁴ angives vanddampperabiliteten til 150 * 10⁻¹² kg/Pa m s.

Z = materialetykkelsen/vanddampperabiliteten.

Nedenstående tabel er beregnet på baggrund af målinger på Papiruld.⁵ Værdierne er angivet med nogen usikkerhed. Der skelnes ikke her mellem hhv. Dry og WetCup da målingerne ikke viser en signifikant forskel.

Tykkelse	Z-værdi ved 40 kg/m ³	Z-værdi ved 65 kg/m ³
400	2,3	4,2
300	1,7	3,1
200	1,1	2,1
100	0,6	1,0
50	0,3	0,5

Z værdien for 100 mm Rockwool A-bats er 0,7

Nedbrydning af byggematerialer og dårligt indeklima i forbindelse med indtrængning af vand er et kendt fænomen i byggeriet. Ophobning af fugt i klimaskærmen er ligeledes et stort problem i forbindelse med forkert design eller forkerte udførte konstruktioner.⁶

² Erhvervs -og Byggestyrelsen BR08 4.6 stk. 2

³ Bygningsdele med celluloseuld og hørud, Eksempler DBI 2000 Billag 2, s. 4

⁴ By og Byg Anvisning 207 s. 28

⁵ Hovedrapport, Varme og fugttekniske undersøgelser af alternative isoleringsmaterialer, DTU 1999 s. 10 & 11

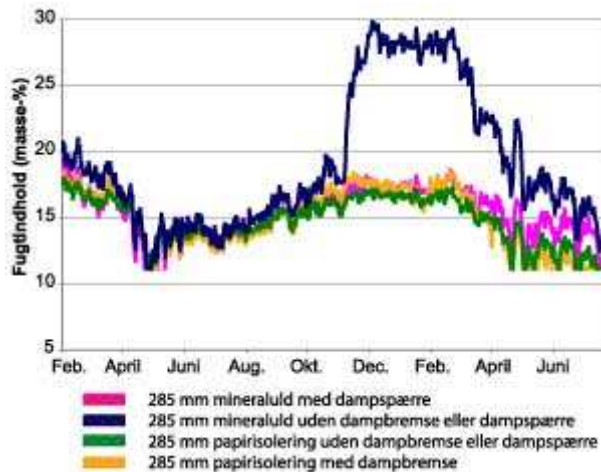
47 www.papiruld.dk info@papiruld.dk

Juni 2009



Papiruld Danmark ApS

Postbox. 1. 3400 Hillerød tlf.48 14 11 88 fax.48 14 11 85



Svigt i byggeriet koster årligt 12 milliarder eller godt 10% af produktionsværdien.⁷ Målinger⁸ viser at brugen af dampspærre har stor betydning for fugtophobningen i fx facadeelementernes yderste dele når facadeelementet er isoleret med mineraluld. I vinterperioden kunne der således konstateres en uacceptabel høj fugtophobning på knap 30% (træ-fugt) i elementer isoleret med mineraluld uden dampspærre. Dvs. en halv gang højere end faregrænsen for svampe-angreb, og dermed tæt på træets fiber-mætningspunkt. Derimod er hverken dampspærre eller dampbremse nødvendig når der bruges papirisolering såfremt konstruktionen er lufttæt.

Her kunne forskerne registrere et maksimalt fugtindhold på 18% (træ-fugt).

Uanset valg af isoleringsmateriale optræder der perioder med høj fugtighed ≥ 85 RF yderst i isoleringen, og materialerne må kunne tåle dette.

I forbindelse med isoleringspuljen er der foretaget en række fugttechniske undersøgelser. Der er ikke rapporteret om fugttechniske problemer relateret til anvendelse af Papiruld.

Luftstrømningsmodstand

Luftgennemgangstallet angiver hvor mange m^3 luft, der pr. sekund kan trænge igennem et $1 m^2$ stort stykke isoleringsmateriale med en tykkelse på $1 m$, når trykdifferensen mellem de to sider er $1 Pa$. Luftgennemgangstallet måles i $m^2/s \cdot Pa$. (angives her i m^2/hPa)

	Densitet	Specifik strømningsmodstand ⁹	Luftgennemgangstal
Papiruld som løsfyld	28 kg/m^3	2,5 $kNs/m^4 \sim kPa s/m^2$	1,44 m^2/hPa (beregnet)
	35 kg/m^3	5,1 $kNs/m^4 \sim kPa s/m^2$	0,71 m^2/hPa (beregnet)
	42 kg/m^3	10,9 $kNs/m^4 \sim kPa s/m^2$	0,33 m^2/hPa (beregnet)
	50 kg/m^3	21,9 $kNs/m^4 \sim kPa s/m^2$	0,16 m^2/hPa (beregnet)
	65 kg/m^3	50,6 $kNs/m^4 \sim kPa s/m^2$	0,07 m^2/hPa (beregnet)
Isover klasse 37	20 kg/m^3	8,8 $kNs/m^4 \sim kPa s/m^2$	0,41 m^2/hPa (www.isover.dk)
Isover Diffus 320	13 kg/m^3	4,6 $kNs/m^4 \sim kPa s/m^2$	0,78 m^2/hPa (www.isover.dk)

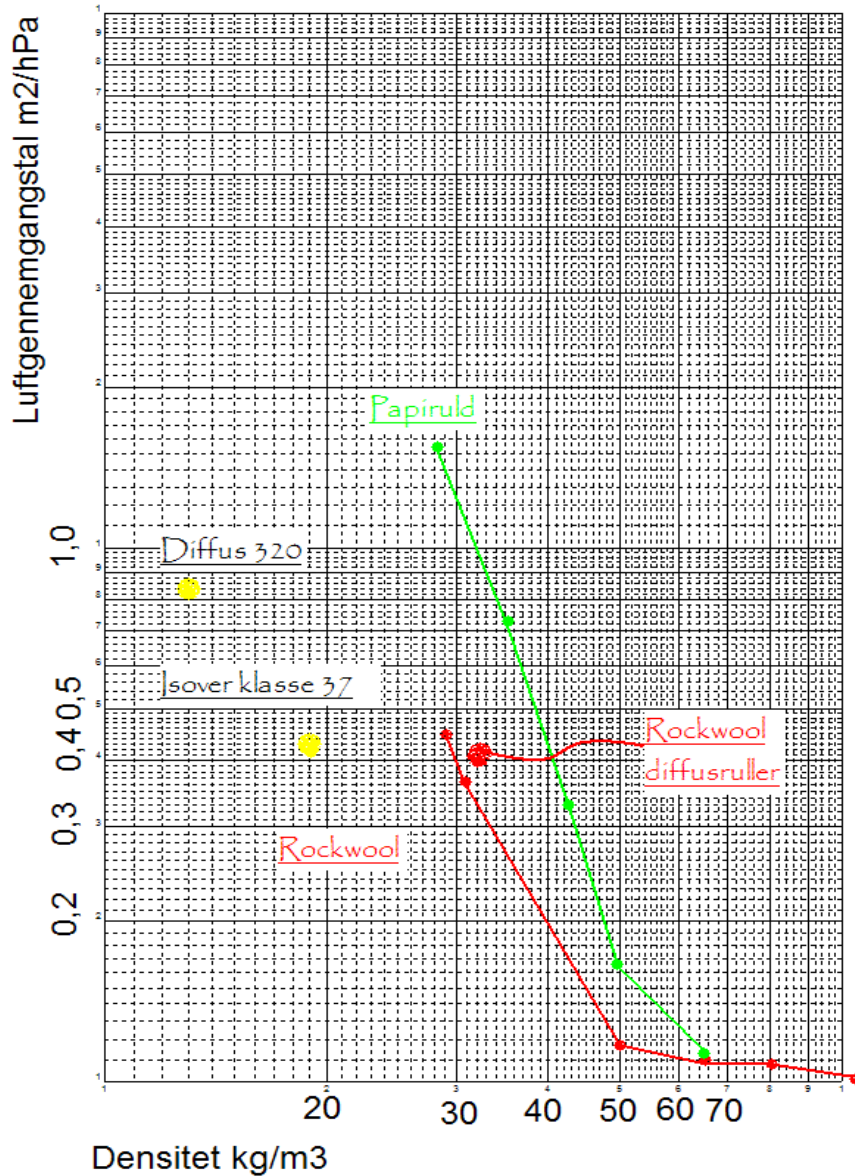
⁶ Alternativ isolering – undgå byggeskader

⁷ Svigt i byggeriet- økonomiske konsekvenser og muligheder for reduktion, By og Byg 2004

⁸ Asta Nicolajsen, Fugtsikre træfacader, [By og Byg Dokumentation 025](#)

⁹ Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer, DELTA 2003 s. 6





Som det fremgår af skemaet har Papiruld udblæst med en densitet på ca.30 kg samme luftgennemgang som Diffus 320 fra Isover.

Papiruld udblæst med en densitet på ca. 40 kg har samme luftgennemgang som Diffusruller fra Rockwool.

Hans Dollerup, konsulent

TætHus Aps



TætHus ApS
Nørregade 32
DK-8660 Skanderborg
www.taethus.dk
Tilbyder følgende ydelser:

Tlf.: 48141188/ 70204744/ 26121470
Mail: hansdollerup@yahoo.dk
Danske Bank reg.: 3543
CVR: 29786178

- Be06-beregning
- Termografering
- Lufttæthedsmålinger med blowerdoor
- Rådgivning, bæredygtigt byggeri

Sig' ja til en mindre varmeregning Og bedre klima

Hvad er termografering

Termografering er infrarød fotografering af overfladetemperaturen - som kan afsløre kuldebroer og utætte konstruktioner. Generelt er en termografisk fotografering af ens bolig ideel for alle, der har en stor varmeregning og/eller oplever træk i deres bolig. TætHus har specialiseret sig i termografering. Det er det primært folk, der bor i ældre huse, som står over for en omfattende renovering, der søger hjælp, men vi har også kunder i nyere boliger. En gennemgang af huset fra kælder til kvist, vinduer, varmeanlæg et kik ind i hulmuren med endoskop samt evt. fugtmåling samlet i en rapport med termobilleder, beregning af besparelsesmuligheder samt en prioriteret plan for en energirenovering af huset. Fra 3.500 + moms.

Hvad er en Blowerdoor test

En "Blower-door-test" forudsætter en speciel ventilator, der monteres i en yderdør. Styret af en computer skaber ventilatoren henholdsvis over- og undertryk for at kunne afsløre utætheder og et deraf følgende varmetab. Kravet i bygningsreglementet er en utæthed på maksimalt 1,5 l/s per kvadratmeter. Det er typisk i nybyggeri, man foretager blower-door-testen. I bygnings-reglement, der er trådt i kraft 1. februar 2008, pålægges kommunerne at lave stikprøver på fem procent af al nybyggeri. Som bygherrer kan det være en rigtig god kvalitetssikring at lave aftale med sit byggefirma om en blower-door-test og en termografering på et passende tidspunkt i byggeprocessen - som regel inden der er tapetseret og malet.

Få et tilbud, priser fra 2.500

