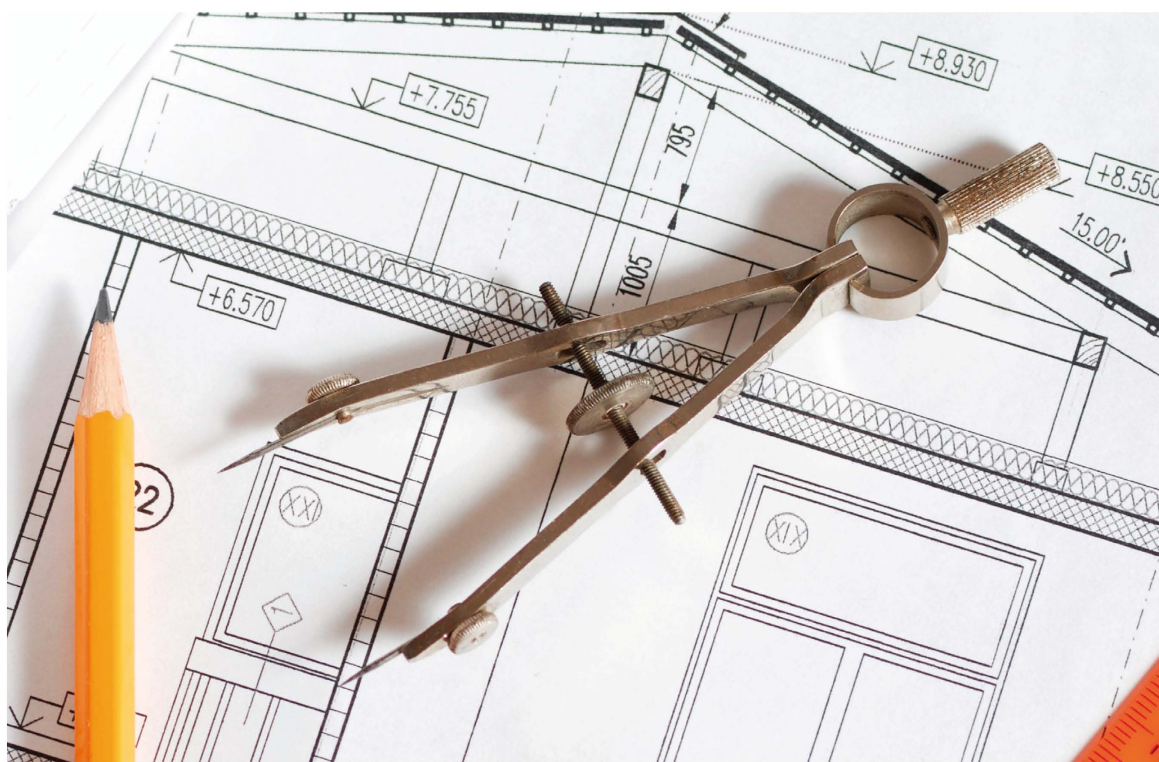


Konstruktionskatalog

Bygningsdele med Papiruld



Forord

Dette konstruktionskatalog er udarbejdet for at vise de mange muligheder ved isolering med Papiruld. Kataloget beskriver isolering af adskillige konstruktioner der overholder byggelovgivningen.

Foruden, de konstruktioner der er beskrevet i dette katalog, så findes der mange andre konstruktionstyper, hvor Papiruld også kan anvendes. Generelt, kan Papiruld anvendes i alle tørre konstruktioner.

Bygningsreglement 2018 (BR18) omfatter i dag 4 sektioner; **1) administrative bestemmelser, 2) tekniske bestemmelser, 3) øvrige bestemmelser og 4) regler om straf og ikrafttrædelse.**

Bygningsreglementet er fortsat funktionsbaseret. Reglementet har dog fået en ny struktur, hvor den idag kun består af krav. Der udgives dog separate tilhørende vejledninger til de enkelte funktionskrav.

Med den nye strukturændring i Bygningsreglementet, er der samtidig sket en afskaffelse af den tekniske byggesagsbehandling hos kommunen. Derudover indføres en ny certificeringsordning hvad angår konstruktions- og brandmæssige forhold. Ansvar ligger fremover hos den certificerede rådgiver.

Der kan dog indtil udgangen af 2019 søges byggetilladelse efter det hidtidige system (BR15) med teknisk byggesagsbehandling i kommunen.

Overgangsperioden for den nye certificeringsordning er ligeledes frem til d. 31. december 2019. Dvs. frem til d. 31. december 2019 er det praksis muligt for kommunen at fravælge certificeringsordningen.

Rent energimæssigt er der ikke sket de store ændringer i forhold til BR15. Energiramme for nybyggeri er uændret og bygningsklasse 2020 er fortsat en frivillig klasse.

Hillerød, august 2019
Papiruld Danmark A/S

Claus Skov
Adm. direktør

Indeks

Forord	1
PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD STANDARD	3
PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD HULMUR	4
PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD LYD	5
PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD ISO-LET	6
Tag	7
Gitterspærkonstruktion og saksespærkonstruktion.....	9
Paralleltag	10
Build up tag.....	13
Bjælkespær med Hanebånd	14
Efterisolering af loftkonstruktion samt gulv i skunke	15
Efterisolering af skunke, lodret.....	16
Ydervægge	17
Skeletkonstruktion med regnskærm	19
Skeletkonstruktion med regnskærm	20
Skeletkonstruktion med tung formur	21
Skeletkonstruktion med tung bagmur.....	23
Tung bagvæg med tung formur	25
Etageadskillelser	27
BD-etageadskillelse 30.....	29
BD-etageadskillelse 60.....	30
Efterisolering af træbjælkelag	31
BS-etageadskillelse 60	32
Dæk	33
Krybekælderdek.....	33
Krybekælderdek, efterisolering eksempel.....	34
Terrændæk, herunder kældergulve	35
Terrændæk, eksempel.....	35
Indervægge	36
Ikke bærende indervægge	37
BD-væg 30 bærende/ BD-væg 60 ikke bærende indervæg.....	39
BD-væg 60 bærende indervæg.....	40
Bilag A, Brandforhold iht. BR18	41
Bilag B, U-værdi og densitet	42
Bilag C, Væsentligste afsnit fra BR18	44
Bilag D, Vanddampperabilitet og luftstrømningsmodstand for Papiruld	59
Bilag E, luftlydisolation og trinlydniveau	62
Tung etageadskillelse.....	62

PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD STANDARD

Produktbeskrivelse

Papiruld Standard består af > 87 % dansk avisepapir og < 13 % mineralske salte, der tilsammen fungerer som imprægneringsmiddel mod brand.¹



Anvendelse

Papiruld Standard anvendes til isolering af både nybyggeri, efterisolering i eksisterende bygninger samt ved renoveringer. Papiruld Standard blæses ind hvor det skal bruges.

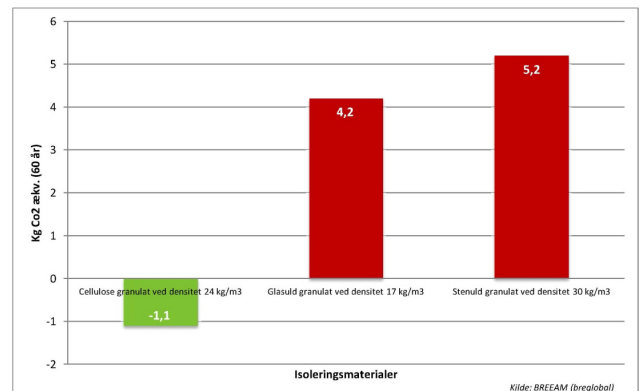
Opbevaring

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

Miljø fakta

Ifølge den britiske miljøcertificeringsordning, BREEAM², opstår der en deponering/opsparring af CO₂ i celluloseuld, i modsætning traditionel isolering, hvor der opstår CO₂-udledning:

Celluloseuld (24 kg/m ³)	-1,1 kg CO ₂ / FU
Glasuld (17 kg/m ³)	4,2 kg CO ₂ / FU
Stenuld (30 kg/m ³)	5,2 kg CO ₂ / FU ³



Deklaration

Da der endnu ikke er oprettet en EN-standard for papirisolering, deklareres og CE-mærkes Papiruld Standard i henhold til ETA-13/0623. Papiruld Standard overholder desuden EU kravene i Construction Product Directive. Dette direktiv sørger for at konstruktioner overholder kriterier for blandt andet brandsikkerhed, sundhed og miljø og varmeisolering.

Isoleringsevne deklareres til: λ (-design) for Papiruld Standard = 0,039 W/(mK)⁴

Brand

Papiruld Standard (≥ 40 kg/m³) er klassificeret i materiale klasse D-s2, d0, som sidestilles med klasse B materiale. Læs nærmere i bilag A.

¹ Sikkerhedsdatablad er tilgængelig på www.papiruld.dk.

² <http://www.bre.co.uk/greenguide>

³ Enheden FU betegnes som Kg CO₂ pr. FU (funktionel unit). FU = 1 m² isolering med termisk modstand (isolans) på 3 m²K/W.

⁴ Lambda målinger foretages af Teknologisk Institut

PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD HULMUR

Produktbeskrivelse

Papiruld Hulmur består af > 95,5 % dansk avisepapir og < 4,5 % mineralske salte, der tilsammen fungerer som imprægneringsmiddel mod brand.

Anvendelse

Papiruld Hulmur må kun anvendes i tunge ydervægge fx tung for- og bagmur af hhv. mursten eller beton. Papiruld Hulmur blæses ind i ydervæggen og kommer hurtigt og nemt ud i alle hjørner pga. fibrenes struktur. Dette giver en nemmere indblæsning gennem små huller i fugen og betyder samtidig, at der kommer mindre skade på facaden. Produktet kan anvendes i både eksisterende byggeri samt nybyggeri.



Opbevaring

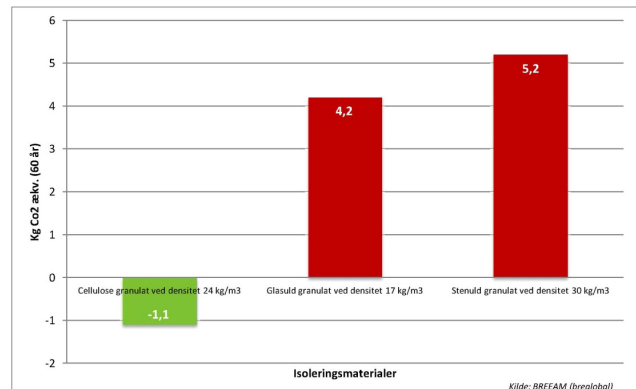
Papiruld Hulmur pakkes i firkantede sække med 15 kg.

Der stables 18 stk. på en palle, som er sikret med plast på toppen. Papiruld Hulmur kan derfor opbevares udenfor.

Miljø fakta

Ifølge den britiske miljøcertificeringsordning, BREEAM, opstår der en deponering/opsparring af CO₂ i celluloseuld, i modsætning traditionel isolering, hvor der opstår CO₂-udledning:

Celluloseuld (24 kg/m ³)	-1,1 kg CO ₂ / FU
Glasuld (17 kg/m ³)	4,2 kg CO ₂ / FU
Stenuld (30 kg/m ³)	5,2 kg CO ₂ / FU ⁵



Deklaration

Isoleringsevne deklarerer til: λ (-design) for Papiruld Hulmur = 0,039 W/(mK)⁶

Brand

Papiruld Hulmur klassificeres i brandklasse E/F. Produktet er udelukkende udviklet til brug i tunge ydervægge fx tung for- og bagmur af hhv. mursten eller beton, og må ikke bruges til andre konstruktioner.

⁵ Enheden FU betegnes som Kg CO₂ pr. FU (funktional unit). FU = 1 m² isolering med termisk modstand (isolans) på 3 m²K/W.

⁶ Lambda målinger foretages af Teknologisk Institut

PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD LYD

Produktbeskrivelse

Papiruld Lyd består af > 87 % dansk avisepapir og < 13 % mineralske salte, der tilsammen fungerer som imprægneringsmiddel mod brand.

Papiruld Lyd er sammensat på samme vis som Papiruld Standard, men der er sket en justering i cellulosefibreneres størrelse og form.



Anvendelse

Papiruld Lyd anvendes til isolering i skillevægge og etageadskillelser, både i nybyggeri, efterisolering i eksisterende bygninger samt ved renoveringer. Papiruld Lyd blæses ind i de lukkede konstruktioner.

Opbevaring

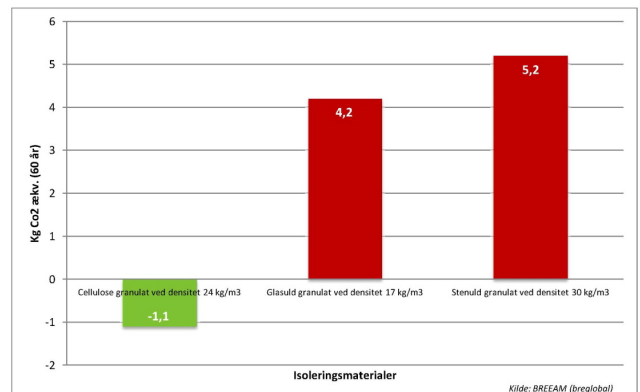
Papiruld Lyd pakkes i firkantede sække med 18 kg.

Der stables 18 stk. på en palle, som er sikret med plast på toppen. Papiruld Lyd kan derfor opbevares udenfor.

Miljø fakta

Ifølge den britiske miljøcertificeringsordning, BREEAM, opstår der en deponering/opsparring af CO₂ i celluloseuld, i modsætning traditionel isolering, hvor der opstår CO₂-udledning:

Celluloseuld (24 kg/m ³)	-1,1 kg CO ₂ / FU
Glasuld (17 kg/m ³)	4,2 kg CO ₂ / FU
Stenuld (30 kg/m ³)	5,2 kg CO ₂ / FU ⁷



Deklaration

Da der endnu ikke er oprettet en EN-standard for papirisolering, deklarerer og CE-mærkes Papiruld Lyd i henhold til ETA-13/0623. Papiruld Lyd overholder desuden EU kravene i Construction Product Directive. Dette direktiv sørger for at konstruktioner overholder kriterier for blandt andet brandsikkerhed, sundhed og miljø og varmeisolering.

Isoleringssevne deklarerer til: λ (-design) for Papiruld Lyd = 0,039 W/(mK)

Brand

Papiruld Lyd (≥ 40 kg/m³) er klassificeret i materiale klasse D-s2, d0, som sidestilles med klasse B materiale. Læs nærmere i bilag A.

Lyd

Papiruld Lyd overholder lydkrav til nybyggeri. Find DELTA rapporter på www.papiruld.dk.⁸

⁷ Enheden FU betegnes som Kg CO₂ pr. FU (funktional unit). FU = 1 m² isolering med termisk modstand (isolans) på 3 m²K/W.

⁸ Under menupunkt "Teknisk support" – "Dokumentation"

PRODUKTDATABLAD FOR PAPIRULD ISO-LET

Produktbeskrivelse

Papiruld Iso-Let består af > 87 % dansk avisepapir og < 13 % mineralske salte, der tilsammen fungerer som imprægneringsmiddel mod brand.



Anvendelse

Papiruld Iso-Let anvendes til isolering af åbne konstruktioner fx loft, skunk og gulv. Papiruld Iso-Let kan udlægges uden brug af maskine.

Opbevaring

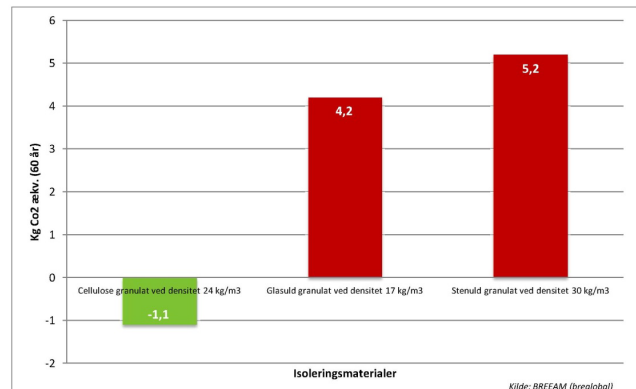
Papiruld Iso-Let pakkes i firkantede sække med 10 kg.

Der stables 15 stk. på en palle, som er sikret med plast på toppen. Papiruld kan derfor opbevares udenfor.

Miljø fakta

Ifølge den britiske miljøcertificeringsordning, BREEAM, opstår der en deponering/opsparring af CO₂ i celluloseuld, i modsætning traditionel isolering, hvor der opstår CO₂-udledning:

Celluloseuld (24 kg/m ³)	-1,1 kg CO ₂ / FU
Glasuld (17 kg/m ³)	4,2 kg CO ₂ / FU
Stenuld (30 kg/m ³)	5,2 kg CO ₂ / FU ⁹



Deklaration

Da der endnu ikke er oprettet en EN-standard for papirisolering, deklarerer og CE-mærkes Papiruld Iso-Let i henhold til ETA-13/0623. Papiruld Lyd overholder desuden EU kravene i Construction Product Directive. Dette direktiv sørger for at konstruktioner overholder kriterier for blandt andet brandsikkerhed, sundhed og miljø og varmeisolering.

Isoleringsevne deklarerer til: λ (-design) for Papiruld Iso-Let = 0,039 W/(mK)¹⁰

Brand

Papiruld Iso-Let (≥ 40 kg/m³) er klassificeret i materiale klasse D-s2, d0, som sidestilles med klasse B materiale. Læs nærmere i bilag A.

⁹ Enheden FU betegnes som Kg CO₂ pr. FU (funktional unit). FU = 1 m² isolering med termisk modstand (isolans) på 3 m²K/W.

¹⁰ Lambda målinger foretages af Teknologisk Institut

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

Papiruld ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se nærmere i bilag A.

Papiruld skal holdes i en afstand på 100 mm fra skorstene, 300 mm fra vandrette røgrør, 225 mm fra lodrette røgrør, 225 mm fra røgrør i dimension $\text{Ø}80\text{-}100$ mm fra pillebrændeovn, 200 mm fra renselemme og 500 mm fra ildsteder (ved murede pejse og masseovne måles afstande fra ildstedets indvendige side).¹¹

I forbindelse med fastlæggelse af de præcise brandkrav skal bygningen indplaceres i en brandklasse.¹²

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 er baggrund for i lovgivningen.

Varmeisolering

Bygningsreglementets krav skal opfyldes enten ved overholdelse af specifikke krav til U-værdier og linjetab, eller der kan udføres en varmetabsramme- eller energirammeberegning. Ideen med beregningen er at det er muligt at isolere mindre et sted mod at isolere mere andre steder, opsætte solpaneler eller lignende.

Krav for U-værdi i nybyggeri er max. $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. For sommerhuse er kravet max. $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ og renovering/ombygning er kravet max. $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. For tilbygning som opvarmes til min. 15 grader er kravet max. $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.¹³

Anbefaling til isoleringstykkelser for efterisolering:

Standard: min. 300 mm isolering

Lavenergi: min. 400 mm isolering

¹¹ Bygningsreglement 2018, Brand (§ 82 - § 158), Vejledning afsnit 4.1

¹² Bygningsreglement 2018, Brandklasser (§ 490 - § 493)

¹³ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

Fugt

I forbindelse med renovering, samt ved andre konstruktioner uden helt tæt dampspærre må der ikke anvendes et diffusionstæt undertag (undtagen i kolde, ventileret uudnyttelige loftrum, læs nærmere under "Gitterspærkonstruktion").

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, hanebånd, vinduer, døre 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, vejledende 1/500 af det bebyggede areal og jævnt fordelt. I forbindelse med isolering/ efterisolering med Papiruld findes en særlig løsning der sikrer denne ventilation. Kontakt Papiruld Danmark A/S for nærmere oplysning.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 45 – 50 dB i et tag isoleret med Papiruld¹⁴.

Udførsel

Papiruld 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.

¹⁴ SBI anvisning 207

Gitterspærkonstruktion og saksespærkonstruktion

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

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

Udførelse

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

Forslag til isoleringstykkelser:

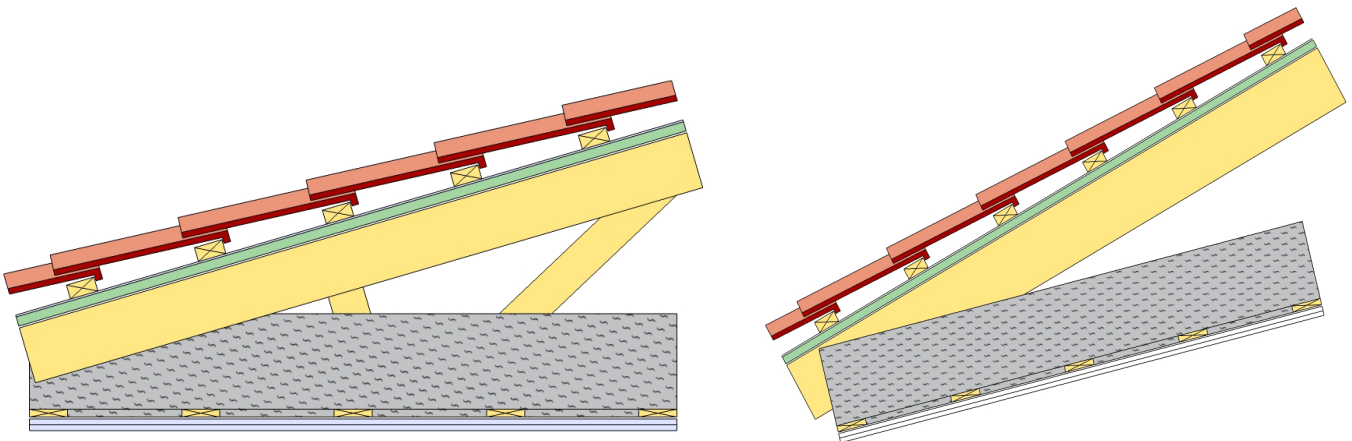
Standard: 345 mm + 21 mm = 0,12 W/m²K.

Lavenergi: 465 mm + 21 mm = 0,09 W/m²K.

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

Gitterspærloft/saksespær mod uudnytteligt loftrum, eksempel med gipsloft

350 + 21 mm Papiruld, U-værdi = 0,105 W/m²K



Taglægter 38 mm x 73 mm
 Imprægnerede skyllelister
 Diffusionsåbent undertag f.eks. 3,2 mm træfiberplade (Hunton/Huntonit)
 eller diffusionstæt undertag¹⁵
 350 mm Papiruld 35,5 kg/m³ klasse 39
 Spær 45 x min 95 mm c-c 900 mm
 Spredt forskalling 21 x 95 mm med c-c 300 mm
 2 lag 13 mm gipsplade (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

¹⁵ I kolde, ventilerede uudnyttelige loftrum, kan man også vælge at opsætte et diffusionstæt undertag.

Gitterspærloft/saksespær mod uudnytteligt loftrum, eksempel med profilbrædder¹⁶

350 + 21 mm Papiruld, U-værdi = 0,105 W/m²K

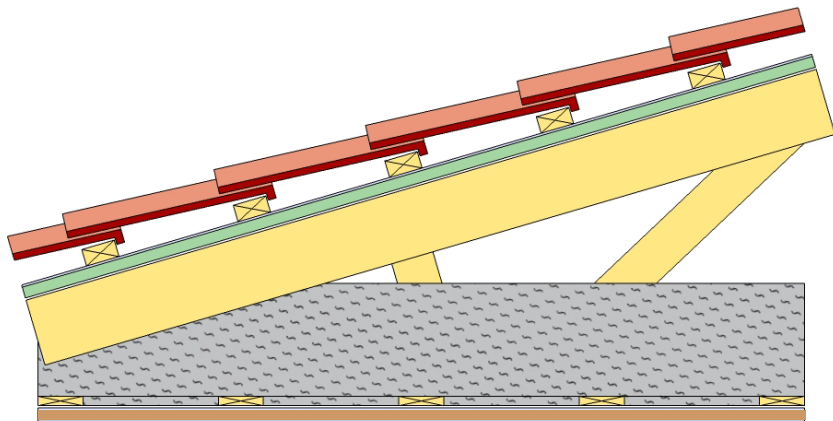


Fig. 1

- Taglægter 38 mm x 73 mm
- Imprægnerede skyllelister
- Diffusionsåbent undertag f.eks. 3,2 mm træfiberplade (Hunton/Huntonit) eller diffusionstæt undertag
- 350 mm Papiruld 41 kg/m³ klasse 39
- Spær 45 x min 95 mm c-c 900 mm
- Spredt forskalling 21 x 95 mm med c-c 300 mm
- 16 mm bræddebeklædning (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav).

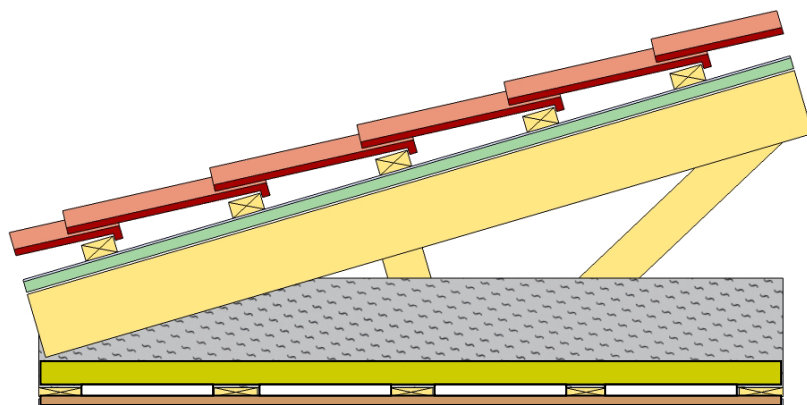


Fig. 2

- Taglægter 38 mm x 73 mm
- Imprægnerede skyllelister
- Diffusionsåbent undertag f.eks. 3,2 mm træfiberplade (Hunton/Huntonit) eller diffusionstæt undertag
- 350 mm Papiruld 35,5 kg/m³ klasse 39
- Spær 45 x min 95 mm c-c 900 mm
- 50 mm eksisterende klasse B/A isolering
- Spredt forskalling 21 x 95 mm med c-c 300 mm
- 16 mm bræddebeklædning (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav).

¹⁶ Ved installation af Papiruld direkte mod profilbrædder, skal den installerede densitet overholde min. 40 kg/m³. Se fig. 1. Hvis der udblæses ovenpå eksisterende isolering som er min. klasse B materiale i min. 50 mm isoleringstykkelse, må densiteten gerne ligge lavere end 40 kg/m³. Se figur 2. Disse forudsætninger gælder kun ved klasse 2 loftbeklædninger. Kontakt evt. Papiruld Danmark A/S for nærmere vejledning om indblæsning.

Paralleltag

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

Eksempel på en løsning med ventilationsnet

Papiruld blæses op imod et udspændt net således, at der opstår en ventilationsspalte imellem net og undertag.

Nettet fastholdes af klemlister mellem spærene sådan at der på oversiden af nettet etableres et hulrum til ventilation mellem net og undertag. Samtidig fastholder nettet Papiruld således, at isoleringen ikke rammer tagdækningen. Se fig. 3.

Kontakt Papiruld Danmark A/S for yderligere information og billedmateriale af den specifikke net-løsning med f.eks. TTE Stennet.

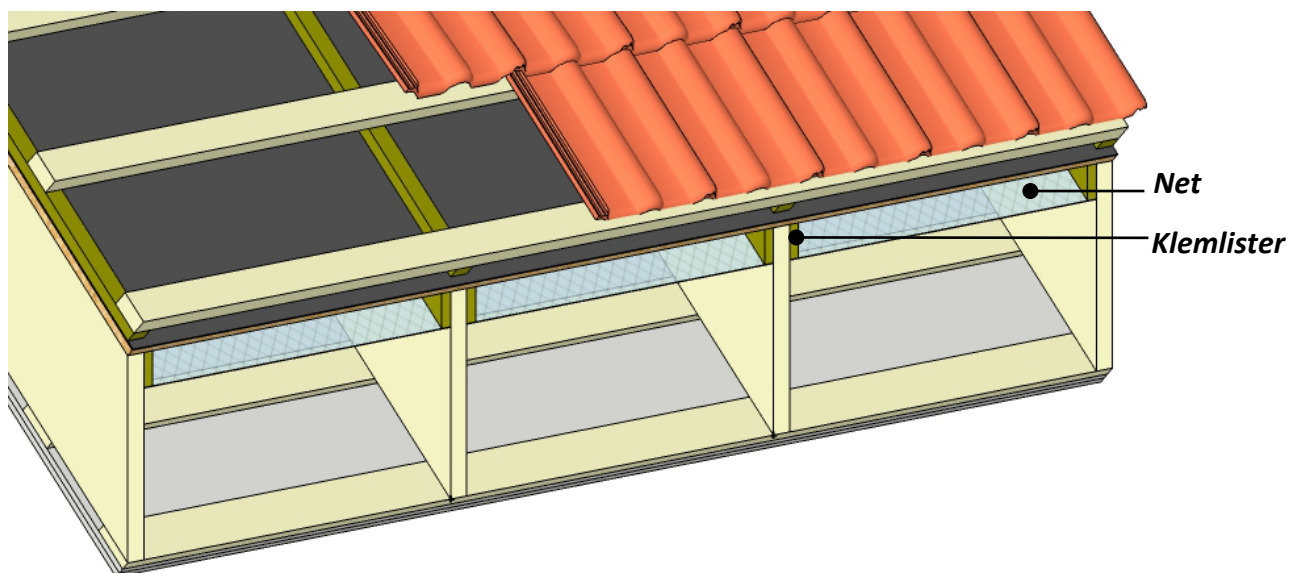


Fig. 3

Udførelse

Papiruld blæses ind i den færdige tagkonstruktion fra kip, tagfod eller gennem det første lag beklædning. Hullerne repareres efterfølgende således, at de fugt- og brandtekniske krav overholdes. Såfremt at undertaget er diffusionsåbent kan Papiruld isoleres helt op til undertaget.

Forslag til isoleringstykkelse:

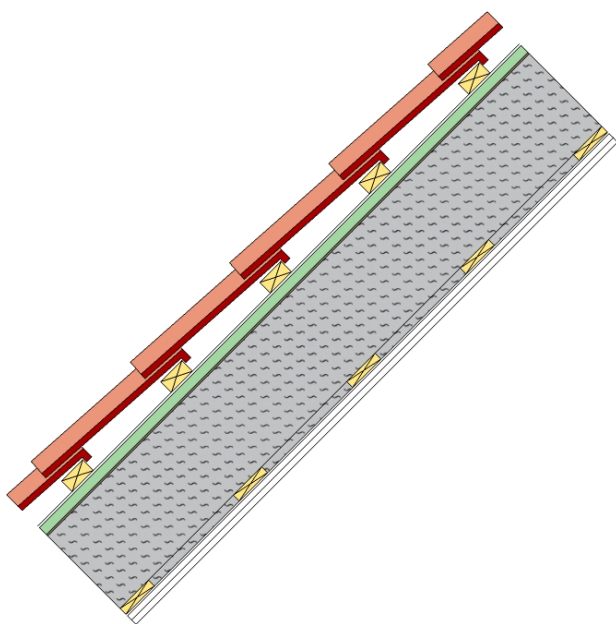
Standard: 345 mm + 21 mm = 0,107 W/m²K.

Lavenergi: 430 mm + 21 mm = 0,086 W/m²K.

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

Paralleltag, eksempel

350 mm +21 mm Papiruld, U-værdi = 0,105 W/m²K



Teglsten

Taglægter 38x73 mm

Imprægnerede skyllelister

Diffusionsåbent undertag f.eks.

3,2 mm træfiberplade (Hunton/Huntonit)

350 mm Papiruld 42 kg/m³ klasse 39

Spær 45 x 245 mm c-c 900 mm

Spredt forskalling 21 x 95 mm med c-c 300 mm

Loftbeklædning, f.eks. gipsplade (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

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. 1:40.¹⁷

Udførelse

Papiruld 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.

Der skal altid etableres en luftspalte mellem Papiruld og tagpap på fast underlag. Dette kan opnås ved at føre en firkantet alu-liste ind imellem hvert spærfag fra sternen, som rulles fra side til side. Der kan evt. anvendes en net-løsning, som er beskrevet under afsnit "Paralleltag".

Forslag til isoleringstykkelser:

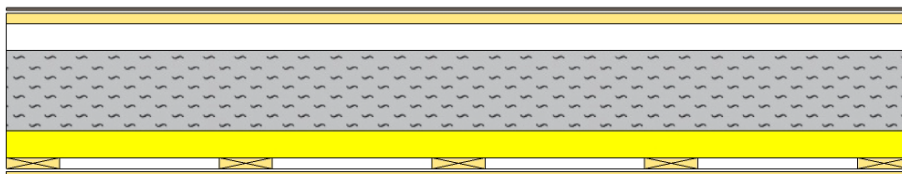
Standard: 250 mm + 21 mm = 0,144 W/m²K.

Lavenergi: 385 mm + 21 mm = 0,096 W/m²K.

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.

Paralleltag, efterisolering som "koldt tag" eksempel

50 mm mineraluld + 300 mm Papiruld, U-værdi = 0,11 W/m²K



Eksisterende tagpap

Eksisterende 21 brædder med not og fjer

50 mm udluftning

300 mm Papiruld 39,5 kg/m³ klasse 39

Eksisterende 50 mm mineraluld

Eksisterende spær 45 x 245 mm c-c 900 mm

Eksisterende spredt forskalling 21 x 95

Eksisterende listeloft (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

¹⁷ Bygningsreglement 2018: Fugt og vådrum, vejledning til § 334 - § 339, afsnit 1.4.

Bjælkespær med Hanebånd

Et hanebåndstag er her tænkt som et sadeltag med udnyttet tagetage i forbindelse med en efterisolering.

Brandforhold

Papiruld ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

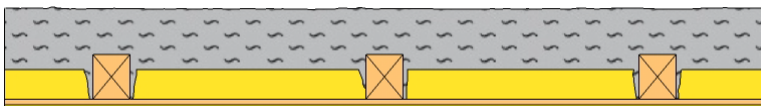
Udførelse

Den eksisterende isolering er typisk sammentrykket og det er ofte nødvendigt med en oprydning. Papiruld 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 og/eller ved kip. Der skal etableres en ny hævet gangbro.

Hanebåndsløft, efterisolering eksempel

U-værdi ved:	50 mm + 150 mm = 0,195 W/m ² K
	50 mm + 200 mm = 0,156 W/m ² K
	50 mm + 300 mm = 0,111 W/m ² K

50 mm mineraluld + 350 mm Papiruld, U-værdi = 0,098 W/m²K



350 mm Papiruld 41 kg/m³ klasse 39
 Eksisterende 50 mm mineraluld
 Eksisterende bærende bjælker 125 x 150c/c 900 mm
 Eksisterende 2 mm udspændt ståltråd
 Eksisterende 15 mm listeloft af træ (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

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

Papiruld ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

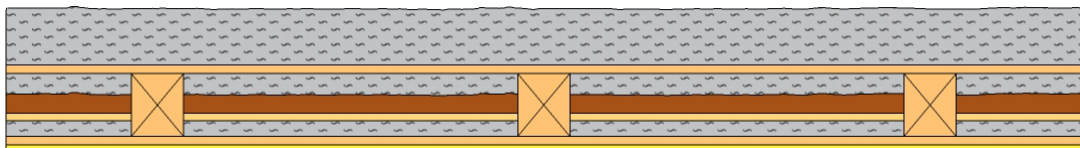
Udførelse

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

U- værdi ved:	150 mm = 0,26 W/m ² K
	200 mm = 0,195 W/m ² K
	300 mm = 0,13 W/m ² K

Efterisolering af loftkonstruktion samt gulv i skunke, eksempel

350 mm + 2x50 mm Papiruld, U-værdi = 0,087 W/m²K



350 mm Papiruld 41 kg/m³ klasse 39
 Eksisterende 21 mm gulvbrædder
 Papiruld 42 kg/m³ klasse 39
 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 300 mm
 Eksisterende rør og puds (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

Efterisolering af skunke, lodret

Brandforhold

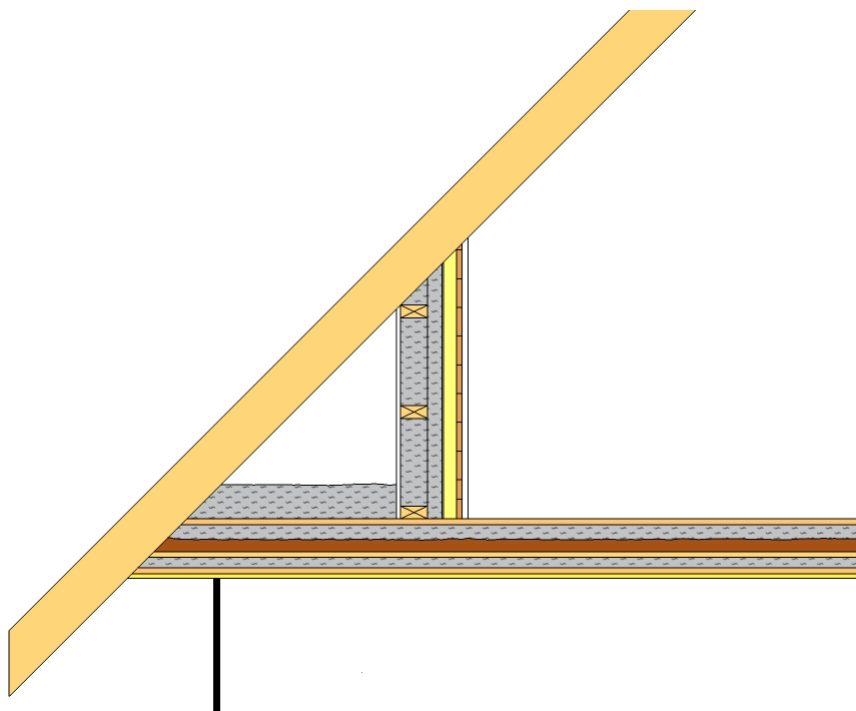
Papiruld ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Udførelse

Papiruld 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 + 200 mm Papiruld, U-værdi = $0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$



Eksisterende rør og puds eller træbeklædning.

Eksisterende forskalling 19 x 95 mm c/c

50 mm mineraluld

Eksisterende 50 x 100 stolpe

Papiruld 36 kg/m^3 klasse 39

Vandret lægtning 95 x 45c/c 600 mm

f.eks. 12,5 mm gips (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

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

Produkttype

Der skelnes mellem 2 produkter; Papiruld Standard og Papiruld Hulmur.

Brand

Papiruld Standard ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Papiruld Hulmur klassificeres i brandklasse E/F. Produktet er udelukkende udviklet til brug i tunge ydervægge fx tung for- og bagmur af hhv. mursten eller beton, og må ikke bruges til andre konstruktioner.

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.

Varmeisolering

Bygningsreglementets krav skal opfyldes enten ved overholdelse af specifikke krav til U-værdier og linjetab, eller der kan udføres en varmetabsramme- eller energirammeberegning. Ideen med beregningen er at det er muligt at isolere mindre et sted mod at isolere mere andre steder, opsætte solpaneler eller lignende.

Krav for U-værdi i nybyggeri er max. 0,30 W/m²K. For sommerhuse gælder max. 0,25 og i forbindelse med reovering max. 0,18 W/m²K. For tilbygning som er opvarmet til min. 15 grader gælder max. 0,15 W/m²K.¹⁸

Anbefaling til isoleringstykkelse efter efterisolering:

Standard: min. 200 mm isolering

Lavenergi: min. 300 mm isolering

Hulmur: 75 – 190 mm isolering i hulrum

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, vinduer, døre samt samlingen væg/loft samt væg/gulv (herunder radonsikring).

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 40 – 55 dB¹⁹.

Udførsel

Papiruld blæses ned i den færdige hulmur, hvor topremmen 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 Papiruld øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isolering. Se bilag B.

Ved hulmursisolering kan der indblæses gennem studsfulgerne, hvorefter hullerne repareres efterfølgende. Dette medfører at facaden stort har det samme udseende, som før efterisolering.

Fif

En tung bagmur forøger bygningens varme-akkumuleringsevne. Dette nedsætter varmemeforbruget væsentligt. I forbindelse med en let bagmur kan to kartongipsplader, 15 mm 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.

¹⁸ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

¹⁹ SBI anvisning 207.

Skeletkonstruktion med regnskærm

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, vinduer, døre samt samlingen væg/loft samt væg/gulv (herunder radonsikring).

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 40 – 45 dB²⁰.

Fif

I forbindelse med en let bagmur kan to kartongipsplader, 15 mm 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.

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

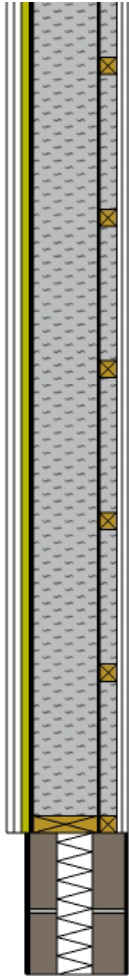
Galvaniserede søm arbejder sig ud af konstruktionen, vælg evt. blanke dykkere, hvilket også er mere miljøvenlige.

²⁰ SBI anvisning 207.

Skeletkonstruktion med regnskærm BD-væg 30 bærende

287 mm væg med 215 mm Papiruld, eksempel

U-værdi = 0,185



Regnskærm	"En på to" 19 x 170 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 39
Vandret stolpe	45 x 45 mm c-c 600 mm
Lodret stolpe	45 x 170 mm c-c 600 mm.
Indvendig beklædning	f.eks. 2 x 12,5 mm gipsplader (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

Fundament, husk krav til linjetab!

Skeletkonstruktion med tung formur

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, vinduer, døre 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 porebeton²¹

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 45 – 50 dB med bagmur i tegl eller letbeton²²

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 50 – 55 dB med bagmur i beton²³

Udførelse

Papiruld blæses ned i den færdige hulmur, hvor topremmen 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 Papiruld øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isoleringen. Se bilag B.

Fif

Formur kan være en 108 mm teglsten.

I forbindelse med en let bagmur kan to kartongipsplader, 15 mm 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.

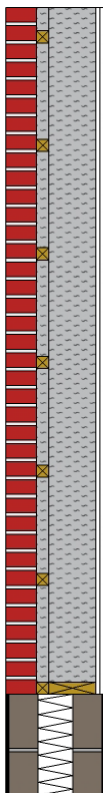
²¹ SBI anvisning 207.

²² SBI anvisning 207.

²³ SBI anvisning 207.

Skeletkonstruktion med tung formur, eksempel BD-væg 30 bærende

348 mm væg med 215 mm Papiruld, U-værdi = 0,185



Regnskærm	108 mm Mursten
Isoleringsmateriale	Papiruld 43,5 kg/m ³ klasse 39
Vandret stolpe	45 x 45 mm c-c 600 mm
Lodret stolpe	45 x 170 mm c-c 600 mm.
Indvendig beklædning	f.eks. 2 x 12,5 mm gipsplade, spartlet og overfladebehandlet

(se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

Fundament, husk krav til linjetab!

Skeletkonstruktion med tung bagmur

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 porebeton²⁴

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 45 – 50 dB med bagmur i tegl eller letbeton²⁵

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 50 – 55 dB med bagmur i beton²⁶

Udførelse

Papiruld blæses ned i den færdige hulmur, hvor topremmeren monteres lodret. Eller gennem huller skåret i den udvendige beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes. Ved større isoleringstykkelser skal densiteten på Papiruld øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isoleringen. Bagmur kan være en 108 mm teglsten, porebeton, letbeton eller beton.

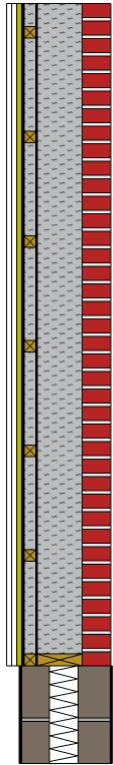
²⁴ SBI anvisning 207.

²⁵ SBI anvisning 207.

²⁶ SBI anvisning 207.

Skeletkonstruktion med tung bagmur, eksempel BD-væg 60 bærende

370 mm væg med 215 mm Papiruld, U-værdi = 0,185



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 39
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

Fugt/lufttætning

Den tunge bagvæg giver en god lufttætning. Der skal udvises en særlig opmærksomhed på lufttætningen i forbindelse med gennembrydninger f.eks. elinstallationer, vinduer døre, 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 dB²⁷.

Udførelse

Denne konstruktion er særlig aktuel i forbindelse med efterisolering. Papiruld blæses ind fra facaden. Som noget helt særligt kan Papiruld blæses ind gennem studsfugerne ved etablering af mindre og færre huller end hvis man normalt ville efterisolere med, som repareres efterfølgende. Dette medfører mindre indgreb på facaden og udseendet er stort det samme som inden efterisolering.

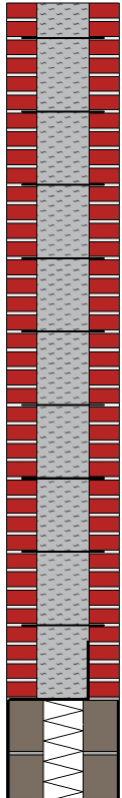
Ved nybyg blæses Papiruld ind i den færdige hulmur fra vinduesfalsen samt oppefra. Det er vigtigt, at der mures med helt fyldte fuger, at der ikke tabes mørtel ned i hulmuren under opmuringen samt at udkragende mørtelpølser undgås i hulrummet mellem for og bagmur.

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

²⁷ SBI anvisning 207.

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

406 mm væg med 190 mm, U-værdi = 0,185



Regnskærm	108 mm mursten.
Murbindere	Ifølge SBI 157
Isoleringsmateriale	Papiruld Hulmur 35 kg/m ³ klasse 39
Indvendig beklædning	108 mm mursten

Fundament, husk krav til linjetab!

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

Produkttype

Der skelnes mellem 2 produkter; Papiruld Standard og Papiruld Lyd.

Brandforhold

Papiruld Standard og Papiruld Lyd ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Papiruld skal holdes i en afstand på 100 mm fra skorstene, 300 mm fra vandrette røgrør, 225 mm fra lodrette røgrør, 225 mm fra røgrør i dimension $\text{Ø}80\text{-}100$ mm fra pillebrændeovn, 200 mm fra renselemme og 500 mm fra ildsteder (ved murede pejse og masseovne måles afstande fra ildstedets indvendige side).²⁸

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.

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 de præcise brandkrav skal bygningen indplaceres i en brandklasse.²⁹

²⁸ Bygningsreglement 2018, Brand (§ 82 - § 158), Vejledning afsnit 4.1

²⁹ Bygningsreglement 2018: Brandklasser (§ 490 - § 493)

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 nybyggeri.

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

Bygningsreglementets krav skal opfyldes enten ved overholdelse af specifikke krav til U-værdier og linjetab, eller der kan udføres en varmetabsramme- eller energirammeberegning. Ideen med beregningen er, at det er muligt at isolere mindre et sted mod at isolere mere andre steder, opsætte solpaneler eller lignende.

Krav for U-værdi i nybyggeri for etageadskillelse mod rum der er uopvarmede er 0,40 W/m²K, og ved etageadskillelser under gulve med gulvvarme mod rum der er opvarmede er kravet på max. 0,50 W/m²K. I forbindelse med renovering/ombygning er kravet til etageadskillelser mod uopvarmede rum en U-værdi på 0,40 W/m²K. For tilbygning er kravet til etageadskillelse mod uopvarmede rum på max. 0,40 W/m²K og for sommerhuse er kravet til etageadskillelse mod uopvarmede rum på max. 0,40 W/m²K.³⁰

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.

Lyd

Der stilles funktionskrav til det akustiske indeklima i Bygningsreglementet, hvor de forskellige kriterier samt bestemmelser for lydisolering mellem boliger (nybyggeri) er beskrevet i SBI anvisning 237. Der skelnes mellem lette og tunge etagedæk.

For Papiruld Standard viser laboratoriemåling³¹ en trinlydsdæmpning på $\Delta L_w = 20$ dB. Dette svarer til gulvgruppe 2, som forventes at overholde krav til luftlydisolation $R'_w \geq 55$ dB og trinlydsniveau $L'_{n,w} \leq 53$ dB, jf. SBI anvisning 237.

For Papiruld Lyd viser laboratoriemåling³² en trinlydsdæmpning på $\Delta L_w = 21$ dB. Dette svarer til gulvgruppe 2, som forventes at overholde krav til luftlydisolation $R'_w \geq 55$ dB og trinlydsniveau $L'_{n,w} \leq 53$ dB, jf. SBI anvisning 237.

Udførelse

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

Papiruld Lyd skal indblæses gennem huller i etagedækket for at sikre den rette komprimering og lyddæmpning.

³⁰ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

³¹ Laboratoriemåling er udført for en 97 mm høj gulvkonstruktion af DELTA.

³² Laboratoriemåling er udført for en 97 mm høj gulvkonstruktion af DELTA.

Kontakt Papiruld Danmark A/S for nærmere info.

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

Papiruld Standard og Papiruld Lyd ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Udførelse

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

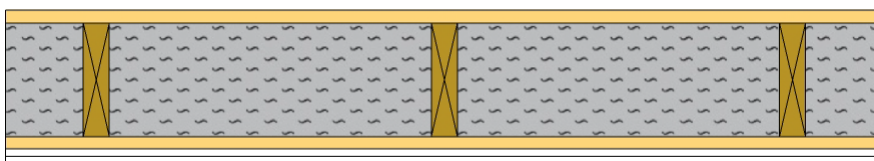
Papiruld Lyd skal indblæses gennem huller i etagedækket for at sikre den rette komprimering og lydæmpning.

Lyd

Det forventelige trinlydniveau vil blive dæmpet med svarende $L'_{n,w}$ på 4-6 dB, ved anvendelse af Papiruld Standard og 8-10 dB med Papiruld Lyd (195 mm), i forhold til en tom etageadskillelse, afdækket med et lag gips.³³ Ved anvendelse af 2 lag gips, kan der forventes en yderligere reduktion på 3 dB pr. ekstra gipsplade.³⁴

BD-etageadskillelse 30, eksempel

195 mm Papiruld, U-værdi = 0,20



22 mm gulvbrædder

Papiruld 38 kg/m³ eller Papiruld Lyd 70 kg/m³ klasse 39

Bærende bjælker 45 x 195 c/c 600 mm

Forskalling 22 x 95 mm c/c 300 mm

f.eks. gips 2 x 13 mm (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

³³ Set som et gennemsnit i hele frekvensområdet 50-5000 Hz. Feltnmålingen er gennemført af 3. part, Sound Invision i 2015.

³⁴ En gipsplade forventes give en reduktion på 3 dB. En fibergipsplade forventes at give en reduktion på 5 dB.

BD-etageadskillelse 60

Brandforhold

Papiruld Standard og Papiruld Lyd ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Udførelse

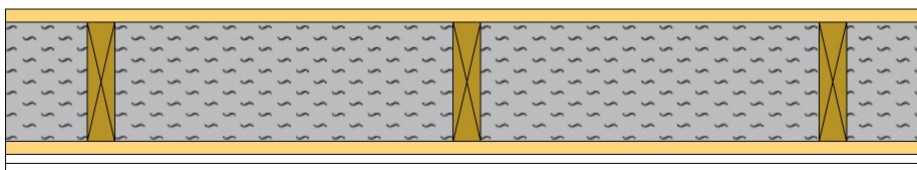
Papiruld Standard kan udlægges inden gulvet lægges eller blæses ind mellem bjælkerne, før de sidste gulvbrædder lægges.

Papiruld Lyd skal indblæses gennem huller i etagedækket for at sikre den rette komprimering og lyddæmpning.

Lyd

Det forventelige trinlydniveau vil blive dæmpet med svarende $L'_{n,w}$ på 4-6 dB, ved anvendelse af Papiruld Standard og 8-10 dB med Papiruld Lyd (195 mm), i forhold til en tom etageadskillelse, afdækket med et lag gips.³⁵ Ved anvendelse af 2 lag gips, kan der forventes en yderligere reduktion på 3 dB pr. ekstra gipsplade.³⁶

195 mm Papiruld, U-værdi = 0,20



22 mm gulvbrædder

Papiruld 38 kg/m^3 eller Papiruld Lyd 70 kg/m^3 klasse 39

Bærende bjælker 45 x 195 c/c 600 mm

Forskalling 21 x 95 mm c/c 300 mm

f.eks. 2 x 15 mm brandgipsplader (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

³⁵ Set som et gennemsnit i hele frekvensområdet 50-5000 Hz. Feltnmålingen er gennemført af 3. part, Sound Invision i 2015.

³⁶ En gipsplade forventes give en reduktion på 3 dB. En fibergipsplade forventes at give en reduktion på 5 dB.

Efterisolering af træbjælkelag

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

Papiruld Standard og Papiruld Lyd ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Udførsel

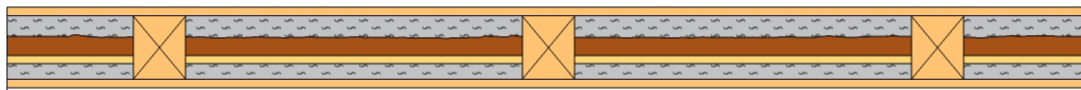
Papiruld blæses ind fra oven gennem et hul, først under lerindskud, efterfølgende over. Hulrummene udfyldes helt.

Lyd

Det forventelige trinlydniveau vil blive dæmpet med svarende til $L'n,w$ på 2-3 dB, ved anvendelse af Papiruld Standard og 4-5 dB med Papiruld Lyd (100 mm), i forhold til en tom etageadskillelse, afdækket med et lag gips.³⁷

Efterisolering af træbjælkelag, eksempel

100 mm Papiruld + lerindskud, U-værdi = 0.39



21 mm gulvbrædder

Papiruld 35 kg/m^3 eller Papiruld Lyd 70 kg/m^3 klasse 39

Bærende bjælker $125 \times 150 \text{ c/c } 900 \text{ mm}$

50 mm lerindskud

19 mm indskudsbrædder

Papiruld 35 kg/m^3 eller Papiruld Lyd 70 kg/m^3 klasse 39

Forskalling $19 \times 95 \text{ mm c/c } 300 \text{ mm}$

Rør og puds (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

³⁷ Set som et gennemsnit i hele frekvensområdet 50-5000 Hz.

BS-etageadskillelse 60

Denne konstruktion har været anvendt i forbindelse flere etageboligbyggerier.

Brandforhold

Papiruld Standard og Papiruld Lyd ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Udførelse

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

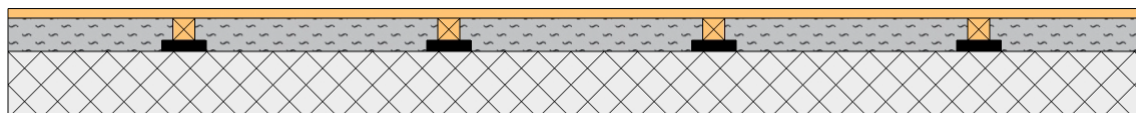
Papiruld Lyd skal indblæses gennem huller i etagedækket for at sikre den rette komprimering og lyddæmpning.

Lyd

Det forventelige trinlydniveau vil blive dæmpet med svarende til $L'_{n,w}$ på 1,5-2 dB, ved anvendelse af Papiruld Standard og 3-4 dB med Papiruld Lyd (75 mm), i forhold til en tom etageadskillelse³⁸.

BS-etageadskillelse 60, eksempel

75 mm Papiruld, U-værdi = 0.43



22 mm gulvbrædder

Papiruld 34 kg/m^3 eller Papiruld Lyd 70 kg/m^3 klasse 39

Opklodsede gulvstrøer 50 x 50 c/c 600 mm

F.eks. 150 mm betondæk eller 180 mm letbetondæk (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)

Se bilag E for forventelig luftlydisolation og trinlydniveau ved andre tykkelser og densiteter af betondæk isoleret med Papiruld Lyd.

³⁸ Set som et gennemsnit i hele frekvensområdet 50-5000 Hz.

Dæk

Introduktion

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

HUSK! Der er ingen krav i forbindelse med hverken brand eller lyd hvad angår krybekælder.

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

Papiruld er særligt interessant i forbindelse med efterisolering. Såfremt krybekælder har en højde på min. 600 mm, kan Papiruld påføres som wetspray nede fra. Denne metode sikrer samtidig den vigtige lufttætning.

Bygningsreglementets krav skal opfyldes enten ved overholdelse af specifikke krav til U-værdier og linjetab, eller der kan udføres en varmetabsramme- eller energirammeberegning. Ideen med beregningen er at det er muligt at isolere mindre et sted mod at isolere mere andre steder, opsætte solpaneler eller lignende.

Krav for U-værdi i nybyggeri for etageadskillelse over det fri/ventileret krybekælder ved nybyggeri er U-værdi på max. 0,20 W/m²K. For sommerhuse er kravet 0,15 W/m²K. Kravet for renovering/ombygning er max. 0,10 W/m²K og for tilbygning opvarmet til min. 15 grader gælder kravet på max. 0,10 W/m²K, mens ved opvarmning på mellem 5 og 15 grader gælder kravet max. 0,15 W/m²K.³⁹

Fugt

Krybekælder 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 opstigende radon samt en generel luft/fugttæthed. Gulvstrøer fugtsikres ved at isolere under disse med et uorganisk materiale. Se efterfølgende eksempel.

Udførelse

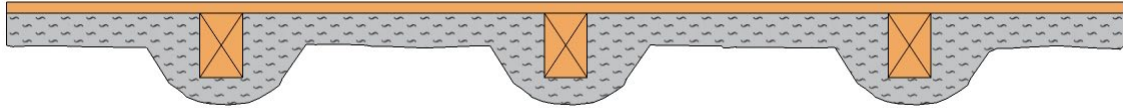
Papiruld blæses ind mellem bjælkerne, før gulvet lægges.

³⁹ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

Krybekælderdek, efterisolering eksempel

100 mm Papiruld, U-værdi 0,39

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 30 kg/m³ klasse 39

Terrændæk, herunder kældergulve

Varmeisolering

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

Bygningsreglementets krav skal opfyldes enten ved overholdelse af specifikke krav til U-værdier og linjetab, eller der kan udføres en varmetabsramme- eller energirammeberegning. Ideen med beregningen er at det er muligt at isolere mindre et sted mod at isolere mere andre steder, opsætte solpaneler eller lignende.

Krav for U-værdi i nybyggeri for kældergulve mod jord ved nybyggeri er en U-værdi på max. 0,20 W/m²K.

For sommerhuse max. 0,15 W/m²K og i forbindelse med renovering/ombygning max. 0,10 W/m²K. For tilbygning opvarmet til mindst 15 grader er kravet max. 0,10 W/m²K.⁴⁰

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, samt omkring alle gennembrydninger.

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

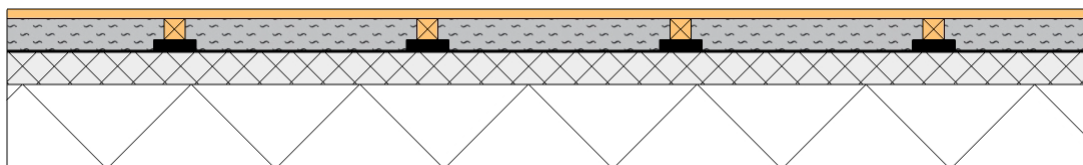
I modsat fald må tagnedløb efterses og der skal evt. etableres dræn.

Udførelse

Papiruld 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 39

50 x 50 mm opklodsede strøer

Fugtspærre 0,2mm PE folie

min. 80 mm beton med svindarmering

200 mm ThermiSol G Bolig klasse 41

⁴⁰ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

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.

Produkttype

Der skelnes mellem 2 produkter; Papiruld Standard og Papiruld Lyd.

Brandforhold

Papiruld Standard og Papiruld Lyd ($\geq 40 \text{ kg/m}^3$) opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

I forbindelse med fastlæggelse af de præcise brandkrav skal bygningen indplaceres i en brandklasse.⁴¹

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.

Varmeisolering

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

Bygningsreglementets krav skal opfyldes enten ved overholdelse af specifikke krav til U-værdier og linjetab, eller der kan udføres en varmetabsramme- eller energirammeberegning. Ideen med beregningen er at det er muligt at isolere mindre et sted mod at isolere mere andre steder, opsætte solpaneler eller lignende.

Krav for U-værdi i nybyggeri er max. $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. For sommerhuse og i forbindelse med renovering og tilbygninger er kravet ligeledes max. $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ⁴².

⁴¹ Bygningsreglement 2018: Brandklasser (§ 490 - § 493)

⁴² Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

Fugt

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

Lyd

Der stilles funktionskrav til det akustiske indeklima i Bygningsreglementet, hvor de forskellige kriterier samt bestemmelser for lydisolering mellem boliger (nybyggeri) er beskrevet i SBI anvisning 237. Der skelnes mellem enkelt og dobbeltvægge (lette/tunge).

For både Papiruld Standard og Papiruld Lyd viser laboratoriemåling⁴³ (dobbeltvæg) et reduktionstal for luftlyd på $R_w = 60$ dB. Dette overholder grænseværdien på $R'_w \geq 53$ dB for lette boligadskillende vægge.

Udførelse

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

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.

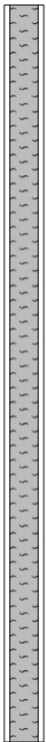
Ikke bærende indervægge**Lyd**

Det forventelige luftlydisolation (enkelt indvendig skillevæg) vil blive dæmpet med svarende til R'_w på 4-6 dB⁴⁴, både ved anvendelse af Papiruld Standard og Papiruld Lyd (95 mm), i forhold til en tom skillevæg.

Papiruld Lyd er dog mere effektiv i frekvensområdet 800-5000 Hz, hvor Papiruld Lyd reducerer op til 4 dB mere end Papiruld Standard.

⁴³ Laboratoriemåling er udført for en ca. 165 mm gipsvæg med dobbelte træregler af DELTA. Kontakt Papiruld Danmark A/S for nærmere info.

⁴⁴ Set som et gennemsnit i hele frekvensområdet 50-5000 Hz. Feltnmålingen er gennemført af 3. part, Sound Invision i 2015.

Ikke bærende indervæg, eksempel

Beklædning	F.eks. 1 lag 13 mm gips på begge sider (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)
Isoleringsmateriale	95 mm Papiruld 40 kg/m ³ eller Papiruld Lyd 70 kg/m ³ , klasse 39
Stolper	f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm
U-værdi	0,39 W/m ² K

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

Lyd

Det forventelige luftlydisolation (enkelt indvendig skillevæg) vil blive dæmpet med svarende til $R'w$ på 4-6 dB⁴⁵, både ved anvendelse af Papiruld Standard og Papiruld Lyd (95 mm), i forhold til en tom skillevæg.

Papiruld Lyd er dog mere effektiv i frekvensområdet 800-5000 Hz, hvor Papiruld Lyd reducerer op til 4 dB mere end Papiruld Standard.

Ved at montere et ekstra lag 13 mm gipsplade kan der forventes yderligere 3 dB reduktion pr. plade. Ved anvendelse af fibergipsplade kan der forventes en reduktion på 5 dB pr. plade.

Udførelse

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

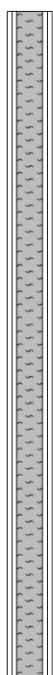
Brandforhold

For bærende indervægge skal der projekteres for hver enkelt sag. Kontakt derfor den certificeret brandrådgiver for vejledning til overholdelse af brandkrav.

Fif

Det yderste lag gips kan evt. substitueres med en klasse 2 beklædning på 13 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	f.eks. 2 x 13 mm gips på begge sider. (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)
Isoleringsmateriale	95 mm Papiruld 40 kg/m ³ eller Papiruld Lyd 70 kg/m ³ , klasse 39
Stolper	f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm
U-værdi	0,39 W/m ² K

⁴⁵ Set som et gennemsnit i hele frekvensområdet 50-5000 Hz. Feltnmålingen er gennemført af 3. part, Sound Invision i 2015.

BD-væg 60 bærende indervæg

Lyd

Det forventelige luftlydisolation (enkelt indvendig skillevæg) vil blive dæmpet med svarende til $R'w$ på 4-6 dB⁴⁶, både ved anvendelse af Papiruld Standard og Papiruld Lyd (95 mm), i forhold til en tom skillevæg.

Papiruld Lyd er dog mere effektiv i frekvensområdet 800-5000 Hz, hvor Papiruld Lyd reducerer op til 4 dB mere end Papiruld Standard.

Ved at montere et ekstra lag 13 mm gipsplade kan der forventes yderligere 3 dB reduktion pr. plade. Ved anvendelse af fibergipsplade kan der forventes en reduktion på 5 dB pr. plade.

Udførelse

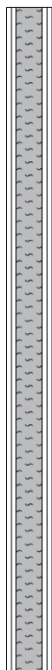
Papiruld blæses ind i den færdige skillevæg gennem huller skåret i det første lag beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at brandtekniske krav overholdes. Ved større isoleringstykkelser skal densiteten på Papiruld øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isolering.

Brandforhold

For bærende indervægge skal der projekteres for hver enkelt sag. Kontakt derfor den certificeret brandrådgiver for vejledning til overholdelse af brandkrav.

Fif

Det yderste lag gips kan evt. substitueres med en klasse 2 beklædning på 13 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	f.eks. 2 x 15 mm brandgips på begge sider. (se evt. bilag A for gældende beklædningskrav)
Isoleringsmateriale	95 mm Papiruld 40 kg/m ³ eller Papiruld Lyd 70 kg/m ³ , klasse 39
Stolper	f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm
U-værdi	0,39 W/m ² K

⁴⁶ Set som et gennemsnit i hele frekvensområdet 50-5000 Hz. Feltmålingen er gennemført af 3. part, Sound Invision i 2015.

Bilag A, Brandforhold iht. BR18

Krav i BR18

§ 87 – Materialer, konstruktioner og bygningsdele

Materialer, konstruktioner og bygningsdele, der skal bidrage til bygningens brandsikkerhed, skal anvendes og udføres under hensyn til deres brandmæssige egenskaber som varmeudvikling, flammespredning, røgproduktion, produktion af brændende dråber og partikler, nedfald af dele samt brandmodstandsevne og bæreevne.

Krav iht. præaccepteret eksempler

Opdeling af isoleringsmaterialer iht. brand

- Isoleringsmateriale mindst materiale klasse A2-s1, d0 [ubrændbart materiale]
 - Kan anvendes uden begrænsninger og skal anvendes i bygninger med gulv i øverste etage mere end 22 m fra terræn.
- Isoleringsmateriale mindst materiale klasse B-s1, d0 [klasse A materiale]
 - Kan anvendes uden begrænsninger, dog ikke i bygninger med gulv i øverste etage mere end 22 m fra terræn.
- Isoleringsmateriale mindst materiale klasse D-s2, d2 [klasse B materiale]
 - Kan anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng gælder for alle andre materialer, under hensyn til bygningens højde, bærende konstruktioner, brandmæssige adskillelser og anvendelse af bygningsdele.
- Isoleringsmateriale ringere end materiale klasse D-s2, d2 [klasse B materiale] E/F

Papiruld Standard/Lyd/Iso-Let i en densitet på $\geq 40 \text{ kg/m}^3$ opfylder kravene til materiale klasse D-s2, d0 [klasse B materiale], og kan derfor anvendes med de begrænsninger, der i den konkrete sammenhæng gælder for alle andre materialer.

Konkrete vurderinger

Isoleringsmaterialer

For isolering i materiale klasse C-s2, d0 eller D-s2, d0, bør isoleringsmateriale kunne anvendes som værende D-s2, d2 iht. præaccepteret løsninger. Dog vil man kunne se på hvilke forhold der giver mening for et isoleringsmateriale i den klasse.

En certificeret rådgivers muligheder til vurdering:

- Komparativanalyser
- Regne på brandmodstandsevne m.m. af bygningsdelen (f.eks. Eurocode)
- Brandafprøvning
 - Klassifikations brandafprøvninger
 - Projektspecifikke ad hoc brandafprøvninger

Bilag B, U-værdi og densitet

Loft	U-værdi	densitet	Kg/m ²
100 mm	0,390	31	3,10
150 mm	0,260	31,5	4,73
200 mm	0,195	32	6,40
250 mm	0,156	32,5	8,13
300 mm	0,130	33	9,90
350 mm	0,111	34	11,90
400 mm	0,098	35	14,00

Etageadskillelse/ Skråtag	U-værdi	densitet	Kg/m ²
50 mm	0,780	33	1,65
100 mm	0,390	35	3,50
150 mm	0,260	36,5	5,48
200 mm	0,195	38	7,60
250 mm	0,156	39,5	9,88
300 mm	0,130	41	12,30
350 mm	0,111	42	14,70
400 mm	0,098	43	17,20

Skillevægge	U-værdi	densitet	Kg/m ²
50 mm	0,780	38	1,90
75 mm	0,520	39	2,93
100 mm	0,390	40	4,00

Hulmur – PU standard	U-værdi	densitet	Kg/m ²
70 mm	0,557	39	2,73
90 mm	0,433	40	3,60
125 mm	0,312	41	5,13
150 mm	0,260	42	6,30
190 mm	0,205	43	8,17
200 mm	0,195	44	8,80
250 mm	0,156	45,5	11,38

Hulmur – PU HULMUR	U-værdi	densitet	Kg/m ²
70 mm	0,557	30	2,10
90 mm	0,433	31,5	2,84
125 mm	0,312	33	4,13
150 mm	0,260	34,5	5,18
200 mm	0,195	35	7,00
250 mm	0,156	35,5	8,88

Lette Ydervægge	U-værdi	densitet	Kg/m ²
100 mm	0,390	42	4,00
150 mm	0,260	43,5	6,23
200 mm	0,195	45	8,60
250 mm	0,156	46,5	11,13
300 mm	0,130	48	13,80

Spray – skunkvægge	U-værdi	densitet	Kg/m ²
50 mm	0,780	30	1,50
75 mm	0,520	31	2,33
100 mm	0,390	32	3,20

Spray – krybekælder	U-værdi	densitet	Kg/m ²
100 mm	0,390	30	3,00

Build up tag	U-værdi	densitet	Kg/m ²
100 mm	0,390	34	3,40
200 mm	0,195	35	7,00
300 mm	0,130	36,5	10,95
400 mm	0,098	38,5	15,40
450 mm	0,087	40	18,00

Bilag C, Væsentligste afsnit fra BR18⁴⁷

Energiforbrug

§ 250

Bygninger skal projekteres, udføres, ombygges og vedligeholdes, så unødvendigt energiforbrug til opvarmning, varmt vand, køling, ventilation og belysning undgås, under hensyn til bygningernes anvendelse og omfang af byggearbejdet.

§ 251

Bygninger skal projekteres, udføres, ombygges og vedligeholdes, så energibehovet ved beregning ikke overstiger energirammen, der omfatter bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning. Tilført energi fra forskellige energiforsyningsformer sammenvejes ved brug af energifaktorerne i §§ 252 og 253. Eftervisning skal ske på grundlag af *SBi-anvisning 213 Bygningers energibehov*.

Stk. 2. For tilbygninger, ændret anvendelse, ombygninger, midlertidige flytbare pavilloner og sommerhuse kan bestemmelserne i §§ 267-292 anvendes som alternativ til energirammen.

§ 252

I bygninger skal der ved beregning af det samlede tilførte energibehov ske en vægtning af de enkelte forsyningsformer. Der anvendes følgende faktorer:

- 1) 2,5 for el.
- 2) 0,80 for fjernvarme. Fjernvarmefaktoren er 1,0 ved brug af renoveringsklasserne.
- 3) For andre former for varme benyttes en faktor på 1,0 og den relevante nyttevirkning.

Anvendelse af faktorer ved Bygningsklasse 2020

§ 477

I bygningsklasse 2020-bygninger skal der ved beregning af det samlede tilførte energiforbrug ske en vægtning af de enkelte forsyningsformer. Der anvendes følgende faktorer:

- 1) 1,8 for el.
- 2) 0,60 for fjernvarme.
- 3) For andre former for varme benyttes en faktor på 1,0 og den relevante nyttevirkning.

⁴⁷ <http://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/Krav>

Stk. 2. Ved tilslutning af ny bygning til en eksisterende kedel, som også forsyner eksisterende bygninger, anvendes en faktor på 1,0. For udnyttelse af spildvarme fra produktionsanlæg eller lignende benyttes fjernvarmefaktoren.

§ 253

Ved tilslutning af en ny bygning til en eksisterende kedel, som også forsyner eksisterende bygninger, anvendes en faktor på 1,0. For udnyttelse af spildvarme fra produktionsanlæg eller lignende benyttes fjernvarmefaktoren.

§ 254

For følgende rum eller bygninger gælder:

- 1) Bygningsdele, som omgrænser rum, der får tilført spildvarme, f.eks. kedelcentraler og bagerier, skal isoleres svarende til anvendelsen.
- 2) Bygningsdele, som omgrænser rum, der ikke eller kun kortvarigt opvarmes til over 5 °C, skal isoleres svarende til anvendelsen.
- 3) Uopvarmede bygninger eller bygninger opvarmet til under 5 °C skal ikke overholde krav til varmeisolering.

§ 255

Bygninger og bygningsdele, herunder vinduer og døre, skal projekteres og udføres, så varmetabet ikke forøges væsentligt som følge af:

- 1) Fugt i konstruktioner.
- 2) Utilsigtet luftgennemgang gennem indgangspartier i f.eks. butikker, kontorer og hoteller.
- 3) Utilsigtet luftgennemgang gennem bygningsdele, f.eks. varmeisolering, der udsættes for vindpåvirkning.
- 4) Kuldebroer.

§ 256

For energiberegninger gælder følgende beregningsforudsætninger:

- 1) Ved beregning af transmissionsarealer, transmissionstab og varmetabsramme skal *DS 418 Beregning af bygningers varmetab* benyttes.
- 2) Den energimæssige virkning af kuldebroer skal medtages ved dokumentation af U-værdier for de enkelte bygningsdele.
- 3) Ved det opvarmede etageareal forstås i kapitel 11 det samlede etageareal af de etager eller dele heraf, der er opvarmede. Det opvarmede etageareal kan kun omfatte rum, der er indeholdt i bygningens etageareal.

4) Procesenergi indgår ikke i beregningen af bygningers energibehov.

§ 259 – Energirammer for boliger, kollegier, hoteller og lign.

For boliger, kollegier, hoteller og lignende bygninger må bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand pr. m² opvarmet etageareal højst være 30,0 kWh/m² pr. år tillagt 1.000 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal.

§ 260 – Energirammer for andre bygninger end boliger

For andre bygninger end boliger, der ikke er omfattet af § 259, må bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning pr. m² opvarmet etageareal højst være 41,0 kWh/m² pr. år tillagt 1.000 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal.

Stk. 2. For andre bygninger end boliger, der ikke er omfattet af § 259, opvarmet til mellem 5,0 og 15,0 °C gennemføres beregningen med 15 °C som rumtemperatur.

Stk. 3. For andre bygninger end boliger, der ikke er omfattet af § 259, eller bygningsafsnit heri med behov for et højt belysningsniveau, ekstra ventilation, et stort forbrug af varmt brugsvand eller lang benyttelsestid eller bygninger med stor rumhøjde, forhøjes energirammen med et tillæg, der modsvarer det beregnede energiforbrug hertil. Tillægget skal beregnes i henhold til *SBI-anvisning 213 Bygningers energibehov*.

Energiramme for Bygningsklasse 2020

§ 473

For at kunne klassificere bygningen som bygningsklasse 2020, som er en frivillig lavenergiklasse, skal kravene i dette kapitel overholdes. De øvrige krav i kapitel 11 i Bygningsreglementet skal ligeledes overholdes.

§ 474

Boliger, kollegier, hoteller og lignende kan klassificeres som bygningsklasse 2020, når bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand pr. m² opvarmet etageareal ikke overstiger 20,0 kWh/m² pr. år.

§ 475

Andre bygninger end boliger, der ikke er omfattet af § 474, kan klassificeres som bygningsklasse 2020, når det samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning pr. m² opvarmet etageareal ikke overstiger 25,0 kWh/m² pr. år.

Stk. 2. For bygninger eller bygningsafsnit i bygningsklasse 2020 med behov, f.eks. et højt belysningsniveau, ekstra meget ventilation, et stort forbrug af varmt brugsvand, eller lang benyttelsestid eller bygninger med stor rumhøjde forhøjes energirammen med et tillæg, der modsvarer det beregnede energiforbrug hertil. Tillægget skal beregnes i henhold til *SBI 213 Bygningers energibehov*.

Krav ved brug af energiramme

§ 261

I bygninger med blandet anvendelse, der kan henføres til forskellige energirammer, opdeles bygningens samlede opvarmede etageareal i bygningsafsnit med samme anvendelse. Ved fastlæggelse af energirammen for hele bygningen anvendes denne opdeling.

§ 262

For bygninger med blandet anvendelse, hvor hovedanvendelsen udgør mindst 80 pct. af det samlede etageareal, regnes anvendelsen helt som hovedanvendelsen.

Lufttæthedsprøvning

§ 263

Volumenstrømmen gennem utætheder i klimaskærmen i nye bygninger opvarmet til 15 °C eller mere må ikke overstige 1,0 l/s pr. m² opvarmet etageareal ved en trykforskel på 50 Pa.

Stk. 2. For bygninger med høje rum, hvor klimaskærmens overflade divideret med etagearealet er større end 3, kan krav om, at volumenstrømmen gennem utætheder ikke overstiger 0,3 l/s pr. m² klimaskærm benyttes som alternativ til § 263, stk. 1.

Stk. 3. Dokumentation af utætheder i klimaskærmen kan ske ved trykprøvning af bygningen eller repræsentative dele af større bygninger.

Stk. 4. For etagearealer, hvor der foretages trykprøvning af volumenstrømmen gennem utætheder, kan prøvningsresultatet anvendes ved beregning af energibehovet for disse arealer. Foreligger dokumentation heraf ikke, benyttes 1,5 l/s pr. m² ved 50 Pa.

Stk. 5. Trykprøvning af volumenstrømmen gennem utætheder i klimaskærmen skal ske på grundlag af Metode 3 i DS/EN ISO 9972 Bygningers termiske ydeevne - Bestemmelse af luftgennemtrængelighed i bygninger - Prøvningsmetode med overtryk skabt af ventilator. Håndtering af åbninger i klimaskærmen ved trykprøvning fremgår af Bygningsreglementets vejledning om energiforbrug. Resultatet af trykprøvningen udtrykkes ved gennemsnittet af måling ved over- og undertryk.

Lufttæthedsprøvning for bygningsklasse 2020

§ 481

Volumenstrømmen gennem utætheder i klimaskærmen i nye bygninger opvarmet til 15 °C eller mere må ikke overstige 0,5 l/s pr. m² opvarmet etageareal ved en trykforskel på 50 Pa.

Stk. 2. For bygninger med høje rum, hvor klimaskærmens overflade divideret med etagearealet er større end 3, må volumenstrømmen gennem utætheder ikke overstige

0,15 l/s pr. m² klimaskærm.

Stk. 3. Kravet kan dokumenteres ved at foretage trykprøvning af bygningen eller repræsentative dele af større bygninger.

§ 482

For etagearealer, hvor der foretages trykprøvning af volumenstrømmen gennem utætheder, kan prøvningsresultatet anvendes ved beregning af energibehovet for disse arealer. Foreligger dokumentation ikke, benyttes 1,5 l/s pr. m² ved 50 Pa.

Stk. 2. Trykprøvning skal gennemføres i henhold til § 263, stk. 5.

Transmissionstab

§ 264

Nybyggeri, der er omfattet af bestemmelserne i §§ 259 og 260, skal udføres, så det dimensionerende transmissionstab pr. m² klimaskærm ikke overstiger 4,0 W, når bygningen er i én etage, 5,0 W, når bygningen er i 2 etager, og 6,0 W, når bygningen er i 3 etager eller mere. Arealet af vinduer, ovenlys, glastage, glasydervægge og døre og transmissionstabet gennem disse medtages ikke i beregningen. Dog indgår varmetabet gennem isolerede partier i vinduer, ovenlys, glastage og glasydervægge i det dimensionerende transmissionstab.

Transmissionstab for bygningsklasse 2020

§ 476

Bygninger, der er omfattet af §§ 474 eller 475, skal udføres, så det dimensionerende transmissionstab pr. m² klimaskærm ikke overstiger 3,7 W, når bygningen er i én etage, 4,7 W, når bygningen er i 2 etager og 5,7 W, når bygningen er i 3 etager eller mere. Arealet af vinduer og døre og transmissionstabet gennem disse medtages ikke i beregningen.

§ 265

Anlæg til vedvarende energi (VE)⁴⁸ på bygninger eller i forbindelse med bygninger kan indregnes i energirammeberegningen for den pågældende bygning. Etableres en ny bebyggelse med et fælles VE-anlæg til forsyning af bebyggelsen, kan dette indregnes i energirammeberegningen under forudsætning af, at det er etableret til energiforsyning af den konkrete bebyggelse, og at det er placeret i nærheden af bygningen.

Stk. 2. For alle bygninger kan der højst medregnes elproduktion fra vedvarende energianlæg som solceller og vindmøller svarende til en reduktion af behovet for tilført energi på 25 kWh/m² pr år i energirammen.

⁴⁸ Med vedvarende energi forstås energi fra vedvarende ikke-fossile kilder i form af bl.a. vindkraft, solenergi, varmepumper, vandkraft, biomasse, lossepladsgas, gas fra spildevandsanlæg biogas og bioolie, jf. Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0 Bygningsopvarmning. Der er dog nogle undtagelser, læs mere i Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0, 8.1, 8.2 og 8.3.

§ 266

For opvarmede eller delvist opvarmede kældre, der ikke indgår i etagearealet, indregnes 50 pct. af kælderarealet i energirammen. For uopvarmede kældre er der ikke et arealtillæg.

Energiforbrug**§ 267**

Ved ændret anvendelse af en bygning eller dele af en bygning, der indebærer et væsentligt større energiforbrug, kan energikravene overholdes ved at benytte energirammen i §§ 259-266 eller ved at følge kravene til U-værdi i § 268.

§ 268

Bygningsdele omkring rum, der opvarmes, skal udføres med varmetabskoefficienter, der modsvarer den temperatur, rummene er opvarmet til i bilag 2, tabel 2. Vinduer, glasydervægge, døre, glastage og ovenlysvinduer skal leve op til kravene i §§ 257 og 258.

§ 269

Ved ændret anvendelse af en bygning eller dele af en bygning kan byggetekniske forhold indebære, at § 268 ikke fuldt ud kan opfyldes. I det tilfælde skal den manglende ydeevne erstattes af andre energimæssige løsninger, der kompenserer herfor.

§ 270

Bygningsmæssige ændringer skal overholde kravene i § 268. Ændringer, der indebærer et forøget energiforbrug, kan gennemføres, hvis der udføres tilsvarende kompenserende energibesparelser.

Energikrav ved tilbygninger**§ 271**

Tilbygninger skal projekteres og udføres, så energibehovet ved beregning ikke overstiger energirammen. Benyttes energirammen for tilbygninger, gælder energirammen kun for tilbygningen. Størrelsen af energirammen for tilbygningen beregnes på grundlag af arealet af den samlede bygning. Alternativt kan kravene overholdes ved at overholde U-værdierne i § 268 eller varmetabsrammen i § 272. Det er en betingelse for anvendelse af U-værdierne i § 268, at det samlede areal af yderdøre og vinduer, herunder ovenlysvinduer, ovenlyskupler, glasydervægge og glastage ikke overstiger 22 pct. af det opvarmede etageareal.

§ 272

Tilbygninger må benytte varmetabsrammen, hvis tilbygningens varmetab ikke derved bliver større, end hvis U-værdikravene i § 268 var opfyldt.

Stk. 2. Varmetabsrammen omfatter i denne sammenhæng kun tilbygningen. Dog kan 50 pct. af det tidligere varmetab gennem den del af facaden på den eksisterende bygning, der bliver dækket af tilbygningen, medregnes i varmetabsrammen.

§ 273

Vinduer i tilbygningen kan i varmetabsrammen indregnes som de reelle vinduer eller vinduer med U-værdi på 1,2 W/m²K. De reelle vinduer skal benyttes i beregningen af de reelle forhold.

Energikrav ved ombygninger og udskiftninger af bygningsdele

§ 274

Ved ombygninger skal energibesparelser gennemføres i det omfang, de er rentable, og ikke medfører risiko for fugtskader. Energikravene ved ombygning kan enten overholdes ved at overholde kravene til alle berørte bygningsdele i § 279 eller ved at følge renoveringsklasserne for eksisterende bygninger i §§ 280-282. Renoveringsklasserne er en energiramme for eksisterende bygninger.

§ 275

Ombygninger, hvor årlig besparelse gange levetid divideret med investering er større end 1,33, er rentable. I tilfælde af, at ombygninger ikke er rentable, skal der foretages en eftervisning af den manglende rentabilitet. I tilfælde af, at en ombygning ikke er rentabel, skal det undersøges, om en mindre ombygning er rentabel.

Stk. 2. I konstruktioner med hulrum med plads til isolering, som f.eks. rejste tage med spær, skal det først undersøges, om isolering i hulrummene er rentabelt, og dernæst, om det er rentabelt at efterisolere op til kravene i § 279.

§ 276

Bygningsmæssige ændringer, der indebærer et forøget energiforbrug, kan udføres, hvis der gennemføres tilsvarende kompenserende energibesparelser.

§ 277

Ved udskiftning af bygningsdele eller installationer skal bestemmelserne i § 279 og installationsemnerne overholdes, uanset rentabilitet. Der kan dog være tilfælde, f.eks. ved understøbning af fundamenter, hvor udskiftningen medfører så store merudgifter på tilgrænsende bygningsdele, at udskiftningen ikke er rentabel i henhold til § 275. Ved beregning af rentabilitet tages kun udgifter på de tilgrænsende bygningsdele med i beregningen.

§ 278

Kirker og bygninger, som er en del af et fredet fortidsminde, er undtaget fra bestemmelserne i §§ 274-282.

Stk. 2. Fredede bygninger er undtaget fra bestemmelserne i §§ 274-282, såfremt overholdelse af energikravene i §§ 274-282, vil være i strid med den fredede bygnings arkitektoniske, kulturhistoriske eller miljømæssige værdier.

Stk. 3. Bevaringsværdige bygninger, der er omfattet af en bevarende byplanvedtægt, bevarende lokalplan, tinglyst bevaringsdeklaration eller bygninger udpeget i kommuneplanen som bevaringsværdige, og bygninger, der af kulturministeren er

besluttet udpeget som bevaringsværdige i henhold til bygningsfredningslovens § 19, stk. 1, er ligeledes undtaget fra bestemmelserne i §§ 274-282, hvis det vil være i strid med den pågældende planlægning eller udpegning at efterleve kravene.

§ 279

Ombygning og andre forandringer i bygningen skal opfylde kravene til U-værdier og linjetab i bilag 2, tabel 3. Vinduer, glasydervægge, døre, glastage og ovenlysvinduer skal leve op til kravene i §§ 257 og 258.

Renoveringsklasser for eksisterende bygninger

§ 280

Der gælder følgende for anvendelse af renoveringsklasser for eksisterende bygninger:

- 1) Behovet for tilført energi skal mindst reduceres med 30,0 kWh/m² pr. år.
- 2) Eftervisningen skal ske i henhold til *SBI-anvisning 213 Bygningers energibehov*.
- 3) Der skal være en andel af vedvarende energi⁴⁹ i den samlede energiforsyning til bygninger.
- 4) Ved anvendelse af renoveringsklasse 1 skal kravene til indeklimaet i §§ 382-384, § 386 og §§ 443-449 overholdes.

§ 281

Boliger, kollegier, hoteller og lignende kan klassificeres som:

- 1) Renoveringsklasse 2, når det samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand pr. m² opvarmet etageareal ikke overstiger 110,0 kWh/m² pr. år tillagt 3.200 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal.
- 2) Renoveringsklasse 1, når det samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand pr. m² opvarmet etageareal ikke overstiger 52,5 kWh/m² pr. år tillagt 1.650 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal.

§ 282

Kontorer, skoler, institutioner og andre bygninger, der ikke er omfattet af § 281, kan klassificeres som:

- 1) Renoveringsklasse 2, når det samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning pr. m² opvarmet etageareal ikke overstiger 135 kWh/m² pr. år tillagt 3.200 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal.

⁴⁹ Med vedvarende energi forstås energi fra vedvarende ikke-fossile kilder i form af bl.a. vindkraft, solenergi, varmepumper, vandkraft, biomasse, lossepladsgas, gas fra spildevandsanlæg biogas og bioolie, jf. Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0 Bygningsopvarmning. Der er dog nogle undtagelser, læs mere i Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0, 8.1, 8.2 og 8.3.

2) Renoveringsklasse 1, når det samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning pr. m² opvarmet etageareal ikke overstiger 71,3 kWh/m² pr. år tillagt 1.650 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal.

Stk. 2. For bygninger eller bygningsafsnit med behov for et højt belysningsniveau, ekstra meget ventilation, et stort forbrug af varmt brugsvand eller lang benyttelsestid eller bygninger med stor rumhøjde for højes energirammen med et tillæg, der modsvarer det beregnede energiforbrug hertil. *SBi-anvisning 213 Bygningers energibehov* fastlægger forudsætningerne for tillæg.

Sommerhuse, campinghytter og lignende ferieboliger

§ 283

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

§ 284

U-værdier og linjetab i § 283 gælder under betingelse af, at det samlede areal af vinduer og yerdøre, herunder ovenlysvinduer og ovenlyskupler, glasydervægge, glastage og lemme mod det fri, højst udgør 30 pct. af det opvarmede etageareal.

Stk. 2. Værdierne kan fraviges, såfremt det samlede varmetab ikke derved bliver større.

§ 285

Ved ombygning, andre forandringer og udskiftning gælder de i § 283 angivne krav under forudsætning af, at kravene er rentable. Rentabiliteten vurderes som i § 275. Ved vurdering af rentabiliteten betragtes ferieboligen som værende i brug som bolig også i vinterhalvåret.

§ 286

I sommerhuse kan massive ydervægge af f.eks. træ, letbeton eller teglblokke med U-værdi lavere end 0,50 W/m²K anvendes under forudsætning af, at det samlede varmetab ved transmission ikke bliver større, end hvis U-værdierne i § 283 benyttes.

Midlertidige, flytbare pavilloner

§ 287

Midlertidige, flytbare pavilloner skal opføres, så unødvendigt energiforbrug undgås under hensyn til pavillonernes anvendelse. Midlertidige, flytbare pavilloner er konstruktioner, der opstilles i 0-5 år og typisk opbygges af flere pavillonmoduler, der opstilles f.eks. som led i renovering af en skole, en børneinstitution eller en kontorbygning eller for at løse et akut pladsbehov, herunder genhusning.

Stk. 2. Permanente pavilloner eller pavilloner, der benyttes udover 5 år, skal opfylde de gældende krav til nybyggeriet.

§ 288

Pavilloner, der opstilles til midlertidig brug, skal opfylde krav til U-værdier og linjetab, der følger af bilag 2, tabel 5. Nye vinduer, glasvægge, døre, glastage og ovenlysvinduer skal leve op til kravene i §§ 257 og 258.

§ 289

Det er en betingelse for anvendelsen af U-værdierne og linjetabene, at det samlede areal af vinduer og døre ikke overstiger 22 pct. af det opvarmede etageareal. U-værdier og linjetab kan ændres og vinduesareal mv. forøges, hvis pavillonens varmetab ikke bliver større, end hvis kravene i tabellen var opfyldt. Vinduer kan i varmetabsrammen indregnes som de reelle vinduer eller vinduer med U-værdi på 1,5 W/m²K. De reelle vinduer skal benyttes i beregningen af de reelle forhold.

§ 290

Det er tilladt at anvende direkte elvarme for midlertidige, flytbare pavilloner for opstillinger op til 2 år. For opstillinger mellem 2 og 5 år skal direkte elvarme erstattes af anden varmforsyning, eller der skal kompenseres herfor ved etablering af tilsvarende produktion af vedvarende energi.

§ 291

Nybyggede pavillonmoduler skal være forberedt for anden varme end direkte elvarme. Det kan for eksempel være ved at forberede for vandbåren varme.

§ 292

Ved ombygning af pavilloner skal kravene i § 288 overholdes i det omfang, det er rentabelt i henhold til § 275.

Bygningsopvarmning**§ 293**

Bygningsopvarmning skal baseres på vedvarende energi⁵⁰.

§ 294

I bygninger beliggende i områder, hvor tilslutning til fjernvarmenet er mulig, kan bygningsopvarmning baseres på fjernvarme uanset § 293.

§ 295

I bygninger beliggende i områder, hvor der er etableret naturgasnet, eller hvor der foreligger en projektkendelse udarbejdet inden 1. januar 2013 om individuel naturgasforsyning af området i henhold til varmforsyningsloven, kan bygningsopvarmningen baseres på naturgas uanset § 293.

⁵⁰ Med vedvarende energi forstås energi fra vedvarende ikke-fossile kilder i form af bl.a. vindkraft, solenergi, varmepumper, vandkraft, biomasse, lossepladsgas, gas fra spildevandsanlæg biogas og bioolie, jf. Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0 Bygningsopvarmning. Der er dog nogle undtagelser, læs mere i Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0, 8.1, 8.2 og 8.3.

§ 296

Eksisterende bygninger beliggende i områder, hvor tilslutning til fjernvarmenet ikke er mulig, eller hvor der ikke er etableret naturgasnet eller truffet beslutning herom i henhold til varmeforsyningsloven inden 1. januar 2013, jf. § 295, er ikke omfattet af § 293.

§ 297

Der kan kun meddeles dispensation fra § 293, hvis der efter en konkret vurdering er forhold ved bebyggelsen eller ejendommen, der gør bygningsopvarmning baseret på vedvarende energi⁵¹ uegnet. Ved dispensation kan kommunalbestyrelsen eksempelvis lægge vægt på, at en eller flere af følgende faktorer gør installationen af vedvarende energi ved det konkrete byggeri uegnet:

- 1) Grundstørrelse.
- 2) Bygningens placering på grunden.
- 3) Nabohensyn
- 4) Lokale udbygningsplaner for fjernvarme.
- 5) Bygningens påtænkte anvendelse.

§ 298

I nybyggeri og i eksisterende bygninger, hvor bygningsopvarmningen ikke er baseret på vedvarende energi i overensstemmelse med § 293, og hvor der foretages ombygninger eller forandringer, der er væsentlige, skal der være en andel af vedvarende energi i den samlede energiforsyning til bygningen, hvis dette er teknisk muligt og økonomisk rentabelt. Rentabilitet vurderes efter § 275. Bestemmelsen gælder ikke renoveringer af kirker samt fredede og bevaringsværdige bygninger, jf. § 278.

Tabel 1 – Generelle mindste krav til klimaskærm

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K
Bygningsdel	
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,30
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, hvor temperaturforskellen mellem rummene er 5 °C eller mere	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,20
Etageadskillelser under gulve med gulvvarme mod rum, der er opvarmede	0,50
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,20
Yderdøre uden glas. Referencestørrelse er 1,23 m x 2,18 m	1,40
Yderdøre med glas. Referencestørrelse er 1,23 m x 2,18 m	1,50
For porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, hvor temperaturforskellen mellem rummene er 5 °C eller mere	1,80

⁵¹ Med vedvarende energi forstås energi fra vedvarende ikke-fossile kilder i form af bl.a. vindkraft, solenergi, varmepumper, vandkraft, biomasse, lossepladsgas, gas fra spildevandsanlæg biogas og bioolie, jf. Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0 Bygningsopvarmning. Der er dog nogle undtagelser, læs mere i Energiforbrug (§ 250-§ 298) Vejledning afsnit 8.0, 8.1, 8.2 og 8.3.

Ovenlyskupler	1,40
Isolerede partier i glasydervægge. Kravet er til center-U-værdi	0,60
Etageadskillelser og vægge mod fryserum	0,15
Etageadskillelser og vægge mod kølerum	0,25
Skema med linjetab	W/mK
Fundamenter omkring rum, der opvarmes til mindst 5 °C	0,40
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,06
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,20

Tabel 2 – Mindstekrav til klimaskærm ved ændret anvendelse

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K	
	Rum opvarmet til T > 15 °C	Rum opvarmet til 5 °C < T < 15 °C
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,15	0,25
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, hvor temperaturforskellen mellem rummene er 5 °C eller mere	0,40	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,10	0,15
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,12	0,15
Porte	1,80	1,80
Lemme mod det fri eller mod rum, hvor temperaturforskellen mellem rummene er 5 °C eller mere (gælder ikke ventilationsåbninger på under 500 cm ²)	1,40	1,50
Ovenlyskupler	1,40	1,80
Skema med linjetab	W/mK	
Fundamenter	0,12	0,20
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,03	0,03
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,10	0,10

Tabel 3 – Mindstekrav til klimaskærm ved ombygning og andre forandringer i bygningen

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K
Bygningsdel	
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,18
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, hvor temperaturforskellen mellem rummene er 5 °C eller mere	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,10
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,12
Porte	1,80
Lemme, nye forsatsvinduer og ovenlyskupler	1,40
Renoverede forsatsvinduer	1,65
Skema med linjetab	W/mK
Fundamenter	0,12
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,03
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,10

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

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K
Bygningsdel	
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,25
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,15
Loft- og tagkonstruktion, herunder skunkvægge samt flade tage	0,15
Vinduer, yderdøre, ovenlysvinduer, glasydervægge, glastage og ovenlyskupler mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede	1,80
Skema med linjetab	W/mK
Fundamenter	0,15
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,03
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,10

Tabel 5 – Mindstekrav til klimaskærm for midlertidige, flytbare pavilloner

Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K
Bygningsdel	
Ydervægge	0,20
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, hvor temperaturforskellen mellem rummene er 5 °C eller mere	0,40
Gulv og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,12
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,15
For porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede, samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, hvor temperaturforskellen mellem rummene er 5 °C eller mere	1,80
Skema med linjetab	W/mK
Fundamenter	0,20
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,03
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,10

Bygningsreglementets vejledning om ofte rentable konstruktioner

Der kan være forhold i den konkrete bygning, som kan medføre, at isoleringsarbejdet er vanskeligt at gennemføre, så arbejdet ikke er rentabelt. Det samme gælder, hvis der f.eks. benyttes meget billig energi i form af eget halm eller træ.

Hvis rentabiliteten af arbejdet beregnet som: **(levetid x besparelse)/investering > 1,33** er arbejdet rentabelt. Bemærk at investeringen her kun omfatter materialer og arbejds løn ved det energibesparende arbejde og det snævre følgearbejde af det energibesparende arbejde. Ejer er kun forpligtet til at gennemføre arbejdet, når det er rentabelt. I bygningsreglementets vejledning til Energiforbrug er angivet levetider for forskellige energibesparende arbejder.

Afhængigt af eksisterende isoleringstykkelser, kan der være mere eller mindre isolering end kravet i bygningsreglementet, der er rentabelt. I så fald kan det være nødvendigt at udarbejde en konkret beregning af tiltagets rentabilitet. Man er dog ikke forpligtet til at efterisolere til et niveau højere end kravet i bygningsreglementet.

Bygningen skal fortsat placeres indenfor den til enhver tid gældende byggeret med hensyn til højde og afstandsforhold. Desuden skal det sikres ved indvendig isolering, at rummene fortsat har en acceptabel loftshøjde.

Levetider der kan anvendes ved beregning af rentabiliteten⁵²

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

⁵² Bygningsreglement 2018, vejledning om energiforbrug, afsnit 4.0

Fugt og vådrum⁵³

§ 334

Bygninger skal projekteres, udføres og vedligeholdes, så vand og fugt ikke medfører risiko for personers sundhed eller skader på bygningen.

§ 335

Bygninger skal sikres mod skadelig akkumulering af fugt som følge af fugttransport fra indeluften. Kuldebroer i klimaskærmen må ikke medføre problemer med f.eks. kondensdannelse og skimmelvækst.

§ 336

Bygningskonstruktioner og –materialer må ikke have et fugtindhold, der ved indflytning medfører risiko for vækst af skimmelsvamp.

§ 337

Bygninger skal sikres mod indtrængning af vand fra grundvand og overfladevand. Bygninger skal desuden sikres mod opsugning af fugt fra undergrunden.

§ 338

Klimaskærmen skal projekteres, udføres og vedligeholdes, så der er tæthed mod indtrængen af regn og smeltevand, og så det på en forsvarlig måde kan løbe af. Tagvand skal via tagrender og/eller tagnedløb afledes til afløb.

§ 339

Vådrum, herunder baderum samt bryggers og WC rum med gulvafløb, skal opfylde følgende krav:

- 1) Gulve og vægge skal udføres, så de kan modstå de fugtpåvirkninger og de mekaniske og kemiske påvirkninger, der normalt forekommer i vådrum.
- 2) Gulve og gulvbelægninger, herunder samlinger, tilslutninger, rørgennemføringer og lignende, skal være vandtætte.
- 3) I den vandbelastede del af vådrummet må der ikke udføres rørgennemføringer i gulvet.
- 4) I den vandbelastede del af rummet skal vægge og vægbeklædninger, herunder samlinger, tilslutninger, rørgennemføringer og lignende, være vandtætte.
- 5) Vand på gulvet skal afledes til gulvafløb.
- 6) Ved brug af skeletvægge samt gulv- og vægkonstruktioner, der indeholder træ eller andre organiske materialer, skal der anvendes et egnet vandtætningssystem.

⁵³ Bygningsreglement 2018, Fugt og vådrum (§ 334 - § 339)

Bilag D, Vanddampperabilitet og luftstrømningsmodstand for Papiruld

Tilbyder følgende ydelser:

- Be10-beregning
- Termografering
- Lufttæthedsmålinger med blowerdoor
- Rådgivning

TætHus ApS

Nørregade 32

DK-8660 Skanderborg

Tlf.: 70204744/ 26121470

Mail: hansdollerup@yahoo.dk

7. 5. 2008

Papiruld Danmark ApS

3400 Hillerød

Att.: Claus Skov

Vanddampperabilitet

Vanddamppermeabiliteten er materialets gennemtrængelighed for vanddamp. Bygninger skal sikres mod skadelig akkumulering af kondensfugt som følge af fugttransport fra indeluften.⁵⁴

Vanddamppermeabiliteten 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. Det angives gerne som hhv. Dry og Wetcup.

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

I⁵⁵ angives Z-værdien for 200 mm celluloseuld til 1.0 GPa m² s/kg.

I⁵⁶ angives vanddamppermeabiliteten til 150 * 10⁻¹² kg/Pa m s.

Z = materialetykkelsen/vanddamppermeabiliteten.

Nedenstående tabel er beregnet på baggrund af målinger på Papiruld.⁵⁷ 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

⁵⁴ Erhvervs -og Byggestyrelsen BR08 4.6 stk. 2

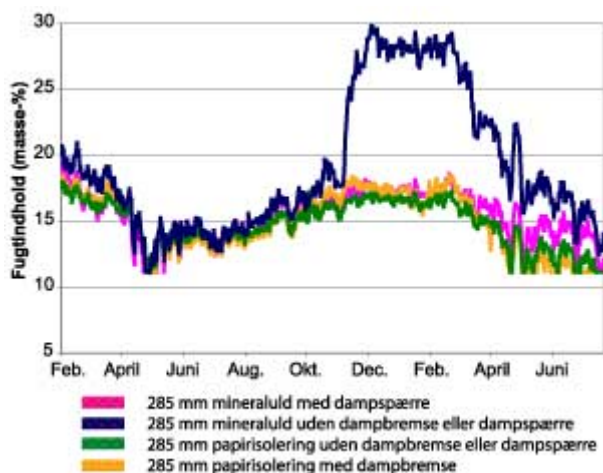
⁵⁵ Bygningsdele med celluloseuld og høruld, Eksempler DBI 2000 Bilag 2, s. 4

⁵⁶ By og Byg Anvisning 207 s. 28

⁵⁷ Hovedrapport, Varme og fugttekniske undersøgelser af alternative isoleringsmaterialer, DTU 1999 s. 10

Dampspærre i byggeri

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.⁵⁸



Svigt i byggeriet koster årligt 12 milliarder eller godt 10 % af produktionsværdien.⁵⁹ Målinger⁶⁰ 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 fugttekniske undersøgelser. Der er ikke rapporteret om fugttekniske problemer relateret til anvendelse af Papiruld.

⁵⁸ Alternativ isolering – undgå byggeskader.

⁵⁹ Svigt i byggeriet- økonomiske konsekvenser og muligheder for reduktion, By og Byg 2004.

⁶⁰ Asta Nicolajsen, Fugtsikre træfacader, [By og Byg Dokumentation 025](#).

Luftstrømningsmodstand

Luftgennemgangstallet angiver hvor mange m³ luft, der pr. sekund kan trænge igennem et 1 m² stort stykke isoleringsmateriale med en tykkelse på 1 m, når trykdifferensen mellem de to sider er 1 Pa. Luftgennemgangstallet måles i m²/s • Pa. (angives her i m²/hPa)

	Densitet	Specifik strømningsmodstand ⁶¹	Luftgennemgangstal
Papiruld som løsfyld	28 kg/m ³	2,5 kNs/m ⁴ ~ kPa s/m ²	1,44m ² /hPa (beregnet)
	35 kg/m ³	5,1 kNs/m ⁴ ~ kPa s/m ²	0,71m ² /hPa (beregnet)
	42 kg/m ³	10,9 kNs/m ⁴ ~ kPa s/m ²	0,33m ² /hPa (beregnet)
	50 kg/m ³	21,9 kNs/m ⁴ ~ kPa s/m ²	0,16m ² /hPa (beregnet)
	65 kg/m ³	50,6 kNs/m ⁴ ~ kPa s/m ²	0,07m ² /hPa (beregnet)
Isover klasse 37	20 kg/m ³	8,8 kNs/m ⁴ ~ kPa s/m ²	0,41m ² /hPa (www.isover.dk)
Isover Diffus 320	13 kg/m ³	4,6 kNs/m ⁴ ~ kPa s/m ²	0,78m ² /hPa (www.isover.dk)
Papiruld som løsfyld iht. ETA-13/0623 , 2013	40 kg/m ³	9,7 kPas/m ²	
	50 kg/m ³	17,1 kPas/m ²	

Hans Dollerup, konsulent



TætHus Aps

⁶¹ Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer, DELTA 2003 s. 6.

Bilag E, luftlydisolation og trinlydniveau

Tung etageadskillelse

Sound InVision

test rapport

Titel: Forbedring af Luftlydisolation og trinlydniveau for betondæk med Papiruld LYD

Sagsnr.:
2015-012

Vores ref.:
MM

Dato:
29 Maj 2015.

Rekvirent: Papiruld DK

Rekvirents Ref: Sana

Forbedring af Luftlydisolation for betondæk med Papiruld LYD i etageadskillelse

Dæktype	Massiv beton		
Tykkelse i mm	120	150	185
Masse Kg/m ²	290	360	440
R' _w i db	51	53	55
R' _w med Papiruld LYD	55	57	59

Forbedring af Trinlydniveau for betondæk med Papiruld LYD i etageadskillelse

Dæktype	Massiv beton		
Tykkelse i mm	120	150	185
Masse Kg/m ²	290	360	440
L' _{n,w} i db	63	58	53
L' _{n,w} med Papiruld LYD	56	51	46

Oversigt i henhold til udførte feltmålinger, producentoplysninger samt BS-60 etageadskillelse i henhold til gældende beklædningskrav.

Feltmålinger er udført i henhold til ISO 140-4 og 140-7.

Feltmålinger er udført med en isoleringstykkelse på 190mm i etageadskillelse og 70 Kg/m³ Papiruld LYD isoleringsmateriale.

Forbedringer af trinlydniveau samt luftlydisolation forventes opfyldt i henhold til SBI 216 anvisning for principløsninger for etagedæk i henhold til BR10

Tlf +45 3811 1070

Sound InVision – Boserupvej 122 DK-3050 Humlebæk **CVR: 33094701**
info@soundinvision.co - www.soundinvision.co