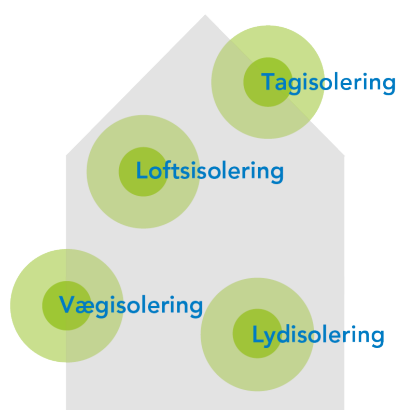




Montagevejledning & Konstruktionskatalog

Vejledning til installering af celluloseisolering



Forord

Dette konstruktionskatalog er udarbejdet for at vise de mange muligheder ved isolering med celluloseisolering bl.a. med vores produkt fra ISOCELL. Kataloget beskriver isolering af forskellige konstruktioner der overholder byggelovgivningen.

Foruden, de konstruktioner der er beskrevet i dette katalog, så findes der mange andre konstruktionstyper, hvor celluloseisolering også kan anvendes. Generelt kan celluloseisolering, med afsæt i almen bygningslovgivning, anvendes i alle tørre konstruktioner over terræn.

Det gældende Bygningsreglement 2018 (BR18) omfatter i dag 4 sektioner;

1) administrative bestemmelser, 2) tekniske bestemmelser, 3) øvrige bestemmelser, 4) regler om straf og ikrafttrædelse samt bilag og vejledninger.

Bygningsreglementet er funktionsbaseret og der udgives separate tilhørende vejledninger til de enkelte funktionskrav.

Bygningsreglementet består af en certificeringsordning hvad angår konstruktions- og brandmæssige forhold. Ansvar ligger fremover hos den certificerede rådgiver.

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.

Roskilde d. 15. juni 2023

Nviro A/S



Per K. Thomsen

Teknisk direktør / medejer

Indeks

Forord	1
PRODUKTDATABLAD FOR ISOCELL	3
PRODUKTDATABLAD FOR EKOVIILLA- GREENWOOL/ISOLET	4
Tage	5
Gitterspærs-konstruktion og sakspærs-konstruktion	7
Paralleltag	8
Build up tag	10
Bjælkespær med Hanebånd	11
Efterisolering af loftkonstruktion samt gulv i skunke	12
opbygget som BD-etageadskillelse 60	12
Efterisolering af skunke, lodret	13
Ydervægge	14
Skeletkonstruktion med klimaskærm/beklædning	16
Skeletkonstruktion med klimaskærm/beklædning	17
Etageadskillelser	20
BD-etageadskillelse 30	22
BD-etageadskillelse 60	23
Efterisolering af træbjælkelag	24
BS-etageadskillelse 60	25
Dæk	26
Krybekælderdek	26
Terrændæk, herunder kældergulve	27
Terrændæk, eksempel	27
Indervægge	28
Ikke bærende indervægge	29
REI 30 bærende/ EI 60 ikke bærende indervæg	30
REI 60 bærende indervæg	31
Bilag A, Brandforhold iht. BR18	32
Bilag A1, Brand; anvendelsesområde og testforudsætninger	35
Bilag B, U-værdi og densitet	36
Bilag C, Bygningskonstruktioner og fugt, åndbart byggeri	38
Bilag D, Væsentligste afsnit fra BR18	39
Fugt og vådrum	54

PRODUKTDATABLAD FOR ISOCELL

Produktbeskrivelse

ISOCELL består af ≥ 90 % avispapir og ≤ 10 % mineralske salte, der tilsammen fungerer som imprægneringsmiddel mod brand.¹



Anvendelse

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

Opbevaring

ISOCELL pakkes i firkantede sække med 14 kg. Der stables 21 eller 24 stk. på en palle, som er sikret med plast på toppen. ISOCELL kan derfor opbevares udenfor.

Miljø fakta

Ifølge den britiske miljøcertificeringsordning, BREEAM², opstår der en binding/opsparring af CO₂ i celluloseuld.

Celluloseisolering (24 kg/m³) -1,1 kg CO₂/ FU

Se i øvrigt vores EPD'er, miljøvaredeklarationer, på hjemmesiden under dokumentation, nviro.dk/dokumentation/

Deklaration

Da der endnu ikke er oprettet en EN-standard for papirisolering, deklareres og CE-mærkes ISOCELL i henhold til ETA-06/0076.

Isoleringsevne deklareres til: λ (-design) for ISOCELL = 0,037 W/(mK)³

Brand

ISOCELL er klassificeret i materiale klasse B-s2, d0 i henhold til EN 13501-1.

Anvendelsesområde:

B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet ≥ 28 kg./m³ og ved en isoleringstykkelse ≥ 100 mm, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

For uddybning omkring de brandmæssige forhold se Bilag A og A1

Se produktdatablad samt sikkerhedsdatablad for ISOCELL på nviro.dk/dokumentation

¹ Sikkerhedsdatablad er tilgængelig på www.nviro.dk

² <http://www.bre.co.uk/greenguide>

³ Lambda målinger foretages af et akkrediteret laboratorium

PRODUKTDATABLAD FOR EKOVILLA- GREENWOOL/ISOLET

Produktbeskrivelse

Ekovilla/Isolet består af ≥ 90 % avis-papir og ≤ 10 % mineralske salte, der tilsammen fungerer som imprægneringsmiddel mod brand.

Anvendelse

Isolet anvendes til isolering af åbne konstruktioner fx loft, skunk og gulv. Isolet kan udlægges uden brug af maskine.

Opbevaring

Isolet pakkes i firkantede sække med 10 kg.

Der stables 39 stk. på en palle.

Pallen er ikke beskyttet mod vejrliget og skal opbevares beskyttet.



Miljø fakta

Ifølge den britiske miljøcertificeringsordning, BREEAM⁴, opstår der en binding/opsparring af CO₂ i celluloseuld.

Celluloseisolering (24 kg/m³) -1,1 kg CO₂/ FU

Se i øvrigt vores EPD'er, miljøvaredeklARATIONER, på hjemmesiden under dokumentation, nviro.dk/dokumentation/

Deklaration

Da der endnu ikke er oprettet en EN-standard for papirisolering, deklarerer og CE-mærkes Isolet i henhold til ETA - Ekovilla - European Technical Assessment 05.2022 EN.

Isoleringsevne deklarerer til: λ (-design) for Isolet = 0,038 W/(mK)⁵

Brand

Ekovilla/Isolet er klassificeret i materiale klasse B-s2, d0 i henhold til EN 13501-1.

Anvendelsesområde:

B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet ≥ 26 kg./m³ og ved en isoleringstykkelse ≥ 100 mm, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

For uddybning omkring de brandmæssige forhold se Bilag A og A1

Se produktdatablad samt sikkerhedsdatablad for Isolet på, nviro.dk/dokumentation

⁴ <http://www.bre.co.uk/greenguide>

⁵ Lambda målinger foretages af et akkrediteret laboratorium.

Tage

Introduktion

Der regnes her med fem overordnede tagtyper:

- Gitterspærs-konstruktion
- Saksespærs-konstruktion
- Et paralleltag (også benævnt et skråtag)
- Et paralleltag (også benævnt et build-up tag)
- Hanebåndstag

Brand

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

Celluloseisolering skal holdes i en afstand på 100 mm fra murede skorstene, 3 gange røgrørets diameter dog mindst 375 mm fra røgrør, 200 mm fra tilbehør til skorstene (trækstabilisator, spjæld, renselemme og lign.) og 500 mm fra ildsteder (ved murede pejse og masseovne måles afstande fra ildstedets indvendige side).⁶ Læs mere i bilag A.

I forbindelse med fastlæggelse af de præcise brandkrav skal bygningen indplaceres i en brandklasse,⁷ fra brandklasse (BK) 1 – 4.

Brandkrav er funktionsbaserede, og kan for brandklasse 1 og 2 klarlægges ved de præ-accepterede løsninger i bygningsreglementet BR18 kap. 5. I BK 3 og 4 vil det være en certificerede brandrådgiver der ved en holistisk betragtning af en bygning, definerer de brandmæssige rammer.

For alle 4 brandklasser er der mulighed for anvendelse af celluloseisolering. For BK 1 og 2 under mere faste rammer og for 3 og 4 med mulighed for bredere og mere visionær anvendelse, hvor man så sørger for at fastholde det samme sikkerhedsniveau i en bygning, ved f.eks. montering af sprinklere eller/og automatisk brandalarm (ABA). Dette vil hæve sikkerhedsniveauet, og kan så "betale" for at sikkerhedsniveauet sænkes et andet sted.

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 W/m²K. For sommerhuse er kravet max. 0,15 W/m²K og renovering/ombygning er kravet max. 0,12 W/m²K. For tilbygning som opvarmes til min. 15 grader er kravet max. 0,12 W/m²K.⁸

⁶ Bygningsreglement 2018, Brand (§ 82 - § 158), Vejledning Bilag 1a

⁷ Bygningsreglement 2018, Brandklasser (§ 490 - § 493)

Anbefaling til isoleringstykker for efterisolering:

Standard: min. 300 mm isolering

Lavenergi: min. 400 mm isolering

Fugt

I forbindelse med renovering, samt ved andre konstruktioner uden helt tæt dampspærre må der ikke anvendes et diffusionstæt undertag (undtagen i kolde, ventilerede uudnyttede loftrum, læs nærmere under ”Gitterspærs-konstruktion”).

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 celluloseisolering findes en særlig løsning der sikrer denne ventilation. Kontakt Nviro for nærmere oplysning.

Lyd

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 45 – 50 dB i et tag isoleret med celluloseisolering⁹.

Udførsel

Celluloseisolering 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.

⁸ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

⁹ SBI anvisning 207

Gitterspærs-konstruktion og saksespærs-konstruktion

En gitterspærs-konstruktion er et sadel- eller pulttag, normalt med et (stort) uudnyttet tagrum og vandret loftflade.

En saksespærs-konstruktion er et sadel- eller pulttag, med et uudnyttet tagrum og en loftflade der følger der nederste spær.

Udførsel

Celluloseisolering 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 isoleringstykkelser¹⁰:

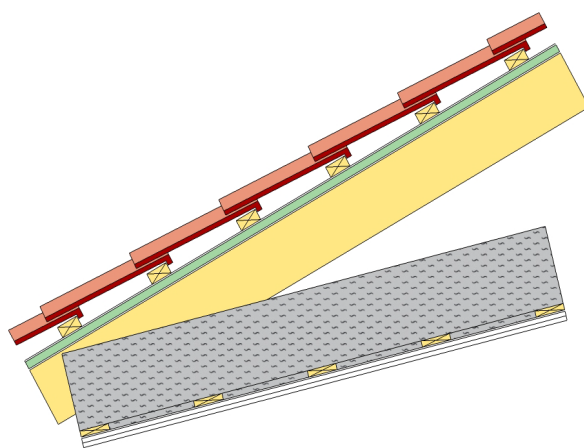
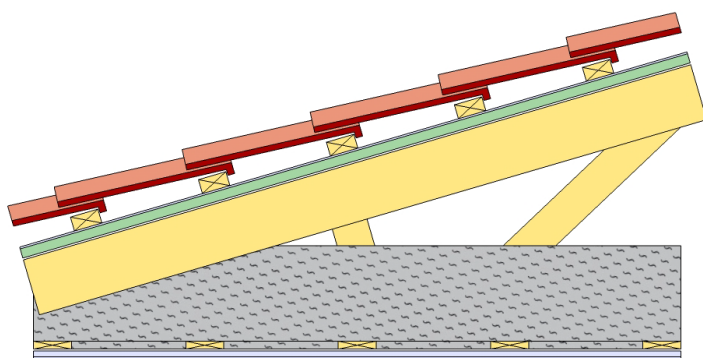
Standard: 345 mm + 21 mm = 0,101 W/m²K.

Lavenergi: 465 mm + 21 mm = 0,076 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.

Gitterspærs-loft/saksespær mod uudnyttet loftrum, eksempel med gipsloft

**350 + 21 mm CELLULOSEISOLERING, U-værdi¹¹
= 0,10 W/m²K**



Taglægter 38 mm x 73 mm

Imprægnerede skyllelister

Diffusionsåbent undertag f.eks. 18 mm træfiberplade (f.eks. Hunton Undertag) eller diffusionstæt undertag¹²

350 mm CELLULOSEISOLERING 28 kg/m³ klasse 37

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)

¹⁰ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

¹¹ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

¹² I kolde, ventilerede uudnyttede loftrum, kan man også vælge at opsætte et diffusionstæt undertag.

Paralleltag

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

Eksempel på en løsning med indblæsningsdug

Celluloseisolering blæses op imod en udspændt dug, således at der opstår en ventilationsspalte imellem dug og undertag.

Dugen fastholdes af klemmlister mellem spærrene sådan at der på oversiden af dugen etableres et hulrum til ventilation mellem dug og undertag. Samtidig fastholder nettet celluloseisolering således, at isoleringen ikke rammer tagdækningen. Se fig. 3.

Kontakt Nviro for yderligere information, omkring opbygning og dug.

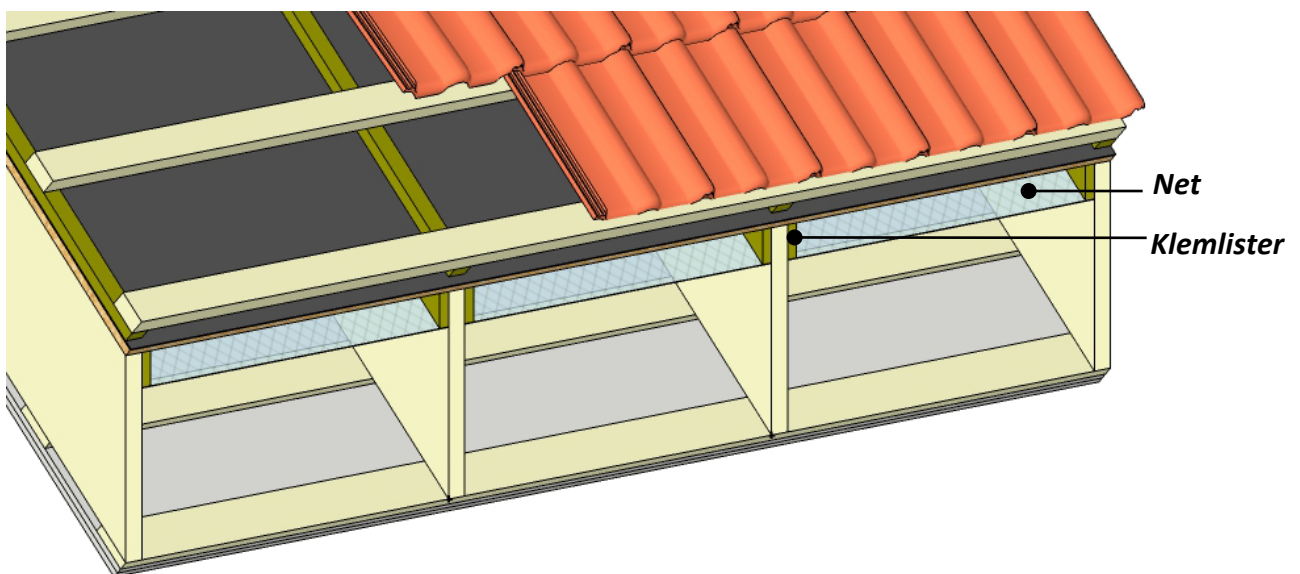


Fig. 3 Konstruktionsopbygning med ikke diffusionsåbent undertag og ventileret hulrum på minimum 50 mm

Udførsel

Celluloseisolering 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 Celluloseisolering isoleres helt op til undertaget.

Forslag til isoleringstykkelser¹³:

Standard: 345 mm + 21 mm = 0,101 W/m²K.

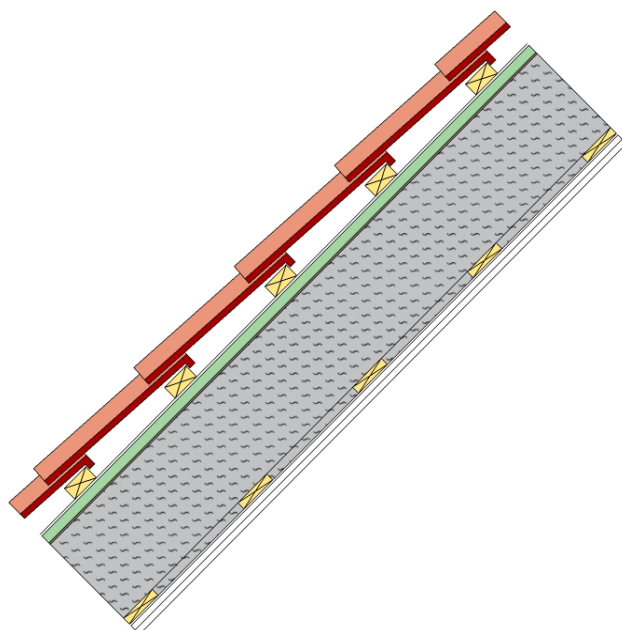
Lavenergi: 430 mm + 21 mm = 0,082 W/m²K.

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.

¹³ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

Paralleltag, eksempel

350 mm +21 mm CELLULOSEISOLERING, U-værdi¹⁴ = 0,10 W/m²K



Teglsten
 Taglægter 38x73 mm
 Imprægnerede skyllelister
 Diffusionsåbent undertag f.eks.
 18 mm træfiberplade (f.eks. Hunton Undertag)
 350 mm celluloseisolering 47 - 54 kg/m³ klasse 37
 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)

¹⁴ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

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. 1:40.¹⁵

Udførsel

Celluloseisolering 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 celluloseisolering 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 isoleringstykkelser¹⁶:

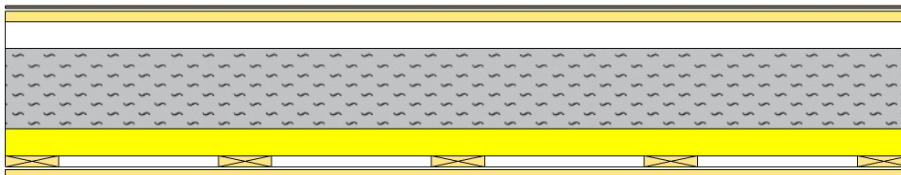
Standard: 250 mm + 21 mm = 0,137 W/m²K.

Lavenergi: 385 mm + 21 mm = 0,091 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 celluloseisolering, U-værdi¹⁷ = 0,106 W/m²K



Eksisterende tagpap

Eksisterende 21 brædder med not og fjer

50 mm udluftning

300 mm celluloseisolering 28 kg/m³ klasse 37

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)

¹⁵ Bygningsreglement 2018: Fugt og vådrum, vejledning til § 334 - § 339, afsnit 1.4.

¹⁶ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

¹⁷ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

Bjælkespær med Hanebånd

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

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

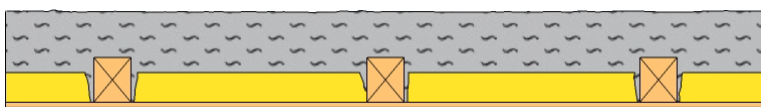
Udførelse

Den eksisterende isolering er typisk sammentrykket og det er ofte nødvendigt med en oprydning. Celluloseisolering 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 ved¹⁸:	50 mm + 150 mm = 0,185 W/m ² K
	50 mm + 200 mm = 0,148 W/m ² K
	50 mm + 300 mm = 0,106 W/m ² K

50 mm mineraluld + 350 mm CELLULOSEISOLERING, U-værdi¹⁹ = 0,093 W/m²K



350 mm celluloseisolering 28 kg/m³ klasse 37
 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)

¹⁸ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

¹⁹ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

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

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

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

Vær opmærksom på anvendelsesområde:

B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet $\geq 28 \text{ kg./m}^3$ og ved en isoleringstykkelse $\geq 100 \text{ mm}$, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

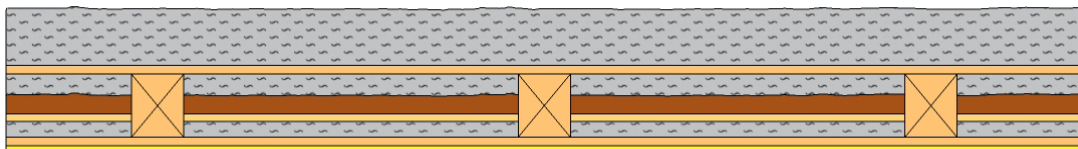
Udførsel

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

U- værdi ved²⁰:	150 mm = 0,247 W/m ² K
	200 mm = 0,185 W/m ² K
	300 mm = 0,123 W/m ² K

Efterisolering af loftkonstruktion samt gulv i skunke, eksempel

350 mm + 2x100 mm CELLULOSEISOLERING, U-værdi²¹ = 0,082 W/m²K



350 mm celluloseisolering 28 kg/m³ klasse 37
 Eksisterende 21 mm gulvbrædder
 celluloseisolering 36 kg/m³ klasse 37
 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

²⁰ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

²¹ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

Efterisolering af skunke, lodret

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

Vær opmærksom på anvendelsesområde:

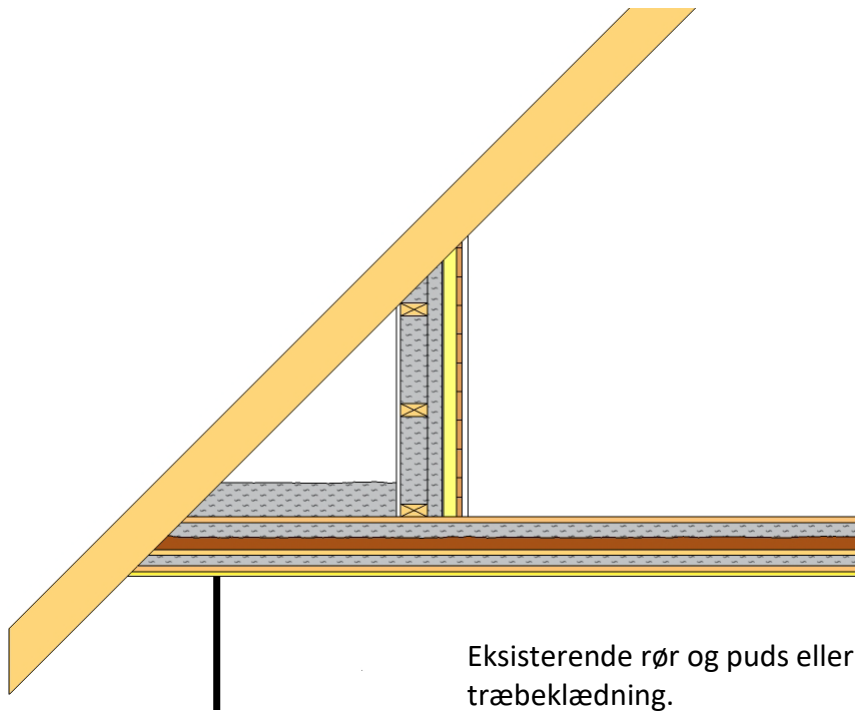
B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet $\geq 28 \text{ kg./m}^3$ og ved en isoleringstykkelse $\geq 100 \text{ mm}$, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

Udførsel

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

Efterisolering af skunke, lodret, eksempel

250 mm celluloseisolering, $U\text{-værdi}^{22} = 0,148 \text{ W/m}^2\text{K}$



Eksisterende rør og puds eller træbeklædning.

Eksisterende forskalling 19 x 95 mm c/c
50 mm mineraluld

Eksisterende 50 x 100 stolpe

Celluloseisolering 45 kg/m³ klasse 37

Vandret lægting 95 x 45c/c 600 mm
f.eks. 12,5 mm gips (se evt. bilag A for
gældende beklædningskrav)

²² U-værdi angivet for kun isoleringstykkelse:

konstruktionsopbygning fra projekt til projekt at rådgivende ingeniør.

Ydervægge

Introduktion

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

- Skeletkonstruktion med regnskærm
- Tung bagvæg med regnskærm

Brand

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

I forbindelse med fastlæggelse af de præcise brandkrav skal bygningen indplaceres i en brandklasse,²³ fra brandklasse (BK) 1 – 4.

Brandkrav er funktionsbaserede, og kan for brandklasse 1 og 2 klarlægges ved de præ-accepterede løsninger i bygningsreglementet BR18 kap. 5. I BK 3 og 4 vil det være en certificerede brandrådgiver der ved en holistisk betragtning af en bygning, definerer de brandmæssige rammer.

For alle 4 brandklasser er der mulighed for anvendelse af celluloseisolering. For BK 1 og 2 under mere faste rammer og for 3 og 4 med mulighed for bredere og mere visionær anvendelse, hvor man så sørger for at fastholde det samme sikkerhedsniveau i en bygning, ved f.eks. montering af sprinklere eller/og automatisk brandalarm (ABA). Dette vil hæve sikkerhedsniveauet, og kan så "betale" for at sikkerhedsniveauet sænkes et andet sted.

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 renovering max. 0,18 W/m²K. For tilbygning som er opvarmet til min. 15 grader gælder max. 0,15 W/m²K.²⁴

Anbefaling til isoleringstykkelse efter efterisolering:

Standard: min. 200 mm isolering

Lavenergi: min. 300 mm isolering

²³ Bygningsreglement 2018, Brandklasser (§ 490 - § 493)

²⁴ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

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 dB²⁵.

Udførsel

Celluloseisolering blæses ned i det færdige hulrum, hvor topremmeren 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 celluloseisolering øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isolering. Se bilag B.

Ved hulmursisolering kan der indblæses gennem studsfigurerne, 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 varmekonsumet 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 følges producentens anvisninger for montage og tætning. Som udgangspunkt er det hensigtsmæssigt med klemte samlinger, alternativt tætnes samlinger med tape.

²⁵ SBI anvisning 207.

Skeletkonstruktion med klimaskærm/beklædning

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 dB²⁶.

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 følges producentens anvisninger for montage og tætning. Som udgangspunkt er det hensigtsmæssigt med klemte samlinger, alternativt tættes samlinger med tape.

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.

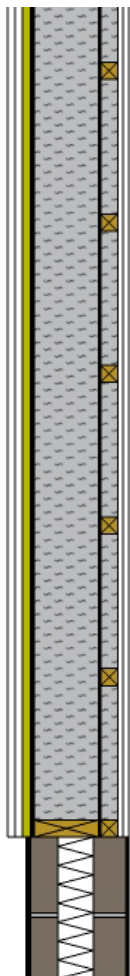
²⁶ SBI anvisning 207.

Skeletkonstruktion med klimaskærm/beklædning

BD-væg 30 bærende

287 mm væg med 215 mm CELLULOSEISOLERING, eksempel

U-værdi²⁷ = 0,172 W/m²K



Beklædning i træ	"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	CELLULOSEISOLERING 45 kg/m ³ klasse 37
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

Fundament, husk krav til linjeta

²⁷ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

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 porebeton²⁸

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 45 – 50 dB med bagmur i tegl eller letbeton²⁹

Der kan forventes en luftlydsreduktion på R_w på 50 – 55 dB med bagmur i beton³⁰

Udførsel

Celluloseisolering blæses ned i den færdige hulmur, hvor topremnen monteres lodret. Eller gennem huller skåret i den udvendige beklædning. Hullerne repareres efterfølgende, således at de fugt- og brandtekniske krav overholdes. Ved større isoleringstykker skal densiteten på celluloseisolering øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isoleringen.

Bagmur kan være en 108 mm teglsten, porebeton, letbeton eller beton.

Forudsætninger for hulumursisolering mod bagvæg i tegl.

- Det forudsættes at arbejdet udføres af professionelle isolatører med stort kendskab til de fugttekniske egenskaber, for både papirisoleringen og de konstruktioner der isoleres.
- Det forudsættes at der er en funktionsdygtig fugtspærre mellem fundament og murværk.
- Det forudsættes at der er særlig opmærksomhed på lufttætningen i forbindelse med gennembrydninger f.eks. elinstallationer, vinduer/døre samt ved samlinger mellem væg/gulv og væg/loft.
- Det forudsættes at vægge indvendigt, fremtidigt sikres vedligehold, tætte og med fyldte fuger.

²⁸ SBI anvisning 207.

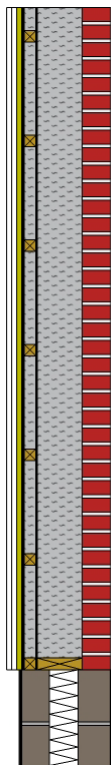
²⁹ SBI anvisning 207.

³⁰ SBI anvisning 207.

Skeletkonstruktion med tung bagmur, eksempel

BD-væg 60 bærende

370 mm væg med 215 mm CELLULOSEISOLERING, U-værdi³¹ = 0,172 W/m²K



Klimaskærm i træ	"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	Celluloseisolering 45 kg/m ³ kl. 37
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 linietab!

³¹ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

Etageadskillelser

Introduktion

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

Der skelnes her mellem:

BD-etageadskillelse 30

BD-etageadskillelse 60

BS-etageadskillelse 60

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

Celluloseisolering skal holdes i en afstand på 100 mm fra murede skorstene, 3 gange røgrørets diameter dog mindst 375 mm fra røgrør, 200 mm fra tilbehør til skorstene (trækstabilisator, spjæld, renselemme og lign.) og 500 mm fra ildsteder (ved murede pejse og masseovne måles afstande fra ildstedets indvendige side).³² Læs mere i bilag A.

I forbindelse med fastlæggelse af de præcise brandkrav skal bygningen indplaceres i en brandklasse,³³ fra brandklasse (BK) 1 – 4.

Brandkrav er funktionsbaserede, og kan for brandklasse 1 og 2 klarlægges ved de præ-accepterede løsninger i bygningsreglementet BR18 kap. 5. I BK 3 og 4 vil det være en certificerede brandrådgiver der ved en holistisk betragtning af en bygning, definerer de brandmæssige rammer.

For alle 4 brandklasser er der mulighed for anvendelse af celluloseisolering. For BK 1 og 2 under mere faste rammer og for 3 og 4 med mulighed for bredere og mere visionær anvendelse, hvor man så sørger for at fastholde det samme sikkerhedsniveau i en bygning, ved f.eks. montering af sprinklere eller/og automatisk brandalarm (ABA). Dette vil hæve sikkerhedsniveauet, og kan så "betale" for at sikkerhedsniveauet sænkes et andet sted.

Celluloseisolering kan anvendes ovenpå etageadskillelser, som er mindst bygningsdel REI 60 / A2-s1,d0 [BS- bygningsdel 60], i bygninger hvor gulv i øverste etage er højst 22 m over terræn. Der kan dog stilles krav til gulvets materiale klassifikation i henhold til BR18 kap. 5 Brand og det respektive gældende bilag. Gælder også for isoleringstykkelser under 100 mm, hvor brandklassifikationen for isoleringen vil være svarende til klasse E.

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

Kontakt Nviro A/S – Teknik for uddybning hvis I er i tvivl.

³² Bygningsreglement 2018, Brand (§ 82 - § 158), Vejledning Bilag 1a

³³ Bygningsreglement 2018, Brandklasser (§ 490 - § 493)

Varmeisolering

Indblæsning af celluloseisolering 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.³⁴

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. Ved anvendelse af 2 lag gips, kan der forventes en yderligere reduktion på 3 dB pr. ekstra gipsplade.³⁵

Udførsel

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

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

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.

³⁴ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

³⁵ En gipsplade forventes give en reduktion på 3 dB. En fibergipsplade forventes at give en reduktion på 5 dB.

BD-etageadskillelse 30

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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.

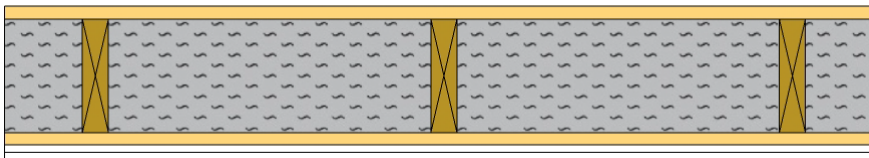
Udførsel

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

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

BD-etageadskillelse 30, eksempel

195 mm CELLULOSEISOLERING, U-værdi³⁶ = 0,190 W/m²K



22 mm gulvbrædder

Celluloseisolering 38 kg/m³ klasse 37

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

³⁶ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

BD-etageadskillelse 60

Brandforhold

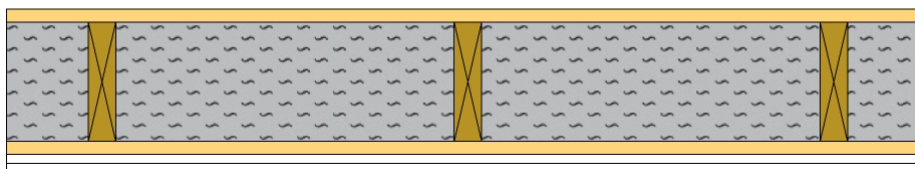
Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer. Se bilag A.

Udførsel

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

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

195 mm CELLULOSEISOLERING, U-værdi³⁷ = 0,190 W/m²K



22 mm gulvbrædder

Celluloseisolering 38 kg/m³ klasse 37

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

³⁷ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

Efterisolering af træbjælkelag

Indblæsning af celluloseisolering 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

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

Vær opmærksom på anvendelsesområde:

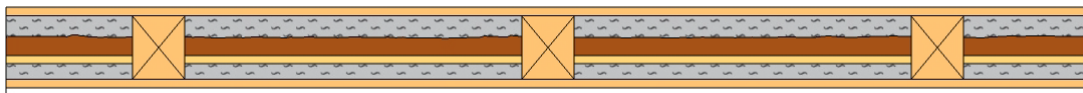
B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet $\geq 28 \text{ kg./m}^3$ og ved en isoleringstykkelse $\geq 100 \text{ mm}$, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

Udførsel

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

Efterisolering af træbjælkelag, eksempel

2x100 mm CELLULOSEISOLERING, + lerindskud, U-værdi³⁸ = 0.37 W/m2K



21 mm gulvbrædder

Celluloseisolering 36 kg/m³ klasse 37

Bærende bjælker 125 x 275 c/c 900 mm

50 mm lerindskud

19 mm indskudsbrædder

Celluloseisolering 36 kg/m³ klasse 37

Forskalling 19 x 95mm c/c 300 mm

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

³⁸ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

BS-etageadskillelse 60

Denne konstruktion har været anvendt i forbindelse flere etageboligbyggerier.

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-s2, d0 [klasse B] og kan derfor anvendes med de begrænsninger der i den konkrete sammenhæng er gældende for alle andre materialer.

Celluloseisolering kan anvendes ovenpå etageadskillelser, som er mindst bygningsdel REI 60 / A2-s1,d0 [BS- bygningsdel 60], i bygninger hvor gulv i øverste etage er højst 22 m over terræn. Der kan dog stilles krav til gulvets materiale klassifikation i henhold til BR18 kap. 5 Brand og det respektive gældende bilag. Gælder også for isoleringstykkelser under 100 mm, hvor brandklassifikationen for isoleringen vil være svarende til klasse E.

Vær opmærksom på anvendelsesområde:

B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet $\geq 28 \text{ kg./m}^3$ og ved en isoleringstykkelse $\geq 100 \text{ mm}$, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

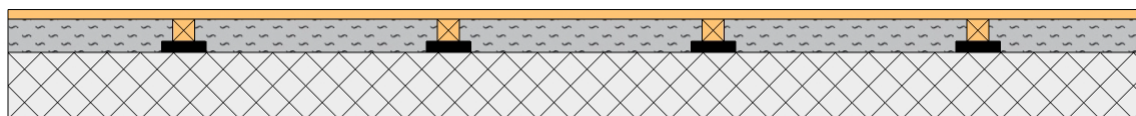
Udførsel

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

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

BS-etageadskillelse 60, eksempel

75 mm Celluloseisolering, $U\text{-værdi}^{39} = 0.493$



22 mm gulvbrædder (der kan stilles krav til gulvets materiale klassifikation)

Celluloseisolering 36 kg/m^3 klasse 37

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)

³⁹ U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

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 og terrændæk.

Krybekælderdek

Varmeisolering

Celluloseisolering er særligt interessant i forbindelse med efterisolering. Såfremt krybekælder har en højde på min. 600 mm, kan celluloseisolering 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.⁴⁰

Fugt

Krybekælder er ikke i direkte kontakt med jordfugt, fugt og radon fjernes mestendels med ventilation. Det anbefales at anbringe en fugtspærre 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.

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

Vær opmærksom på anvendelsesområde:

B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet $\geq 28 \text{ kg./m}^3$ og ved en isoleringstykkelse $\geq 100 \text{ mm}$, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

Udførsel

Celluloseisolering blæses ind mellem bjælkerne, før gulvet lægges.

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

Terrændæk, herunder kældergulve

Varmeisolering

Celluloseisolering 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.⁴¹

Fugt

Terrændæk skal være fugt- og lufttæt, 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.

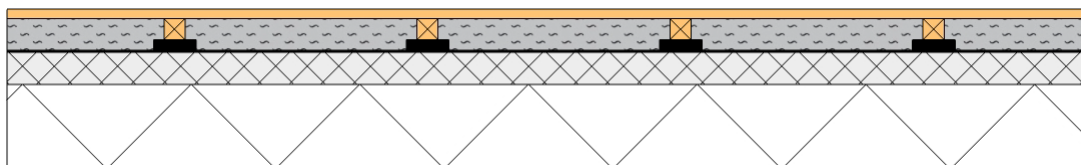
Udførsel

Celluloseisolering udlægges mellem strøer, eller blæses under det (næsten) færdige gulv.

Terrændæk, eksempel

50 mm Celluloseisolering U-værdi⁴² = 0,74 W/m²K

+ 200 mm ThermiSol G bolig, U-værdi⁴³ = 0,205 W/m²K



21 mm trægulv

max. 50 mm celluloseisolering 28-36 kg/m³ klasse 37

50 x 50 mm opklodsede strøer

Fugtspærre 0,2mm PE- folie

min. 80 mm beton med svindarmering

200 mm ThermiSol G Bolig klasse 41

⁴¹ Bygningsreglement 2018, Bilag 2: Tabeller til kapitel 11- Energiforbrug

⁴² U-værdi angivet for kun isoleringstykkelsen. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

⁴³ U-værdi angivet for kun for Thermisol G Bolig. Der skal beregnes en U-værdi for den aktuelle konstruktionsopbygning fra projekt til projekt af rådgivende ingeniør.

Indervægge

Introduktion

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

Brandforhold

Celluloseisolering opfylder kravene til materiale klasse B-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 og A1.

I forbindelse med fastlæggelse af de præcise brandkrav skal bygningen indplaceres i en brandklasse,⁴⁴ fra brandklasse (BK) 1 – 4.

Brandkrav er funktionsbaserede, og kan for brandklasse 1 og 2 klarlægges ved de præ-accepterede løsninger i bygningsreglementet BR18 kap. 5. I BK 3 og 4 vil det være en certificerede brandrådgiver der ved en holistisk betragtning af en bygning, definerer de brandmæssige rammer.

For alle 4 brandklasser er der mulighed for anvendelse af celluloseisolering. For BK 1 og 2 under mere faste rammer og for 3 og 4 med mulighed for bredere og mere visionær anvendelse, hvor man så sørger for at fastholde det samme sikkerhedsniveau i en bygning, ved f.eks. montering af sprinklere eller/og automatisk brandalarm (ABA). Dette vil hæve sikkerhedsniveauet, og kan så "betale" for at sikkerhedsniveauet sænkes et andet sted.

Der kan opnås klassifikation som REI30 [BD-væg 30] bærende eller ikke bærende EI30. Samt REI60 [BD-væg 60] bærende eller ikke bærende EI60.

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 W/m²K. For sommerhuse og i forbindelse med renovering og tilbygninger er kravet ligeledes max. 0,40 W/m²K⁴⁵.

⁴⁴ Bygningsreglement 2018, Brandklasser (§ 490 - § 493)

⁴⁵ 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).

Udførsel

Celluloseisolering 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**Ikke bærende indervæg, eksempel**

klasse 37

Beklædning
Isoleringsmateriale

F.eks. 1 lag 13 mm gips på begge sider
95 mm CELLULOSEISOLERING 45 kg/m³

Stolper

f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm

REI 30 bærende/ EI 60 ikke bærende indervæg

Lyd

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.

Udførsel

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

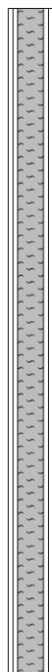
Brandforhold

For bærende indervægge skal der projekteres for hver enkelt sag. Kontakt derfor den certificeret brandrådgiver samt statiker 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.

REI 30 bærende/ EI 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 celluloseisolering 45 kg/m ³ klasse 37
Stolper	f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm

REI 60 bærende indervæg

Lyd

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.

Udførsel

Celluloseisolering 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 celluloseisolering øges eller/og der krydslægtes for at hindre sætning i isolering.

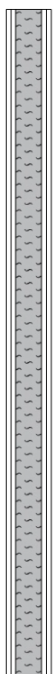
Brandforhold

For bærende indervægge skal der projekteres for hver enkelt sag. Kontakt derfor den certificeret brandrådgiver samt statiker 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.

REI 60 bærende indervæg, eksempel



Beklædning
Isoleringsmateriale
Stolper

f.eks. 2 x 15 mm brandgips på begge sider
95 mm celluloseisolering 45 kg/m³ klasse 37
f.eks. 45 x 70 mm cc 600 mm

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.

Præ- accepterede løsninger for BK 1 og 2

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 over 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 over 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 materiale klasse end D-s2, d2 [klasse B materiale] - E/F
 - Kan anvendes under hensyn til bygningens højde, bærende konstruktioner, brandmæssige adskillelser og anvendelse af bygningsdel.

Konkrete vurderinger

Isoleringsmaterialer

Isoleringsmateriale som er materiale klassificeret D-s2,d2 og B-s2,d0 og de klassifikationer der ligger imellem, har den samme anvendelse i de præ- accepterede løsninger BR18 kap. 5., altså som et [klasse B materiale].

En certificeret rådgivers muligheder til vurdering:

- Komparativanalyse
- Beregning ud fra brandmodstandsevne m.m. af bygningsdelen (f.eks. Eurocode)
- Brandafprøvning
 - Klassifikations brandafprøvninger
 - Projektspecifikke ad hoc brandafprøvninger

Fyringsanlæg og ildsteder

I enfamiliehuse vil det normalt altid være relevant at træffe brandsikringsforanstaltninger for fyringsanlæg, herunder pillefyr, pejse, brændeovne og lignende, samt aftrækssystemer, herunder skorstene og røgrør. Bemærk, at gas- og oliefyr ikke er omfattet af dette afsnit.

I forbindelse med brændeovne, pejse, pillefyr og lignende installationer, samt deres aftrækssystemer og røgrør skal det sikres, at overfladetemperaturen på brændbart materiale holdes så lav, at der ikke er fare for antændelse. Det er i denne sammenhæng vigtigt at se på installationens udformning og producentens anvisning, samt afstand mellem installationen og den brændbare overflade. Hvis overfladetemperaturen på installationen er højst 85 °C, vil der normalt ikke være fare for antændelse, hvorfor der ikke skal foretages særlige foranstaltninger. Installationer med en overfladetemperatur på mellem 85 °C og 100 °C, skal holdes mindst 30 mm fra brændbart materiale.

Ved installationer med en maksimal overfladetemperatur mellem 100 °C og 150 °C, skal afstanden være mindst 50 mm. Fyringsanlæg og aftrækssystemer, som er omfattet af en harmoniseret standard, skal være CE-mærkede. For disse anlæg skal der være udarbejdet en ydeevnedeklaration, hvoraf minimumsafstanden til brændbart materiale ofte skal fremgå. I disse tilfælde vil det være tilstrækkeligt at de angivne afstande til brændbart materiale overholdes.

For fyringsanlæg og aftrækssystemer, hvor det af ydeevnedeklarationen ikke fremgår, hvor langt fra brændbart materiale det skal placeres, skal nedenstående minimumsafstande anvendes.

Fyringsanlæg og aftrækssystemer (røgrør), som er omfattet af CE-mærkning, men hvor der af ydeevnedeklarationen ikke fremgår en mindsteafstand til brændbart materiale, skal der holdes en minimumsafstand på 3 x røgrørets nominelle diameter, dog mindst 375 mm.

For aftrækssystemer (betonbundende), som er omfattet af CE-mærkning, men hvor der af ydeevnedeklarationen ikke fremgår en mindsteafstand til brændbart materiale, skal der holdes en minimumsafstand på 100 mm.

For fyringsanlæg og aftrækssystemer (stålkorstene), herunder aftræk, røgrør samt renselemme i skorstene, murede skorstene, spjæld og trækstabilisatorer, som ikke er omfattet af CE-mærkning, skal minimumsafstandene til brændbart materiale i Tabel 1 overholdes.

Er den nødvendige afstand til brændbart materiale, som er ringere end klasse B-s1,d0, ikke fastlagt i CE-mærkningen for den konkrete installation, skal følgende minimumsafstande anvendes for nedenstående anlægstyper. Afstanden måles fra den udvendige side af installationen til brændbart materiale i væg og loft, såfremt ikke andet er angivet:

Tabel 1

Anlægstype	Mindste afstand
Ildsteder, herunder murede pejse og masseovne	500 mm (afstanden måles fra ildstedets indvendige side)
Murede skorstene	100 mm
Røgrør	3 gange røgrørets diameter, dog mindst 375 mm
Tilbehør til skorstene (trækstabilisator, spjæld, renselemme og lign.)	200 mm

For at forhindre gnister fra et ildsted til fast brændsel i at antænde en brand skal gulvet under og omkring brændeovne, pillebrændeovne, masseovne og pejse og lign. udføres i eller dækkes af et ubrændbart materiale som mindst som A2-s1,d0 eller A2fl-s1 med en mindste tykkelse på 1 mm. Det ubrændbare materiale skal gå mindst 0,30 m frem foran lukkede ildsteder, som for eksempel brændeovne og mindst 0,50 m foran åbne ildsteder, som for eksempel pejse. Materialet skal desuden gå mindst 0,15 m ud til hver side af fyringsanlæggets åbning.

Bilag A1, Brand; anvendelsesområde og testforudsætninger

Ekovilla – GREENWOOL/Isolet

B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet $\geq 26 \text{ kg./m}^3$ og ved en isoleringstykkelse $\geq 100 \text{ mm}$, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

Reaction to fire:

End use application	Class according to EN 13501-1
- dry installation - installation density of "Ekovilla, Ekovilla Puru, Ekovilla IA, Isonem, Isolet, NVIRO GreenWool" is 26 kg/m^3 to 65 kg/m^3 - insulation layer thickness $\geq 100 \text{ mm}$, - end use application without air gap - end use application substrates defined in EN13238 for the following standard substrate: "wood based panel": density of the board $\geq 680 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, board thickness $\geq 12 \pm 2 \text{ mm}$, reaction to fire of the board: class D-s2, d0; "calcium silicate board": density of the board $870 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, board thickness $\geq 11 \pm 2 \text{ mm}$, reaction to fire of the board: class A2	B-s2,d0
- dry installation - installation density of "Ekovilla, Ekovilla Puru, Ekovilla IA, Isonem, Isolet, NVIRO GreenWool" is 26 kg/m^3 to 65 kg/m^3 - insulation layer thickness $\geq 60 \text{ mm}$	E

ISOCELL

B-s2,d0 klassifikation, kan opfyldes ved en densitet på isoleringsmaterialet $\geq 28 \text{ kg./m}^3$ og ved en isoleringstykkelse $\geq 100 \text{ mm}$, tykkelse og densitet under medfører klasse E.

Reaction to fire:

End use application	Class according to EN 13501-1
- installation density of the cellulose fibre insulation material is 28 kg/m^3 to 65 kg/m^3 - insulation layer thickness $\geq 100 \text{ mm}$, - end use application without air gap - end use application substrates defined in EN13238 for the following standard substrate: "wood based panel": density of the board $\geq 680 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, board thickness $\geq 12 \pm 2 \text{ mm}$, reaction to fire of the board: class D; "calcium silicate board": density of the board $870 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, board thickness $\geq 11 \pm 2 \text{ mm}$, reaction to fire of the board: class A2-s1,d0	B-s2,d0
- installation density of the cellulose fibre insulation material is 28 kg/m^3 to 65 kg/m^3, - insulation layer thickness $\geq 40 \text{ mm}$	E

Bilag B, U-værdi og densitet

Loft	U-værdi
100 mm	0,37
150 mm	0,25
200 mm	0,19
250 mm	0,15
300 mm	0,12
350 mm	0,11
400 mm	0,09

Etageadskillelse/ Skråtag	U-værdi
50 mm	0,74
100 mm	0,37
150 mm	0,25
200 mm	0,19
250 mm	0,15
300 mm	0,12
350 mm	0,11
400 mm	0,09

Skillevægge	U-værdi
50 mm	0,74
75 mm	0,493
100 mm	0,37

Lette Ydervægge	U-værdi
100 mm	0,37
150 mm	0,247
200 mm	0,185
250 mm	0,148
300 mm	0,123

Build up tag	U-værdi
100 mm	0,37
200 mm	0,185
300 mm	0,123
400 mm	0,093
450 mm	0,082

ISOCELL

DENSITETSTABEL ISOCELL - Cellulose

(Cellulose insulation ETA-06/0076)

Alle tal er kg. pr. m²



Isoleringsstykkelse. Konstruktions type.	op til 160 mm	170-240 mm	250-280 mm	290-340 mm	350-400 mm
Åbent udblæst på loft eller i gulv	28	28	28	28	28
Sætning	5%	6%	7%	8%	10% *
Mellemliggende etage dæk/adskillelser	36	38	40	42	45
Flad ensidet tag- konstruktion op til 5°	41	42	43	45	47
Tagkonstruktion op til 25°	41	42	43	45	47
Tagkonstruktion 26° til 45°	42	43	45	47	49
Tagkonstruktion over 45°	45	47	49	52	54
Vægkonstruktion	45	47	49	52	54

* Over 500 mm til og med 650 mm: 12%

De angivne densitetsværdier gælder for ind/ud blæsnings-procedurer udført med Isoblow isoleringsmaskiner og med vejledning fra Nviro. Værdier for wet-spray m.m. gives til installatører med uddannelse fra Nviro.

Følgende værdier gælder udelukkende for **ISOCELL - Cellulose Isolering**, jævnt fordelt i hulrummet.

- Korrekte procedurer ang. maskinens indstillinger (udstyr) skal kontrolleres på stedet ved stikprøvekontrol af kvaliteten og densiteten i overensstemmelse med specifikationerne i den Europæiske Tekniske Godkendelse, Nviro's kvalitetshåndbog og tilhørende kontroludstyr.
- De angivne densitets værdier gælder for hulrum op til maks. 85 cm i bredden og maks. 3 meter i højden.
- Huller over 85 cm kan fyldes med 2 -slangeteknikken og bliver hulrummet over 3 meter i højden skal der etableres et "falsk" loft.
- Når monteringsarbejde udføres på tømrerens værksted, efterfulgt af transport, skal mindst + 8% materiale anvendes. Kontrol af densitet og sætning skal udføres på byggepladsen for at sikre de høje krav til kvalitet.

Præfabrikerede elementer med ISOblow Elements - eller anden form for indblæsningsudstyr.

Spørg venligst om den separate densitetstabel for at sikre den rette densitet.

Nviro · Bredgade 52 · DK-7480 Vildbjerg · Tel. +45 9712 6500 · info@nviro.dk



www.nviro.dk

Bilag C, Bygningskonstruktioner og fugt, åndbart byggeri.

Dampspærre eller dampbremse

Dampspærre⁴⁶

Der er ikke krav om etablering af en dampspærre i en bygningsdel. Der er derimod et krav om, at en bygningsdel skal sikres og etableres så der ikke ophober sig u hensigtsmæssige fugtniveauer i en given bygningsdel, med risiko for skader eller svigt af bygningsdelen. I bygningsdele mod det fri som f.eks. ydervægge, tagkonstruktioner og terrændæk vil der være en risiko for kondensering af varm fugtig luft i bygningsdelen, med dertil hørende risiko for skader eller svigt. Derfor bliver man nødt til at sikre sig, at muligheden for ophobning af fugt i bygningsdelen begrænses f.eks. ved etablering af en dampspærre. En dampspærre beskrives normalvis som et materiale med en Z- værdi (vanddampdiffusionsmodstand) på mindst 50 GPa s m²/kg. Ved gængs og konservativ betragtning kan man gå ud fra denne tommelfingerregel; forholdet mellem den indvendige og den udvendige Z-værdi bør være mindst 1:10, således at den indvendige Z-værdi, er mindst 10 gange så stor som den udvendige.

I praksis er det normalt vigtigere at samlinger, gennemføringer etc. er lufttætte, end at materialet er meget diffusionstæt. Dette skyldes, at fugttransport ved konvektion som regel er langt større end ved diffusion.

Dampbremse⁴⁷ åndbare principper for bygningsdele

Idet der ikke er et krav om en dampspærre, men ligger et funktionskrav om, at man skal sikre sig at der ikke sker en ophobning af fugt i de respektive bygningsdele, har man mulighed for, at betragte den samlede bygningsdel ud fra nogle principper om, at alle materialeglag i den samlede konstruktionsopbygning, kan arbejde med den fugt der måtte komme. Her er erfaringen at man med hygroskopiske materialer, som f.eks. celluloseisolering og træfiberisolering, kan minimere risikoen for skadelige fugtniveauer i en bygningsdel, og herved accepteres en større fugttransport igennem bygningsdele mod det fri. Dette giver en åndbar konstruktionsopbygning. Her kan man derfor afvige fra den generelle

1:10 betragtning og ved fugtsimuleringsprogram beregne et Z- værdis forhold, tilpasset den givne konstruktionsopbygning. Alternativt kan man med vores biobaserede isoleringsprodukter sikre sig en Z-værdi balance ud fra denne tommelfingerregel; forholdet mellem den indvendige og den udvendige Z-værdi bør være mindst 1:5, således at den indvendige Z- værdi er 5 gange så stor som den udvendige.

Beregningsprincippet for beregning af Z-værdi, vil være i forholdet mellem summen af de udvendige materials Z-værdi målt mod summen af de indvendige materials Z-værdi, inklusiv det definerede dampbremsende lag i konstruktionen beregnet med på den indvendige side. Forholdet mellem disse værdier skal være minimum 1:5.

⁴⁶ SBI- anvisning 224 Fugt i bygninger

⁴⁷ Byg- Erfa blad (29)05 09 29 Alternative isoleringsmaterialer

Bilag D, Væsentligste afsnit fra BR18⁴⁸

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.

⁴⁸ <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) Utsigtet luftgennemgang gennem indgangspartier i f.eks. butikker, kontorer og hoteller.
- 3) Utsigtet 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)⁴⁹ 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.

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.

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.

§ 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 energi⁵⁰ 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:

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.

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.

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 forhøjes 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 yderdøre, 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 energi⁵¹.

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.

§ 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 projektgodkendelse udarbejdet inden 1. januar 2013 om individuel naturgasforsyning af området i henhold til varmemforsyningsloven, kan bygningsopvarmningen baseres på naturgas uanset § 293.

§ 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 varmemforsyningsloven 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 energi⁵² 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.

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.

⁵² 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.

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
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	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/m² 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 rentabiliteten⁵³

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

⁵³ Bygningsreglement 2018, vejledning om energiforbrug, afsnit 4.0

Fugt og vådrum⁵⁴

§ 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 opugning 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.

⁵⁴ Bygningsreglement 2018, Fugt og vådrum (§ 334 - § 339)