



Eenvoudig toepasbare biobased isolatie- materialen

Maart 2024



Eenvoudig toepasbare biobased Isolatiematerialen

Inhoudsopgave

Inleiding	3		
1. Houtvezelisolatie	6	4. Stro isolatie	24
1.1 Productieproces en herkomst	7	4.1 Productieproces en herkomst	25
1.2 Technische eigenschappen	8	4.2 Technische eigenschappen	26
1.3 Toepassing	9	4.3 Toepassing	27
1.4 Gezondheid en comfort	10	4.4 Gezondheid en comfort	28
1.5 Milieu impact	11	4.5 Milieueffecten	28
2. Cellulose isolatie	12	5. Hennep isolatiedekens	29
2.1 Productieproces en herkomst	13	5.1 Productieproces en herkomst	30
2.2 Technische eigenschappen	14	5.2 Technische eigenschappen	31
2.3 Toepassing	15	5.3 Toepassing	32
2.4 Gezondheid en comfort	16	5.4 Gezondheid en comfort	33
2.5 Milieu effecten	17	5.5 Milieueffecten	33
3. Vlas isolatie	18		
3.1 Productieproces en herkomst	19	Colofon	34
3.2 Technische eigenschappen	20		
3.3 Toepassing	21		
3.4 Gezondheid en comfort	22		
3.5 Milieu effecten	23		

Inleiding

Een circulaire nationale bouweconomie die uitgaat van een groot percentage biobased materialen kent in potentie vele winnaars. **Bewoners** krijgen een gezonder thuis met prettiger binnenklimaat want biobased materialen reguleren het vochtgehalte van de lucht en zorgen voor een gelijkmatiger temperatuur. **Bouwers en ontwikkelaars** kunnen eenvoudiger industrieel bouwen omdat hout en biobased materialen zeer geschikt zijn voor fabrieksmatige verwerking. **Bouwwerkers** krijgen een veiliger werkomgeving omdat werkzaamheden grotendeels verplaatsen naar de fabrieksvloer. **Corporaties** kunnen betaalbaar aan hun sociale doelstellingen voldoen: onderzoek wijst uit dat houtbouw op termijn concurrerend kan zijn met traditionele materialen, waardoor duurzame sociale huur gerealiseerd kan worden.

En laten we de **boeren** niet vergeten. Die krijgen een extra afzetmarkt en kunnen in bepaalde gevallen afvalstromen te gelde maken. Ook worden gewassen die verwerkt kunnen in de bouw ook nog eens met weinig of geen bestrijdingsmiddelen geteeld. Tot slot worden **lokale en landelijke overheden** met circulair industrieel bouwen ondersteund in de woningbouwopgave en CO₂-reductiedoelstellingen. Hoe belangrijk de overheid dit onderwerp vindt, wordt geïllustreerd door het feit dat er een flink bedrag is gereserveerd (tot 200 miljoen) voor de Nationale Aanpak Biobased Bouwen (NABB). Onderdeel van de aanpak is het vergroten van de vraag. Uiteindelijk moet deze vraag worden ingevuld met lokaal geproduceerde materialen.

Aan de vraagzijde ligt nog een flinke uitdaging. Verschillende ontwikkelaars, corporaties en bouwers zijn druk bezig ervaring op te doen met biobased bouwen. Tegelijkertijd zien we dat de stap om hiermee daadwerkelijk aan de slag te gaan voor veel bouwpartijen nog best spannend is. Het afbreukrisico is groot en zit hem vaak in de details. Vragen over de kosten, beschikbaarheid van materialen, hoe een biobased materiaal in een bestaand bouwproces valt in te passen enzovoorts, leiden

1. Samenvatting

vaak uiteindelijk tot de keuze om toch maar te blijven werken met bekende materialen. Gebrek aan kennis en praktijkervaring spelen veel bouwers parten.

Om bouw- en ontwikkelpartijen toch te inspireren die eerste ervaringen met biobased bouwen op te doen, belichten we in deze publicatie de meest laagdrempelig toepasbare biobased materialen waarmee partijen vandaag aan de slag kunnen. Alle materialen die worden besproken zijn betaalbaar, gecertificeerd, grootschalig voorradig en inpasbaar in een bestaand bouwproces. Het zijn no-regret opties.

We hopen met deze publicatie niet alleen de voorlopers, maar juist het gros van de bouwers te bewegen tot die eerste stappen met biobased bouwmaterialen. Het hoeft niet groots en meeslepend te zijn. Kies uit deze publicatie het materiaal dat het best past bij jouw project en ga aan de slag. En ik beloof je: over een paar jaar is biobased bouwen onlosmakelijk onderdeel van je bouwpraktijk. De ervaringen van partijen die je voorgingen leren: als je eenmaal bent begonnen wil je nooit meer anders. Blijve werknemers, blijve gebruikers, blijve boeren, en een boost voor klimaat en milieu!

Veel succes gewenst met biobased bouwen!

Sander Woertman,
Programmaleider Lente-akkoord Circulair Industrieel Bouwen
namens de samenwerkende brancheverenigingen Bouwend
Nederland, IVBN, WoningbouwersNL, Aedes en NEPROM ism het
ministerie van BZK.



1.

Houtvezelisolatie

Houtvezelisolatie bestaat in verschillende varianten. Het wordt gebruikt voor de thermische isolatie van de buitenste schil van een gebouw en in de droogbouw voor de constructie van interne bouwdelen (muur, vloer, dak).

Houtvezelisolatieplaten worden sinds 1932 geproduceerd en behoren daarmee tot de oudste industrieel geproduceerde natuurlijke isolatiematerialen. Een van de eerste grote fabrikanten in Duitsland was de kartonpapierfabriek Groß Särchen. Momenteel hebben houtvezelisolatieplaten een aandeel van ruim 1% van de totale isolatiemarkt in Europa. In het marktsegment van isolatiematerialen uit hernieuwbare grondstoffen hebben zij een marktaandeel van 28%. Daarmee zijn houtvezelisolatieplaten een van de dominerende natuurlijke isolatiematerialen naast cellulose, dat een marktaandeel van 32% heeft.





1.1 Productieproces en herkomst

Houtvezelisolatieplaten bestaan gewoonlijk voor ten minste 85% uit houtvezels, die worden verkregen uit zaagresten (schors, splinters) en houtsnippers. Naaldhout verdient de voorkeur als grondstof vanwege de hogere vezelkwaliteit. De platen worden geproduceerd in een nat of droog proces.

Natte productie

Bij het natte proces worden de grondstoffen eerst vermalen en vervolgens met maximaal 98% water gemengd tot een pulp. Na tussentijdse opslag in vaten wordt deze slurry op de vormmachine gevormd tot de zogenaamde vezelkoek. Nadat het water er grotendeels mechanisch is uitgeperst, worden de vezelkoeken op maat gesneden en gedroogd in een droogkanaal bij temperaturen tussen 160 en 220 °C. De toevoeging van bindmiddelen is niet nodig bij de productie van vezelkoeken.

Toevoeging van bindmiddelen is meestal niet nodig, omdat het ligninegehalte van het hout, dat door verhitting vloeibaar wordt, de deeltjes bij afkoeling aan elkaar bindt. Hierdoor kan het vezelgehalte bij dit proces oplopen tot 100%. Voor speciale doeleinden (verhoogde sterkte, waterafstotende eigenschappen) worden zo nodig hars- of bitumen-houdende stoffen aan de pulp toegevoegd.

De platen worden vervolgens gesneden, gestapeld en verpakt; bij dikkere platen worden ze in lagen gelijmd. Als

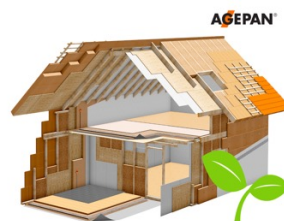
de productieomstandigheden goed zijn, worden alle stof- of paneelresten teruggevoerd naar de productiecyclus.

Droge productie

Bij het droge proces worden de vezels direct na het drogen gemengd met ongeveer 4% PUR-hars. Om flexibele isolatieplaten te maken worden ook synthetische textielvezels of vezels op basis van maïszetmeel aan de houtvezels toegevoegd. Vervolgens worden ze op de gewenste dikte uitgesmeerd, samengeperst en gehard door een mengsel van stoom en lucht, waarna de platen worden gesneden, gestapeld en verpakt.

Producenten

De productie van houtvezelisolatie is wijdverspreid in verschillende Europese landen. Ook in Nederland is de beschikbaarheid van houtvezelisolatie zeer goed. Er zijn meerdere producenten met een compleet aanbod voor elke denkbare isolatieoplossing. Het onderstaande overzicht van producenten is niet volledig





1.2 Technische eigenschappen

Traditioneel wordt er bij de selectie van isolatiemateriaal voornamelijk naar de isolatiewaarde en prijs gekeken. Echter zijn er bij de selectie van isolatiemateriaal meerdere factoren relevant voor een goede isolatie en goed comfort. Tijdens een dagelijkse 24-uurs cyclus is ook het vermogen om warmte en luchtvochtigheid te bufferen in het isolatiemateriaal bepalend voor het comfort en de energieprestatie van de woning. Biobased isolatiematerialen bieden hier een belangrijk voordeel ten opzichte van 'traditionele' isolatiematerialen als glaswol en steenwol, en leveren over de 24-uurs cyclus een betere prestatie. In de onderstaande technische gegevens is daarom naast de isolatiewaarde ook data met betrekking tot het bufferend vermogen van het isolatiemateriaal weergegeven. De warmtecapaciteit, het soortelijke gewicht en de waterdampdiffusiecoëfficiënt bepalen gezamenlijk deze buffercapaciteit. Dit vertaalt zich in een faseverschuiving en een temperatuur amplitude demping. Het bufferend vermogen van biobased isolatiematerialen wordt helaas niet gewaardeerd in de NTA-8800.

Producteigenschappen

Materiaalniveau:
Warmtegeleidingsvermogen
 $\lambda = 0,036 - 0,049 \text{ W/(mK)}$, afhankelijk van het type houtvezel en het soortelijk gewicht. Inblaas isolatie en

flexibele matten vanaf $0,036 \text{ W/(mK)}$, de middelzware platen rond de $0,042 \text{ W/(mK)}$ en de regenzekere (onderdak)platen $0,048 \text{ W/(mK)}$.

Bufferend vermogen en bescherming tegen oververhitting

Waterdampdiffusiecoëfficiënt
 $\mu = 2 - 5$

Warmtecapaciteit
 $c = 2100 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$

Soortelijk gewicht
 $\rho = 40 - 220 \text{ kg/m}^3$. Inblaas isolatie en flexibele matten $+ - 40 - 50 \text{ kg/m}^3$, harde persing platen $+ - 140 \text{ kg/m}^3$ en regenzekere (onderdak)platen $220 \text{ tot } 270 \text{ kg/m}^3$

Brandklasse
E

Geluid eigenschappen
De zachte houtvezelproducten scoren minimaal gelijkwaardig als de zachte steenwol en glaswol isolatiematten. De prestaties hangen af van de totale engineering van de wand.

Voorbeeldberekening

In onderstaande voorbeeldberekening is voor 3 houtvezelproducten een voorbeeldberekening gemaakt. Dit is gedaan op basis van een gemiddelde waarden van diverse producten binnen deze 3 categorieën. Het overzicht geeft enkel data over het isolatiemateriaal en niet over het systeem waarin dit materiaal toegepast wordt. Het komt vaak voor dat meerdere isolatiematerialen in plaat- of inblaasvorm gecombineerd worden in 1 wandsysteem. In de berekening is steeds gerekend met een beschikbare materiaaldikte van de isolatiesoort waarbij $R_{c} > 4,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, variatie per fabrikant is te verwachten.

	Inblaas	Flexibele plaat	Harde plaat
Dikte	185 mm	180 mm	200 mm
Isolatiewaarde $R_d - \text{m}^2\text{K/W}$	4,79 $\text{m}^2\text{K/W}$	4,91 $\text{m}^2\text{K/W}$	4,93 $\text{m}^2\text{K/W}$
Faseverschuiving*	5,8 uur	6,9 uur	12 uur
Temperatuur amplitude demping**	2,2	3,0	12,2
Warmtecapaciteit	2100 $\text{J/(kg} \cdot \text{K)}$	2100 $\text{J/(kg} \cdot \text{K)}$	2100 $\text{J/(kg} \cdot \text{K)}$
Soortelijk gewicht	35 kg/m^3	50 kg/m^3	160 kg/m^3
Interne opslagcapaciteit (warmte)	7,8 $\text{kJ/m}^2\text{K}$	9,7 $\text{kJ/m}^2\text{K}$	31 $\text{kJ/m}^2\text{K}$
Dampweerstand (μ -waarde)	0,36 m	0,36 m	0,8 m

* De faseverschuiving geeft de tijd aan in uren waarna de maximale middagwarmte de binnenzijde van het constructie bereikt.

** Amplitude demping beschrijft de demping van de temperatuur golf tijdens het passeren van de component. Een waarde van 10 betekent dat de temperatuur aan de buitenkant 10 keer zo grote temperatuurschommelingen heeft dan de oppervlakte aan de binnenkant, bijv. $15-35^\circ\text{C}$ buiten, binnen $24-26^\circ\text{C}$. Dit effect wordt in de NTA8800 helaas niet gewaardeerd in de bescherming tegen oververhitting.

1.3 Toepassing

Houtvezelisolatie kan op verschillende manieren worden aangebracht, afhankelijk van de specifieke eisen en de bestaande bouwelementen. Het is beschikbaar voor vrijwel elke denkbare situatie in de geïsoleerde schil van een woning of voor isolatie van binnenwanden en vloeren. Tijdens de bouwfase is dit een zeer praktisch product: er zijn diverse harde houtvezelisolatieplaten op de markt die onbeschermd 3 tot 6 maanden regen- en winddicht zijn als dak of gevel.

Hier volgen enkele veelgebruikte methoden om houtvezelisolatie aan te brengen:



1. Isolatie tussen kepers: deze methode wordt gebruikt voor hellende daken. De houtvezelisolatieplaten worden tussen de daksporen geplaatst. De platen worden op maat gesneden en tussen de daksporen geschoven of bevestigd met speciale bevestigingssystemen.



2. Isolatie boven de daksporen: bij deze methode wordt de houtvezelisolatie op de daksporen bevestigd. De platen worden met schroeven of spijkers aan de dakspanten bevestigd. Over de isolatie kan dan de dakbedekking geventileerd worden aangebracht.



3. Gevelisolatie: hier wordt de houtvezelisolatie als extra laag aan de buitenkant van een bestaande muur bevestigd. De isolatieplaten worden aan de gevel

bevestigd met speciale beugels of schroefbevestiging. Op de houtvezelisolatie kan dan een bekleding worden aangebracht, zoals houten panelen of pleisterwerk. Houtvezelisolatie is op deze wijze ook mogelijk als spouwmuurisolatie in nieuwbouw in een traditionele gevelopbouw, als isolatielaag op het binnenspouwblad.



4. Interne isolatie: deze methode wordt gebruikt om een bestaande muur van binnenuit te isoleren. De houtvezelisolatieplaten worden rechtstreeks op de muur gelijmd met leem- of kalkmortel, of bevestigd met schroeven op een onderconstructie. De muur kan dan worden bekleed met gips- of leemplaten. Ook worden houten voorzetwanden toegepast waar de houtvezelisolatie in geplaatst wordt. Er is geen spouw benodigd, wat een arbeidsgang scheelt en waarmee de mindere isolatiewaarde dan bij steenwol deels gecompenseerd wordt. Wel moet er aandacht zijn voor de isolatiedikte, muuropbouw en waterdampconcentraties. Raadpleeg een adviseur of producent voor de geschikte toepassing in een specifiek project.

5. Houtskeletbouw: bij houtskeletbouw wordt de houtvezelisolatie in de holtes tussen de houten balken geplaatst of in een doosconstructie toegepast. Dit wordt vaak ingeblazen in houtskeletbouw voor wanden en plafonds, of als harde platen of matten geplaatst tussen de houtskeletbouw.



6. Prefab houtskeletbouw: houtvezel inblaasmachines zijn goed te plaatsen in de assemblagelijnen van houtskeletbouwfabrieken. Hierbij wordt de houtvezel in bulk in de machine geplaatst en zeer efficiënt verwerkt.



1.4 Gezondheid en comfort

Houtvezelisolatie levert door zijn eigenschappen een belangrijke bijdrage aan een gezond binnenklimaat. Door zijn warmtecapaciteit en soortelijk gewicht heeft het een uitstekende interne opslagcapaciteit en biedt het dus een geschikte warmtebescherming in de zomer. Het isolatiemateriaal geeft de opgeslagen warmte langzaam en met vertraging af, waardoor de binnenruimtes aan veel zwakkere temperatuurschommelingen worden blootgesteld dan de buitenruimtes. Dit resulteert in een stabielere binnentemperatuur in de winter én in de zomer, en minimaliseert daarmee ook het risico van oververhitting in de zomer. Dit effect is het sterkst aanwezig bij de platen met een hoger soortelijk gewicht. Zie hiervoor ook de voorbeeldberekening van houtvezelisolatie.

Alle soorten houtvezel bieden een zeer goed regulerend vermogen als het gaat om luchtvochtigheid, indien het toegepast wordt in een dampopen constructie. Dit vochtregulerend vermogen zorgt voor buffering van waterdamp in het isolatiemateriaal, wat het positief effect om warmte te bufferen en daarmee oververhitting te voorkomen vergroot.

De bovenstaande gunstige effecten zijn met name bij de biobased isolatiematerialen met een hoge dichtheid aanwezig maar worden niet gewaardeerd in de NTA 8800 en komen daarmee helaas ook niet positief tot uiting in de BENG score.

Gezondheidsaspecten van houtvezelisolatiematerialen

Potentiële gevaren voor het klimaat, het water, het milieu en de gezondheid kunnen niet worden veroorzaakt door het basismateriaal zelf, maar alleen door “additieven” in de isolatiematerialen.

Additieven

Zijn in het geval van houtvezelisolatiematerialen voornamelijk vlamvertragers. In principe gaat het hier om twee verschillende stoffen:

- (a) Natriumcarbonaat / ammoniumfosfaat. Dit is de meest onschadelijke variant voor milieu en gezondheid.
- (b) Boorzouten en boorzuren

Producten die enkel boorzouten bevatten moeten echter worden vermeden, omdat boorzouten als giftig voor de voortplanting zijn ingedeeld. Een alternatief voor boorzouten is boorzuur wat niet zo vluchtig is waardoor de schadelijkheid lager ligt.

Naast bovenstaande additieven worden polyurethaan houdende lijmen toegevoegd in diverse soorten

droge houtvezelplaten. In Europa geproduceerde houtisolatiematerialen voldoen aan de wettelijke voorschriften voor formaldehyden, VOS en eluaten.

Bij het import uit andere delen van de wereld kunnen ook andere aanzienlijk giftigere lijmen enz. bevatten. Bij het inkopen is het daarom altijd verstandig te kiezen voor Europese oorsprong van de platen omdat ze moeten voldoen aan de gemeenschappelijke Europese wet en regelgeving en certificaten.



1.5 Milieu impact

Milieu impact

Voor de productie van de gebruikte bouwmaterialen werden meer broeikasgassen uit de atmosfeer gehaald door het groeien van bomen dan er werden toegevoegd door de verwerking van de grondstof tot het isolatiemateriaal. In het isolatiemateriaal zit CO₂ uit de atmosfeer opgeslagen. De productie van houtvezelisolatie met goed beheerde productiebossen levert dus een reductie van CO₂ uit de atmosfeer op.

Duurzaam bosbeheer is bij producten gemaakt uit hout van grote invloed op de milieu-impact. Het verkeerd beheer van bossen is destructief voor ecosystemen.

Om extra te sturen op korte termijn klimaatdoelen kan gekeken worden naar enkel de productiefase van het materiaal, waarbij biobased producten over het algemeen veel gunstiger scores dan traditionele materialen. Beleidsmakers en overheden kunnen bijvoorbeeld waardering geven voor de MPG-2 of GWPa score, waarin enkel de impact vanaf grondstofwinning tot en met de bouw gewogen wordt.

Milieuprofiel

Er zijn meerdere categorie-1 milieuprofielen van houtvezelproducten terug te vinden in de NMD.

2. Cellulose isolatie

De ontdekking van cellulose gaat waarschijnlijk terug tot 1838, toen de chemicus Anselme Payen de stof uit planten haalde. In de jaren daarna werd de chemische structuur van cellulose door verschillende wetenschappers onderzocht. Isolatie uit cellulose wordt sinds de tweede helft van de 20e eeuw grootschalig industrieel geproduceerd en is een van de meest succesvolle natuurlijke isolatiematerialen. In de eerste instantie werd cellulose vaak gebruikt als toevoeging aan pleisters uit leem en kalk, waar het al een lichte isolerende functie had. Uiteindelijk werd cellulose in 1992 voor het eerst gesynthetiseerd en vandaag in vele landen grootschalig ingezet als isolatiemateriaal. Het is verkrijgbaar in verschillende vormen, zoals matten en vlokken voor inblaasisolatie. Cellulose isolatie heeft in Europese markt, met 32%, het grootste aandeel van de biobased isolatiematerialen.



2.1 Productieproces en herkomst

Productie

De basis van cellulose-isolatie is papiervlokken gemaakt van oude kranten. Tijdens het productieproces wordt de structuur van de houtvezels in het papier gebroken, waardoor er minuscule luchtzakjes ontstaan tussen de vezels. Deze holle ruimten zorgen voor het isolerend vermogen van cellulose.

De cellulosevezels vormen vlokken die een beetje aanvoelen als watten. De vlokken zijn elastisch en hechten zich makkelijk aan elkaar, zodat ze bij plaatsing een naadloze isolatielaag vormen. Om ze als losse isolatie te gebruiken worden ze gedroogd. Verdere verwerking tot isolatiematten gebeurt door de cellulose met stoom te persen. Cellulose bevat zijn eigen bindmiddelen die het materiaal bij elkaar houden. Bovendien verbetert de toevoeging van verschillende zouten de brandveiligheid van het materiaal en de bescherming tegen schimmel.

Cellulose als isolatie is een upcycling product doordat afval van papier een nieuwe hoogwaardige bestemming krijgt.

Herkomst

De productie van cellulose-isolatie is wijdverspreid in verschillende Europese landen zoals Duitsland, Frankrijk, Zweden, Spanje en het Verenigd Koninkrijk. Daarmee is de beschikbaarheid voor de Nederlandse markt ook groot en is er een gevarieerd aanbod inblaasvezels en isolatiedekens. Onderstaand overzicht is een greep uit het aanbod en niet limitatief.





2.2 Technische eigenschappen

Traditioneel wordt er bij de selectie van isolatiemateriaal voornamelijk naar de isolatiewaarde en prijs gekeken. Echter zijn er bij de selectie van isolatiemateriaal meerdere factoren relevant voor een goede isolatie en goed comfort. Tijdens een dagelijkse 24-uurs cyclus is ook het vermogen om warmte en luchtvochtigheid te bufferen in het isolatiemateriaal bepalend voor het comfort en de energieprestatie van de woning. Biobased isolatiematerialen bieden hier een belangrijk voordeel ten opzichte van 'traditionele' isolatiematerialen als glaswol en steenwol, en leveren over de 24-uurs cyclus een betere prestatie.

In de onderstaande technische gegevens is daarom naast de isolatiewaarde ook data met betrekking tot het bufferend vermogen van het isolatiemateriaal weergegeven. De warmtecapaciteit, het soortelijke gewicht en de waterdampdiffusiecoëfficiënt bepalen gezamenlijk deze buffercapaciteit. Dit vertaalt zich in een faseverschuiving en een temperatuur amplitude demping. Het bufferend vermogen van biobased isolatiematerialen wordt helaas niet gewaardeerd in de NTA-8800.

Producteigenschappen:

Materiaalniveau:
 Warmtegeleidingsvermogen $\lambda = 0,037 - 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Bufferend vermogen en bescherming tegen oververhitting
 Waterdampdiffusiecoëfficiënt $\mu = 1/2$
 Warmtecapaciteit $c = 2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
 Soortelijk gewicht $\rho = \pm 50 \text{ kg}/\text{m}^3$
 (densiteit is afhankelijk van de inblaasdruk)

Brandklasse B2
 Geluid eigenschappen De cellulose isolatieproducten scoren ongeveer gelijkwaardig als de zachte steenwol en glaswol isolatiematten. De prestaties hangen af van de totale engineering van de wand.

Voorbeeldberekening

In het onderstaande overzicht is met cellulose een voorbeeldberekening gemaakt om te komen tot een isolatiewaarde van $R_c > 4,7 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W}$. Voor cellulose flexibele dekens en inblaasisolatie zijn de waarden ongeveer gelijk; de lambdawaarde van de diverse producenten kent wel onderling verschillen.

Dikte	d = 180 mm
Isolatiewaarde	R = 4,7 m ² K/W
Faseverschuiving*	6,9 uur
Temperatuur amplitude demping	3
Interne opslagcapaciteit	9,7 kJ/m ² K
Dampweerstand (μd-waarde)	0,36 m

* De faseverschuiving geeft de tijd aan in uren waarna de maximale middagwarmte de binnenzijde van de constructie bereikt.

** Amplitude demping beschrijft de demping van de temperatuurgolf tijdens het passeren van de component. Een waarde van 10 betekent dat de temperatuur aan de buitenkant 10 keer zo grote temperatuurschommelingen heeft dan de oppervlakte aan de binnenkant, bijv. 15-35°C buiten, binnen 24-26°C. Hoe hoger de waarde, hoe beter. Dit effect wordt in de NTA8800 helaas niet gewaardeerd in de bescherming tegen oververhitting.

2.3 Toepassing

Cellulose-isolatie wordt meestal aangebracht met de inblaasmethode. Het inblazen gebeurt in holle compartimenten, dit kunnen 'doosconstructies' zijn in een (prefab) HSB systeem of in de renovatie achter een voorzetwand of tussen de dakspanten. Hier volgen de stappen om cellulose-isolatie te installeren:

Vorbereiding: eerst worden alle nodige veiligheidsmaatregelen genomen, zoals het dragen van beschermende kleding, handschoenen, een ademhalingstoestel en een veiligheidsbril. Het werkgebied wordt afgedekt om verontreiniging te voorkomen.



Vorbereiding van het isolatiemateriaal: het isolatiemateriaal wordt voorbereid in speciale machines of inblaasapparatuur voor een gelijkmatige verdeling van de vezels.



Inblazen van de isolatie: een vakman gebruikt een blaasapparaat om de cellulose-isolatie in de daarvoor bestemde holtes te blazen. Dit kan gebeuren via speciale spuitmonden of slangen die in de gewenste zones worden ingebracht.

Verdeling en verdichting: de cellulose-isolatie wordt continu in de holtes gespoten, terwijl er tegelijkertijd voor een gelijkmatige verdeling en voldoende verdichting wordt gezorgd. De verdichting voorkomt de vorming van luchtzakken in de holtes, wat de thermische prestaties van de isolatie verbetert. Na het inblazen wordt steekproefsgewijs een monster uitgenomen om te controleren of de juiste dichtheid is behaald.

Afwerking: nadat de cellulose-isolatie is ingeblazen, worden de inblaasgaten zorgvuldig afgedicht met speciale pluggen of een hiervoor ontwikkelde tape om ervoor te zorgen dat de isolatie op zijn plaats blijft. Daarna kan de wand afgewerkt worden. Wanneer achter een plaatmateriaal is ingeblazen zijn hiervoor diverse opties. Wanneer is ingeblazen achter een folie met een regelwerk dient een plaatmateriaal aangebracht te worden. Het netjes en recht aanbrengen van het regelwerk is maatgevend voor een strak eindresultaat.

Het is belangrijk op te merken dat de exacte procedure voor het plaatsen van cellulose-isolatie kan variëren afhankelijk van de specifieke vereisten van het gebouw en de aanbevelingen van de fabrikant. Het wordt aanbevolen om een beroep te doen op de diensten van een professionele isolatiespecialist of aannemer om ervoor te zorgen dat de installatie correct en doeltreffend wordt uitgevoerd.



Inblaas isolatie kan ook fabrieksmatig aangebracht worden, waarbij de inblaasapparatuur geïntegreerd wordt in de prefab fabrieksstraat.



2.4 Gezondheid en comfort

Cellulose levert door zijn eigenschappen een belangrijke bijdrage aan een gezond binnenklimaat. Door zijn warmtecapaciteit en soortelijk gewicht heeft het een uitstekende interne opslagcapaciteit en biedt het dus een geschikte warmtebescherming in de zomer. Het isolatiemateriaal geeft de opgeslagen warmte langzaam en met vertraging af, waardoor de binnenruimtes aan veel zwakkere temperatuurschommelingen worden blootgesteld dan de buitenruimtes. Dit resulteert in een stabielere binnentemperatuur in de winter én in de zomer, en minimaliseert daarmee ook het risico van oververhitting in de zomer.

Alle soorten cellulose bieden een zeer goed regulerend vermogen als het gaat om luchtvochtigheid, indien het toegepast wordt in een dampopen constructie. Dit vochtregulerend vermogen zorgt voor buffering van waterdamp in het isolatiemateriaal, wat het positief effect om warmte te bufferen en daarmee oververhitting te voorkomen vergroot.

De bovenstaande gunstige effecten zijn met name bij de biobased isolatiematerialen met een hoge dichtheid aanwezig maar worden niet gewaardeerd in de NTA 8800 en komen daarmee helaas ook niet positief tot uiting in de BENG score.

Gezondheidsaspecten van houtvezelisolatiematerialen

Potentiële gevaren voor het klimaat, het water, het milieu en de gezondheid kunnen niet worden veroorzaakt door het basismateriaal zelf, maar alleen door “additieven” in de isolatiematerialen.

Additieven

Zijn in het geval van cellulose isolatiematerialen voornamelijk vlamvertragers en schimmelwerende stoffen. In principe gaat het hier om drie verschillende stoffen:

- (a) Natriumcarbonaat / ammoniumfosfaat. Dit is de meest onschadelijke variant voor milieu en gezondheid.
- (b) Boorzouten en/of boorzuren
- (c) Magnesiumsulfaat

Producten die enkel boorzouten bevatten moeten echter worden vermeden, omdat boorzouten als giftig voor de voortplanting zijn ingedeeld. Een alternatief voor boorzouten is boorzuur wat niet zo vluchtig is waardoor de schadelijkheid lager ligt.

Cellulose flexibele dekens hebben een aandeel van rond de 6% smeltvezels; kunststof vezels die als bindmiddel in de isolatiematten zijn toegevoegd. Cellulose isolatieproducten zijn vrij van schadelijke vluchtige organische stoffen.



2.5 Milieu effecten

Milieu impact

Cellulose is gemaakt van gerecyclede kranten. Voor de productie van cellulose worden meer broeikasgassen uit de atmosfeer gehaald door het groeien van de bomen (als grondstof voor de kranten) dan er worden toegevoegd door de verwerking van de grondstof tot het isolatiemateriaal.

In het isolatiemateriaal zit CO₂ uit de atmosfeer opgeslagen. Het gebruik van cellulose isolatie levert dus een reductie van CO₂ uit de atmosfeer op.

Om extra te sturen op korte termijn klimaatdoelen kan ook worden gekeken naar enkel de productiefase van het materiaal, waarbij biobased producten over het algemeen veel gunstiger scoren. Beleidsmakers en overheden kunnen bijvoorbeeld waardering geven voor de MPG-2 of GWPa score, waarin enkel de impact vanaf grondstofwinning tot en met de bouw gewogen wordt.

Milieuprofiel

Er zijn meerdere milieuprofielen van cellulose isolatie terug te vinden in de NMD waaronder categorie-1 profielen.

3.

Vlas isolatie

Vlas wordt in de hedendaagse bouw toegepast als een isolatiedeken voor de thermische isolatie van de buitenste schil van een gebouw in oplossing of als na-isolatie van binnenuit. Ook worden prefab systeembouw elementen met vlas toegepast voor daken en de buitenschil in houtskeletbouw of doosconstructies.

Daarnaast worden ze gebruikt in de droogbouw voor de constructie van interne bouwdelen (muur, vloer en dak). Een grote Nederlandse partij in de vlas isolatiematerialen en systeembouwoplossingen is Iso vlas.

Op het Europees continent wordt vlas al eeuwen toegepast in historische gebouwen, onder andere als isolatiemateriaal. Ook in de Nederlandse vakwerkhuisen is vlas toegepast in de buitenschil.





3.1 Productieproces en herkomst

Vlas isolatieplaten bestaan gewoonlijk voor ten minste 75% uit vlasvezels, aangevuld met een deel bindvezels uit juten of polyester. De vezels komen als een bijproduct uit de linnenproductie, voornamelijk uit Polen.

Vlas isolatieplaten worden vervaardigd uit vlasvezels, die worden gewonnen uit vlasplanten. Na de oogst vinden enkele bewerkingen (roten, braken en zwingelen) plaats met de stengels voordat deze gereed zijn voor verdere verwerking tot producten. Het grootste gedeelte van de vlasplanten wordt voor andere toepassingen dan isolatiemateriaal gebruikt zoals in de linnen industrie. Voor isolatiemateriaal worden de korte vezels verwerkt en samengeperst tot isolatiematten, -rollen of -platen. Tijdens dit proces worden doorgaans geen schadelijke chemicaliën toegevoegd, hoewel bindvezels van niet-biobased oorsprong worden vermengd met het vlas om dekens met de juiste eigenschappen te produceren.



3.2 Technische eigenschappen

Traditioneel wordt er bij de selectie van isolatiemateriaal voornamelijk naar de isolatiewaarde en prijs gekeken. Echter zijn er bij de selectie van isolatiemateriaal meerdere factoren relevant voor een goede isolatie en goed comfort. Tijdens een dagelijkse 24-uurs cyclus is ook het vermogen om warmte en luchtvochtigheid te bufferen in het isolatiemateriaal bepalend voor het comfort en de energieprestatie van de woning. Biobased isolatiematerialen bieden hier een belangrijk voordeel ten opzichte van 'traditionele' isolatiematerialen als glaswol en steenwol, en leveren over de 24-uurs cyclus een betere prestatie.



In de onderstaande technische gegevens is daarom naast de isolatiewaarde ook data met betrekking tot het bufferend vermogen van het isolatiemateriaal weergegeven. De warmtecapaciteit, het soortelijke gewicht en de waterdampdiffusiecoëfficiënt bepalen gezamenlijk deze buffercapaciteit. Dit vertaalt zich in een faseverschuiving en een temperatuur amplitude demping. Het bufferend vermogen van biobased isolatiematerialen wordt helaas niet gewaardeerd in de NTA-8800.

Gedetailleerde Producteigenschappen

Materiaalniveau:
Warmtegeleidingsvermogen $\lambda = 0,038 \text{ W/(mK)}$

Bufferend vermogen en bescherming tegen oververhitting
Waterdampdiffusiecoëfficiënt $\mu = 20 - 50$
Warmtecapaciteit $c = 1600 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$
Soortelijk gewicht 35 kg/m^3

Brandklasse C
Geluid eigenschappen De zachte biobased isolatieproducten zoals vlaswol scoren minimaal gelijkwaardig als de zachte steenwol en glaswol isolatiematten. De prestaties hangen af van de totale engineering van de wand

Voorbeeldberekening

In het onderstaande overzicht is met vlaswol een voorbeeldberekening gemaakt om te komen tot een isolatiewaarde van $R_c > 4,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Dikte	$d = 180 \text{ mm}$
Isolatiewaarde	$R = 4,91 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Faseverschuiving*	4,9 uur
Temperatuur amplitude demping**	1,8
Interne opslagcapaciteit	$5,2 \text{ kJ/m}^2 \text{ K}$

Dampweerstand (μd -waarde) $9,0 \text{ m}$

* De faseverschuiving geeft de tijd aan in uren waarna de maximale middagwarmte de binnenzijde van het constructie bereikt.

** Amplitude demping beschrijft de demping van de temperatuur golf tijdens het passeren van de component. Een waarde van 10 betekent dat de temperatuur aan de buitenkant 10 keer zo grote temperatuurschommelingen heeft dan de oppervlakte aan de binnenkant, bijv. $15-35^\circ \text{C}$ buiten, binnen $24-26^\circ \text{C}$. Hoe hoger de waarde, hoe beter. Dit effect wordt in de NTA8800 helaas niet gewaardeerd in de bescherming tegen oververhitting.

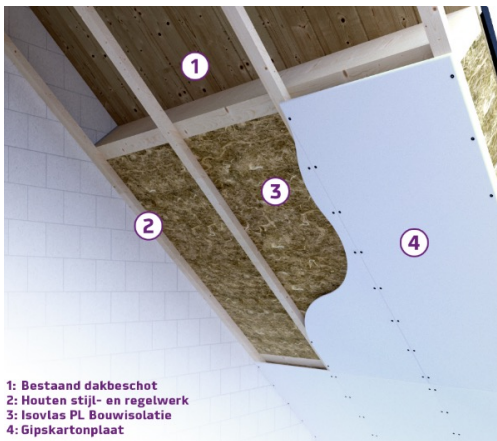
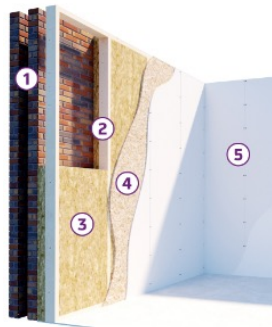
3.3 Toepassing

Vlas isolatie kan op verschillende manieren worden aangebracht, afhankelijk van de specifieke eisen en de bestaande bouwelementen. De toepassing van vlas isolatie lijkt erg op de toepassing van glaswol of steenwol, echter worden andere bouwfolies gebruikt óf wordt er zonder folies gewerkt. Hier volgen enkele veelgebruikte methoden om vlas isolatie aan te brengen:

Isolatie tussen kepers: deze methode wordt gebruikt voor hellende daken. De vlas isolatieplaten worden op maat gesneden en tussen de daksporen geschoven of bevestigd met speciale bevestigingssystemen

Isolatie boven de daksparren: Bij deze methode wordt de vlas isolatie op de daksparren bevestigd. De platen worden met schroeven of spijkers aan de daksparren bevestigd. Over de isolatie kan dan een dakbedekking of dakmembraan worden aangebracht.

Interne isolatie: deze methode wordt gebruikt om een bestaande muur van binnenuit te isoleren. De vlas isolatieplaten worden in een HSB rasterwerk aan de binnenzijde van de muur geplaatst. De muur kan dan bekleed worden met gips- of leemplaten. Ook is vlas isolatie in prefab kapconstructies en houtskeletbouw bruikbaar.





3.4 Gezondheid en comfort

Vlas isolatie levert door zijn eigenschappen een belangrijke bijdrage aan een gezond binnenklimaat. Het isolatiemateriaal geeft de opgeslagen warmte langzaam en met vertraging af, waardoor de binnenruimtes aan zwakkere temperatuurschommelingen worden blootgesteld dan de buitenruimtes. Dit minimaliseert het risico van oververhitting. Vlaswol heeft het laagste soortelijk gewicht vergeleken met de andere beschreven biobased isolatieproducten. Hiermee biedt het materiaal op zichzelf een wat minder goede bescherming tegen oververhitting in de zomer dan de andere biobased isolatieproducten.

Vlaswol biedt een zeer goed regulerend vermogen als het gaat om luchtvochtigheid, indien het toegepast wordt in een dampopen constructie. Dit vochtregulerend vermogen zorgt voor buffering van waterdamp in het isolatiemateriaal, wat weer een positieve impact heeft op het vermogen om warmte te bufferen en daarmee oververhitting te voorkomen. Vlaswol levert hiermee alsnog betere prestaties dan alternatieven uit minerale wol.

De bovenstaande gunstige effecten zijn met name bij de biobased isolatiematerialen aanwezig maar worden niet gewaardeerd in de NTA 8800 en komen daarmee helaas ook niet positief tot uiting in de BENG score.

Gezondheidsaspecten van vlas isolatiematerialen

Potentiële gevaren voor het klimaat, het water, het milieu en de gezondheid kunnen niet worden veroorzaakt door het basismateriaal zelf, maar alleen door “additieven” in de isolatiematerialen.

Additieven

De additieven zijn in het geval van vlas isolatiematerialen voornamelijk vlamvertragers. In principe gaat het hier om de volgende stof:

- (a) ammoniumfosfaat. Dit is de meest onschadelijke variant voor milieu en gezondheid.

Producten uit andere delen van de wereld kunnen ook andere aanzienlijk giftigere lijmen enz. bevatten. Bij het inkopen is het daarom altijd verstandig te kiezen voor Europese oorsprong van de platen omdat ze moeten voldoen aan de gemeenschappelijke Europese wet- en regelgeving en certificaten.



3.5 Milieu effecten

Milieu impact

Vlas is gemaakt van de korte vezels van de stengels van de vlasplant. De overige delen van de vlas plant kennen allen hun eigen nuttige toepassing in andere sectoren. Voor de productie van vlas worden meer broeikasgassen uit de atmosfeer gehaald dan er worden toegevoegd door de verwerking van de grondstof tot het isolatiemateriaal. In het isolatiemateriaal zit CO₂ uit de atmosfeer opgeslagen. Het gebruik van vlas isolatie levert dus een reductie van CO₂ uit de atmosfeer op.

Om extra te sturen op korte termijn klimaatdoelen kan ook worden gekeken naar enkel de productiefase van het materiaal, waarbij biobased producten over het algemeen veel gunstiger scores. Beleidsmakers en overheden kunnen bijvoorbeeld waardering geven voor de MPG-2 of GWP_a score, waarin enkel de impact vanaf grondstofwinning tot en met de bouw gewogen wordt.

Milieuprofiel

Er zijn meerdere categorie-1 en categorie-3 milieuprofielen van vlaswol isolatie terug te vinden in de NMD.

4

Stro isolatie

Stro als isolatiemateriaal heeft een rijke geschiedenis in de woningbouw, en deze traditie is eeuwenoud. In veel landelijke en agrarische gemeenschappen werd stro gebruikt om huizen te isoleren vanwege de overvloedige beschikbaarheid en isolerende eigenschappen. In de middeleeuwen werden vakwerkhuzen vaak met stro gevuld tussen de houten balken, wat hielp bij het behouden van de warmte in koude winters. Dit historische gebruik getuigt van de effectiviteit van stro als isolatiemateriaal, dat zich heeft voortgezet tot op de dag van vandaag.

De hedendaagse toepassing van strobouw vindt men vooral terug in de systeembouw, waarbij met prefab houtskeletbouw elementen of doos-elementen gewerkt wordt die gevuld zijn met stro. Ook is het inblazen van stro in doos- of HSB-constructies een toepassing die aan populariteit wint. Daarnaast wordt stro ook toegepast als zelfbouwmethode: in dat geval worden strobalen in een houten frame gestapeld.





4.1 Productieproces en herkomst

Stro als isolatiemateriaal wordt geproduceerd van de droge stengels van granen (tarwe). Het stro is een bijproduct van de graanteelt en wordt geoogst en droog opgeslagen. Stro voor isolatie wordt volledig schoongemaakt en ontdaan van stof en granen. Het grootste gedeelte van het stro dat toegepast wordt in de systeembouw en voor inblaastoepassingen komt uit het oosten van Europa, vanuit de grote graanproducerende landen. Van Nederlandse bodem is er een beperkte opbrengst isolatiestro.

Aan stro zijn over het algemeen geen brandvertragende of schimmelwerende stoffen toegevoegd.

De strovezels voor inblaastoepassingen zijn korter gehakseld en uniform van lengte. Dit zorgt ervoor dat het gelijkmatig kan worden verspreid tijdens het inblaasproces en voorkomt dat er grote klonten ontstaan.

Stro in een doosconstructie of HSB-constructie wordt onder druk in de elementen geperst of ingeblazen. Het prefab element kan op de bouwplaats direct geplaatst worden. De juiste productiemethode en een hoge persdruk/inblaasdruk levert de juiste dichtheid en daarmee de vereiste eigenschappen voor stro als bouw materiaal.

Voor de toepassing in strobalenbouw is het van belang dat de strobalen tot een hogere dichtheid dan standaard strobalen voor de veeteelt geperst worden.



4.2 Technische eigenschappen

Traditioneel wordt er bij de selectie van isolatiemateriaal voornamelijk naar de isolatiewaarde en prijs gekeken. Echter zijn er bij de selectie van isolatiemateriaal meerdere factoren relevant voor een goede isolatie en goed comfort. Tijdens een dagelijkse 24-uurs cyclus is ook het vermogen om warmte en luchtvochtigheid te bufferen in het isolatiemateriaal bepalend voor het comfort en de energieprestatie van de woning. Biobased isolatiematerialen bieden hier een belangrijk voordeel ten opzichte van 'traditionele' isolatiematerialen als glaswol en steenwol, en leveren over de 24-uurs cyclus een betere prestatie.

In de onderstaande technische gegevens is daarom naast de isolatiewaarde ook data met betrekking tot het bufferend vermogen van het isolatiemateriaal weergegeven. De warmtecapaciteit, het soortelijke gewicht en de waterdampdiffusiecoëfficiënt bepalen gezamenlijk deze buffercapaciteit. Dit vertaalt zich in een faseverschuiving en een temperatuur amplitude demping. Het bufferend vermogen van biobased isolatiematerialen wordt helaas niet gewaardeerd in de NTA-8800.

Materiaalniveau:	
Warmtegeleidingsvermogen (mK)	= 0,055 W/
Waterdampdiffusiecoëfficiënt	$\mu = 2,8$
Soortelijk gewicht m ³	$\rho = 100 \text{ kg/}$
Warmtecapaciteit (kg*K)	$c = 2200\text{J/}$
Brandklasse	E

De brandklasse van stro is E. Echter gedraagt stro zich door de hoge densiteit bij brand bijna als massief hout, dus met een zeer lage doorbrandsnelheid.

Voorbeeldberekening

In het onderstaande overzicht is met stro een voorbeeldberekening gemaakt om te komen tot een isolatiewaarde van $R_c > 4,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Door het relatief hoge soortelijk gewicht en de wat lagere isolatiewaarde dan de overige biobased producten is van stro veelal een dikker en zwaarder pakket nodig. Dit resulteert in onderstaande voorbeeldberekening in een zeer goede bescherming tegen oververhitting in de zomer en een hoog warmte- en vochtregulerend vermogen.

Dikte	d = 250 mm
Isolatiewaarde m ² K/W	R = 4,75
Faseverschuiving*	12 uur

Temperatuur amplitude demping	10,4
Interne opslagcapaciteit	28 kJ/m ² K

Dampweerstand (μd -waarde)	0,7 m
--	-------

4.3 Toepassing

Stro isolatie in nieuwbouw

Stro isolatie is te verwerken in prefab elementen of door in te blazen op de bouwplaats in vloer, muur of dakelementen. Stro wordt in nieuwbouw altijd verwerkt in een houtskeletbouwelement of doosconstructies. Deze elementen kunnen uiteraard ook als voor- en achtergevels in de beton- of kalkzandsteenbouw gebruikt worden. Voor dakisolatie van hellende daken met stro dient extra aandacht uit te gaan naar het gewicht van het isolatiepakket in relatie tot het draagvermogen aangezien stro een hoger soortelijk gewicht heeft en een grotere pakketdikte vereist dan de andere biobased isolatiematerialen. Stro isolatie is in nieuwbouw erg geschikt voor dampopen bouwen waarbij geen bouwfolies benodigd zijn. Dit kan zowel in materiaalkosten als in arbeidskosten een verschil maken. Ook biedt stro een zeer goede bescherming tegen oververhitting in de zomer.



Strobouw elementen zijn af te werken met een sterk geventileerde spouw of met diverse gevelsystemen die direct tegen het stro-element aangebracht worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een kalkpleister als buitenafwerking, met een leempleister aan de binnenzijde van het stro element. De pleisters kunnen direct op het element aangebracht worden. Hierdoor zijn, ondanks de dikkere isolatiepakketten, alsnog vrij slanke gevels te realiseren.

Strobalen bouw is een variant binnen de strobouw die met enige regelmaat ingezet wordt bij duurzame huizen vanuit zelfbouw of initiatieven vanuit collectief particulier opdrachtgeverschap. Het stapelen van strobalen binnen een houtskelet constructie is echter een arbeidsintensieve methode vergeleken met de prefab methoden en is daarmee geen voor de hand liggende oplossing voor aannemers.

Renovatie

In renovatie is strobouw toepasbaar wanneer een gebouw vanaf de buitenzijde geïsoleerd wordt. Dit heeft wel vergaande consequenties voor het uiterlijk van het gebouw en is vrijwel altijd vergunningsplichtig.





4.4 Gezondheid en comfort

Stro isolatie levert door zijn eigenschappen een belangrijke bijdrage aan een gezond binnenklimaat. Door zijn warmtecapaciteit en soortelijk gewicht heeft het een uitstekende interne opslagcapaciteit en biedt het dus een geschikte warmtebescherming in de zomer. Het isolatiemateriaal geeft de opgeslagen warmte langzaam en met vertraging af, waardoor de binnenruimtes aan veel zwakkere temperatuurschommelingen worden blootgesteld dan de buitenruimtes. Dit minimaliseert het risico van oververhitting.

Stro biedt een zeer goed regulerend vermogen als het gaat om luchtvochtigheid, indien het toegepast wordt in een dampopen constructie. Dit vochtregulerend vermogen zorgt voor buffering van waterdamp in het isolatiemateriaal, wat het positief effect om warmte te bufferen en daarmee oververhitting te voorkomen vergroot.

De bovenstaande gunstige effecten zijn met name bij de biobased isolatiematerialen met een hoge dichtheid aanwezig maar wordt niet gewaardeerd in de NTA 8800 en komt daarmee helaas ook niet positief tot uiting in de BENG score.

Additieven

Aan stro als isolatiemateriaal worden over het algemeen geen additieven toegevoegd. Het materiaal is, indien juist verwerkt, goed bestand tegen schimmelgroei en ongedierte.

4.5 Milieueffecten

Voor de productie van de gebruikte bouwmaterialen worden meer broeikasgassen uit de atmosfeer gehaald door het groeien van tarwe(stro) dan er worden toegevoegd door de verwerking van de grondstof tot het isolatiemateriaal. In het isolatiemateriaal zit CO₂ uit de atmosfeer opgeslagen. De productie van stro isolatie levert dus een reductie van CO₂ uit de atmosfeer op.

Momenteel zijn er geen stro isolatiematerialen opgenomen in de NMD.

5

Hennep isolatiedekens

Het gebruik van hennep als bouw materiaal dateert eeuwen terug. In veel culturen over de hele wereld werd hennep gebruikt voor diverse toepassingen in de bouw. Hennep groeit snel en gedijt in verschillende klimaten, waardoor het een ideale grondstof was voor vele doeleinden. Op dit moment is er een hernieuwde interesse ontstaan in hennep als bouw materiaal, vooral vanwege de groeiende aandacht voor biobased isolatiematerialen en de relatief eenvoudige teelt van hennep.

Hennep als isolatiemateriaal bestaat in verschillende varianten voor de thermische isolatie van de buitenste schil van een gebouw. Ook worden ze gebruikt in de droogbouw voor de constructie van interne bouwdelen (muur, vloer, dak). Zo zijn er bijvoorbeeld kalkhennep blokken, droog gestorte kalkhennep en hennep flexibele isolatiematten.





5.1 Productieproces en herkomst

De basis voor hennep is de hennepplant. Hennep wordt na een groeiperiode van 3 tot 4 maanden geoogst waarna het naar een verwerkingslocatie gebracht. De verschillende vezels en vezellengtes van de plant biedt aan meerdere industrieën een materiaal; hennepvezels zijn bijvoorbeeld ook in dashboards van auto's te vinden.

Hennep in de bouwsector is verkrijgbaar als kalkhennep en verwerkt tot flexibele matten. In de matten is de hennep verwerkt in combinatie met een andere vezel zoals jute.

Dit gewas presteert over het algemeen uitstekend op Nederlandse bodem. Er zijn momenteel meerdere initiatieven van agrariërs die overstappen op hennepcultuur. Ook is er interesse vanuit ontwikkelaars en aannemers met grondposities om tijdelijk hennep te planten als eigen bron voor biobased isolatiemateriaal.

In andere landen in Europa is ook een flinke toename in de hennepproductie te zien.





5.2 Technische eigenschappen

Traditioneel wordt er bij de selectie van isolatiemateriaal voornamelijk naar de isolatiewaarde en prijs gekeken. Echter zijn er bij de selectie van isolatiemateriaal meerdere factoren relevant voor een goede isolatie en goed comfort. Tijdens een dagelijkse 24-uurs cyclus is ook het vermogen om warmte en luchtvochtigheid te bufferen in het isolatiemateriaal bepalend voor het comfort en de energieprestatie van de woning. Biobased isolatiematerialen bieden hier een belangrijk voordeel ten opzichte van 'traditionele' isolatiematerialen als glaswol en steenwol, en leveren over de 24-uurs cyclus een betere prestatie.

In de onderstaande technische gegevens is daarom naast de isolatiewaarde ook data met betrekking tot het bufferend vermogen van het isolatiemateriaal weergegeven. De warmtecapaciteit, het soortelijke gewicht en de waterdampdiffusiecoëfficiënt bepalen gezamenlijk deze buffercapaciteit. Dit vertaalt zich in een faseverschuiving en een temperatuur amplitude demping. Het bufferend vermogen van biobased isolatiematerialen wordt helaas niet gewaardeerd in de NTA-8800.

Producteigenschappen flexibele dekens:

Materiaalniveau:
Warmtegeleidingsvermogen $\lambda = 0,041 \text{ W/(mK)}$

Bufferend vermogen en bescherming tegen oververhitting
Waterdampdiffusiecoëfficiënt $\mu = 2$
Warmtecapaciteit $c = 2300 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$
Soortelijk gewicht $\rho = 40 \text{ kg/m}^3$.

Brandklasse E
Geluid eigenschappen De zachte biobased isolatieproducten scoren minimaal gelijkwaardig als de zachte steenwol en glaswol isolatiematten. De prestaties hangen af van de totale engineering van de wand.

Voorbeeldberekening flexibele dekens

In onderstaande voorbeeldberekening is voor hennep isolatiedekens een voorbeeldberekening gemaakt.

In de berekening is steeds gerekend met de kleinste beschikbare materiaaldikte van de isolatiesoort waarbij $R_c > 4,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Dikte	d = 200 mm
Isolatiewaarde	R = 5,05 m ² K/W
Faseverschuiving*	6,9 uur

Temperatuur amplitude demping	3
Interne opslagcapaciteit	9,2 kJ/m ² K

Dampweerstand (μ d-waarde)	0,4 m
---------------------------------	-------

5.3 Toepassing

Hennep isolatiedekens

De verwerking van hennep isolatiedekens is gelijk aan de verwerking van isolatiedekens van minerale wol. Het isolatiemateriaal wordt in metal-stud constructies geplaatst of tussen de houten staanders- of liggers van houtskeletbouw elementen geplaatst. Hennep is hiermee ook uitstekend geschikt als isolatiemateriaal in renovaties.



Kalkhennep los gestort

Kalkhennep in los gestorte vorm kan op diverse locaties toegepast worden. In renovatieoplossingen wordt de kalkhennep achter een tijdelijke bekistingsconstructie gestort. Deze bekisting kan achteraf worden verwijderd. Ook is kalkhennep direct op een droge ondergrond te storten als isolerende vloer. Leidingen zijn hierin eenvoudig weg te werken.

De grote warmtebuffering van het materiaal maakt het ook een geschikt isolatiemateriaal voor hellende daken.

De diverse los gestorte kalkhenneproducten zijn in een houtskeletbouwconstructie of doosconstructie ook goed toepasbaar als prefab oplossing.



Kalkhennep blokken

De kalkhennep blokken worden verwerkt zoals men gewend is van kalkzandsteen blokken. De blokken zijn eenvoudig en met hetzelfde gereedschap te verzagen en te verlijmen. Het is belangrijk dat hiervoor de juiste lijm mortel wordt gebruikt, raadpleeg hiervoor de leverancier van de kalkhennep blokken.



Kalkhennep blokken bieden geen dragende constructie. Het materiaal is zeer geschikt als buitenschil in nieuwbouw, bij houtbouw of bij bouwwerken met dragend metselwerk. De detaillering en verwerking zijn eenvoudig en de kalkhennep blokken zijn direct af te werken met een pleisterlaag.

Niet dragende binnenmuren zijn eenvoudig te plaatsen vanuit kalkhennep blokken. Dit levert veel thermische massa binnen, biedt een goed akoestisch comfort en stabiele luchtvochtigheid.

Bij renovatie is dit systeem ook geschikt om van buitenaf of van binnenuit te isoleren en direct met een pleistersysteem af te werken.



5.4 Gezondheid en comfort

Kalkhennep en hennep isolatie leveren door hun eigenschappen een belangrijke bijdrage aan een gezond binnenklimaat. Door zijn warmtecapaciteit en soortelijk gewicht heeft het een uitstekende interne opslagcapaciteit en biedt het dus een geschikte warmtebescherming in de zomer. Het isolatiemateriaal geeft de opgeslagen warmte langzaam en met vertraging af, waardoor de binnenruimtes aan veel zwakkere temperatuurschommelingen worden blootgesteld dan de buitenruimtes. Dit minimaliseert het risico van oververhitting. Kalkhennep heeft door het aandeel kalk een lager isolerend vermogen, echter biedt dit een superieure bescherming tegen oververhitting door de massa van de kalk in het systeem.

Kalkhennep en hennep biedt een zeer goed regulerend vermogen als het gaat om luchtvochtigheid, indien het toegepast wordt in een dampopen constructie. Dit vochtregulerend vermogen zorgt voor buffering van waterdamp in het isolatiemateriaal, wat het positief effect om warmte te bufferen en daarmee oververhitting te voorkomen vergroot.

De bovenstaande gunstige effecten zijn met name bij de biobased isolatiematerialen met een hoge dichtheid aanwezig maar worden niet gewaardeerd in de NTA 8800 en komen daarmee helaas ook niet positief tot uiting in de BENG score.

5.5 Milieueffecten

Voor de productie van de gebruikte bouwmaterialen werden meer broeikasgassen uit de atmosfeer gehaald door het groeien van bomen dan er werden toegevoegd door de verwerking van de grondstof tot het isolatiemateriaal. In het isolatiemateriaal zit CO₂ uit de atmosfeer opgeslagen. De productie van houtvezelisolatie met goed beheerde productiebossen levert dus een reductie van CO₂ uit de atmosfeer op.

Om extra te sturen op korte termijn klimaatdoelen kan gekeken worden naar enkel de productiefase van het materiaal, waarbij biobased producten over het algemeen veel gunstiger scores dan traditionele materialen. Beleidsmakers en overheden kunnen bijvoorbeeld waardering geven voor de MPG-2 of GWP_a score, waarin enkel de impact vanaf grondstofwinning tot en met de bouw gewogen wordt.

Milieuprofiel

Er zijn meerdere categorie-1 milieuprofielen van kalkhennep blokken terug te vinden in de NMD.

Deze publicatie is een samenwerking van
Lente-Akkoord Circulair Industrieel Bouwen en Stichting
W/E Adviseurs

Met medewerking van de themagroep Biobased
Bouwen:
Carl Dolmans, Hendriks Coppelmans Ontwikkeling
Dick van Ginkel, TBI WOONlab
Dirk van den Reek, Ballast Nedam Development
Hans Peter Ringnalda, Trebbe Groep
Anke Verhagen, Rabo Smartbuilds

Project:
Lenteakkoord 2.0
– toepassing biobased producten

Datum:
21 februari 2024

Projectleider:
Matthijs van der Jagt, Aveco de Bondt

Projectadviseur:
Laurens Taal, Aveco de Bondt

Opdrachtgever:
Sander Woertman namens Lente-akkoord
Circulair Industrieel Bouwen