



NIEMAN[®]

DE RAADGEVENDE INGENIEURS



Technische rapportage
**Brandveiligheid biobased
isolatiematerialen**

RVO

november 2022

Partner in 't hart van de bouw!

Brandveiligheid biobased isolatiematerialen

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)

Vertegenwoordigd door: Mevrouw I. Thijssen
Uw referentie: EGO2200049

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), in het kader van het Transitieteam Circulaire Bouweconomie en de PIANOo Buyer Groups Houtbouw.

Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.

Rapporteurs: De heer ing. L.A.M. van Dijk
De heer ing. W. Groenevelt
Mevrouw ir. Y.K. van Koert-Wertwijn

Met medewerking van: De heer ing. P. Kuindersma (Ingenii Bouwinnovatie)
Mevrouw ir. S.T.G.D. Hegeman (Nieman Raadgevende Ingenieurs)
Mevrouw ing. M. Willems (Centrum Hout)

Klankbordgroep: Mevr. I. Thijssen, senior adviseur duurzaam bouwen RVO;
Dhr. D van Ginkel, Technisch Innovatie Manager bij TBI WOONlab;
Dhr. J.W. van de Groep, kwartiermaker biobased bouwmaterialen;
Dhr. R van Sleen, bouwkundige / projectleider bij Daad Architecten;
Dhr. H. Vlietstra, productspecialist Oldenboom Meinesz BV;

Het concept is meegelezen door Paul Terwisscha van Scheltinga, Transitieteam Circulaire Bouweconomie, Groene Huisvesters en Volksbelang Helmond; Sander Woertman, Neprom en Lente-Akkoord; en Atto Harsta, Aldus Bouwinnovatie..

Referentie: 20220393 / 27811
Status: Definitief
Datum: November 2022

Voorwoord

We moeten alles uit de kast halen voor een 100% circulaire bouweconomie in 2050. Dat zegt het Transitieteam Circulaire Bouweconomie. Het gaat dan om minder bouwen, minder materiaalgebruik, hoogwaardig hergebruik en inzet van biobased bouwmaterialen.

Inmiddels is duidelijk dat we met hoogwaardig hergebruik slechts in een klein deel van de benodigde materiaalbehoefte kunnen voorzien. Volgens EIB en Metabolic is het gat tussen vraag en aanbod in de B&U zo'n 80%. Het ICLEI Circularity Gap Report beaamt dit. Oftewel, er ligt een noodzaak en urgentie voor opschaling van hout en andere biobased bouwmaterialen.

Met name in de woningbouw liggen er kansen, bij nieuwbouw en in de verduurzaming. Afgelopen jaar zien we dat steeds meer grote bouwers, modulebouwers en startups kiezen voor houtbouw. Als vervolgstap groeit ook de vraag naar biobased isolatiematerialen als alternatief voor traditionele CO₂- en energie-intensieve isolatiematerialen. En, sinds kort, als alternatief businessmodel voor boeren in de agrosector. Er liggen koppelkansen met de versnelling van de woningbouw, CO₂ reductie, CO₂ opslag, stikstofproblematiek, prefab en industrieel bouwen, schonere bouwplaats, gezond binnenklimaat, lagere MPG/MKI, en duurzaam bosbeheer, in Europa en de Tropen.

Een belangrijk knelpunt voor opschaling in de seriematige woningbouw is - of lijkt - brandveiligheid. En in het verlengde daarvan verzekerbaarheid. De vragen zijn daarbij:

- In welke situaties kan houtbouw, met HSB of CLT, en in combinatie met biobased isolatiematerialen, via de huidige regelgeving al worden toegepast?
- In welke situaties zijn er oplossingen voorhanden, zoals overdimensionering, toepassen van extra plaatbekleding, impregneren of gelijkwaardigheidsverklaringen?
- Voor welke situaties is nader onderzoek nodig of zijn brandtesten gewenst?
- In landen om ons heen worden houtbouw en biobased isolatie al veel meer toegepast; kunnen we deze gegevens en ervaringen interpoleren naar de Nederlandse situatie?

Die vragen hebben we neergelegd bij Nieman.

En het blijkt best een ingewikkeld verhaal: brandveiligheid omvat een scala aan aspecten, en een scala aan eisen. De situaties bij dragende constructies, gevelbekleding, tussenwanden, daken, vloeren, eengezins of appartement, bij verschillende materiaalsoorten, in plaatvorm of als vlokken, en bij verschillende maatvoering zijn nogal verschillend. Hoe zou je dit moeten engineeren? Wat helpt in discussies met het bevoegd gezag?

Dit rapport heeft de relevante kennis bijeen gebracht. Complimenten daarvoor! Wat een klus.

En het rapport geeft antwoord op de vragen en een doorkijk naar de benodigde vervolgstappen. Handige informatie en oplossingsrichtingen voor opdrachtgevers, bouwbedrijven, architecten, engineers, beleggers en toeleveranciers. Een belangrijke een stap voor de opschaling van houtbouw en biobased isolatiematerialen. Dat hebben we hard nodig om onze klimaat-en circulariteitsdoelen mee te helpen bereiken.

Irma Thijssen, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland,
voor het Transitieteam Circulaire Bouweconomie

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Vraag- en doelstelling	4
1.3	Deelvragen, aanpak en afbakening onderzoek	4
1.3.1	<i>Deelvragen</i>	4
1.3.2	<i>Afbakening</i>	4
Hoofdstuk 2	Biobased isolatiematerialen	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Materiaalvergelijking	6
2.3	Materiaalanalyse	10
Hoofdstuk 3	Analyse : houtconstructies met biobased isolatiematerialen	11
3.1	Testrapporten en CE markeringen	11
3.2	Brandgedrag bouwmaterialen	13
Hoofdstuk 4	Conclusie en aanbevelingen	18
4.1	Conclusies algemeen	18
4.2	Conclusies ten aanzien van brandvoortplantingsklasse – gevelsystemen	18
4.3	Conclusies ten aanzien van brandwerendheid - wanden, vloeren, plafonds en daken	19
4.4	Conclusies ten aanzien van vervolgonderzoek / teststrategieën	20
Bijlage 1	Termen en definities	27
Bijlage 2	Uitgangspunten	31
4.4.1	<i>Korte samenvatting</i>	32
4.4.2	<i>Brandwerendheid met betrekking tot bezwijken</i>	32
4.4.3	<i>Brandprestaties met betrekking tot scheidende functies (incl. gevel)</i>	33
Bijlage 3	Materiaaltabellen	41
Bijlage 4	Systeemoverzicht wanden, gevels, vloeren en daken	48

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Circulaire en biobased bouwmaterialen zijn belangrijk voor het opschalen van de circulaire bouweconomie. Naast slimmer ontwerpen, hoogwaardiger hergebruik van materialen en producten in de bouw, is ook veel nieuw materiaal nodig voor de beoogde (woning)bouwproductie. Dit kan bij voorkeur worden ingevuld met hernieuwbare en biobased bouwmaterialen.

Het gebruik van hout en andere biobased bouwmaterialen zal zich dus de komende jaren (sterk) verder ontwikkelen. Het gaat dan om houtbouw in HSB, CLT en andere constructieve toepassingen, en om de toepassing van biobased isolatiematerialen. zoals houtvezelproducten, vlas-, vezelhennepe- en wolproducten¹ en cellulose. Deze materialen zijn al beschikbaar, maar bij de introductie van deze materialen op de bouwmarkt ontstaan soms belemmeringen. Een belemmering die door opdrachtgevende partijen en in verschillende onderzoeken wordt genoemd, is (de onbekendheid met) het gedrag van hout en biobased isolatiematerialen bij brand.

Afhankelijk van de specifieke toepassing is dit brandgedrag van grote, of juist beperkte invloed op de brandveiligheid van het gebouw. Het ontbreekt echter in de markt aan een instrument om situaties waarin brandveiligheid een bijzonder aandachtspunt is te onderscheiden van situaties waarin de brandveiligheid al op andere wijze is geborgd. De toepassing van houtbouw en biobased (isolatie)materialen wordt daardoor in sommige gevallen onterecht afgeremd of zelfs onmogelijk gemaakt.

In dit technische rapport wordt ingegaan op toepassing van biobased isolatiematerialen in bouwdelen met een eventuele, door de regelgeving, aangewezen brandwerendheidseis. Omdat er op dit moment een beperkte kennis is over het gedrag van deze materiaalgroep bij brand, is er ook weinig gevoel over het eventueel samenwerkend vermogen van deze materialen in houtbouwconstructies (met inbegrip van plaatmateriaal) in relatie tot bijvoorbeeld de brandwerendheid van bouwdelen.

Volgens Nieman Raadgevende Ingenieurs hebben toeleveranciers van deze biobased bouwmaterialen (de plicht) zich in te spannen om de brandveiligheid van hun product(en) te duiden. Deze inspanning kan echter niet verwacht worden zonder een gedegen eerste indruk van technische mogelijkheden en oplossingsalternatieven over de breedte van het potentiële toepassingsgebied.

¹ Exclusief glas- steenwol.

1.2 Vraag- en doelstelling

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (verder RVO) heeft Nieman gevraagd onderzoek te doen naar de brandwerendheid van biobased isolatiematerialen in houtskeletbouw en Cross Laminated Timber (CLT) toepassingen. Daarvoor zijn de onderstaande drie onderzoeksvragen geformuleerd:

1. In welke situaties kan biobased isolatiemateriaal zonder aanvullende maatregelen worden toegepast?
2. In welke situaties kan biobased isolatiemateriaal met brandwerende maatregelen (beplating) worden toegepast?
3. Van welke toepassingsgebieden kunnen we nog niet met zekerheid zeggen dat met biobased isolatie wordt voldaan aan bepaalde brandtechnische eisen en welke brandtesten zijn nodig om daarin meer inzicht te verschaffen?

1.3 Deelvragen, aanpak en afbakening onderzoek

1.3.1 Deelvragen

Om antwoord te kunnen geven op de drie hoofdvragen zijn de volgende deelvragen relevant:

1. Wat zijn de brandtechnische eisen van bouwdelen en producten in een gebouw?
2. Wat zijn de (brand-)eigenschappen van de te onderzoeken houtbouwsystemen in combinatie met biobased isolatiematerialen?
3. Wat is brandtechnisch mogelijk (in een toepassing) op basis van deze materiaaleigenschappen?
4. Wat is brandtechnisch mogelijk (in een toepassing) op basis van de geteste biobased bouwsystemen in Europa, en (in hoeverre) kunnen we deze resultaten extrapoleren naar de Nederlandse situatie?

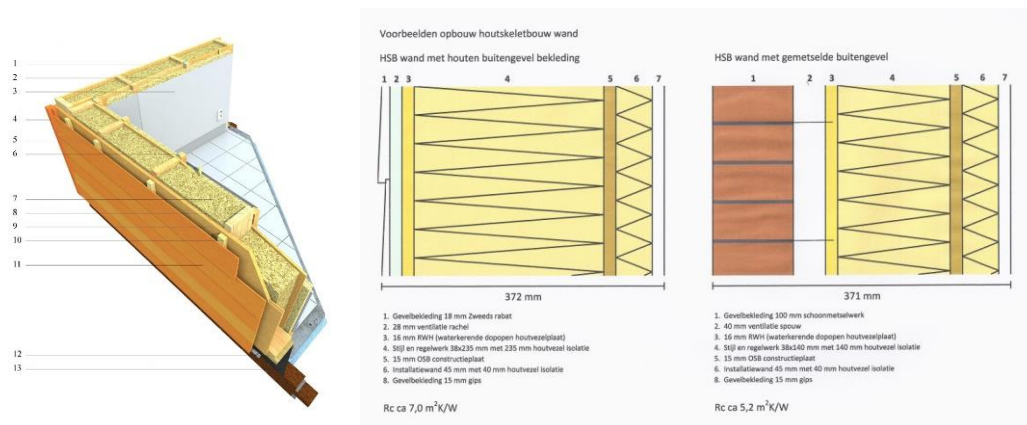
1.3.2 Afbakening

Dit rapport richt zich in basis op biobased isolatiemateriaal toegepast in houtbouwsystemen (HSB en CLT) in de Nederlandse woningmarkt. Dit houdt in dat er wordt getoetst aan de in Nederland geldende wet- en regelgeving. Dit neemt niet weg dat er gebruik kan worden gemaakt van producten of systemen die al worden toegepast in het buitenland. Deze kunnen op basis van Europese en/of nationale normeringen en eisen worden vertaald naar de Nederlandse markt. De systemen zijn beoordeeld voor grondgebonden woningen en gestapelde woningbouw vanaf drie bouwlagen, zowel nieuwbouw als bestaande bouw ivm na-isolatie. De volgende bouwdelen zijn bekeken: gevels, binnenwanden, woningscheidende wanden en daken.

Het grootste toepassingsgebied van biobased isolatiemateriaal wordt gevonden in houtskeletbouw elementen (HSB). De kern van het HSB-element wordt hierbij voorzien van isolatiemateriaal (zie fig. 2). Verdere opschaling van biobased isolatiemateriaal is mogelijk bij gevels en daken, waarbij aanvullend aan de buitenzijde kan worden geïsoleerd.

Omdat Cross Laminated Timber (CLT, massief hout) als zelfstandig bouwelement grotendeels kan voorzien in de brandwerendheid (door voldoende dikte) is de brandtechnische beoordeling van biobased isolatiemateriaal in deze toepassing minder relevant. Daarnaast is bij inwendige scheidingsconstructies van CLT (bijv. ankerloze woningscheidende wanden) de toepassing van isolatie vanuit thermische oogpunt, minder of niet noodzakelijk. Opschaling van biobased isolatiemateriaal vindt naar ons idee dan ook met name in HSB-constructies plaats.

In het verlengde van deze opmerkingen is er binnen dit onderzoek overwegend gekeken naar HSB elementen voor binnenwanden, gevelelementen, vloeren en daken. Voor gevels specifiek is tevens gekeken naar CLT.



Figuur 1: Opbouw van een HSB wand (Bron: www.passiefhuismarkt.nl).

Noot: Veelal zijn voor het creëren van een goede geluidsisolatieprestatie en brandveilig ontwerp enkele en/of dubbele plaatlagen nodig die bij voorkeur een hoge buigslappe massa bevatten. Ingeblazen of gestorte vlokken isolatie behoeft beplating aan beide zijden van de HSB wand. Toepassing van isolatieplaten laat het toe om éénzijdig te beplaten (in dit geval dient aan de spouwzijde ten minste een dampopen, waterkerende folie te zijn toegepast). Zie hiervoor de akoestische impact in het constructieoverzicht van bijlage 4.

Voor dit onderzoek zijn geen materialen of systemen uitgesloten. De biobased isolatiematerialen zijn geselecteerd in vooroverleg met de klankbordgroep.

Op basis van de beschikbare informatie zijn de materiaalstaten en matrices gevuld. De informatie is verkregen uit de klankbordgroep, literatuuronderzoek en informatie van producenten en leveranciers (bijvoorbeeld informatie uit uitgevoerde brandtesten).

Daarbij is de informatie die vanuit kennishouders en fabrikanten is aangeleverd beperkt geverifieerd. De leverancier en/of producent van de materialen is altijd verantwoordelijk voor de juiste inhoudelijke specificaties en brandveiligheidsclaims. In het onderzoek is overwegend gekeken naar leveranciers en kennisbanken in de Europese markt.

Hoofdstuk 2 Biobased isolatiematerialen

2.1 Inleiding

Zie voor de lijst met onderzochte materialen en eigenschappen bijlage 3 “Materiaaltabellen”.

2.2 Materiaalvergelijking

Hieronder zijn de verzamelde specificaties² van verschillende producenten en leveranciers weergegeven, gesorteerd per materiaal,.

- Cellulose
- Grasvezel
- Hennep
- Houtvezel
- Katoen
- Schapenwol
- Stro
- Vlas

Cellulose



Dichtheid	30-65	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	E/B ³	
Vlampunt	250/400	[°C]
Thermische capaciteit	1950-2150	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	0,037-0,039	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	1-2	[μ]
Bestanddelen	Oud papier (91,6), Mineraal brandwerend middel (8,4)	(%)
Merken	Thermofloc, Isofloc, Isoproc	

³ (Bij Thermofloc F bij een dikte vanaf 100mm, anders brandklasse E)

Grasvezel



Dichtheid	40	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	D/E	
Vlampunt	-	[°C]
Thermische capaciteit	1500-1700	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	0,04-0,041	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	-	[μ]
Bestanddelen	Grasvezel (72), jutevezel (20), synthetisch bindvezel (8)	(%)
Merken	Gramitherm	

Hennep



Dichtheid	37/340	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	E	
Vlampunt	280-300	[°C]
Thermische capaciteit	2300	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	0,04-0,067	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	1-2,8	[μ]
Bestanddelen	Henep (80), luchtkalk (9), hydraulische kalk (1) / Henepvezel (66), jutevezel (22), polymeer dragergezel o.b.v. PET (8), soda (4)	(%)
Merken	Isohemp, Hempflax, Thermo Hanf	

Vlas



Dichtheid	28	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	-	
Vlampunt	280-300	[°C]
Thermische capaciteit	1550-1600	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	0,035-0,038	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	5,7	[μ]
Bestanddelen	-	(%)
Merken	Isovlas, Isolin	

Houtvezel



Dichtheid	29-270	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	E	
Vlampunt	100-130	[°C]
Thermische capaciteit	2100	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	0,036-0,051	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	1-5	[μ]
Bestanddelen	Houtvezels, additieven / Naaldhout, textielvezels, ammoniumzouten Spar en den, PUR-hars, paraffine (%)	
Merken	Isofloc, Gutex, Pavatex, Agepan	

Katoen



Dichtheid	20-45	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	-	
Vlampunt	-	[°C]
Thermische capaciteit	1600	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	0,04-0,067	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	2,2	[μ]
Bestanddelen	Gerecycleerde textielvezel (85), Polyesterbinmiddel (15)	(%)
Merken	Metisse	

Schapevool



Dichtheid	14-20	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	E	
Vlampunt	560-600	[°C]
Thermische capaciteit	1750	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	0,0385-0,042	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	1-2	[μ]
Bestanddelen	-	(%)
Merken	Isolena	

Stro



Dichtheid	85-100-115	[kg/m ³]
Brandklasse (single-use)	E	
Vlampunt	-	[°C]
Thermische capaciteit	0,043-0,052	[J/kg*K]
Warmtegeleidingsvermogen	-	[W/m*K]
Dampdiffusieweerstand	2	[μ]
Bestanddelen	Stro	(%)
Merken	Baustroh	

2.3 Materiaalanalyse

In de specificatieoverzichten van de onderzochte materialen bevinden zich enkele onbekende grenswaarden, waarvoor geldt dat er geen informatie beschikbaar is of is verstrekt. Er is een selectie gemaakt van de huidige meest toegepaste materialen.

Het blijkt dat biobased isolatiematerialen verschillende karakteristieke eigenschappen bezitten. Niet alleen over het geheel genomen wijken specificaties van elkaar af, maar treden ook leveranciersgebonden verschillen op binnen dezelfde materiaalsoort.

De onbekende materiaaleigenschappen en marges in producteigenschappen vragen om de brandwerendheid van de materialen te beoordelen op de meest nadelige of verwachte specificatie. Op deze manier wordt geadviseerd om te kijken naar de vuurbestendigheid van een materiaal of product en hoe deze te verbeteren is met een aanvullende bescherming. Daarvoor is ook een overzicht gemaakt van mogelijke brandbeschermingsmaterialen die op de Nederlandse markt beschikbaar zijn. Zie hiervoor een lijst met brandbeschermingsmaterialen Bijlage 3 "Materiaaltabellen"..

Op basis van de verzamelde informatie op (inter)nationaal niveau is in Bijlage 4 een matrix uitgewerkt met ontwerp oplossingen waarvan verwacht mag worden dat ze in een testsituatie de genoemde prestatie leveren.

Hoofdstuk 3 Analyse : houtconstructies met biobased isolatiematerialen

3.1 Testrapporten en CE markeringen

Voor het samenstellen van het constructieoverzicht is op nationaal en internationaal (overwegend West Europa) gekeken naar leveranciers gebonden product- en systeeminformatie en onafhankelijk systeeminformatie bij kennisinstututen zoals “informationsdienst-holz”. Hierin is in het bijzonder gekeken naar biobased toepassingen. Verondersteld wordt dat de weergegeven informatie via testrapporten of door interpolatie tussen behaalde prestaties via beproeving, door de desbetreffende leverancier of kennisinstituut gemotiveerd kan worden. De leverancier en/of producent van de materialen is daarmee verantwoordelijk voor het aanbieden, dan wel publiceren van de juiste inhoudelijke specificaties en wordt daarmee gezien als belangrijke, specialistische kennishouder van hun producten en/of systemen.

Het brandgedrag van een product of de brandwerendheid van een constructie c.q. bouwdeel moet zijn voorzien van de juiste onderbouwing voor geschiktheid in de toepassing (wand, vloer, dak of gevel). Daarvoor moet een geldig testcertificaat of deskundigen beoordeling, die de juistheid van prestatie en/of karakteristieke eigenschappen weergeven, kunnen worden overhandigd. In het betreffende document staat aangegeven op welke wijze de constructie is getest en onder welke voorwaarden het certificaat geldig is. Hiertoe behoort ook de motivatie van de interpolatiewijze, wanneer tussen de voorhanden zijnde systeemprestaties is geïnterpoleerd (veelal van toepassing voor leveranciers die op basis van geschikte testen systeemafgeleiden maken). Voor dit laatste kan de leverancier als hoogste, gespecialiseerde kennishouder worden gezien voor de inschatting van het afgeleide leveranciersgebonden systeemgedrag bij brand.

Belangrijke aandachtspunten voor het toepassen van een brandwerende constructie zijn de afmetingen ervan en de relatie met andere constructies. Omdat de juiste interpretatie voor de toelaatbare hoogtes in het constructieonderzoek op nationale en internationaal niveau kunnen verschillen is dit niet specifiek bekeken en valt daarom buiten de scope van het verrichte onderzoek. Tot zoverre beschikbaar zijn de vermelde hoogtes overgenomen.

Voor dit onderzoek worden geen materialen of systemen uitgesloten, maar zijn er wel tijdsafhankelijke zoekresultaten vastgelegd binnen de daarvoor gereserveerde zoektijd. Daardoor kan het zijn dat bestaande of nieuw op de internationale markt geïntroduceerde systemen en producten niet zijn benoemd door het gebrek aan tijd en wetenschap. Het voorliggende document moet om die reden als een zogenaamd ‘levend motivatiedocument’ worden gezien, die in de toekomst geactualiseerd kan worden met nieuwe bouwdeel of productinformatie.

De gekozen biobased isolatiematerialen komen voort uit vooroverleg met de klankbordgroep. Op basis van alle beschikbare informatie zijn de materiaalstaten en matrices gevuld. Dit betekent dat er voor dit rapport documenten worden gebruikt met zowel een hoge als lagere betrouwbaarheidsscore. Dat houdt impliciet in dat de rapporteurs niet in staat zijn geweest om alle bronnen te controleren op de inhoudelijke

testrapporten. Wel is gekeken naar kennis leverende leveranciers of kennisbanken, waardoor de waardeninput van de product- of systeeminformatie een algemeen hogere waarde propositie bevat.

Veel producten zijn voorzien van een CE markering. In een CE markering geeft een leverancier van een product de prestaties van de essentiële kenmerken (producteigenschappen) van zijn product weer. Fabrikanten die hun product willen voorzien van een CE-markering moeten hun producten testen volgens de Europese geharmoniseerde testmethoden. De eigenschappen van het product zijn vastgelegd in een zogenaamde Declaration of Performance document (DoP). In de DoP staat bijvoorbeeld aangegeven dat een product een bepaalde brandwerendheid of brandklasse (op productniveau) bezit en dat die volgens de wettelijk aangestuurde normen is bepaald.

Het kan voorkomen dat producten niet CE markering plichtig zijn, omdat het bijvoorbeeld een nieuw productsoort betreft. Voor deze producten kan worden volstaan met een classificatie- of testrapport (wanneer er geen classificatierapport beschikbaar is).

Omdat het beproeven van de verschillende mogelijke combinaties voor een bouwdeel voor de leverancier een kostbare en tijdrovende opgave is, concentreert deze zich vaak op het doen van enkele voor de markt relevante situaties. Wanneer interpolatie tussen systeemprestaties lastig blijkt, kan de brandwerendheid van een samengestelde constructie eventueel ook worden bepaald op basis van de Eurocode 1995-1-2 en/of in samenwerking met de grove vuistregels (zie hiervoor par. 3.3 Brandgedrag bouwmaterialen).

Uit het systeemonderzoek voor gevelelementen is weinig bruikbare informatie met betrekking tot de brandklasse op het end-use-niveau volgens de zogenaamde "SBI testmethode" conform de EN 13823 (2010+A1:2014) aangetroffen. Er is daardoor weinig inzicht op het gedrag bij brand van gevelsystemen.

- *Geventileerde gevelsystemen:*
De ervaring leert dat gevelsystemen waarbij veel brandbaar oppervlaktevolume beschikbaar is dit escaleert. Het behalen van brandklasse D is denkbaar. Voor het behalen van B-end-use zal dit moeilijk zijn en moet een onbrandbare plaatlaag van voldoende thermische dikte (K_210 of beter) over de isolatielaag heen worden gezet (tussen biobased isolatie en gevelconstructie of na worden gedacht over een hoge frequentie van gevelcompartimentering (bijv. lijnbarriers per bouwlaag).
- *Ongeventileerde gevelsystemen, zogenaamde WDVS systeem:*
De haalbaarheid van brandklasse B-D end-is realiseerbaar door het toepassen van voldoende, thermisch remmende laagdikte (kalk, mineralisch) op de ondergrond te plaatsen of door gebruik van een onbrandbare dragerplaat, als drager voor het stucstelsel.

Door toepassing van onbrandbare plaatlagen (brandklasse A1 of A2) of stuclagen van voldoende thermische dikte (voor het bieden van een brandbeschermend vermogen) over het hout en biobased isolatie over het volledige oppervlak heen (ook wel volvlaks) wordt een zuurstofarme omgeving

gecreëerd. In deze omgeving tussen de onbrandbare laag, houtconstructie en isolatie wordt in deze zones ontbranding van hout en isolatie voorkomen. De gedachtegang hierbij is dat ontbranding van hout of biobased isolatiematerialen alleen mogelijk is als door voortdurende toevoer van warmte voldoende brandbare gassen als koolmonoxide (CO) en methaan (CH₄) vrijkomen, en er een ontsteking plaatsvindt. De brand ontwikkelt zich alleen, als de toegevoegde warmte plus de geproduceerde warmte voldoende zijn om de brand te onderhouden. Er ontstaat geen brand als niet aan al deze voorwaarden wordt voldaan. Bij gebrek aan zuurstof wil hout en de biobased isolatie niet ontsteken (in dit geval zal er wel laagsgewijze afkoling mogelijk zijn dat juist als een gunstig en beheerst gevolgeffekt kan worden gezien) en kan een brandzichzelf op dit niveau niet zelfstandig onderhouden.

De specificaties die in dit rapport worden getoond, zijn de algemene bouwfysische specificaties die een directe relatie hebben met de brandwerende eigenschappen van een materiaal en/of de eisen aan een bepaald bouwdeel en inpasbaar zijn binnen de Nederlandse wet- en regelgeving, bouwwijzen en materiaalgebruik.

3.2 Brandgedrag bouwmaterialen

Voor het beoordelen van de brandwerendheid van constructies met betrekking tot de scheidende functie is het goed om te weten op welke wijze materialen zich gedragen bij brand. Dit kan gebeuren op basis van brandtesten waarbij constructies bloot worden gesteld aan de daarvoor aangewezen brandkromme met inbegrip van de beproevingsmethode. Daarnaast zijn er rekenregels in de Eurocode 5 (NEN-EN 1995-1-2 (Ontwerp en berekening van houtconstructies, verder EC5) beschikbaar waarmee voor verschillende materialen een indicatie kan worden gekregen voor de brandwerendheid. Deze rekenregels zijn gebaseerd op gemiddeld gedrag bij brand van materialen.

Op dit moment beschikt de EC5 niet over rekenkundige handvaten voor de bepaling van de brandwerende bijdrage van biobased isolatiematerialen en kan derhalve niet vastgesteld worden wat de rekenkundige, brandwerende bijdrage van biobased isolatiematerialen is (zoals wel het geval bij glas- en steenwol). De EC5 is daardoor voor berekening beperkt bruikbaar.

Voor snelle en veilige vaststelling van de brandwerendheid van enkele materialen kunnen de onderstaande, specifiek benoemde vuistregels tevens worden gehanteerd.

- **Hout**

Op basis van testervaring kan voor de bepaling van de inbrandsnelheid van hout ook gebruik gemaakt worden van de veel grovere vuistregel van 1 mm/minuut. Deze werkelijke inbrandsnelheid is onafhankelijk van houtsoort en volumieke massa en kan daardoor veilig worden gehanteerd en speelt tevens in op de stressfactoren die gerelateerd zijn aan plaatpositie, warmtedoorgang via naden en warmtereflectie.

Specifiekere inbrandsnelheid gerelateerd aan de houtsoort en de volumieke massa van het hout worden opgegeven in de Eurocode 1995-1-2 of kunnen door de kennishoudende leverancier opgegeven worden. De specifieke inbrandsnelheden liggen lager dan de grove vuistregel van 1 mm/minuut.

Uit onderzoek blijkt dat relatief weinig is getest met de voor de Nederlandse markt gebruikelijke houtmaten (36 en 38 mm breedtematen voor gevelelementen en 30 of 34 mm voor sporenkappen).

Door gebruikmaking van de specifieke fire protection ability K₂30 (30 min. zelfstandig brandbeschermend vermogen) en K₂60 (60 min. zelfstandig brandbeschermend vermogen) volgens de EN 14135, kunnen toepassingen snel en brandveilig in de markt worden geïntroduceerd; totdat betere en efficiëntere systemen via testen of systeemontwikkeling beschikbaar zijn. De toelichting van de Fire protection ability wordt in het gelijknamige hoofdstuk hieronder gegeven.

- Voor binnenwanden, gevelelementen, vloeren en daken zonder eisen en lage brandeis van 20 min

Voor het toepassen van isolatiemateriaal in binnenwanden, gevelelementen, vloeren en daken (met inbegrip van CLT) zonder eisen en lage brandeis van 20 min. is veel ontwerpruimte. Brandtechnisch zijn combinaties met houtachtige platen van ≥ 18 mm dikte, standaard gipskartonplaten $\geq 12,5$ mm of de combinatie van 12,5 mm houtachtige platen met 9 mm gipskartonplaten goed mogelijk.

- Voor constructies met brandeisen ≥ 30 min.

- Niet-dragende en dragende wanden:

- Voor wanden die (inter)nationaal beproefd met 40 mm breedtemaat hout is interpolatie naar 38 mm breedtemaat hout direct mogelijk.
- Testen met I-joist kunnen gelijkwaardig worden overgenomen.
- Testen met CLT kunnen gelijkwaardig worden overgenomen.
- Voor wandconstructies die (inter)nationaal beproefd zijn met ≥ 60 mm breedtemaat hout geldt dat interpolatie naar 36 of 38 mm breed hout niet direct mogelijk is. De brandtechnische toelaat- en inzetbaarheid van 36 of 38 mm breed hout moet voortkomen uit beproeving van deze constructies, conform de daarvoor aangewezen testwijze, of gecompenseerd worden door de toepassing van Fire protection ability met ten minste een beschermingsfactor K₂30 of K₂60 ⁽³⁾ volgens de EN 14135 (hiervoor zijn meerdere plaatsoorten beschikbaar, zie constructieoverzicht onder 'Fire protection ability' verderop in dit document) voor respectievelijk het genereren van 30 of 60 min. brandwerende constructies.

De benoemde compensatiemaatregel is gehanteerd voor het uitwerken van diverse bouwdelen. Bij de betreffende constructies is op het onderdeel 'plaatlagen' de verwijzing naar het aangewezen Fire protection ability niveau opgenomen.

- Vloerconstructies:
 - Voor vloerconstructies die (inter)nationaal beproefd zijn met 60 mm breedtemaat van hout kunnen gebruikt worden voor interpolatie naar 60 mm breedtemaat hout of dikker.
 - Testen met I-joist kunnen gelijkwaardig worden overgenomen.
 - Testen met CLT kunnen gelijkwaardig worden overgenomen.

- Voor dakconstructies (hellend en plat):
 - Voor dakconstructies die (inter)nationaal beproefd zijn met ≥ 60 mm breedtemaat hout geldt dat interpolatie naar 30 of 34 mm breed hout niet direct mogelijk is. De brandtechnische toelaat- en inzetbaarheid van 30 of 40 mm breed hout moet voortkomen uit beproeving van deze constructies, conform de daarvoor aangewezen testwijze, of gecompenseerd worden door de toepassing van Fire protection ability met ten minste een beschermingsfactor K_{230} of K_{260} ⁽³⁾ volgens de EN 14135 (hiervoor zijn meerdere plaatsoorten beschikbaar, zie constructieoverzicht onder 'Fire protection ability' verderop in dit document) voor respectievelijk het genereren van 30 of 60 min. brandwerende constructies.

De benoemde compensatiemaatregel is gehanteerd voor het uitwerken van diverse bouwdelen. Bij de betreffende constructies is op het onderdeel 'plaatlagen' de verwijzing naar het aangewezen Fire protection ability niveau opgenomen.

- Testen met I-joist kunnen gelijkwaardig worden overgenomen.
- Testen met CLT kunnen gelijkwaardig worden overgenomen.

De resultaatbeschrijving van de bovenstaande onderdelen is uitgewerkt in het constructieoverzicht van Bijlage 4. Tevens is hier een uitgebreidere inhoudelijke toelichting voor de bovenstaande overwegingen te vinden in bijlage 4.1.

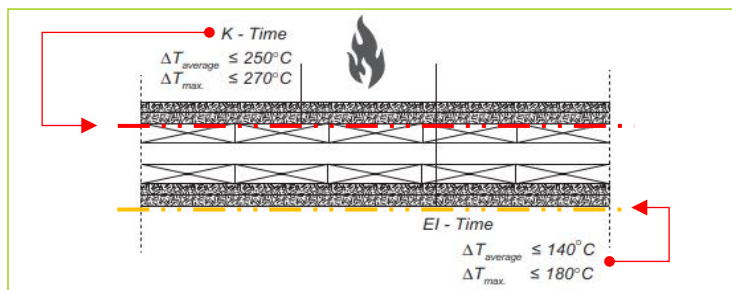
- ***Fire protection ability***

Om de brandveiligheid te borgen (zie eerdere vermelding bij onderdeel hout) wordt in dit constructieoverzicht (zie bijlage 4) de zogenaamde "Fire Protection Ability" volgens factor "K" conform EN 14135 toegepast. De EN 14135 is een Europees systeem met K-klassen voor het brandwerend vermogen en bijvoorbeeld in Duitsland, Denemarken en Zweden vereist door bouwvoorschriften aldaar. De klassen zijn gebaseerd op verticale en horizontale ovenproeven. Een relevante parameter in de test betreft de temperatuurontwikkeling achter het aan vuur blootgestelde paneel na verschillende tijdsintervallen. Er zijn drie niveaus gedefinieerd: 10, 30 en 60 min. Voor het

behalen van de classificatie voor de bescherming van houtstructuren moet de temperatuur achter het beschermende materiaal (dat in direct contact met de brandhaard staat) onder 300 °C liggen tot en met testbeëindiging ($\Delta T_{\text{average}} \leq 250$ °C en $\Delta T_{\text{max}} \leq 270$ °C).

Doelstelling van de norm en de testwijze is het aantonen van de passieve bescherming van houtconstructies tegen functieverlies (verkolen en ontsteken mogen niet zichtbaar zijn na het wegnemen van de beschermlaag). Voor een bescherming van bijv. 30 min. wordt dit K₂30 genoemd, hierbij staat de “K” voor “kapselcriterium c.q. fire protection ability”.

Figuur 2: Tabel 6.3 Fire Safe Use of Wood in Buildings - Global Design Guide; versie 2022



Bescherming door “Fire Protection Ability” volgens factor “K” genereert een aantoonbaar, gewenst effect om het inbrandscenario vanaf de vuurbelaste zijde op een passieve manier in absolute zin met 30, 60 of meer aanvullend te beschermen. Daarnaast zorgt het ervoor dat de intensiteit van de vermogensbrand tijdens de brand(ontwikkeling) lager is. Immers, hout of biobased isolatie dat door een (plaat)materiaal met een fire protection ability wordt beschermd, kan in principe tot de betreffende beschermingsfactor K niet bijdragen aan de vuurlastontwikkeling. Daarnaast kan het op basis van de classificatiegrens op temperatuur ook effectief in worden gezet voor het beschermen van isolatiematerialen met een lage ontstekings temperatuur tegen ontbranden en stalen constructies tegen het bereiken van hoge temperaturen.

Door het toepassen van de passieve bescherming methode “Fire Protection Ability” volgens EN 14135, speelt deze zowel in op het verlagen van de intensiteit van de vermogensbrand tijdens de brand(ontwikkeling) als op het verschuiven van de aanvang van het inbranden (en daarmee verbranden) van het totale houtvolume in de woning tot het gewenste moment voor ontwerp.

In het constructieoverzicht wordt in onderdeel “Brandwerende bekleding” van bijlage 4.2 een overzicht gegeven van producten die beschikken over een K₂'xx'-klasse.

- **Isolatiematerialen**

Grofweg kunnen isolatiematerialen in twee groepen worden ingedeeld: brandbare en onbrandbare isolatie. Brandbare isolatie smelt weg of verkoolt. Dit laatste is veelal van toepassing op biobased isolatiematerialen. Doordat er minder testen beschikbaar zijn met deze productgroep is er weinig

zicht op de productstabiliteit van biobased isolatiematerialen in de toepassing (wand, vloer, dak of gevel) na het wegvallen van voorliggende plaat- of (gewapende) stuclagen. Omdat daarnaast de EC5 op dit moment niet over de rekenkundige handvatten beschikt voor de bepaling van de brandwerende bijdrage van biobased isolatiematerialen (brandwerende bijdrage wordt uitgesloten van berekening) is er weinig zicht op een effectieve, rekenkundige bijdrage in de brandwerendheid van een bouwdeel.

Daarentegen kan op basis van de systeemanalyses wel worden vastgesteld dat er een bepaalde mate van brandwerende bijdrage tegen brand is. Via de onderstaande tabel 7.6 (zie figuur 7) een overeenkomstig beschermend vermogen, uitgedrukt in een hoogte van bescherming 'protection level' (verder PL), tussen glaswol en cellulose- en houtvezelisolatie gedefinieerd.

Table 7.6 Protection level PL for typical insulation materials

Protection level PL	Insulation material	Density
PL 1	Stone (rock) wool	$\geq 26 \text{ kg/m}^3$
PL 2	Glass wool	$\geq 14 \text{ kg/m}^3$
	Wood fibre	$\geq 50 \text{ kg/m}^3$
	Cellulose fibre	$\geq 50 \text{ kg/m}^3$
PL 3	XPS	–
	PUR	–
	EPS	–

Figuur 3: Tabel 7.6 Fire Safe Use of Wood in Buildings - Global Design Guide; versie 2022

Op basis van de PL-factor kan als uitgangspunt worden aangenomen dat er ten minste een gelijkwaardig (beschermend) gedrag bij brand lijkt te bestaan tussen lage dichtheid glaswol (dichtheid $\geq 14 \text{ kg/m}^3$) en hout- of cellulosevezel met een dichtheid $\geq 50 \text{ kg/m}^3$. Voorwaarde moet hierbij zijn dat het isolatiemateriaal knellend in de structuur wordt aangebracht (dit betreft een aangewezen montagewijze voor isolatiematerialen in algemeenheid ongeacht isolatiesoort en montagewijze, zoals het inblazen van vlokken of aanbrengen van isolatieplaten). De betreffende dichtheiten zijn overgenomen bij het samenstellen van de diverse systemen in het constructieoverzicht, zie Bijlage 4.

Hoofdstuk 4 Conclusie en aanbevelingen

RVO heeft Nieman gevraagd onderzoek te doen naar de brandwerendheid van biobased isolatiematerialen in houtskeletbouw en CLT toepassingen, aan de hand van drie onderzoeksvragen.

4.1 Conclusies algemeen

- De huidige toepassing van natuurlijke (biobased) isolatiesoorten in woningen wordt veelal gevonden in bouwdelen waarvoor geen brandtechnische eisen gelden.
- Dit wordt wat complexer wanneer er specifieke brandeisen gelden aan bouwdelen. Dit komt omdat er in dit geval relatief weinig is getest op brandveiligheid (30 en 60 min.) met biobased materialen in Nederland als product en in combinatie met de voor in de Nederlandse markt gebruikelijke houtmaten.
- Wat ook wordt gesignaleerd is dat er internationaal veel gebruikt wordt gemaakt van gipsplaten (gipsvezel en vezelversterkte gipskarton) met een brandbeschermend vermogen.
- Door gebruik te maken van brandwerende plaatmaterialen (ofwel fire protection ability) kunnen biobased isolatiematerialen snel en brandveilig in de markt worden geïntroduceerd. Een kleine aanpassing, het veranderen van het type of de dikte van de plaat, kan al zorgen voor een sterke verbetering van de brandwerendheid zonder bijzondere bij-effecten. Zie hiervoor het constructieoverzicht (Bijlage 4).
- Met een beroep op gelijkwaardigheid kan de toepassing van het biobased bouw materiaal projectspecifiek, via het vergunningproces, voor beoordeling worden aangeboden aan bevoegd gezag. De technische rapportage geeft daarvoor de benodigde onderbouwing.

Uit het onderzoek komt voornamelijk het gebruik van cellulose- en houtvezelisolatie (platen en vlokken) naar voren. Zie hiervoor ook het constructieoverzicht in Bijlage 4. Uit deze overzichten en tabellen volgen de volgende basisontwerpprincipes:

4.2 Conclusies ten aanzien van brandvoortplantingsklasse – gevelsystemen

- **Geventileerde gevel – klasse D:** het toepassen van een beschermende plaat over het isolatiemateriaal (K₂10 of beter) is een ontwerpveilig uitgangspunt. Het behalen van klasse D zonder deze beschermende plaat is voor sommige materiaalsoorten (wol- en katoenproducten) denkbaar, maar moet getest worden.
- **Geventileerde gevel – klasse B en C:** naar verwachting is het in alle gevallen nodig om een beschermende plaat (K₂10 of beter) over het isolatiemateriaal te zetten. Daarnaast is er een risico's op een zich doorontwikkellende spouwbrand: toepassing van gevelcompartimentering (fire-barriers per bouwlaag) is dringend aanbevolen

- **Ongeventileerde gevel – alle brandklassen:** wanneer het biobased isolatiemateriaal wordt afgeschermd van brand (met behulp van een onbrandbare dragerplaat voor de toplaag of voldoende dikte in het stucmateriaal) kan toepassing in geveldelen waarvoor klasse B, C en D is vereist worden toegestaan. Zie voor verdere specificaties de bijlagen bij het technisch rapport.

4.3 Conclusies ten aanzien van brandwerendheid - wanden, vloeren, plafonds en daken

De toepassing van een biobased isolatiemateriaal in een scheidingsconstructie behoeft altijd een (al dan niet esthetische) afwerklaag, die het isolatiemateriaal tegen uitvallen en beschadiging beschermt.

- **Brandwerendheid 0 – 20 minuten:** toepassing van alle biobased isolatiematerialen wordt mogelijk geacht wanneer de constructie is afgewerkt met een houten plaatmateriaal ($\geq 18\text{mm}$), een gipskartonplaat ($\geq 12,5\text{mm}$) of een combinatie daarvan (12,5mm houtachtig + 9mm gipskarton).
- **Brandwerendheid 30 – 60 minuten:**
 - In geteste constructies met een (stijl)breedtemaat tot 40mm kan de brandwerendheid worden ingevuld met een cellulosevezel- of houtwolproduct (knellend aangebracht, dichtheid $>50\text{kg/m}^3$). Daarbij mag een 40mm breedtemaat gereduceerd worden naar de voor Nederland gangbare 38mm breedtemaat.
 - Voor bouwdelen die met glaswol (lage dichtheid, 16 kg/m^3) zijn getest kan in plaats van glaswol een cellulosevezel- of houtwolproduct (knellend aangebracht, dichtheid $>50\text{kg/m}^3$) worden gebruikt.
 - In andere constructies en bij grotere breedtematen is toepassing van biobased isolatiematerialen mogelijk in combinatie met een beschermend plaatmateriaal (K₂30 resp. K₂60). Verdere optimalisaties en productintegraties lijken mogelijk, maar vragen om aanvullend testen van de gewenste productcombinaties.

4.4 Conclusies ten aanzien van vervolgonderzoek / teststrategieën

Uit het verrichte onderzoek blijkt dat in veel situaties nu al biobased isolatiemateriaal brandveilig kan worden toegepast. Om het toepassingsgebied van biobased isolatiemateriaal verder te vergroten, verdient het aanbeveling brandtesten uit te voeren op zowel product- als systeemniveau; specifiek in combinatie met de voor de Nederlandse marktconforme houtmaten.

Concreet volgen uit het onderzoek de volgende suggesties:

- Brandproeven op productniveau: vaststellen van karakteristieke eigenschappen zoals: ontbrandingstemperatuur, doorbrandtijd en de brandvoortplantingsklasse van stro-, hennep-, vlas-, jute- en katoenproducten.
- Brandproeven op systeemniveau: houtskeletbouwconstructies met een isolatietlaag van stro-, vlas- of henneproduct (categorie opschaalbare biobased isolatiesoorten), beproefd op brandwerendheid: (R)EI 30 en 60 minuten.
- Brandproeven op gevelniveau (met inbegrip van de spouw): beproevingen op basis van de SBI-methode, in samenhang met beoordeling van de end-use-application. Kleine wijzigingen aan de gevel hebben vaak grote invloed op het brandgedrag. Standaardisatie in gevelopbouw en -architectuur kan helpen voorkomen dat steeds opnieuw een projectspecifieke testcyclus nodig is.

Opmerking: Om het brandgedrag van gevels nog beter te begrijpen adviseert Nieman de test voor brandklassebepaling (end-use) uit te breiden met:

- Een verderlopende testduur tot ten minste 30 – en bij voorkeur 45 - minuten (bevlammingstijd)
- Temperatuurmetingen in de spouw.

Beide uitbreidingen maken geen deel uit van de standaard testmethode en moeten expliciet en aanvullend in opdracht gegeven worden aan het testlaboratorium.

Tot slot:

De auteurs van deze rapportage achten, voor opschaling van biobased bouwen in Nederland, het van groot belang dat kennis rondom het brandgedrag van biobased isolatiematerialen en constructies breed wordt opgedaan, verzameld, gedeeld en geborgd. Uit onderzoek is echter gebleken dat het erg arbeidsintensief is om de juiste informatie te ontvangen en deze toepasbaar in te zetten (kennis wordt weinig (of niet) gedeeld en er is weinig beproefd).

Bronvermelding

Normen:

- NEN-EN 16751:2016 en Biobased producten – Duurzaamheidscriteria
- NEN-EN 16575:2014 en Biobased producten – Woordenlijst
- NEN-EN 16640:2017 en Biobased producten - Bepaling van het biobased koolstofgehalte van producten met behulp van de koolstofdateringsmethode”
- NEN-EN 16757:2017 en Duurzaamheid van bouwwerkzaamheden - Milieuverklaringen van producten - Productcategorieregels voor vooraf vervaardigde betonproducten
- NEN-EN 16760:2015 en Biobased producten – Levenscyclusanalyse
- NEN-EN 16785-1:2016 en Biobased producten – Biobased gehalte - Deel 1 - Bepaling van het biobased gehalte met gebruik van koolstofdatering en elementenanalyse
- NEN-EN 16785-2:2018 en Biobased producten – Biobased gehalte - Deel 2: Bepaling van het biobased gehalte met gebruik van de 'material balance' methode
- NEN-EN 16848:2016 en Biobased producten - Informatieblad voor B2B verslaglegging en communicatie over specificaties
- NEN-EN 16935:2017 en Biobased producten - B2C-rapportage en -communicatie - Eisen aan claims
- NEN-EN 1995: Eurocode 5, Ontwerp en berekening van houtconstructies
- NEN 1775:1991+A1:1997 (bestaande bouw) Brandvoortplanting vloeren
- NEN 6069:2011+C1:2019 Brandwerendheid, exp.
- NEN-EN 13501-1:2019 en Brandclassificatie bouwproducten
- NEN-EN 13501-6:2019 en Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen

Materiaalinformatie:

- Boström, L., Hilling, R. & Östman, B. (2014). Fire protection ability of wood products (SP Report 2012:12 / ISBN 978-91-87017-28-5). SP Technical Research Institute of Sweden.
- Austrian Institute of Construction Engineering. (2018, mei). ETA-05/0186 of 25.05.2018: Thermofloc F and thermofloc B (Nr. 05/0186). Geraadpleegd op 3 oktober 2022, van https://thermofloc.se/wp-content/uploads/sites/6/2015/04/ETA-05-0186_2018-Eng.pdf
- Deutsches Institut für Bautechnik. (2017, 1 februari). European technical approval ETA-12/0011 (Nr. 12/0011). Geraadpleegd op 3 oktober 2022, van https://www.dibt.de/pdf_storage/2012/ETA-12%210011%288.12.01-24%2110%29e.pdf
- Deutsches Institut für Bautechnik & Isofloc AG. (2009, 3 september). European technical approval ETA-05/0226. In Deutsches Institut für Bautechnik (Nr. 05/0226). Deutsches Institut für Bautechnik. Geraadpleegd op 3 oktober 2022, van https://www.dibt.de/pdf_storage/2010/ETA-05%210226%288.12.01-28%2110%29e.pdf
- Isofloc AG. (2015, mei). Herstellererklärung: Gemäss bauprodktgesetz baupg933.0 (HE-b-ieco-150501).

- Isofloc AG. (2021, 2 februari). Technical data isofloc LM (dst/isolm.db.ch.20210212).
- Isofloc AG. (2021a, februari 1). SICHERHEITSINFORMATIONENBLATT: Freiwillig mit format basierend auf verordnungen (EC) no. 1907/2006, 830/2015 (REACH. Geraadpleegd op 3 oktober 2022, van <https://www.isofloc.com/downloads>
- Isofloc AG. (2018, 25 mei). PRESTATIEVERKLARING: Conform bijlage III van de bouwproductenverordening (EU) nr.305/2011 (Q-4-412a_25Mai2018_V1).
- Isofloc AG. (2020a). Isofloc® woodfiber: TECHNICAL DATA: (dst. B/c.isowoodfiber.db.en.20201119.E).
- Isofloc AG. (2017, 8 augustus). Herstellererklärung HE-b-isowf-150501: Holzfaserdämmstoff isofloc woodfloc (jas. B.iwf.dop.de.20170816.E).
- Isofloc AG. (2015b, mei 1). Sicherheitsdatenblatt isofloc woodfiber.
- Sto Isoned bv. (2020, 27 juli). Technisch informatieblad : Sto-Houtvezel isolatieplaat m 042 m/g (Rev.nr.: 2).
- Isofloc AG. (2020, 3 juli). Technisch informatieblad: Sto-Houtvezel isolatieplaat M 046 (Rev.nr.: 1). Sto Isoned bv.
- Sto Isoned bv. (2018, 20 oktober). Prestatieverklaring 01-0265-4 : Sto-Houtvezel-isolatieplaat M 042 m/g (Door Sto SE & Co. Kгаа; PROD1062 / 305/2011 / 01-0265-4).
- Sto Isoned bv. (2018, 20 oktober). Prestatieverklaring 01-0199-3 : Sto-Houtvezel onderplaat UM 040 (Door Sto SE & Co. Kгаа; PROD1427 / 305/2011 / 01-0199-3).
- STEICO SE. (2020, september). Verarbeitungsanleitung steicoflex.
- STEICO SE. (2018, 3 september). PRESTATIEVERKLARING STEICO flex 036 : WF-EN13171-afr5-T3-MU2-TR1 (Nr. 01-0040-03).
- STEICO SE. (2021, april). Steicoflex 036 info.
- ISOCELL gmbh. (z.d.). ISOCELL - ZELLULOSEFASER: Entsprechend norm EN 15101.
- ISOCELL gmbh. (2018, 8 maart). Leistungserklärung. In www.isocell.at (D 0-1-2).
- Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB) Austrian Institute of Construction Engineering. (2018, 8 mei). European technical assessment ETA-06/0076: Clima-super, isocell, trendisol, isodek, dobry - ekovilla, Fibra-Natur, domexcell, naturafloc, renocell, isolare, poesis; iseco, ISOCELL f, greenwool (Nr. 06/0076). Austrian Institute of Construction Engineering.
- Deutsches Institut für Bautechnik. (z.d.). Technische daten von climacell s: climacell "s" ist ein loser cellulosefaser Dämmstoff aus Tageszeitungspapier (DIBT z 23.11-289).
- CWA Angelbachtal gmbh. (z.d.). Leistungserklärung (gemäß EU 305/2011): Climacell s (200.1994.DOP / 1001).
- Deutsches Institut für Bautechnik. (2018, 26 maart). Eta climacell s (ETA 28/0009).
- Everuse BV. (z.d.). Productsheet everuse isolatievloeken.
- Everuse BV. (z.d.-a). Productsheet Everuse isolatieplaat.
- Centre scientifique et technique de la construction & gramitherm europe sa. (2021, 21 januari). Rapport treksterkte + geometrie (lxb) gramitherm (tdi-21-011-01 – de-tdi-1136). Centre scientifique et technique de la construction.

- Centre scientifique et technique du bâtiment & gramitherm europe sa. (17ad, december 17). Reaction to fire european classification report (n° ra20-0315). Centre scientifique et technique du bâtiment.
- GRAMITHERM Europe SA. (z.d.). Milieu- en gezondheids- verklaring (MGV) GRAMITHERM[®] 150: GRAMITHERM[®] 150 – résultats de l'analyse du cycle de vie (ACV) (GRAMITHERM[®] 150 – FDES-v1.0).
- Deutsches Institut für Bautechnik & GRAMITHERM EUROPE SA. (2021, 17 mei). GRAMITHERM - european technical assessment. In Deutsches Institut für Bautechnik (ETA-21/0260).
- Gramitherm vidéo feu 2021 1. (2021). [Video]. Youtube. Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.youtube.com/watch?V=ixwabu3yb6s>
- GRAMITHERM Europe SA. (2021). GRAMITHERM : Isolatiemateriaal van grasvezels volgens ETA-nr. 21/0260 (Nr. V1 – Juin 2021).
- GRAMITHERM Europe SA. (z.d.-a). GRAMITHERM[®] IN CIJFERS. BZW Holland BV.
- Deutsches Institut für Bautechnik & Hock gmbh & Co. KG. (2010, 3 maart). Thermo-Hanf premium European Technical Approval. In Deutsches Institut für Bautechnik (ETA-05/0037). Deutsches Institut für Bautechnik.
- Hempflax Building Solutions gmbh. (2022, mei). Technisches datenblatt THERMO HANF COMBI JUTE: Die dämmmatte aus hanf- und jutefasern (Nr. 130701-041-01).
- Isohemp S.A. (2019, februari). TECHNISCH INFORMATIEBLAD ISOHEMP HENNEPBLOK (Versie: februari 2019).
- Sonae tafibra international B.V., Ecobati SCRL & Sonae Arauco Netherlands. (z.d.). TECHNISCH INFORMATIEBLAD ISOHEMP HENNEPBLOK (Nr. 001221-ABS-01-DE-0512).
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2020, februari). KONSTRUKTIONS- VORSCHLÄGE: Konstruktionen für dach, wand, fassade und ausbau.
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2021, april). Technische fiche gutex multitherm[®].
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2020a, januari). Technische fiche gutex thermowall[®]/-NF/-gf/-L.
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2019, mei). Technische fiche gutex thermofibre.
- MFPA Leipzig gmbh. (2020, 13 november). Gutex allgemeines bauaufsichtliches prüfzeugnis (P-SAC02/ III-770).
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (z.d.). TECHNISCHE FICHE gutex thermosafe.
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2019a, maart). Technische fiche gutex thermoflex[®].
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2017, oktober). Technische fiche thermosafe-homogen.
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2017a, januari). Technische fiche gutex thermowall durio.
- GUTEX Holzfaserplattenwerk. (2017b, oktober). Technische fiche gutexthermoflat.
- Soprema BV. (z.d.). TDS: ISOLAIR MULTI (tds-ne-inseu0039.a/NL).
- Soprema BV. (2018, januari). Tds: PAVATHERM (Nr. 011-7D011).
- Isofloc AG. (z.d.). Tds: PAVAWALL-BLOC (betf-pavat0007.a/NL).
- Isofloc AG. (z.d.-a). Brochure pavatex (CD0073.a_nl-NL).
- Eko+ bouwstoffen. (2021, 26 augustus). ISOPROC densiteitstabel.

- Eko+ bouwstoffen. (2020, 2 september). ISOPROC Technisch fiche.
- Eko+ bouwstoffen. (2020b, september 14). ISOPROC dop (Nr. 001/2020).
- Warrington Fire Ghent & PCIM SA. (2020, 14 maart). Iq3 fire classification report (Nr. 19920D). Warrington Fire Ghent.
- Belgian Construction Certification Association. (2020, 17 augustus). Iq3 technical assesment (ETA 20/0593).
- Crepin & Cofrac Essais. (2010, 6 oktober). Isolant metisse +: Rapport d'essai NF EN 13823 (RE 5E 727/09/197 A). Cofrac Essais.
- Technische fiche RECYCORK kurkisolatie 6mm. (z.d.). In De Vlaspit vzw & Ecobati SCRL, Ecobati.be.
- Technische fiche RECYCORK kurkisolatie 9mm. (z.d.). In De Vlaspit vzw & Ecobati SCRL, Ecobati.be.
- ISOLENA NATURFASERVLIESE GMBH. (z.d.). Lehner 100% wool isolena: Natuurlijke schapenwolisolatie. In Isolena.
- ISOLENA NATURFASERVLIESE GMBH. (z.d.-a). Isolena OPTIMAL productblad. In Isolena (OPI01800BR24). ISOLENA NATURFASERVLIESE GMBH.
- Austrian Institute of Construction Engineering. (2017, 17 november). Isolena ETA-07/0214 (ETA-07/0214).
- Deutsches Institut für Bautechnik & Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. (Fasba). (2014, 3 juni). Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung : Wärmedämmstoff aus Strohballen "Baustroh". In www.dibt.de (Z-23.11-1595). Deutsches Institut für Bautechnik.
- Materialprüfanstalt (MPA) für das Bauwesen. (2014, 8 december). Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis. In MPA (P-3048/817/08-MAP BS).
- Deutsches Institut für Bautechnik. (2017b, juni 21). Wärmedämmstoff aus Strohballen - Baustroh. In Deutsches Institut für Bautechnik (ETA 17/0247).
- Isolina Oy & Isolina BV. (z.d.). Algemene brochure Isolina. In Isolina Oy. Isolina BV. Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.isolina.com>
- SKH. (2013, 1 oktober). Houtachtige dakconstructies met zelfdragende daksegmenten: KOMO. In Isovlas (20923/13 PDF).
- Isovlas. (z.d.). Productspecificaties Bouwisolatie Isovlas (PN). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.isovlas.nl>
- Isovlas. (z.d.). Productspecificaties Bouwisolatie Isovlas (PL). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.isovlas.nl>
- SKH. (2018, 1 oktober). vlaswolisolatie pl t.b.v. niet-dragende binnenspouwbladen en gevelvullende elementen: KOMO. In Isovlas (40047/18).
- Etex Building Performance B.V. (c. 2019, augustus). Ontwerpgids houtskeletbouw (2.0). <https://www.siniat.nl/nl-nl/nieuws/23329/ontwerpgids-modulair-bouwen/>

- James Hardie Europe GmbH. (c. 2020, februari). Fermacell und JamesHardie im Holzbau: Planning und verarbeitung (fer-600-00003/02.20/m).
<https://www.fermacell.de/fermacellapi/downloads/file/de-DE/0690J000004BvpSQAS>
- Knauf BV. (z.d.). Knauf. Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://knauf.nl/documentatie-en-downloads/>
- Etex Building Performance bv. (z.d.). Siniat Nederland. Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van https://www.siniat.nl/nl-nl/documentatie/?page=1&page_size=20&sort=Id&sort_type=desc/
- Etex Building Performance bv. (z.d.). Promat Nederland. Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van https://www.promat.com/nl-nl/bouw/documentatie/?page=1&page_size=25&sort=Id&sort_type=desc/
- Unilin Panels (z.d.) Structurele bouwpanelen. Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.gyproc.nl/service/documentatiecentrum/>
- Gyproc Nederland. (z.d.). Gyproc Nederland. Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.gyproc.nl/service/documentatiecentrum/>
- SINH BUILDING SOLUTIONS B.V.. (z.d.). MAGOXX®. MAGOXX BOARD Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://magox.com/documenten-centrum/>
- Cembrit B.V. (z.d.). Cembrit Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.cembrit.nl/downloads/>
- Cempla B.V. (z.d.). Cempla Documentatie (en onderliggende documenten). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.cempla.nl/producten/>
- Technical and Test Institute for Construction Prague. (2018, 6 augustus). A1 Corex ETA 18/0050 (DALSAN alci San Ve Ticaret Anonim Sirketi; ETA 18/0050).
- Isofloc AG. (2017a, februari 10). Isofloc Planungshandbuch. In Isofloc (JK.A/B.PHB.DE.20170210.E). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van http://katalog.isofloc.com/planungshandbuch/20170207_Planungshandbuch_mail.pdf
- Handboek:"Bouwkundige Brandpreventie. (2019, 3 maart). In Etex Building Performance B.V., Promat (Versie 11.0). Etex Building Performance B.V. Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van <https://www.promat.nl>
- Gyproc Nederland. (2021, mei). Brandboek voor de bouw. In Saint - Gobain, Gyproc (5e editie). Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van https://www.gyproc.nl/sites/gyproc.nl/files/downloads/brandboek_5e_editie_januari_2022_gyproc.pdf?utm_source=Gyproc.nl&utm_medium=Webform&utm_campaign=website/
- Holzbau Deutschland - Institut e.V, Deutscher Holzfertigung-Verband e.V, Förderpartner Deutscher Holzbau, Gütegemeinschaft Holzbau-Ausbau-Dachbau e.V., Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und seine Landesverbände, Holzbau Deutschland Leistungspartner, proHolz BW GmbH & Landesbetrieb Wald und Holz NRW. (2019, januari). Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen: Holzbau handbuch. In Informationsdienst holz (ISSN-Nr. 0466-2114). Informationsdienst Holz. Geraadpleegd op 4

- oktober 2022, van https://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/2_Holzbau_Handbuch/R03_T05_F01_Brandschutzkonzepte_2019.pdf
- Buildup AG. (2022). Buildup: isofloc AG: Die Suchmaschine für Bauprodukte. Buildup. Geraadpleegd op 4 oktober 2022, van https://ch.buildup.group/de/orga/isofloc_AG/
- Ministerie van Binnenlandse Zaken. (2022, 2 februari). Wat is biobased bouwen? Projecten | College van Rijksadviseurs. Geraadpleegd op 20 oktober 2022, van <https://www.collegevanrijksadviseurs.nl/projecten/nieuwe-bouwcultuur/voorbeeldprojecten/wat-is-biobased-bouwen/>

Bijlage 1 Termen en definities

Termen en definities	Beschrijving volgens de in Nederland geldende NEN- normen
Aanhoudende vlammen	Vlam op of over het oppervlak van een testmonster, die langer dan een bepaalde tijd aanhoudt
Bijdrage aan brand	Energie die vrijkomt door een product en die de brandgroei beïnvloedt, zowel in pre- als post-flashover-situaties
Binnenwand	Wand die de scheiding vormt tussen twee voor personen toegankelijke besloten ruimten, inclusief ramen, exclusief doorvoeringen en deuren, boven een verhoogde vloer en onder een verlaagd plafond
Biobased	Biobased bouwmaterialen zijn bouwmaterialen gemaakt van dierlijk materiaal of van schimmels, planten, bacteriën die ecologisch verantwoord geteeld, geogst, gebruikt en hergebruikt worden.
Blootstellingsniveau	Intensiteit, duur en omvang van de thermische aanval op een product
Brandcompartiment	Een gebouw bestaat uit een of meerdere compartimenten die bij brand als zelfstandige eenheden kunnen worden beschouwd. Een brandcompartiment is begrensd door wanden en plafonds die de voortplanting van brand en rook naar naastgelegen compartimenten gedurende een bepaalde tijd dienen te voorkomen.
Brandende druppels/deeltjes	Materiaal dat tijdens de brandtest van het monster scheidt en gedurende een minimale periode blijft branden zoals beschreven door de testmethode
Brandprestaties	Reactie van een materiaal, product of samenstel bij brand. Het is vaak belangrijk om te begrijpen hoe materialen, producten of samenstellingen zich gedragen bij echte branden in tegenstelling tot brandtesten onder gecontroleerde omstandigheden. Verbeterde brandprestaties kunnen op verschillende manieren worden getoond. Langere ontstekingsstijden, een lagere warmteafgifte, een lagere vlamverspreiding of een lagere rookontwikkeling kunnen bijvoorbeeld allemaal aanwijzingen zijn voor verbeteringen in de brandprestaties.
Brandscenario	Kwalitatieve beschrijving van het verloop van een brand in de tijd, identificeren van de belangrijkste gebeurtenissen die de bestudeerde brand kenmerken en onderscheiden van andere mogelijke branden. Het definieert typisch de ontstekings- en brandgroeiprocessen, het volledig ontwikkelde brandstadium, het brandvervalstadium en de omgeving en systemen die van invloed zijn op het verloop van de brand.
Brandsituatie	Stadium in het ontstaan van een brand, gekenmerkt door de aard, ernst en omvang van de thermische aanval op de betrokken producten
Brandwerendheid met betrekking tot bezwijken	De brandwerendheid tegen bezwijken (Criterium 'R') is de tijd gedurende welke een constructie-onderdeel weerstand kan bieden aan de erop werkende belasting.
Brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie	Tijdsduur in minuten vanaf aanvang van de beproeving tot het moment waarop aan een van de beoordelingscriteria R , E , I of W niet meer wordt voldaan, voor zover dit criterium relevant is. R = bezwijken: Een belaste scheidingsconstructie blijft gedurende een bepaalde tijd behouden.

E = vlamdichtheid:

De scheidingsconstructie voorkomt dat vlammen en hete gassen doordringen tot de niet-verhitte zijde. Dit betekent dat tijdens brand geen (te) grote openingen of spleten in de constructie mogen ontstaan.

I = temperatuur:

De scheidingsconstructie beperkt de temperatuurstijging aan de niet-verhitte zijde tot maximaal 180 °C lokaal of 140 °C gemiddeld

W = warmtestraling:

De scheidingsconstructie zorgt ervoor dat de warmtestraling niet groter wordt dan 15 kW/m² op een afstand van 1 m aan de niet-verhitte zijde van de scheiding.

Buitenbrandkromme	Standaardbrandkromme met gereduceerde temperatuur. Buitenbrandkromme wordt ook gereduceerde (standaard)brandkromme genoemd. In Europese brandproefnormen wordt deze 'External fire curve' genoemd.
Brandklasse (End-Use)	Materialen (product as such) en constructies (end use) worden volgens de Europese norm EN 13501-1 ingedeeld in brandklasse A t/m F.
Constructie-onderdeel	Onderdeel van een bouwwerk nodig voor het voldoen van het bouwwerk aan de technische eisen die bij of krachtens de wet worden gesteld. De definitie is afgeleid van de definitie in het besluit bouwwerken leefomgeving. Voorbeelden zijn een wand, vloer, deur, raam, kolom, hekwerk, kanaal en rooster.
Constructieonderdeel-rookwerendheid	Mate waarin een constructieonderdeel weerstand biedt tegen de rookdoorgang onder genormaliseerde omstandigheden, uitgedrukt in minuten. Rookwerendheid is in deze normversie een eigenschap van een scheidend bouwdeel, in tegenstelling tot de vorige normversie, waarin het een eigenschap was van een constructieonderdeel. Om beide eigenschappen van elkaar te onderscheiden, wordt in deze norm naar de rookwerendheid van een constructieonderdeel verwezen met de term 'constructieonderdeel-rookwerendheid' (zie bijlage a).
Direct toepassingsgebied	Uitkomst van een proces (met toepassing van gedefinieerde regels) waarbij een testresultaat even geldig wordt geacht voor variaties in een of meer van de producteigenschappen en/of beoogde eindgebruikstoepassingen
Eindgebruik applicatie	Werkelijke toepassing van een product, in relatie tot alle aspecten die het gedrag van dat product onder verschillende brandsituaties beïnvloeden.
Flashover	Overgang naar een toestand van totale oppervlaktebetrokkenheid bij een brand van brandbare materialen binnen een omheining
Gevolgeffekten*	Een gebeurtenis of omstandigheid die optreedt als resultaat van een of meer oorzaken (bijv. brand) en bijdragende factoren en omstandigheden.
Homogeen product	Product bestaande uit een enkel materiaal, met een uniforme dichtheid en samenstelling door het hele product
Inbrandsnelheid	Het begrip geeft aan hoeveel hout er per minuut verbrandt en is gedefinieerd in de NEN-EN 1995-1-2. Er wordt onderscheid gemaakt tussen eenzijdige inbranding β_0 en de schijnbare inbrandingsnelheid β_n . Er wordt hierbij ook wel onderscheid gemaakt in eenzijdige en meerzijdige inbranding. Bij de laatste wordt rekening gehouden met de invloed van het brandgedrag in geval de brand van meerdere kanten komt.

Kaal scheidend bouwdeel	Bouwdeel met een scheidende functie zonder de constructieonderdelen voor transportvoorzieningen en/of installatietechnische voorzieningen in of door dat bouwdeel. Voorbeelden van de constructieonderdelen voor transportvoorzieningen en/of installatietechnische voorzieningen zijn: deuren, doorvoeringen, roosters en onderdelen van de elektrische installatie.
Kleine vuuraanval	Thermische aanval geproduceerd door een kleine vlam zoals een lucifer of een aansteker
Materiaal	Enkele basisstof of gelijkmatig verdeeld mengsel van stoffen, bijv. Metaal, steen, hout, beton, minerale wol met gelijkmatig verdeeld bindmiddel of polymeren
Naad	Aansluiting tussen twee scheidende bouwdelen, twee constructieonderdelen, of tussen een scheidend bouwdeel en een constructieonderdeel, al dan niet plaatselijk of geheel met elkaar in contact of met een dunne luchtlag gescheiden
Ontvlambaarheid	Maat voor het gemak waarmee een proefstuk onder gespecificeerde omstandigheden kan worden ontstoken
Opening	Deel van gevel dat als open mag worden verondersteld omdat de brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie onvoldoende is
Product	Materiaal, element of component waarover informatie vereist is
Reactie op brand	Reactie van een product door zijn eigen ontbinding bij te dragen aan een brand waaraan het wordt blootgesteld, onder gespecificeerde omstandigheden
Rookdoorlatendheid	Mate waarin een constructieonderdeel rook doorlaat onder genormaliseerde omstandigheden, uitgedrukt in de klassen sa en s200. Voor de rookdoorlatendheid zijn twee sets van lekkage-eisen gedefinieerd: klasse sa en klasse s200. Klasse sa limiteert de rookdoorlatendheid bij omgevingstemperatuur ('ambient', 20 °c) en een drukverschil tot 25 pa. Klasse s200 limiteert de rookdoorlatendheid zowel bij 200 °c tot een drukverschil van 50 pa, als bij omgevingstemperatuur tot een drukverschil van 25 pa; voldoen aan klasse s200 betekent dus voldoen aan klasse sa.
Rookwerendheid	Mate waarin een scheidend bouwdeel weerstand biedt tegen de rookdoorgang onder genormaliseerde omstandigheden, uitgedrukt in de klassen ra en r200
Scheidend bouwdeel: is een voorbeeld van een systeem of constructie.	Constructie die de scheiding vormt tussen een voor personen toegankelijke besloten ruimte van een gebouw en een aangrenzende, voor personen toegankelijke besloten ruimte van een gebouw, de buitenlucht, de grond, het water of de kruipruimte. Een scheidend bouwdeel is niet hetzelfde als een scheidingsconstructie als bedoeld in het bouwbesluit 2012. De aansluitende delen van andere constructies die van een scheidingsconstructie deel uitmaken spelen bij de prestatie van een scheidend bouwdeel geen rol. Een niet voor mensen toegankelijke ruimte, zoals een spouw, kan onderdeel zijn van een scheidend bouwdeel (bij kleine spouwbreedte) of twee scheidende bouwdelen van elkaar scheiden (bij brede spouwen). Als doorvoeringen door de wand- of vloervlakken aan beide zijden van de spouw niet één geheel vormen, worden beide vlakken als verschillende scheidende bouwdelen beschouwd.
Substraat	Product dat direct onder het product wordt gebruikt.
Uitgebreid applicatierapport	Document dat uitgebreide toepassingsresultaten rapporteert, inclusief alle details van het proces dat tot die resultaten leidt, opgesteld in overeenstemming met en 15725

Uitgebreid toepassingsgebied	Uitkomst van een proces (met toepassing van gedefinieerde regels die rekenprocedures kunnen bevatten) dat voor een variatie van een producteigenschap en/of de beoogde eindgebruikstoepassing(en) een testresultaat voorspelt op basis van een of meer testresultaten resultaten volgens dezelfde teststandaard
Uitgebreid toepassingsresultaat	Voorspeld resultaat voor prestatieparameter verkregen na het proces van uitgebreid toepassingsgebied
Verbrandingswarmte	Thermische energie geproduceerd door verbranding van een massa-eenheid van een bepaalde stof
Vloeren	Bovenlaag(lagen) van een vloer, bestaande uit elke oppervlakteafwerking met of zonder een aangehechte rug en met eventuele bijbehorende onderlaag, tussenlaag en lijmen
Volontwikkelde brand	Staat van totale betrokkenheid van brandbare materialen bij een brand
Vuurbelasting	Hoeveelheid warmte die vrijkomt per eenheid van vloeroppervlakte bij verbranding van alle in het (beschouwde gedeelte van het) bouwwerk aanwezige brandbare materialen met aftrek van de benodigde energie voor verdamping van het in het materiaal aanwezige water
Warmteafgifte	Thermische energie geproduceerd door verbranding
Weerstand tegen rookdoorgang	Weerstand tegen verspreiding van rook van de ene ruimte naar een andere ruimte, uitgedrukt in de klassen ra en r200, of in minuten

*(niet in norm gedefinieerde term)

Bijlage 2 Uitgangspunten

Keuzematrix & flowchart

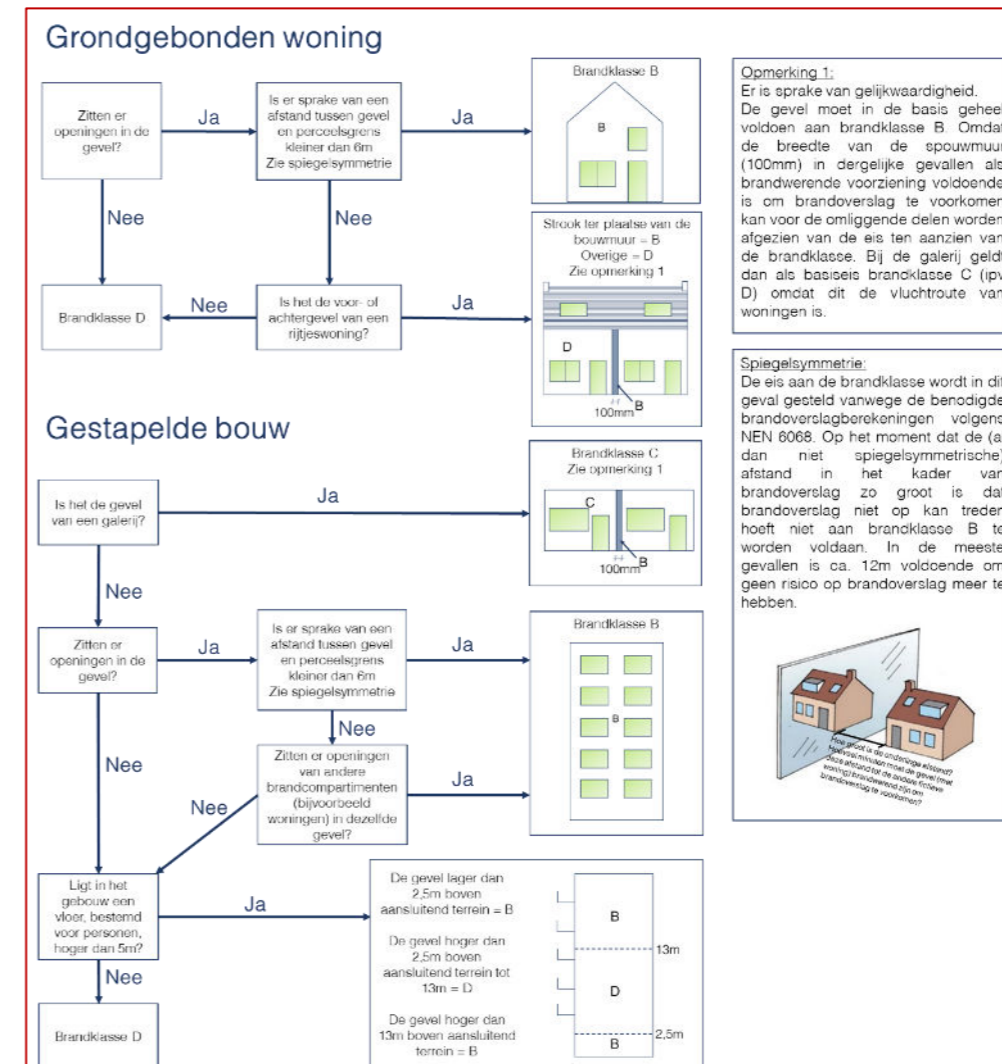
GRONDGEBONDEN WONINGEN (GGB: vloer verblijfsgebied ligt niet hoger dan 7m boven meetniveau)		GESTAPELDE WONING BOUW (GBW: min. 3 BOUWLAGEN)	
Brandwerendheid m.b.t. bezwijken (geldt voor alle onderdelen die onderdeel zijn van de draagconstructie):		Brandwerendheid m.b.t. bezwijken (geldt voor alle onderdelen die onderdeel zijn van de draagconstructie):***	
Grondgebonden woningen (ggb)	draagconstructie 60 tegen bezwijken	3 bouwlagen 3-5 bouwlagen 5+ bouwlagen	HVG ≤ 7m 7m < HVG ≤ 13m HVG > 13m draagconstructie 60 tegen bezwijken cf. NEN-EN 1995 (hout) draagconstructie 90 tegen bezwijken cf. NEN-EN 1995 (hout) draagconstructie 120 tegen bezwijken cf. NEN-EN 1995 (hout)

Dak (qgb)	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
30 min brandwerend tov perceelsgrens bij dak	Nieuwbouw	30 min D (onderzijde) Niet brandgevaarlijk (bovenzijde)	S2 (onderzijde) Geen eis
	Bestaande bouw	20 min 4 (onderzijde) Geen eis (bovenzijde)	10 m ⁻¹ Geen eis
geen brandwerendheid tbv brandoverslag in perceelsgrens	Nieuwbouw	Geen eis D (onderzijde) Niet brandgevaarlijk (bovenzijde)	S2 (onderzijde) Geen eis
	Bestaande bouw	Geen eis 4 (onderzijde) Geen eis (bovenzijde)	10 m ⁻¹ Geen eis
Verdiepingsvloer (qgb)	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
Nieuwbouw	Geen eis	D (onderzijde)	S2 (onderzijde)
		Df1 (bovenzijde)	s1f1 (bovenzijde)
Bestaande bouw	Geen eis	4 (onderzijde)	10 m ⁻¹
		T3 (bovenzijde)	10 m ⁻¹
Dak (qwb)	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
30 min brandwerend tov perceelsgrens bij dak	Nieuwbouw	30 D (onderzijde) Niet brandgevaarlijk (bovenzijde)	S2 (onderzijde) Geen eis
	Bestaande bouw	20 4 (onderzijde) Geen eis (bovenzijde)	10 m ⁻¹ Geen eis
geen brandwerendheid tbv brandoverslag in perceelsgrens	Nieuwbouw	Geen eis D (onderzijde) Niet brandgevaarlijk (bovenzijde)	S2 (onderzijde) Geen eis
	Bestaande bouw	Geen eis 4 (onderzijde) Geen eis (bovenzijde)	10 m ⁻¹ Geen eis
Woningsscheidende vloer (qwb)	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
Nieuwbouw	60 min	D (onderzijde)	S2 (onderzijde)
		Df1 (bovenzijde)	s1f1 (bovenzijde)
Bestaande bouw	20 min	4 (onderzijde)	10 m ⁻¹
		T3 (bovenzijde)	10 m ⁻¹
Gevel	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
brandwerend wegens spiegelsymmetrie	Nieuwbouw	30 min D (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)	S2 Geen eis
		Bestaande bouw	20 min 4 (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)
niet brandwerend	Nieuwbouw	Geen eis D (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)	S2 Geen eis
		Bestaande bouw	Geen eis 4 (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)
Binnenwand	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
Nieuwbouw	Geen eis	D	S2
		Bestaande bouw	Geen eis
Bestaande bouw	Geen eis	4	10 m ⁻¹
Woningsscheidende wand	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
Nieuwbouw	60 min	D	S2
		Bestaande bouw	20 min
Bestaande bouw	20 min	4	10 m ⁻¹

*Voor een dak geldt zowel een hellende als een platte situatie.
**De perceelsgrens van een appartement is vaak het midden van een scheidingsconstructie tussen twee appartementen.
*** De eisen ten aanzien (hoofd)draagconstructie kunnen de brandwerendheidseisen op bouwdeelniveau overstijgen. Dragende constructies moeten daaraan worden bijgesteld (bijvoorbeeld R90-criteria draagconstructie kan betekenen dat een wand ook naar REI90 moet worden aangepast. Dit moet projectmatig in samenwerking met een constructeur worden bevestigd.

Bepaling Brandwerendheid

Bepaling Brandklasse



Achtergrondinformatie regelgeving t.b.v. totstandkoming flowchart en keuzematrix

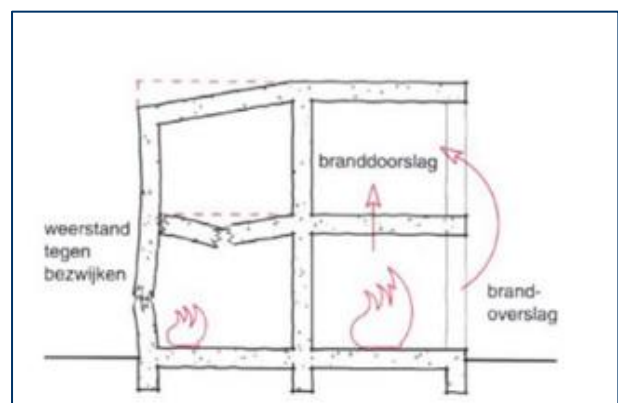
Voor het kunnen bepalen welke wand-, gevel-, dak- en vloersystemen toegepast kunnen worden, is het van belang om te weten welke eisen ten aanzien van brandveiligheid gesteld worden aan deze constructie onderdelen. De eisen die worden gesteld aan constructie-onderdelen volgen uit het Bouwbesluit 2012. Er worden eisen gesteld aan de brandwerendheid m.b.t. bezwijken, aan de brandwerendheid tegen branddoorslag en brandoverslag en aan brand- en rookklassen van toegepaste materialen.

In termen van het Bouwbesluit ligt iedere woning in een eigen brandcompartiment. Dit brandcompartiment is bij woonfuncties tevens subbrandcompartiment én beschermd subbrandcompartiment. Dit is belangrijk om te weten, omdat de eisen van het Bouwbesluit hieraan gerelateerd zijn.

In dit hoofdstuk worden de eisen nader toegelicht en aan de hand van schema's en overzichten kan vervolgens bepaald worden welke eisen gesteld moeten worden aan wand-, gevel- en vloersysteem.

Het hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- Brandwerendheid met betrekking tot bezwijken
- Brandwerendheid met betrekking tot branddoorslag en brandoverslag (WBDBO)
 - Branddoorslag
 - brandoverslag
- brandklassen en rookklassen van materialen



Figuur 4: Overzicht van de verschillende termen (bron: Constructief ontwerpen les 01 van opleiding Bouco)

In Figuur 4: Overzicht van de verschillende termen (bron: Constructief ontwerpen les 01 van opleiding Bouco)hiernaast zijn de termen: weerstand tegen bezwijken, branddoorslag en brandoverslag verduidelijkt.

4.4.1 Korte samenvatting

De eisen aan brandwerendheid van constructieonderdelen zijn samengevat in een keuzematrix voor grondgebonden woningen en gestapelde bouw. Daarnaast is binnen dit onderzoek de 'flowchart voor de materiaaltoepassing van de gevels' ontwikkeld. Zowel de matrix als de flowchart zijn opgenomen in bijlage 2 "Keuzematrix en flowchart".

4.4.2 Brandwerendheid met betrekking tot bezwijken

Vanuit het Bouwbesluit 2012 worden eisen gesteld aan de draagconstructie van het gebouw, brandweerstand tegen bezwijken. Het bouwbesluit stelt de volgende eisen (afdeling 2.2, artikel 2.10, lid 1, 2 en 3 van het Bouwbesluit):

- Een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert, bezwijkt niet binnen 30 minuten bij brand in een subbrandcompartiment waarin die vluchtroute niet ligt. Dit geldt niet voor de vloer van een buitenruimte van een woonfunctie.
- Een bouwconstructie bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, niet binnen de in tabel 1 aangegeven tijdsduur door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan dat brandcompartiment. Voor zover dat brandcompartiment een woonfunctie is, geldt dit niet voor een bouwconstructie van een aan dat brandcompartiment grenzend subbrandcompartiment of grenzende buitenruimte.

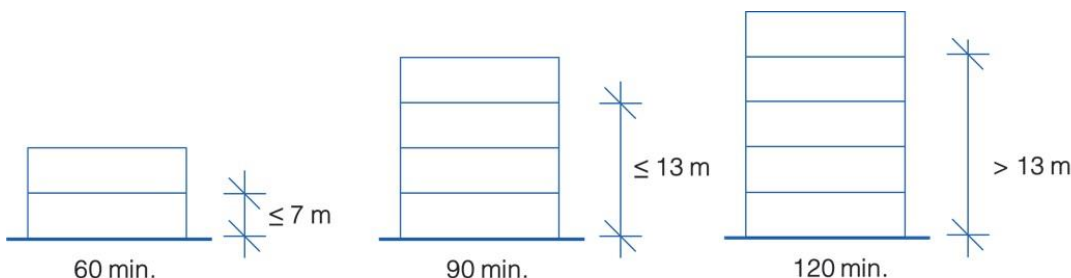
In afwijking van het bovengenoemde mag de in tabel 1 aangegeven tijdsduur met 30 minuten worden bekort, indien geen vloer van een verblijfsgebied van de gebruiksfunctie hoger ligt dan 7 m boven het meetniveau en de volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting van het brandcompartiment niet groter is dan 500 MJ/m².

In combinatie met het bouwen in CLT/HSB bedraagt de permanente vuurbelasting van een woning (brandcompartiment) al snel meer dan 500 MJ/m² waardoor geen reductie mag worden toegepast.

Tabel 1: Tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken bij een gebouw met woonfunctie (bron: <https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012/hid2/afd2-2>)

	Tijdsduur
Indien geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7m boven het meetniveau	60 minuten*
Indien een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7m en geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 13m boven het meetniveau	90 minuten
Indien een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 13m boven het meetniveau	120 minuten

*Indien permanente vuurbelasting ≤ 500 MJ/m² mag hierop een reductie van 30 minuten worden toegepast.



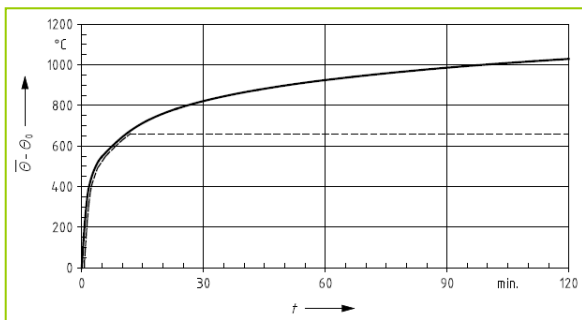
Figuur 6: Overzicht van eisen uit tabel 1.

4.4.3 Brandprestaties met betrekking tot scheidende functies (incl. gevel)

De bepalingsmethode van de brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie van een constructieonderdeel is gegeven in NEN 6069. Deze brandwerendheid geeft de tijdsduur in minuten aan van de weerstand die een bouwdeel kan bieden tegen een binnenbrand volgens de zogenaamde standaardbrandkromme,

zie onderstaand fig. 7. Deze standaardbrandkromme is gebaseerd op een volledig ontwikkelde brand in een compartiment.

Voor constructieonderdelen die van buiten naar binnen door brand worden belast is een lagere vuurlast van toepassing conform de zogenaamde gereduceerde standaardbrandkromme.



Figuur 7: De standaardbrandkromme en de gereduceerde buitenbrandkromme (bron: Briswarenhuis NEN 6069:2011+C1:2019 Brandwerendheid, exp.)

Bij de beoordeling van de brandwerendheid zijn twee of meer van de in NEN 6069 omschreven beoordelingscriteria van belang, afhankelijk van de aard van de constructieonderdelen en van de situatie waarin de constructieonderdelen worden toegepast. Dit zijn de volgende criteria:

- Bezijken (R)
- Vlamdichtheid (E) betrokken op de afdichting
- Vlamdichtheid (E) betrokken op ontvlambaarheid
- Thermische isolatie betrokken op de warmtestraling (W)
- Thermische isolatie betrokken op de temperatuur (I)

Indien aan het I-criterium (isolatie) wordt voldaan, wordt automatisch het W-criterium (warmtestraling) vervuld.

De brandwerendheid wordt uitgedrukt met een letter R, E, W en/of I, aangevuld met de tijdsduur in minuten van de weerstand die een bouwdeel kan bieden, al dan niet aangevuld met de richting waarvoor de vastgestelde brandwerendheid geldt. Een scheidingswand die 60 minuten voldoet aan het criterium op vlamdichtheid en temperatuur wordt aangedrukt in EI60⁴.

⁴ De Europese brandwerendheidsklassen geven niet de werkelijke brandwerendheid weer. Zo kan een wand met een klasse REI 60 bijvoorbeeld een werkelijke brandwerendheid op bezijken (uitsluitend R) hebben van 93 min en een brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie (REI) van 71 min. Zie 6.1.2. In de bouwregelgeving zijn afzonderlijke eisen gesteld voor de brandwerendheid met betrekking tot bezijken (R), zodat naast REI voor de brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie ook afzonderlijk de eigenschap R wordt beoordeeld voor de brandwerendheid met betrekking tot bezijken.

Een brandwerendheid van een door de buitenbrandkromme belast gevelelement, die van buiten naar binnen 30 minuten voldoet op criteria vlamdichtheid en temperatuur, wordt aangedrukt in EI30-ef⁵.

Voor gevelelementen is naast een eventuele brandwerendheid ook een brandklasse eis van toepassing. De brandklasse van een gevelconstructie wordt volgens de prestatie-eisen in het Bouwbesluit bepaald volgens de classificatienorm EN 13501-1, die daarvoor de testresultaten van enkele testmethoden gebruikt. Van deze testmethoden is de EN 13823 (2010+A1:2014) de zogenaamde "SBI testmethode" maatgevend voor de bepaling van de relevante brandklasse B, C of D.

Wanneer welk criterium voor een bouwdeel specifiek nodig is, is vastgelegd in de NEN 6069. Deze norm bevat een vrij complex geheel van situaties waarbij telkens verschillende criteria van toepassing zijn.

De eisen aan brandwerendheid van constructieonderdelen zijn samengevat in een keuzematrix voor grondgebonden woningen en gestapelde bouw en de flowchart voor de materiaaltoepassing van de gevels zijn opgenomen in de "keuzematrix en flowchart".

Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag

Om een brand beheersbaar te houden, stelt het Bouwbesluit eisen aan de Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag-eisen (WBDBO) van de brandcompartimentsgrenzen. Het bouwbesluit stelt de volgende eisen (afdeling 2.10, artikel 2.84, lid 1, 2, 3 en 8 van het Bouwbesluit):

1. NEN 6068 stelt dat de weerstand minimaal 60 minuten is tegen branddoorslag en brandoverslag:
 - Van het ene brandcompartiment naar het andere brandcompartiment.
 - Naar een besloten ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert
 - Naar een besloten veiligheidsvluchtroute
 - Naar een liftschacht van een brandweerlift

In afwijking hiervan kan tussen een brandcompartiment en een besloten ruimte lijkt over er achter ruimte een woord ontbreekt? waardoor een extra beschermde vluchtroute voert worden volstaan met 30 minuten. Dit geldt niet voor een ruimte waardoor een veiligheidsvluchtroute voert.

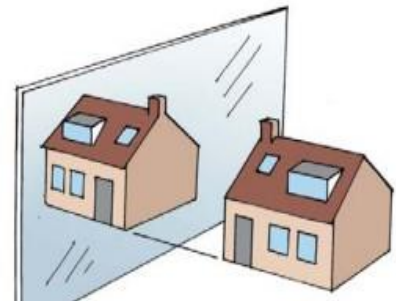
2. In afwijking van het eerste punt kan worden volstaan met 30 minuten indien:

De volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting van het brandcompartiment niet groter is dan 500 MJ/m², en in het gebouw geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7 m boven het meetniveau. Dit geldt niet voor een ruimte waardoor een veiligheidsvluchtroute voert.

⁵ "-ef" betreft de verwijzing naar beproeving onder invloed van de gereduceerde buitenbrandkromme.

In combinatie met het bouwen in CLT/HSB bedraagt de permanente vuurbelasting van een woning (brandcompartiment) al snel meer dan 500 MJ/m² waardoor geen reductie mag worden toegepast.

3. Bij gebouwen op verschillende percelen stelt het bouwbesluit dat beide gebouweigenaren samen de nodige maatregelen treffen om aan de wdbdo-eis te voldoen. Er wordt spiegelsymmetrie toegepast. Hierbij is (fictief) het ontwerpuitgangspunt dat de buurman exact hetzelfde gebouw gaat bouwen op exact dezelfde plaats ten opzichte van de perceelgrens (indien het grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen vindt deze spiegeling plaats ten opzichte van het hart van die weg, dat water of dat groen). Hierdoor wordt een gebouw altijd zodanig ontworpen dat het voldoet aan de eisen om branddoorslag en brandoverslag te voorkomen.



*Figuur 8: Spiegelsymmetrie
(bron: website Informatiepunt Leefomgeving)*

Voor inwendige scheidingsconstructies resulteren bovenstaande WBDBO-eisen rechtstreeks in een bouwkundige brandwerendheid. Dit betekent dat bij een WBDBO-eis van 60 minuten, de scheidingsconstructie 60 minuten brandwerend uitgevoerd moet worden.

Voor uitwendige scheidingsconstructies hoeft de WBDBO-eis niet in alle gevallen gerealiseerd te worden in een bouwkundige brandwerendheid. Dit is afhankelijk van de aanwezige brandoverslagrisico's ter plaatse van de gevels en het dak.

Weerstand tegen branddoorslag

Voor woonfuncties resulteren de WBDO-eisen van het Bouwbesluit over het algemeen in:

- Tussen woningen onderling altijd WBDBO 60⁶;
- Tussen woningen en besloten gemeenschappelijke verkeersruimte (vluchtroute) altijd 30 minuten;
- Tussen besloten gemeenschappelijke verkeersruimte (vluchtroute) en trappenhuis altijd 30 minuten.

Voor de weerstand van rook bij woonfuncties geldt:

- Tussen woningen onderling altijd R200;
- Tussen woningen en besloten gemeenschappelijke verkeersruimte (vluchtroute) altijd R200;
- Tussen besloten gemeenschappelijke verkeersruimte (vluchtroute) en trappenhuis altijd R200;

⁶ Indien permanente vuurbelasting ≤ 500 MJ/m² en in het gebouw geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7 m boven het meetniveau mag hierop een reductie van 30 minuten worden toegepast.

- Deuren in een corridor dienen in vluchtrichting te voldoen aan Ra.

Zie voor een toelichting voor brand- en rookwerendheid bijlage 1 “Termen en definities”.

Aandachtspunt: De eis die gesteld wordt aan de interne scheidingsconstructie, vloer en/of wand tussen woningen (WBDBO 60⁵), impliceert ook een mate van eigen stabiliteit van deze scheidingsconstructie. Oftewel indien voor een niet-dragende wand een WBDBO-eis geldt van 60 minuten dan dient deze wand ook gedurende 60 minuten niet te bezwijken. Dit betreft alleen de eigen stabiliteit van de wand al dan niet in een belaste situatie.

Weerstand tegen brandoverslag

Voor uitwendige scheidingsconstructies hoeft de WBDBO-eis niet in alle gevallen gerealiseerd te worden in een bouwkundige brandwerendheid. Dit is afhankelijk van de aanwezige brandoverslagrisico's ter plaatse van de gevels en het dak.

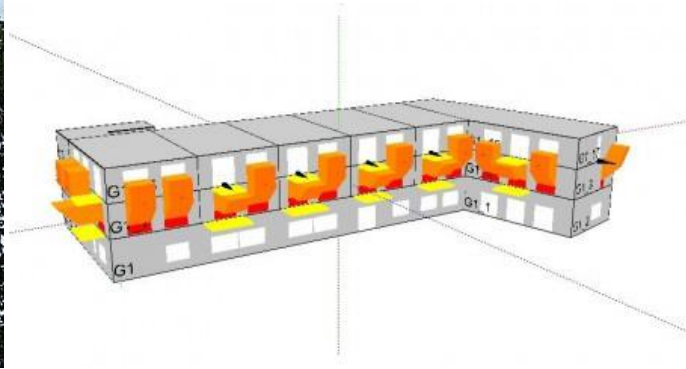
Brandoverslag is branduitbreiding via de buitenlucht. Door warmtestraling kan een brand zich via de lucht uitbreiden. Dit gebeurt dan veelal door uitslaande vlammen in gevelopeningen (ramen, deuren en andere geveldelen die een brandwerendheid lager dan 30 minuten hebben). Als de warmtestraling maar hoog genoeg is, kunnen materialen bij een naast- of bovengelegen woning spontaan ontbranden en is sprake van branduitbreiding. De bouwregelgeving stelt dat er geen brandoverslag optreedt als de warmtestraling niet hoger is dan 15 kW/m² op het ontvangende vlak. Met de rekenmethode beschreven in NEN 6068 kan de stralingsflux worden berekend vanuit een gevelopening naar een naast- of bovengelegen gevelopening. In de berekening wordt de geometrie van de gevel (plaats van de openingen), de vorm van de openingen, de grote van de brandruimte en de hoogte van de brandruimte meegewogen. Al deze variabelen bepalen in samenhang of de afstand tussen twee ramen voldoet.

Er wordt onderscheid gemaakt in twee soorten brandoverslagrisico's:

- Tussen brandcompartimenten (woningen) gelegen in een woongebouw
- Tussen brandcompartimenten spiegelsymmetrisch

Tussen brandcompartimenten – op hetzelfde perceel

Brandoverslag kan tussen boven- en naastgelegen woningen optreden. Een horizontale en verticale brandoverslag traject. Indien de straling op de gevelopeningen van de boven- of naastgelegen woning meer dan 15kW/m² bedraagt is het risico op brandoverslag te groot. Er moeten dan brandwerende voorzieningen worden getroffen. Gedacht kan worden aan het toepassen van 30 minuten brandwerende gevelopeningen (ramen). Hieraan kan gerekend worden conform NEN 6068 met behulp van software programma's (bijvoorbeeld Pintegraal). Toepassen van de norm NEN 6068 betekent dat de gevel moet voldoen aan tenminste brandklasse B als systeem (end-use), zie verder paragraaf 0 “Materiaaltoepassing”.



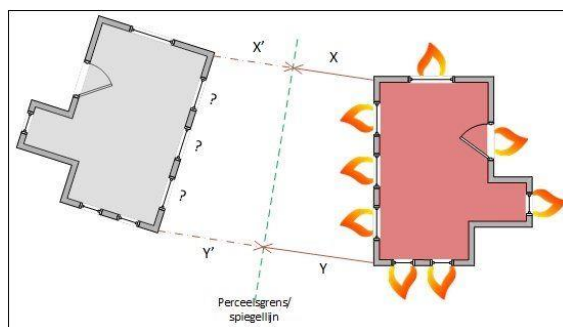
Figuur 9: Brandoverslag naar bovengelegen woning.

Links: foto (bron: website Informatiepunt Leefomgeving) rechts: model in software programma Pintegraal.

Tussen brandcompartimenten – op verschillende percelen

Bij gebouwen op verschillende percelen, stuurt het Bouwbesluit 2012 erop aan dat de betrokken gebouweigenaren gezamenlijk de benodigde voorzieningen treffen om aan de wdbbo-eis te voldoen. Tijdens het ontwerp van een gebouw is vaak niet bekend wie gaat bouwen en wat op het naastgelegen perceel wordt gebouwd. Daarom moet het ontwerpuitgangspunt zijn dat de buurman exact hetzelfde gebouw gaat bouwen op exact dezelfde plaats ten opzichte van de perceelgrens. Het Bouwbesluit noemt dit 'spiegelsymmetrie': het toekomstige gebouw wordt op de perceelgrens gespiegeld, waardoor op het naastgelegen perceel een identiek fictief gebouw ontstaat. Zie onderstaande figuur 10.

Ook voor deze situatie geldt dat indien de straling op de gevelopeningen van het spiegelsymmetrisch gebouw ten hoogste 15 kW/m² bedraagt, is het risico op brandoverslag voldoende beperkt. Alsdit hoger is dan dienen brandwerende voorzieningen toegepast te worden. Gedacht kan worden aan het toepassen van 30 minuten brandwerende gevelopeningen (ramen). Hieraan kan gerekend worden conform NEN 6068 met behulp van software programma's (bijvoorbeeld Pintegraal). Toepassen van de norm NEN 6068 betekent dat de gevel moet voldoen aan tenminste brandklasse B (end-use), zie verder paragraaf 4.3 "Materiaaltoepassing".



Figuur 10: Brandoverslag naar spiegelsymmetrisch gebouw (bron: website brandoverslag.com)

In NEN 6068 worden wat vuistregels gegeven:

- Bij een afstand van ten hoogste 2,5 m tussen de gevel en de perceelsgrens (dus een afstand van 5 m tussen de gevel en de gevel van het spiegelsymmetrische gebouw) mag niet gerekend worden maar dient de gevel 30 minuten brandwerend uitgevoerd te worden. Voor de gevel hoeft dan ook niet voldaan te worden aan brandklasse B.
- Bij een afstand van meer dan 6 m tussen de gevel en de perceelsgrens (dus een afstand van 12 m tussen de gevel en de gevel van het spiegelsymmetrische gebouw) hoeft niet gerekend te worden en mag verondersteld worden dat het risico voldoende beperkt is. Er hoeft dus ook niet voldaan te worden aan brandklasse B.

Materiaaltoepassing

Bij de materiaalkeuze moet voor constructieonderdelen rekening gehouden worden met de volgende prestatie-eisen ter beperking van brandvoortplanting en rookproductie:

Tabel 2: Materialen bouwkundige constructieonderdelen

Ruimte**	Brandklasse (volgens NEN-EN 13501-1)		Rookklasse (volgens NEN-EN 13501-1)
	Vloer	Wand/plafond/gevel	Wand/ plafond
Algemeen	D _{fi} + s1 _{fi}	D	s2
Extra beschermde vluchtroute (grenzend aan binnen)	C _{fi} + s1 _{fi}	B	s2
Extra beschermde vluchtroute (grenzend aan buiten)	C _{fi}	C*	
Gevels tot 2,5 m boven MV		B*	
Gevels van 2,5 – 13 m boven MV		D***	
Gevels > 13 m boven MV		B*	

* Voor ramen, deuren, kozijnen in de gevel geldt euroklasse D.

** Een oppervlak van ten hoogste 5% van de totale oppervlakte van de constructie-onderdelen in een ruimte, waarvoor eisen aan het materiaalgedrag gelden, is vrijgesteld.

*** In verband met de beoordeling van de brandoverslagrisico's dient conform de NEN 6068 te worden uitgegaan van brandklasse B in plaats van brandklasse D. Voor ramen, deuren, kozijnen en daarmee gelijk te stellen constructie-onderdelen geldt overigens wel brandklasse D.

In het Bouwbesluit wordt verwezen naar de Europese brandclassificering. Deze loopt van klasse A1 tot en met F, waarbij A1 onbrandbaar is. Inmiddels is van veel houtproducten bekend wat hun brandeigenschappen zijn volgens de Europese systematiek. De NEN-EN 1350-1 regelt hoe een houtsoort of product in een brandklasse kan worden ingedeeld. Het is ook mogelijk om een houtproduct in een brandklasse in te delen zonder vooraf te testen. Dit is op

basis van de genoemde Europese productnormen. De officiële benaming hiervoor is Classified Without Further Testing (CWFT). Het is ook mogelijk om dit via een gelijkwaardigheidsverklaring te doen.

Naast het voldoen van de gevel aan brandklasse B moet voorkomen worden dat brandvoortplanting via de spouw de prestatie van de gevel (de behaalde brandklasse via de SBI testmethode) als geheel teniet doet en de gevel als geheel met inbegrip van de spouw de brandklasse niet meer behaalt.

Relatie tussen brandklasse volgens NEN 6065 en NEN-EN 13501-1

De Nederlandse klassering voor brandgedrag werd tot 2012 bepaald op basis van de normen NEN 1775, NEN 6064, NEN 6065 en NEN 6066. Het Bouwbesluit 2012 wijst voor nieuwbouw de nieuwe Europese klassering voor brandgedrag NEN-EN 13501-1 aan. Materialen worden hierbij ingedeeld in brand- en rookklassen. In het Bouwbesluit 2012 worden de Europese normen alleen aangestuurd voor nieuwbouw. Voor bestaande bouw mogende oude nog Nederlandse klasseringen worden gehanteerd.

Bij bestaande bouw zijn vier brandvoortplantingsklassen: 1, 2, 3 en 4. Deze voortplantingsklassen komen nog voort uit de oude Nederlandse NEN 6065 en NEN 1775 norm. Het Bouwbesluit geeft in artikel 2.80 uitsluitsel over hoe de oude brandklassen uit NEN 6065 en NEN 1775 vertaald kunnen worden naar NEN 13501-1. Dit is in onderstaande tabelvorm weergegeven.

Tabel 3: Vertaling tussen brandklasse uit NEN 6065 (bestaande bouw) en brandklasse NEN-EN 13501-1 (nieuwbouw).

NEN 6065	NEN-EN 13501-1
Brandklasse 1	Brandklasse B
Brandklasse 2	Brandklasse B Brandklasse C (niet-besloten ruimte)
Brandklasse 3	Brandklasse C
Brandklasse 4	Brandklasse D
Brandklasse T1	Brandklasse Cfl
Brandklasse T3	Brandklasse Dfl

Ook de NEN 6066 is opgegaan in de NEN-EN 13501-1. Het bouwbesluit geeft daarvoor aan dat bij een rookproductie met een rookdichtheid van ten hoogste 10 m⁻¹ of 5,4m⁻¹, die is vastgesteld volgens NEN 6066, mag worden uitgegaan van rookklasse S2 volgens NEN-EN 13501-1.

Bijlage 3 Materiaaltabellen

Specificaties biobased isolatiematerialen

Materiaal	Producent	Merk	Type	Dichtheid [kg/m ³]	Dikte [mm]	Brandklasse	Vlampunt [°C]	Thermische capaciteit [J/kg*K]	Warmtegeleidingsvermogen [W/m·K]	Stromingsweerstand [kPa*s/m ²]	Dampremmingscoëfficiënt [μ]
Cellulose	CWA Cellulosewerk Angelbachtal GmbH	Climacell		30-45		E		2544	0,038		1-2
Cellulose	CWA Cellulosewerk Angelbachtal GmbH	Climacell		45-60		E		2544	0,038		1-2
Cellulose	ISOCELL GmbH & Co KG	Zellulosedämmfaser		28-40		E		2110	0,038		
Cellulose	ISOCELL GmbH & Co KG	Zellulosedämmfaser		38-65		E		2110	0,038		
Cellulose	ISOPROC Nederland	ISOPROC	IQ3	39-65	-	E		2000	0,038		1-2
Cellulose	EverUse	Everuse	Isolatievlokken	38-65					0,037		
Cellulose	EverUse	Everuse	Isolatievlokken	29					0,037		
Cellulose	EverUse	Everuse	Isolatieplaat	75					0,038		1,1
Cellulose	Isofloc AG	Isofloc	LM	30-60		E	≥ 400	2150	0,038	≥ 5	1-2
Cellulose	Isofloc AG	Isofloc	LM	40-60		E	≥ 400	2150		≥ 5	1-2
Cellulose	Isofloc AG	Isofloc	LM	44-60		E	≥ 400	2150		≥ 5	1-2
Cellulose	Isofloc AG	Isofloc	LM	30-50		E	≥ 400	2150		≥ 5	1-2
Cellulose	Peter Seppel Gesellschaft	Thermofloc	Thermofloc F	30	≥ 100	B	250	1950	0,037-0,039	6,1	1,4
Cellulose	Peter Seppel Gesellschaft	Thermofloc	Thermofloc F	30	≥ 40	E	250	1950	0,037-0,039	6,1	1,4
Cellulose	Peter Seppel Gesellschaft	Thermofloc	Thermofloc F	30	≥ 100	B	250	1950	0,037-0,039	6,1	2
Cellulose	Peter Seppel Gesellschaft	Thermofloc	Thermofloc F	30	≥ 40	E	250	1950	0,037-0,039	6,1	2
Cellulose	Peter Seppel Gesellschaft	Thermofloc	Isolatiekorrels	500	≤ 80	E	250		0,07		1
Grasvezel	Gramitherm Europe SA	Gramitherm		40	45-240	E		1500	0,041		1
Grasvezel	Gramitherm Europe SA	Gramitherm		40	45-240	D		1700	0,04		1
Henep	Building Solutions GmbH	Hempflax		37	30-220	E		2300		3	1-2
Henep	Hock GMBH	Thermo Hanf	Premium			E			0,04	3	
Henep	IsoHemp S.A	Isohemp	Henneblok	340	75-360	B			0,067		2,8
Houtvezel	Agepan	Agepan	UDP N+F	270	22-32	E		2100	0,051		
Houtvezel	Agepan	Agepan	THD N+F	230	40-80	E		2100	0,047		
Houtvezel	Agepan	Agepan	THDxl N+F	190	100-120	E		2100	0,043		
Houtvezel	Agepan	Agepan	TSR	130	40-220	E		2100	0,038		
Houtvezel	Agepan	Agepan	THD Static	230	40-80	E		2100	0,052		
Houtvezel	Agepan	Agepan	Flex	40	40-200	E		2100	0,038		
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermoflex	50		E	130	2100	0,036	5	2
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Multitherm	140	40-200	E	130	2100	0,04	100	4
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermosafe-homogen®	110	40-240	E	130	2100	0,038	100	4

Materiaal	Producent	Merk	Type	Dichtheid [kg/m ³]	Dikte [mm]	Brandklasse	Vlampunt [°C]	Thermische capaciteit [J/kg*K]	Warmtegeleidingsvermogen [W/m·K]	Stromingsweerstand [kPa*s/m ²]	Dampremmingscoëfficiënt [μ]
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermosafe®	160	40-140	E	130	2100	0,038	100	5
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermoflat®	140	100-160	E	130	2100	0,04	100	3
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermowall® Durio	160	70	E	130	2100	0,04	100	4
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermofibre®	29		E	100	2100	0,038	5	1-2
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermowall	160		E	100	2100	0,04	100	4
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermowall-NF	160		E	100	2100	0,04	100	4
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermowall-gf	185		E	100	2100	0,043	100	3
Houtvezel	Gutex Holzfaserplattenwerk	Gutex	Thermowall-L	110		E	100	2100	0,038	100	3
Houtvezel	Isofloc AG	Isofloc	Woodfiber	30-40	> 10 cm	E			0,038		1-2
Houtvezel	Isofloc AG	Isofloc	Woodfiber	40-60	> 10 cm	E			0,038		1-2
Houtvezel	Isofloc AG	Isofloc	Woodfiber	12-40		E		2100			1-2
Houtvezel	Soprema BV	Pavatex	Pavaterm	110	40-240	E		2100	0,038		3
Kurk	De Vlaspit vzw	Recycork	6	115	0,5-6	E		1670	0,043		5-30
Kurk	De Vlaspit vzw	Recycork	9	118	0,5-9	E		1670	0,049		5-30
Schapevool	ISOLENA NATURFASERVLIESE GMBH	Isolena	Premium	20	80-300	E	570-600		0,0339-0,042	0,9-4,1	1-2
Schapevool	ISOLENA NATURFASERVLIESE GMBH	Isolena	Optimal	18	30-160	E	570-600	1750	0,0385	0,9-4,1	1
Schapevool	ISOLENA NATURFASERVLIESE GMBH	Isolena	Block	14	30-160	E	570-600		0,042	0,9-4,1	1-2
Stro	Baustroh GmbH	Baustroh	Baustroh	100		E			0,043-0,048		2
Stro	FASBA e.V.	Baustroh	Baustroh	85-115		E			0,052		2
Vlas	Isolina BV	Isolina Oy	Isovlas					1600	0,038		
Vlas	Isovlas Bouwisolatie	Isovlas	Isovlas PL	28	40-180		280-300	1550	0,038		5,7
Vlas	Isovlas Bouwisolatie	Isovlas	Isovlas PN	28	40-180			1550	0,035		5,7

Achtergrondinformatie biobased bouwen t.b.v. totstandkoming materiaaltabel isolatie

Voor dat verder ingegaan wordt op de brandveiligheid van bepaalde toepassingen is het van belang de definitie van biobased materialen helder te hebben. Hierna volgt een uitleg over biobased bouwen. Dit is een uitleg afkomstig van het College van Rijksadviseurs in opdracht van Ministerie van Binnenlandse Zaken. Binnen dit onderzoek wordt deze 'definitie' aangehouden.⁷

Wat is biobased bouwen?

Biobased bouwmaterialen zijn bouwmaterialen gemaakt van dierlijk materiaal of van schimmels, planten, bacteriën die ecologisch verantwoord geteeld, geoogst, gebruikt en hergebruikt worden. Deze definitie is afgestemd met de City Deal Circulair en Conceptueel Bouwen.

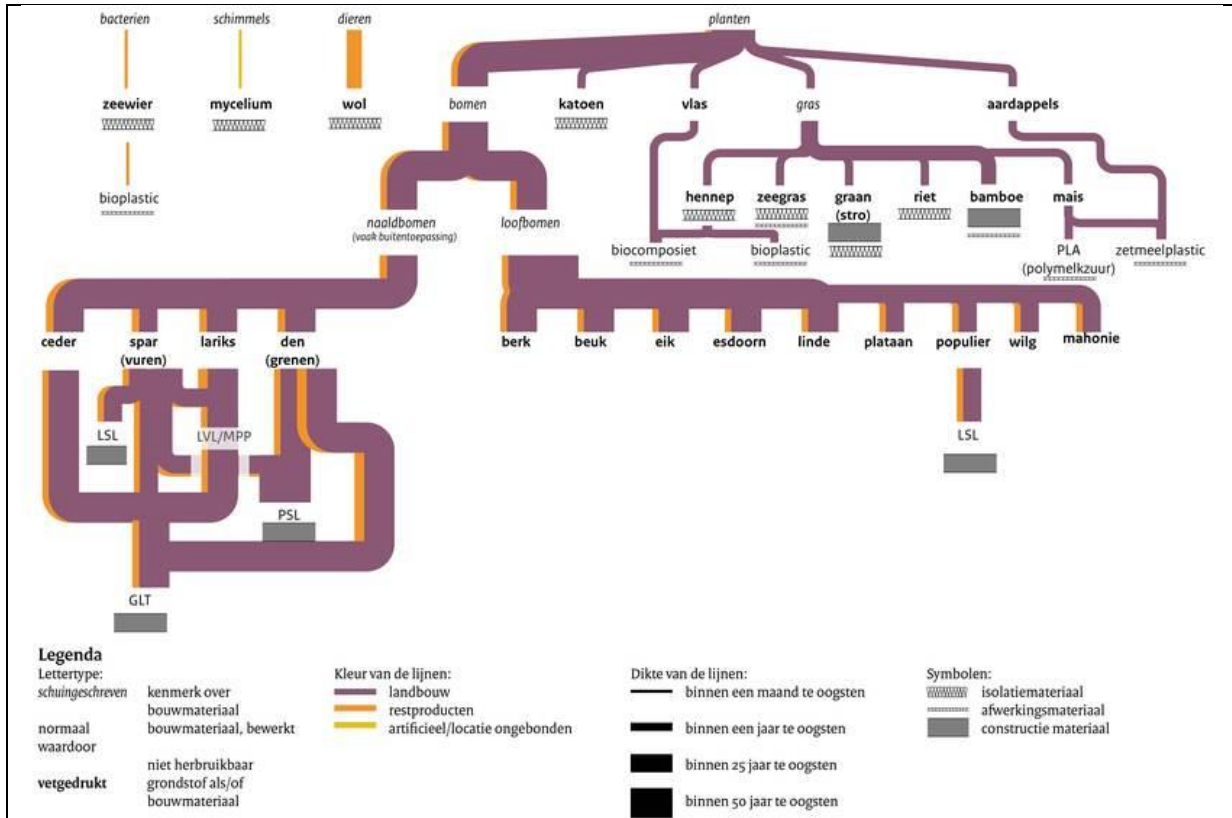
Deze biobased materialen zijn (in de levenscyclus van het materiaal):

- afkomstig van een regeneratieve teelt die de ecologisch gezonde condities van de oogstlocatie waarborgt, nu en later;
- gemaakt van grondstoffen uit de levende natuur die na een oogst terug groeien binnen 100 jaar;
- geen abiotsche grondstoffen uit geologische formaties, zoals zand en klei;
- later herbruikbaar als grondstof in een nieuw bouw materiaal of in de natuur.

CO2-opslag

Er zijn verschillende redenen om biobased bouwmaterialen te gebruiken. Ten eerste hebben de meest gangbare bouwmaterialen zoals cement, staal en beton nu nog een grote CO₂-uitstoot en belasting op het milieu. Hoewel er stappen worden gezet om die grondstofketens te verduurzamen, is het goed om naar duurzame alternatieven uit te kijken. Planten en bomen nemen tijdens het groei proces aanzienlijke hoeveelheden CO₂ op. In een biobased gebouw wordt deze CO₂ langdurig opgeslagen in het bouw materiaal. Het is essentieel dat het duurzaam (bos-)beheer betreft, waarbij nieuwe teelt wordt toegevoegd na het oogsten.

⁷ Bron: <https://www.collegevanrijksadviseurs.nl/projecten/nieuwe-bouwcultuur/voorbeeldprojecten/wat-is-biobased-bouwen#:~:text=Biobased%20bouwmaterialen%20zijn%20bouwmaterialen%20gemaakt,Deal%20Circulair%20en%20Conceptueel%20Bouwen>



Figuur 11: Biobased materialen (bron: College van Rijksadviseurs)

Hergroeibaar

Ten tweede zijn grondstoffen voor bouwmaterialen, zoals zand en mergel, eindig. Ook daarom is het goed om naar hergroeibare bouwmaterialen te kijken, die binnen 1 generatie opnieuw groeien. Materialen zoals leem zijn niet hergroeibaar binnen 1 generatie. Hierdoor is het product niet oneindig beschikbaar en daardoor geen biobased bouw materiaal.

Hergebruik

Ten derde kunnen biobased materialen makkelijk gerecycled worden, mits er geen onnatuurlijke materialen zoals lijm aan zijn toegevoegd. Door hout, behandeld met een natuurlijke olie, te verbranden kan nieuwe energie worden opgewekt. Mycelium kan als compost worden gebruikt.

Licht gewicht

Ten vierde zijn biobased materialen licht van gewicht en daardoor bij uitstek geschikt om in bestaand stedelijk gebied mee te bouwen. Hout als constructiemateriaal kan goed gebruikt worden voor het bouwen bovenop bestaande gebouwen, bouwen op slappe ondergronden of op moeilijk bereikbare plekken. Bij

bijvoorbeeld het bouwen op bestaande gebouwen wordt soms sloop voorkomen, daardoor is het vroegtijdig afdanken van materialen ver voor het einde van de (technische) levensduur onnodig geworden.

Minder vervoersbewegingen

Tot slot is er meer prefabricage mogelijk, waardoor minder bewerking op de bouwplaats plaatsvindt. Dit zorgt voor minder vervoersbewegingen van bijvoorbeeld onderaannemers naar de bouwlocatie en de bouwtijd neemt aanzienlijke af, waardoor de uitstoot van stoffen en afval tijdens het bouwproces aanzienlijk wordt verlaagd. Ook is er minder overlast voor de directe omgeving. Door de prefab-mogelijkheden zijn er tot 60% minder vervoersbewegingen nodig, is er tot 80% minder energie nodig op de bouwlocatie, en wordt er tot zelf 90% minder afval verwerkt op de bouwlocatie. Daarnaast kan de tijd op de bouwplaats drastisch verkort worden. Dat komt de snelheid van het bouwen van nieuwe woningen ten goede.

Brandbeschermingsmaterialen

Merk	Type	Dichtheid [kg/m ³]	Brandklasse	Brandbeschermingsvermogen	Thermische capaciteit [J/kg*K]	Warmte-geleiding-vermogen [W/m·K]	Dampremmings-coëfficiënt [μ]
Cembrit	Multiforce	1150	A1	K1,10 & K2,10	900	0,23	31
Cembrit	Cetris Basis	1350	A2-s1,d0			0,20-0,251	53-70
Cembrit	Windstopper Extreme	1425-1600	A2-s1,d0	K1,10 & K2,10		0,32	46-89
Cembrit	Windstopper Basic	1450	A2-s1,d0	K1,10 & K2,10		0,34	34
Cemplaat	Cementgebonden HSP		B-s1				
Cemplaat	Cempanel B1	1200	B-s1,d0			0,35	67
COREX A1	COREX A1	900	A1		x	x	
Fermacell	Gipsvezelplaat	1150	A2-s1,d0		1100	0,32	13
Fermacell	Gipsvezelplaat Greenline	1000-1250	A2-s1,d0		1100	0,32	13
Fermacell	Gipsvezelplaat Vapor	1150	A2-s1,d0		1100	0,32	13
Fermacell	Firepanel A1	1200	A1			0,38	16
Fermacell	Powerpanel HD	950	A1		1000	0,3	40
Fermacell	Powerpanel H2O	1000	A1		1000	0,173	56
Fermacell	Aestuiver	640-950	A1		900	0,21	54
Gyproc	Rigidur®-L	890-1130					
Gyproc	Rigidur®-H	1150-1350					
Gyproc	Habito	960	A2-s1,d0			0,25	
Gyproc	Glasroc X	875	A1			0,19	
Gyproc	WR	800	A2-s1,d0			0,25	
Gyproc	FireBloc WP	825	A2-s1,d0			0,25	
Gyproc	dB	1000	A2-s1,d0			0,25	
Gyproc	DuraGyp Standaard	950	A2-s1,d0			0,25	
Gyproc	RF	850	A2-s1,d0			0,25	
Gyproc	F	850	A1			0,25	
Gyproc	A	700	A2-s1,d0			0,25	
Knauf	Daimondboard X	1080	A2-s1,d0		1000	0,27	10-11
Knauf	Greenboard		A2-s1,d0			0,21	10
Knauf	H1		A2-s1,d0			0,19	10
Knauf	H2		A2-s1,d0			0,19	10
Knauf	Horizonboard DF		A2-s1,d0			0,23	10

Merk	Type	Dichtheid [kg/m ³]	Brandklasse	Brandbeschermingsvermogen	Thermische capaciteit [J/kg*K]	Warmte-geleiding-vermogen [W/m·K]	Dampremmings-coëfficiënt [μ]
Knauf	Horizonboard A		A2-s1,d0			0,19	10
Knauf	DFH2IR - Diamond Board		A2-s1,d0			0,30	10
Knauf	DF-plaat		A2-s1,d0			0,23	10
Knauf	Aquapanel (Outdoor)	1150	A1				
Knauf	A		A2-s1,d0			0,21	10
MAGOXX	MAGOXX	1000	A1		x	0,23	55
Promat	PROMATECT®-100	875	A1			0,285	3
Promat	MASTERIMPACT®-RH	1150	A2-s1,d0		x	x	
Promat	PROMATECT®-H	870	A1		x	0,175	20
Siniat	Prégyfeu	900	A1			0,21	10
Siniat	Ladura Premium	1000	A2-s1,d0		960	0,25	10
Siniat	Resistex	900	A2-s1,d0		1090	0,25	10
Siniat	WAB	880	A2-s1,d0		960	0,21	10
Siniat	Hydropanel	1180	A2-s1,d0		1018	17-21	10
Siniat	Ladura standaard	1000	A2-s1,d0		960	0,25	10
Siniat	Paintboard	1230	A2-s1,d0		x	0,19	17-21
Siniat	Plank	960	A2-s1,d0		960	0,21	10
Siniat	Hydro	720	A2-s1,d0		960	0,21	10
Siniat	Weather Defence	860	A1	K2,10	900	0,21	7-13
Siniat	Novlam	1080	A2-s1,d0		960	0,21	10
Unilin	Hydroflam		B-s2,d0			0,12-0,14	50

Bovenstaande karakteristieke eigenschappen zijn bepaald via beproeving op plaatdiktes van 12,5mm.

Bijlage 4 **Systeemoverzicht wanden, gevels, vloeren en daken**

Op basis van toegepaste bouwdeelsystemen met biobased isolatie in Europa, is in dit onderdeel van de rapportage, een systeemoverzicht per bouwdeel uitgewerkt. Per bouwdeel worden de prestaties weergegeven van systemen die op basis van Nederlandse standaarden en op basis van Europese onderbouwingen kunnen worden toegepast.

De constructies zijn als volgt opgedeeld in de volgende categorieën:

- BIJLAGE 4.1 Toelichting uitgangspunten
 - Leeswijzer systeemoverzicht en eisen
 - Begrippenlijst gehanteerde afkortingen
- BIJLAGE 4.2 Brandpreventief werkzame bekleding met fire protection ability cf. EN 14135
- BIJLAGE 4.3 Wand- en gevel constructies
 - BIJLAGE 4.3.1 Wanden - Niet-dragende wanden met houten onderconstructie
 - BIJLAGE 4.3.2 Wanden - Niet-dragende wanden met metalen onderconstructie
 - BIJLAGE 4.3.3 Wanden - Dragende wanden met houten onderconstructie
 - BIJLAGE 4.3.4 Gevelelementen geventileerd - Niet-dragende gevelelementen met houten onderconstructie
 - BIJLAGE 4.3.5 Gevelelementen geventileerd - Dragende gevelelementen met houten onderconstructie
 - BIJLAGE 4.3.6 Gevelelementen ongeventileerd - Dragende gevelelementen met houten onderconstructie
 - BIJLAGE 4.3.6 Steenachtige binnenspouwbladen met houten onderconstructie met isolatiemateriaal
- BIJLAGE 4.4 Vloerconstructies
 - BIJLAGE 4.4.1 Vloerconstructies met houten balklaag
- BIJLAGE 4.5 Dakconstructies
 - BIJLAGE 4.5.1 Hellend dakconstructies met houten onderconstructies
 - BIJLAGE 4.5.2 Plat dakconstructies met houten onderconstructies

Brandgedrag bouwmaterialen

Voor het beoordelen van de brandwerendheid van constructies met betrekking tot de scheidende functie is het goed om te weten op welke wijze materialen zich gedragen bij brand. Dit kan gebeuren op basis van brandtesten waarbij constructies bloot worden gesteld aan de daarvoor aangewezen brandkromme met inbegrip van de beproevingsmethode. Daarnaast zijn er rekenregels in de Eurocode 5 (NEN-EN 1995-1-2 (Ontwerp en berekening van houtconstructies, verder EC5) beschikbaar waarmee voor verschillende materialen een indicatie kan worden gekregen voor de brandwerendheid. Deze rekenregels zijn gebaseerd op gemiddeld gedrag bij brand van materialen.

Op dit moment beschikt de EC5 niet over rekenkundige handvaten voor de bepaling van de brandwerende bijdrage van biobased isolatiematerialen en kan derhalve niet vastgesteld worden wat de rekenkundige brandwerende bijdrage van biobased isolatiematerialen is (zoals wel het geval bij glas- en steenwol). De EC5 is daardoor voor berekening beperkt bruikbaar.

Voor snelle en veilige vaststelling van de brandwerendheid van enkele materialen kunnen de onderstaande, specifiek benoemde vuistregels worden gehanteerd.

- **Hout**

Op basis van testervaring kan voor de bepaling van de inbrandsnelheid van hout ook gebruik gemaakt worden van de veel grovere vuistregel van 1 mm/minuut. Deze werkelijke inbrandsnelheid is onafhankelijk van houtsoort en volumieke massa en kan daardoor veilig worden gehanteerd en speelt tevens in op de stressfactoren die gerelateerd zijn aan plaatpositie, warmtedoorgang via naden en warmtereflectie.

Specifiekere inbrandsnelheid gerelateerd aan de houtsoort en de volumieke massa van het hout worden opgegeven in de Eurocode 1995-1-2 of kunnen door de kennishoudende leverancier opgegeven worden. De specifieke inbrandsnelheden liggen lager dan de grove vuistregel van 1 mm/minuut. Uit onderzoek blijkt dat relatief weinig is getest met de voor de Nederlandse markt gebruikelijke houtmaten (38 mm breedtematen voor gevelelementen en 30 mm voor sporenkappen).

Door gebruikmaking van de specifieke fire protection ability K₂30 (30 min. zelfstandig brandbeschermend vermogen) en K₂60 (60 min. zelfstandig brandbeschermend vermogen) volgens de EN 14135, kunnen toepassingen snel en brandveilig in de markt worden geïntroduceerd; totdat betere en efficiëntere systemen via testen of systeemontwikkeling beschikbaar zijn.

- Voor binnenwanden, gevelelementen, vloeren en daken zonder eisen en lage brandeis van 20 min

Voor het toepassen van isolatiemateriaal in binnenwanden, gevelelementen, vloeren en daken zonder eisen en lage brandeis van 20 min. is veel ontwerpruimte.

Brandtechnisch zijn combinaties met houtachtige platen van ≥ 18 mm dikte of standaard gipskartonplaten $\geq 12,5$ mm goed mogelijk.

- Voor niet-dragende wanden 30 en 60 min.:

- Wanden beproefd met 40 mm breedtematen van hout kunnen op basis van het onderstaande inzicht gebruikt worden voor interpolatie naar 38 mm breedtematen van hout.

Voor dragende vloerbalken en wandstijlen in elementen met holle ruimten die volledig zijn opgevuld met (onbrandbaar) isolatiemateriaal is de schijnbare inbrandsnelheid van de houten stijlen bepalend voor de brandwerendheid van de totale constructie. De schijnbare inbrandsnelheid van de houten stijlen is onder andere afhankelijk van de doorsnede factor. Deze doorsnede factor (K_s)⁸ is vervolgens afhankelijk van de dikte van de houten stijlen volgens tabel C.1 uit de EC5 (figuur 12).

(3) De doorsnedefactor behoort te zijn ontleend aan tabel C.1.

Tabel C.1 — Doorsnedefactor voor verschillende breedten van het houten onderdeel

b mm	k_s
38	1,4
45	1,3
60	1,1

Figuur 12: Tabel C.1 uit de NEN-EN 1995-1-2 (Ontwerp en berekening van houtconstructies).

Lineaire interpolatie van bovenstaande waarden resulteert in een doorsnede factor van 1,39 bij een stijldikte van 40 mm ten opzichte van 1,40 bij een stijldikte van 38 mm. Gesteld kan worden dat het dikteverschil van 2 mm nauwelijks invloed heeft op de schijnbare inbrandsnelheid van de houten stijlen en als verwaarloosbaar kan worden gezien. Deze verwaarloosbare invloed komt met name doordat de houten stijlen aan de zijanten worden beschermd door de aanwezige (niet brandbare) isolatie.

Voor wanden met 60 mm breedtematen van hout is interpolatie naar 38 mm breed hout niet direct mogelijk. De brandtechnische toelaat- en inzetbaarheid van 38 mm breed hout moet verder voortkomen uit beproeving van deze constructies volgens de EN 1364-1 (Fire resistance tests for non-loadbearing elements) of gecompenseerd worden door de toepassing van Fire protection ability met ten minste een beschermingsfactor K₂30 of k₂60⁽⁹⁾ volgens de EN 14135 (hiervoor zijn meerdere plaatsoorten beschikbaar, zie het constructieoverzicht).

- Voor dragende wanden 30 en 60 min.:

- Via lineaire interpolatie van beproefde, dragende wanden waarin 40 mm breedtematen van hout is toegepast kan het gebruik van 38 mm breedtematen van hout worden gemotiveerd, zie “niet-dragende wanden en gevels 30 en 60 min”.
- Voor wanden met 60 mm breedtematen hout is interpolatie naar 38 mm breed hout niet direct mogelijk. De brandtechnische toelaat- en inzetbaarheid van 38 mm breed hout moet voortkomen uit beproeving van deze constructies volgens de EN 1365-1 (Fire resistance tests for loadbearing elements) of

⁸ Niet te verwarren met de Fire Protection Ability.

⁹ Compensatie door dunnere plaatlagen met een lagere brandbeschermingsfactor, zoals bijvoorbeeld K₁10 en K₂10 kan niet worden gemotiveerd, tenzij dit door beproeving alsnog kan worden bewezen.

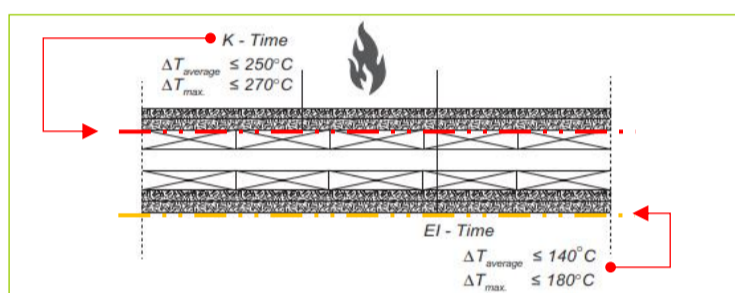
gecompenseerd worden door de toepassing van Fire protection ability met ten minste een beschermingsfactor K₂30 of K₂60 ⁽³⁾ volgens de EN 14135 (hiervoor zijn meerdere plaatsoorten beschikbaar, zie constructieoverzicht onder 'Fire protection ability' verderop in dit document) voor respectievelijk het genereren van 30 of 60 min. brandwerende constructies.

De benoemde compensatiemaatregel is gehanteerd voor het uitwerken van bouwdelen die hieruit hun oorsprong vinden (gevonden constructie opbouwen waarin 60 mm breedtematen van hout is betrokken).

- **Fire protection ability**

Om de brandveiligheid te borgen (zie eerdere vermelding bij onderdeel hout) wordt in dit constructieoverzicht (zie bijlage 4) de zogenaamde "Fire Protection Ability" volgens factor "K" conform EN 14135 toegepast. De EN 14135 is een Europees systeem met K-klassen voor het brandwerend vermogen en bijvoorbeeld in Duitsland, Denemarken en Zweden vereist door bouwvoorschriften aldaar. De klassen zijn gebaseerd op verticale en horizontale ovenproeven. Een relevante parameter in de test betreft de temperatuurontwikkeling achter het aan vuur blootgestelde paneel na verschillende tijdsintervallen. Er zijn drie niveaus gedefinieerd: 10, 30 en 60 min. Doelstelling van de norm en de testwijze is het aantonen van de passieve bescherming van houtconstructies tegen functieverlies (verkolen en ontsteken mogen niet zichtbaar zijn na het wegnemen van de beschermlaag). Twee types van K-klassen worden gedefinieerd, afhankelijk van de ondergrond achter de beschermlaag materiaal. Klasse K₁ omvat substraten met een dichtheid lager dan 300 kg/m³ en K₂ omvat alle substraten. Voor een bescherming van bijv. 30 min. wordt dit K₂30 genoemd, hierbij staat de "K" voor "kapselcriterium c.q. fire protection ability". Voor het behalen van de classificatie voor de bescherming van houtstructuren moet de temperatuur achter het beschermende materiaal (dat in direct contact met de brandhaard staat) onder 300 °C liggen tot en met testbeëindiging ($\Delta T_{\text{average}} \leq 250 \text{ °C}$ en $\Delta T_{\text{max}} \leq 270 \text{ °C}$).

Figuur 13: Tabel 6.3 Fire Safe Use of Wood in Buildings - Global Design Guide; versie 2022



Bescherming door "Fire Protection Ability" volgens factor "K" genereert een aantoonbaar, gewenst effect om het inbrandscenario vanaf de vuurbelaste zijde op een passieve manier in absolute zin met 30, 60 of aanvullend te beschermen. Daarnaast zorgt het ervoor dat de intensiteit van de vermogensbrand tijdens de brand(ontwikkeling) lager is. Immers, hout dat door een (plaat)materiaal met een fire protection ability wordt beschermd, kan in principe tot de betreffende beschermingsfactor K niet bijdragen aan de vuurlastontwikkeling. Daarnaast kan het op basis van de classificatiegrens op temperatuur ook effectief in worden gezet voor het beschermen van isolatiematerialen met een lage ontstekingstemperatuur tegen ontbranden en stalen constructies tegen het bereiken van hoge temperaturen.

Door het toepassen van de passieve bescherming methode "Fire Protection Ability" volgens EN 14135, speelt deze zowel in op het verlagen van de intensiteit van de vermogensbrand tijdens de brand(ontwikkeling) als op het verschuiven van de aanvang van het inbranden (en daarmee verbranden) van het totale houtvolume in de woning tot het gewenste moment voor ontwerp.

In het constructieoverzicht wordt in onderdeel "Brandwerende bekleding" een overzicht gegeven van producten die beschikken over een K₂'xx'-klasse.

- **Isolatiematerialen**

Grofweg kunnen isolatiematerialen in twee groepen worden ingedeeld: brandbare en onbrandbare isolatie. Brandbare isolatie smelt weg of verkoolt. Dit laatste is veelal van toepassing op biobased isolatiematerialen. Doordat er minder testen beschikbaar zijn met deze productgroep is er weinig zicht op de productstabiliteit van biobased isolatiematerialen in de toepassing (wand, vloer, dak of gevel) na het wegvallen van voorliggende plaat- of (gewapende) stuclagen. Omdat daarnaast de EC5 op dit moment niet over de rekenkundige handvatten beschikt voor de bepaling van de brandwerende bijdrage van biobased isolatiematerialen (brandwerende bijdrage wordt uitgesloten van berekening) is er weinig zicht op een effectieve, rekenkundige bijdrage in de brandwerendheid van een bouwdeel.

Daarentegen kan op basis van de systeemanalyses wel worden vastgesteld dat er een bepaalde mate van brandwerende bijdrage tegen brand is. Via de onderstaande tabel 7.6 (<<< figuur 4) valt een overeenkomstig beschermend vermogen, uitgedrukt in een hoogte van bescherming (protection level, verder PL), vastgesteld te kunnen worden voor gangbare toepassing en toewijzing van een brandbeschermend vermogen aan cellulose- en houtvezelisolatie.

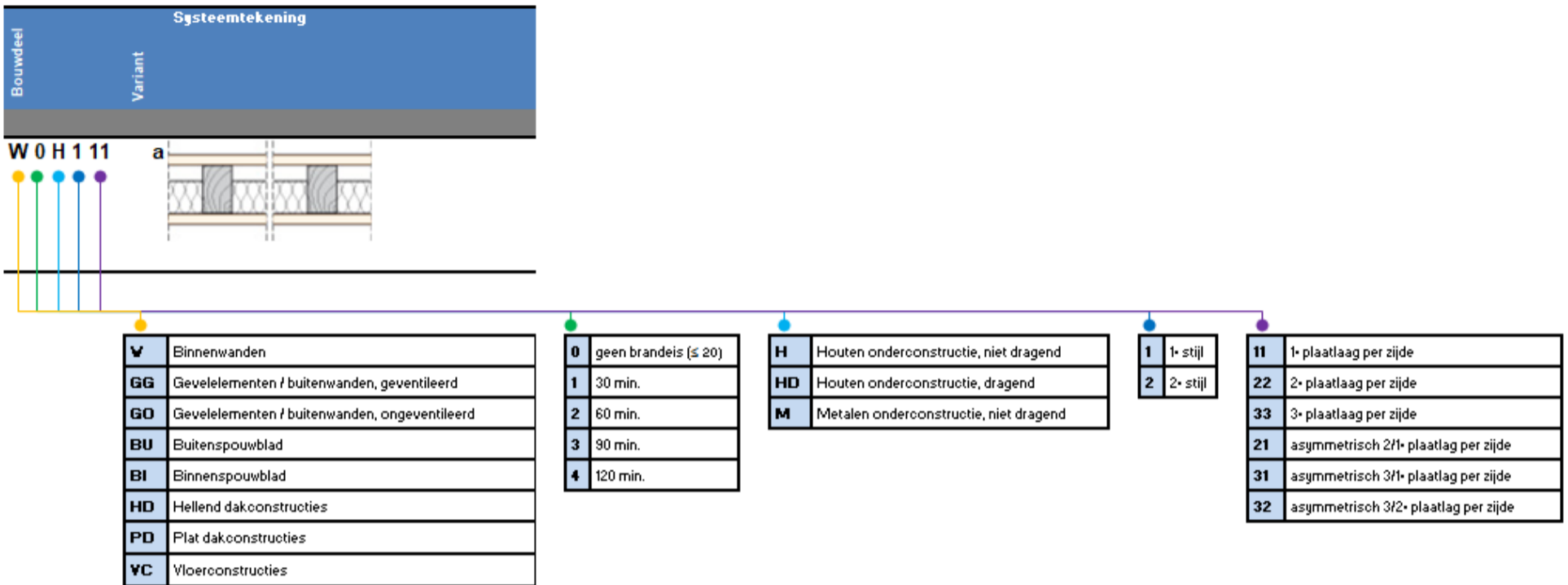
Table 7.6 Protection level PL for typical insulation materials

Protection level PL	Insulation material	Density
PL 1	Stone (rock) wool	≥26 kg/m ³
PL 2	Glass wool	≥14 kg/m ³
	Wood fibre	≥50 kg/m ³
	Cellulose fibre	≥50 kg/m ³
PL 3	XPS	–
	PUR	–
	EPS	–

<<< Figuur 14: Tabel 7.6 Fire Safe Use of Wood in Buildings - Global Design Guide; versie 2022

Als uitgangspunt kan worden aangenomen dat er ten minste een gelijkwaardig (beschermend) gedrag bij brand lijkt te bestaan tussen lage dichtheid glaswol en biobased isolatiematerialen wanneer hout- of cellulosevezel met een dichtheid ≥ 50 kg/m³ worden aangebracht. Voorwaarde moet hierbij zijn dat het isolatiemateriaal knellend in de structuur wordt aangebracht (dit betreft een aangewezen montagewijze voor isolatiematerialen in algemeenheid ongeacht isolatiesoort en montagewijze, zoals het inblazen van vlokken of aanbrengen van isolatieplaten).

Leeswijzer codering systeemoverzicht



Leeswijzer systeemoverzicht en eisen

Brandwerendheid

Stap 1: Op basis van de gestelde brandveiligheidseis uit de regelgeving kan een constructie worden gekozen uit het systeemoverzicht. De gestelde brandveiligheidseis kan worden gevonden in de keuzematrix Bijlage 2 Keuzematrix en flowchart en kan worden teruggevonden in de eerste kolom van de systeemmatrix.

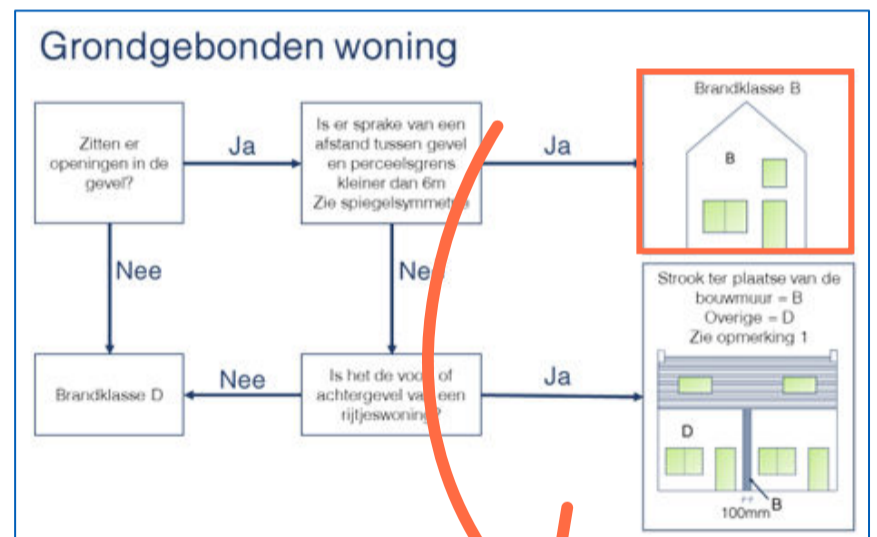
Brandklasse

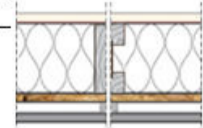

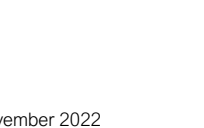
Stap 1: Op basis van de gestelde brandklasse uit de regelgeving kan een constructie worden gekozen uit het systeemoverzicht. De gestelde brandklasse kan worden gevonden in de flowchart Bijlage 2 Keuzematrix en flowchart en kan worden teruggevonden in de systeemmatrix.

> Bijvoorbeeld bij een gevel van een nieuwe grondgebonden woning die te maken heeft met spiegelsymmetrie:

Gevel	Brandwerendheid	Brandklasse	Rookklasse/rookdichtheid
brandwerend wegens spiegelsymmetrie	Nieuwbouw	30 min	D (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)
	Bestaande bouw	20 min	4 (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)
niet brandwerend	Nieuwbouw	Geen eis	D (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)
	Bestaande bouw	Geen eis	4 (binnenzijde) Flowchart* (buitenzijde)

* zie flowchart materiaaltoepassing. Geldt niet voor een deur, raam, kozijn of daaraan gelijk te stellen constructieonderdeel, hiervoor geldt altijd brandklasse D/4



Brand	Bouwdeel variant	Systeemtekening*	Wanddikte [mm]	Onderconstructie Stijl & regelwerk [mm]	Bepaling Binnenzijde [mm]	Bepaling Spouwzijde [mm]	Bepaling Buitenzijde [mm]	Isolatie dikte/peering [mm]/[kg/m³]	Maximale wandhoogte	Luchtgeluidisolatie R _w [C, C _v]		Thermische isolatie R _c / U _{tr} [NTA 8300]	Brandklasse B end-use	Brandklasse D end-use	
										Gemeten zonder gevelbekleding [dB]	Gemeten met gevelbekleding [dB]				
geen	GG 0 H 1 10 a		≥ 253	38/235	600	16 OSB	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	235/50 cv/hv	3100	40 (-; -)	o	≥ 4,7	o	o
geen	GG 0 H 1 10 b		≥ 247,5	38/235	600	12,5 GKA	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	235/50 cv/hv	3100	40 (-; -)	o	≥ 4,7	o	o
30 i → o	GG 1 H 1 10 a		≥ 290	38/235	600	15 GV + folie-dampdicht	folie-dampopen	pp-H2O op spouwlat 24/48	235/50 cv/hv	3100	45 (-; -8)	52 (-; -5)	≥ 4,7	o	o
30 i → o	GG 1 H 1 10 c		≥ 160	45/145 i-joist	600	15 GKF-LP + folie-dampdicht	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	145/45 cv	3100	≥ 45 (-; -8)	≥ 52 (-; -5)	≥ 4,7	o	o
30 i → o	GG 1 H 1 11 a		≥ 147	38/235	600	15 GKF-LP	12 OSB	gevelbekleding(*)	120/45 cv	3100	≥ 44 (-; -10) a			o	o
30 i → o	GG 1 H 1 10 b		≥ 147	45/145 i-joist	600	15 GKF-LP	12 OSB	gevelbekleding(*)	145/45 cv	3100	41 (-; -4) a			o	o

Begrippenlijst gehanteerde afkortingen:

²⁾ **Plaatdikte per zijde:**

- GV = Gipsvezelplaten
GV-fc = Fermacell Gipsvezelplaat (greenline),
GV-A1 = Fermacell Gipsvezelplaat firepanel A1
GV-r = Gyproc Rigidur (H)

- CS = Calciumclicaatplaten
P100 = Promat Promatect 100
MI = Promat Master Impact RH

- GKA = Gipskarton, type A
GKH = Gipskarton, type H
SWD = Siniat Weather Defence

- GKF = Gipskarton, vezelversterkt
LP = Siniat Ladura Premium
PA1 = Siniat Pregyfeu A1
WAB = Siniat WAB BA18
SWD = Siniat Weather Defence
NV = Siniat Novlam

- CG = Cementgebonden plaat
Fermacell pp-HD = Powerpanel HD
Fermacell pp-H₂O = Powerpanel H₂O

- VC = Vezelcementplaat
MF = Cembrit MultiForce
WSE = Cembrit Windstopper Extreme
CB - Cembrit Cetris Basic
Hy = Siniat Hydropanel
Du = Siniat Duripanel

- LM = Leemplaat
LM = Lemix 2.0 Leemplaat

- BSP = Brettsperrholz
CLT = Cross Laminated Timber

³⁾ **Isolatiesoort**

- cv = cellulosevezel
- hv = houtvezel
- ju = Jutte
- org. = biobased isolatiematerialen, niet specifiek

BIJLAGE 4.2 Brandpreventief werkzame bekleding met fire protection ability cf. EN 14135

Brandpreventief werkzame bekleding met een zogenaamde "Fire Protection Ability" volgens factor "K" conform EN 14135.

De EN 14135 is een Europees systeem met K-klassen voor het brandwerend vermogen en bijvoorbeeld in Duitsland, Denemarken en Zweden vereist door bouwvoorschriften aldaar. De klassen zijn gebaseerd op verticale en horizontale ovenproeven. Een relevante parameter in de test betreft de temperatuurontwikkeling achter het aan vuur blootgestelde paneel na verschillende tijdsintervallen. Er zijn drie niveaus gedefinieerd: 10, 30 en 60 min. Doelstelling van de norm en de testwijze is het aantonen van de passieve bescherming van houtconstructies tegen functieverlies (verkolen en ontsteken mogen niet zichtbaar zijn na het wegnemen van de bescherm laag). Voor het behalen van de classificatie voor de bescherming van houtstructuren moet de temperatuur achter het beschermende materiaal (dat in direct contact met de brandhaard staat) onder 300 °C liggen tot en met testbeëindiging ($\Delta T_{\text{average}} \leq 250$ °C en $\Delta T_{\text{max}} \leq 270$ °C).

Kapselcriterium cf. EN 13501-2	Merk	K ₂ 10		K ₂ 30		K ₂ 60	
		Dikte [mm]	Type	Dikte [mm]	Type	Dikte [mm]	Type
Gipsvezelplaat	Fermacell	10	PC 10069	2• 10 / 1• 18	KB III-B-07-059	18+15 / 2• 18 / 3• 12,5	KB III/B-07-06 & PCA10107
Calciumsilicaatplaat	Promat	10	P-100 WFRG 15919B	18	P-100 WFRG 15919B		
Gipskartonplaat, vezelversterkt	Siniat	-	-	-	-	2• 15	LP DBI PCA10054
	Siniat	12,5	PA1 WFRG 18709B	20	PA1 WFRG 18709B		
	Siniat	12,5	WAB WFRG 18591B	18	WAB WFRG 18591B		
	Siniat	12,5	SWD FI DBI PCA10405A	20	SWD FI WFRG 19000B		
Vezelcementplaat	Cembrit	12,5	MF/WSE/WSB PCA104558A	12 + 9	MF + WSE PCA104558A		
	Cetris	-	-	2• 12	CB FIRES-CR-255-17-AUPE		
Cementgebonden plaat	Fermacell	12,5	pp-H2O MFPA 3.2-12-042-1				
	Fermacell	15	pp-HD PC10020				
Leemplaat	Lemix	-	-	2• 16	LM GS 3.2/18.282-1		
Spaanplaat 600 kg/m ³		12*	Tabel 6.2 TU Munich*	25*	Tabel 6.2 TU Munich*		
Multiplex 450 kg/m ³		12*	Tabel 6.2 TU Munich*	24*	Tabel 6.2 TU Munich*		
OSB 600 kg/m ³		10*	Tabel 6.2 TU Munich*	30*	Tabel 6.2 TU Munich*		
Massief houten panelen 450 kg/m ³		13*	Tabel 6.2 TU Munich*	26*	Tabel 6.2 TU Munich*	52*	Tabel 6.2 TU Munich*
Massief houten delen T&G 450 kg/m ³		15*	Tabel 6.2 TU Munich*	27*	Tabel 6.2 TU Munich*	2• 27*	Tabel 6.2 TU Munich*

Afkorting	Plaat
MF	Cembrit MultiForce
WSE	Cembrit Windstopper Extreme
WSB	Cembrit Windstopper Basic
CB	Cetris Basic
P-100	Promat Promatect 100
LP	Siniat Ladura Premium
PA1	Siniat Pregyfeu A1
WAB	Siniat WAB BA18
LM	Lemix Leemplaat
SWD	Siniat Weather Defence

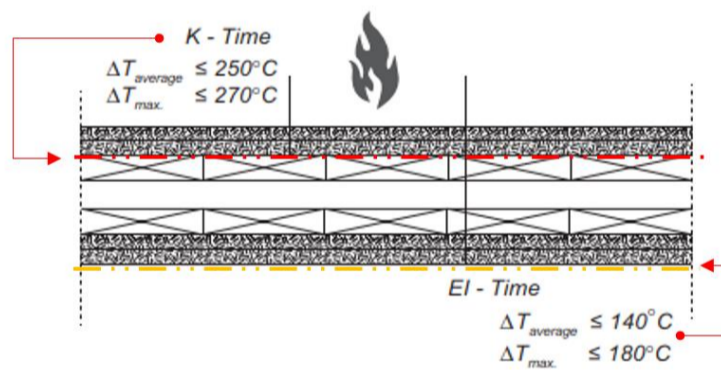


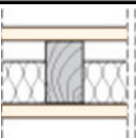
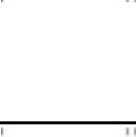
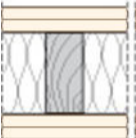



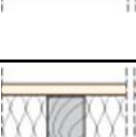
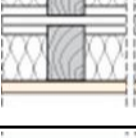
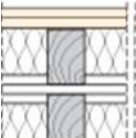

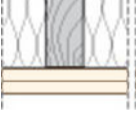
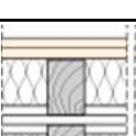


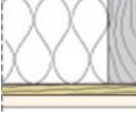

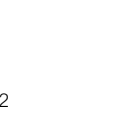

Figure 6.3 Difference between the surface temperature rise performance criteria for insulation I and encapsulation K (TU Munich).

BIJLAGE 4.3 Wand- en gevel constructies

BIJLAGE 4.3.1 Wanden - Niet-dragende wanden met houten onderconstructie

Scheidingswanden

3.1 Niet-dragende wanden met houten onderconstructie

Brand	Systeemtekening		Wanddikte	Onderconstructie		Beplating per zijde		Isolatie dikte/persing soort	Max. wandhoogte Toepassingsgebied	Luchtgeluidisolatie R _w [dB]
	Bouwdeel	Variant		Stijl & regelwerk	hoh [mm]	[mm]	[mm]			
EI [min.]			[mm]	[mm]					I / II [mm]	
geen	W 0 H 1 1 1	a		94	44/69	600	12,5 GV	≥ 40/50 cv/hv	3000	39 (-; -) a
geen	W 0 H 1 1 1	b		94	44/69	600	12,5 GKA	≥ 40/50 cv/hv	3000	38 (-; -) a
geen	W 0 H 1 1 1	c		99	44/69	600	15 OSB	≥ 60/50 cv/hv	3000	36 (-; -) a
geen	W 0 H 1 1 1	d		99	44/69	600	15 GKA	≥ 60/50 cv/hv	3000	40 (-2; -7)
geen	W 0 H 1 1 1	e		99	44/69	600	15 GV	≥ 60/50 cv/hv	3000	43 (-1; -4)
geen	W 0 H 1 1 1	f		114	38/89	600	12,5 GKA	≥ 80/50 cv/hv	3000	41 (-2; -7)
geen	W 0 H 1 1 1	g		114	38/89	600	12,5 GV	≥ 80/50 cv/hv	3000	44 (-1; -4)
geen	W 0 H 1 2 2	a		170	38/120	600	15 OSB + 9,5 GKA	120/42-60 cv	4100a	51 (-; -) a
30	W 1 H 1 1 1	a		94	44/69	600	12,5 GKF	≥ 60/50 cv/hv	3000	38 (-; -) a
30	W 1 H 1 1 1	b		94	44/69	600	12,5 GV	≥ 60/50 cv/hv	3100	41 (-; -) a
30	W 1 H 1 1 1	c		114	38/89	600	12,5 GKF	≥ 80/50 cv/hv	3000	41 (-2; -7)
30	W 1 H 1 1 1	c		114	38/89	600	12,5 GV	≥ 80/50 cv/hv	3000	44 (-1; -4)
30	W 1 H 1 1 1	d		150	38/120	600	9 CS	120/45 cv	4100a	≥ 44 (-1; -4)
30	W 1 H 1 1 1	d		175	45/145 l-joist	600	9 CS	120/45 cv	4100a	≥ 44 (-1; -4)
30	W 1 H 1 2 2	a		109	44/69	600	12,5+10 GV	≥ 60/50 cv/hv	4000a	50 (-1; -6) a
30	W 1 H 1 2 2	b		119	44/69	600	2*12,5 GV	≥ 60/50 cv/hv	4000a	51 (-1; -6)
30	W 1 H 1 2 2	c		129	38/89	600	12,5+10 GV	≥ 80/50 cv/hv	4000a	51 (-1; -6)
30	W 1 H 1 2 2	d		139	38/89	600	2*12,5 GV	≥ 80/50 cv/hv	4000a	≥ 51 (-1; -6)
30	W 1 H 2 1 1			215	2* 38/89 & 12 mm spouw	600	12,5 GV	≥ 80/50 cv/hv	3000	60 (-; -) a
30	W 1 H 2 2 2			215	2* 38/89 & 12 mm spouw	600	12,5 GV	≥ 80/50 cv/hv	3000	68 (-; -) a
60	W 2 H 1 2 2	a		129	44/69	600	2* 15 GKF-LP	≥ 60/50 cv/hv	n.v.t.	≥ 51 (-1; -6) a
60	W 2 H 1 2 2	a		135	44/69	600	18+15 GV	≥ 60/50 cv/hv	n.v.t.	≥ 51 (-1; -6) a
60	W 2 H 1 2 2	b		149	38/89	600	2* 15 GKF-LP	≥ 80/50 cv/hv	n.v.t.	≥ 51 (-1; -6) a
60	W 2 H 1 2 2	b		155	38/89	600	18+15 GV	≥ 80/50 cv/hv	n.v.t.	≥ 51 (-1; -6) a
60	W 2 H 2 2 2			215	2* 38/89 & 12 mm spouw	600	18+15 GV	≥ 80/50 cv/hv	3000	68 (-; -) a
90	W 3 H 2 2 1	a		370	38/120	600	binnen: 9 OSB + 15 GKF spouw: 11 OSB	120/52 cv	3000	68 (-; -) a

BIJLAGE 4.3.2 Wanden - Dragende wanden met houten onderconstructie

Scheidingswanden

3.2 Dragende wanden met houten onderconstructie

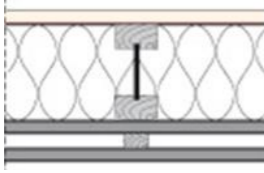

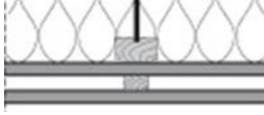
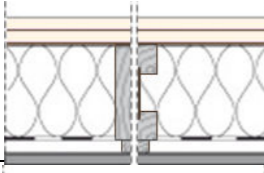
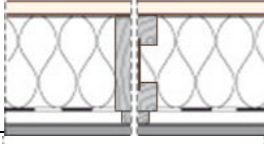



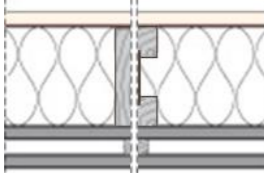
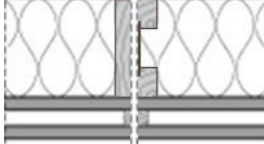

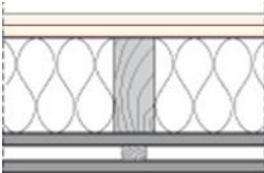
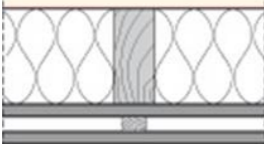

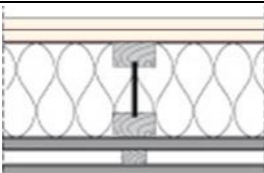
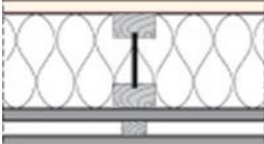

Brand	Systeemtekening		Wanddikte	Onderconstructie		Beplating per zijde	Isolatie dikte/persing	Toelaatbare spanning σ	Max. wandhoogte Toepassingsgebied	Luchtgeluidisolatie R_w
	Bouwdeel	Variant		Stijl & regelwerk	hoh [mm]					
REI [min.]			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]	[N/mm ²]	I / II [mm]	[dB]
geen	W 0 HD 1 11	a	105	38/89	600	12,5 GV-fc	≥ 60/50 cv/hv	2,5	3000	43 (-3; -6)
geen	W 0 HD 1 11	b	119	38/89	600	15 GV-fc	≥ 80/50 cv/hv	2,5	3000a	46 (-; -)
geen	W 0 HD 1 11	f	116	38/89	600	18 GKF	≥ 80/50 cv/hv	2,5	3000a	45 (-; -)
30	W 1 HD 1 11	a	105	38/89	600	12,5 GV-fc	≥ 60/50 cv/hv	2,5	3000	43 (-3; -6)
30	W 1 HD 1 11	b	119	38/89	600	15 GV-fc	≥ 80/50 cv/hv	2,5	3000a	46 (-; -)
30	W 1 HD 1 11	f	116	38/89	600	18 GKF	≥ 80/50 cv/hv	2,5	3000a	45 (-; -)
30	W 1 HD 1 22	a	124	38/89	600	12,5 + 9,5 GKF	≥ 80/50 cv/hv	2,5	3000a	47 (-; -)
30	W 1 HD 1 22	b	125	38/89	600	13 Hwpl + 9,5 GKF	≥ 80/50 cv/hv	2,5	3000a	47 (-; -)
60	W 2 HD 1 11	a	196	60/160 I-Joist	600	18 GV-fc	160/40 hv	2,5	3100	≥ 44
60	W 1 HD 1 22	a	124	38/89	600	2• 15 GKF-LP	≥ 80/50 cv/hv	2,5	Ongelimiteerd	≥ 55 (-; -) a
60	W 1 HD 1 22	b	125	38/89	600	18+15 GV-Fc	≥ 80/50 cv/hv	2,5	Ongelimiteerd	≥ 55 (-; -) a
60	W 2 HD 1 22	f	235	60/200 I-joist	600	12,5 + 10 GV	200/60-90 cv	2,5	3000	≥ 54 (-; -)
90	W 3 HD 1 21	a	134	38/89	600	15 CS-P100 + 15 OSB / 15 CS-P100	89/48 cv	10 kN/m ²	3000	45 (-; -) a
120	W 3 HD 1 21	a	140	38/89	600	18 CS-P100 + 15 OSB / 18 CS-P100	89/48 cv	10 kN/m ²	3000	45 (-; -) a

BIJLAGE 4.3.3 Gevelelementen geventileerd - Niet-dragende gevelelementen met houten onderconstructie

Gevelelementen; geventileerd

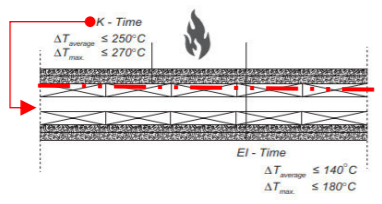
3.3 Niet-dragende buitenwanden / gevelvullende elementen met houten onderconstructie

Brand	Bouwdeel	Systeemtekening*1	Wanddikte	Onderconstructie		Beplating		Beplating		Beplating		Isolatie	Maximale hoogte	Luchtgeluidisolatie R _w (C; C _r)		Thermische isolatie		Brandklasse	
				Stijl & regelwerk	Binnenzijde (met inbegrip dampdichte folie)	Spouwzijde	Buitenzijde	dikte/persing	Gemeten zonder gevelbekleding	Gemeten met gevelbekleding	R _c			U _c (NTA 8800)	SBI	SBI			
				[mm]	hoh [mm]	[mm]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]	[dB]	[dB]	[m ² .K/W]			[W/m ² .K]	B end-use	D end-use			
geen	GG 0 H 1 10	a	≥ 253	≥ 38/285	600	18 OSB	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	235/50 cv/hv	3100	40 (-; -)	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
geen	GG 0 H 1 10	b	≥ 247,5	≥ 38/285	600	12,5 GKA	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	235/50 cv/hv	3100	40 (-; -)	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i → o	GG 1 H 1 10	a	≥ 290	≥ 38/285	600	15 GV	folie-dampopen	pp-H2O op spouwlat 24/48	235/50 cv/hv		45 (-2; -8)	52 (-1; -5)	≥ 4,65	≤ 0,206	i.c.m. pp-H2O & vc gevelbekleding	zie B end-use			
30 i → o	GG 1 H 1 10	c	≥ 160	≥ 45/220 I-joist	600	15 GKF-LP	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	220/45 cv		≥ 45 (-2; -8)	≥ 52 (-1; -5)	≥ 4,65	≤ 0,206	onbekend - gevelbekleding afh. maatwerk	obekend - gevelbekleding afh. maatwerk			
30 i → o	GG 1 H 1 11	a	≥ 147	≥ 38/285	600	15 GKF-LP	12 OSB	gevelbekleding(*)	235/45 cv		≥ 44 (-3; -10) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i → o	GG 1 H 1 10	b	≥ 147	≥ 45/220 I-joist	600	15 GKF-LP	12 OSB	gevelbekleding(*)	220/45 cv		41 (-2; 4) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i → o	GG 1 H 1 21		≥ 372	installatielat 44/45 stijl®elwerk ≥ 38/235 spouwlat 28/45	400 600	zichtzijde 15 GKA installatiezone 15 OSB	16 RWH hv	gevelbekleding(*)	hsb: 235/50 hv installatiezone: 40/50 hv	3000a	47 (-3; -10) a	≥ 55 (-2; -7) a	65	≤ 0,206	o	o			
30 i ⇌ o 30-ef	GG 1 H 1 11	a	≥ 260	≥ 38/265	600	12,5 GKF	12,5 GKH	gevelbekleding(*)	235/50 cv/hv	3000	≥ 41 (-2; -7)	≥ 46 (-2; -7) a	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i ⇌ o 30-ef	GG 1 H 1 11	b	≥ 260	≥ 38/285	600	12,5 GV	12,5 GV	pp-H2O op spouwlat 24/48	235/50 cv/hv	3000	≥ 44 (-1; -4)	≥ 51 (-2; -7) a	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i ⇌ o 30-ef	GG 1 H 1 11	b	≥ 260	≥ 38/285	600	18 GV	18 GV	pp-H2O op spouwlat 24/48	235/org	3000	≥ 47 (-3; -10)	≥ 55 (-2; -7) a	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i ⇌ o 30-ef	GG 1 H 1 11	d	≥ 260	≥ 38/285	600	15 GKF-LP	9 CS-Mi	gevelbekleding(*)	235/45 cv		≥ 44 (-1; -4) a	≥ 51 (-2; -7) a	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i ⇌ o 30-ef	GG 1 H 1 11	c	≥ 260	≥ 38/285	600	15 GKF-LP	9 VC-Hy	gevelbekleding(*)	235/45 cv		≥ 44 (-1; -4) a	≥ 55 (-2; -7) a	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			
30 i ⇌ o 30-ef	GG 1 H 1 11	e	≥ 260	≥ 38/285	600	15 GKF-LP	10 VC-Du	gevelbekleding(*)	235/45 cv		≥ 47 (-3; -10) a	≥ 55 (-2; -7) a	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o			

30 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 11 g		≥ 169	≥ 45/220 I-joist	600	15 GKF-LP	9 VC-Hy	gevelbekleding(*)	220/45 cv	41 (-;-;4) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
30 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 h		≥ 169	≥ 45/220 I-joist	600	15 GKF-LP	9 CS-Mi	gevelbekleding(*)	220/45 cv	41 (-;-;4) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
30 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 i		≥ 170	≥ 45/220 I-joist	600	15 GKF-LP	10 VC-Du	gevelbekleding(*)	220/45 cv	41 (-;-;4)	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i → o	GG 1 H 1 20 a		≥ 272,5	≥ 38/285	600	2• 12,5 GKF-LP	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	235/45 cv	≥ 47 (-;-) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i → o	GG 1 H 1 20 c		≥ 233	≥ 38/285	600	2• 12,5 GV-fc	folie-dampopen	pp-H2O op spouwlat 24/48	235/50 cv/hv	3000	≥ 50 (-;-; -6)	≥ 56 (-;-; -5)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i → o	GG 1 H 1 20 b		≥ 170	≥ 45/220 I-joist	600	2• 12,5 GKF-LP	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	220/45 cv	≥ 48 (-;-) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i → o	GG 1 H 1 10 a		≥ 272	≥ 38/285	600	2• 12,5 GKF-LP	12 OSB	gevelbekleding(*)	235/45 cv	≥ 47 (-;-) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i → o	GG 1 H 1 10 b		≥ 182	≥ 45/220 I-joist	600	2• 12,5 GKF-LP	12 OSB	gevelbekleding(*)	220/45 cv	≥ 48 (-;-) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 b		≥ 260	≥ 38/285	600	12,5 GKF-LP	12 VC-Du	gevelbekleding(*)	235/45 cv	≥ 44 (-;-; -4) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 a		≥ 170,5	≥ 45/220 I-joist	600	12,5 GKF-LP	12 VC-Du	gevelbekleding(*)	220/45 cv	≥ 44 (-;-; -4) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 2 H 1 11 c		≥ 172,5	≥ 45/220 I-joist	600	15 GKF-NV	12 VC-Du	gevelbekleding(*)	220/48 cv	≥ 44 (-;-; -4) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206			
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 a		≥ 269	≥ 38/285	600	2• 12,5 GKF-LP	9 VC-Hy	gevelbekleding(*)	235/45 cv	≥ 50 (-;-; -6) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 b		≥ 269	≥ 38/285	600	2• 12,5 GKF-LP	9 CS-Mi	gevelbekleding(*)	235/45 cv	≥ 50 (-;-; -6) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 b		≥ 270	≥ 38/285	600	2• 12,5 GKF-LP	10 VC-Du	gevelbekleding(*)	235/45 cv	≥ 50 (-;-; -6) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 b		≥ 179	≥ 45/220 I-joist	600	2• 12,5 GKF-LP	9 VC-Hy	gevelbekleding(*)	220/45 cv	≥ 50 (-;-; -6) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 b		≥ 179	≥ 45/220 I-joist	600	2• 12,5 GKF-LP	9 CS-Mi	gevelbekleding(*)	220/45 cv	≥ 50 (-;-; -6) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	
60 i ⇌ 0 30-ef	GG 1 H 1 10 a		≥ 180	≥ 45/220 I-joist	600	2• 12,5 GKF-LP	10 VC-Du	gevelbekleding(*)	220/45 cv	≥ 50 (-;-; -6) a	o	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o	

BIJLAGE 4.3.4 Gevelelementen geventileerd - Dragende gevelelementen met houten onderconstructie

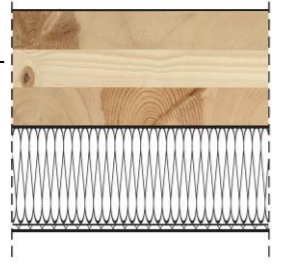
3.4 Dragende buitenwanden / gevelvullende elementen met houten onderconstructie

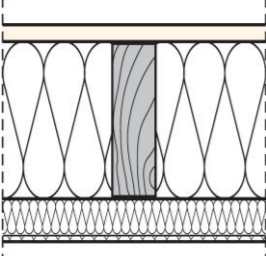
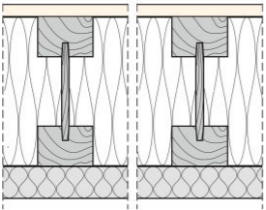
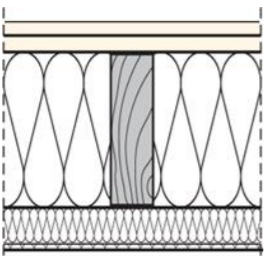
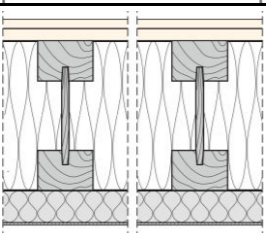
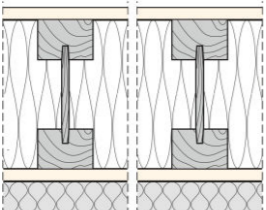
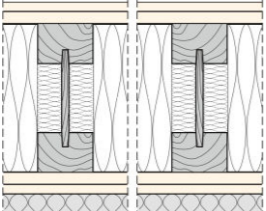
Brand	Bouwdeel	Systeemtekening*1	Wanddikte	Onderconstructie		Beplating		Isolatie	Toelaatbare	Maximale wandhoogte
				Stijl & regelwerk	hoh [mm]	Binnenzijde	Spouwzijde			
REI [min.]			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]		I + II [mm]
geen	GG 0 HD					Enkele plaatlaag bekleding toepasbaar	-	gevelbekleding(*)	org.	In overeenstemming met constructieve noodzakelijkheid
30 i → O	GG 1 HD					zie dragende wanden of pas fire protection ability K230 volgens EN14135 toe	-	gevelbekleding(*)	org.	In overeenstemming met constructieve noodzakelijkheid
30 i ⇄ 30-ef	GG 1 HD					zie dragende wanden of pas fire protection ability K230 volgens EN14135 toe	plaatlaagdikte volgend uit testen of pas fire protection ability K230 volgens EN14135 toe	gevelbekleding(*)	org.	In overeenstemming met constructieve noodzakelijkheid
60 i → O	GG 2 HD					zie dragende wanden of pas fire protection ability K260 volgens EN14135 toe	folie-dampopen	gevelbekleding(*)	org.	In overeenstemming met constructieve noodzakelijkheid
60 i ⇄ 30-ef	GG 2 HD					zie dragende wanden of pas fire protection ability K260 volgens EN14135 toe	plaatlaagdikte volgend uit testen of pas fire protection ability K230 volgens EN14135 toe	gevelbekleding(*)	org.	In overeenstemming met constructieve noodzakelijkheid
60 i ⇄ 60-ef	GG 2 HD					zie dragende wanden of pas fire protection ability K260 volgens EN14135 toe	plaatlaagdikte volgend uit testen of pas fire protection ability K260 volgens EN14135 toe	gevelbekleding(*)	org.	In overeenstemming met constructieve noodzakelijkheid

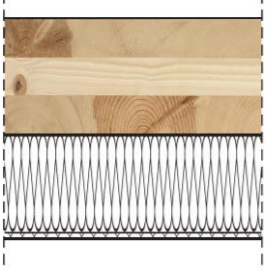
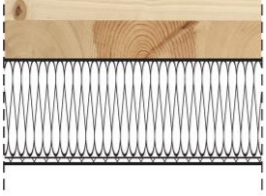
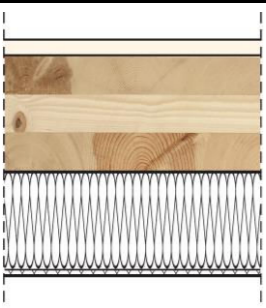
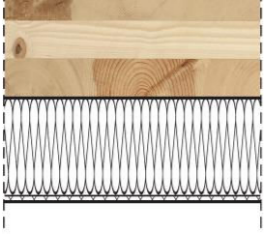
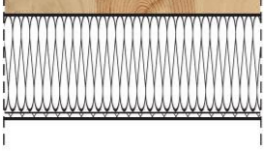
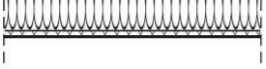
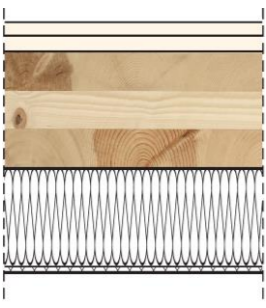
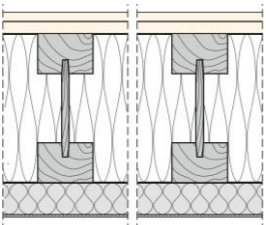


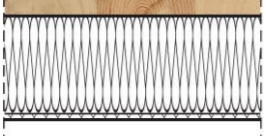
BIJLAGE 4.3.5 Gevelelementen ongeventileerd - Dragende gevelelementen met houten onderconstructie



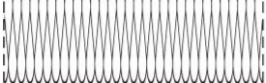



Gevelelementen; ongeventileerd

3.5 Gevelelementen ongeventileerd - Dragende gevelelementen met houten onderconstructie

Brand	Bouwdeel	Systeemtekening*1	Wanddikte	Onderconstructie		Beplating	Dragerplaat WDVS	Isolatie WDVS	Isolatie hsb	Toelaatbare	Maximale hoogte	Luchtgeluidisolatie R _w (C; C _r)		Thermische isolatie		Brandklasse	Brandklasse
				Stijl & regelwerk	hoh [mm]							Binnenzijde	Buitenzijde	spanning σ	Toepassingsgebied (1)		
REI [min.]			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]	[mm]/[kg/m ³]	[mm]/[kg/m ³]		I + II [mm]	[dB]	[dB]	[m ² .K/W]	[W/m ² .K]	B end-use	D end-use
30 i ⇄ 30-ef	GO 1 CLT 1 10		≥ 208	100 CLT C3s (30-40-30)	-	-	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	35 kN/m1	3000	≥ 34 (-1; -3)	≥ 51 (-3; -10)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
30 i ⇄ 30-ef	GO 1 CLT 1 10		≥ ..	100 CLT C5s (5• 20)	-	-	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	35 kN/m1	3000	≥ 36 (-1; -4)	≥ 51 (-3; -10)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o

30 i → o	GO 1 HD 1 10	a		≥ 213	38/185	600	fire protection ability K ₂ 30 volgens EN14135	WDVS direct op hsb onderconstructie verlijmd of ≤ 6 st. RVS schroefanker m2)	60/.. hv (Pavatex Diffutherm)+ 10 Stuc laag mineralisch	185/org.	EC5	3000	-	≥ 46 (-1;-4)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
30 i → o	GO 1 HD 1 10	b		≥ 228	60/200 I-joist	600	12,5 GV-Fc	WDVS direct op hsb onderconstructie verlijmd of ≤ 6 st. RVS schroefanker m2)	35/.. hv (Steico Universal Dry) + 10 Stuc laag mineralisch	200/47 hv	0,8	3000	-	≥ 46 (-1;-4)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i → o	GO 1 HD 1 10	a		≥ 213	38/185	600	fire protection ability K ₂ 60 volgens EN14135	WDVS direct op hsb onderconstructie verlijmd of ≤ 6 st. RVS schroefanker m2)	60/.. hv (Pavatex Diffutherm)+ 10 Stuc laag mineralisch	185/org.	EC5	3000	-	≥ 51,2 (-2;-6)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i → o	GO 1 HD 1 10	b		≥ 228	60/200 I-joist	600	fire protection ability K ₂ 60 volgens EN14135	WDVS direct op hsb onderconstructie verlijmd of ≤ 6 st. RVS schroefanker m2)	35/.. hv (Steico Universal Dry) + 10 Stuc laag mineralisch	200/47 hv	EC5	3000	-	≥ 52 (-2;-6)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i ⇌ 30-ef	GO 2 HD 1 11			≥ 233	60/200 I-joist	600	binnen: 18 GV-Fc	18 GV - WDVS direct op GV verlijmd of ≤ 6 st. RVS schroefanker m2)	35/.. hv (Steico Universal Dry) + 10 Stuc laag mineralisch	200/40 hv	2,5	3000	59 (-;-)	≥ 47(-2;-5)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i ⇌ 30-ef	GO 3 HD 1 22			≥ 248	60/200 I-joist	600	binnen: 12,5 + 10 GV-Fc	12,5 + 10 GV - WDVS direct op GV verlijmd of ≤ 6 st. RVS schroefanker m2)	35/.. hv (Steico Universal Dry) + 10 Stuc laag mineralisch	200/60-90 cv	2,5	3000	63 (-;-) a	≥ 51 (-1; -5)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o

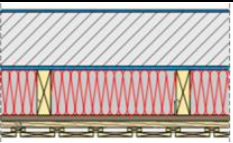
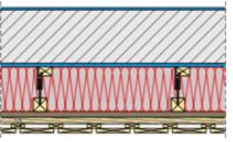
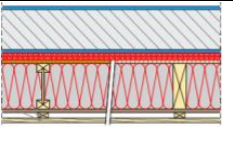

60 ⇌ 30-ef	GO 2 CLT 1 00 a		≥ 260	100 CLT C3s (30-40-30)	-	-	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICOsecure base	-	35 kN/m1	3000	\	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
	GO 2 CLT 1 00 b		≥ 260	100 CLT C5s (5x 20)	-	-	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICOsecure base	-	35 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 ⇌ 30-ef	GO 2 CLT 1 10		≥ 250	80 CLT C3s (30-20-30)	-	10 GV-A1	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	45 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 ⇌ 30-ef	GO 2 CLT 1 10		≥ 242,5	80 CLT C3s (30-20-30)	-	12,5 GKF	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	35 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 ⇌ 30-ef	GO 2 CLT 1 10		≥ 305	80 CLT C3s (30-20-30)	-	50/18,5 hwc (Heraklith BM) + 15 mm stuclaag	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	35 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 ⇌ 30-ef	GO 2 CLT 1 10		≥	120 CLT C3s (40-40-40)	-	12,5 GV-fc	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	200 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 ⇌ 30-ef	GO 2 CLT 1 20		≥	80 CLT C3s (20-40-20)	-	2• 18 GKF	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	120 kN/m1	3000	-	≥ 42 (-; -) Rekenkundig bepaald cf. EN12354-1:2000	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
90 →			≥ 349,5	45/300 I-joist	600	15 + 12,5 GV-fc	WDVS direct op hsb onderconstructie verlijmd of ≤ 6 st. RVS schroefanker m2)	22 mm hv + ≥ 6 mm stuclaag	300/73,2 cv	6,4 kN/stijl	3000	-	≥ 48 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206		
90 ⇌ 30-ef	GO 3 CLT 1 10		≥ 272,5	100 CLT C3s (30-40-30)	-	12,5 GKF	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	35 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
90 ⇌ 30-ef	GO 3 CLT 1 10		≥ 325	100 CLT C3s (30-40-30)	-	50/18,5 hwc (Heraklith BM) + 15 mm stuclaag	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	35 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
90 ⇌ 30-ef	GO 3 CLT 1 10		≥ 292,5	120 CLT C3s (40-40-40)	-	12,5 GV-fc	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	-	120 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o

90 i ± 0 30-ef	GO 3 CLT 1 20		≥ 273	120 CLT C3s (40-40-40)	-	2• 15 GV-fc	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	200 kN/m1	3000	-	≥ 42 (-; -) Rekenkundig bepaald cf. EN12354-1:2000	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
90 i ± 0 30-ef	GO 3 CLT 1 20		≥ 208	80 CLT C3s (20-40-20)	-	18 + 15 GV- fc	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	120 kN/m1	3000	-	36 (-1;-5)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
90 i ± 0 30-ef	GO 3 CLT 1 20		≥ 208	80 CLT C3s (20-40-20)	-	2• 18 GKF	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	100 kN/m1	3280	-	≥ 42 (-; -) Rekenkundig bepaald cf. EN12354-1:2000	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
90 i ± 0 30-ef	GO 3 CLT 1 20		≥ 208	80 CLT C3s (20-40-20)	-	2• 18 GV-fc	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	100 kN/m1	3280	-	≥ 42 (-; -) Rekenkundig bepaald cf. EN12354-1:2000	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
120 i ± 0 30- ef	GO 4 CLT 1 10		≥ 298	120 CLT C3s (40-40-40)	-	18 GV-fc	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	120 kN/m1	3000	-	≥ 46 (-; -)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
120 i ± 0 30- ef	GO 4 CLT 1 20		≥ 310	120 CLT C3s (40-40-40)	-	2• 15 GV-fc	WDVS direct op CLT verlijmd of ≤ 5 st. RVS schroefanker m2	160/.. hv (Steico Protect L Dry) + 6 mm STEICO secure base	150 kN/m1	3000	-	≥ 42 (-; -) Rekenkundig bepaald cf. EN12354-1:2000	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o

BIJLAGE 4.2.7 Steenachtige binnenspouwbladen met voorzetgevels/buitenspouwbladen met houten onderconstructie met isolatiemateriaal

Buitenwanden

2.7 Buitenspouwbladen met houten onderconstructie met isolatiemateriaal

Brand	Bouwdeel Variant	Systeemtekening*1	Wanddikte	Onderconstructie	Binnenspouwblad		Binnenspouwblad	Isolatie	Maximale	Luchtgeluidisolatie R _w (C; C _{tr})		Thermische isolatie		Brandklasse		
				Stijl & regelwerk	hoh [mm]	[mm]	Beplating spouwzijde	Buitenzijde	dikte/persing	wandhoogte	Gemeten zonder gevelbekleding	Gemeten met gevelbekleding	Rc	Uc (NTA 8800)	SBI	SBI
EI [min.]			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]		[dB]	[dB]	[m ² .K/W]	[W/m ² K]	B end-use	D end-use	
60 i ⇔ 60-ef	W 0 H 1 01 a		≥ 275	stijl®elwerk 38/235 spouwlat 28/45	600 400	steensmuur (≥ 210 mm schoonmetselwerk)	25 RWH hv	22 houten delen	hsb: 200/50 cv	Afgestemd op bestaande wandstructuur	o	59 (-3/-8)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i ⇔ 60-ef	W 0 H 1 01 b		≥ 275	stijl®elwerk 45/200 l-joist spouwlat 28/45	600 400	steensmuur (≥ 210 mm schoonmetselwerk)	25 RWH hv	22 houten delen	hsb: 200/50 cv	Afgestemd op bestaande wandstructuur	o	62 (-2/-7)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i ⇔ 60-ef	W 0 H 1 11 a		≥ 335	stijl®elwerk 38/120 spouwlat 28/45	600 400	steensmuur (≥ 210 mm schoonmetselwerk)	rugzijde: 15 OSB spouwzijde: 16 MDF/HFD	22 houten delen	rugzijde: 60/50 cv hsb: 120/50 cv	Afgestemd op bestaande wandstructuur	o	59 (-3/-8)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o
60 i ⇔ 60-ef	W 0 H 1 11 b		≥ 335	stijl®elwerk 45/160 l-joist spouwlat 28/45	600 400	steensmuur (≥ 210 mm schoonmetselwerk)	rugzijde: 15 OSB spouwzijde: 16 MDF/HFD	22 houten delen	rugzijde: 60/50 cv hsb: 200/50 cv	Afgestemd op bestaande wandstructuur	o	62 (-2/-7)	≥ 4,65	≤ 0,206	o	o

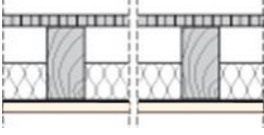
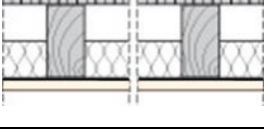
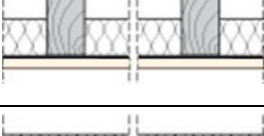
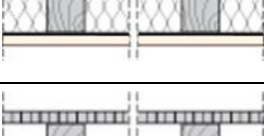
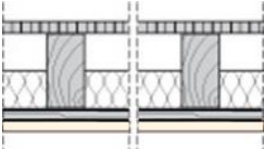
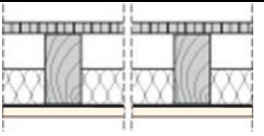
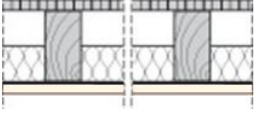

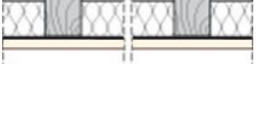
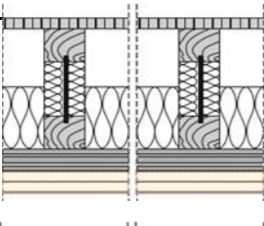
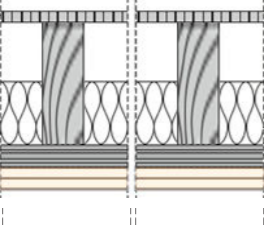
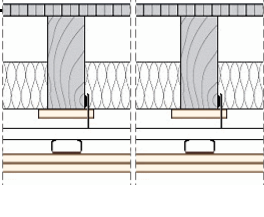
Massieve steenachtige constructies zoals beton en baksteen kunnen veel warmte opnemen en geleiden niet erg goed. Dit maakt ze goed geschikt als brandscheiding. Als vuistregel geldt dat voor massieve steenachtige wanden een dikte van 100 mm voldoende is om 60 minuten brandwerendheid (scheidende functie) te halen.

BIJLAGE 4.3 Vloerconstructies

BIJLAGE 4.3.1 Vloerconstructies met houten balklaag

Vloerconstructies

3.1 Vloerconstructies met houten balklaag

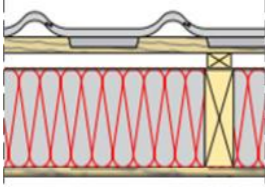
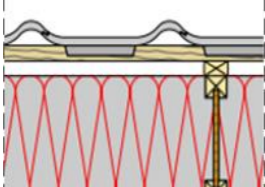
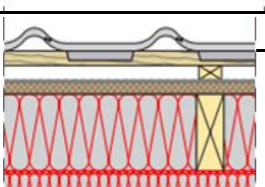

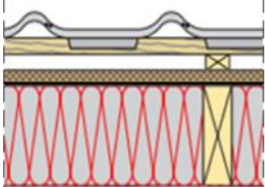
Brand	Bouwdeel	Variant	Systeemtekening	Constructie-	Vloerlaag ⁽⁴³⁾	Balklaag ⁽⁴³⁾	Ophangconstructie ⁽⁴³⁾	Plafondlaag	Isolatiemateriaal	Contactgeluidisolatie L _{n,w}	Luchtgeluidisolatie R _w		
				hoogte ⁽⁴⁴⁾	[materiaal, profiel]	[mm]	[hoh]	[materiaal, profiel]	[hoh]	[mm]	dikte/persing	Gemeten zonder (zwevend) vloerelement	Gemeten zonder (zwevend) vloerelement
REI [min.]				[mm]	[materiaal, profiel]	[mm]	[hoh]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]	[L _{n,w} (C _i)]	[R _w (C; C _{tr})]		
30 u → a	VC 1 H 1 10	a		≥ 198	18 multiplex T&G (550 kg/m ³)	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	77 (0)	45 (-3; -8)
30 u → a	VC 1 H 1 10	b		≥ 198	18 OSB (550 kg/m ³)	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	77 (0)	45 (-3; -8)
30 u → a	VC 1 H 1 10	c		≥ 198	18 houtvezelcementplaat	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	77 (0)	45 (-3; -8)
30 u → a	VC 1 H 1 10	d		≥ 202	22 vloerdelen T&G (500 kg/m ³)	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	77 (0)	45 (-3; -8)
30 u → a	VC 1 H 1 10	e		≥ 225	18 Underlayment T&G	70/170	600	27 mm veerregels Z-vormig	≤ 400	10 GV	≥ 100/50 cv/hv	≤ 62	≥ 55 (-; -)
60 u → a	VC 2 H 1 10	a		≥ 203	18 multiplex T&G (550 kg/m ³)	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	75 (0) a	43 (-3; -8) a
60 u → a	VC 2 H 1 10	b		≥ 203	18 OSB (550 kg/m ³)	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	75 (0) a	43 (-3; -8) a
60 u → a	VC 2 H 1 10	c		≥ 203	18 houtvezelcementplaat	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	75 (0) a	43 (-3; -8) a
60 u → a	VC 2 H 1 10	d		≥ 207	22 vloerdelen T&G (500 kg/m ³)	70/170	600	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	170/50 cv	75 (0) a	43 (-3; -8) a
60 u → a	VC 2 Hi 1 20			≥ 323	18 OSB 3/4	45/240 I-joist	≤ 600	latten 40/60	≤ 500	2 x 12,5 GV-A1	100/50 hv	72 (0) a	50 (-; -) a
90 u → a	VC 3 H 1 20			≥ 318	21 vuren vloerdelen T&G	60/240	≤ 600	CD 60/27 afhangsyst. met afhangclip	≤ 600	2 x 15 GV-A1	100/50 cv/hv	54 (0)	63 (-2; -6)
120 u → a	VC 4 H 1 30			≥ 305	15 OSB T&G	60/170	≤ 600	2• CD 60/27 afhangsyst. met plafondhanger (PU60/125)	≤ 600	2 x 15 A1 + 15 A1 Stroken	70/67 + 100/67	54 (0)	63 (-2; -6)

BIJLAGE 4.5 Dakconstructies

BIJLAGE 4.5.1 Hellend dakconstructies met houten onderconstructies

Dakconstructies

5.1 Hellend dakconstructies met houten onderconstructies

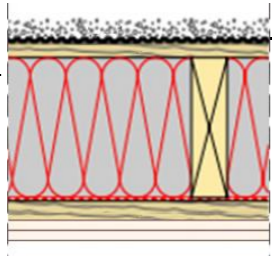
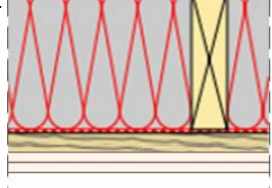
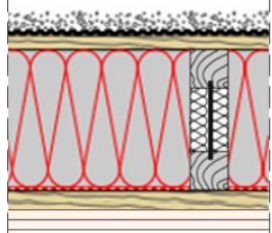
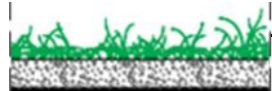
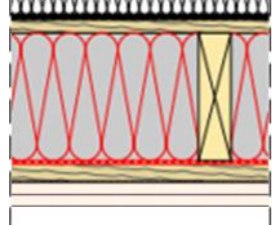
Brand	Bouwdeel	Variant	Systeemtekening	Constructie-	Balklaag ⁽⁴³⁾	Ophangconstructie ⁽⁴³⁾	Plaatlaag	Plaatlaag	Dakbedekking	Isolatiemateriaal	Thermische isolatie			
				hoogte ⁽⁴⁴⁾	afm. breedte / hoogte		binnenzijde	buitenzijde		dikte/persing	Rc	Uc (NTA 8800)		
REI [min.]				[mm]	[materiaal, profiel]	[hoh]	[materiaal, profiel]	[hoh] [mm]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]	[m ² .K/W]	[W/m ² .K]		
geen	HD 0 H 1 10	i		292	30-34/300	600	geen, direct op balklaag	600	12 spaanplaat	damopen folie	Dakpan + panlat & tengel	Vlaswol (Isovlas)	≥ 6,25	≤ 0,156
geen	HD 0 H 1 10	j		292	45/260 I-joist	600	geen, direct op balklaag	600	12 spaanplaat	damopen folie	Dakpan + panlat & tengel	Vlaswol (Isovlas)	7	≤ 0,156
30 u → a	HD 1 H 1 11	a		≥ 225	30-34/200	≤ 900 sporen	80/50; 27 mm veerregel mogelijk	≤ 400	pas fire protection ability K _s 30 volgens EN14135 toe + folie-dampdicht of maak gebruik van de plaatcombinaties zoals beschreven bij HD 1 H 1 21 variant a of b	35 HWP hv (optioneel + folie)	Dakpan + panlat & tengel	hsb: 160/50 cv installatiezone: 80/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	HD 1 H 1 21	a		≥ 240	45/200 I-joist	≤ 900 sporen	30/50; 27 mm veerregel mogelijk	≤ 400	zichtzijde: 10 GV + folie installatiezone: 15 OSB	35 HWP hv (optioneel + folie)	Dakpan + panlat & tengel	200/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	HD 1 H 1 21	b		≥ 242,5	45/200 I-joist	≤ 900 sporen	30/50; 27 mm veerregel mogelijk	≤ 400	zichtzijde: 12,5 GKF + folie installatiezone: 15 OSB	35 HWP hv (optioneel + folie)	Dakpan + panlat & tengel	200/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
60 u → a	HD 2 H 1 10	a		≥ 324	30/300	600	CD 60/27	500	15 CS-P100 + dampscherm, d = 0,2 mm, 3 laags	22 RWH hv	Dakpan + panlat & tengel	300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156

BIJLAGE 4.5.2 Plat dakconstructies met houten onderconstructies

Dakconstructies

5.2 Plat dakconstructies met houten onderconstructies

Brand	Bouwdeel	Systeemtekening	Constructie- hoogte ⁽⁴⁴⁾	Balklaag ⁽⁴³⁾		Max. overspanning ⁽⁴⁶⁾	Ophangconstructie ⁽⁴³⁾		Plaatlaag binnenzijde	Plaatlaag buitenzijde	Dakbedekking	Isolatiemateriaal dikte/persing	Thermische isolatie	
				afm. breedte / hoogte	[hoh]		[materiaal, profiel]	[hoh]					Rc	Uc (NTA 8800)
REI [min.]			[mm]	[materiaal, profiel]	[hoh]	[mm]	[materiaal, profiel]	[hoh]	[mm]	[mm]	[mm]/[kg/m ³]	[m ² .K/W]	[W/m ² K]	
30 u → a	PD 1 H 1 11	a	≥ 358	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	18 multiplex T&G (550 kg/m ³) + dakmembraam	30 mm grindlaag	≥ 300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	b	≥ 358	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	18 OSB (550 kg/m ³) + dakmembraam	30 mm grindlaag	≥ 300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	c	≥ 358	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	18 houtvezelcementplaat + dakmembraam	30 mm grindlaag	≥ 300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	d	≥ 362	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	10 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	22 vloerdelen T&G (500 kg/m ³) + dakmembraam	30 mm grindlaag	≥ 300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	e	≥ 385	70/300	600	o	27 mm veerregels Z- vormig	≤ 400	10 GV	18 Underlayment T&G + dakmembraam	30 mm grindlaag	≥ 300/50 cv/hv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	f	≥ 394	70/300	raster ≤ 900	o	30/50	≤ 400	10 GV + damp scherm	24 dakdelen T&G + dakmembraam	30 mm grindlaag	≥ 300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	g	≥ 396,5	70/300	raster ≤ 900	o	30/50	≤ 400	12,5 GKF + damp scherm	24 dakdelen T&G + dakmembraam	30 mm grindlaag	≥ 300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	a	≥ 371	70/195	raster ≤ 900	o	30/50	≤ 400	10 GV + damp scherm	21 dakdelen T&G + EPDM dakmembraam	80 mm isolatie + EPDM dakmembraam + 60 mm grondlaag	≥ 195/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	b	≥ 373,5	70/195	raster ≤ 900	o	30/50	≤ 400	12,5 GKF + damp scherm	21 dakdelen T&G + EPDM dakmembraam	80 mm isolatie + EPDM dakmembraam + 60 mm grondlaag	≥ 195/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
30 u → a	PD 1 H 1 11	c	≥ 394	70/170	raster ≤ 900	o	30/50	≤ 400	27 houtpaneel + damp scherm	27 houtpaneel + EPDM dakmembraam	80 mm isolatie + EPDM dakmembraam + 60 mm grondlaag	≥ 195/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
60 u → a	PD 2 H 1 11	c	≥ 363	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	18 multiplex T&G (550 kg/m ³) + dakmembraam	30 mm grindlaag	300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
60 u → a	PD 2 H 1 11	d	≥ 363	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	18 OSB (550 kg/m ³) + dakmembraam	30 mm grindlaag	300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
60 u → a	PD 2 H 1 11	e	≥ 363	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	18 houtvezelcementplaat + dakmembraam	30 mm grindlaag	300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
60 u → a	PD 2 H 1 11	f	≥ 367	70/300	600	o	geen, direct op balklaag	600	15 CS-P100 + damp scherm, d = 0,2 mm, 3 laags	22 vloerdelen T&G (500 kg/m ³) + dakmembraam	30 mm grindlaag	300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156

60 u → a	PD 2 H 1 21	a		≥ 412	70/300	600	o	30/50	≤ 400	2• 12,5 GV + damp scherm	27 dakdelen T&G + dakmembraam	30 mm grindlaag	300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
60 u → a	PD 2 H 1 21	b		≥ 412	70/300	600	o	30/50	≤ 400	2• 12,5 GKF + damp scherm	27 dakdelen T&G + dakmembraam	30 mm grindlaag	300/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
60 u → a	PD 2 Hi 1 21			≥ 353	45/240 I-joist	600	o	40/60	≤ 500	2• 12,5 GV-A1	18 OSB 3/4 + dakmembraam	30 mm grindlaag	240/50 hv	≥ 6,25	≤ 0,156
F60 DIN4102	PD 2 H 1 11	a		≥ 392	70/195	raster ≤ 600	o	30/50	≤ 400	2• 12,5 GV + damp scherm	27 dakdelen T&G + EPDM dakmembraam	80 mm isolatie + EPDM dakmembraam + 60 mm grondlaag	160/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156
F60 DIN4102	PD 2 H 1 11	b		≥ 392	70/195	raster ≤ 600	o	30/50	≤ 400	2• 12,5 GKF + damp scherm	27 dakdelen T&G + EPDM dakmembraam	80 mm isolatie + EPDM dakmembraam + 60 mm grondlaag	160/50 cv	≥ 6,25	≤ 0,156



OVER NIEMAN DE RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman Raadgevende Ingenieurs is al sinds 1988 dé partner voor complexe vraagstukken in de gebouwde omgeving.

Wij geven bouwfysisch en installatietechnisch advies in elke fase van het bouwproces: van initiatief tot ontwerp en ontwikkeling, realisatie en exploitatie. Dit doen wij voor nieuwbouwprojecten in de grootschalige woning- en utiliteitsbouw, verbouw, transformatie en renovatie van bestaande gebouwen. Ook voeren we op het gebied van verduurzaming en brandveiligheid beleidsadvies, -onderzoek en normontwikkeling uit. Onze relaties omvatten de volledige bouwkolom: (ontwikkellende) bouwbedrijven, woningcorporaties, projectontwikkelaars, gebouweigenaren, architecten, leveranciers/conceptontwikkelaars en overheden.

Wij hechten veel waarde aan het daadwerkelijk realiseren van veilige, gezonde, duurzame en comfortabele woon-, werk-, en recreatieomgeving. Voor een optimale samenwerking is écht partnerschap van belang: dit vergt een investering van beide partijen. Daarom bouwen wij aan langdurige relaties met onze klanten. Wij zien uw klanten (vaak de eindgebruiker) als onze klanten en dragen graag bij aan het gewenste en optimale resultaat van uw projecten.

Met diepgaande kennis van regelgeving en fysica in combinatie met praktische bouwplaatskennis dragen onze ingenieurs bij aan een optimaal, maakbaar ontwerp: robuuste kwaliteit, kostenefficiënt en goede bouwtechnische details.

Nieman Raadgevende
Ingenieurs B.V.

info@nieman.nl
www.nieman.nl

Vestiging Utrecht

Atoomweg 400
3542 AB Utrecht
Postbus 40217
3504 AA Utrecht
030 241 34 27

Vestiging Zwolle

Dr. van Lookeren Campagneweg 16
8025 BX Zwolle
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
038 467 00 30

Algemene gegevens

KVK 30086383
BTW NL0089 69 541 B01
IBAN NL94 INGB 0004 2577 92

