

TNO PUBLIEK

Molengraaffsingel 8  
2629 JD Delft

TNO-rapport

www.tno.nl

T +31 15 820 09 20

TNO 2022 R12492

**Emissieloos Bouwen Exploded View -  
Verkenning eisen**

Datum	15 december 2022
Auteur(s)	Stefan Dannel, Karin Kompatscher, Rens Nijman, Ellemieke Henquet
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	56 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	
Projectnaam	Emissieloos Bouwen Exploded View
Projectnummer	060.50013

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

TNO PUBLIEK

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>Begrippenlijst</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>7</b>
1.1 Emissieloos Bouwen Exploded View .....	7
1.2 Aanleiding .....	9
<b>2 Aanpak van het onderzoek</b> .....	<b>10</b>
2.1 Marktonderzoek Biobased Bouwen.....	10
2.2 Brainstorm Eisen en prestaties .....	10
2.3 Literatuuronderzoek bestaande eisen en wensen .....	11
<b>3 Marktonderzoek Biobased Bouwen</b> .....	<b>15</b>
3.1 Resultaten .....	15
<b>4 Brainstorm eisen/wensen en prestaties</b> .....	<b>18</b>
4.1 Resultaten .....	18
<b>5 Literatuuronderzoek bestaande eisen en wensen</b> .....	<b>22</b>
5.1 Certificeringen, normeringen en Bouwbesluit .....	22
5.2 Eisen en wensen .....	24
<b>6 Discussie en conclusie</b> .....	<b>41</b>
6.1 Discussie.....	41
6.2 Conclusie .....	42
6.3 Aanbevelingen .....	43
<b>7 Ondertekening</b> .....	<b>44</b>
<b>8 Bijlagen</b> .....	<b>1</b>
8.1 Bijlage 1: Resultaten publieksenquête .....	1
8.2 Bijlage 2: Vragen aan marktpartijen - samenvatting .....	7
8.3 Bijlage 3: Relatie van toepassingseisen en productprestaties in de praktijk breakoutsessie_TNO .....	9

## Samenvatting

Er ligt een aanzienlijke potentie voor opgeschaald gebruik van biobased materialen in de bouw. Het aandeel van biobased materialen in de bouw is echter nog zeer beperkt terwijl tegelijkertijd voor veel bouwmaterialen en producten steeds meer toepassingen ontwikkeld worden. Een uitgebreid en versnipperd pakket van eisen, normen en wensen, dat is ontstaan op basis van langdurig gebruik van traditionele materialen als beton, gips, kalkzandsteen of metselwerk, lijkt een belangrijke reden te zijn voor maar beperkte toepassing van biobased bouwmaterialen. Hieruit volgt de opgave om de huidige eisen en wensen tegen het licht te houden en te beoordelen op compatibiliteit met de ontwikkelingen van deze nieuwe materialen.

Dit rapport vormt een samenvatting van de meest relevante eisen op het gebied van *uitvoering, gebruik en beheer en behoud* en koppelt deze aan prestaties van de in het traject onderzochte producttoepassingen *wandbeplatingen, wandelementen en vloerbedekkingen*. De informatie is opgehaald door middel van een marktonderzoek d.m.v. enquêtes, brainstormsessies met producenten en marktpartijen, en literatuuronderzoek. Het doel daarbij is tweeledig:

- Ten eerste wordt daarmee voor de producenten van biobased bouwmaterialen inzicht gegeven in de eisen en wensen waar ze met hun nieuwe producten in de huidige markt aan moeten voldoen. Dat biedt de mogelijkheid doelgericht hun eigen producten op prestaties te kunnen beoordelen en testen en met de resultaten de basis te kunnen leggen om vervolgstappen in de doorontwikkeling van hun producten te formuleren.
- Daarnaast biedt het inzichten voor de sector in hoeverre de huidige eisen nog voldoen aan de actuele praktijk, waar wellicht aanpassingen noodzakelijk zijn of op welke gebieden aanvullingen geformuleerd moeten worden waar nog geen eisen bestaan.

Uit de enquête onder marktpartijen is naar voren gekomen dat veel kwaliteiten van biobased materialen ten overstaan van traditionele materialen zoals gezondheid (geen toxische stoffen), een laag milieu-impact of klimaatregulatie niet goed meegenomen zijn in de regelgeving. Daar tegenover staat dat er op bepalende prestaties garanties nodig zijn ten opzichte van een lange levensduur zonder kwaliteitsverlies. Acceptatie zal door stapsgewijze aantoonbaarheid van deze garanties en kwaliteiten tot en met certificering moeten groeien.

Samen met marktpartijen en producenten zijn de belangrijkste eisen en prestaties in kaart gebracht om opschaling en acceptatie mogelijk te maken. Hiervoor zijn het verbeteren van het eigen product, het zoeken van een gerichte samenwerking tot bouwsysteem niveau, het aanpassen naar een andere specifiekere toepassing of het beïnvloeden van eisen of wensen voortkomend uit het gebruik van traditionele materialen, als belangrijkste vervolgstappen voor doorontwikkeling geïdentificeerd. Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat er veel eisen en prestaties in *uitvoering* en *gebruik* aanwezig zijn. Voor *beheer en behoud* zijn daarentegen weinig eisen gevonden. Gevonden eisen en prestaties hebben betrekking op traditionele materialen of toepassingen en kunnen in veel gevallen nog onvoldoende vertaald worden naar biobased materialen of toepassingen.

**Aanbevelingen:**

- Meerwaarde als gereduceerde milieu impact, toxiciteitvrije productie en verbeterde mogelijkheden tot hergebruik beter in certificering en regelgeving te integreren.
- Producenten op onderbouwing van bouwfysische en mechanische eisen ondersteunen.
- Normering van biobased materialen te ontwikkelen.
- De markt beter in te lichten in de verschillen van verwerking, esthetiek en onderhoud tussen traditionele en biobased materialen en kennisoverdracht faciliteren.

## Begrippenlijst

Binnen dit rapport worden een aantal begrippen gehanteerd waarvan de definities als volgt zijn omschreven:

### **Biobased materiaal**

Biobased materiaal is afkomstig uit de levende natuur. Het gaat om natuurlijk gegroeid materiaal dat nagroeibaar ofwel hernieuwbaar is. Het is niet afkomstig van mineralen of fossielen. Er zijn drie hoofdgroepen te onderscheiden: hout, plantaardig materiaal en dierlijk materiaal. Hout is het meest bekende biobased materiaal en kent in de bouw vele verschijningsvormen. Bij plantaardig materiaal valt onder andere te denken aan stro, bamboe, vlas, hennep, loof van tomaten, mais, suikerriet en koolzaadolie. Schapenwol en schelpen zijn voorbeelden van dierlijk materiaal. Klei en leem worden doorgaans wel meegenomen in de ecologische bouwmethoden - ook in dit traject - maar behoren feitelijk niet tot de levende natuur en zijn per definitie geen biobased materialen.<sup>1</sup>

### **Eisen**

Een verplichte (publiekrechtelijke) oplegging aan *toepassing* in de bouw. Deze kan *materiaal-, product- of element*gericht zijn. Bijvoorbeeld een minimale geluidsisolatie van een binnenwandafwerking of een isolatiewaarde van een buitengevel.

### **Wensen**

Een beoogde behoefte voor een toepassing in de bouw, waar geen verplichting aan gekoppeld is. Deze kan *materiaal-, product- of element*gericht zijn. Bijvoorbeeld overschilderbaarheid van een binnenwandplaat of het degradatievermogen van een isolatiemateriaal

### **Materiaal**

Materiaal is een natuurlijke of kunstmatig geproduceerde stof, bestemd om verwerkt te worden tot bruikbare *producten en elementen*. Een materiaal is dus een stoffelijke zaak, geselecteerd op basis van zijn eigenschappen met het oog op een bepaalde *toepassing*. Bijvoorbeeld een paste waarmee 3D-producten kunnen worden geprint.

### **Product**

Een product is een combinatie van verschillende *materialen* tot een bruikbaar resultaat dat op de markt voor een bepaalde *toepassing* kan worden aangeboden. Bijvoorbeeld een bestratingstegel uit de materialen bagger, water en cement

### **Element**

Een element is een bouwdeel dat bestaat uit meerdere *producten*. B.v. een gevel-element dat bestaat uit de producten, binnen-beplating, constructie, isolatie en buitenafwerking.

---

<sup>1</sup> [Milieudatabase: biobased-bouwen-een-groeimarkt-voor-nagroeibare-bouwstoffen](#)

**Schaalniveau:**

Het niveau waarmee de schaal van de *toepassingen (materiaal, product en element)* kan worden onderscheiden.

**Toepassing:**

Aanwending van *materialen, producten en elementen* in een bepaalde omstandigheid van een bouwwerk. Bijvoorbeeld *binnenwandbeplating, niet of wel dragende wandconstructies of vloertegels*.

**Productgroepen:**

Verzameling van gelijksoortige *producten* die onder een gezamenlijke groep vallen ongeacht de *toepassing* waarbinnen ze worden gebruikt. Bijvoorbeeld gevel- en binnenwandbekleding samengevat in de productgroep wandbeplatingen.

**Categorie:**

Samenvatting van specifieke eisen en/of wensen binnen de levenscyclus van bouwwerken. Bijvoorbeeld uitvoerings-, gebruiks- en beheer & behoudseisen.

**Soort:**

Groep eisen en/of wensen binnen een bepaalde *categorie*. Bijvoorbeeld brand- of geluidseisen binnen de categorie gebruikseisen.

**Specificatie:**

Concrete eis en/of wens binnen een *soort* eisen, die wordt uitgesproken voor een bepaalde toepassing. Bijvoorbeeld een minimale druk- of slijtsterkte binnen de groep mechanische eisen.

# 1 Inleiding

## 1.1 Emissieloos Bouwen Exploded View

De bouw kenmerkt zich sterk door gebruik van minerale bouwmaterialen, die door productie met fossiele energie voor een groot deel verantwoordelijk zijn voor de hoge CO<sub>2</sub>-emissies binnen de sector. Biobased producten kunnen door hun hernieuwbaarheid hier verandering aan brengen. Ze zijn in ontwikkeling, maar worden in de meeste gevallen nog niet grootschalig gebruikt. Het aandeel in gewicht ligt (exclusief hout) op slechts 0,1%<sup>2</sup> en moet omwille van emissiereductie in de bouw sterk verhoogd worden. Daarvoor zullen binnen dit traject doorontwikkeling van biobased materialen voor grootschalige toepassingen en inzicht over het emissiereductiepotentiaal binnen verschillende fases en onderdelen van de bouw worden onderzocht.

'The Exploded View Beyond Building' ([Home - The Exploded View](#)) is een paviljoen dat met verschillende circulaire toepassingen, prefab bouwmethodes en innovatieve materialen is opgebouwd. Het is het resultaat van een meerjarig onderzoek ([How it's made - The Exploded View](#)) naar de mogelijkheden van nieuwe (biobased) materialen met hoge design-kwaliteit, prefab bouw mogelijkheden en circulaire bouwprincipes, zoals losmaakbaarheid en modulariteit. Hiermee worden kansen getoond hoe innovatie van bouwmaterialen kunnen bijdragen aan grote maatschappelijke uitdagingen; op gebied van klimaat, bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> -en stikstofreductie, maar ook voor een duurzamere inzet van landbouw en de verbinding van de stad met platteland. Het vormt een pleidooi voor opschaling van duurzaam emissieloos bouwen door middel van industrialisatie en systeemverandering in de bouwsector en wordt op verschillende tentoonstellingen zoals de Dutch Design Week 2021 en de Floriade 2022 gepresenteerd. Het paviljoen is integraal onderdeel van dit onderzoeksproject naar emissieloos bouwen.

---

<sup>2</sup> Potentie van biobased materialen in de bouw - Nibe



Figuur 1: Paviljoen 'Exploded View'

Binnen het project Emissieloos Bouwen Exploded View voeren 9 producenten van verschillende biobased materialen opschalingsstappen uit. De 9 producenten formuleren een duidelijke doelstelling op hun weg van een product op kleine schaal naar opgeschaalde en geïndustrialiseerde productie in relatie tot een specifieke toepassing in de bouw.

Per toepassing van verschillende bouwmaterialen zoals binnenwanden, gevels, constructies of bestratingen zullen emissiereducties door biobased materiaal ten opzichte van traditionele materialen worden becijferd.

Binnen de gehele circulaire levenscyclus van een gebouw - materiaalproductie, prefabricage, assemblage, onderhoud en hergebruik - wordt de impact van toepassingen middels biobased materiaal beoordeeld op onderlinge verhouding van het reductiepotentieel.

Primair zal dit gebeuren door de potentie van de verschuiving van activiteiten op de bouwplaats naar prefabricage te onderzoeken / te demonstreren en daarnaast door een aantal nieuwe bouwmaterialen en daarmee geproduceerde bouwelementen te optimaliseren. Als dat met deze materialen en bouwelementen zal blijken te kunnen, zal er minder arbeid nodig zijn op de bouwplaats en worden de vervoersbewegingen gereduceerd. Daarnaast zal er  $\text{NO}_x$  emissiereductie in de gehele circulaire levenscyclus van een gebouw worden bewerkstelligd door in te zetten op circulair bouwen en dan met name op het (kunnen) afbreken van gebouwen en weer opbouwen op een andere locatie. Het bepalen van de emissiereductie door bouw materiaal- en procesinnovatie is onderdeel van dit project.

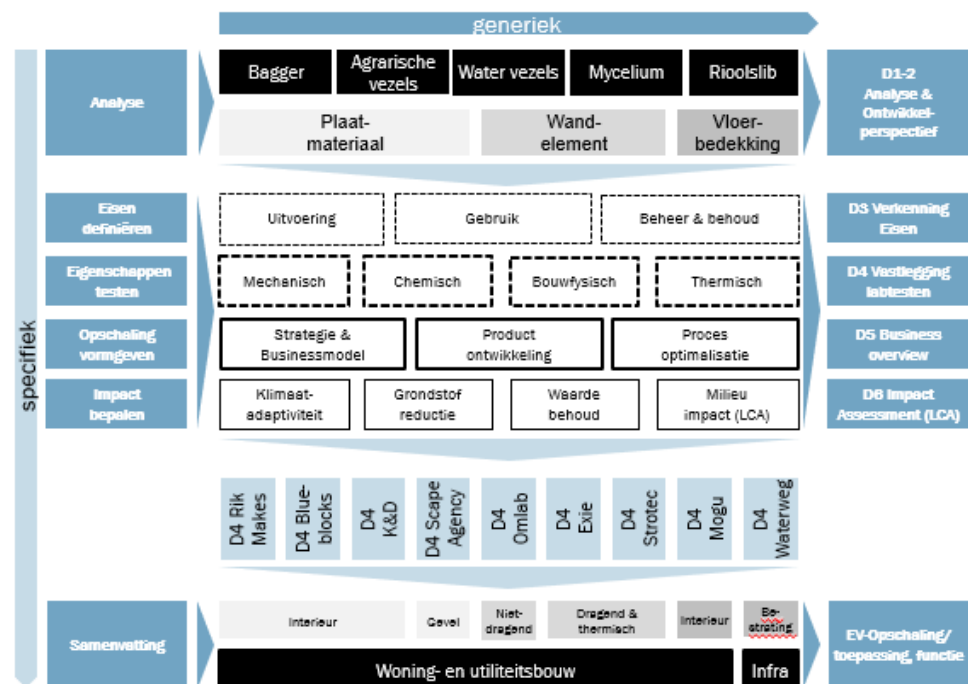
In het onderzoek wordt een kwalitatieve en kwantitatieve analyse per materiaal in relatie tot de primaire beoogde toepassing uitgevoerd. Daarna wordt het potentieel van grootschalige toepassing van deze materialen bepaald en de benodigde innovatie en ontwikkeling geïdentificeerd en doorgevoerd op de geselecteerde onderdelen.



Dit ontwikkelproces wordt tijdens de 1,5 jaar dat dit project duurt telkens voorgelegd aan marktpartijen zoals aannemers, architecten, consultancy bureaus, provincies en gemeentes. Hierdoor krijgen de producenten directe feedback en marktkennis om de propositie en opschaalbaarheid te toetsen. Door gebruiker en leverancier direct aan elkaar te koppelen wordt er een brug geslagen die kan zorgen voor betere kennisoverdracht en snellere acceptatie van “nieuwe” materialen ten opzichte van de standaard.

## 1.2 Aanleiding

Het voorliggende rapport *D3 Verkenning Eisen* vormt een samenvatting van de meest relevante eisen per toepassing voor biobased materialen. Verdeeld naar de 3 hoofdonderwerpen *uitvoering, gebruik en beheer & behoud* geeft het inzicht in de doelstellingen en ambities bij de doorontwikkeling van de materialen op weg naar een volwaardig alternatief t.o.v. traditionele materialen in de bouw. Tegelijkertijd vormt het de basis voor de rapporten D4 waarin de testopstellingen worden bepaald die over de stand van de prestaties uitsluitsel moeten geven. Deze twee samen wederom liggen ten grondslag aan de in de rapporten D5 en D6 omschreven opschalingsstappen middels businessmodellen en impactassessment. Zie ook Figuur 2 voor een schematische weergave van de onderzoeksopzet in relatie tot de werkpakketten en deliverables.



Figuur 2: Samenhang D3 Eisen definiëren met project EB Exploded View

## 2 Aanpak van het onderzoek

Dit rapport bestaat uit 3 onderdelen, welke staan voor verschillende onderzoeksmethodes om te komen tot kenmerkende eisen en wensen voor biobased materialen.

1. Marktonderzoek (hoofdstuk 3)
2. Brainstorm: discussie met marktpartijen en producenten (hoofdstuk 4)
3. Literatuuronderzoek: Overzicht bestaande eisen & prestaties (hoofdstuk 5)

Hoofdstuk 3 beschrijft een enquête onder marktpartijen over kansen en drempels bij de inzet van biobased materialen, hoofdstuk 4 geeft een samenvatting van een brainstorm gehouden van marktpartijen en producenten over de matching van bouwkundige eisen t.o.v. prestaties van de 9 producenten en in hoofdstuk 5 is een uitgebreide literatuuronderzoek gehouden waarin algemene eisen vanuit uitvoering, gebruik en beheer & behoud gespiegeld worden aan de specifieke toepassingsgebieden wandbeplatingen, vloerafwerkingen en wandelementen van de 9 producenten.

### 2.1 Marktonderzoek Biobased Bouwen

Als onderdeel van het programma “The Exploded View als Fieldlab voor emissieloos bouwen” is een door Biobased Creations georganiseerde enquête onder bezoekers van en geïnteresseerden in The Exploded View afgenomen. De enquête is afgenomen tijdens Dutch Design Week 2021, 16 t/m 21 oktober 2021. Een vragenlijst<sup>3</sup> omtrent Biobased Bouwen is door 84 marktpartijen (architecten, ontwikkelaars, bouwers, adviseurs en ook consumenten) beantwoord. Daarbij werden onderwerpen geagendeerd, die de acceptatie, de kansen en uitdagingen van Biobased Bouwen in beeld moeten brengen. De respons van deze partijen is geanonimiseerd<sup>4</sup> weergegeven en in hoofdstuk 3 samengevat.

### 2.2 Brainstorm Eisen en prestaties

Tijdens een van de bijeenkomsten uit het traject is met ca. 20 marktpartijen en producenten van biobased materialen een brainstorm gehouden met als doel te achterhalen welke eisen/wensen en prestaties voor de verschillende partijen van belang zijn en hoe ze daaruit een ontwikkeld voor optimalisatie uit kunnen stippelen.

Daarbij stond de vraag centraal hoe een *matching* van eisen/wensen met prestaties kan worden bereikt. Aan marktpartijen en overheden werd gevraagd de meest belangrijke prestaties te noemen die zij bij biobased materialen als ontbrekend of van minder kwaliteit ervaren. Producenten daarentegen moesten aangeven welke eisen of wensen zij het meest als drempel ervaren voor grootschaligere introductie van hun producten.

In een tweede deel van de brainstorm werd getracht uit de resultaten af te leiden welke *optimalisatie* voor de producenten het meest kansrijk zou zijn. Daarbij werd

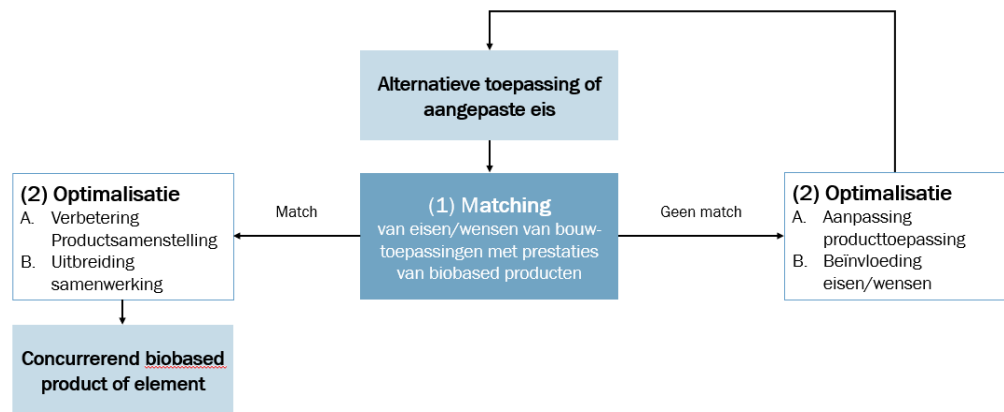
---

<sup>3</sup> Bijlage 1: Resultaten publieksenquête

<sup>4</sup> Bijlage 2: Enquête TEV BB (Antwoorden) (1)

onderscheden in maatregelen ten opzichte van doorontwikkeling tot een concurrerend biobased product ten opzichte van maatregelen voor een aangepaste eis of alternatieve toepassing.

De volgend flow-chart diende als uitgangspunt van de discussie:



Figuur 3: Flow-chart Brainstorm

- (1) Matching - Waar loop je tegenaan?
  - o Eisen en wensen toepassingen
  - o Prestaties materialen en producten
- (2) Optimalisatie - Wat zijn oplossingsrichtingen?
  - o Om te komen tot een concurrerend biobased product
  - o Om te komen tot alternatieve toepassingen of aangepaste eisen

## 2.3 Literatuuronderzoek bestaande eisen en wensen

In het derde onderdeel is een literatuuronderzoek gedaan om te komen tot een overzicht van de huidige eisen en prestaties zoals omschreven in het Bouwbesluit 2012 en binnen relevante normen. Dit overzicht is ingedeeld in de drie verschillende *categorieën* uitvoering, gebruik en beheer en behoud en toegespitst op drie *productgroepen*, waarbinnen de producenten hun materialen en producten beogen toe te passen; wandbeplating, wandelementen en vloerbedekking.

### 2.3.1 Categorieën

Het rapport onderscheidt drie prestatie categorieën waaraan eisen en wensen i.r.t. het gebruik van biobased materialen gekoppeld zijn – (1) uitvoering, (2) gebruik en (3) beheer & behoud.



Figuur 4: Categorieën eisen en wensen; uitvoering(1), gebruik (2), beheer & behoud (3)

### 1. Uitvoering

Onder uitvoering vallen alle eisen en wensen, die te maken hebben met de verwerking van de producten. Daarbij gaat het zowel om de verwerking op de bouwplaats als ook om een industriële verwerking in de fabriek.

### 2. Gebruik

Met gebruik worden de eisen en wensen bedoeld die gerelateerd zijn aan de functie waarin de producten worden toegepast. Het Bouwbesluit speelt hierbij de belangrijkste rol - met aspecten als veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu. Maar ook gebruikerswensen vanuit comfort of esthetiek kunnen een grote invloed hebben op het potentieel voor toepasbaarheid van biobased materialen.

### 3. Beheer & behoud

In deze categorie worden twee hoofdthema's onderscheiden. Naast het kwaliteitsbehoud van producten over de gehele levensduur speelt hier ook hergebruik of degradatie van materialen een belangrijke rol.

In onderstaand tabel zijn de behandelde eisen en wensen per categorie, soort en specificatie samengevat:

Tabel 1 Categorieën eisen en wensen

<b>Categorie</b>	<b>Soort</b>	<b>Specificatie</b>			
<b>Uitvoering</b>	Verwerking	(De-) Montage	Afmetingen	Industrialisatie	
<b>Gebruik</b>	Mechanisch	Sterkte (trek/druk/buig/splijt)	Hardheid	Stroefheid (infra)	Bezwijking
	Brand	Brandbaarheid	Brandweerstand		
	Geluid	Geluidsisolatie (lucht/contact)	Geluidsabsorptie		
	Thermisch/hygrisch	Warmte/ koude	Lucht/ Vocht	Waterabsorptie/-doorlaat	
	Esthetica	Vormvastheid	Kleur/ tintvastheid	Geur/ uitstoot	
<b>Behoud &amp; beheer</b>	Kwaliteitsbehoud	Dynamische belasting	Uitstraling		
	Afvalscenario	Degradatie	Hergebruik		

### 2.3.2 *Productgroepen*

In dit traject werken een veelvoud aan verschillende partijen samen die hun producten in uiteenlopende sectoren zoals woningbouw, utiliteitsbouw en infra willen toepassen. In het rapport worden de producten daarom verdeeld op basis van beoogde toepassingen, waarvoor de producenten materialen en producten ontwikkelen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de drie verschillende productgroepen wandbeplatingen, wandelementen en vloerbedekkingen. Binnen de productgroepen vind een verdere differentiering op toepassingsniveau plaats om

eisen en wensen verder te specificeren en te koppelen aan huidige traditionele materialen.

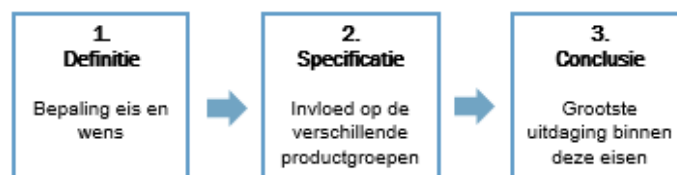
In onderstaand tabel zijn de behandelde toepassingen in productgroepen en sectoren samengevat en gekoppeld aan traditionele materialen.

Tabel 2 Overzicht verdeling productgroepen

<b>Sector</b>	Productgroep	Toepassing	Veelvoorkomende traditionele materialen
<b>Woning &amp; en utiliteitsbouw</b>	Wandbeplating	Binnen beplating	Gipsplaat, MDF-/OSB-/Spaanplaat
		Gevelbekleding	Eternietplaat, Betonnen plaat, Aluminium plaat
	Wandelement	Niet-dragende binnenwanden	Kalkzandsteen (KZS), Gibo-blokken
		Dragende (Buiten)wanden	Gietbeton, Kalkzandsteen (KZS), HSB-element
	Vloerbedekking	Binnen-tegels	Keramische tegel, PVC-vloer
		Bestrating	Betonnen klinker, Grasbetonklinker
<b>infra</b>			

### 2.3.3 Opbouw

Het resultaat van het literatuuronderzoek is per eis/wens ingedeeld in een drietal onderdelen. Ten eerste zijn de specifieke eisen per soort algemeen gedefinieerd en gekoppeld aan de eigenschappen waarmee de haalbaarheid kan worden bepaald. Vervolgens worden de specificaties van bepaalde toepassingen verder toegelicht. Tot slot worden de meest relevante eisen en mogelijke consequenties voor biobased materialen samengevat.



Figuur 5: Opbouw verkenning eisen & wensen

## 3 Marktonderzoek Biobased Bouwen

### 3.1 Resultaten

In onderstaande paragraaf wordt de vragenlijst en de respons van 84 marktpartijen (architecten, ontwikkelaars, bouwers, adviseurs en ook consumenten) omtrent biobased bouwen toegelicht.

Hebben jullie ervaringen, en zo ja, wat zijn jullie ervaringen met biobased en duurzaam bouwen?

- Over het algemeen genomen hebben de respondenten niet veel ervaring met duurzaam bouwen, hoewel er al wel veel met hout wordt gedaan. Op dit moment zijn de meeste partijen bezig hierin stappen te zetten maar de markt is stug en beweegt traag mee.

**Hoeveel vraag** krijgen jullie voor biobased bouw? En hoeveel daarvan wordt ook daadwerkelijk **uitgevoerd**? Zit daar een discrepantie in, waarom?

- Men merkt dat er nog weinig vraag naar is en promoot zelf de duurzame alternatieven bij hun klandizie. Wat hiervan vervolgens daadwerkelijk wordt uitgevoerd is ook wisselend. Bij de ene wordt elk project waarbij interesse is in biobased ook op die manier uitgevoerd doordat er veel draagvlak is bij de klant. Bij anderen gaat slechts 5% door omdat het in het traject stukloopt op prijs.

Waar komt de interesse in biobased bouwen binnen jullie organisatie vandaan?

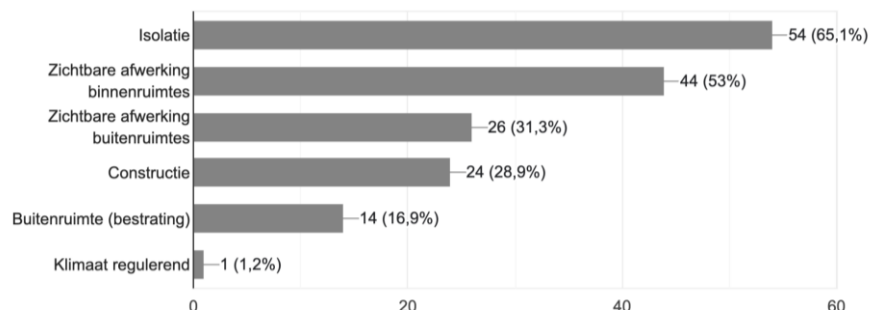
- Bijna elke partij heeft een intrinsieke idealistische motivatie om zich bezig te houden met circulair en biobased bouwen. Bij de overheidsinstellingen speelt daarnaast nog een groter publiek belang.

In welke **toepassing** van biobased materialen is uw organisatie het meest geïnteresseerd?

- De interesse is uiteenlopend, wel wordt hier vaak vermeld dat voor de bouwpartijen isolatie op dit moment het belangrijkste is. Het is het beste toepasbaar in de conventionele manier van bouwen en kan ook in renovatie worden toegepast. Daarnaast worden plaatmateriaal en balkhout het meeste genoemd. Zie ook figuur 8.

Welke toepassing van biobased materialen spreekt u het meeste aan?

83 antwoorden



Figuur 6: Toepassingen voor biobased materiaal

Welke **kansen** ziet uw organisatie als het gaat over bouwen met biobased producten?

- Er zijn nu veel partijen die iets vergelijkbaars doen, maar er vind weinig uitwisseling van kennis en ervaring plaats, dat is zonde van de kennis. De overheid zou hier een rol in kunnen spelen.
- Bij de consument/eindgebruiker is het besef dat deze transitie nodig is er niet altijd. Draagvlak creëren is belangrijk.
- Er zijn garanties nodig dat de producten in de tijd goed blijven. ISO-waardes en andere certificering zijn belangrijk. Anders kan het materiaal niet goed worden meegenomen in de berekeningen. (Veel gegeven reactie.)
- De kwaliteiten van biobased materialen die conventionele materialen niet hebben, worden nu niet meegenomen in regelgeving. Maar men zou dus kunnen besparen op installaties.
- Biobased bouw in combinatie met modulair bouw zou de woningbouw kunnen versnellen en als de levensloopkosten lager zijn kan bouwen goedkoper en sneller.
- Er moet goed worden nagedacht over de total cost of ownership. Een FSC certificering (bijvoorbeeld) zegt daar niet alles over. De uitstoot moet aantoonbaar minder zijn dan traditionele materialen. We moeten ervoor waken dat producten worden ge'greenwashed'.

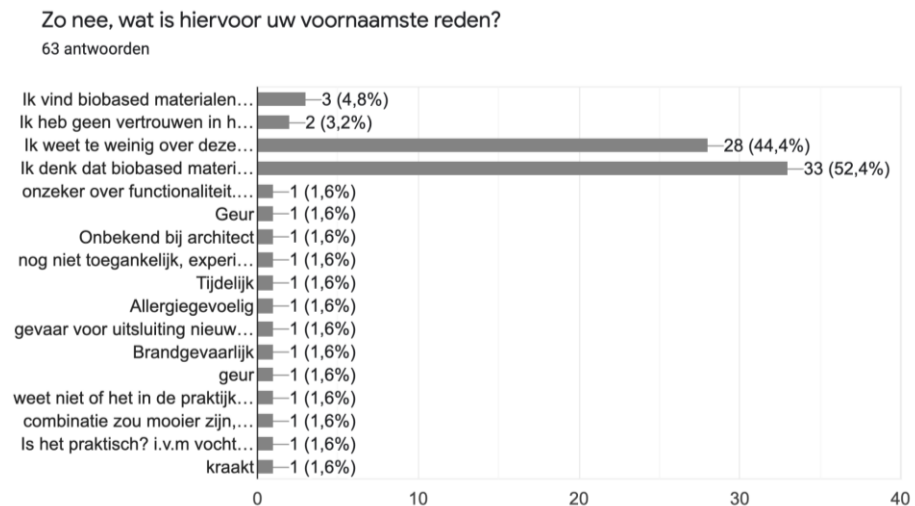
Op dit moment zijn nog veel materialen in ontwikkeling. Waar ligt voor uw organisatie de **behoefte** wat betreft biobased materialen? Denk hierbij aan fysieke eigenschappen, of juist vervanging van traditionele materialen. Waar liggen de kansen voor productontwikkelaars?

- Gevelmaterialen en vervanging van beton. Daarnaast zijn natte ruimtes lastig. Het gaat hierin dus vooral over vervanging van traditionele materialen. Liefst uit Nederland, omdat het verschepen van materialen over grote afstanden de positieve milieueffecten tenietdoet.
- De bouwmethode is op dit moment ook traditioneel. Er moet naar de methodiek gekeken worden hoe dat efficiënter en beter kan.

Wat zijn volgens u de **hiaten**, als het gaat over het toepassen van biobased bouw?

- De garanties dat een product lang genoeg goed blijft is hierin het vaakst genoemd. Veel materialen hebben die garanties en classificaties nog niet. Zie ook figuur 9.
- Onwetendheid in de markt over deze producten.
- Daarnaast speelt er het idee dat de kosten per definitie hoger zijn.





Figuur 7: Hiaten van biobased materialen

We zitten in een **woningcrisis**. Er moeten in 2030 zo'n 900.000 woningen zijn bijgebouwd. Hoe zien jullie de **rol van biobased bouwen** hierin?

- Voor de woningcrisis is vooral snelle bouw nodig. Biobased materialen hebben het grote voordeel dat ze vaak licht zijn. In prefab bouw hebben biobased materialen meer kansen omdat men anders gaat kijken naar vervoer en gewicht van beton en hoe dat efficiënter kan.

Wat is er volgens jullie nodig om **biobased bouw op grote schaal** toe te passen?

- Hierin wordt het meest benoemd dat de wetgeving moet worden aangepast. En er mogelijk zelfs een quotum moet komen op ecologische bouw. Er moet een omslag in het denken plaatsvinden.
- Fabrieken om de schaal te kunnen vergroten. Of grond/ruimte om de grondstoffen te kunnen laten groeien.
- Daarnaast moet er worden gezorgd dat de producten worden geaccepteerd. Beschikbaarheid moet groter en ook de aantoonbare kwaliteiten en certificering.

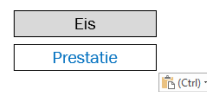
## 4 Brainstorm eisen/wensen en prestaties

### 4.1 Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten uit de brainstorm van marktpartijen en producenten over de relatie tussen eisen/wensen van toepassingen en prestaties van materialen en producten toegelicht.<sup>5</sup> Daarbij werd gebruik gemaakt van de in 2.3 toegelichte indeling uitvoering, gebruik, beheer & behoud.

In het eerste deel over de *matching* van eisen/wensen met prestaties zijn de in figuur 10 aangegeven hoofdlijnen uitgehaald, die onderstaand zijn uitgeschreven :

### (1) MATCHING UITKOMSTEN



Uitvoering	Gebruik					Levensduur	
Architect, aannemer	ontwikkelaar, consument						
Verwerking	Mechanisch	Brand	Akoestiek	Water/Vocht	Thermisch	Degradatie (milieu)	Degradatie (gebruik)
Montage (dichtheid - kg/m <sup>3</sup> ) - Technische eigenschappen(S&M) - Voorbeeldprojecten/toepassing(S&M) - - -	Hardheid (dichtheid - kg/m <sup>3</sup> )	Brandbaarheid - Brandkl. (ontvlambaarheid - Brandkl.)	Isolatie (luchtgeluid) (Weerstand - db)	Dampdiffusie (Weerstand pd) - Dampopen bouwen test (omlab)	Isolatie (Geleiding/weerstand - λ/Rc)	Vochtbestand (Duurzaamh., ruislooflassen) - vocht-opname irt vervuiling (RR) - Degradatie? Verbeteren materialen door combinaties? Vb. hennep en Isodode of koffie-vliesjes en stro (Exie)	Materiaalmoetheid (deformatie - factor) - Levensduur veroudering vs toepassing (S&M)
Toleranties (mate van standaardisatie) - Eisen-prestaties; verwerking (RR) - Uitstraling (RR) - - -	Sterkte (druk/duig/splijt) (belasting - N/mm) - Sterkte (waterweg)	Brandweerstand (tijd - min) - Brand + faseverschuiving - weerstand/tijd meten op basis van totaalopbouw? (Exie)	Isolatie (contactgeluid) (Weerstand - db) - Onderwijs gebouwen : akoestiek ; frisse scholen (RR)	Vochtopname (Buffer, faseverschuiving)	Opslag vermogen (Buffer, faseverschuiving) - Thermisch : buffercapaciteit > tegengaan van opwarming (RR) - Faseverschuiving meetbaar maken door vergelijk met traditionele materialen(exie)	Thermische cycli (Klassen naar aantal jaren) - Vochtbestendigheid binnen bij - blussen (stabiel) - schoonmaken (omlab)	(Verlies eigenschappen- factor) - Degradatie (gebruik) vervuiling/ gebruikssporen (schoonhouden) (RR)
Industrialisatie (vorm-, mat.-eigenschappen) - Vorm en productie (omlab) - te duur ivm tijd - droging - concurrerend materiaal	Strootheid (infra) (wrijfingscoëfficiënt) - Is de plaat constructief te gebruiken? Rik makes	Absorptie (coëfficiënt α, tussen 0 & 1) - Is het materiaal snel brandbaar? (Rik makes)	Waterdoorlaat (infra) (buffercapaciteit, % doorlaat)	Uv-stralingsbestand (% afwijking div. tintspectrum) - Wat gebeurt er bij een glas water? Of wijn? Compostboard (rik makes)			

Figuur 8: Uitkomsten *matching* eisen/wensen t.o.v. prestaties van biobased materialen<sup>6</sup>

#### Uitvoering

##### Verwerking

- Voor verwerking in prefab-elementen zijn met name beplatingen vaak te poreus en niet voldoende stijf om constructief-stabiliserend gebruikt te kunnen worden.
- Veel biobased producten zoals bijvoorbeeld strowanden, inblaasisolatie of leem-stukwerk worden nog handmatig op de bouwplaats verwerkt en voldoen daarmee niet aan de wens om industrieel vervaardigd te kunnen worden.
- Veel materialen voor beplatingen zijn te poreus in opbouw om breuk tijdens gebruik of montage te voorkomen.

<sup>5</sup> Bijlage 3: [Relatie van toepassingseisen en productprestaties in de praktijk\\_breakoutsessie\\_TNO](#)

## Gebruik

### Mechanische eisen

- Door de opbouw, de grondstofkeuze of het productieproces zijn veel materialen te zacht en daarmee gevoelig voor krassen, slijtage of deuken.
- Buiten toegepaste materialen - vooral in de infra - zijn gevoelig voor dauw-vries-veranderingen, waardoor breken of splijten door mechanische belasting sneller kan ontstaan.

### Brandeisen

- Door de natuurlijke grondstoffen zijn biobased afwerkingsmaterialen vaak licht ontvlambaar en voldoen voor veel toepassingen niet aan de minimale brandklasse-waarden.
- Materialen binnen wandelementen zoals stro of hennep bieden onvoldoende bijdrage aan de weerstand tegen uitbreiding van brand.

### Akoestiek

- Het lage gewicht van biobased materialen tegenover traditionele alternatieven zorgt ervoor dat geluidsisolerende prestaties van biobased wandelementen vaak niet voldoen aan zwaardere eisen van woningscheiding in de gestapelde bouw.
- Door het lichte gewicht en de poreuze opbouw zijn biobased afwerkingsmaterialen vaak uitstekend geschikt voor geluidsabsorptie.

### Thermisch/ hygrisch

- De poreuze, inhomogene opbouw van biobased materialen zorgt vaak voor hoge wateropname, die in veel gevallen mechanische schade of onbruikbaarheid veroorzaakt. Voldoende waterafstoting is dan alleen met coatings te behalen.
- Hennep of stro hebben hoge buffercapaciteit, waardoor warmte opgeslagen en in vertraagde vorm weer kan worden afgegeven. Daarnaast kan ermee dampopen bouwen worden gefaciliteerd. Onduidelijkheid heerst hierbij echter over de consequenties van deze bouwwijze op installaties schimmelvorming en het uiteindelijke binnenklimaat in tegenstelling tot de in Nederland gebruikelijke manier van dampdicht bouwen.

## Beheer & behoud

### Kwaliteitsbehoud

- De levensduur van biobased materialen is door de jonge geschiedenis nog niet onderbouwd en wordt door de markt onvoldoende vertrouwd. De duur wordt bijvoorbeeld voor bestrating bepaald door prestaties van traditionele materialen, maar komt meestal niet overeen met de werkelijke gebruiksduur.
- Door de hoge water- en vochtnamecapaciteit zijn biobased materialen t.o.v. materialen met anorganische grondstoffen veel kwetsbaarder en vervormen sneller.

### Afvalscenario

- Afbreekbaarheid van grondstoffen uit biobased materialen is vaak alleen gewaarborgd als deze onbehandeld worden toegepast. Tegen brand, weersinvloeden, mechanische bescherming of voor kwaliteitsbehoud zijn echter afwerkingen of beschermingen nodig, die van het natuurlijke materiaal een hybride product maken, dat onvoldoende degradeert.

Optimalisatie van materialen en producten:  
 Het tweede deel van de brainstorm vroeg om de in figuur 11 geschetste volgende stappen voor *optimalisatie* van materialen en producten aan te geven. Onderstaand de punten, die het meest genoemd zijn:

## (2) OPTIMALISATIE VOORBEELDEN

- A. Verbeter je eigen product
- B. Zoek geschikte samenwerking
- C. Richt je op andere, specifiekere toepassing (markt)
- D. Probeer eisen/wensen te beïnvloeden

Uitvoering	Gebruik					Levensduur	
Architect, aannemer	ontwikkelaar, consument						
Verwerking	Mechanisch	Brand	Akoestiek	Water/Vocht	Thermisch	Degradatie (milieu)	Degradatie (gebruik)
Montage (dichtheid - kg/m <sup>3</sup> )	Hardheid (dichtheid - kg/m <sup>3</sup> )	Brandbaarheid (Ontvlambaarheid - Brandkl.)	Isolatie (luchtgeluid) (Weerstand - db)	Dampdiffusie (Weerstand μd)	Isolatie (Geleiding/weerstand - λ/Rc)	Vochtbestand (Duurzaamh., risicoklassen)	Materiaalmoetheid (deformatie - factor)
<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">Hardere materiaal-uitvoering, ander bevestigingssysteem</div>	<div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px;">Meer strategieën afstemmen op specifieke toepassingen (waterweg)</div>	Samenwerking met wandelmeritor-bouwer of isolatiemateriaal					<div style="background-color: #E91E63; color: white; padding: 2px;">Je certificeert op 100 jaar terug stenen er 12 jaar liggen (waterweg)</div>
Toleranties (mate van standaardisatie)		Sterkte (druk) (belasting - N/m <sup>2</sup> )	Brandweerstand (tijd - min)	Isolatie (contactgeluid) (Weerstand - db)	Vochtopname (Buffer, faseverschuiving)	Opslag vermogen (Buffer, faseverschuiving)	Thermische cycli (klassen nav aantal jaren)
..	<div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px;">zachtere platen optimaliseren voor U-bouw</div>	<div style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px;">Combineren met duurzame brandvertrager</div>		<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">Integratie beschermende afwerklaag</div>	<div style="background-color: #E91E63; color: white; padding: 2px;">Binnen reggeving betere afweging tussen materiaal- en energemaatregelen</div>		
Industrialisatie (vorm-, mat-eigenschappen)	Stroefheid (ir) (wrijvingscoëfficiënt)		Absorptie (coëfficiënt α, tussen 0 & 1)	Waterdooilaat (infra) (buffercapaciteit, % doortaat)		Uv-stralingsbestand (% afwijking div. tintspectrum)	
<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">Optimalisatie vormeigenschappen, verwerking tov efficiënte productie</div>	Wat wordt er gevraagd en wat heb je te bieden. Waar vergelijk je het mee? Toch weer vragen naar 'traditioneel'						<div style="background-color: #2196F3; color: white; padding: 2px;">Statiegeld op je materiaal (waterweg)</div>
Wat zijn de voordelen van de materialen: -Vernieuwbaar (MPO), -uitstraling (biophilic), -gezondheid, -CO2 opslag (RR)							

Figuur 9: Voorbeelden *optimalisatie*-richtingen voor biobased materialen<sup>7</sup>

### Verwerking

- In de grondstoffsamenstelling of productietechnieken kan gezocht worden naar hardere materiaal-uitvoering.
- Bevestigingssystemen van bijvoorbeeld beplatingen moeten worden mee genomen in de ontwikkeling van het product zelf.
- Vorm-eigenschappen moeten worden afgewogen t.o.v. efficiënte productie. Zo brengt een meerlaagse plaatopbouw bijvoorbeeld complexere productietechnieken met zich mee maar zorgt tevens voor meer stabiliteit en eenvoudigere verwerkbaarheid binnen de toepassing.
- De trend naar industriële productie van geïntegreerde elementen zoals bijvoorbeeld gevel- of constructie elementen vraagt om verdere samenwerking tussen producenten van verschillende materialen. In de combinatie van materialen kunnen prestaties algemeen beter onderbouwd worden dan in enkele producten zoals binnenafwerking, isolatie of gevelbeplating.

### Mechanische eisen

- Bij het ontwikkelen van een receptuur meer aandacht besteden aan de beoogde toepassing. Mechanische eisen verschillen per toepassing bijvoorbeeld in de utiliteit- of woningbouw en worden bepaald door de specificatie materiaal-samenstelling.

### Brandeisen

- Combineren met een duurzame brandvertrager.

#### Akoestiek

- Oplossingen voor optimalisatie van geluidsisolerende prestaties van bijvoorbeeld wandelementen dienen samen met brandwerende maatregelen worden uitgevoerd, omdat beide nauw met elkaar verbonden en maatregelen vaak tegenstrijdig zijn.

#### Thermisch/hygrisch

- Afwerkingen i.r.t. uiteindelijke toepassingen dienen in het ontwikkelproces worden geïntegreerd, dusdanig dat degradatie als kwaliteitselement gewaarborgd blijft maar gebruikseisen zoals voldoende brandwerendheid, bescherming tegen weersinvloeden voldoende vervuld kunnen worden.
- In de regelgeving zou een sterkere nadruk op materiaal- t.o.v. gebruiksgebonden energie gelegd moeten worden, om de emissie reducerende kwaliteiten van de materiaalkeuze sterker te verankeren.

#### Kwaliteitsbehoud

- De wensen voor levensduur moeten onafhankelijk van prestaties van traditionele materialen opnieuw op daadwerkelijk gebruik worden afgestemd.

#### Afvalscenario

- Voor betere aansluiting aan een circulaire economie zouden de businessmodellen in de verticale keten tussen grondstoffenleverancier, producent, bouwer en hergebruik worden uitgebouwd tot integrale samenwerking.

## 5 Literatuuronderzoek bestaande eisen en wensen

### 5.1 Certificeringen, normeringen en Bouwbesluit

**5.1.1** *Beoordeling van een materiaal en product aan de eisen van de bouwregelgeving*  
In Nederland en in verschillende andere landen in Europa kennen we de zogenaamde prestatiegerichte bouwregelgeving. Dit betekent dat er geen voorschriften zijn hoe een gebouw moet worden opgebouwd, maar dat er eisen zijn gesteld aan een set van prestaties. Denk daarbij aan constructieve veiligheid, geluidswering, isolatie, etc. In deze paragraaf is uiteengezet hoe de prestaties van een innovatief (biobased) bouw materiaal en -product zijn te beoordelen en zo mogelijk te certificeren op basis van normeringen.  
Bij de beoordeling van een innovatief (biobased) materiaal, product of element, dienen de volgende stappen doorlopen te worden:

1. Vaststellen van relevante eisen en bepalingsmethodes zoals deze volgen uit het Bouwbesluit (en het toekomstige Besluit Bouwwerken Leefomgeving, BBL<sup>8</sup>). Dit betreft aspecten aangaande veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu. Daarbij wordt ook een uiteenzetting gegeven van de daarbij behorende normen (testen en berekeningen) en zal een nadere toelichting worden gegeven hoe te handelen indien het beschouwde innovatieve (biobased) product buiten het toepassingsgebied van een norm valt.
2. Optioneel indien ook CE-markering volgende de Europese regelgeving wordt beschouwd. Vaststellen van relevante prestaties en bepalingsmethodes zoals deze volgen uit de Construction Products Directive<sup>9</sup>. Dit betreft overeenkomstige aspecten als aangegeven onder stap 1 (de Construction Products Regulations spreken over een 7-tal Basic Works Requirements). Daarbij wordt ook een uiteenzetting gegeven van de daarbij behorende normen en zal een nadere toelichting gegeven worden hoe te handelen indien het beschouwde innovatieve product buiten het toepassingsgebied van een norm valt.
3. Inventarisatie van richtlijnen die de basis vormen van bouwproducten met een Erkende Kwaliteitsverklaring en CE-markering, die vergelijkbaar zijn met het materiaal of product.
4. Afstemming van de uitkomsten uit stappen 1, 2 en 3, resulterend in opties voor het vaststellen van de relevante waarden van de prestaties van een materiaal of product. Nagegaan kan worden in hoeverre het mogelijk is om een Erkende Kwaliteitsverklaring op basis van de Nederlandse bouwregelgeving of voor het verkrijgen van CE-markering volgens de Europese regelgeving te verkrijgen. Daarbij dient ook duidelijkheid gegeven te worden over wat verplicht en wat facultatief is.

De prestaties waaraan eisen worden gesteld zijn te groeperen naar de aspecten veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu. Deze worden ook als zodanig behandeld in het Bouwbesluit/ BBL en in de 7 Basic Works Requirements beschreven in de Construction Products Regulation (CPR). In het

---

<sup>8</sup> <https://www.omgevingsweb.nl/wp-content/uploads/po-assets/568385.pdf>

<sup>9</sup> [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr_en)

Bouwbesluit/ BBL worden op landelijk niveau de eisen aan een bouwwerk gesteld, terwijl de CPR zich alleen richt op het in Europa uniform vaststellen van de eigenschappen van een product. Dit heeft te maken met het doel van de EU van vrijhandelsverkeer en dat er dus geen technische blokkades mogen zijn bij de grenzen.

### 5.1.2 *Normeringen en certificaten*

In het Bouwbesluit / BBL kan voor het bepalen van prestaties direct verwezen zijn naar NEN-normen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het bepalen van de brandklasse van een materiaal of product volgens de NEN-EN 13501-1. Daarnaast is het mogelijk om voor de prestaties gebruik te maken van certificaten die de waarden van relevante prestaties van het materiaal of product declareren.

Veel materialen en producten hebben CE-markering. Er zijn in Europa geharmoniseerde normen (hEN's) voor een 450-tal productgroepen. De website van contactpunt bouwproducten geeft hierover de nodige informatie<sup>10</sup>. Voor deze producten is het verplicht om een beoordeling te laten uitvoeren resulterend in CE-markering. Deze hEN's kunnen dus ook van toepassing zijn op het beschouwde innovatieve (biobased) materiaal of product. Daarvoor dient na te worden gegaan of het materiaal of product al dan niet binnen het toepassingsgebied valt. Optioneel kan ook gebruik worden gemaakt van een European Assessment Document (EAD) die facultatief kan worden gebruikt om CE-markering op een product te krijgen zodat het voor de producent eenvoudiger wordt om het product te verhandelen. Op de website is een module opgenomen waarin gezocht kan worden of een hEN of EAD beschikbaar is voor een product<sup>11</sup>.

Naast CE-markering is een Erkende Kwaliteitsverklaring van een materiaal of product in het Bouwbesluit/ BBL voldoende bewijs dat ervan uit kan worden gegaan dat de gedeclareerde prestaties correct zijn vastgesteld. Wel moet nog getoetst worden of de waarde van de prestaties voldoet aan de gestelde eis die van toepassing is voor het bouwwerk. De hoogte van de eis hangt met name samen met de gebruiksfunctie van het bouwwerk, afmetingen van de constructie, etc. Een overzicht van de achterliggende beoordelingsrichtlijnen is te vinden op de website van bouwkwiteit.nl<sup>12</sup> (over enige tijd zal dit overzicht te vinden zijn op de website van de Toelatingsorganisatie Kwaliteitsborging Bouw<sup>13</sup>).

Naast deze publiekrechtelijke verklaringen, zijn er op de markt ook materialen en producten beschikbaar die een privaatrechtelijke verklaring zijn. Dit kan een Kwaliteitsverklaring zijn of een "eigen-verklaring". Kwaliteitsverklaringen bevatten veelal ook de benodigde prestaties conform het Bouwbesluit/ BBL en besteden daarnaast optioneel ook aandacht aan eisen te stellen aan de productie van het materiaal of het product, en de uitvoering en montage op de bouwplaats. Op de websites van certificerende instellingen zijn overzichten gegeven van beschikbare kwaliteitsverklaringen. Bij een bouwplantoets zal de toetsers zich er wel van moeten overtuigen dat de gedeclareerde prestaties wel op de juiste wijze zijn vastgesteld. Uiteraard is het ook mogelijk om de prestaties van een materiaal of product als producent zelf vast te stellen en deze beschikbaar te stellen aan de klant en adviseur die het materiaal of product gaat toepassen in een bouwwerk. Belangrijk is om te zorgen voor een goede onderbouwing van de vast te stellen prestaties en de

<sup>10</sup> <https://www.contactpuntbouwproducten.nl/>

<sup>11</sup> <https://www.contactpuntbouwproducten.nl/cemarkeringonline/>

<sup>12</sup> [https://bouwkwiteit.nl/dbase/brltitel/brl\\_zoek\\_result\\_all.php](https://bouwkwiteit.nl/dbase/brltitel/brl_zoek_result_all.php)

<sup>13</sup> <https://www.tlokb.nl/>

methoden die zijn gebruikt om de waarden van deze prestaties voor het materiaal of product vast te stellen. Deze informatie is een essentieel onderdeel voor de bouwplantoets.

## 5.2 Eisen en wensen

### 5.2.1 Uitvoering

#### 5.2.1.1 Verwerking

Uit-voering	Verwerking	(De-) Montage	Afmetingen	Industrialisatie	
-------------	------------	---------------	------------	------------------	--

#### Definities

##### **(De)montage:**

Mate van eenvoud waarin een product in de productie of op de bouwplaats efficiënt met het gebouw verbonden en uiteindelijk zonder schade weer gedemonteerd kan worden. Kenmerkend hiervoor zijn de volgende eigenschappen:

- *Dichtheid (volumieke massa):* De volumieke massa geeft het verband weer tussen de massa en het volume, uitgedrukt in  $\text{kg/m}^3$ , formule:  $\rho = m/V$  ( $m$  = massa (kg),  $V$  = volume ( $\text{m}^3$ )) en zegt iets over de verwerkbaarheid van het materiaal.
- *Brinell hardheid:* Mate van indrukking van een kogel van gehard staal in het materiaal en daarmee de mogelijkheid tot veilige bevestiging van bijvoorbeeld gevelbeplating of robuustheid ten opzichte van stootbelastingen tijdens de bouw.
- *Verbindingsmethodiek:* Eigenschappen van een materiaal of product die de verbindingen met elkaar of met andere bewonderdelen faciliteren, bijvoorbeeld een meerlaagse mes en groef-uitwerking van beplatingen.
- *Toxiciteit:* Eigenschappen van een materiaal of product die ervoor zorgen dat toxische stoffen tijdens het verwerkingsproces kunnen uittreden.

##### **Afmetingen:**

Mate van exactheid waarin een product in de productie of op de bouwplaats met garantie voor maatvastheid en breed geldige standaardisatie gebruikt kan worden, waardoor overbodig afval vermeden kan worden - gemeten in toleranties en het potentieel tot standaardafmeting:

- *Tolerantiegevoeligheid:* Mate van afmetingsverschillen in de productie van bouwproducten.
- *Standaardisatie:* Potentieel om product in gangbare en hanteerbaar afmetingen te leveren, om integratie in huidige bouwmethoden te kunnen waarborgen.

##### **Industrialisatie:**

Mate van prefabricage en automatisering, waarmee de materialen en producten kunnen worden geproduceerd of verwerkt.

- *Industriële productie:* Percentage werkzaamheden die industrieel en niet on-site op de bouwplaats uitgevoerd kunnen worden, zoals bijvoorbeeld het ontwikkelen van een industrieel vervaardigd gevelement inclusief binnen afwerking en gevelmateriaal.



- *Industriële verwerking*: Potentieel voor geautomatiseerde verwerking van producten zoals bijvoorbeeld het machinaal leggen van bestrating.

### Specificatie

Bouwproducten worden traditioneel op de bouwplaats of industrieel in de fabriek verbonden met andere producten tot grotere bouwelementen en deze wederom tot hele gebouwen. Dit geschiedt door verschillende manieren zoals schroeven, lijmen, klemmen of gieten. Om dit economisch efficiënt en technisch veilig uit te kunnen voeren worden door verwerkende partijen verschillende eisen en wensen voor transport en (de)montage aan het product gesteld. Deze zijn afhankelijk van de manier van verwerken (bijvoorbeeld geautomatiseerd of handmatig, binnen of buiten) en de toepassing (bijvoorbeeld constructie, afwerking of gevel). De eisen en wensen zijn verwoord in NEN-Normen, die per materiaalgroep verschillen. Zo zijn er Normen voor gipsblokken<sup>14</sup>, kalkzandsteen/cellenbeton<sup>15</sup>, houtachtige vezelplaten<sup>16</sup> en plaatmaterialen<sup>17</sup>, cementachtige vezelplaten<sup>18</sup> en veel meer.

Voor *wandbeplatingen* en *vloerbedekkingen* geeft de hardheid van producten inzicht in de verwerkbaarheid. Om breuk tijdens transport of (de)montage te vermijden moeten de materialen een bepaalde elasticiteit hebben en mogen niet te instabiel zijn. Als producten te poreus zijn, is de schroefvastheid niet geborgd of kunnen producten bij verlijming niet zonder schade weer demonteert worden. Om de producten eenvoudig te kunnen verwerken speelt de verhouding tussen gewicht en volume – de densiteit - een belangrijke rol. Voor vloerbedekkingen zijn de eisen daarbij nog hoger omdat deze materialen naast een efficiënte verwerking ook bloot gesteld zijn aan hogere mechanische belasting tijdens het gebruik (zie ook mechanische eisen).

Daarnaast spelen toleranties in de afmetingen een belangrijke rol. Binnen de productie mogen niet te veel of te grote maatafwijkingen optreden, die een continue en efficiënte verwerking met weinig afval in de weg staan. Daarbij is de toegestane mate van de afwijkingen afhankelijk van de toepassing. Generiek kan gezegd worden dat de gedoogde afwijkingen van de constructieve bouw hoger zijn dan in de gevel- of interieurbouw.

De mate van verwerkbaarheid toont zich daarnaast ook in bepaalde standaardisatie van de producten conform overige bouwmaterialen binnen dezelfde productgroep. Hiermee kan een geïndustrialiseerd proces efficiënt worden gefaciliteerd. Daarbij hoort ook dat complexe vormeigenschappen vaak in tegenstrijd zijn met de potentie tot machinale verwerking en daarom zo veel mogelijk te vermijden zijn.

Tot slot is de mate van toxische stoffen die tijdens verwerking van materialen vrij komen en belangrijk kenmerk bij de keuze van materialen. Consequenties zoals huid- of oogirritaties, jeuk of ademwegproblemen komen door toepassing van natuurlijke grondstoffen bij biobased materialen veel minder voor dan door de VOC's (Vluchtige organische stoffen) en schadelijke vezels bij sommige traditionele materialen.

In de verwerking van *wandelementen* als samengesteld product is het gewicht in verband met de mogelijkheden tot duurzaam transport en montage een essentiële parameter.

---

<sup>14</sup> NEN 7051

<sup>15</sup> EN 771-2

<sup>16</sup> NEN 622

<sup>17</sup> NEN-EN 310

<sup>18</sup> NEN-EN 12467

Daarnaast dient voor samengestelde producten het aandeel on-site werkzaamheden geminimaliseerd te worden om handelingen steeds meer naar de fabriek te verschuiven. Binnen geïndustrialiseerde bouwprocessen worden losse producten geïntegreerd in samengestelde bouwelementen, die vervolgens geheel naar de bouwplaats moeten kunnen worden getransporteerd. Om bij lichte constructies stabiliteit te kunnen garanderen wordt ook aan de afwerkingsmaterialen voldoende sterkte gevraagd.

### Conclusie

Voor de *verwerking* van bouwproducten worden minder algemene eisen geformuleerd. Wel zijn normen gedefinieerd die in afhankelijkheid van de materiaalgroep (bijvoorbeeld beton, steenachtige materialen, gipsmaterialen) indicatie geven over de voor verwerking wenselijke eigenschappen van producten. Voor biobased producten bestaan deze normen nog niet, maar kunnen het best worden vergeleken met die van vezel- of houtachtige materialen. Voor producten voor vloer- of wandafwerkingen zijn de (de)montagevaardigheden, toleranties en mogelijkheden tot geautomatiseerde verwerking van groot belang. Op bouwelementniveau is de mate van prefabricage een bepalende eigenschap in relatie tot verwerkbaarheid.

## 5.2.2 Gebruik

### 5.2.2.1 Mechanische eisen

<b>Gebruik</b>	Mechanisch	Sterkte (druk/buig/ splijt)	Hardheid	Stroefheid (infra)	Bezwijking
----------------	------------	-----------------------------------	----------	-----------------------	------------

### Definities

#### **Sterkte:**

Mate waarin een (bouw)materiaal weerstand biedt aan belasting zonder dat er vervorming of breuk plaats vindt, gemeten met verschillende sterkte-eigenschappen:

- *Buigsterkte*: Mate waarin een materiaal een erop uitgeoefende belasting kan weerstaan, dus de bestandheid tegen drukkrachten. Vaak wordt met "buigsterkte" bedoeld de maximale buigsterkte die kan worden weerstaan tot breuk of tot het materiaal zijn intrinsieke eigenschappen verliest.
- *Treksterkte*: Maximale mechanische trekspanning tot waar een materiaal belast kan worden. Wanneer de treksterkte overschreden wordt, breekt het materiaal: de absorptie van krachten neemt af tot het materiaal uiteindelijk scheurt.
- *Druksterkte*: Mate waarin een materiaal weerstand kan bieden aan drukkrachten zonder dat er brosse deformatie plaatsvindt.
- *Splijttrek(breek)sterkte /Trekspanning*: Spanning die nodig is om het materiaal te doen splijten, vaak toegepast in infra-producten.

#### **Hardheid:**

De hardheid is bepalend voor de mate waarin het materiaal bestand is tegen krassen, andere vormen van slijtage en weerstand biedt tegen permanente mechanische vervorming. De volgende eigenschappen geven daarbij inzicht in de prestaties van het materiaal:

- *Dichtheid (volumieke massa)*: De volumieke massa geeft het verband weer tussen de massa en het volume, uitgedrukt in  $\text{kg/m}^3$ , formule:  $\rho = m/V$  ( $m$  = massa (kg),  $V$  = volume ( $\text{m}^3$ )) en zegt iets over de verwerkbaarheid van het materiaal.
- *Brinell/ Janka hardheid*: Mate van indrukking van een kogel van gehard staal in het materiaal.

**Stroefheid:**

Mate van ruwheid (textuur), vervuiling en natheid van een infra-wegdek en het gebruikte grove mineraal aggregaat gemeten middels de wrijvingscoëfficiënt:

- *Wrijvingscoëfficiënt*: De dynamische wrijvingscoëfficiënt van beloopbare horizontale oppervlakken is een maat voor de slipgevoeligheid van oppervlakken en geeft als zodanig uitsluitsel over de beloopbaarheid en toepasbaarheid van een (vloer)product.

**Bezwijken:**

Veiligheidsniveau van een constructie om een heel gebouw of een enkel bouwelement overeind te houden.

- Een bouwconstructie bezwijkt gedurende de in NEN-EN 1990 bedoelde ontwerplevensduur<sup>19</sup> niet bij de fundamentele belastingcombinaties als bedoeld in NEN-EN 1990<sup>20</sup>.

**Bouwwerk:**

Elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct hetzij indirect met de grond is verbonden, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren (NEN-EN 1990).

Specificatie

Voor *wandbeplatingen en vloerbedekkingen* zijn met name de sterkte-eigenschappen belangrijk. Minimale buig-, trek- en druksterktes van wandbeplatingen bieden tijdens het gebruik minimale weerstand tegen indrukken, trekkrachten door bevestiging of breken bij te grote buiging. Voor buitenbeplatingen komt hiervoor de noodzaak bij deze veilig te kunnen bevestigen om schade in de openbare ruimte te voorkomen. De concrete waarden zijn verschillend per productgroep, zo verschillen de minimaal vereiste treksterkte van standaard softboards met 0,8 N/mm met 1,0 N/mm voor vochtige binnen toepassingen en 1,1 N/mm voor buitentoepassingen.<sup>21</sup> Bij MDF-platen ligt de waarde gemiddeld tussen de 13 en 19N/mm.<sup>22</sup>

De hardheid wordt bepaald door de verhouding tussen massa en volume – de dichtheid - en zegt iets over de bruikbaarheid van een toepassing binnen een gebouw. Door de permanente belasting van vloerbedekking zijn de hardheidswaarden hiervoor waardevoller dan bij minder belaste bouwonderdelen zoals wandbekledingen of plafondplaten. Volgens de Janka categorie – toegepast bij houten vloeren – liggen verschillende houtsoorten tussen de 15.000 N (hardhout) en 4.000 N (zachthout red cedar).<sup>23</sup>

<sup>19</sup> <https://www.bouwbesluitonline.nl/docs/norm/nen-en1990-2002/hoofdstuk-2/2.3>

<sup>20</sup> <https://www.bouwbesluitonline.nl/docs/norm/nen-en1990-2002>

<sup>21</sup> NEN-EN 622-4

<sup>22</sup> [L-MDF.pdf \(rowood.net\)](https://www.l-mdf.net)

<sup>23</sup> [Janka hardheidstest \(stringfixer.com\)](https://www.stringfixer.com)

Voor vloerbedekkingen in de infra<sup>24</sup> zoals bestrating is de splijttreksterkte relevant. Dit i.v.m. de hoge mogelijke belasting door verkeer en transport in de openbare ruimte. Concrete eisen zijn hieraan niet verbonden, als richtsnoer kan de waarde van gewone betonnen straatstenen worden genomen, die meestal boven de 3,5 MPa ligt.<sup>25</sup> Daarnaast is vanwege het gebruik onder verschillende klimaatomstandigheden in de openbare ruimte de stroefheid van het product essentieel. Deze wordt vergeleken aan de hand van het wrijvingscoëfficiënt van verschillende producten.

*Wandelementen* zijn samengestelde producten waardoor de eisen betrekking hebben op het complete element en pas in tweede instantie op de onderdelen zelf. Afhankelijk of het element wel of niet dragend wordt uitgevoerd, is het bezwijken van bouwwerken hiervoor een belangrijke eis. Elementen voor de gevel moeten zich uitsluitend zelf kunnen dragen, de toepassing als dragende scheidingswand verhoogd de complexiteit omdat naast het constructieve aspect ook rekening dient te worden gehouden met geluidsaspecten en de invloed op brand op de draagconstructie. De eisen hiervoor zijn afhankelijk van de gekozen functie en omvang van het gebouw en bepalen hoe lang een constructie in functie moet blijven. Vloerbedekkingen of wandbeplatingen hebben binnen bouwelementen mechanisch geen invloed op de constructieve veiligheid maar wel op de stabiliteit van de bouwelementen bij montage en transport.

### Conclusie

Bij mechanische eigenschappen wordt onderscheden in materiaal- en element gerichte eisen.

Materiaaleisen zijn per toepassing en productgroep middels verschillende NEN-normen vastgelegd en de grenswaardes verschillen per materiaal. Daarbij wordt afhankelijk van de toepassing meer of minder de nadruk op sterkte-, hardheid- en stroefheidseigenschappen gelegd.

Voor elementgerichte eisen dienen prestaties uit de som der delen te worden opgehaald. Bij wandelementen weegt daarbij de veiligheid het zwaarst in verband met bezwijkingseisen uit het Bouwbesluit. Hierbij gaat het niet alleen om de constructieve veiligheid zelf maar ook om de combinatie met de brandbaarheid van het ingezette materiaal en daaruit volgende consequenties voor de constructieve veiligheid.

#### 5.2.2.2 Brand

Gebruik	Brand	Brandbaarheid	Brand-weerstand		
---------	-------	---------------	-----------------	--	--

<sup>24</sup> NBN EN1338 en NBN B21-311

<sup>25</sup> [untitled \(brrc.be\)](#)

## Definities

### **Brandbaarheid:**

Indeling van materialen<sup>26</sup> naarmate ze in algemene zin wel/ niet bijdragen aan brand - verdeeld naar brandklasse (wel/ niet brandbaar), rookklasse (wel/ niet rook doorlatend) en brandende deeltjes.

- **Brandklassen:** Classificaties (A t/m F) die de reactie van materiaal aangeven bij een brand (nieuwbouw), verdeeld naar onbrandbaar, brandbaar en niet geklasseerd:
  - Onbrandbaar: A1 (niet brandbaar), A2 (vrijwel niet brandbaar);
  - Brandbaar: B (heel moeilijk brandbaar), C (brandbaar), D (goed brandbaar), E (zeer brandbaar);
  - niet geklasseerd : F (uiterst brandbaar).
- **Rookklassen:** Mate van rookvorming van materialen bij brand (SMOGRA: smoke growth rate [ $\text{m}^2/\text{s}^2$ ], TSP<sub>600s</sub>: total smoke production within 600 s [ $\text{m}^2$ ]), geclassificeerd met s), s1, s2, s3:
  - s0 = geen rookvorming (bijvoorbeeld baksteen);
  - s1 = gering - doorzichtige rook (bijvoorbeeld steenwol, gipskartonplaat) SMOGRA  $\leq 105 \text{ m}^2/\text{s}^2$  and TSP600s  $\leq 250 \text{ m}^2$ ;
  - s2 = gemiddeld - ondoorzichtige rook (bijvoorbeeld geïmpregneerd hout) SMOGRA  $\leq 580 \text{ m}^2/\text{s}^2$  and TSP600s  $\leq 1\,600 \text{ m}^2$ ;
  - s3 = groot - zeer ondoorzichtige rook (bijvoorbeeld EPS, PUR).
- **Brandende deeltjes:** Mate per materiaal in hoeverre druppelvorming of brandende druppels een direct gevaar voor personen vormen, geclassificeerd in d0, d1, d2:
  - d0 = gedurende 10 minuten vormen zich geen druppels (bijvoorbeeld hout, steenwol);
  - d1 = in eerste 10 minuten vormen zich meer dan 10 s lang druppels (bijvoorbeeld kunststof);
  - d2 = vorming van druppels is onbeperkt (bijvoorbeeld polystyreen).

### **Brandwerendheid:**

Eigenschap die het bezwijken van constructies door brand of het verspreiden van brand tegen houden, gemeten in tijd.

- **Bezwijken:** Brandwerendheid met betrekking tot *bezwijken* (R) van constructies. Dit is de tijdsduur waarbij de sterkte van de elementen, verbindingen en stabiliteit van het gebouw bij een brand onder de aanwezige belastingen voldoet aan de sterkte eisen.
- **Branddoorslag**<sup>27</sup>: Tijd dat zich geen vlammen aan de niet-blootgestelde zijde van een scheidingselement verspreiden - de *vlamdichtheid* (E) – en tijd dat de temperatuur aan de niet-blootgestelde zijde niet boven een bepaalde thermische drempel stijgt – de *thermische isolatie* (I). De maat wordt uitgedrukt in WBD (Weerstand tegen BrandDoorslag).

## Specificatie

Brand heeft voor materialen andere uitdagingen dan voor elementen. Waar voor materialen de brandbaarheid van het materiaal een belangrijke rol speelt is de brandwerendheid voor bouwelementen zoals vloeren of wanden bepalend.

Voor materialen als *vloer- of wand of plafondafwerkingen* is voor alle brandbaarheid gerelateerde eisen de functie bepalend waarin de producten worden toegepast. Zo

<sup>26</sup> Volgens NEN-EN 13501-1

<sup>27</sup> [NEN 6068](#)

zijn de eisen van woningbouw anders dan in utiliteitsbouw, binnen woningen lager dan in algemene ontsluitingsruimtes en is er daarnaast een verschil of de materialen onderdeel uitmaken van een functie-/woning scheidende wand of van een interne binnenwand.

Een gemiddelde gipskartonplaat heeft een brandklasse van A2, een rookklasse van S1 en voor Brandende deeltjes klasse d0, een onbehandelde mdf-plaat – beter vergelijkbaar met biobased materialen – ligt bij D-s2. Behandelde platen van hetzelfde materiaal kunnen de brandklasse B-s1, d0 bereiken.

Afwerkingsmaterialen kunnen ook weer invloed hebben op de weerstand tegen branddoor- of overslag. De brandklasse van de materialen geven uitsluitsel over hun bijdrage van het verhogen van vuurlast bij brand en daarmee verhoogde kans op branddoorslag. De benodigde WBD-prestatie wordt echter niet op materiaalniveau, maar op elementniveau bepaald.

Voor materialen in de *infra* bestaan over het algemeen geen eisen in verband met brandveiligheid.

Bij constructieve bouwdelen zoals *wand- of vloerelementen* is de brandbaarheid van de onderdelen van belang, als geheel is echter het bezwijken de meest essentiële eis. Hier verschilt de hoogte van de eis – de tijd die benodigd wordt bedacht, dat een constructie bij brand stand moet houden – in de hoogte van het gebouw waarin de constructieve elementen worden toegepast. De eis van deze tijdsduur verschilt in Nederland in 60 minuten (hoogste vloer verblijfsgebied tot 7 m), 90 minuten (hoogste vloer verblijfsgebied 7 tot 13 m), en 120 minuten (hoogste vloer verblijfsgebied vanaf 13 m).

Aan niet dragende bouwdelen zoals gevelelementen of binnenwanden, zijn geen constructieve eisen verbonden. Zodra deze elementen echter verschillende functies van elkaar scheiden – bijvoorbeeld als gevelelement van het ene appartement naast of onder een ander, of als binnenwand tussen vluchtruimtes en woningen – moeten de elementen ervoor zorgen dat zich de brand niet binnen een bepaalde tijd kan uitbreiden naar een ander compartiment. De vereiste WBD-waarden hangen af van de aard van de brandcompartimenten die door de elementen worden geschied en verschillen in geen eis (binnen brandcompartimenten), 20 min (bestaande bouw), 30 min (nieuwbouw woningen) tot 60 min (tussen woningen).

### Conclusie

Brandeisen liggen voor zelfstandige materialen in de afwerking in de beperking tot ontvlambaarheid, het potentieel om rookontwikkeling tegen te gaan en zo min mogelijk brandende deeltjes te laten ontstaan. Minimale prestaties op dit gebied moeten ervoor zorgen dat het materiaal beperkend werkt op het ontstaan van brand. Daarnaast is bij afwerkende materialen van belang dat ze geen of weinig bijdrage aan verhoging van vuurlast in binnenruimtes brengen.

Bij elementen voor wanden en vloeren wordt onderscheid gemaakt in dragende en niet dragende constructies. Dragende elementen moeten aan de eis voldoen het gebouw lang genoeg te behoeden voor bezwijing. Niet dragende elementen met een uitsluitend scheidende functie moeten bij brand als geheel de uitbreiding ervan beperken en voldoende thermische isolatie ten opzicht van naastliggende ruimtes bieden.

### 5.2.2.3 Geluid

Gebruik	Geluid	Geluidsisolatie (lucht/contact)	Geluids- absorptie		
---------	--------	------------------------------------	-----------------------	--	--

#### Definities

##### Geluidsisolatie

Mate van weerstand die specifieke scheidingsconstructies (wanden, vloeren) bieden ten opzichte van geluid voortgedragen via lucht en/of materiaal, gemeten in dB (geluidwering).

- *Geluidwering*: Mate van weerstand tegen geluid van uitwendige scheidingsconstructies, gemeten in dB isolatie = R (reduction).
- *Luchtgeluidisolatie*: De vorm of mate waarin het geluid dat zich voortplant in de lucht (bv. auto's industrie, personen, etc) wordt tegengehouden, gemeten in dB luchtgeluidniveauverschil door de ééngetalsgrootheid  $D_{nTA,k}$  (de hoofdletter D staat voor Difference).
- *Contactgeluidisolatie*: De vorm of mate waarin het geluid dat zich voortplant in de materialen van de constructie (bijvoorbeeld schoenen, machines, installaties, etc.) wordt tegengehouden, gemeten in dB middels het niveau van het contactgeluid door de ééngetalsgrootheid  $L_{nTA}$  (de hoofdletter L staat voor Level).

##### Geluidsabsorptie<sup>28</sup>

Equivalentente geluidsabsorberende en galmbeperkende oppervlakte van alle omhullingsdelen en alle voorwerpen in een ruimte tezamen<sup>29</sup>

- *Nagalmtijd T*: De tijd dat het geluid nog hoorbaar is nadat de bron ervan al gestopt is of het geluidsniveau met een bepaalde waarde dB gereduceerd is.<sup>30</sup>
- *Galmbeperking*: Maatregelen die tot reductie van nagalmtijd en geluid binnen ruimtes leiden, gemeten in tijd.
- *Geluidsabsorptie coëfficiënt*: Geluidsabsorptie eigenschappen worden bepaald door de verhouding tussen de hoeveelheid geluid waaraan een oppervlak wordt blootgesteld en de mate waarin het oppervlak dit geluid absorbeert en dus niet terugkaatst. De waarde wordt absorptie coëfficiënt ( $\alpha_w$ ) genoemd en ligt tussen de 0 (al het geluid wordt gereflecteerd) en 1 (al het geluid wordt geabsorbeerd).

#### Specificatie

Ook op het gebied van geluid verschillen gebruikelijke eisen voor materiaal ten opzichte van degene die voor elementtoepassingen relevant zijn. Specifieke materialen of oppervlaktestructuren die direct aansluiten aan ruimtes, kunnen een bijdrage leveren aan de absorptie van geluid. Het verloop van geluid van de ene naar de andere zijde van scheidingsconstructies wordt met name bepaald door opbouw en samenstelling van een verscheidenheid aan materialen.

<sup>28</sup> NEN-EN 12345-6

<sup>29</sup> NEN 5077:2019

<sup>30</sup> Bouwbesluit artikel 3.3 beperking van galm

De eisen op elementniveau zoals bijvoorbeeld *wand- of vloerelementen*, betreffen met name de geluidsisolatie (of geluidwering). Voor scheidings-elementen tussen binnenruimtes onderling en tussen binnen- en buitenruimtes zijn verschillende grenswaardes voor minimale geluidwering bepaald. Daarbij spelen aparte materiaaleigenschappen een rol – bijvoorbeeld hoe meer massa hoe meer geluidsisolatie, de geluidsisolatie ( $R = 40$  dB) van een 8 cm dikke betonwand neemt met verdubbeling van de massa met circa 4 dB toe. De waardes worden daarnaast bepaald door de verbindingen binnen en tussen de bouwelementen. Om een minimum aan comfort te bieden – gedefinieerd onder meer als waarneembare, maar niet verstaanbare spraak of alleen incidenteel storende loopgeluiden - liggen de grenswaardes voor lucht- en contactgeluid bij respectievelijk  $\geq 52$  en  $\leq 59$  dB<sup>31</sup>. Daarbij zijn de waardes afhankelijk van de functies (wonen, werken, ect) aan beide kanten van de scheidingsconstructie: Voor luchtgeluid is een karakteristiek luchtgeluidniveauverschil (D) voor geluidsoverdracht tussen besloten ruimtes en een verblijfsgebied in aangrenzende woonfunctie hoger dan  $\geq 52$  dB vereist. Ligt aan weerszijde geen verblijfsgebied moet de vereiste minimale waarde hoger dan  $\geq 47$  dB zijn. Het vereiste contactgeluidniveau (L) voor een besloten ruimte naar een verblijfsgebied van een aangrenzende functie ligt lager dan  $\leq 59$  dB, bij woonfuncties is de eis zwaarder en moet de waarde lager dan  $\leq 54$  dB uitkomen. Bij uitwendige scheidingsconstructies wordt de eis op basis van geluidwering bepaald. Afhankelijk van de geluidsbelasting voortkomend uit de situatie waarin de gevel wordt toegepast – in een rustige wijk (50 dB), aan een drukke weg (85 dB), het spoor (95 dB) of naast machines (110 dB) – kan de minimale waarde verschillen. Bepalend is het minimale binnen niveau (L) van een functie, dat bijvoorbeeld bij woningen maximaal bij  $\leq 33$  dB ligt. Ligt de toepassing in een gebied met hoge geluidsbelasting zal de benodigde geluidswering hoger liggen dan in een rustige wijk. De minimale waarde hiervoor moet voor een karakteristieke geluidwering in een verblijfsgebied echter bij meer dan  $\geq 20$  dB liggen.<sup>32</sup>

Zowel voor *wandbeplating als ook vloerbedekking* geldt dat het onderdelen van scheidingsconstructies zijn die uitsluitend een beperkte bijdrage leveren aan de geluidsisolatie maar bepalend kunnen zijn voor geluidsabsorptie. De absorptie is met name belangrijk om de nagalmtijd in ruimtes te verminderen en de akoestiek en/of spraakverstaanbaarheid comfortabel te maken. Voor verschillende functies en in afhankelijkheid van de werkzaamheden die daarin worden uitgevoerd (kantoor, collegezaal, verkeersruimtes, etc.) kunnen de vereiste streefwaardes voor nagalmtijd uiteenlopen. Voor een besloten gemeenschappelijke verkeersruimte geldt bijvoorbeeld dat deze maximaal 1,3 seconden mag zijn. Het noodzakelijke geluidsabsorberende vermogen van de ruimtes kan aan de hand van de materiaalkeuzes en hun geluidsabsorptiecoëfficiënten worden berekend.<sup>33</sup> Harde materialen absorberen daarbij minder geluid dan poreuze materialen. In ruimtes waar de nagalm vermindert moet worden – zoals in verkeersruimten waar wegens onderhoud vaak harde materialen gebruikt worden - installeert men vaak geluidsabsorberende plafonds en wanden. Door de poriën in het materiaal worden de geluidsgolven gedeeltelijk gebroken waardoor een aanzienlijk kleiner geluidniveau weerkaatst wordt.

---

<sup>31</sup> NEN 1070

<sup>32</sup> NEN 1070

<sup>33</sup> Bouwbesluit Artikel 3.13, NEN-EN 12354-6.



Voor wandbeplatingen en vloerbedekkingen gelden daarmee geen specifieke eisen voor absorptie maar het materiaal kan wel bijdragen aan de akoestische kwaliteit van de ruimte.

#### Conclusie

Op materiaalniveau liggen de eisen op het gebied van absorptie eigenschappen, wiens noodzakelijke kwaliteit afhangt van de functie waarin de materialen in een ruimte worden toegepast. Zachtere en poreuzere materialen voldoen daarbij beter aan deze eisen dan harde materialen, maar zijn sterker gevoelig voor onderhoud.

Voor interne of uitwendige scheidingsconstructies zijn de geluidwerende eisen bepalend, waarbij massa een relevante rol speelt. Bij uitvoering met lichtere materialen is de opbouw en detaillering bepalend voor de eigenschappen op bouwdeelniveau en wordt vaak het massa-veer-massa-principe toegepast, waarbij door flexibele opbouw aan de geluidswerende eisen wordt voldaan.

#### 5.2.2.4 Thermisch/ hygrisch

Gebruik	Thermisch/ hygrisch	Warmte/ koude	Lucht/ Vocht	Waterabsorptie/ -doorlaat	
---------	------------------------	---------------	--------------	------------------------------	--

#### Definities

##### **Warmte**

Mate in hoeverre materiaal of bouwproduct weerstand biedt aan warmte-/ koude uitwisseling. Kenmerkend hiervoor zijn de volgende eigenschappen:

- *Thermische geleidbaarheid*: lambda-waarde (de warmtegeleidingscoëfficiënt W/mK). Hoe hoger de lambda-waarde hoe slechter de isolatie.
- *Warmtedoorgangscoefficiënt*: De U-waarde (W/m<sup>2</sup>K) omschrijft de hoeveelheid warmte die door een constructie gaat per seconde, vierkante meter en temperatuurverschil.
- *Warmteweerstand*: De R-waarde (m<sup>2</sup>K/W) is de reciproke waarde van de warmtedoorgangscoefficiënt (U) van de scheidingsconstructie, verminderd met de warmteovergangswaarden.
- *Warmtecapaciteit*: De c-waarde (joule/kelvin) geeft de hoeveelheid energie aan om een voorwerp of materiaal 1 °C in temperatuur te laten stijgen en bepaald daarmee het warmte accumulerend vermogen van materialen of elementen (de faseverschuiving).
- *Oppervlaktetemperatuur-factor f*: De f-factor geeft informatie de binnenoppervlaktetemperatuur van de constructie en zegt zo iets over het risico op oppervlaktecondensatie. Hoe hoger des te beter de thermische kwaliteit van de constructie.

##### **Lucht/vocht**

Mate in hoeverre materiaal of bouwproduct weerstand bied aan lucht-, damp- en vochtuitwisseling.

- *Vochtgehalte*: Percentage vocht dat zich standaard in een materiaal bevind.

- *Evenwichtsvochtgehalte*: Bepaalde vochtgehalte die zich zal instellen bij een bepaalde relatieve vochtigheid (RV).
- *Luchtdoorlatendheid*: Vermogen van een materiaal/element om te verhinderen dat lucht door de uitwendige scheidingsconstructie heen dringt. Gemeten in  $m^3/s^{34}$ .
- *Waterdichtheid*: Vermogen van een materiaal/constructie om te verhinderen dat water door de uitwendige scheidingsconstructie heen dringt.
- *Waterdampdiffusieweerstand*: Verhouding van dampweerstand van een materiaal en dikte ten opzichte van dampweerstand van een laag lucht van dezelfde dikte ( $\mu$ ). Een kleine  $\mu$  is betere dampdiffusie - snellere vochttafvoer - een hoge  $\mu$  is meer dampremmend of dampdicht. Waterdamp gaat van een gebied met hoge dampspanning naar een gebied met lage dampspanning (dampstroom). Ongeveer 5% van interne vochtproductie in een woning wordt door diffusie door de schil afgevoerd. Daarbij is het wel belangrijk de inwendige condensatie te voorkomen, om interne vochtproductie af te voeren (ventilatie belangrijk).
- *Equivalenten luchtdikte (m)*:  $\mu d$ -waarde (Sd-waarde) van de weerstand tegen waterdampdiffusie van een bepaalde laagdikte van een bepaald materiaal. Hoe hoger de  $\mu d$ -waarde, hoe meer dampremmend of dampdicht. De dampweerstand van een gelaagde constructie is een optelling ( $\mu_1 \cdot d_1 + \mu_n \cdot d_n$ ).

### Water

Mate van wateropname onder voorbehoud van een zo lang mogelijk kwalitatief functie- en esthetisch vormbehoud.

- *Absorptievermogen*: Vermogen van een materiaal om water op te kunnen nemen zonder dat schade ontstaat – uitgedrukt in % t.o.v. standaardwaarde.
- *Krimp- en zwelgedrag*: Mate van vormverandering van een materiaal onder invloed van droogte of vocht – uitgedrukt in mm verandering per 1% verandering van relatieve luchtvochtigheid of 1 Kelvin temperatuurverandering.

### Specificatie

De eisen voor thermische en hygrische eigenschappen verschillen in toepassing op materiaal- en element/gebouwniveau. Waar op materiaalniveau prestaties in relatie tot vocht en water van groot belang zijn om zonder risico op schade gebruik ervan te kunnen maken, zijn voor bouwelementen met name thermische grenswaarden uit het Bouwbesluit van belang om aan voorwaarden op gebouwniveau te kunnen voldoen. Deze worden meestal bepaald door de som der onderdelen op materiaalniveau.

De thermische eigenschappen van *wand-, vloer- en dakelementen* die de schil van gebouwen vormen, worden bepaald door de warmteweerstand en de dikte van de materiaalonderdelen, waarbij de isolatie het meest bepalend is. In het Bouwbesluit staat opgenomen dat de Rc-waarde van minimaal 3,5, bij daken minimaal 6 en bij gevels minimaal 4,5 hoog moet zijn. Deze eisen aan de warmte-isolatie gelden alleen voor gebruiksfuncties die voor het gebruik door mensen worden verwarmd. Daarnaast dienen de aansluitingen en knopen van de thermische schil correct

---

<sup>34</sup> NEN 2686

gedetailleerd te zijn om thermische bruggen te vermijden. De thermische isolatie dient continu door te lopen rondom de volledige constructie. Thermische bruggen lijden immers tot een verlaagde oppervlakte temperatuur aan de binnenzijde van de wand. Dit kan condensatie en schimmelvorming tot gevolg hebben.

De thermische kwaliteit van een constructie en zijn aansluitingen of knopen wordt bepaald door de oppervlaktetemperatuur-factor  $f$ , dit is de verhouding tussen het temperatuurverschil tussen het koudste punt aan de binnenzijde van de muur en het exterieur t.o.v. het temperatuurverschil tussen het interieur en exterieur. De  $f$ -factor mag niet kleiner zijn dan 0,65 (woonfunctie) of 0,5 (overige).<sup>35</sup>

Ook voor dampdiffusie gelden bepaalde eisen. Indien de wand de scheiding vormt tussen ruimtes met verschillende functies mag de gemiddelde dampdiffusie niet meer dan een bepaalde waarde bedragen of moet bijvoorbeeld bij toepassing in natte ruimtes zelf waterdicht zijn.<sup>36</sup>

Binnen constructies dient interne condensatie te worden voorkomen. Hiervoor zijn geen eisen geformuleerd, de risico's op schade, die ermee verbonden zijn bepalen echter wel de keuze, welke meestal afhankelijk is van de totale (buiten)wandopbouw en niet van een specifiek materiaal.

Condensatie of langdurige verhoogde relatieve vochtigheid in het pakket dient te worden voorkomen door opstapelning van vocht door zowel luchtinfiltratie en regenwater als diffusie te voorkomen. Infiltratie van regenwater wordt voorkomen door correcte detaillering (bijvoorbeeld spouwopeningen) van de buitenafwerking. Daarbij dient de ratio van de waterdampdiffusieweerstand ( $\mu$ ) van de binnenafwerking t.o.v. de waterdampdiffusieweerstand ( $\mu$ ) van de buitenafwerking, namelijk de waterkerende laag, voldoende hoog te zijn. Dit verhoogt de mogelijkheid tot drogen van het door diffusie geïnfiltreerde vocht. Daarnaast heeft de toepassing van een geventileerde spouw en een hogere thermische weerstand van de waterkerende laag een positief effect op de relatieve vochtigheid in het pakket. Het risico op condensatie of schimmelvorming in het pakket is afhankelijk van het dampdrukverschil tussen interieur en exterieur. Daardoor is het afhankelijk van gebruikersgedrag, klimaat, ventilatie en gebruik van airconditioning of luchtbevochtigers. Daarnaast dient de waterdampdiffusieweerstand van de binnenafwerking boven een bepaalde waarde te liggen om condensatie en schimmelvorming in het pakket te voorkomen. Deze waarde is afhankelijk van de samenstelling van het pakket en de hierboven genoemde invloed factoren. Een PE-folie van 0,2 mm dikte heeft ter indicatie een  $\mu$ -waarde van 20 m in vergelijking met een 12mm gipskartonplaat van 0,16 m of 16mm houtvezelplaat van ca. 0,18 m.

Voor zowel individuele *wandbeplatingen en vloerbedekkingen* zijn geen specifieke thermische of lucht-, vochteisen in het Bouwbesluit opgenomen. De eigenschappen van de materialen vormen alleen een onderdeel in de geïntegreerde beoordeling van wand-, vloer- of dakelementen.

Wel zijn er materiaal-specifieke wensen betreft de omgang met water in het gebruik van deze materialen. Met name het vermogen om water op te nemen zonder schade aan het materiaal toe te voegen en de verandering van vormeigenschappen onder invloed van water zijn van belang. Voor vergelijkingen van

---

<sup>35</sup> [NEN 2778, artikel 5.3](#)

<sup>36</sup> bepaald volgens NEN 2778

absorptievermogens word afwijking in percentage t.o.v. het standaardgewicht bepaald. Bij specifieke gipsplaten voor natte ruimtes liggen deze ter indicatie bij 3%. De kwantificering van krimp- en zwelprestaties wordt middels gemeten afwijkingen t.o.v. van relatieve vochtigheids- of temperatuurverandering bepaald, welke voor dezelfde gipsplaten bij 0,005 – 0,008mm respectievelijk 0,013 – 0,020mm per 1% en 1K verandering.<sup>37</sup>

### Conclusie

Het behalen van thermische eisen voor warmteweerstand als ook het vermogen om luchtdicht of dampopen te zijn worden bepaald door de gehele opbouw van de elementen, die de schil van het gebouw vormen. Daarbij spelen enkele materialen een gedeeltelijke rol, het samenspel binnen het geheel is beslissend voor het behalen van de eis.

Voor het gedrag in relatie tot water zijn geen eisen verbonden aan bepaalde materialen die in binnen- of buitenruimtes worden toegepast. Wel zijn de eigenschappen met betrekking tot waterabsorptie en krimp- en zwelgedrag belangrijk voor een risicoanalyse in verband met het gebruik in bepaalde toepassingen waarbij water kan voorkomen.

#### 5.2.2.5 *Esthetica*

<b>Gebruik</b>	Esthetica	Vormvastheid	Kleur/ tint- vastheid	Geur/ uitstoot	
----------------	-----------	--------------	--------------------------	----------------	--

### Definities

#### **Vormvastheid**

De mate waarin de vorm van een materiaal of toepassingsgebied in gebruik of productie beïnvloed wordt.

#### **Kleur-/tintvastheid**

De mate waarin de kleur van een materiaal of toepassingsgebied in gebruik verandert.

#### **Geur/ uitstoot**

De mate waarin de geur van een materiaal of toepassingsgebied in gebruik hindert.

### Specificatie

#### Vorm

Het Bouwbesluit zegt niks over de vorm van een materiaal of toepassingsgebied. Wel kan de wens worden uitgesproken dat een product niet vervormd door normaal gebruik. Voor *wandbeplating* houdt dit in dat deze sterk genoeg dient te zijn om niet te vervormen in gebruik.

<sup>37</sup> [Drystar Board\\_TECH-PROD\\_K752\\_09-2019\\_NL.pdf \(knauf.be\)](#)

### Kleur

Het Bouwbesluit zegt niks over de kleur van een materiaal of toepassingsgebied. Vanuit een gebruikersoogpunt is de wens dat de kleur overeenkomt met voorbeelden en niet afwijkt op het moment van aanschaf. Door veelvuldig normaal gebruik van vloerbekleding is het gewenst dat deze niet gaat verkleuren.

*Wandbeplating*, zowel intern als extern, dient niet dermate te verkleuren door bijvoorbeeld UV-licht dat deze significant afwijkt van het geleverde product. Toch dient er in deze gevallen wel rekening mee gehouden te worden dat langdurige blootstelling aan UV-licht enige mate van verkleuring met zich mee brengt.

### Geur

Het Bouwbesluit stelt wel een minimumeis aan ventilatie maar zegt verder alleen dat de ventilatie en het naar buiten afvoeren van sterk vervuilde binnenlucht aan te raden is ter voorkoming van onaangename geuren. Voor alle hier onderzochte toepassingsgebieden (*wandbeplating*, *wandelement en vloerbekleding*) is gekeken of er nog specifieke eisen gelden. Elementen die direct in contact staan met de binnen omgeving (*wandbeplating*) hebben eerder te maken met geuremissie.

Aan de hand van een ISO16000-28<sup>38</sup> geurmeting kan de intensiteit van de geur van een materiaal worden bepaald. Het is geen eis om deze meting te doen. De hedonische waarde H wordt bepaald. Dit kwantificeert in een schaal van -4 tot +4 hoe onaangenaam of aangenaam een geur wordt beoordeeld.

(Bouw-)materialen kunnen emissies uitstoten. Vluchtige organische stoffen (VOC's) hebben concentratiegrenzen waaraan moet worden voldaan voor verblijfsruimten. VOC concentraties boven 0,2 mg/m<sup>3</sup> moeten worden vermeden<sup>3940</sup>.

### Conclusie

Er worden geen eisen gesteld aan de vorm van een materiaal of toepassing. Er mag worden verwacht dat het geleverde product voldoet aan verwachtingen en bijvoorbeeld de correcte vorm en afwerking heeft.

Voor de kleur worden ook geen eisen gesteld voor een materiaal of toepassing. Ook hier mag worden verwacht dat het geleverde producten voldoet aan de verwachtingen en bijvoorbeeld niet te donker, te licht, te uitgesproken, te mat of te glanzend wordt aangeleverd. Verwachtingsmanagement van product en marktpartij kan hierin bijdragen. Wel wordt vaak een bepaalde kleur- of tintvastheid vereist. Er zijn geen specifieke eisen voor geur of emissies van materialen of toepassingen. Er kan verwacht worden dat er emissies uitgestoten worden na verwerking van bepaalde materialen. Dit kan in de vorm van geur (ruikend naar grondstoffen) of VOCs. Er zijn grenswaarden gesteld aan wat er in een ruimte aan concentraties mag ophopen.

---

<sup>38</sup> ISO16000-28, Determination of odour emissions from building products using test chambers, 2020.

<sup>39</sup> Gezondheidsraad, Air quality guidelines for Europe, 2000.

<sup>40</sup> WHO European Series No. 23, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 1997.

### 5.2.3 Beheer en behoud

#### 5.2.3.1 Kwaliteitsbehoud

Behoud & beheer	Kwaliteits- behoud	Dynamische belasting	Uitstraling		
--------------------	-----------------------	-------------------------	-------------	--	--

#### Definities

##### **Dynamische belasting:**

**Materiaalmoeheid:** Vermoeiing van materiaal waarbij het onder een zeer lang aangehouden wisselende belasting op een gegeven moment bezwijkt. Heeft betrekking op prestaties voor sterkte.

**Thermische cyclus:** De thermische cyclus kan worden omschreven als de dynamische thermische belasting over een bepaalde periode. Heeft betrekking op krimp en trek en daarmee de vervorming van een materiaal.

**Vries/dooi cyclus:** Het opvriezen en dooien van water in een materiaal wat kan leiden tot een onomkeerbare reactie. Heeft betrekking op vervorming en sterkte van een element.

##### **Uitstraling:**

De uitstraling van een gevel of element heeft betrekking op de getoonde indruk die dit achterlaat. Weersinvloeden (regen-, temperatuur,- en zonstraling) zijn bekende variabelen die invloed hebben op de uitstraling.

**UV-bestendigheid:** de mate waarin verkleuring door UV-belasting wordt tegengehouden.

#### Specificatie

Dynamische belasting heeft met name betrekking op *wandelementen* waar een zijde aan externe klimaatcondities wordt blootgesteld.

Kwaliteit van hout en de mate waarin deze kwaliteit degradeert is afhankelijk van meerdere aspecten, o.a. soortelijke massa, kleur, de mate waarin het hout behandeld (verf) is, en de mate waarin houtrot of andere vervuilingen voorkomen.

Materiaaldegradatie van bijvoorbeeld metaal kan door corrosie plaatsvinden. Hiervoor zijn bepaalde weersomstandigheden nodig en het kan per materiaal verschillen hoe gevoelig het is voor corrosie. Vaak leidt corrosie tot sterkteverlies. Het metaal kan ook uitzetten waardoor gewapende constructies mogelijk ontwricht raken.

Metaalmoeheid vindt plaats door langdurige zware belasting of regelmatige kortdurende belasting (cyclisch). Eigenschappen die aangetast worden kunnen sterkte, elasticiteit of hardheid zijn en een gevolg kan scheuren of verbuigen van een element zijn en in het ergste geval bezwijkt het.

Voor de meeste bouwdelen geldt dat de uitstraling na verwerking en tijdens de gebruiksfase niet mag veranderen. Voor *gevelementen* zijn er enkele voorbeelden waarbij dit wel verwacht kan worden door de externe klimaatcondities waar een

element aan blootgesteld word. In een enkel geval is het veranderen van de uitstraling zelfs gewenst. Red cedar hout toegepast als gevelmateriaal zal na verloop van tijd vergrijzen. Dit kan door de juiste detaillering toe te passen gelijkmatig gebeuren. Corten staal is een staalsoort die onder natte weersomstandigheden door het oxidatieproces oranje kleurt. Voor het merendeel van materialen is het echter gewenst om eenzelfde uitstraling te behouden, of dit nu aan de buitenzijde (gevel) of binnenzijde van een bouwelement is.

Uitstraling is iets wat aangetast kan worden maar zal subjectief ervaren worden door de eindgebruiker. Het ondergaan van dynamische cycli kan echter ook tot gevolg hebben dat de prestaties van een materiaal of bouwelement veranderen met als gevolg dat het niet meer voldoet aan een eis of wens.

### Conclusie

Er worden geen harde eisen gesteld aan het kwaliteitsbehoud van een materiaal voor verschillende toepassingen. Wel worden verwachtingen gesteld door de gebruiker aan de leverancier. Immers, een product dient te voldoen aan de verwachting. Dit kan een verwachting zijn dat het materiaal blijft voldoen aan andere eisen zoals bijvoorbeeld mechanische eisen. Een verwachting kan ook zijn dat een materiaal juist wel veranderd in uitstraling over tijd, bijvoorbeeld de kleur die zich aanpast naar mate de blootstelling aan externe omstandigheden vordert.

#### 5.2.3.2 Afvalscenario

Behoud & beheer	Afval- scenario	Degradatie	Hergebruik		
--------------------	--------------------	------------	------------	--	--

### Definities

#### **Degradatie**

Het verloren gaan van een materiaal of element door middel van afbraak.

Composteerbaarheid: Mate van biologische afbreekbaarheid van het materiaal door natuurlijke activiteit van micro-organismen binnen een industrieel proces (compostering).

#### **Hergebruik**

Onder hergebruik wordt verstaan dat een materiaal of element nogmaals voor de originele toepassing of in een andere functie wordt gebruikt.

Demontage: Mogelijkheid tot demontage van de producten met zo min mogelijk functie- en kwaliteitsverlies.

### Specificatie

Degradatie dient in de gebruiksfase idealiter niet voor te komen. Dit wordt namelijk gerelateerd aan verminderde (mechanische) prestaties en dient voorkomen te worden om behoud van de constructie of het gebouwdeel te bewaken.

Indien een biobased materiaal een hoge mate van biologische afbreekbaarheid heeft kan dit resulteren in een hoge mate van composteerbaarheid. Het materiaal zal dan een lage invloed hebben op het milieu naar gelang de tijd waarin het materiaal vergaat kort is. Hierbij dient rekening gehouden te worden met bevestigingsmaterialen of andere additieven die niet biobased zijn en met materialen zijn uitgevoerd die niet goed degraderen. Een voorsortering dient ten plaats te vinden als dit mogelijk is om de materialen te scheiden.

Indien een gebouw aan het einde van haar levensduur is of een functieverandering ondergaat, kan gekeken worden naar welke bouwdelen of -elementen hergebruikt kunnen worden, dit zal met name voor *wandelementen* gelden. Indien in de ontwerpfase aandacht is besteed aan het demonteren van bouwdelen kunnen vaak gehele bouwdelen opnieuw toegepast worden. Belangrijk is dat deze delen blijven voldoen aan de geldende eisen, dit is met name belangrijk voor constructieve elementen. Bij hergebruik dient - naast het oplossen van juridische aspecten i.r.t. CE-markeringen - weer worden aangetoond dat het voldoet aan de op dit moment geldende eisen van het Bouwbesluit 2012 (bijvoorbeeld isolatiewaardes, brandwerendheid etc.). Hergebruik van een verwerkt product is mogelijk. Een voorbeeld hiervan is niet verwerkt afvalhout wat niet in haar geheel kan worden hergebruikt, maar versnipperd in spaanplaten opnieuw kan worden verwerkt tot een bouw materiaal. Het is belangrijk dat de afvalstromen en sorteringsprocessen mee kunnen in deze trend van hergebruik en circulariteit.

#### Conclusie

Composteren is een vorm van degradatie welke een biobased materiaal minder impact laat hebben op het milieu in vergelijking met een traditioneel materiaal. Het is belangrijk dat hierin de demonteerbaarheid van gebouwelementen en hybridematerialen wordt meegenomen. Een hybride biobased materiaal vermengd met andere -minder goed- composteerbare materialen zal hierin voor een uitdaging zorgen. Ook de afwerking van een binnenwand of vloer zal een element minder demontabel maken. Indien een materiaal of gebouwelement hergebruikt kan worden dient het in de nieuwe functie aan te tonen dat het voldoet aan de dan geldende eisen.



## 6 Discussie en conclusie

### 6.1 Discussie

Voor verwerkende marktpartijen zoals aannemers en producenten van biobased bouwsystemen roepen **prestaties voor uitvoering** zoals bijvoorbeeld stabiliteitseigenschappen of wijze van monteerbaarheid veel vragen op. Verwerkbaarheid onder behoud van kwaliteit en de garantie voor vormen geen harde eisen uit het Bouwbesluit. Wel worden er vanuit bouwpartijen wensen over mechanische eigenschappen i.v.m. industriële verwerkbaarheid en minimale levensduur zonder kwaliteitsverlies geformuleerd, waarbij ontbrekende onderbouwing in de praktijk vaak het verschil maakt tussen wel of geen gebruik van biobased materialen. Grenswaarden of duidelijke definities van deze wensen ontbreken, wat ervoor zorgt dat verdere doorontwikkeling van producten op deze prestaties onvoldoende gestuurd is.

De consument vraagt naar **praktische eigenschappen en consequenties van gebruik op de lange termijn**. Aantasting door water of vocht, de brandbaarheid van het materiaal of aanhoudende sterkte-eigenschappen op de lange termijn zijn daarbij het minst duidelijk. Ook vraagt de veroudering van biobased materialen andere onderhoudsmaatregelen dan bij traditionele materialen, die recht doen aan de natuurlijkheid van het materiaal en de daarmee verbonden meerwaarde. Een belangrijk discussiepunt is daarnaast de onderbouwing om te voldoen aan hygrische prestaties (dampopen bouwen vs. schimmelvorming).

De **definitie van biobased materiaal** is nog onvoldoende vast gesteld. Zo bestaat de vraag of anorganische grondstoffen zoals bagger of klei, biobased materialen kunnen vormen of dat een biobased materiaal alleen bestaat uit organische onderdelen. Ook in het percentage biobased grondstoffen verschillen de materialen sterk - de toepassing van biobased producten is immers nauwelijks mogelijk zonder toevoeging van op fossiele grondstoffen gebaseerde additieven voor bescherming, stabiliteit of brandwerendheid. Een duidelijkere afbakening en waardering van het begrip biobased is daarom noodzakelijk.

**Herbruikbaarheid** van biobased materialen/ bouwelementen is net als die van traditionele materialen onvoldoende onderbouwd. Omdat biobased materialen meestal niet 100% biobased zijn, vormt met name het hergebruik van hybride materialen en bouwelementen een uitdaging - hout wordt bijvoorbeeld nog met een percentage van 80% voor de afvalverbrandingsinstallatie (AVI) berekend. Voor de afvalprocessen en hergebruiksscenario's zijn nog onvoldoende eisen of wensen opgesteld, die producenten helpen hier op voorhand op te kunnen sturen in de ontwikkeling.

Besluitvorming om geen biobased materialen toe te passen is niet onmiddellijk gebaseerd op concrete eisen, waaraan deze materialen dienen te voldoen. Met name in de **uitstraling** wijken biobased materialen sterk af van traditionele varianten. Zo kunnen vorm, kleur, geur en afwerking sterk verschillen van gebruikelijke bouwmaterialen. Onwetendheid hierover vormt een drempel bij de acceptatie van deze materialen omdat kenmerkende consequenties ten opzichte van de uitstraling nog onvoldoende onderbouwd zijn. Er dient daarom een discussie

gevoerd te worden welke *wensen* vanuit de consument geprioriteerd zijn en welke mogelijkheden de producenten hebben om er wel of niet op in te kunnen spelen.

Veel onduidelijkheden voor gebruikseisen liggen op het niveau van **geïntegreerde element-gerichte proposities**. Niet de eigenschappen van het individuele materiaal op zichzelf, maar degene in verband tot integrale elementen bepalen voor een groot deel de keuze voor brandwerende - en akoestische eigenschappen of de manier hoe installaties en binnenklimaat technisch worden ontworpen (bijvoorbeeld dampdicht ten opzichte van dampopen bouwen). Er dient daarom discussie gevoerd te worden welke materiaalsamenstellingen op welke manier antwoord geven op geïntegreerde eisenpakketten. Een goed voorbeeld is verder onderzoek naar eisen over brandwerendheid i.r.t. akoestiek, die bij het gebruik van doorgaans lichtere biobased materialen vaak tegenstrijdig met elkaar zijn.

Gelijkstelling van biobased en traditioneel materiaal en toetsing aan eisen gebaseerd op langdurig gebruik van specifieke, traditionele materialen blijkt niet tot **eerlijke vergelijkingen** te leiden. De voor traditionele materialen geformuleerde eisen zijn sterk afhankelijk van de eigenschappen van bepaalde materiaalgroepen. Er dient daarom een discussie gevoerd te worden welke eigenschappen bepalend zijn voor de oprichting van nieuwe onafhankelijke eisenpakketten voor biobased materialen, waarbinnen door nieuw te definiëren standaards waardevolle vergelijkingen mogelijk worden en de door-ontwikkeling van deze sector kan worden bevorderd.

## 6.2 Conclusie

Uit de enquête onder marktpartijen is naar voren gekomen dat er een aantal hiaten een rol spelen waardoor biobased materialen nog niet veelvuldig worden toegepast of geaccepteerd in de bouwsector. Zo zijn de kwaliteiten van biobased materialen ten overstaan van traditionele materialen niet goed meegenomen in de bouwregelgeving maar zijn er ook garanties nodig dat biobased producten ten opzichte van een lange levensduur geen kwaliteitsverlies op bepalende prestaties leiden. Acceptatie zal door aantoonbaarheid van deze kwaliteiten tot en met certificering moeten groeien.

Samen met marktpartijen en producenten zijn de belangrijkste eisen en prestaties in kaart gebracht om opschaling en acceptatie mogelijk te maken. Indien er hiaten aangewezen worden kan gekeken worden naar het verbeteren van het eigen product, het zoeken van een gerichte samenwerking tot elementniveau, het aanpassen naar een andere specifiekere toepassing of het beïnvloeden van eisen of wensen voortkomend uit het gebruik van traditionele materialen.

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat er veel eisen en prestaties in *uitvoering* en *gebruik* aanwezig zijn voor traditionele materialen. Voor *beheer en behoud* (gelden de prestaties van een materiaal over een bepaalde levensduur nog steeds) zijn daarentegen weinig eisen gevonden. Gevonden eisen en prestaties hebben betrekking op traditionele materialen of toepassingen en kunnen in veel gevallen alleen onvoldoende vertaald worden naar biobased materialen of toepassingen.

### 6.3 Aanbevelingen

Veel kwaliteiten en meerwaarden, waar biobased materialen doorgaans structurele bijdrage aan leveren, dienen versterkt in de actuele bouwregelgeving te worden opgenomen. Prestaties zoals emissie- of afvalreductie, CO<sub>2</sub>-opslag of toxiciteit zijn nog niet toereikend vertaald in concrete eisen of uitvragen. Hierdoor kunnen ze door biobased producenten t.o.v. de doorgaans slechter presterende huidige materialen onvoldoende tot economisch voordeel worden omgezet.

De doorgaans kleinschalige bedrijfsstructuur van biobased materialen dient ondersteund te worden bij kostbare onderbouwing van hun prestaties. Op weg naar grootschaligere productie dient een laagdrempelig instrument te worden gevonden, dat voor de markt inzicht geeft in de kwalitatieve prestaties en meerwaarden van biobased materialen, zodat bij gebruik ervan risico's verlaagd en garanties verhoogd kunnen worden.

Voor de vele individuele Normpakketten van traditionele materialen dienen tegenhangers te worden geformuleerd voor de verschillende soorten biobased materialen. Op voorbeeld van houtachtige producten zouden eveneens voor plantaardige, dierlijke en klei- en leemachtige materiaalgroepen onafhankelijke Normpakketten worden ontwikkeld. Door het creëren van een gelijk speelveld kunnen binnen bepaalde minimumeisen individuele prestaties van vergelijkbare producten beter vergeleken en concurrentie ondersteund worden.

De veranderde uitstraling, consequenties voor het binnenklimaat en omgang met onderhoud en levensduur van biobased producten dienen sterker met de markt gecommuniceerd te worden. Voor kleur, afwerking, bouwfysische eigenschappen en veroudering van materialen zijn weinig eisen vastgelegd, keuzes van marktpartijen zijn echter wel gebaseerd op gewenning en tradities van huidige gebruikelijke materialen. Biobased materialen kunnen daarbij aanzienlijk van afwijken - ze zien er uitgesproken uit, zijn gebaat bij andere installatiesystemen en vragen een aangepaste omgang in onderhoud. Om uiteindelijke acceptatie te versterken dienen de consequenties van biobased t.o.v. huidig materialen in het gebruik inzichtelijk worden gemaakt.

## 7 Ondertekening

Delft, 15 december 2022

TNO

Ir. Ing. M. Steins  
Research Manager

Ing. E.M.R. Henquet  
Auteur

## 8 Bijlagen

### 8.1 Bijlage 1: Resultaten publieksenquête

Onderdeel van het programma “The Exploded View als Fieldlab voor emissieloos bouwen” is een enquête onder bezoekers van en geïnteresseerden in The Exploded View afgenomen.

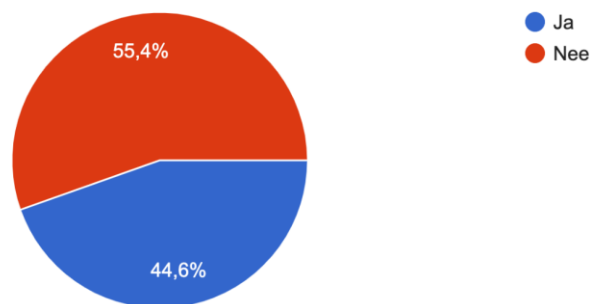
De enquête is afgenomen tijdens Dutch Design Week 2021, 16 t/m 21 oktober 2021.

Hieronder worden de resultaten van de enquête weergegeven.

#### 8.1.1 *Bent u werkzaam in de wereld van architectuur, bouw, constructie of design?*

Bent u actief in de bouw, architectuur, constructie of design?

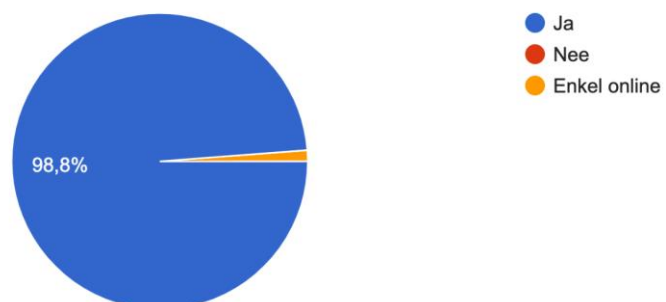
83 antwoorden



#### 8.1.2 *Heeft u The Exploded View (Beyond Building, Materials & Methods) bezocht?*

Heeft u The Exploded View bezocht?

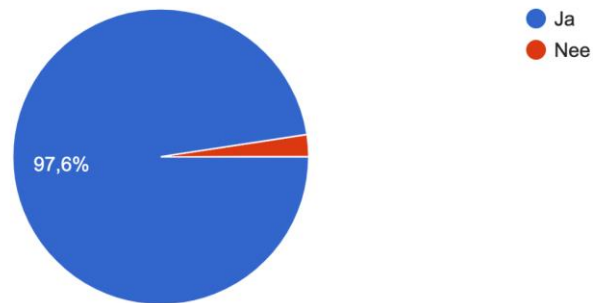
83 antwoorden



### 8.1.3 Zou u in een woning van biobased materialen willen wonen?

Zou u in een woning van biobased materialen willen wonen?

83 antwoorden

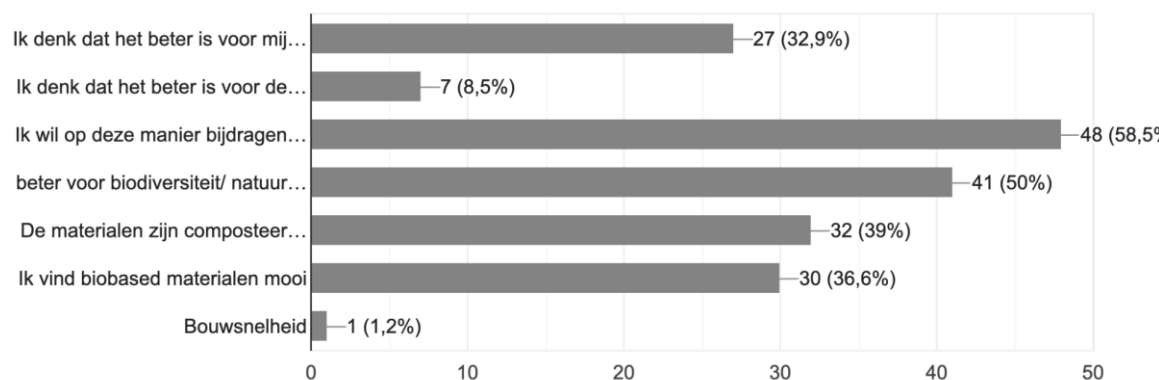


### 8.1.4 Wat is je voornaamste reden (max 2) om wel in een huis van biobased materialen te willen wonen?

- Beter voor gezondheid bewoners.
- Beter voor gezondheid bouwers.
- Minder CO2 uitstoot, of zelfs meer CO2 opslag.
- Beter voor biodiversiteit / natuur / dieren.
- De materialen zijn composteerbaar / kunnen terug de natuur in.
- Ik vind biobased materialen mooi.
- Anders namelijk: \_\_\_\_\_

Zo ja, wat is hiervoor uw voornaamste reden?

82 antwoorden

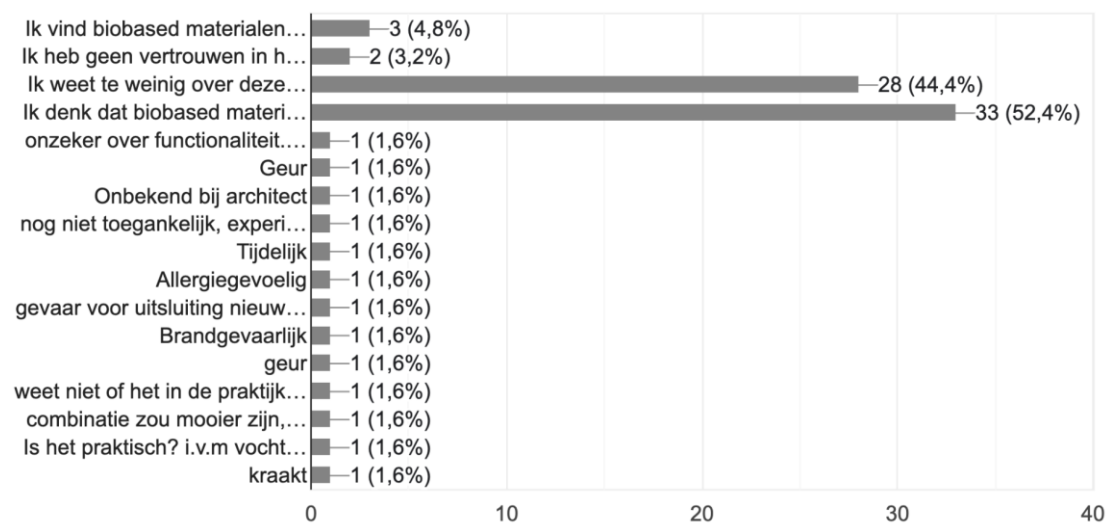


8.1.5 *Wat is je voornaamste reden (max 2) om niet in een huis van biobased materialen te willen wonen?*

- Ik vind biobased materialen niet mooi.
- Ik heb geen vertrouwen in het materiaal.
- Ik weet te weinig over deze materialen.
- Ik vind deze materialen te duur.
- Anders, namelijk: \_\_\_\_\_

Zo nee, wat is hiervoor uw voornaamste reden?

63 antwoorden



de mensen die anders hebben geantwoord, hebben onderstaande redenen op gegeven:

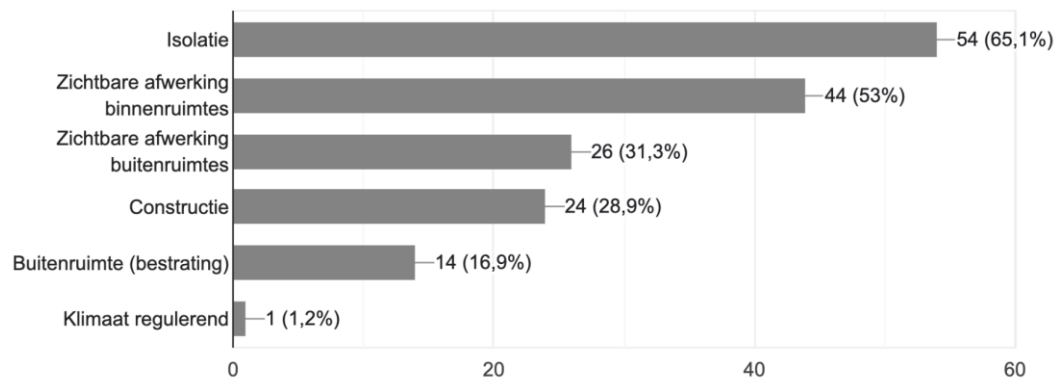
- Tijdelijk
- Onzeker over functionaliteit. Sommige plafonds lijken veel stof te kunnen vangen
- Gevaar voor uitsluiting nieuwe producers
- Is het praktisch? i.v.m vochtopname
- Geur (2x)
- Brandgevaarlijk
- Nog niet toegankelijk, experimentele fase
- Onbekend bij architect
- Allergiegevoelig
- Combinatie zou mooier zijn, geur
- Weet niet of het in de praktijk werkt
- Kraakt

### 8.1.6 Welke toepassing van biobased materialen spreekt u het meeste aan?

- Als isolatie in de wanden, dak of vloer
- Als zichtbare afwerking van binnenruimtes (wanden, vloeren en plafonds)
- Als zichtbare afwerking van buitenkant (muren en daken)
- In de constructie
- In de buitenruimte (bestrating, buiten meubilair etc)
- Anders, namelijk: \_\_\_\_\_

#### Welke toepassing van biobased materialen spreekt u het meeste aan?

83 antwoorden



### 8.1.7 We zitten in een woningcrisis. Er moeten in 2030 zo'n 900.000 woningen zijn bijgebouwd. Hoe ziet u de rol van biobased bouwen hierin?

75 antwoorden

groot

belangrijk, grote factor in vermindering CO2 uitstoot

mits circulair en met een lange levensduur, positief voor deel van de productie

Duurzaam bouwen met hernieuwbare materialen. Minder snel schaarste

Ik wil dat die groot is

groot! huizen bouwen, groeien, weinig impact op materiaalverbruik.

mooie propositie, de juiste locatie vinden is grotere uitdaging

bang dat het de bouw vertraagt

minder co2 uitstoot

meer natuur betrekken bij het bouwen van huizen



ik hoop dat met deze huizen de natuur minder beschadigd wordt maar er geen woningtekort blijft

geweldig, schaarste traditioneel bouw materiaal, kans op doorbraak. Go for it!

Vooraf deelnemen!

Prefab

zoveel mogelijk toepassen

Doen

biobased + Circulair materiaal heel belangrijk!

different materials, can have more of them

Alle beetjes helpen

Woningen zijn te duur voor starters

heel toepasbaar! kosten?

Belangrijk

grootschalig, Massa

goed om klimaattransitie te ondersteunen

materialen zijn composteerbaar, kunnen weer terug de natuur in. Duurzaam bouwen

vervanging beton is heel belangrijk.

producten nodig die op grote schaal geproduceerd kunnen worden

Enigszins een niche, maar zeker een toekomst bij upscalen

De enige weg en hergebruik

van houtconstructie groot, maar verder...

Kleiner wonen, meer biobased!

onderdeel van de oplossing

de keten moet worden verbeterd, van onderwijs, architectuur, opdrachtgever tot de bouwers

zelfbouw? waterwoningen?

grote bijdrage, ook op innovatieve manier in de constructie

Als materialen goedkoper worden een hele grote kans

Gaaf, echt doen!

kan zeker een grote rol spelen

co2 uitstoot verminderen. door grote projecten daalt de prijs  
Groot  
heel belangrijk  
Hoognodig. Op de oude manier bouwen kunnen we niet volhouden  
Experimentele bouw met materialen op grote schaal  
Cruciaal  
ik vind het prachtig maar ben bang dat de focus ligt op snel en goedkoop  
bouwen  
100% op inzetten  
Als we productie opschalen kan het een rol spelen als bouwproduct  
groeien op betaalbare manier  
groot deel biobased  
dat je sustainable kan wonen en bouwen omdat dat beter is voor de wereld  
vervangen van traditionele bouwmaterialen  
Natuurlijk uiterlijk van steden  
meer toepassen!  
groot, mits voldoende financiering en sturing vanuit de overheid met subsidies  
en belasting op lineaire productie afval  
De toepassing is geweldig, maar moeilijk voor te stellen in hoogbouw  
vol inzetten op houtbouw, overheid moet investeren op prefab  
Als alles wordt geïsoleerd met biobased materialen is dat beter voor het milieu  
zou super zijn!  
zorgvuldige omgang met onze wereld  
Hoop het  
zal kleine rol spelen  
Goed voor het klimaat  
positief, zal meer aandacht mogen hebben  
uitdaging om het zo snel mogelijk commercieel te krijgen  
Deel van de oplossing  
groot, omdat co2 uitstoot hiermee wordt beperkt tijdens de bouw  
industrie moet mee

Ik hoop dat de rol groot is, maar ben bang dat ontwikkeling te langzaam gaat voor 2030

Hergebruik van materialen na sloop

Nu mee beginnen!

mooie mogelijkheid om duurzaam te bouwen

speelsheid leuk, positief

Grote, unieke kans

ik hoop een grote rol, maar beginsubsidies en opschalen is de sleutel

## 8.2 Bijlage 2: Vragen aan marktpartijen - samenvatting

- Hebben jullie ervaringen, en zo ja, wat zijn jullie ervaringen met Biobased en duurzaam bouwen?
  - Over het algemeen genomen hebben de respondenten niet veel ervaring met duurzaam bouwen, hoewel er al wel veel met hout wordt gedaan. Op dit moment zijn de meeste partijen bezig hierin stappen te zetten maar de markt is stug en beweegt traag mee.
- **Hoeveel vraag** krijgen jullie voor biobased bouw? En hoeveel daarvan wordt ook daadwerkelijk **uitgevoerd**? Zit daar een discrepantie in, waarom?
  - Men merkt dat er nog weinig vraag naar is en promoot zelf de duurzame alternatieven bij hun klandizie. Wat hiervan vervolgens daadwerkelijk wordt uitgevoerd is ook wisselend. Bij de ene wordt elk project waarbij interesse is in biobased ook op die manier uitgevoerd doordat er veel draagvlak is bij de klant. Bij anderen gaat slechts 5% door omdat het in het traject stukloopt op prijs.
- Waar komt de interesse in biobased bouwen binnen jullie organisatie vandaan? Onder te verdelen in
  - Bijna elke partij heeft een intrinsieke idealistische motivatie om zich bezig te houden met circulair en biobased bouwen. Bij de overheidsinstellingen speelt daarnaast nog een groter publiek belang.
- In welke **toepassing** van Biobased materialen is uw organisatie het meest geïnteresseerd?
  - De interesse is uiteenlopend, wel wordt hier vaak vermeld dat voor de bouwpartijen isolatie op dit moment het belangrijkste is. Het is het beste toepasbaar in de conventionele manier van bouwen en kan ook in renovatie worden toegepast. Daarnaast worden plaatmateriaal en balkhout het meeste genoemd.
- Welke **kansen** ziet uw organisatie als het gaat over bouwen met biobased producten?
  - Standaardisering van de kwaliteit van producten (vervuiling, verwerkbaarheid)
  - Er zijn nu veel partijen die iets vergelijkbaars doen, maar er vind weinig uitwisseling plaats, dat is zonde van de kennis. De overheid zou hier een rol in kunnen spelen.

- Bij de consument/eindgebruiker is het besef dat deze transitie nodig is er niet altijd. Draagvlak creëren is belangrijk.
  - Er zijn garanties nodig dat de producten goed blijven. ISO-waardes en andere certificering zijn belangrijk. Anders kan het materiaal niet goed worden meegenomen in de berekeningen. (veel gehoord)
  - De kwaliteiten van biobased materialen die conventionele materialen niet hebben worden nu niet meegenomen in regelgeving. Maar men zou dus kunnen besparen op installaties.
  - Biobased bouw in combinatie met modulair bouw zou de woningbouw kunnen versnellen en als de levensloopkosten lager zijn kan bouwen goedkoper en sneller.
  - Er moet goed worden nagedacht over de total cost of ownership. Een FSC certificering (bijvoorbeeld) zegt daar niet alles over. De uitstoot moet aantoonbaar minder zijn dan traditionele materialen. We moeten ervoor waken dat producten worden ge'greenwashed'.
- Op dit moment zijn nog veel materialen in ontwikkeling. Waar ligt voor uw organisatie de **behoefte** wat betreft biobased materialen? Denk hierbij aan fysieke eigenschappen, of juist vervanging van traditionele materialen. Waar liggen de kansen voor productontwikkelaars?
    - Gevelmaterialen en vervanging van beton. Daarnaast zijn natte ruimtes lastig. Het gaat hierin dus vooral over vervanging van traditionele materialen. Liefst uit Nederland, omdat het vershippen van materialen over grote afstanden de positieve milieueffecten tenietdoet.
    - De bouwmethode is op dit moment ook traditioneel. Er moet naar de methodiek gekeken worden hoe dat efficiënter en beter kan.
  - Wat zijn volgens u de **hiaten**, als het gaat over het toepassen van biobased bouw?
    - De garanties dat een product lang genoeg goed blijft is hierin het vaakst genoemd. Veel materialen hebben die garanties en classificaties nog niet.
    - Onwetendheid in de markt over deze producten.
    - Daarnaast speelt er het idee dat de kosten per definitie hoger zijn.
  - We zitten in een **woningcrisis**. Er moeten in 2030 zo'n 900.000 woningen zijn bijgebouwd. Hoe zien jullie de **rol van biobased bouwen** hierin?
    - Voor de woningcrisis is vooral snelle bouw nodig. Biobased materialen hebben het grote voordeel dat ze vaak licht zijn. In prefab bouw hebben biobased materialen meer kansen omdat men anders gaat kijken naar vervoer en gewicht van beton en hoe dat efficiënter kan.
  - Wat is er volgens jullie nodig om **biobased bouw op grote schaal** toe te passen?
    - Hierin wordt het meest benoemd dat de wetgeving moet worden aangepast. En er mogelijk zelfs een quotum moet komen op ecologische bouw. Er moet een omslag in het denken plaatsvinden.
    - Fabrieken om de schaal te kunnen vergroten. Of grond/ruimte om de grondstoffen te kunnen laten groeien.
    - Daarnaast moet er worden gezorgd dat de producten worden geaccepteerd. Beschikbaarheid moet groter en ook de aantoonbare kwaliteiten en certificering.

### 8.3 Bijlage 3: Relatie van toepassingseisen en productprestaties in de praktijk breakoutsessie TNO

#### › **GEbruIK VAN BIOBASED PRODUCTEN** TOEPASSINGS-EISEN <> PRODUCT-PRESTATIES

› Wat zijn technische redenen dat biobased producten onvoldoende vaak gebruikt worden?

› **Uitvoering** –  
voldoet niet aan efficiëntie en  
risicobeheersing in de verwerking



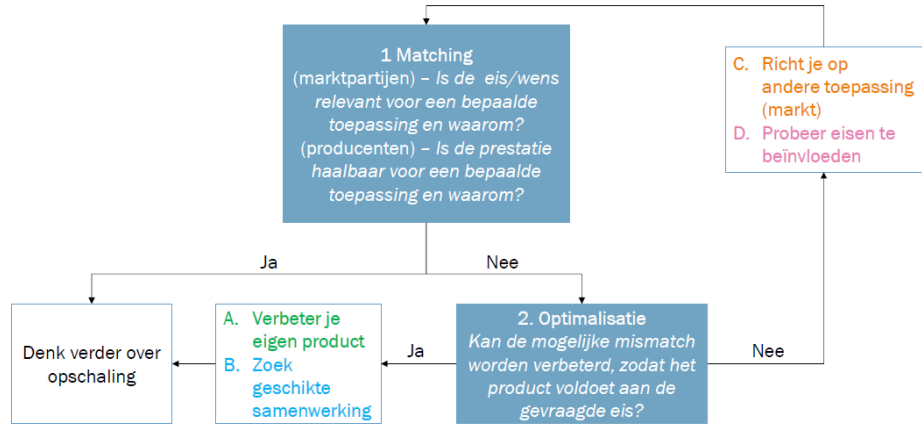
› **Gebruik** –  
voldoet niet aan het comfort en eisen vanuit  
de gebruiker en het bouwbesluit



› **Levensduur** –  
voldoet niet aan de wensen van  
kwaliteitsbehoud op de lange termijn



### FLOWCHART PER TOEPASSING

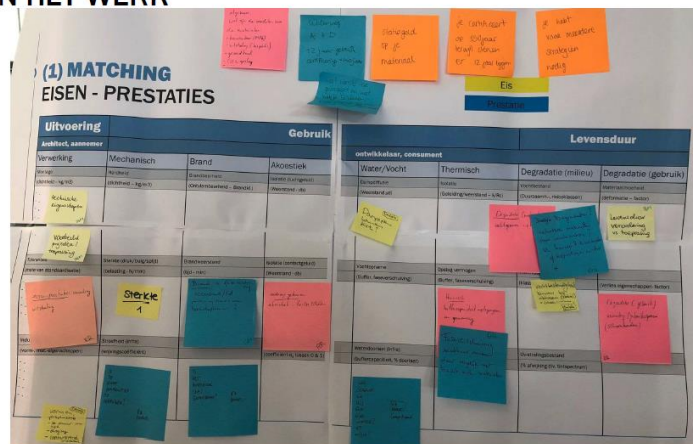


### RELATIE EISEN - PRESTATIES VOORZET

Eis  
Prestatie

Uitvoering	Gebruik					Levensduur	
	Architect, aannemer	ontwikkelaar, consument					
Verwerking	Mechanisch	Brand	Akoestiek	Water/Vocht	Thermisch	Degradatie (milieu)	Degradatie (gebruik)
(De-) Montage (dichtheid - kg/m <sup>3</sup> )	Hardheid (dichtheid - kg/m <sup>3</sup> )	Brandbaarheid (Ontvlambaarheid - Brandkl.)	Isolatie (lucht/geluid) (Weerstand - db)	Dampdiffusie (Weerstand µd)	Isolatie (Geleiding/weerstand - λ/Rc)	Vochtbestand (Duurzameh., risicoklassen)	Materiaalmoetheid (deformatie - factor)
- Te poreus, niet hard genoeg voor verwerking - Te instabiel, niet elastisch genoeg, breekt snel	- Te zacht, krasbestendig, gevoelig voor slijtage, deuken	- Te licht ontvlambaar materiaal	- Te laag licht isolerend vermogen - Te hard, zwaar of niet stijf genoeg	- Te poreus en dampdoorlatend	- Te lage warmte weerstand - Te hoge thermische geleidbaarheid - Te veel koppelingen	- Te dampopen resulteert in schimmelvorming - Te veel bouwdeel-koppelingen	- Te zacht tegen slijtage
Toleranties (mate van standaardisatie)	Sterkte (druk/buig/splijt) (belasting - N/mm)	Brandweerstand (tijd - min)	Isolatie (contactgeluid) (Weerstand - db)	Vochtopname (Buffer, faseverschuiving)	Opslag vermogen (Buffer, faseverschuiving)	Thermische cycli (Klassen nav aantal jaren)	(Verlies eigenschappen- factor)
- Te veel, hoge maatafwijkingen bij productie - Niet standaard productiefmetingen	- Te instabiel, niet elastisch genoeg, te snel brekend - Te zacht om breuk bij trek te voorkomen	- Te weinig weerstand tegen uitbreiding brand - Te snel doorgebrand materiaal	- Te hard, zwaar, stijf om contactgeluid te voorkomen - Bevestiging zorgt voor contactgeluid-overdracht	- Te poreus, inhomogeen voor voldoende waterafstoting - Te gesloten structuur om vocht op te slaan	- Te licht om energie op te slaan	- Te snelle vervorming (zweel/krimp) bij warmte/koude	- Te snel verlies thermische eigenschappen - Verlies esthetische eigenschappen
Industrialisatie (vorm-, mat-eigenschappen)	Stroefheid (infra) (wrijvingscoëfficiënt)		Absorptie (coëfficiënt α, tussen 0 & 1)	Waterdoorlaat (infra) (buffercapaciteit, % doorlaat)		Uv-stralingsbestand (% afwijking div. tintespectrum)	
- Te complexe vormeigenschappen irt machinale verwerking	- Te glad, te dicht, te moeilijk bewerkbaar materiaal		- Te hard om geluid te dempen	- Te veel/weinig wateropname		- Te gevoelig voor verkleuring	

### IN HET WERK



## (1) MATCHING UITKOMSTEN

Eis  
Prestatie

Uitvoering		Gebruik					Levensduur	
Architect, aannemer		ontwikkelaar, consument						
Verwerking	Mechanisch	Brand	Akoestiek	Water/Vocht	Thermisch	Degradatie (milieu)	Degradatie (gebruik)	
Montage <small>(dichtheid - kg/m3)</small>	Hardheid <small>(dichtheid - kg/m3)</small>	Brandbaarheid <small>(Ontvlambaarheid - Brandkl.)</small>	Isolatie (luchtgeluid) <small>(Weerstand - db)</small>	Dampdiffusie <small>(Weerstand µd)</small>	Isolatie <small>(Geleiding/weerstand - λ/Rc)</small>	Vochtbestand <small>(Duurzaamh., risicoklassen)</small>	Materiaalmoelheid <small>(deformatie - factor)</small>	
- Technische eigenschappen(S&M) - Voorbeeldprojecten/toepassing(S&M) - . - . - .				- Dampopen bouwen test (omlab)		- vocht-opname lit vervuiling (RR) - Degradatie? Verbeteren materialen door combinaties? Vb hennep en lisdodde of koffie-vliesjes en stro (Exie)	- Levensduur veroudering vs toepassing (S&M)	
Toleranties <small>(mate van standaardisatie)</small>	Sterkte (druk/buig/spijl) <small>(belasting - N/mm)</small>	Brandweerstand <small>(tijd - min)</small>	Isolatie (contactgeluid) <small>(Weerstand - db)</small>	Vocht-opname <small>(Buffer, faseverschuiving)</small>	Opslag vermogen <small>(Buffer, faseverschuiving)</small>	Thermische cycli <small>(klassen nav aantal jaren)</small>	(Verlies eigenschappen- factor)	
- Eisen-prestaties; verwerking (RR) - Uitstraling (RR) - . - . - .	- Sterkte (waterweg)	- Brand + faseverschuiving - weerstand/tijd meten op basis vast totaalopbouw? (Exie)	- Onderwijs gebouwen ; akoestiek ; frisse scholen (RR)		- Thermisch : buffercapaciteit > tegengaan van opwarming (RR) - Faseverschuiving meetbaar maken door vergelijk met traditionele materialen(exie)	- Vochtbestendigheid binnen bij - blussen (staal) - schoonmaken (omlab)	- Degradatie (gebruik) vervuiling/ gebruikssporen (schoonhouden) (RR)	
Industrialisatie <small>(vorm, mat-eigenschappen)</small>	Stroefheid (infra) <small>(wrijvingcoëfficiënt)</small>		Absorptie <small>(coëfficiënt α, tussen 0 &amp; 1)</small>	Waterdoolaat (infra) <small>(buffercapaciteit, % doorlaat)</small>		Uv-stralingsbestand <small>(% afwijking div tintpectrum)</small>		
- Vorm en productie (omlab) - te duur ivm tijd - droging - concurrerend materiaal	- Is de plaat constructief te gebruiken? Rik makes	- Is het materiaal snel brandbaar? (Rik makes)		- Wat gebeurt er bij een glas water? Of wijn? Compostboard (rik makes)				

## (2) OPTIMALISATIE VOORBEELDEN

- A. Verbeter je eigen product
- B. Zoek geschikte samenwerking
- C. Richt je op andere, specifiekere toepassing (markt)
- D. Probeer eisen/wensen te beïnvloeden

Uitvoering		Gebruik					Levensduur	
Architect, aannemer		ontwikkelaar, consument						
Verwerking	Mechanisch	Brand	Akoestiek	Water/Vocht	Thermisch	Degradatie (milieu)	Degradatie (gebruik)	
Montage <small>(dichtheid - kg/m3)</small>	Hardheid <small>(dichtheid - kg/m3)</small>	Brandbaarheid <small>(Ontvlambaarheid - Brandkl.)</small>	Isolatie (luchtgeluid) <small>(Weerstand - db)</small>	Dampdiffusie <small>(Weerstand µd)</small>	Isolatie <small>(Geleiding/weerstand - λ/Rc)</small>	Vochtbestand <small>(Duurzaamh., risicoklassen)</small>	Materiaalmoelheid <small>(deformatie - factor)</small>	
		Samenwerking met wandleveren-bouwer of isolatiemateriaal						Je certificeert op 100 jaar terwijl stenen er 12 jaar liggen (waterweg)
Toleranties <small>(mate van standaardisatie)</small>	Sterkte (druk) <small>(belasting - N/mm)</small>	Brandweerstand <small>(tijd - min)</small>	Isolatie (contactgeluid) <small>(Weerstand - db)</small>	Vocht-opname <small>(Buffer, faseverschuiving)</small>	Opslag vermogen <small>(Buffer, faseverschuiving)</small>	Thermische cycli <small>(klassen nav aantal jaren)</small>	(Verlies eigenschappen- factor)	
	Zachtere platen optimaliseren voor Li-bouw	Combineren met duurzame brandvertragende		Integratie beschermende afwerklaag	Binnen regelgeving tussen materiaal- en energieauregelen			
Industrialisatie <small>(vorm, mat-eigenschappen)</small>	Stroefheid (in) <small>(wrijvingcoëfficiënt)</small>		Absorptie <small>(coëfficiënt α, tussen 0 &amp; 1)</small>	Waterdoolaat (infra) <small>(buffercapaciteit, % doorlaat)</small>		Uv-stralingsbestand <small>(% afwijking div tintpectrum)</small>	Stabiel op je materiaal (waterweg)	
	Optimalisatie vormeigenschappen verwerking tov efficiënte productie	Wat wordt er gevraagd en wat heb je te bieden. Waar vergelijk je het mee? Toch weer vragen naar 'traditioneel'						
	Wat zijn de voordelen van de materialen: - biomixbouw (MPG), -uitstraling (biophilic), -gezondheid, -CO2 opslag (RR)							

## CONCLUSIE MATCHING

- › Voor marktpartijen (architecten) roepen prestaties voor uitvoering en levensduur de meeste vragen op
  - › Verwerkbaarheid, uitstraling en behoud van prestaties ivm levensduur
- › Veel onduidelijkheden voor gebruikseisen liggen bij elementgerichte proposities
  - › De keuze voor installaties beïnvloeden prestaties van dampopen tov dampdichte bouw
  - › De algehele wandopbouw bepaald brandwerende - en akoestische eigenschappen
- › De consument vraagt naar praktische eigenschappen in gebruik en de consequenties ervan op de lange termijn
  - › Aantasting materiaal door water of vocht
  - › Brandbaarheid van het materiaal
  - › Sterkte-eigenschappen op termijn
- › De veranderde uitstraling van producten en het onderhoud ervan dient sterker met de markt gecommuniceerd te worden
  - › Kleur, structuur, montage en afwerking zijn anders dan bij huidige producten
  - › Veroudering van producten vraagt andere onderhoudsmaatregelen

## CONCLUSIE OPTIMALISATIE

- A. Verbeter je eigen product
- B. Zoek geschikte samenwerking
- C. Richt je op andere, specifiekere toepassing (markt)
- D. Probeer eisen/wensen te beïnvloeden

- › A. Verbetering van producten niet alleen technisch maar ook via aangepaste financiële randvoorwaarden zoeken
  - › Statiegeld of terugnamegarantie voor producten organiseren
- › B. Communicatie van prestaties in samenwerking met geschikte partners van materiaal- naar elementniveau verschuiven
  - › Werk voor bv dampopen constructies onderbouwen aan de hand van een geïntegreerd totaalconcept inclusief installaties
- › C. Differentiatie van productontwikkeling in relatie tot specifieke toepassingseigenschappen
  - › Afwerkingsplaten zonder verstijvende of stabiliserende werking niet voor industriële wandelementen (bv dakdozen) toepassen.
  - › Water afwijzende eigenschappen bij binnenwandafwerkingen zijn met name op plintniveau gevraagd
  - › Grastegel vragen andere eigenschappen dan straattegels
- › D. Versterking relatie certificering met de praktijk en minder met eigenschappen van traditionele materialen
  - › Certificering obv verwachte levensduur sluit bv niet aan bij de praktijk – terwijl straatstenen voor 100 jaar worden gecertificeerd zijn ze in de praktijk meestal maar 15 jaar in gebruik.
  - › De hardheid van materiaal is in veel toepassingen van ondergeschikt belang