

Factsheet biobased en circulaire isolatiematerialen

Projectrapportage



**Seleen Suidman – Head of
Operations**
s.suidman@spaakcs.nl

Dan Mulder – Consultant
d.mulder@spaakcs.nl

31 maart 2023
www.spaakcs.nl

Samenvatting

De gemeente Amsterdam staat voor een enorme renovatie- en isolatieopgave, wat werkbaar wordt gemaakt in het zogeheten isolatieoffensief. Om te zorgen dat het isoleren van de gemeente gepaard gaat met haar circulariteitsdoelstellingen is het noodzakelijk om de relevante partijen, zoals VVE's en woningcorporaties, te voorzien van bruikbare data zodat die geïnformeerde keuzes kunnen maken bij het isoleren van de woningen en gebouwen.

In opdracht van de gemeente Amsterdam heeft Spaak acht veelbelovende circulaire isolatiematerialen – cellulose, gras, hennep, houtvezel, katoen, riet, stro en vlas – onderzocht op betaalbaarheid, beschikbaarheid en producteigenschappen. Het onderzoek is uitgevoerd door middel van het interviewen van 17 marktpartijen die biobased/circulair isolatiemateriaal produceren en/of ontwikkelen. Daarnaast is er een literatuurstudie uitgevoerd en zijn er databases geraadpleegd om de factsheet te produceren. De resultaten zijn weergegeven in factsheets per gebouwelement – dak, gevel en vloer – en toegepast op casussen van bestaande utiliteitsbouw en gemiddelde (Amsterdamse) woningen.

Door de feiten op een rij te zetten, hebben we aangetoond dat er geen excuses meer zijn om niet circulair te isoleren. De CO₂eq uitstoot en MKI (Milieu Kosten Indicator) van EPS (piepschuim) is, bijvoorbeeld, 4 keer zo hoog als van het gebruik van vlas als isolatiemateriaal. Daarnaast zijn

biobased materialen gezonder om mee te werken, houden ze beter de warmte buiten in de zomer en binnen in de winter en zijn ze niet giftig voor mens en dier.

Uit interviews met marktpartijen en experts blijkt dat de marktprijs voor circulaire materialen gemiddeld 11% hoger ligt dan conventioneel, als je echter de milieukosten meeneemt (MKI) daalt het verschil naar 3%. Naar verwachting wordt het verschil steeds kleiner: conventionele materialen worden duurder en milieu-impact gaat een grotere (financiële) rol spelen in de kosten van een isolatiemateriaal. Daarnaast is er voldoende biobased en circulaire isolatiemateriaal beschikbaar om de huidige vraag naar isolatiematerialen aan te kunnen (2,5 miljoen woningen in heel Nederland voor 2030). De isolatiewaarde, brandveiligheid en vochtwerendheid van de circulaire materialen komen overeen met de eigenschappen van conventionele materialen.

Met deze resultaten kunnen VVEs, woningcorporaties, de gemeente, projectmanagers en aannemers een bewuste, meer duurzame keus maken bij het kiezen van isolatiematerialen.

Over dit document

Waar men in aanbestedingen nu vooral criteria stelt op de isolerende waarde van materialen, is het in het kader van CO₂-uitstoot, milieu-impact maar ook wooncomfort en gezondheid belangrijk om verder te kijken dan slechts de besparing van energie tijdens gebruik van het materiaal. De productie, levensduur en verwerking na gebruik hebben een significante impact op het milieu en zijn daarom essentieel om mee te nemen.

Dit document is bedoeld om een helder overzicht te geven van beschikbare circulaire isolatiematerialen en hun eigenschappen. Daarnaast is er ook gekeken naar innovatievere materialen waarvan verwacht wordt dat deze in toekomst beschikbaar zijn. Tot slot wordt er aan de hand van praktijkvoorbeelden inzicht gegeven in de milieukosten van het toepassen van een aantal geselecteerde materialen.

Met dit document hopen wij dat VVEs, woningcorporaties, de gemeente, projectmanagers en aannemers een bewuste, meer duurzame keus kunnen maken bij het kiezen van isolatiematerialen.

Disclaimer

Spaak Circular Solutions B.V. besteedt de grootst mogelijke zorg aan de betrouwbaarheid, volledigheid en actualiteit van de gegevens in haar rapporten. Onjuistheden en onvolledigheden kunnen echter voorkomen. Spaak is niet aansprakelijk voor schade als gevolg van onjuistheden of onvolledigheden in de aangeboden informatie, noch voor schade die het gevolg is van problemen veroorzaakt door, of inherent aan het verspreiden van deze informatie. Tevens aanvaardt Spaak geen aansprakelijkheid voor eventuele schade die geleden wordt als gevolg van het gebruik van gegevens, adviezen of ideeën verstrekt door of namens Spaak.

De resultaten zijn tot stand gekomen door het interviewen van verschillende marktpartijen die biobased/circulair isolatiemateriaal produceren en/of ontwikkelen. Daarnaast is er een literatuurstudie uitgevoerd en zijn er databases geraadpleegd om de factsheet te produceren.

Het document is opgedeeld in drie delen:

- 1. Factsheet**
- 2. Cases**
- 3. Overzicht van de data, de methode en referenties. De referenties naar deze bronnen zijn te vinden aan het eind van het document.**

De gemeente's circulaire visie

Gemeente Amsterdam heeft als doelstelling om in 2050 circulair te zijn. Dit houdt het volgende in:

- **Gesloten kringlopen:** dit betekent dat er geen afval is en dat alles wordt gemaakt en gebruikt met een zo hoogwaardig mogelijke functie.
- **Regeneratief:** dat er niet meer wordt gebruikt dan de aarde kan verwerken of produceren. Hiermee ga je biodiversiteitsverlies, luchtvervuiling en de uitstoot van schadelijke stoffen tegen.
- **Ketenverantwoordelijkheid:** bewustzijn en handelen naar de impact die hier en elders gemaakt wordt, zowel ecologisch als sociaal.

Dit betekent concreet dat gemeente Amsterdam:

- Vanaf 2022 alle nieuwe ontwerpen voor gebiedsontwikkelingen, transformatie en openbare ruimte gebaseerd is op **circulaire criteria**. En dat 10% circulair ingekocht is (intern).
- Vanaf 2023 **circulaire en maatschappelijke criteria** gebruikt bij het werken aan gebouwen en in openbare ruimte.
- Vanaf 2025 50% van de renovaties en het beheer in Amsterdam uitvoert volgens **circulaire principes**. En dat 50% circulair is ingekocht (intern).
- In 2023 ten minste 50% **minder primaire/virgin grondstoffen** gebruikt.

Deze circulaire criteria zijn in dit onderzoek gebruikt om de selectie te maken van isolatiematerialen.

Circulaire criteria

Gebruik van materialen:

- Die lang meegaan;
- Die de mogelijkheid bieden om wisselende functies toe te kennen;
- Aanpassingen eenvoudiger maken;
- Die zo min mogelijk impact maken op mens en milieu.

Bron: gemeente Amsterdam

Selectie van materialen

Als eerst is er gekeken naar alle beschikbare isolatiematerialen op de Nederlandse markt. Hieruit zijn biobased en circulaire materialen voor woningen geselecteerd. Vervolgens is er aan de hand van een aantal criteria (zie hieronder) bepaald welke als kansrijk worden beoordeeld. In hoofdstuk 3 is meer (technische) informatie te vinden over de criteria. Op pagina 25 staan de materialen die niet door de selectie zijn gekomen en de afwegingen die daartoe hebben geleid. Omdat de huidige beschikbaarheid van conventionele circulaire materialen op dit moment relatief laag is, zijn deze niet meegenomen in de selectie. Cellulosevezel, geproduceerd uit gerecycled papier is het enige geselecteerde circulaire, biobased materiaal. De selectie bestaat slechts uit biobased materialen. In principe zijn de niet geselecteerde materialen goed toe te passen als isolatiemateriaal, maar zijn deze vanwege prijs, afstand tot productielocatie en/of milieu-impact niet meegenomen.

Meer dan 45
verschillende
isolatiematerialen op de
Nederlandse markt

Keuze op basis van:

- Biobased of circulaire herkomst
- Toepasbaar voor woningen
- Afstand tot productielocatie <1000 km van Amsterdam
- Beschikbaarheid >2.000 woningen per jaar
- Milieuimpact onder € 1,5/m² voor een Rc-waarde van 3,5
- Leveringszekerheid
- Marktprijs onder €45/m² voor een Rc-waarde van 3,5

8 materialen als kansrijk beoordeeld

Cellulose
Gras
Hennep
Houtvezel
Katoen
Riet
Stro
Vlas

Marktpartijen

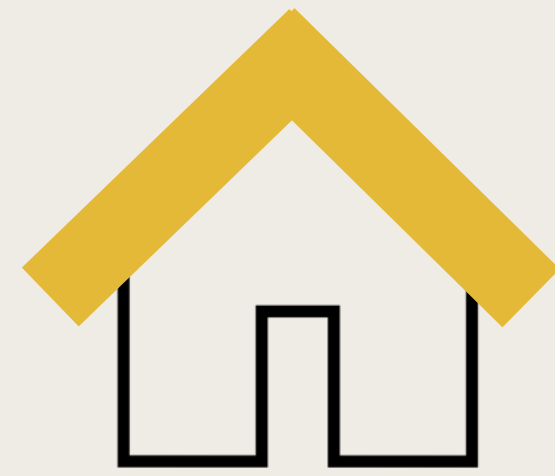
We hebben met de volgende marktpartijen gesproken om meer informatie over de beschikbaarheid, prijs, opschaalbaarheid, gemak van installatie, gezondheid, milieu-impact en andere criteria te achterhalen. De partijen zijn producenten of handelaren in (biobased) isolatiemateriaal.



- Amorim – Producent bouwmaterialen kurk
- Dubomat – Verkoper biobased bouwmaterialen
- Easycell – Verkoper cellulosevezel inblaasisolatie
- EXIE – Producent bouwmaterialen kalk-hennep
- Faay – Producent isolatiematerialen vlas
- Gramitherm – Producent isolatiematerialen gras
- Groene Bouwmaterialen – Verkoper biobased bouwmaterialen
- Groene Bouwsystemen – Verkoper biobased bouwmaterialen
- Gutex – Producent isolatiematerialen houtvezel
- Hempflax – Producent isolatiematerialen hennep
- Hunton – Producent isolatiematerialen houtvezel
- Isofloc – Producent isolatiematerialen cellulose (inblaas)
- Isohemp – Producent isolatiematerialen kalk-hennep
- Isovlas – Producent isolatiematerialen vlas
- Kingspan – Producent isolatiemateriaal EPS
- Newhorizon – Oogst en verkoop van circulaire bouwmaterialen uit sloop en renovatie
- Oldenboom – Verkoper biobased bouwmaterialen

Toepasbaarheid van geselecteerde materialen

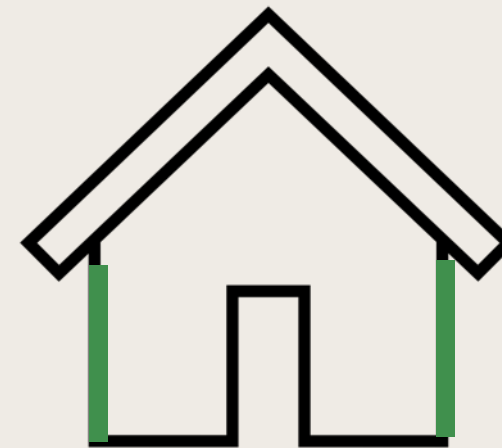
In dit onderzoek wordt niet specifiek naar één woningtype gekeken maar naar gebouwelementen die in allerlei soorten woningen en gebouwen (zowel nieuwbouw als renovatie) relevant zijn.



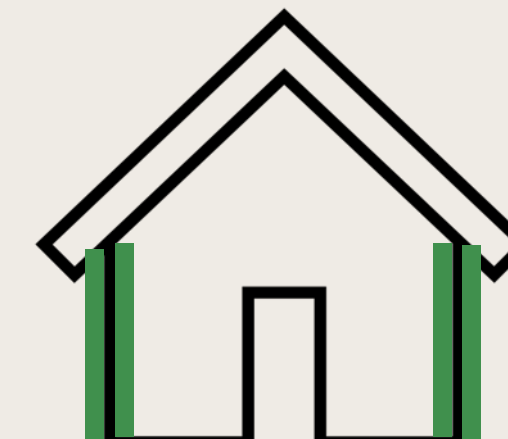
Schuin



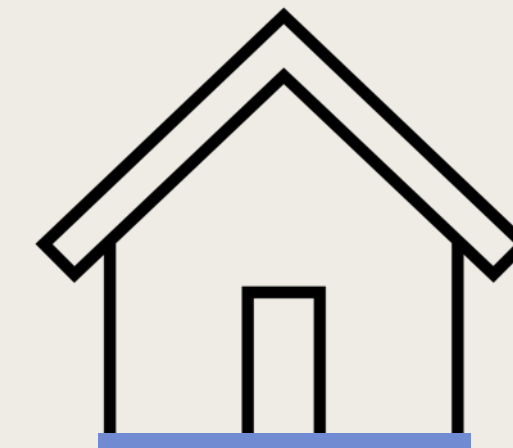
Plat



Spouw



Voorzetwand



Vloer

	Schuin	Plat	Spouw	Voorzetwand	Vloer
Cellulose	Yellow	Yellow	Green	Green	Blue
Gras	Yellow	Yellow	Green	Green	Blue
Hennep	Yellow	White	Green	Green	Blue
Houtvezel	Yellow	Yellow	Green	Green	Blue
Katoen	Yellow	White	Green	Green	Blue
Riet	Yellow	Yellow	Green	Green	White
Vlas	Yellow	Yellow	White	Green	Blue
Stro	Yellow	Yellow	Green	Green	Blue

De materialen die als kansrijk zijn beoordeeld zijn hier weergegeven als ze toepasbaar zijn per woningonderdeel. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen een vloer met of zonder kruipruimte. Alle berekeningen voor vloer zijn gedaan op basis van plaatmateriaal.

Bron: interviews, NIBE (database), deskonderzoek verkopers van isolatiemateriaal

Hoofdstuk 1

Factsheet

Achtergrond

Grootschalig isoleren is nodig om op korte termijn energie te kunnen besparen. Hierbij draagt de gemeente Amsterdam bij aan de inspanningen om de klimaatlimiet van 1,5 °C niet te overschrijden en tegelijk energiearmoede tegen te gaan. Echter, het type materiaal bepaalt in hoeverre er onder de streep echt wordt bespaard. De productie en einde leven toepassing hebben namelijk een grote invloed. Daarnaast zijn er andere belangrijke, maar moeilijker meetbare, eigenschappen toe te schrijven aan isolatiematerialen. Denk hierbij aan effecten op gezondheid, bescherming tegen warmte in de zomer en geluidsdemping. Verder bepaalt het type materiaal ook welke andere industrieën worden gestimuleerd, zoals een agrarische of petrochemische. Hierbij spelen zaken als leveringszekerheid een rol. Waar sommige grondstoffen lokaal geproduceerd kunnen worden, leggen die voor conventionele (minerale en synthetische) isolatiematerialen vaak een lange afstand af. Daarbij zijn deze, vanwege de hoge

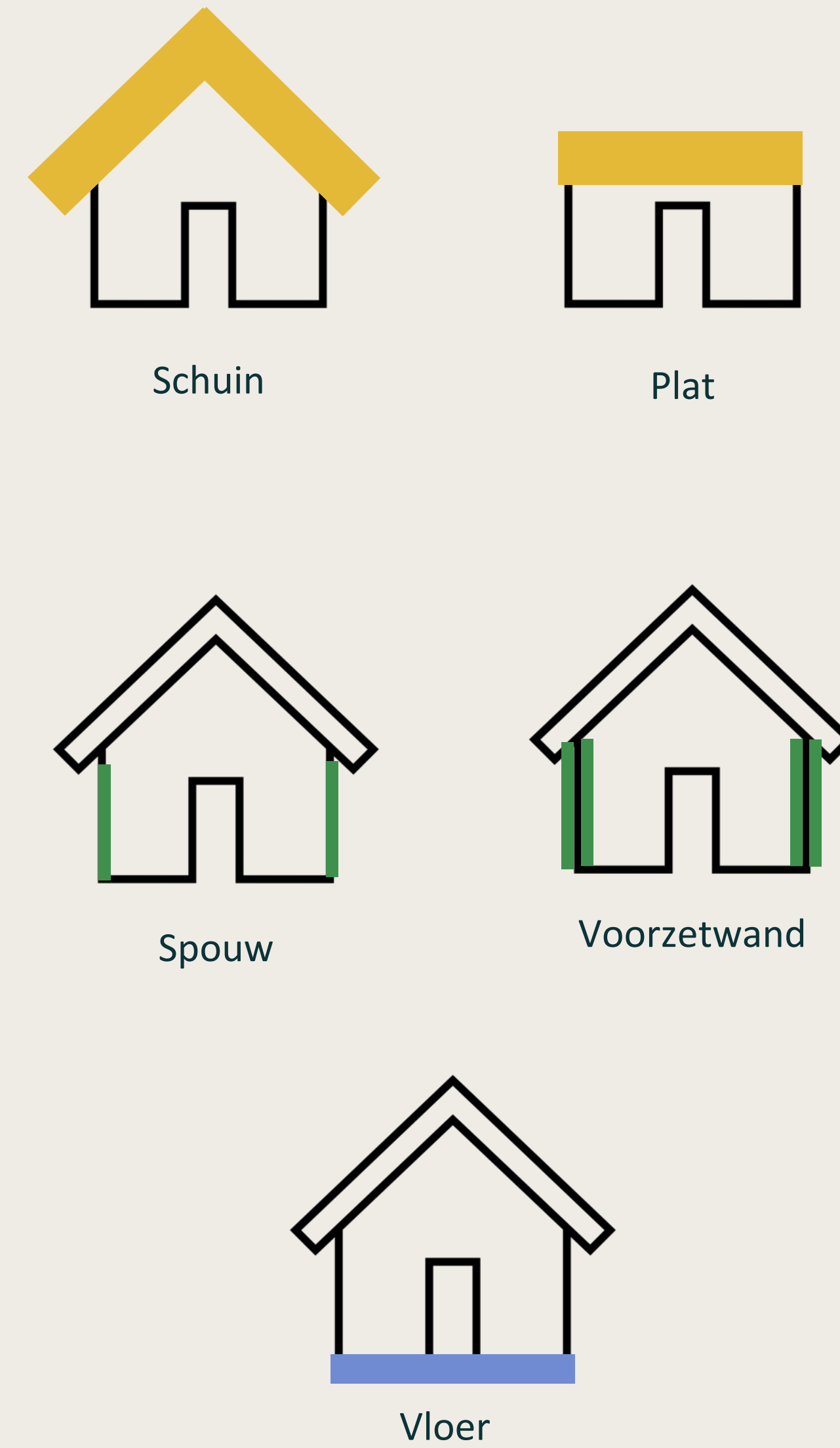
productietemperatuur sterk afhankelijk van energieprijzen, wat zich weer vertaalt in de productprijs. Tot slot is het ook belangrijk om na te denken wat de keuzes van vandaag betekenen voor de mogelijkheden van morgen als het gaat om circulaire toepassingen van de materialen die wij voor een aantal decennia lang in woningen stoppen. Om handvatten te bieden zijn de verschillende eigenschappen van isolatiematerialen en afwegingen die hierbij van belang zijn weergegeven. Oftewel, waar moeten we op letten bij het grootschalig isoleren van Amsterdam? In grote lijnen richt deze factsheet zich op de technische en praktische eigenschappen en de beschikbaarheid van materialen. De cases maken inzichtelijk wat de milieuwinst is van duurzaam isoleren.

Overzicht van de factsheet

Het document gaat in op biobased en circulaire isolatiematerialen voor dak (binnen; schuin, plat), gevel (spouw en voorzetwand) en vloer (kruipruimte of tussenvloer). Specifiek is er onderzocht hoe kansrijk het is om met deze materialen op grote schaal te gaan isoleren, bij renovatie en nieuwbouw. Dit betekent dat er enerzijds is gekeken naar de technische en praktische eigenschappen van de materialen, zoals milieu impact, isolatiewaarde en benodigde kennis voor de installatie ervan, en anderzijds ook naar de beschikbaarheid van de materialen en potentie tot opschaling. Tot slot wordt er per type materiaal relevante informatie verschaft die nuttig is voor het maken van een afgewogen keuze van isolatiematerialen.

De indeling van de factsheet is als volgt:

1. Selectie van materialen.
2. Factsheet en verdieping voor dak, gevel, vloer.
3. Vergelijking: isolatiewaarde, milieukosten, beschikbaarheid.
4. Belangrijke afwegingen bij keuze voor isolatiemateriaal.



Methode: indicatoren

Indicator	Definitie	Eenheid
Isolatiewaarde	De Rc-waarde beschrijft de isolatie waarde van een geheel gebouwonderdeel. De Rd-waarde omschrijft die van een specifiek materiaal. In dit document wordt uitgegaan van de richtlijnen van het RVO voor renovatie: dak = 2,1; gevel = 1,4; vloer = 2,6 (https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatie-eisen-verbouw-renovatie). Daarnaast is er niet gekeken naar de isolatie waarde van niet-isolerende materialen. Om die reden is er gekozen om in de factsheet alleen de Rc-waarde te hanteren en niet de Rd-waarde. In werkelijkheid zal de materiaalbehoefte dus kleiner zijn dan gepresenteerd in de factsheets, omdat de specifieke isolatiewaarde van de niet-isolerende materialen moet worden meegenomen.	$R_c = d / \lambda$; m ² K/W
Dikte	Vertegenwoordigt de dikte van het isolatiemateriaal. De dikte omschrijft de benodigde materiaalbehoefte om de respectievelijke Rc-waarde van het gebouwonderdeel te bereiken – op de markt beschikbare materialen kunnen afwijken van deze dikte.	m
CO ₂ -eq uitstoot	Op basis van LCA Scope 3 emissie : <ul style="list-style-type: none"> • Productiefase • Bouwfase • Gebruiksfase • Sloop- en verwerkingsfase • Hergebruik, terugwinning en recycling 	kg CO ₂ -eq
MKI	Milieu-impact van een product uitdrukt in euro's volgens standaard methodiek. Op basis van 11 standaard categorieën.	EUR/m ²
Levensduur	De verwachte gebruiksduur van een materiaal over de gehele levenscyclus.	Jaar
Herbruikbaarheid	Materiaal is inzetbaar voor toepassing die gelijkwaardig is aan isolatietoepassing/ Materiaal is inzetbaar voor andere toepassing die laagwaardiger is dan isolatiemateriaal/ Materiaal is enkel volledig te recyclen/ Materiaal is niet te recyclen	(%)

De data is afkomstig uit de interviews met de marktpartijen en het NIBE (database). De Rc waardes zijn afkomstig van Voor gras, riet en stro is er nog geen MKI data beschikbaar, voor hennep is verwacht dat deze in 2023 beschikbaar komt. Daarom zijn alleen cellulose, houtvezel en vlaswol meegenomen in de MKI berekeningen. Hennep zal op korte termijn beschikbaar zijn in de NIBE database maar was ten tijde van deze rapportage niet beschikbaar.

Factsheet: schuin dak

Rc-waarde: 2,1 m²K/W

Voor CO₂-uitstoot en MKI is aangegeven welk materiaal het beste en slechtste scoort per criteria in groen en rood respectievelijk.



Schuin

	Toepassing	Materiaal	Dikte (mm)	CO ₂ -eq uitstoot (kg/m ²)	MKI (€/m ²)	Levensduur (jaar)
Biobased/circulair	Hellend dak	Cellulose; ingeblazen	82	3,9	€ 0,54	50
		Isolatiemateriaal van gerecyclede kleding	84	3,0	€ 0,57	75
		Vlasplaten	74	2,0	€ 0,12	75
	Na isolatie hellend dak vanaf binnenzijde (koud dak)	Celluloseplaten	82	3,9	€ 0,53	50
		Vlasplaten	74	1,9	€ 0,12	75
	Na isolatie hellend dak vanaf buitenzijde (warm dak)	Vlasplaten	74	1,9	€ 0,12	75
Conventioneel	Hellend dak	EPS platen	74	7,8	€ 0,58	75
		Glaswol platen	70	6,1	€ 0,72	75
		PUR/PIR	66	13,1	€ 1,09	75

Factsheet: plat dak

Rc-waarde: 2,1 m²K/W

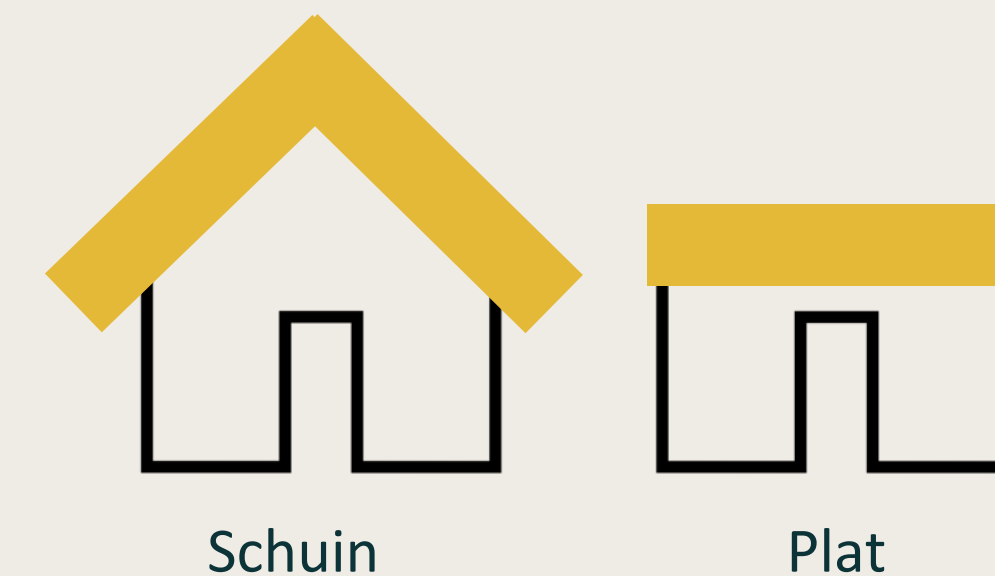
Voor CO₂-uitstoot en MKI is aangegeven welk materiaal het beste en slechtste scoort per criteria in groen en rood respectievelijk.



Plat

	Toepassing	Materiaal	Dikte (mm)	CO ₂ -eq uitstoot (kg/m ²)	MKI (€/m ²)	Levensduur (jaar)
Biobased/ circulair	Plat dak	Drukvaste houtvezelplaat (140 kg/m ³)	84	5,4	€ 0,39	50
Conventio neel	Plat dak	PUR/PIR	48	9,6	€ 0,78	75

Dak



Praktisch

- De lagere isolatiewaarde van biobased materialen zorgt ervoor dat er gemiddeld een 20% dikkere laag isolatie nodig is om dezelfde prestaties te halen als conventionele materialen. Voor een Rc-waarde van 2,1 komt dit bij een schuin dak gemiddeld neer op een dikte tussen 74-84 mm voor biobased en 66 - 74 mm voor conventioneel. Voor een plat dak is dit 84 mm voor biobased tegenover 48 voor conventioneel, dit is op basis van slechts twee materialen, in werkelijkheid kan dit getal afwijken.
- Vrijwel alle materialen worden geleverd in panelen of rollen. Daarnaast is voor cellulose, houtvezel, vlas, stro en lisdodde ook inblaasisolatie beschikbaar. Deze techniek is doorgaans vele malen sneller dan het plaatsen van panelen en deze leent zich ook goed voor het produceren van prefab woningonderdelen. Hennep wordt naast rollen doorgaans ook in de vorm van kalkhennep blokken of als voegsel geleverd.
- De meeste geselecteerde materialen zijn toe te passen op zowel een schuin als plat dak (binnenkant). Voor katoen zijn geen beschikbare producten gevonden die aan de binnenkant van een plat dak kunnen worden bevestigd.
- Alle materialen hebben een vergelijkbare warmtegeleidingswaarde, behalve riet en stro, deze hebben over het algemeen een 1,5x hogere warmtegeleiding dan de andere, waardoor ook 1,5x meer materiaal nodig is.
- Bij het isoleren van daken met biobased materialen is het belangrijk dat het vocht gereguleerd wordt door het werken met damp open constructies. Op deze manier wordt er voorkomen dat zich vocht ophoopt en er schimmel vormt.

Toepasbare materialen

- **Schuin:** cellulose, gras, hennep, houtvezel, katoen, riet, vlas, stro
- **Plat:** cellulose, hennep, gras, houtvezel, riet, vlas, stro

Factsheet: gevel (spouw)

Rc-waarde: 1,4 m²K/W

Voor CO₂-uitstoot en MKI is aangegeven welk materiaal het beste en slechtste scoort per criteria in groen en rood respectievelijk.



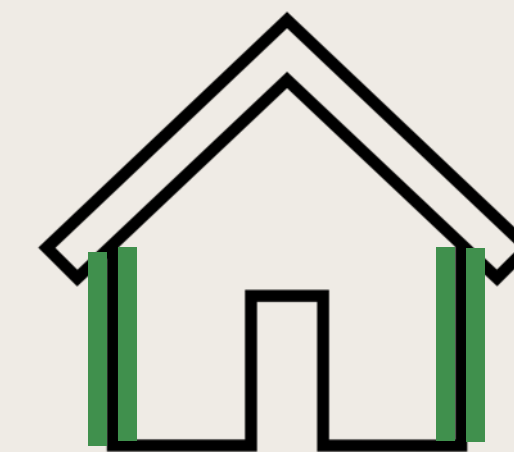
Spouw

	Toepassing	Materiaal	Dikte (mm)	CO ₂ -eq uitstoot (kg/m ²)	MKI (€/m ²)	Levensduur (jaar)
Biobased/circulair	ingespoten spouwisolatie (na-isolatiesysteem)	Cellulose lambdawaarde: 0,04 W/m.K	56	2,0	€ 0,30	50
		Celluloseplaten	55	3,6	€ 0,50	50
	Spouwisolatie	Houtvezel flexibele isolatie (55 kg/m ³)	53	2,0	€ 0,15	50
		Vlasplaten	49	1,3	€ 0,08	75
Conventioneel	Spouwisolatie	EPS platen	49	4,7	€ 0,35	75
		Glaswol platen	49	3,7	€ 0,43	75
		PUR/PIR	32	6,4	€ 0,53	75

Factsheet: gevel (voorzetwand)

Rc-waarde: 1,4 m²K/W

Voor CO₂-uitstoot en MKI is aangegeven welk materiaal het beste en slechtste scoort per criteria in groen en rood respectievelijk.



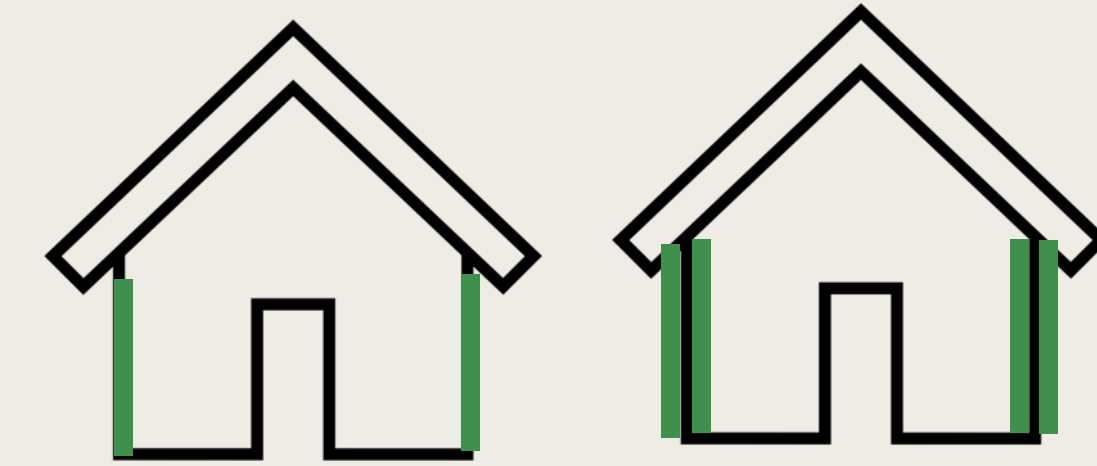
Voorzetwand

	Toepassing	Materiaal	Dikte (mm)	CO ₂ -eq uitstoot (kg/m ²)	MKI (€/m ²)	Levensduur (jaar)
Biobased/circulair	isolatie elementwand (binnenwand)	Cellulose; ingeblazen	63	3,9	€ 0,54	50
		Vlasplaten	49	1,3	€ 0,08	75
	Isolatie voorzetwand (buitenwand)	Voorzetwandisolatie - houten stijlen - gerecyclede kleding	56	1,1	€ 0,11	75
		Voorzetwandisolatie - houten stijlen - houtvezel flexibele isolatie	53	3,1	€ 0,22	75
		Voorzetwandisolatie - vormvast - houtvezelplaten	53	8,8	€ 1,00	75
Conventioneel	isolatie elementwand (binnenwand)	Glaswol platen	48	11,0	€ 1,29	25
		PUR/PIR	35	22,2	€ 1,74	25

Gevel

Praktisch

- De lagere isolatiewaarde van de geselecteerde biobased materialen zorgt ervoor dat er gemiddeld een 21% dikkere laag isolatie nodig is om dezelfde prestaties te halen als conventionele materialen. Voor een Rc-waarde van 1,4 komt dit voor een spouw gemiddeld neer op een dikte van 49 – 56 mm voor biobased en 32 – 49 mm voor het geselecteerde conventionele materiaal. Voor voorzetwanden is dit 49 – 63 mm voor biobased tegenover 35 – 48 mm voor conventioneel.
- Vrijwel alle materialen worden geleverd in panelen of rollen. Daarnaast is voor cellulose, houtvezel, vlas, stro en lisdodde ook inblaasisolatie beschikbaar. Deze techniek is doorgaans vele malen sneller dan het plaatsen van panelen en leent deze zich ook goed voor het produceren van prefab woningonderdelen. Hennep wordt naast rollen doorgaans ook in de vorm van kalkhennep blokken of als voegsel geleverd.
- Alle geselecteerde materialen zijn toe te passen als voorzetwand en nieuwbouw spouwen. Bij renovatie van spouwmuren (inblaasisolatie) zijn de volgende biobased materialen beschikbaar; cellulose, houtvezel, stro, biofoam en lisdodde. Spouwmuren komen alleen voor bij gebouwen van na 1920.
- Alle materialen hebben een vergelijkbare warmtegeleidingswaarde, behalve riet en stro, deze hebben over het algemeen een 1,5x hogere warmtegeleiding dan de andere, waardoor ook 1,5x meer materiaal nodig is.
- Verder is het belangrijk bij de installatie van biobased materialen in gevels dat er geen koudebruggen zijn waarmee het materiaal in aanraking kan komen. Bij lage temperaturen kan dit voor condensvorming zorgen en dat kan de materialen doen rotten waardoor de isolerende functie afneemt. Hiervoor is nodig dat vochtophoping en direct contact met materialen die een koudebrug voorkomen wordt.
- Een praktische implicatie bij het gebruik van inblaascellulose is dat dit enige ervaring vereist bij het installeren, vooral bij panden met veel hoeken. De meeste leveranciers van het materiaal vermelden dat een gemiddelde aannemer dit binnen 2 dagen kan leren.



Spouw

Voorzetwand

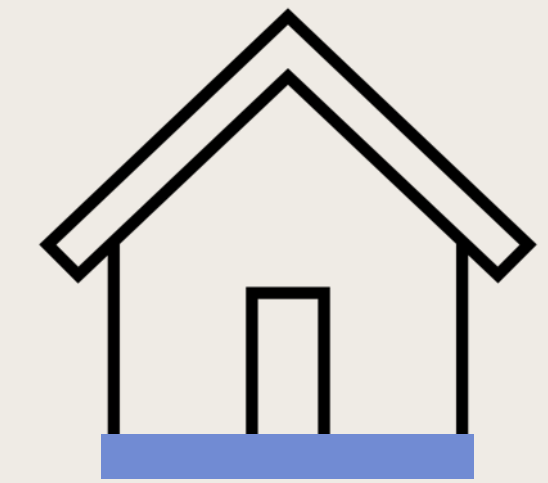
Toepasbare materialen

- **Spouw:** cellulose, gras, hennep, houtvezel, katoen, riet
- **Voorzetwand:** cellulose, gras, hennep, houtvezel, katoen, riet, vlas, stro

Factsheet: vloer

Rc-waarde: 2,6 m²K/W

Voor CO₂-uitstoot en MKI is aangegeven welk materiaal het beste en slechtste scoort per criteria in groen en rood respectievelijk.



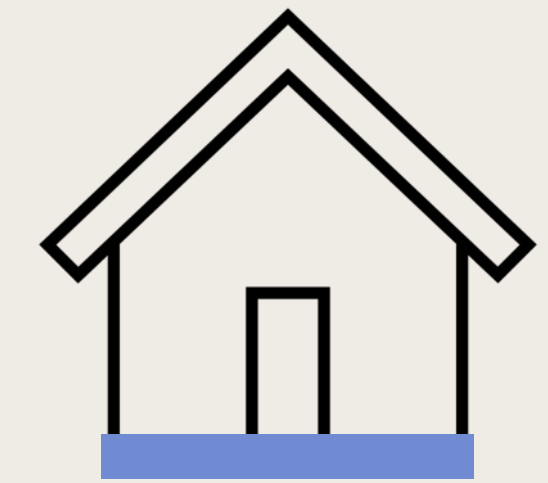
Vloer

	Toepassing	Materiaal	Dikte (mm)	CO ₂ -eq uitstoot (kg/m ²)	MKI (€/m ²)	Levensduur (jaar)
Biobased/circulair	Vloerisolatie	Celluloseplaten	117	7,2	€ 2,00	50
		Vlasplaten	91	2,4	€ 0,15	75
Conventioneel	Vloerisolatie	EPS platen	91	8,8	€ 0,65	75
		Glaswol platen	91	5,4	€ 0,63	75

Vloer

Praktisch

- De lagere isolatiewaarde van biobased materialen zorgt ervoor dat er gemiddeld een 13% dikkere laag isolatie nodig is om dezelfde prestaties te halen als conventionele materialen. Voor een Rc-waarde van 2,6 komt dit neer op gemiddeld 91 – 117 mm voor biobased en 91 mm voor conventioneel. Deze getallen zijn echter bepaald op basis van slechts vier materialen, in werkelijkheid kan deze waarde dus wat afwijken
- Vrijwel alle materialen worden geleverd in panelen of rollen. Daarnaast is voor cellulose, houtvezel, stro ook inblaasisolatie beschikbaar. Deze techniek is doorgaans vele malen sneller dan het plaatsen van panelen en leent deze zich ook goed voor het produceren van prefab woningonderdelen. Hennep wordt voor vloertoepassingen doorgaans als kalmengsel geleverd. Voor kalkhennep wordt daarbij gebruik gemaakt van schelpisolatie als ondervloer. Schelpen hebben de eigenschap dat ze goed isoleren maar geen vocht doorlaten, wat erg belangrijk is bij de toepassing van biobased materialen om schimmel/rot te voorkomen. Schelpisolatie is niet meegenomen vanwege de lage hernieuwbaarheid – hoewel het technisch gezien biobased is, groeit deze stroom erg langzaam aan. Inblaasisolatie is alleen mogelijk in tussenvloeren en niet in de kruipruimte zelf.
- Alle materialen hebben een vergelijkbare warmtegeleidingswaarde, behalve riet en stro, deze hebben over het algemeen een 1,5x hogere warmtegeleiding dan de andere, waardoor ook 1,5x meer materiaal nodig is.
- Verder is het belangrijk bij de installatie van biobased materialen in vloeren dat er geen koudebruggen zijn waarmee het materiaal in aanraking kan komen. Bij lage temperaturen kan dit voor condensvorming zorgen en dat kan de materialen doen rotten waardoor de isolerende functie afneemt. Het is essentieel dat er geen vocht in de materialen kan trekken.



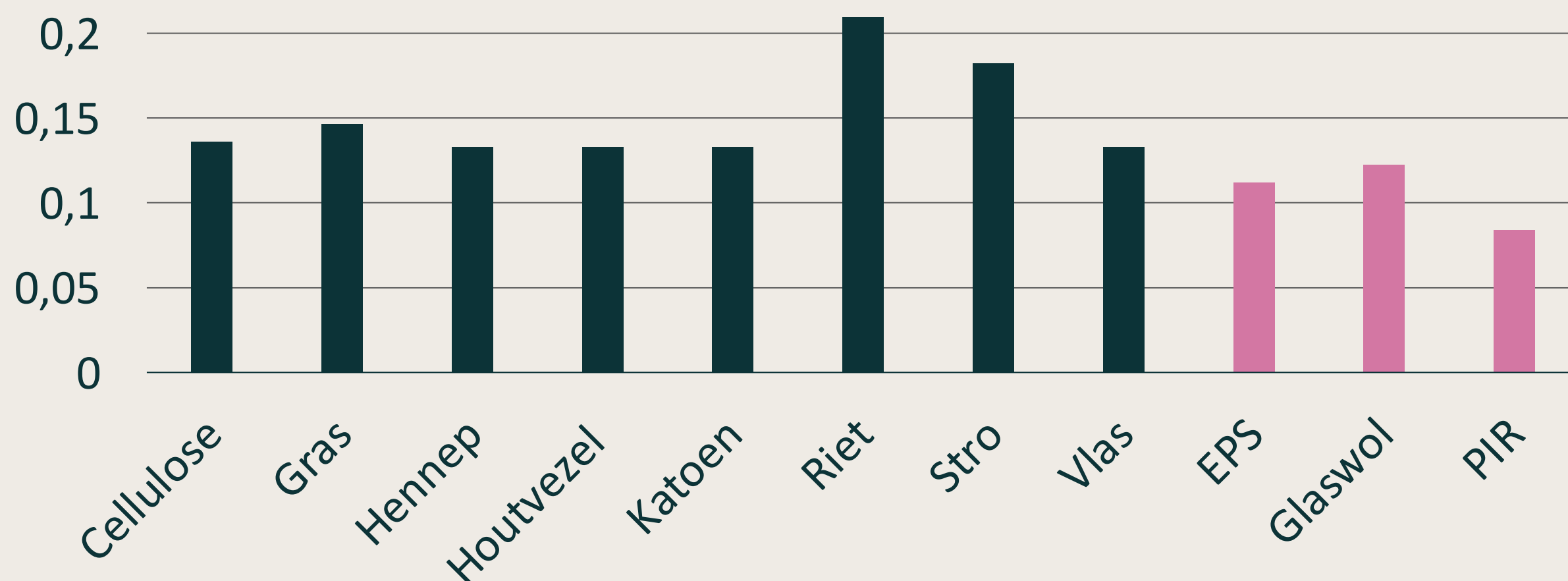
Vloer

Toepasbare materialen

- Cellulose, gras, hennep, houtvezel, stro

Vergelijking van geselecteerde materialen: isolatiewaarde

Dikte (m) voor een Rc-waarde van 3,5



Figuur 1: De grafiek laat zien wat de dikte van de verschillende materialen moet zijn om een Rc-waarde van 3,5 te behalen – de minimale isolatiewaarde voor nieuw aangebrachte isolatiematerialen op gevels¹. Conventionele materialen, PIR, glaswol en EPS zijn in roze weergegeven - samen verantwoordelijk voor ca. 70% van de Europese markt in 2021³.

Figuur 1 geeft de geselecteerde isolatiematerialen weer en de benodigde dikte om een Rc-waarde van 3,5 te behalen.

De figuur laat zien dat er biobased materialen meer materiaal, en daarmee ruimte nodig hebben t.o.v. conventionele materialen om dezelfde isolatiewaarde te halen. Hoewel de biobased materialen nog in ontwikkeling zijn, is de verwachting dat de isolatiewaarde niet meer dan 10-15% beter wordt, waarmee conventionele materialen alsnog minder ruimte innemen.²

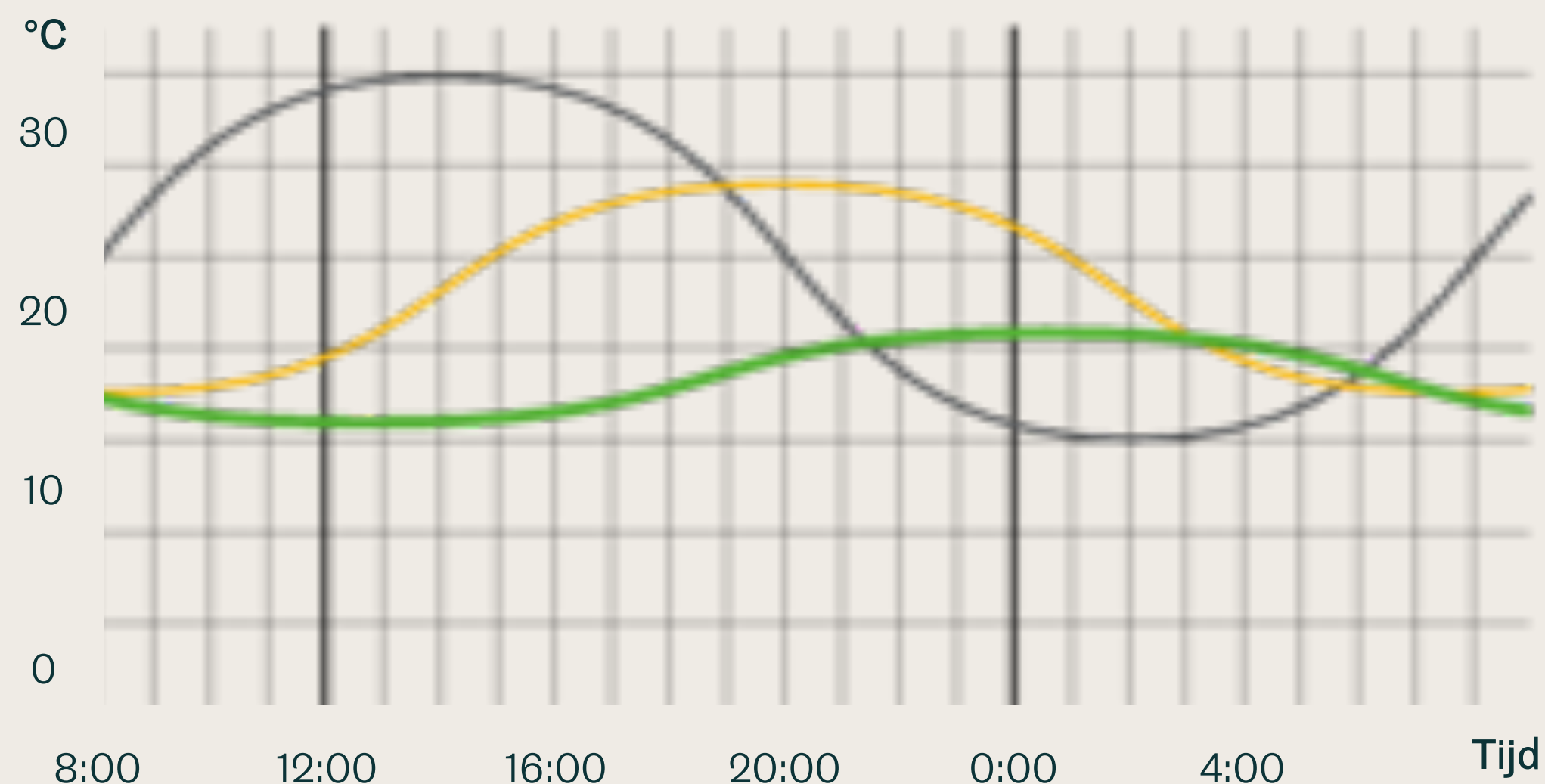
Voor specifieke woningonderdelen is deze benodigde dikte een zeer relevant aspect, denk hierbij aan de gelimiteerde dikte van een spouw (6-10 cm) of beperkte binnenruimte in kleinere woningen.

De isolatiewaarde van conventionele materialen is hoger dan die van de geselecteerde biobased materialen.

Bron: (1) RVO, 2020, (2) interviews, onderzoek Spaak, (3) Blagoeva and Pavel, 2021

Vergelijking van geselecteerde materialen: faseverschuiving

Faseverschuiving van glaswol versus houtvezel



Figuur 2: Voorbeeld van faseverschuiving van glaswol (geel) versus houtvezel (groen). De buitentemperatuur is de zwarte lijn.³ De gele en groene lijnen geven de binnentemperatuur weer.

Naast isolatiewaarde is er nog een – net zo belangrijke – eigenschap om rekening mee te houden bij het kiezen van isolatiematerialen; de faseverschuiving. Deze waarde geeft aan hoeveel warmte het materiaal kan accumuleren en dus hoe lang het duurt voordat het materiaal, ondanks de isolerende eigenschappen, alsnog deze warmte begint door te geven. Oftewel, hoeveel warmte het buiten kan houden. Dit is erg relevant voor het energieverbruik van airco-systemen in de zomer.

Deze waarde wordt gemeten in uur per 24 cm materiaal – de tijd dat het duurt voordat het materiaal warmte begint door te geven. De waarde van biobased materialen ligt rond de 8-10 uur, wat betekent dat deze een hele dag lang de zon kunnen weren en zelfs op de warmste dagen de binnentemperatuur goed reguleert, zoals te zien is in figuur 2. Bij synthetische en minerale isolatiematerialen ligt dit rond de 4-6 uur, wat betekent dat deze op een warme dag vanaf de namiddag de binnentemperatuur doen verhogen.² Het verschil tussen glaswol en houtvezel van figuur 2 kan oplopen tot >10 °C, dit heeft een relevante effect op wooncomfort en energiebehoefte voor verkoeling van gebouwen.

Biobased materialen geven een meer constante binnentemperatuur in zomer en winter. En biobased materialen zijn beter in staat om de warmte buiten te houden en zijn dus zeer geschikt als zomer- en winterisolatie. Er zijn minder installaties nodig voor koeling en verwarming om een aangenaam binnenklimaat te realiseren.

Bron: (2) interviews, onderzoek Spaak, (3) Steico, 2023

Milieukosten: MKI

Rc-waarde: 3,5 m²K/W

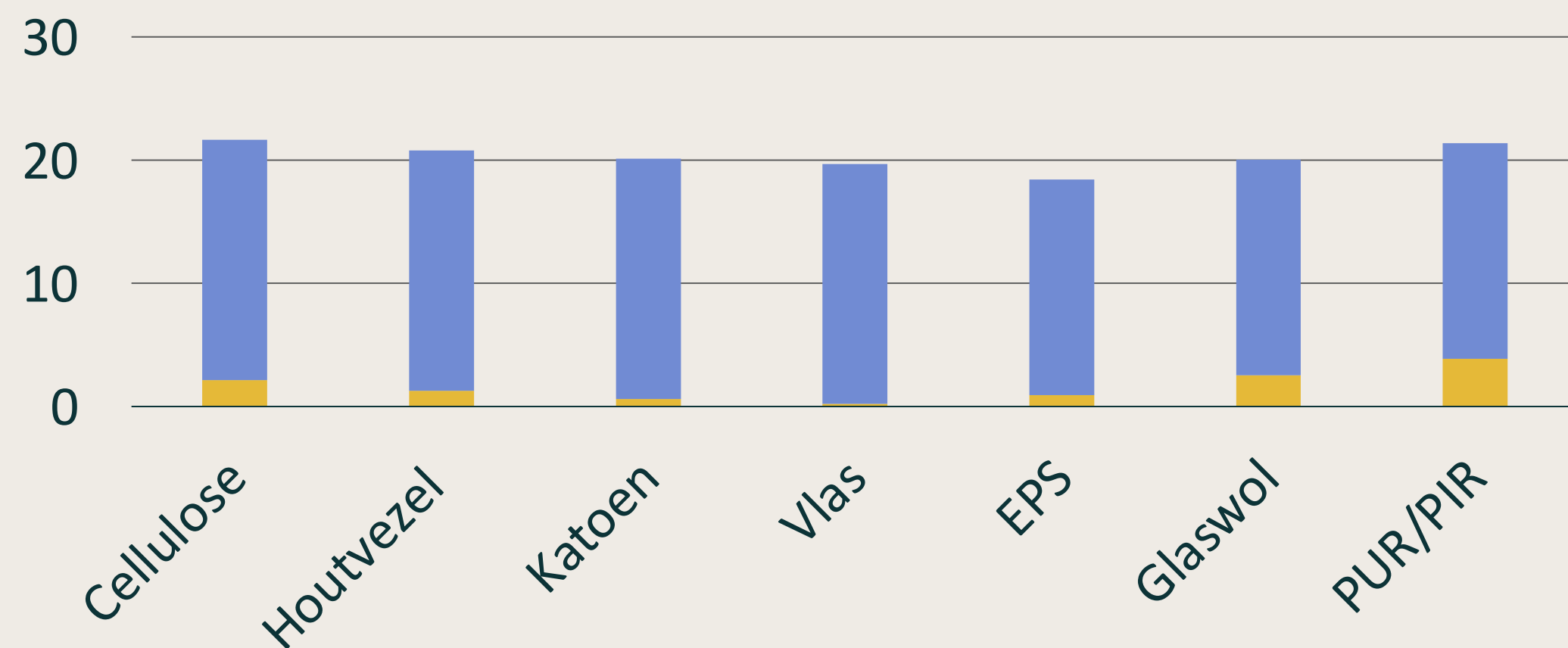
Omdat er meerdere producten per materiaal beschikbaar zijn, zijn hier de minimale score, het gemiddelde en de maximale score van de MKI weergegeven voor de materialen die terug te vinden zijn in de database van het NIBE. Niet voor alle geselecteerde materialen is data beschikbaar, vandaar dat de tabel een kleinere selectie weergeeft. Er is voor een Rc-waarde van 3,5 gekozen om de materialen te kunnen vergelijken.

Voor het gemiddelde is aangegeven welk materiaal het beste en slechtste scoort per criteria in groen en rood respectievelijk.

	Materiaal	Dikte bij een Rc-waarde van 3,5 (mm)	Minimum (€/m ²)	Maximum (€/m ²)	Gemiddeld (€/m ²)
Biobased/circulair	Cellulose	144	0,74	1,36	1,08
	Houtvezel	135	0,36	2,49	1,01
	Katoen	140	0,27	0,95	0,61
	Vlaswol	123	0,20	0,21	0,20
Conventioneel	EPS	123	0,86	1,16	0,93
	Glaswol	119	0,45	3,23	1,46
	PUR/PIR	94	1,29	4,36	2,12

Selectie en vergelijking van materialen: milieukosten

MKI in €/m² – bij Rc 3,5 en gemiddelde marktprijs isolatiemateriaal



Figuur 3: De grafiek laat de gemiddelde milieukosten (geel) zien van de geselecteerde materialen waar data voor beschikbaar was.² In blauw is een gemiddelde marktprijs van 17,5 en 19,5 euro/m² weergegeven om de verhouding te laten zien. Voor hennep was er nog geen data beschikbaar maar daarvan wordt verwacht dat die in de loop van dit kwartaal zal worden opgenomen in de NIBE database. Voor riet en stro waren er veel verschillende materialen beschikbaar, waarmee het uitrekenen van een gemiddelde geen recht doet aan de werkelijkheid. Omdat deze vergelijking vooral indicatief is, zijn deze materialen uit deze vergelijking gehaald. Deze data van alle materialen per woningonderdeel is beschikbaar bij Spaak.

Waar de isolatiewaarde en faseverschuiving het energieverbruik van een woning bepalen, zijn de productie, transport en hergebruik van het materiaal van belang om de milieukosten uit te rekenen. Om onze koolstofbudgetten en andere milieulimieten niet te overschrijden is het nodig om de impact van de materialen, uitgedrukt in EUR, mee te nemen in de analyse. Figuur 3 laat deze milieukosten zien per vierkante meter, bij gelijke Rd waarden. Hierbij is een gemiddeld marktprijs van 19,5 €/m² voor de biobased materialen en 17,5 €/m² voor de conventionele materialen gebruikt.¹ Om exactere prijzen van de isolatiematerialen te achterhalen gaven de marktpartijen aan dat hiervoor offertes kunnen worden aangevraagd.

De milieukosten komen gemiddeld voor 60% uit de uitstoot van broeikasgassen (CO₂-eq.). Hierbij is gerekend met een prijs van 50 euro per ton CO₂-eq. Vanaf een interne koolstofprijs van 145 €/kg CO₂-eq. scoren de biobased materialen beter dan conventionele. Ter vergelijking, de provincie Utrecht hanteert sinds 2023 een interne prijs van 875 €/ton CO₂.²

Met de huidige milieukosten is biobased gemiddeld 20,6 €/m² en conventioneel 19,9 €/m² – een verschil van 3%. Hiernaast zijn er voor biobased materialen ook andere positieve aspecten; minder schadelijk voor de gezondheid (installatie en gebruik), vaak betere geluidsdemping, faseverschuiving en afbouwen van fossiele afhankelijkheid.

Bron: (1) Pianoo, 2022, (2) Provincie Utrecht, 2023, (3) NIBE (database), 2023

Vergelijking van geselecteerde materialen: beschikbaarheid

Beschikbaarheid isolatiemateriaal in aantal woningen per jaar

	Beschikbaarheid bij geïnterviewde partijen	Opschalingscapaciteit binnen 2 jaar
Cellulose	20.000	80.000
Gras	3.000	15.000
Hennep	33.000	132.000
Houtvezel	1.280.000	2.560.000
Vlas	20.000	60.000
Totaal	1.356.000	2.847.000

Tabel 1: De tabel geeft een indicatie van het aantal woningen dat jaarlijks geïsoleerd kan worden op basis van de huidige hoeveelheid materialen op de markt bij een isolatiebehoefte van 50 m² per woning.³ Riet, katoen en stro zijn niet meegenomen omdat hier onvoldoende data voor was verzameld. De materialen zijn afkomstig van geïnterviewde producenten binnen een straal van 1000 km van Amsterdam.

Hoewel biobased materialen aan een snelle opmars werken beslaat dit vooralsnog een klein aandeel van het huidige aanbod. In 2022 besloeg het aandeel biobased slechts ca. 1% van de totale isolatiematerialen markt in Europa.¹ In Frankrijk was dit aandeel in 2019 5-6%.²

Om een indicatie te geven van de omvang van de in Nederland beschikbare hoeveelheden is er bij 17 producenten en leveranciers gevraagd wat zij op dit moment produceren, wat hun totale capaciteit is en wat de voornaamste beperkingen zijn tot opschaling. Op basis van deze informatie is tabel 1 opgesteld. Deze tabel is dus slechts een weergave van wat er minimaal beschikbaar is en geeft geen volledig beeld van de totale markt. Deze data is, waar mogelijk, aangevuld met inschattingen van de productiecapaciteit over de totale marktgrootte. Dit is gebaseerd op basis van jaarverslagen van grote producenten houtvezel. Hierin zit dus een foutmarge maar maakt deze inschatting als nog conservatief.

De drempel tot opschaling is vooral de beperkte marktvraag. Alle geïnterviewde gaven aan dat vraag naar producten de voornaamste belemmering is tot opschaling. Daarbij gaven de meeste producenten aan dat zij nu op ca. 1/2 van hun productiecapaciteit te zitten. Dit komt doordat, met dezelfde fabriek en het draaien van meerdere shifts, de productie bij een grote vraag snel worden opgeschaald. Hierbij is de secundaire limiterende factor de levering van grondstoffen. Wanneer dit geen obstakel vormt kan een opschaling bij de meeste producenten binnen een half jaar gerealiseerd. In het geval dat er een grote hoeveelheid van een specifiek gewas moet worden geteeld, die onvoldoende beschikbaar is, moet er rekening worden gehouden met een aanlooptijd van ca. 1-1,5 jaar. Bij cellulosevezel en houtvezel is er volgens de geïnterviewde partijen geen belemmering wat betreft levering van grondstoffen.

Van houtvezel is verreweg het meeste materiaal beschikbaar. Van cellulose en vlas wordt verondersteld dat de beschikbare volumes in werkelijkheid groter zijn dan vermeld in tabel 1, vanwege het ontbreken van openbare data. Van hennep en met name gras zijn nog relatief lage hoeveelheden beschikbaar maar maken een snelle groei door.

Bron: (1) EEA, 2022, ADEME, 2019, (3) interviews, onderzoek Spaak

Impact van CO₂ opslag

De CO₂-emissies in Europa moeten de komende 10 jaar met 55% worden teruggebracht t.o.v. 1990. Daarom moet er direct gekeken worden naar het verminderen van CO₂ uitstoot tijdens de productie van materialen.

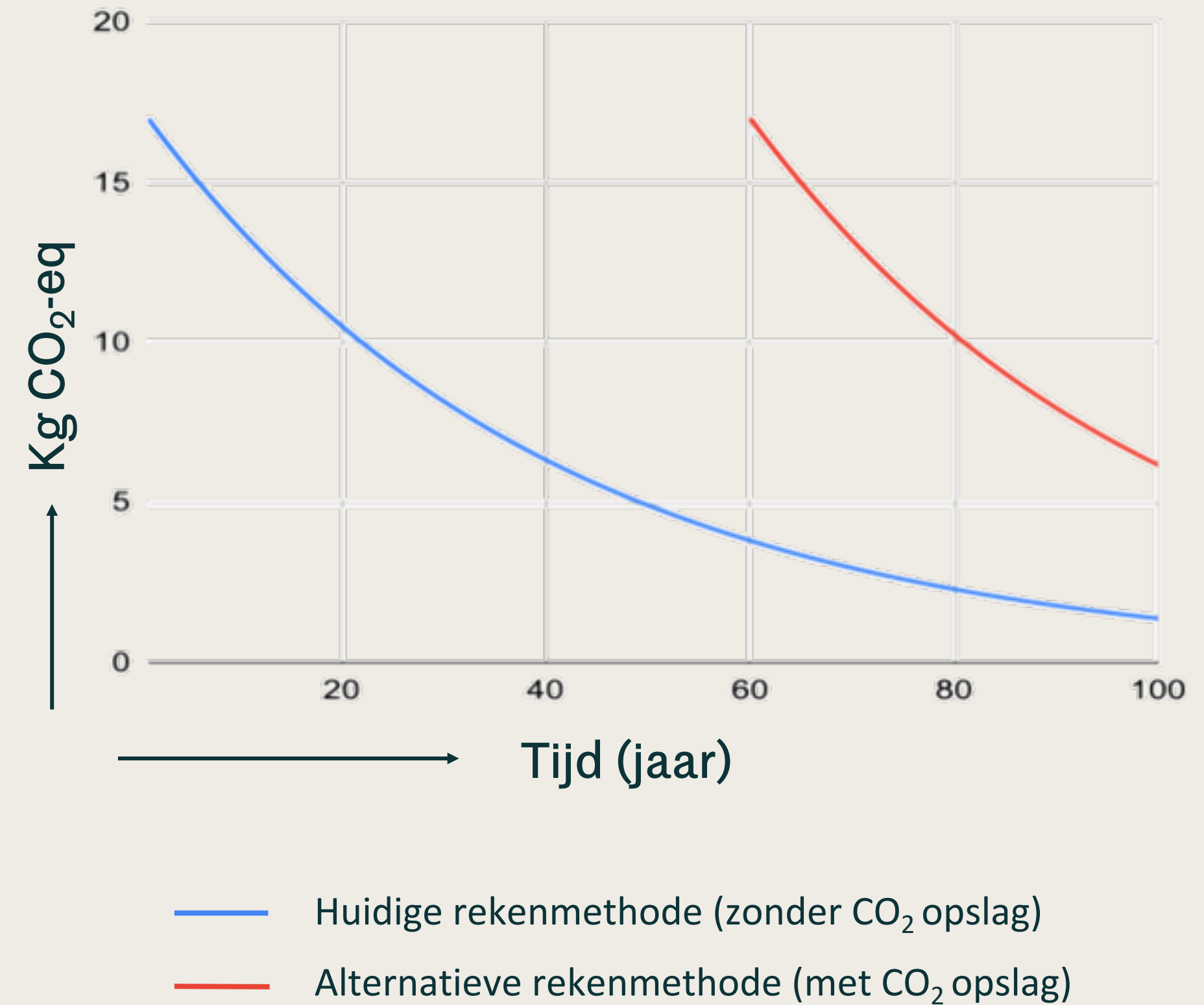
Bomen en andere planten slaan CO₂ op tijdens het groeien. Sommige materialen kunnen daardoor per m³ meer dan één ton CO₂ opslaan. Dit wordt tijdelijke vastlegging van CO₂ genoemd. Hierdoor kan een materiaal ook een negatieve CO₂ emissie hebben.

In de Europese norm EN 15804 wordt CO₂ vastlegging toegekend. Nederland heeft dit echter nog niet meegenomen in de 'Bepalingsmethode' – de standaard voor LCA van bouwmaterialen.

Door CO₂ opslag in bouwmaterialen mee te nemen ontstaat een realistischere beoordeling van de bijdrage aan het broeikaseffect van de materialen.

Dit onderzoek baseert zich op een model van TNO waarin biogene koolstof opslag in hout wel wordt meegenomen. Uit dit model volgt dat er door CO₂ van biobased producten netto de helft minder wordt bijgedragen aan klimaatverandering (GWP, in kg CO₂ emissie equivalenten), dan in het scenario zonder CO₂.

Ook isolatiematerialen hebben een potentie om CO₂ op te slaan. De grafiek hiernaast geeft de CO₂ weer over een periode van 100 jaar. De oppervlakte in de grafiek is de totale hoeveelheid CO₂ die zich in de atmosfeer bevindt en een potentiële bijdrage levert aan klimaatverandering.

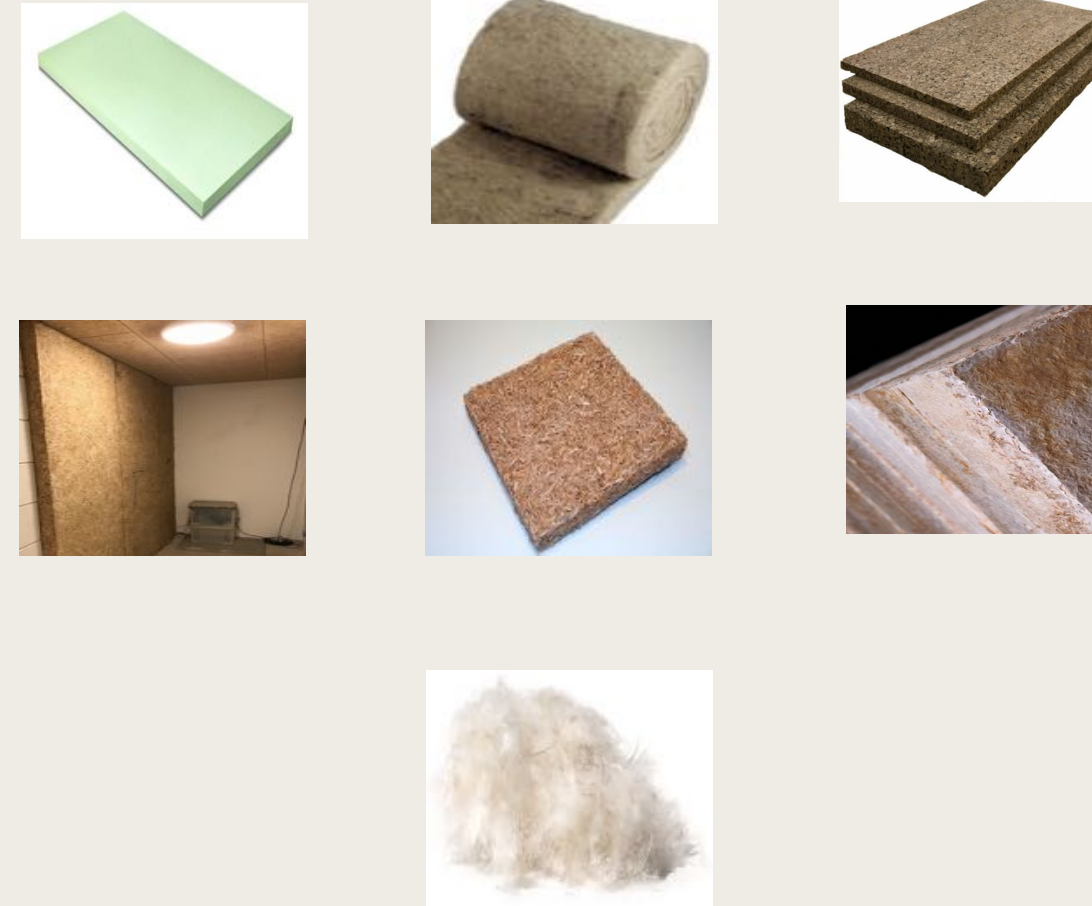


Om aan het akkoord van Parijs te voldoen, dient de netto CO₂ tot en met het jaar 2050 naar 0 te worden gebracht. Volgens de huidige LCA-rekenmethoden in Nederland wordt tijdelijke vastlegging van CO₂ niet meegerekend. De CO₂ van biobased producten vindt echter alleen plaats indien aan het einde van de levensduur de producten verbrand worden. In het voorbeeld hiernaast is dat na 60 jaar. Echter laten veel beleidsambities zien dat we over 60 jaar bouwmaterialen niet meer willen verbranden, maar zoveel mogelijk hoogwaardig willen toepassen na einde levensfase.

Bron: <https://www.tno.nl/nl/newsroom/2021/01/onderzoek-co2-opslag-houtbouw/>

Niet geselecteerde materialen

Dat materialen als onvoldoende kansrijk worden beoordeeld op dit moment, komt door de volgende redenen; onvoldoende materiaal beschikbaar op de korte termijn (1-2 jaar), hoge prijs en hoge MKI.



7 materialen als onvoldoende kansrijk beoordeeld

- Biofoam
- Eendenveren
- Kurk
- Lisdodde
- Miscanthus
- Mycelium
- Schapenwol

- Biofoam heeft veel potentie om conventionele materialen zoals EPS te vervangen aangezien het soortgelijke prestaties levert. De beschikbaarheid is op dit moment niet toereikend voor de gestelde waarde.
- Kurk heeft een relatief hoge prijs en is vanwege de afstand tot de productielocatie niet meegenomen.
- Lisdodde wordt op dit moment al toegepast, echter is er maar 1 partij in Nederland die deze vorm van inblaasisolatie levert. Bij voldoende vraag is deze productie makkelijk op te schalen, echter is de looptijd minimaal 2-3 jaar omdat de productie van de grondstof zelf nu erg klein is en aangelegd moet worden. Voor miscanthus geldt een soortgelijke situatie.
- Mycelium is ook een materiaal met goede isolerende en structurele eigenschappen. Echter is de productie te klein op dit moment, en is het product nog in ontwikkeling.
- De schaduwkosten voor schapenwol en eendenveren zijn hoger dan die van plantaardige materialen vanwege de broeikasgassen die gerelateerd zijn aan de productie.

Materiaal	Lambda waarde W/mK	Rc-waarde: 3,5 m ² K/W	CO ₂ -eq uitstoot (kg/m ²)	MKI (€/m ²)
		Dikte (m)		
Biofoam	0,034	0,114	–	–
Eendenveren	–	–	–	–
Kurk	–	–	27,4	6,8
Lisdodde	–	–	–	–
Miscanthus	–	–	–	–
Mycelium	0,024	0,08	105,9	39,5
Schapenwol	0,037	0,124	112	20,7

Tabel 2: De tabel geeft de benodigde dikte aan per materiaal om een Rc-waarde van 3,5 te behalen.

Bron: LBP Sight (circulair verduurzamen), interviews, onderzoek Spaak

Adviezen en overwegingen

- Er is op dit moment voldoende biobased materiaal beschikbaar om de woningvoorraad van Amsterdam te isoleren – minimaal 1,4 miljoen woningen per jaar tegenover 0,4 miljoen woningen in Amsterdam. Hoewel het aanbod nu vooral uit houtvezel bestaat, hebben de meeste geïnterviewde producenten geen belemmeringen om de productie binnen 6 maanden een factor 2-3 op te schalen. Door als gemeente actief samen te werken met de markt, bijvoorbeeld door het stellen van afnamegaranties, kan er op grote schaal toelevering worden georganiseerd.
- De verwachting van geïnterviewde marktpartijen is dat de kosten van biobased materialen binnen een aantal jaar gelijk zullen zijn met die van conventionele materialen. Een belangrijke reden hiervoor is dat biobased materialen een veel lagere energiebehoefte hebben voor de productie ten opzichte van conventionele materialen. Naast marktprijs is ook de verwachting dat de MKI voor conventionele materialen zal stijgen naarmate de maatschappelijke kosten van klimaatverandering sterker meewegen in beleidskeuzes en de rekenprijs van CO₂ stijgt. Een belangrijk aspect hierbij is dat op dit moment de CO₂-opslag van materialen niet wordt meegenomen in de meeste databases. Wanneer het beleid erop toeziet dat dit mee wordt genomen in berekeningen, zullen biobased materialen een veel lagere MKI hebben en soms zelfs CO₂-negatief zijn.
- Het aanbod van materialen van circulaire herkomst (gerecycled, hergebruik) is op dit moment zeer gering. Het ontbreekt aan maatregelen die verzekeren dat materialen na gebruik een circulaire toepassing krijgen. Hierbij moet overigens rekening worden gehouden met de doorontwikkeling van isolatiematerialen. Mogelijk is hergebruik niet altijd wenselijk vanwege de beschikbaarheid van beter presterende materialen in de toekomst. Hierdoor is het belangrijk dat de gekozen materialen een diverse circulaire toepassing hebben en niet verbrand hoeven te worden. Hierbij is de losmaakbaarheid van gebouwonderdelen en goede ontwerpkeuzes essentieel. Ook moet er rekening worden gehouden met dat biobased isolatiematerialen in weinig gevallen 100% biobased zijn. Met het oog op hergebruik moet er vanuit aanbestedingen en regelgeving goed gekeken worden welke synthetische stoffen eraan zijn toegevoegd.
- De CO₂-uitstoot van een gebouw zit voor ongeveer de helft in de bouwfase en de andere helft in de gebruiksfase. Dit betekent dat het isoleren een significant aandeel heeft op beide fases en het meerekenen van de CO₂-uitstoot van belang is. Met name hergebruikte materialen scoren hierdoor beter.
- Biobased materialen leveren een belangrijke bijdrage aan wooncomfort. Ze houden beter warmte buiten in de zomer en hebben doorgaans een betere akoestische isolatie ten opzichte van conventionele materialen. Daartegenover staat wel dat deze materialen zwaarder zijn en er meer van nodig is om een gelijke isolatiewaarde te behalen. Biobased materialen met soortgelijke eigenschappen als synthetische zijn echter ook in opmars (biofoam). Daarnaast is er bij biobased geen kans op emissies (dampen) van stoffen die schadelijk zijn voor de gezondheid in de gebruiksfase.
- Biobased materialen kunnen bij langdurige blootstelling aan vocht in combinatie met koudebruggen gaan rotten en daarmee de isolerende functie verliezen. Het is erg belangrijk om hier rekening mee te houden bij de afwerking.
- Biobased materialen bieden tot slot ook een sleutelrol in de landbouwtransitie doordat agrariërs kunnen overstappen van vee naar een gewas met een bufferende werking voor stikstofstoot en verbetering van grondwaterkwaliteit. Hiermee kan een koolstofarme lokale toeleveringsketen worden opgebouwd.

Hoofdstuk 2

Cases

Achtergrond

Om de data uit de factsheet tastbaarder te maken zijn er een aantal gebouwen uitgekozen waarop deze wordt toegepast. Aan de hand van verschillende materialen die toegepast kunnen worden op woningonderdelen wordt de MKI en CO₂-eq uitstoot getoond van de keuzes die kunnen worden gemaakt, en hoe deze zich verhouden tot conventionele materialen. Er is met de rc-waardes van renovatie gerekend.

De berekening gebruikt de gemiddelde CO₂ uitstoot en MKI per m² van de materialen uit de data van het Nibe. Deze worden met het oppervlak per gebouwelement vermenigvuldigd.

Deze cases zijn geen advies op de specifieke gebouwen maar zijn bedoeld om milieuwinst van biobased en circulair isoleren te laten zien. Er is geen rekening gehouden met bouwfysische kenmerken er is enkel gekeken naar de materiaalbehoefte en de impact daarvan. Hierbij is een inschatting gemaakt van de materiaalbehoefte op basis van bouwtekeningen en plattegronden. Er is gebruik gemaakt van materialen waar voldoende data voor beschikbaar was en waar nodig aangevuld met data van producenten.

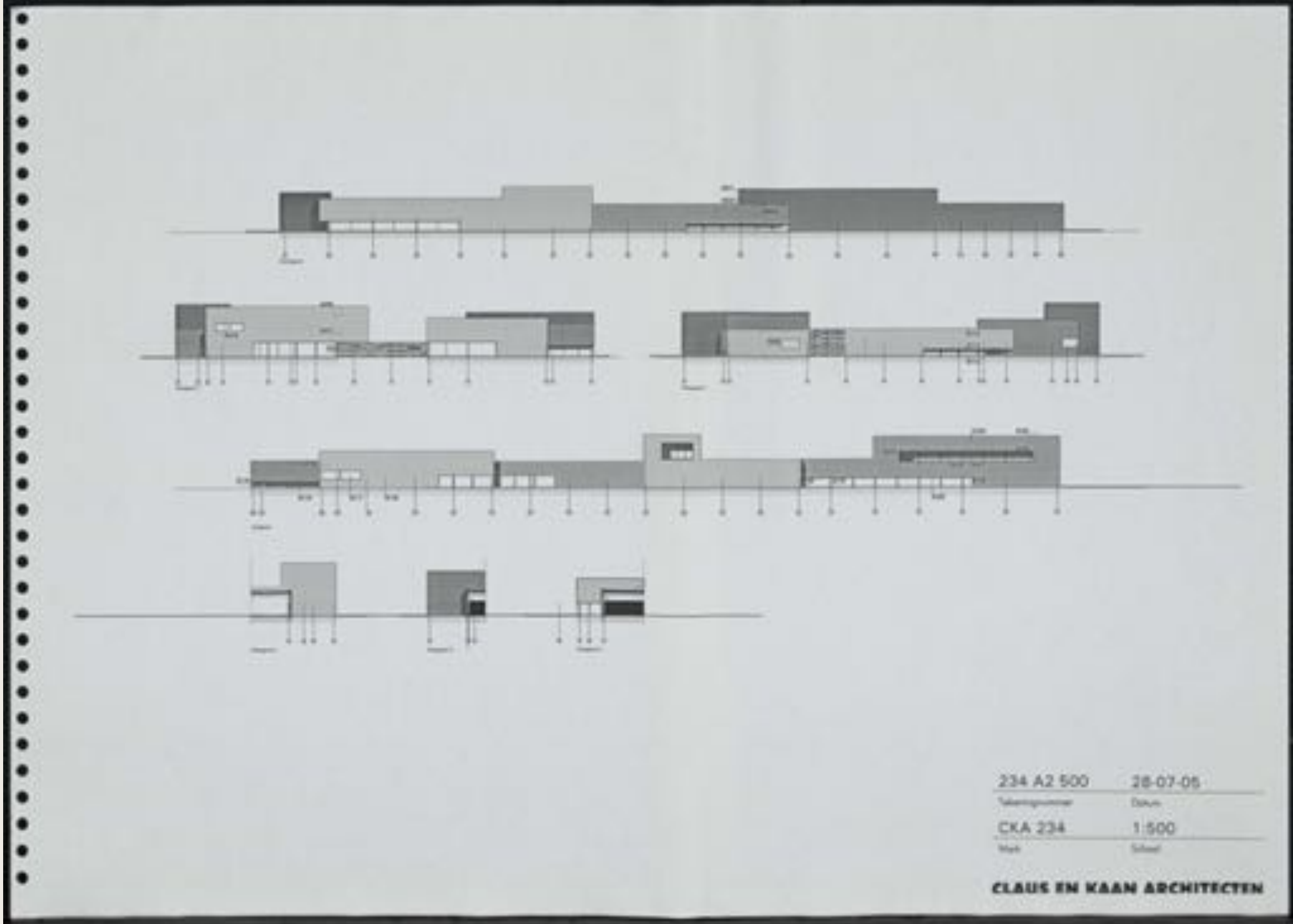
Samen met Gemeentelijk Vastgoed zijn er twee gebouwen geselecteerd en op basis van data van CE Delft is er gekeken naar twee representatieve woningen van de woningvoorraad.

Selectie van 2 woningen en 2 gebouwen van de gemeente is als volgt:

1. Van Heenvlietlaan 50 - Stadsdeelwerf
2. Oostelijke handelskade 12 – Voormalig hoofdkantoor Koninklijke Hollandse Lloyd
3. Flat <1965
4. Tussenwoning <1965



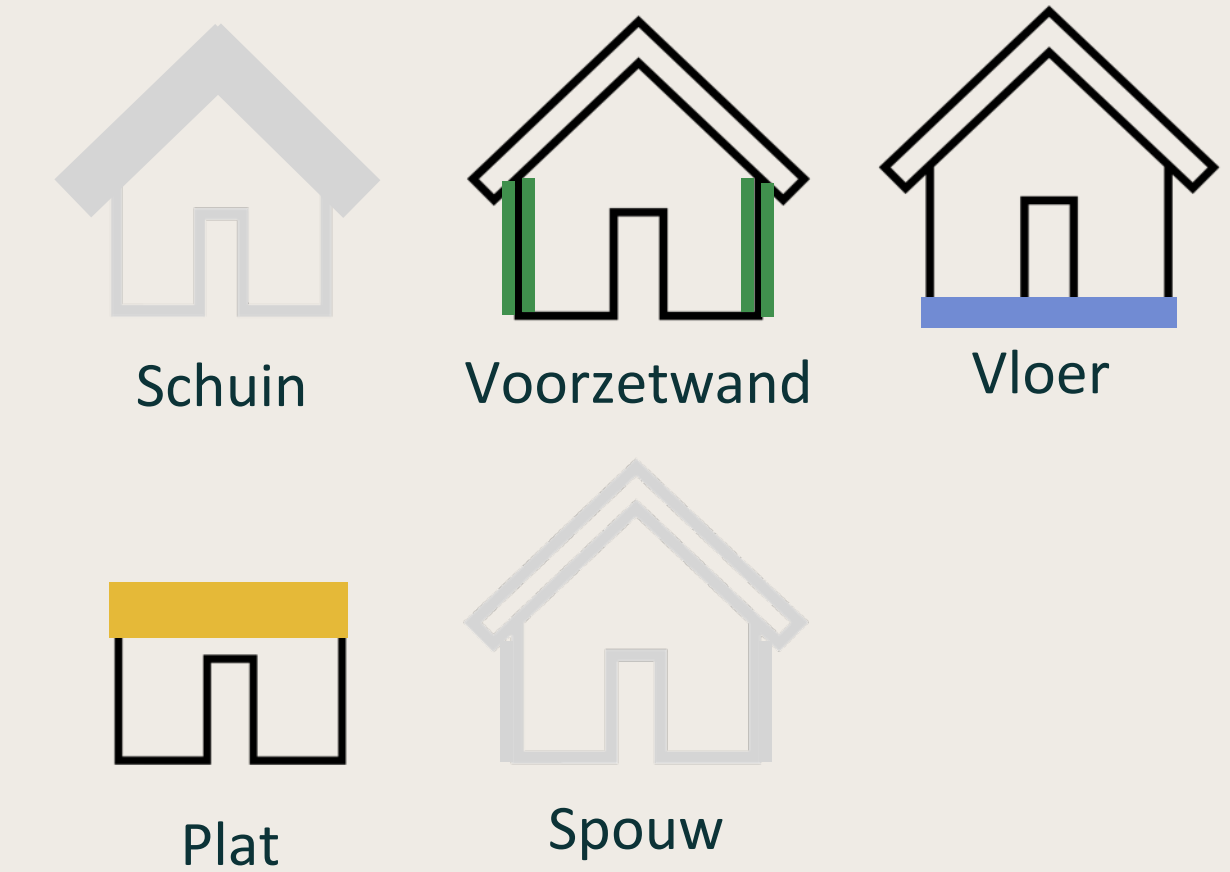
1. Van Heenvlietlaan 50



Bron: Gemeente Amsterdam

1. Van Heenvlietlaan 50

De eerste case is de Stadsdeelwerf Heenvlietlaan, dit gebouw biedt plaats aan het buitendienstpersoneel, met uitzondering van medewerkers van afvalinzameling. Op basis van aangeleverde bouwtekeningen is een grove schatting gemaakt van de isolatiebehoefte per woningonderdeel. De conventionele isolatiematerialen stoten 6x zoveel CO₂ uit bij productie als de biobased en hebben 7x hogere MKI scores dan de biobased materialen. Dit komt vooral door het gebruik van gerecycled katoen i.p.v. glaswol. Glaswol heeft een 28x hogere milieu-impact op eutrofiëring. In theorie is het voor zowel de geselecteerde biobased als conventionele materialen mogelijk om deze voor 90-100% te hergebruiken. Het is ook goed om op te merken dat de dikte van de materialen voor de gevel en vloer (vlas en EPS) geen groot verschil hebben. Echter voor het dak heb je bijna 2x zoveel ruimte nodig voor houtvezel.



Gekozen gebouwonderdelen

- Plat dak: **houtvezel**
- Voorzetwand: **katoen**
- Vloer: **vlasplaat**

Tabel 3: Verschil in CO₂ en MKI per gebouwonderdeel.

Gebouwelement: biobased materiaal (dikte) vs conventioneel materiaal (dikte) – Rc-waarde	Aantal m ² per gebouwelement	CO ₂ -eq uitstoot (kg)		MKI (€)	
		Biobased	Conventioneel	Biobased	Conventioneel
Plat dak: houtvezel (84 mm) vs PIR/PUR (48 mm) - Rc 2,1	4.200	22.785	40.306	€ 1.640	€ 3.262
Voorzetwand: katoen (56 mm) vs glaswol (48 mm) – Rc 1,4	21.600	23.451	237.762	€ 2.371	€ 27.879
Vloer: vlas (91 mm) vs EPS (91 mm) – Rc 2,6	4.200	10.133	36.855	€ 631	€ 2.735
Totaal		56.369	350.923	€ 4.642	€ 33.876

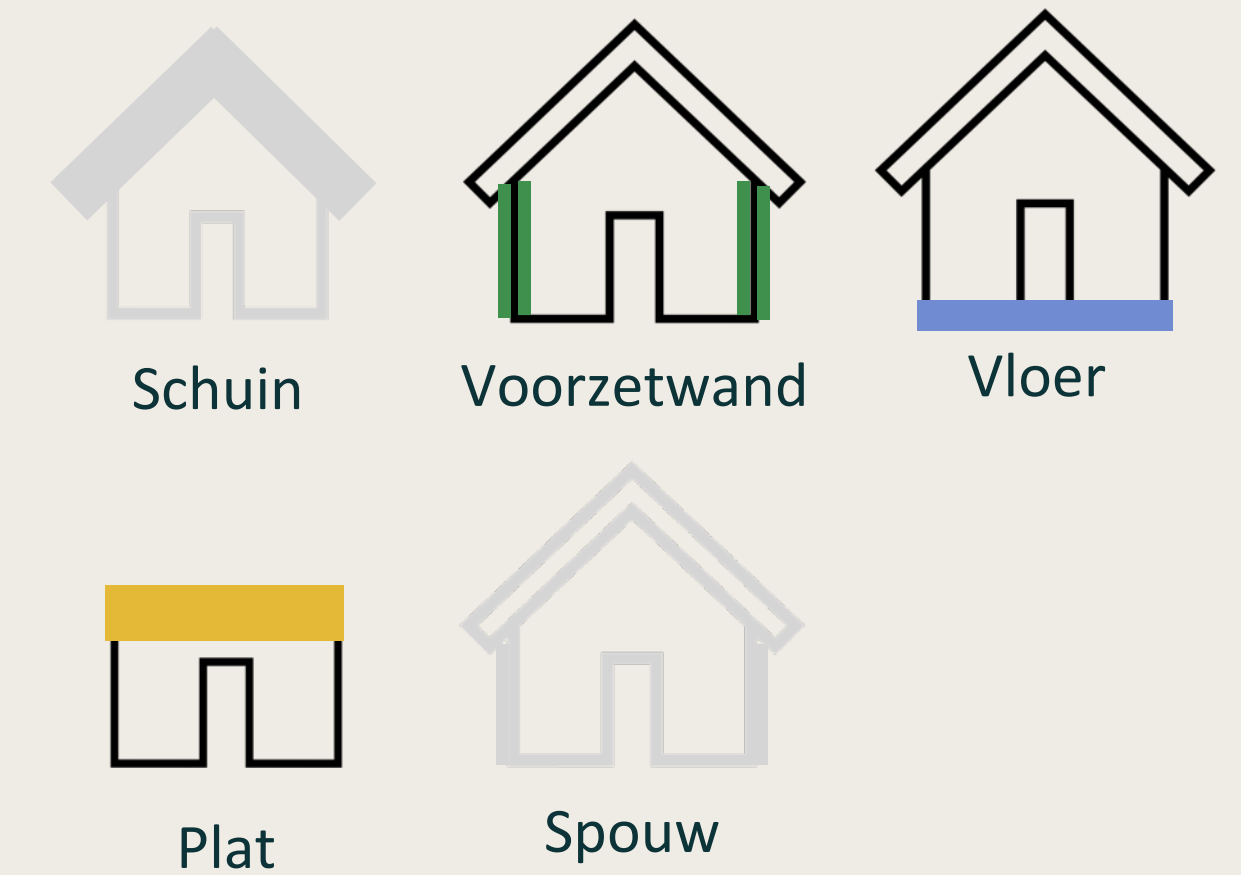
2. Oostelijke Handelskade 12



Bron: Stadsarchief Amsterdam

2. Oostelijke Handelskade 12

Oostelijke Handelskade 12 is een gebouw van begin 20e eeuw. De CO₂ uitstoot van conventionele materialen is 1,5 keer zo hoog t.o.v. biobased, bij de MKI geldt een factor van 1,2. Voor de vloer geldt echter dat EPS een lagere milieu-impact heeft dan cellulose. Bij het meerekenen van de CO₂ opslag kan dit echter positief uitvallen voor biobased. Cellulose, wanneer geproduceerd uit afvalpapier, heeft een zeer lage uitstoot omdat er bij het productieproces geen hoge temperatuur wordt gebruikt en ook geen nieuwe materialen. Daarnaast is vlas een goed alternatief. Het is ook goed om op te merken dat de dikte van de materialen voor de gevel geen groot verschil hebben. Echter voor het dak heb je bijna 2x zoveel ruimte nodig voor houtvezel.



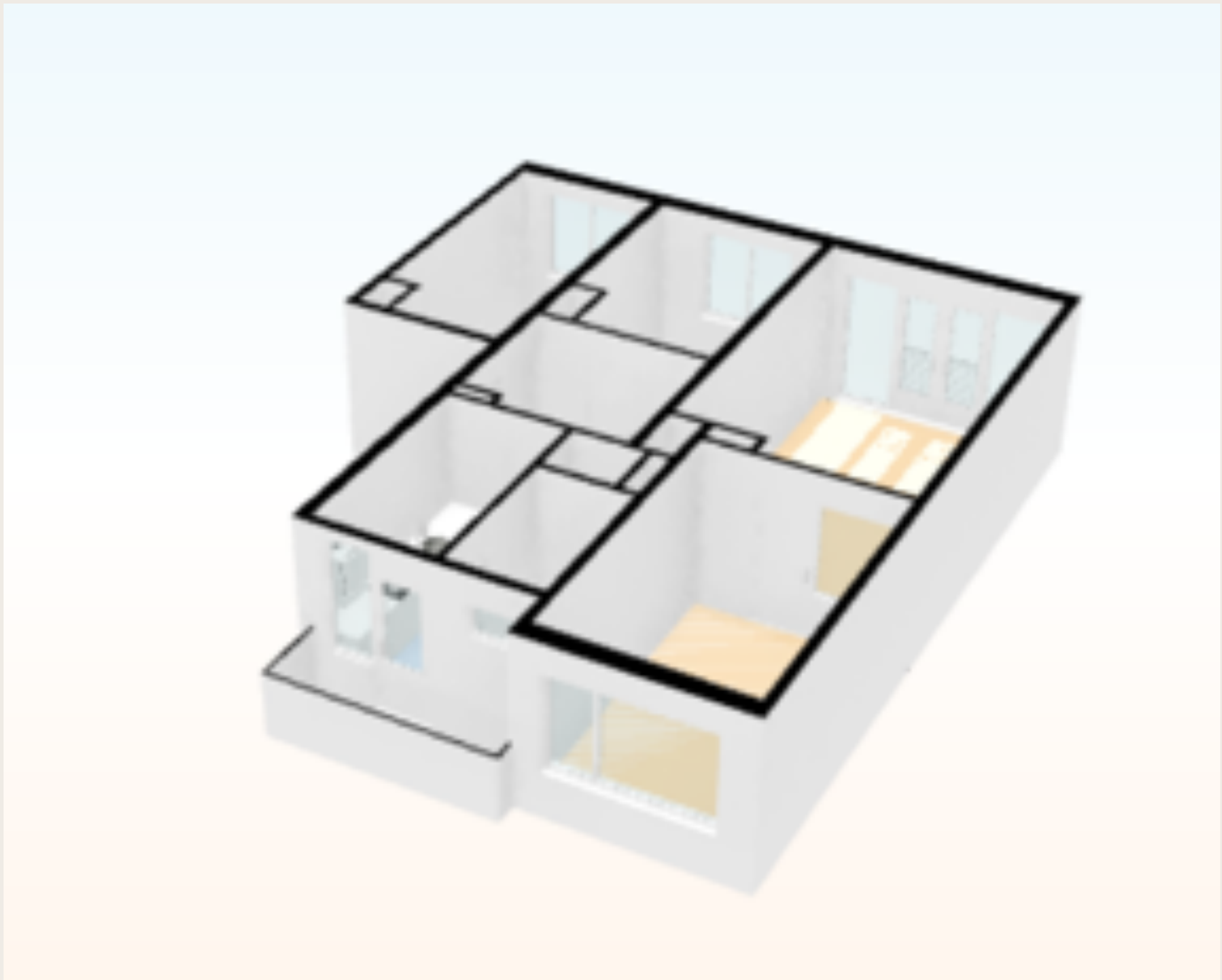
Gekozen gebouwonderdelen

- Plat dak: **houtvezel**
- Voorzetwand: **houtvezel**
- Vloer: **cellulose plaat**

Tabel 4: Verschil in CO₂ en MKI per gebouwonderdeel.

Gebouwelement: biobased materiaal (dikte) vs conventioneel materiaal (dikte) – rc-waarde	Aantal m ² per gebouwelement	CO ₂ -eq uitstoot (kg)		MKI (€)	
		Biobased	Conventioneel	Biobased	Conventioneel
Plat dak: houtvezel (84 mm) vs PIR/PUR (48 mm) - Rc 2,1	1.304	7.074	12.514	€ 509	€ 1.271
Voorzetwand: houtvezel (53 mm) vs glaswol (48mm) – Rc 1,4	1.637	9.699	18.019	€ 993	€ 2.113
Vloer: cellulose (117 mm) vs EPS (91 mm)– Rc 2,6	2.609	18.888	22.894	€ 2.603	€ 1.699
Totaal		35.661	53.427	€ 4.105	€ 5.083

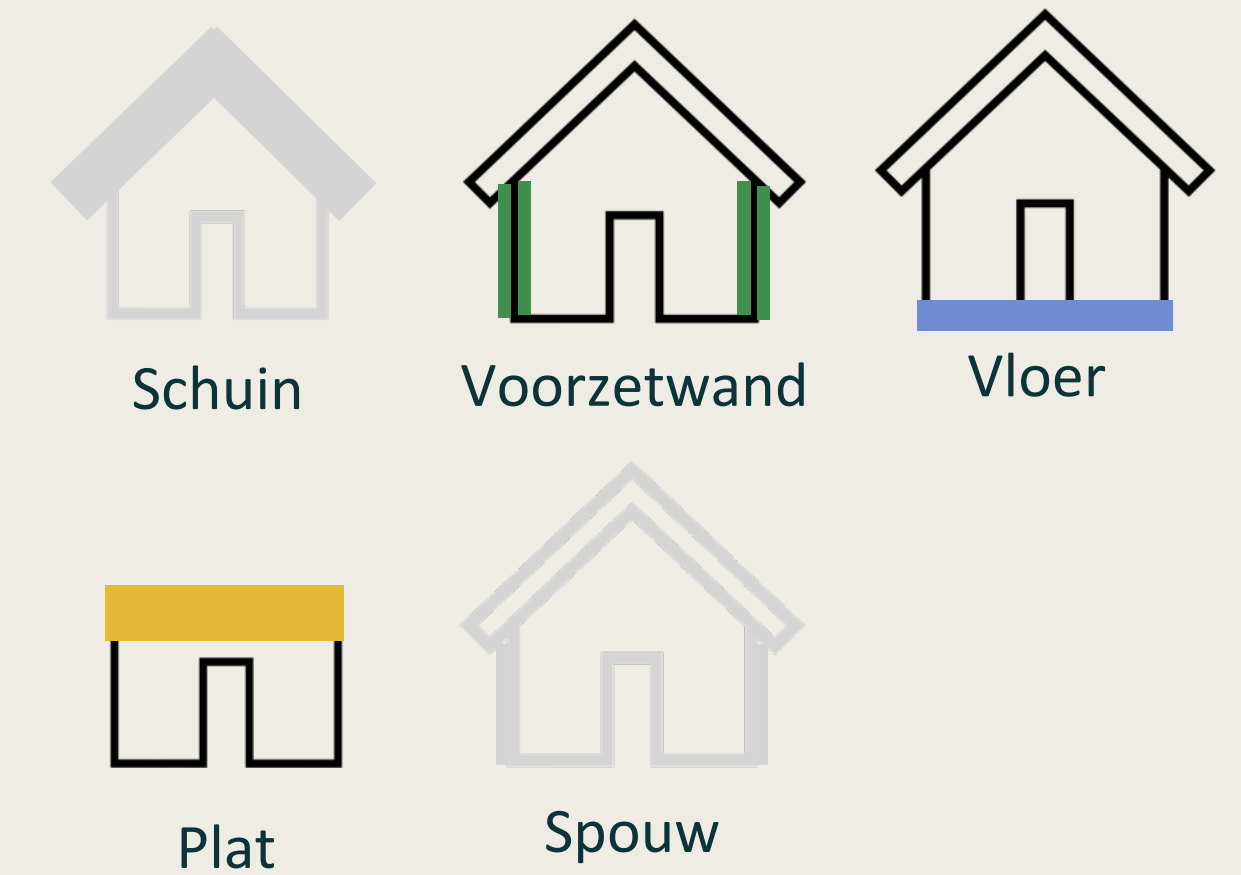
3. Flat <1965



Bron: Funda, 2023

3. Flat <1965

Flats van t/m 1965, zoals afgebeeld op de vorige pagina vertegenwoordigen 37% van de Amsterdamse woningvoorraad.¹ Deze flats hebben doorgaans energielabels D-E. In dit geval is er gekozen voor een bovenwoning met houtvezel voor het platte dak en voor de gevel als vloer cellulose en vlas, respectievelijk. Het verschil tussen biobased en conventioneel is een factor 2,0 en 2,6, respectievelijk. Het is ook goed om op te merken dat de dikte van de materialen voor de vloer (vlas en glaswol) geen verschil hebben. Echter voor het dak heb je bijna 2x zoveel ruimte nodig voor houtvezel.



Gekozen gebouwonderdelen

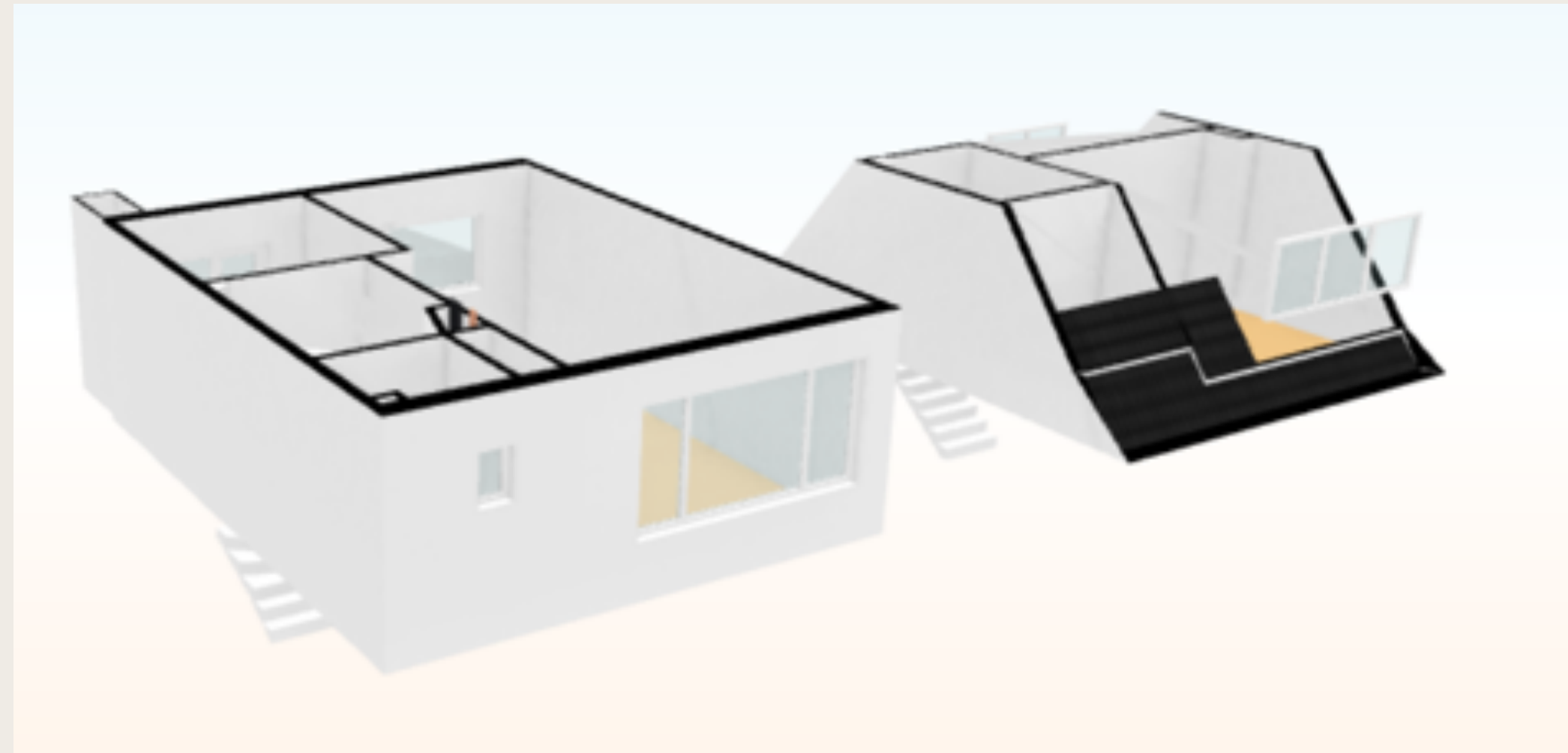
- Plat dak: **houtvezel**
- Voorzetwand: **cellulose**
- Vloer: **vlasplaat**

Tabel 5: Verschil in MKI per gebouwonderdeel.

Gebouwelement: biobased materiaal (dikte) vs conventioneel materiaal (dikte) – rc-waarde	Aantal m ² per gebouwelement	CO ₂ -eq uitstoot (kg)		MKI (€)	
		Biobased	Conventioneel	Biobased	Conventioneel
Plat dak: houtvezel (84 mm) vs PIR/PUR (48 mm) - Rc 2,1	81	439	777	€ 32	€ 63
Voorzetwand: cellulose (63 mm) vs glaswol (48 mm) – Rc 1,4	13	51	143	€ 7	€ 17
Vloer: vlas (91 mm) vs glaswol (91 mm) – Rc 2,6	81	195	438	€ 12	€ 51
Totaal		685	1.358	€ 51	€ 131

Bron: (1) RVO, 2022

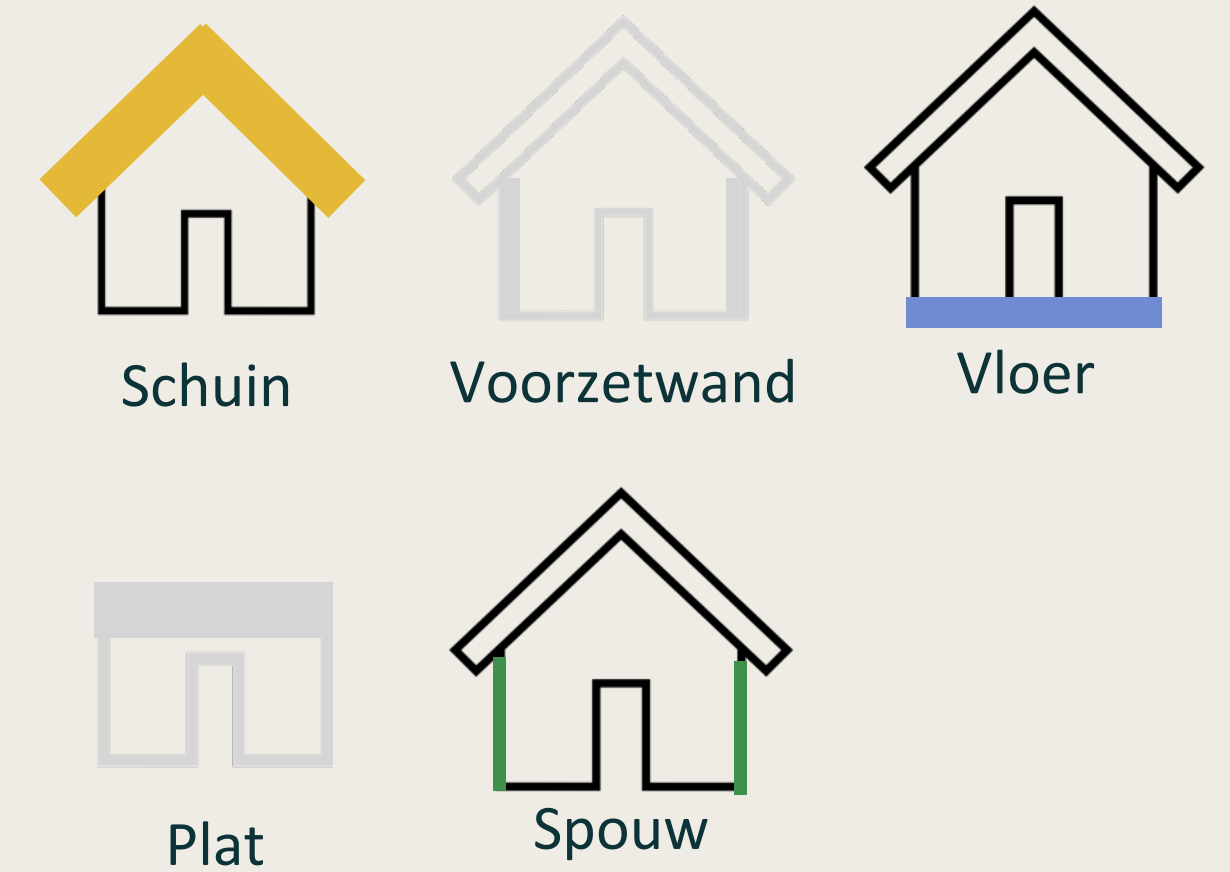
4. Tussenwoning <1965



Bron: Funda, 2023

4. Tussenwoning <1965

Tussenwoningen van voor 1965 beslaan ca. 4% van woningvoorraad. De woningen hebben doorgaans energielabels E-G. Voor zowel CO₂-uitstoot en de MKI scoren de biobased materialen beter dan de conventionele, een factor 2,0 en 1,2, respectievelijk. Echter is te zien dat de MKI van de cellulose vloer hoger is dan de EPS vloer. Dit komt omdat cellulose nu vaak bij hoge temperaturen geproduceerd wordt. Wordt het echter van afvalpapier gemaakt, dan gaat dus ook de CO₂-uitstoot en MKI naar beneden. Wordt CO₂ opslag meegenomen dan valt het helemaal in het voordeel van cellulose en andere biobased materialen uit. Daarnaast is vlas een goed alternatief. Het is ook goed om op te merken dat de dikte van de materialen voor de gevel (vlas en glaswol) geen groot verschil hebben. Echter voor het dak en de vloer is er wel meer ruimte nodig voor de biobased materialen t.o.v. de conventionele.



Gekozen gebouwonderdelen

- Schuin dak: **cellulose**
- Voorzetwand: **vlas**
- Vloer: **cellulose plaat**

Tabel 6: Verschil in MKI per gebouwonderdeel.

Gebouwelement: biobased materiaal (dikte) vs conventioneel materiaal (dikte) – rc-waarde	Aantal m ² per gebouwelement	CO ₂ -eq uitstoot (kg)		MKI (€)	
		Biobased	Conventioneel	Biobased	Conventioneel
Schuin dak: cellulose (82 mm) vs PIR/PUR (66 mm) - Rc 2,1	51	198	668	€ 27	€ 55
Spouw: vlas (49 mm) vs glaswol (49 mm) – Rc 1,4	25	33	92	€ 2	€ 11
Vloer: cellulose (117 mm) vs EPS (91 mm) – Rc 2,6	51	369	448	€ 51	€ 33
Totaal		600	1.208	€ 80	€ 99

Vergelijking data per case

De voorbeelden laten zien dat de CO₂ uitstoot en MKI van conventioneel over het algemeen flink hoger liggen dan biobased materialen. Waar de laatste drie cases een verschil hebben tussen factor 1,2 en 2,6, heeft het verschil in de eerste case een verschil met factor 6-7. Dit komt vooral door het gebruik van gerecycled katoen i.p.v. glaswol. Glaswol heeft een 28x hogere milieu-impact op eutrofiëring. Daarnaast is het belangrijk om op te merken dat de opslag van CO₂ niet wordt meegenomen in de cijfers hier gegeven en de MKI. Dit verschil voor zowel biobased als hergebruikte conventionele materialen is veel groter ten opzichten van conventionele isolatiematerialen.

Tabel 7: Verschil in totale MKI van de drie gebouwonderdelen tussen de vier cases.

	CO ₂ -eq uitstoot (kg)			MKI (€)		
	Biobased	Conventioneel	factor	Biobased	Conventioneel	factor
1. Van Heenvlietlaan 50	56.369	350.923	6,2	€ 4.642	€ 33.876	7,3
2. Oostelijke Handelskade 12	35.661	53.427	1,5	€ 4.105	€ 5.083	1,2
3. Flat <1965	685	1.358	2,0	€ 51	€ 131	2,6
4. Tussenwoning < 1965	600	1.208	2,0	€ 80	€ 99	1,2

Hoofdstuk 3

Methoden, data en referenties

Methode

Het samenstellen van de factsheet bestond uit verschillende onderdelen; 1) het in kaart brengen van alle beschikbare biomaterialen, 2) opstellen van relevante indicatoren aan de hand waarvan de materialen worden beoordeeld, 3) het selecteren van materialen op basis van relevantie (o.a. beschikbaarheid, impact, toepasbaarheid in huidige markt), 4) het raadplegen van databases om de waardes van de indicatoren te achterhalen, en 5) het aanvullen van de data met kwalitatieve en kwantitatieve informatie uit interviews met marktpartijen.

Op de volgende pagina is te zien welke indicatoren zijn gebruikt in de beoordeling. Deze zijn opgedeeld in kwalitatieve en kwantitatieve indicatoren. De kwalitatieve indicatoren laten zie in hoeverre het materiaal daadwerkelijk toegepast kan worden vanwege de beschikbaarheid van het materiaal of de mogelijke extra kennis en technische apparatuur dat nodig is om het toe te passen. De kwantitatieve indicatoren zijn vanzelfsprekend om de uitstoot en circulariteit van de materialen te bepalen.

De selectie van de materialen heeft plaatsgevonden op basis van de volgende minimale eisen per indicator:

- Beschikbaarheid – genoeg voor 2.000 woningen per jaar – op basis van 50 m² per woning.
- Impact – MKI van maximaal €1,5/m² (Rc 3,5)
- Prijs – <€ 45/m² (Rc 3,5)



Milieu Kosten Indicator (MKI)

Om de milieu impact van de isolatiematerialen te bepalen is gekeken naar elf verschillende indicatoren die samen de Milieu Kosten Indicator (MKI), ofwel de schaduwprijs, van het materiaal vormen. Het neemt de hele levenscyclus – van extractie, mogelijke verwerking, transport en consumptie tot einde levensfase – van de grondstof mee. De MKI wordt uitgedrukt in euro's (€) per m².

Om alle materialen goed met elkaar te kunnen vergelijken, zijn in dit onderzoek de indicatoren van de MKI omgezet naar de impact per m³ van het materiaal.

Op basis van de MKI wordt de Milieu Prestatie Gebouw (MPG) berekend. Dit neemt de levensduur en de herbruikbaarheid van de materialen mee. Tevens verdeelt het de MKI score over de levensduur van het gebouw waar het materiaal wordt toegepast. De MPG wordt uitgedrukt in euro's (€) per m² per jaar. In dit onderzoek is alleen gerekend met de MKI uitgedrukt in schaduwprijs per m² per materiaal.

Belangrijk: het MKI gaat veranderen als gevolg van de herziene Europese EPD norm (EN15804+A2).

11 MKI indicatoren:

- Klimaatverandering kg CO₂-eq (greenhousegas effect) (kg CO₂-eq)
- Uitputting van ozon, (ozone layer degradation) (kg CFC-11 eq)
- Menselijke toxiciteit (human toxicity) (kg 1,4 DB eq)
- Zoetwater ecotoxiciteit (aquatic toxicity (sweet)) (kg 1,4 DB eq)
- Marinewater ecotoxiciteit (aquatic toxicity (salt)) (kg 1,4 DB eq)
- Ecotoxiciteit van land (terrestrial toxicity) (kg 1,4 DB eq)
- Fotochemische toxiciteit (photochemical toxicity) (kg C₂H₄ eq)
- Verzuring (acidification) (kg SO₂ eq)
- Eutrofiëring (eutrophication) (kg PO₄ eq)
- Uitputting van abiotische middelen-elementen (abiotic depletion) (Kg antimoon eq)
- Uitputting van fossiele brandstoffen (abiotic depletion) (Kg antimoon eq)

Methode: kwantitatieve indicatoren

Indicator	Definitie	Eenheid
CO ₂ -eq uitstoot	Op basis van LCA Scope 3 emissie: productiefase, bouwfase, gebruiksfase, sloop- en verwerkingsfase en hergebruik, terugwinning en recycling.	kg CO ₂ -eq
MKI	Milieu-impact van een product uitdrukt in euro's volgens standaard methodiek. Op basis van 11 standard categorieën.	EUR/m ²
Type materiaal - Circulair of biobased	Dit blijkt uit deskresearch over de grondstoffen die voor isolatiematerialen worden gebruikt	Circulair en/of biobased
Warmtegeleidingscoëfficiënt	De warmtegeleidingscoëfficiënt, i.e. de lambdawaarde (λ of k) van een materiaal, uitgedrukt in W/mK	(λ) W/mK
Dikte	Vertegenwoordigt de dikte van het isolatiemateriaal	m
Isolatiewaarde	De Rc-waarde beschrijft de isolatie waarde van een geheel gebouwonderdeel. De Rd-waarde omschrijft die van een specifiek materiaal. In dit document wordt uitgegaan van de richtlijnen van het RVO voor renovatie: dak = 2,1; gevel = 1,4; vloer = 2,6 (https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatie-eisen-verbouw-renovatie). Daarnaast is er niet gekeken naar de isolatie waarde van niet-isolerende materialen. Om die reden is er gekozen om in de factsheet alleen de Rc-waarde te hanteren en niet de Rd-waarde. In werkelijkheid zal de materiaalbehoefte dus kleiner zijn dan gepresenteerd in de factsheets, omdat de specifieke isolatiewaarde van de niet-isolerende materialen moet worden meegenomen.	$Rc = d / \lambda$; m ² K/W
Veiligheid	Brandveiligheid	Brandklasse op basis van Euro-brandklassen (Indien getest)
	Dampdiffusieweerstand	Verhouding tussen de waterdampdiffusiecoëfficiënt (δ) van de lucht en de δ -waarde van het betrokken bouw materiaal.
		(EU DIN EN 13501-1)
		Dampdiffusieweerstands-factor μ
Levensduur	De verwachte gebruiksduur van een materiaal over de gehele levenscyclus.	Jaar
Hergebruik	Materiaal is inzetbaar voor toepassing die gelijkwaardig is aan isolatietoepassing/ Materiaal is inzetbaar voor andere toepassing die laagwaardiger is dan isolatiemateriaal/ Materiaal is enkel volledig te recyclen/ Materiaal is niet te recyclen	(%)
Beschikbaarheid	Dit getal is gebaseerd op 50 m ² per woning, met een Rc-waarde van 3,5 voor het isolatiemateriaal.	woningen/jaar









Methode: kwalitatieve indicatoren

Indicator	Definitie	Eenheid
Leveringszekerheid	Toepasbaarheid <ul style="list-style-type: none">De schaalgrootte waarop dit materiaal wordt toegepast. Jaarproductie in m² per standaard toepassing. Beschikbaarheid <ul style="list-style-type: none">De hoeveelheid van een materiaal dat binnen een termijn van 24 maanden beschikbaar is op de markt. Productie in m² per standaard toepassing. Verkrijgbaarheid in Nederland <ul style="list-style-type: none">Materiaal is verkrijgbaar bij leveranciers in Nederland/buurlanden/Europa	n.v.t. – informatie uit interviews
Gemak van installatie	<ul style="list-style-type: none">Installatie van materiaal via dezelfde wijze als een traditioneel materiaal (Ja/Nee)Er zijn extra materialen nodig zoals dampremmende folie, bekisting, houtstructuur etc. (Ja/Nee)Installatie van materiaal neemt gelijke hoeveelheid tijd in beslag als een conventioneel materiaal (Ja/Nee)	n.v.t. – informatie uit interviews
Gezondheid		n.v.t. – informatie uit interviews
Gebruik van extra stoffen	<ul style="list-style-type: none">Gebruik van extra stoffen tijdens productie en/of installatie – betrekking op gezondheid en ecologische impact.	n.v.t. – informatie uit interviews

Beschrijving en beperkingen van de factsheet

Indicatoren	Beschrijving	Beperkingen in data
Leveringszekerheid	1) Beschikbaarheid – De schaal waarop dit materiaal in de isolatieproducten wordt geproduceerd. Meer dan 2.000 huizen per jaar. 2) Opschalingspotentie - geeft een idee over de korte termijn beschikbaarheid van het materiaal	Inschatting op basis van ca. 20 interviews en beschikbare informatie van producenten (jaarverslagen, etc.)
Type materiaal – Circulair of biobased	Geeft aan of de bron van de grondstof circulair of biobased is of beide	–
Gemak van installatie	Toont het gemak van installatie vanuit het perspectief van de bouwers of isolatiebedrijven	Dit is een kwalitatief onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen van het gebruik van geselecteerde isolatiematerialen.
Gebruik van extra stoffen	t.b.d	t.b.d.
CO₂- uitstoot	–	-
MKI (Milieu Kosten Indicator)	CO ₂ is inbegrepen en dit is vertaald naar de kosten in euro's	Aangezien de isolatieproducten worden geproduceerd met een mix van andere bindmaterialen (zowel natuurlijke als fossiele), kan deze waarde verschillen naargelang van alle materialen die voor de productie van de isolatieproducten worden gebruikt.
Warmtegeleidingscoëfficiënt	Dit is een wetenschappelijk gemeten waarde die de warmtegeleiding voor een specifieke grondstof aangeeft en niet verandert.	–
Isolatiewaarde	Deze waarde meet de isolatiewaarde, maar kan variëren afhankelijk van de productie van de isolatieproducten.	-
Dikte	Deze waarde vertegenwoordigt de dikte van het isolatieproduct en kan worden berekend door de lambda- en Rc-waarde te vermenigvuldigen	–
Brandveiligheid	Deze waarde vertegenwoordigt het testen van de brandveiligheid en de certificering van de isolatieproducten volgens de EU-brandklassen	–
Dampdiffusieweerstand	t.b.d.	Deze waarde verschilt naargelang het type van de isolatieproducten
Levensduur	Deze waarde vertegenwoordigt de levensduur van het isolatieproduct	–
Hergebruik	Deze waarde vertegenwoordigt het percentage circulariteit voor de grondstoffen na het eindgebruik van het product. Verlenging van de levensduur of hergebruik	Aangezien de isolatieproducten worden geproduceerd met een mix van andere bindmaterialen (zowel natuurlijke als fossiele), kan deze waarde verschillen naargelang van alle materialen die voor de productie van de isolatieproducten worden gebruikt
Beschikbaarheid	t.b.d	t.b.d.

Geselecteerde isolatiematerialen

Isoleren- Materialen	Leveringszekerheid (Schaal/ Beschikbaarheid)	Type materiaal - Circular of biobased	Warmte- geleidings- coëfficiënt (λ) (W/mK)	Isolatiewaarde		Veiligheid		Levensduur (Jaar)	Hergebruik (%)	Betrokken bedrijven	
				Rd-waarde (m ² K/W)	Dikte (m)	Brandveiligheid Brandklasse (EU DIN EN 13501-1)	Dampdiffusie- weerstand (μ)				
	Cellulose	Schaal – groot; Beschikbaarheid – groot	Circular & biobased	0,039	3,34	0,13	E	1 – 3 (varies on the product)	50	100%	Isofloc, Easycell
	Gras	Schaal – klein; Beschikbaarheid – middel	Circular & biobased	0,042	3,34	0,14	D/E	1 – 2	–	100%	Gramitherm
	Hennep	Schaal – middel; Beschikbaarheid – middel	Biobased	0,038	3,34	0,127	E/B	1 – 2	75	95%	Isohemp, EXIE, Dinagro, Hempflax
	Houtvezel	Schaal – groot; Beschikbaarheid – groot	Circular & biobased	0,038	3,34	0,127	E	1 – 10 (varies on the product)	50 – 75	90%	Gutex, Steico, Hunton
	Katoen	Schaal – groot; Beschikbaarheid – groot	Circular & biobased	0,038	3,34	0,127	E	1 – 2	50 - 75	100%	Metisse, Denim Tex
	Rietpanelen	Schaal – middel; Beschikbaarheid – middel	Circular & biobased	0,06	3,34	0,2	E	2	–	90%	–
	Stro	Schaal – middel; Beschikbaarheid – groot	Biobased	0,052	3,34	0,174	E	–	–	95%	Ecococoon / Strotec, Straw Block Systems
	Vlaswol	Schaal – groot; Beschikbaarheid – groot	Biobased	0,038	3,34	0,127	C	1 – 2	50 - 75	100%	Faay, Isovlas

Bron: zie bronnen

Bronnen

- NIBE, 2023 - NIBE milieuclassificatie bouwproducten
- Blagoeva and Pavel, 2021 - JRC Publications Repository - Competitive landscape of the EU's insulation materials industry for energy-efficient buildings (europa.eu)
- Steico, 2023 – www.steico.com
- Provincie Utrecht, 2023 - www.provincie-utrecht.nl/actueel/nieuws/provincie-utrecht-gebruikt-als-eerste-overheid-nederland-een-eerlijke-co2-prijs
- EEA, 2022 - www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cm/products/etc-cm-report-1-2022
- RVO, 2020 - <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde/woningeigenaren/isolatiemaatregelen>
- RVO, 2022 - www.rvo.nl/sites/default/files/2023-01/brochure-voorbeeldwoningen-bestaande-bouw-2022.pdf
- Pianoo - https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/Factsheet_Biobased_Isolatiemateriaal-augustus2017.pdf
- Ademe, 2019 - <https://expertises.ademe.fr/batiment/passer-a-laction/elements-construction/dossier/parois-opaques/produits-construction-biosources-batiment>

