

IMPACTANALYSE BIOBASED RVB

Invloed
biobased
materiaal op
inkoop bouw

nibe

Project Impactanalyse Biobased RVB

Opdrachtgever Rijksvastgoedbedrijf
Korte Voorhout 7
2511 CW Den Haag



Rijksvastgoedbedrijf
Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties

Contactpersoon Jille.koop@rijksoverheid.nl

Opdrachtnemer NIBE B.V.
Campus Werkspoor
Nijverheidsweg 16A
3534 AM Utrecht
+31 (0)88 - 998 37 75
info@nibe.org
www.nibe.org



Versie 2.4 – rectificatie*

Datum 24 maart 2021

Projectleider Olga van der Velde

Projectteam Laureen van Munster
Pien van den Heuvel

*RECTIFICATIE: In de voorgaande versies van dit rapport waren foutieve waarden voor de milieulast van het materiaal geëxpandeerde kurk opgenomen. Deze waren gebaseerd op de samenstelling van kurk met een synthetische binder. Dit type kurk wordt echter niet als warmte-isolatie toegepast en geëxpandeerde kurk bevat geen synthetische binder maar bestaat voor 100% uit kurk. Daartoe zijn geëxpandeerde kurk en deze waarden uit het rapport verwijderd.

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 NIBE.

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NIBE is het niet toegestaan om:

- a) een door NIBE uitgebracht rapport geheel of gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze openbaar te doen maken;
- b) een door NIBE uitgebracht rapport geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures en ten behoeve van reclame of vergelijkende reclame;
- c) de naam en/of het logo van NIBE, in welke verbinding dan ook, te gebruiken bij het openbaar maken van een deel of gedeelten van een door NIBE uitgebracht rapport en/of voor een of meer van de sub. b. genoemde doeleinden.

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

© 2021 NIBE

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Gehanteerde afkortingen	5
2 Inleiding	6
3 Algemene uitgangspunten	7
3.1 Data en methode	7
3.2 Inhoud analyse	8
3.3 Vastgoedvoorraad van het Rijk	12
4 Inbouw	14
4.1 Binnenwanden	14
4.2 Plafonds	25
4.3 Vloerafwerking	33
4.4 Totale resultaat inbouw	39
5 Schil - gevel	40
5.1 Scope	40
5.2 Materialisering	40
5.3 Uitgangspunten	42
5.4 Analyse	45
6 Schil - dak	68
6.1 Scope	68
6.2 Materialisering	68
6.3 Uitgangspunten	69
6.4 Analyse	69
7 Draagstructuur	81
7.1 Scope	81
7.2 Materialisering en uitgangspunten	81
7.3 Analyse	84
8 Stikstofanalyse	89
8.1 Scope	89
8.2 Uitgangspunten	89

8.3	Analyse	92
9	Rijksvastgoedportefeuille	93
10	Conclusies	102
10.1	Aandeel biobased	102
10.2	Impactanalyse biobased	103
10.3	Stikstofanalyse	107
BIJLAGE 1.	Hoeveelheden constructievarianten	108
BIJLAGE 2.	Gewichtsberekening constructievarianten	109

1 Gehanteerde afkortingen

BVO – Bruto Vloer Oppervlak

EIB – Economisch Instituut voor de Bouw.

GPR. Een software-programma waarmee de MPG van een gebouw kan worden uitgerekend.

kg CO₂-eq. De eenheid waarin klimaatimpact wordt uitgedrukt: kilogram CO₂-equivalenten. Dankzij deze eenheid kan het effect van verschillende broeikasgassen in één getal worden uitgedrukt. Zo is het effect van 1 kg methaan gelijk aan 25 kg CO₂-eq.

LCA – Levenscyclusanalyse. In een LCA worden de milieueffecten van alle processen en grondstoffen die nodig zijn om een product toe te passen uitgerekend, gedurende de levensduur van het product. De levensduur wordt omschreven door levensfasen, aangeduid met de nummering A1 t/m D. A1-A3 betreft de productiefase, C1-4 de sloop- en afvalfase en D de terugwinningsfase.

MKI – Milieukostenindicator. Met een levenscyclusanalyse worden de milieueffecten van een materiaal, product of bouwwerk uitgerekend. Deze milieueffecten (meerdere getallen met verschillende eenheden) zijn om te rekenen tot één integraal getal: de milieukosten, in euro's.

MPG – MilieuPrestatie Gebouw. Een optelsom van de schaduwkosten van alle producten en materialen die zijn toegepast in het gebouw gedeeld door de beschouwde periode en het bruto vloeroppervlak.

NMD – Nationale MilieuDatabase. Database die wordt gebruikt voor het berekenen van de milieuprestatie van gebouwen en/of bouwproducten. De database bevat een groot aantal profielen van materialen en producten die vaak in de bouw voorkomen met de bijbehorende milieueffecten en schaduwkosten.

RVB – Rijksvastgoedbedrijf.

SBK – Stichting Bouwkwiteit. Zij beheren de NMD en de bepalingmethode.

2 Inleiding

Het Rijksvastgoedbedrijf (RVB) zoekt uit strategische overweging naar mogelijkheden om haar projecten meer circulair uit te (laten) voeren om zo een bijdrage te leveren aan een klimaatneutrale en circulaire economie, in lijn met de doelstellingen van de Rijksoverheid.

In een circulaire economie wordt er optimaal gebruik gemaakt van materiaal, zodat er geen uitputting van hulpbronnen optreedt en de milieu-impact van de ingrepen wordt geminimaliseerd. Circulaire bouwwerken gebruiken zoveel mogelijk hergebruikte grondstoffen en producten. Op dit moment is er vanuit hergebruik van materialen en producten onvoldoende volume beschikbaar om aan de vraag te voldoen. Zo heeft het EIB becijferd dat als alle uit sloop vrijkomende materialen opnieuw zouden worden ingezet, hiermee aan maximaal 40% van de totale vraag aan bouwmaterialen zou worden voldaan¹. De rest van het volume zal moeten worden aangevuld met nieuw gewonnen materialen. Biobased materialen zijn een aanvullende oplossingsrichting om een circulaire economie te bereiken. Tevens hebben veel biobased grondstoffen de potentie een lagere milieu-impact op te leveren.

Daarom wil het RVB op een drietal productgroepen een impactanalyse en inzicht naar de potentie van biobased grondstoffen:

- Inbouw: plafond, wand en vloer (renovatie)
- Constructie (nieuwbouw)
- Gebouwschil en dak (beide)

De analyse wordt uitgevoerd door een referentie die samen met de RVB is opgesteld te vergelijken met een alternatief met biobased materiaal. Dit wordt gedaan met behulp van een Excel rekensheet. In dit rapport worden de resultaten van een aantal gekozen scenario's gepresenteerd. De rekensheet wordt mee opgeleverd aan het RVB als resultaat, zodat zij tevens eigen analyses kunnen maken.

De opzet van het document is als volgt: in hoofdstuk 3 worden de algemene uitgangspunten omschreven, o.a. wat bekend is over de vastgoedvoorraad van het Rijk. In de opeenvolgende hoofdstukken worden de drie productgroepen behandeld: de scope, materialisering, uitgangspunten en analyse van de individuele groepen. Hoofdstuk 4 behandelt de inbouw. Hoofdstuk 5 de schil – gevel en hoofdstuk 6 schil – dak. In hoofdstuk 7 wordt de draagstructuur beschouwt en in hoofdstuk 8 is bekeken wat de invloed van de draagstructuur op stikstofuitstoot is. In hoofdstuk 9 wordt het totale resultaat weergegeven van alle groepen voor de activiteiten van RVB. Tot slot, worden in hoofdstuk 10 conclusies getrokken.

¹ *Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw*, EIB, Metabolic, SGS Search; januari 2020

3 Algemene uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de algemene uitgangspunten vastgesteld.

Een belangrijk uitgangspunt is de definitie van biobased. Onder biobased verstaan we alleen nagroeibare bronnen (geen minerale bronnen).

3.1 Data en methode

Achtergrond data

Voor het in kaart brengen van de resultaten wordt zo veel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande, beschikbare LCA (levenscyclusanalyse) data. Binnen de scope van de opdracht kan geen nieuwe data worden gegenereerd.

Alle gehanteerde data komt uit 'NIBE milieuclassificaties'. Ten tijde van het onderzoek was deze database gebaseerd op de bepalingmethode v3.0 versie januari 2019 met wijzigingsblad juli 2019. We hebben er voor gekozen deze database te gebruiken, omdat alle data op dezelfde rekenmethode is gebaseerd. Dit maakt dat vergelijkingen maken goed mogelijk is.

De huidige MPG software draait op basis van de Nationale milieudatabase (NMD) v2.3. Hier in is de categorie 3 data gebaseerd op de bepalingmethode v2.0; de meeste categorie 1 en 2 data gebaseerd op v2.0 of ouder.

Naast dat deze data op oudere rekenmethoden zijn gebaseerd, ontstaan er verschillen tussen de MKI die te wijten zijn aan de verschillende versies van de bepalingmethode. Dit maakt eerlijk vergelijken lastiger.

Tevens is voor categorie 3 data een toeslag van 30% gehanteerd (met de gedachte dat dit onzekerheid in deze data compenseert). NIBE milieuclassificaties hanteert geen 30% toeslag.

Indicatoren

In dit rapport en de opgestelde rekensheet worden de volgende indicatoren meegenomen;

- MKI (ook wel schaduwprijs)
- CO₂ uitstoot (in kg CO₂ equivalent o.b.v. het milieu-effect klimaatverandering)

Oorspronkelijk was het idee tevens de milieueffecten vermesting en verzuring als indicatoren op te nemen, om een indruk te geven van de stikstofuitstoot. Echter geven deze effecten onvoldoende inzicht:

- Naast stikstof dragen tal van andere stoffen bij aan deze milieueffecten.
- Het betreffen milieueffecten over de gehele keten, van grondstofwinning tot einde levensduur, welke tevens deels buiten Nederland kunnen plaatsvinden.

Omdat de huidige uitdaging specifiek betrekking heeft op stikstof en juist gaat om lokale effecten, is er voor gekozen de analyse m.b.t. stikstof anders in te steken.

Alle beschouwde LCA data is oorspronkelijk opgebouwd uit milieuprofielen uit de EcolInvent database. Middels een analyse kan voor elk milieuprofiel worden bekeken welke uitstoot het milieuprofiel veroorzaakt. De volgende emissies (naar de lucht) zijn relevant om te beschouwen in het kader van de stikstofproblematiek:

- NH₃
- N₂O
- NO_x
- NO₃

Om deze emissies voor elk milieuprofiel te bepalen van alle beschouwde LCA data is ondoenlijk. In de scope (volgende kopje) wordt toegelicht voor welk onderdeel de stikstofanalyse wordt uitgevoerd en in hoofdstuk 8 wordt onderbouwd welke milieuprofielen hiervoor relevant zijn.

Scope

De volledige levenscyclus (A1 t/m D) is beschouwd voor de indicatoren MKI en CO₂.

De volgende fases uit de EN15804 zijn beschouwd. (X = beschouwd)

Productiefase			Constructie fase		Gebruiksfase							Eindelevensduurfase				
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	X	X	X	X	X

De resultaten hebben we als volgt opgedeeld:

- Realisatiefase: Milieulast bij aanvang (module A1-A5)
- Totaal: Milieulast t.g.v. realisatie (A1-5), onderhoud (B) en eindelevensduur (C1-D)

Het heeft sterk onze voorkeur de resultaten minimaal in deze fases op te delen, omdat:

- Daarmee inzichtelijk wordt welke effecten in het heden optreden en welke effecten in de toekomst (onderhoud gedurende de jaren en einde levensduur), wat in sommige gevallen pas over 75 jaar zal zijn
- Ons inziens is het te kort door de bocht de effecten van nu en in de toekomst plat te slaan tot één getal: de toekomst is onzeker; treden de toegerekende voordelen dan werkelijk op?

Omdat voor de stikstofproblematiek lokale effecten belangrijk zijn wordt de focus gelegd op de bouwplaats: de transportbewegingen hier naar toe en de activiteiten die op de bouwplaats plaatsvinden. We hebben er voor gekozen de stikstofanalyse uit te voeren voor de draagstructuur. Door hun hoge gewicht zal de last van het transporteren en omhoog hijsen van deze materialen relatief hoog zijn ten opzichte van andere materialen. Daarnaast is van veel bouwproducten vanuit milieuoogpunt weinig bekend over welke processen op de bouwplaats plaatsvinden en is dit daarom buiten de scope gelaten. NB: dit komt deels omdat de milieueffecten hiervan vaak verwaarloosbaar klein zijn ten opzichte van de rest van de levensduur).

Systeemgrenzen

De systeemgrenzen conform de bepalingsmethode v3.0, paragraaf 2.6.3.4 en de EN 15804+A1, paragraaf 6.2. zijn gehanteerd.

3.2 Inhoud analyse

Met uitzondering van de draagstructuur is voor elke impactcategorie zowel nieuwbouw als renovatie (vervangingen) bekeken.

Het Rijksvastgoedbedrijf heeft prognoses aangeleverd hoeveel nieuwbouw en vervangingen worden verwacht per jaar (zie de volgende paragraaf). Deze prognose geeft een referentiesituatie in een orde van grootte die dicht bij de werkelijkheid ligt. De werkelijke hoeveelheid nieuwbouw en vervangingen wijkt af door allerlei (externe) veranderlijkheden.

Renovatie

Voor renovatie is het niet praktisch om een beschouwde periode te hanteren. Normaal wordt aan de hand van de beschouwde periode bepaald hoe vaak vervangingen nodig zijn, nu zijn de benodigde vervangingen al in de prognose van de hoeveelheden per jaar verwerkt.

Daarnaast beschouwen we geen periode, maar willen we de milieulast per jaar inzichtelijk maken.

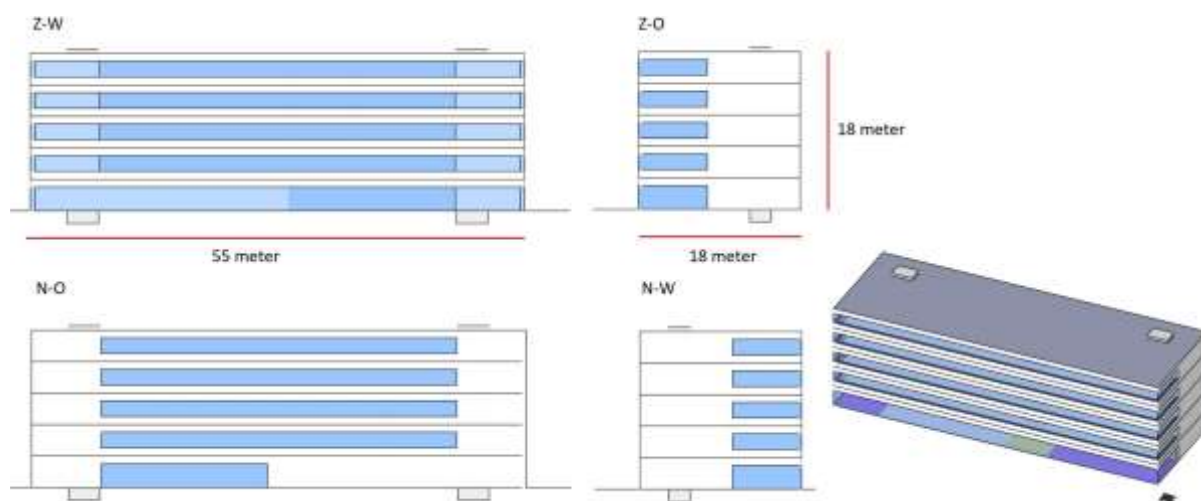
Nieuwbouw

Voor nieuwbouw weten we natuurlijk nog niet wat voor gebouwen gebouwd gaan worden. Hiertoe is als rekenmodel een voorbeeldgebouw genomen op basis waarvan de resultaten voor nieuwbouw zijn berekend.

Rekenmodel

We hebben gekozen hiervoor een referentiegebouw uit de MPG software aan te houden, namelijk 'kantoorgebouw, medium'². De afmetingen van dit gebouw zijn overgenomen, zie de afbeelding. Het BVO is 4950 m². Voor de nieuwbouwanalyses worden materiaalaanname gedaan. De uitkomsten hiervan extrapoleren we naar het totaal BVO nieuwbouw per jaar van 50.000 m².

Kantoorgebouw M betreft een nieuwe referentieberekening, gebaseerd op de nieuwe set berekeningen die zijn opgesteld voor BENG. Deze referentieberekening zijn nog niet beschikbaar in de MPG software. Om hier toch mee te kunnen rekenen hebben wij de benodigde gegevens ontvangen van LBP Sight.



Voor de nieuwbouw wordt het aantal benodigde vervangingen wel gebaseerd door te rekenen met een beschouwde periode. Dit bepaalt immers hoe vaak een product(onderdeel) met een kortere levensduur vervangen dient te worden.

Voor utiliteitsbouw (en dus ook kantoorpanden) is het voorgeschreven een beschouwde periode van 50 jaar te hanteren.

NB: Beschouwingsperiode NIBE milieuclassificaties

Veel van de groepen uit de NIBE milieuclassificaties zijn doorgerekend met een beschouwde periode van 75 jaar. Het resultaat in dit rapport en in de rekensheet zijn voor een beschouwingsperiode van 50 jaar. Als de uitkomsten uit dit rapport en de rekensheet worden vergeleken met de uitkomsten welke op de website van de NIBE milieuclassificaties staan, kan hier een verschil tussen zitten.

² Materialisatie referentiebouwwerken, W/E en LBP Sight; juli 2019

Relatie tot MPG

Een MPG (Milieu Prestatie Gebouw) berekening is altijd projectgebonden en heeft dus tevens een beschouwde periode. De MPG score wordt uitgerekend door de totale MKI te delen door het aantal vierkante meters BVO van het project en door de beschouwde periode. De eenheid van de MPG score is daarmee $\text{MKI}/(\text{m}^2\text{BVO} \cdot \text{jaar})$

De MPG score van een gebouw mag volgens de bouwregelgeving maximaal $\text{€ } 1,0/\text{m}^2\text{BVO}/\text{jaar}$ zijn. Omdat het RVB zich committeert aan MVI, hanteren zij een grenswaarde van $\text{€ } 0,90/\text{m}^2\text{BVO}/\text{jaar}$; deze waarde hanteren we daarom ook als grens in dit onderzoek.

Voor elke productgroep rekenen we uit wat de MPG score van het gekozen scenario zou zijn voor het rekenmodel en deze delen we door 0,9, zodat inzichtelijk wordt wat het aandeel van deze productgroep zou zijn in een volledige MPG berekening.

Tevens beschouwen we hoe de resultaten i.r.t. de MPG kunnen worden geïnterpreteerd, door deze te vergelijken met de referentie MPG berekening van kantoorgebouw M. Deze berekening heeft een MPG score van 0,91.

Resultaten per jaar

Omdat we de impactanalyse maken over wat RVB jaarlijks aan bouwactiviteiten uitvoert, zijn de resultaten ook per jaar uitgedrukt. Hoewel LCA's zijn opgezet om de gehele levensduur uit te voeren, worden ze hier ingezet om een inschatting te geven van de jaarlijkse milieu-impact.

Per jaar worden nieuwe producten toegevoegd. Hiervoor geldt in elk geval de milieulast bij aanvang. Als je de volledige LCA van dit project in beschouwing neemt dan wordt ook de milieulast t.g.v. einde levensduur meegeteld. Dit vindt werkelijk pas na meerdere jaren plaats (de levensduur van het product).

Betreft het een vervanging, dan vindt er wel degelijk een afvalfase plaats, namelijk die van het product dat wordt vervangen. Hier zijn echter een drietal kanttekeningen bij te plaatsen:

- 1) Als het oude en het nieuwe product niet hetzelfde zijn, dan correspondeert de milieulast t.g.v. de afvalfase van het nieuwe product niet met de afvalfase die plaatsvindt voor het oude product.
- 2) Vanuit de LCA-methodiek beschouwd, hoort de afvalfase t.g.v. het oude product bij levenscyclus van het product dat verwijderd wordt en niet bij de levenscyclus van de nieuwe situatie.
- 3) De eindelevensduurfase vindt in de toekomst plaats en derhalve onzeker. De afvalverwerking en toegekende baten t.b.v. recycling, hergebruik, maar ook energiewinning door verbranding wegen echter even zwaar mee als de productiefase. Indien het doel is om anno 2020 de impact te verlagen is het niet wenselijk om baten toe te rekenen die zeer onzeker zijn en ver in de toekomst zouden kunnen plaats vinden.

Om deze reden bekijken we bij de analyses zowel de resultaten van de realisatiefase als van het totaal inclusief eindelevensduur. Als er een significant verschil optreedt in de vergelijking als de eindelevensduurfase (modules C-D) wel of niet mee wordt genomen, dan wordt dit in de analyse in dit rapport inzichtelijk gemaakt.

Onderhoud

Als een product is toegepast waarvoor onderhoud nodig is, dan is hiervoor een jaarlijkse milieulast meegeteld. Als bijvoorbeeld elke 8 jaar een verlaag dient te worden aangebracht, dan is het jaarlijkse resultaat hiervan, de milieulast van één verlaag gedeeld door 8.

Opzet analyse

Voor elke impactcategorie is de analyse als volgt opgebouwd:

- De scope, uitgangspunten en mogelijke materialiseringen zijn vastgesteld (bij laatstgenoemde waren we afhankelijk van de beschikbare LCA data).
- Een referentie wordt vergeleken met een alternatief met biobased materiaal.
- Alle mogelijke materialiseringen worden in tabelvorm op een rij gerangschikt van lage milieulast naar hoge milieulast. Op basis hiervan zijn de volgende vergelijkingen gemaakt:
 - 'Best case biobased vs worst case ref': het biobased materiaal met de laagste milieu-impact is vergeleken met het niet-biobased materiaal met de hoogste milieu-impact.
 - 'Best case biobased vs best case ref': het biobased materiaal met de laagste milieu-impact is vergeleken met het niet-biobased materiaal met de laagste milieu-impact
 Deze twee vergelijkingen zijn bedoeld om een beeld te geven van de uitersten binnen de groep
 - 'Best guess': voor dit scenario is een weloverwogen inschatting gemaakt van wat een mogelijke verdeling van materialen is hoe RVB nu bouwt. Hier zijn geen pasklare gegevens over, dus in overleg met RVB hebben we hier een inschatting gemaakt. Dit referentiescenario wordt vergeleken met een alternatief scenario. Hierin is zo veel mogelijk biobased materiaal in opgenomen, waarbij is nagedacht wat logische en realistische keuzes zijn, met het oog op de prestatie-eisen van de impactcategorie.
- Voor elke vergelijking zijn de volgende resultaten uitgewerkt:
 - % biobased van het gekozen alternatieve scenario
 - Het totale resultaat per jaar in MKI en CO₂ eq.
 - Het verschil tussen de referentie en het alternatief met biobased o.b.v. MKI en CO₂ eq. voor de totale levenscyclus. Hierbij is tevens beschouwd of een ander beeld ontstaat als alleen de realisatiefase wordt bekeken.
 - Voor de best-guess scenario's is tevens omschreven wat de relatie is van de resultaten van nieuwbouw ten opzichte van een MPG berekening en de referentieberekening kantoorgebouw M.
- Voor de inbouw, schil en de analyse van de gehele portefeuille zijn tevens zwaartepuntanalyses gemaakt op verschillende onderdelen.

Het % biobased hebben we berekend op basis van het aantal kg. NIBE rekent circulariteit praktisch altijd uit in kilogrammen en volgt hiermee de methodologie van de MCI (Material Circularity Indicator) van Ellen MacArthur Foundation. CB23 schrijft in de huidige versie van hun leidraad voor het meten van circulariteit (versie 2.0) ook voor om deze percentages op basis van kilogrammen te berekenen.

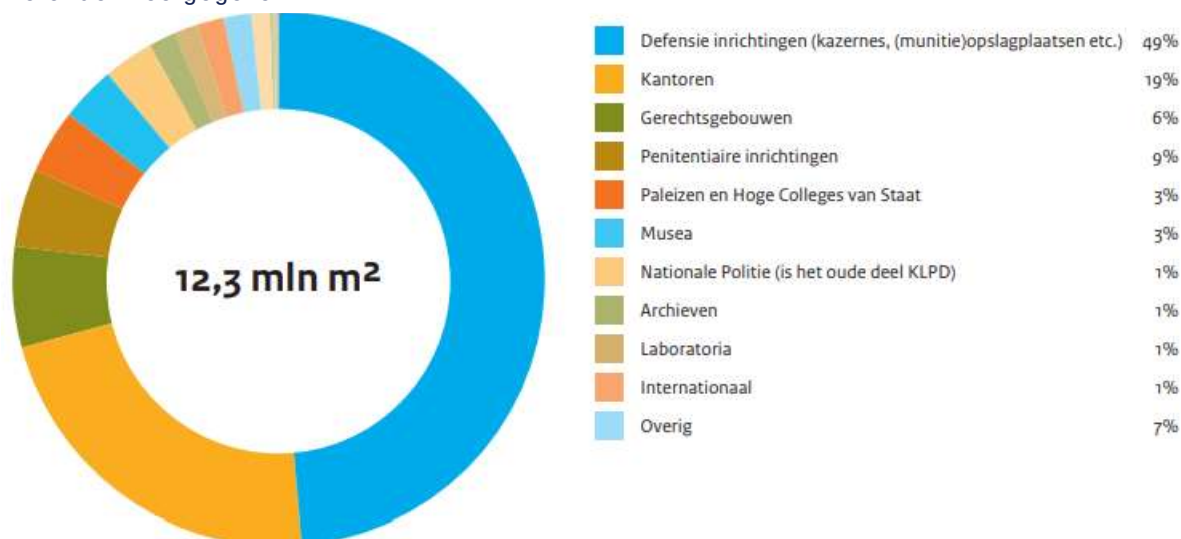
Opvallend genoeg is in de beleidsdocumenten van de overheid niet te vinden op basis van welke eenheid 50% minder primaire grondstoffen bereikt dient te worden in 2030.

In de analyses noemen we een materiaal een referentie als deze minder dan 50% aan biobased materiaal bevat en noemen we een materiaal een alternatief met biobased materiaal als deze 50% of meer aan biobased materiaal bevat.

Bij elke analyse zijn de materiaalkeuzes op een rij gezet. De alternatieven met biobased zijn geel gemarkeerd.

3.3 Vastgoedvoorraad van het Rijk

Het Rijk beschikt in totaal over 12,3 miljoen m² BVO aan vastgoed. De verdeling hiervan is in de figuur hieronder weergegeven.



Figuur 1: Verdeling portefeuille Rijksvastgoedbedrijf in 2016 (bron: 'Rijksvastgoed in beeld en bedrijf 2016')

Per productgroep wordt in dit hoofdstuk vastgelegd hoeveel m² RVB hiervan toepast per jaar. Dit wordt ingeschat o.b.v. voorraad, toekomstige plannen en vervangingsperiodes.

Inbouw

In overleg met het RVB is ingeschat hoeveel m² product per jaar benodigd zijn voor de drie inbouw-categorieën: vloerafwerking, binnenwanden en plafonds.

Hierin zijn de volgende gebouwen meegenomen:

Type	Hoeveelheid	BVO	Gebruikt voor
BVO Defensie (kantoren, lesgebouwen, legeringsgebouwen)	2.421.565	m2	vloerbedekking en plafonds
BVO Defensie (kantoren, lesgebouwen)	1.617.084	m2	binnenwanden
BVO Rijksportefeuille (kantoren, rechtbanken)	3.784.106	m2	Alle inbouw

Gekozen is om te rekenen met het BVO van kantoren, lesgebouwen, rechtbanken, legeringsgebouwen en laboratoria. In andere gebouwen als penitentiaire inrichtingen, werkplaatsen, loodsen etc. komen de inbouw categorieën in veel mindere mate voor.

De hoeveelheden BVO zijn gegenereerd op basis van gegevens van de sectie Vastgoedinformatie en Administratie. Specifieke informatie van hoeveelheid systeemwanden, plafonds en vloerbedekking is niet voorhanden binnen het RVB. Daarom is er aansluiting gezocht op aannames die bouwcostendeskundigen van het RVB in het verleden hebben gebruikt voor berekeningen t.b.v. het huurstelsel RVB. De gebruikte afschrijving is de theoretische afschrijvingstermijn.

Dit levert per categorie de volgende hoeveelheden op:

Categorie	Defensie	Rijk	Totaal	
Vloerbedekking (70% van BVO)	1.695.096	2.648.874	4.343.970	m2
per jaar (gedeeld door 15 jaar)	113.006	176.592	289.598	m2
Binnenwanden (40% van BVO, 50/50 open/dicht)				
Dichte systeemwand	323.417	756.821	1.080.238	m2
per jaar (gedeeld door 30 jaar)	10.781	25.227	36.008	m2
Open systeemwand	323.417	756.821	1.080.238	m2
per jaar (gedeeld door 30 jaar)	10.781	25.227	36.008	m2
waarvan transparante wand 80%	8.624	20.182	28.806	m2
waarvan deur 20%	2.156	5.045	7.202	m2
Plafonds (80% van BVO)	1.937.252	3.027.285	4.964.537	m2
per jaar (gedeeld door 30 jaar)	64.575	100.909	165.485	m2

NB: dit lijken exacte getallen, maar deze zijn gebaseerd op een globale inschatting.

Schil

Voor de schil wordt de voorraad exclusief Defensie beschouwd, ofwel 6 miljoen m² BVO.

Nieuwbouw

Om de jaarlijkse hoeveelheid nieuwbouw in te schatten is gekeken naar het integraal programma nieuwbouw 2019 t/m 2024. Hierin is 222.350 m² nieuwbouw gepland. Gedeeld door 5 jaar levert 45.000 m² BVO per jaar op. We ronden dit af naar boven en gaan uit van 50.000 m² BVO nieuwbouw per jaar.

De nieuwbouw wordt berekend aan de hand van het rekenmodel. Het rekenmodel heeft een geveleppervlak van 2.682 m² en een BVO van 4.950 m². De keuzes over de materialisering als ook de open- en dichtverhouding worden bij de analyse gemaakt. De resultaten worden geëxtrapoleerd naar de totale nieuwbouw van 50.000 m² BVO per jaar.

Renovatie

De analyse van de renovatie van gevels hebben we gebaseerd op inschattingen van een adviseur bouwkosten van RVB:

- Gevefactor (oppervlak t.o.v. BVO): 60%
- Vervangingstermijn gevel dicht: 60 jaar
- Vervangingstermijn gevel open: 30 jaar

Zoals eerder benoemd beschouwen we voor de schil de voorraad exclusief Defensie, ofwel 6.000.000 m² BVO. Op basis van de inschattingen komt dit neer op de volgende aannames:

Dicht geveleppervlak per jaar: 36.000 m²

Open geveleppervlak per jaar: 48.000 m²

Bij het dichte geveleppervlak doen we de aanname dat de gevelconstructie (het binnenspouwblad of het regelwerk) *niet* wordt vervangen, dat er altijd isolatie wordt aangebracht en dat niet in alle gevallen de afwerking wordt vervangen. Voor de analyse hebben we aangenomen dat in 75% van de gevallen de gevelafwerking wordt vervangen; dit betreft een eigen schatting.

Voor het open geveleppervlak doen we de aanname dat zowel het kozijn als het glas wordt vervangen.

Constructie

Per jaar wordt er ongeveer 50.000 m² BVO nieuw gebouwd (exclusief Defensie).

In hoofdstuk 7 zijn vier mogelijke constructievarianten voor het rekenmodel uitgewerkt.

4 Inbouw

Onder inbouw vallen 3 productgroepen:

1. Binnenwanden
2. Plafonds
3. Vloerafwerking

4.1 Binnenwanden

Scope

Zowel metal stud als systeemwanden komen voor. De materiaalopbouw van deze beide systemen is soortgelijk, behalve dat metal stud wanden altijd afgewerkt moeten worden (bv. met een stuc laag). Dit hoeft bij systeemwanden niet wat ze tevens flexibeler maakt. Deze afwerklaag is buiten beschouwing gelaten.

Inclusief:

- dichte wanden
- transparante wanden
- deuren incl. kozijn

Materialisering

Onderdeel	Referentie	Biobased
Frame	Staal	Vuren hout
	Aluminium	Karton kern
Beplating	Gipskarton	Spaanplaat
	Staal	OSB
	Glas	Multiplex
Isolatie	Steenwol	Vlas
	Glaswol	Houtvezel Strobalen
Deur	Stalen kozijn, stalen deur met beglazing	Europees naaldhout kozijn, HPL/vulling tubespaan deur
	Stalen kozijn, PVC op hardboard/honingraat deur	Europees naaldhout kozijn, Europees zachthout deur
	Stalen kozijn, staal/honingraat deur	Europees naaldhout kozijn, PVC op hardboard/honingraat deur
	Stalen kozijn, stalen deur met beglazing; poedercoating	Europees naaldhout kozijn, tubespaan deur
		Europees loofhout kozijn tubespaan deur
		Tropisch loofhout kozijn, tubespaan deur
		Europees naaldhout kozijn, Hardboard/vulling tubespaan
		Europees naaldhout kozijn, staal/honingraat deur

NB1: er bestaat geen biobased alternatief voor glas. Echter wordt de transparante wand vergeleken met een dichte biobased wand voor de situatie waar transparantie geen vereiste is.

Bron data

Uitgangspunten

De eisen m.b.t. brandveiligheid zijn in overleg met een expert brandveiligheid van het RVB vastgelegd.

		binnenoppervlak	buitenoppervlak	beeloopbaar vlak	vrijgesteld	dakoppervlak	constructieonderdeel	verbouw	tijdelijke bouw	extra beschermde vluchtroute	beschermde vluchtroute	overig	extra beschermde vluchtroute	beschermde vluchtroute	overig	extra beschermde vluchtroute	beschermde vluchtroute	overig								
artikel	lid	2.67	2.68			2.69	2.70		2.71	2.72	2.73	2.74	2.67		2.68		2.69									
		1	2	1	2	3	4	5	1	2	1	2	3	1	2	*	1	2	*	1 en 2	(brandklasse)	1	(brandklasse)	1 en 2	(brandklasse)	
1	Woonfunctie																									
a	in een woongebouw	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	B	D	C	C	D	C _{ik}	C _{ik}	D _{ik}	
b	voor zorg met een g.o. > 500 m²	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	-	-	1	-	*	B	B	D	C	C	D	C _{ik}	C _{ik}	D _{ik}	
c	andere woonfunctie	1 -	1	2	-	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
2	Bijeenkomstfunctie																									
a	voor kinderopvang voor kinderen jonger dan 4 jaar	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	-	-	1	-	*	B	B	D	C	C	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
b	andere bijeenkomstfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
3	Cellfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	-	-	1	-	*	B	B	C	B	B	D	C _{ik}	C _{ik}	C _{ik}	
4	Gezondheidszorgfunctie																									
a	met bedgebed	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	-	-	1	-	*	B	B	D	C	C	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
b	andere gezondheidszorgfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
5	Industriefunctie																									
a	lichte industriefunctie voor bedrijfsmatig houden van dieren	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	-	-	1	-	*	B	B	B	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
b	andere industriefunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
6	Kantoorfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
7	Logiesfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	B	D	C	C	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
8	Onderwijsfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
9	Sportfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
10	Winkelfunctie	1 -	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
11	Overige gebruiksfunctie	1	2	1	2	3	4	5		1	2	1	2	-	1	-	*	B	D	D	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}
12	Bouwwerk geen gebouw zijnde																									
a	tunnel of tunnelvormig bouwwerk voor verkeer	1 -	1	2	-	4	5		1	2	-	-	3	1	2	*	B	B	B	C	D	D	C _{ik}	D _{ik}	D _{ik}	
b	ander bouwwerk geen gebouw zijnde	-	-	1	2	-	4	5		1	2	-	-	3	1	2	*									

192.0003 - Rapport biobased impactanalyse v2.4.docx

Akoestiek

De eisen m.b.t. geluidwerendheid zijn in overleg met een adviseur bouwfysica van het RVB vastgelegd.

De volgende tabellen zijn van toepassing.

Klasse 2: standaard kantoren. Meest relevante eisen:

kenmerk	waarde	eenheid
01. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar verblijfsruimten (DnT,A)	39	dB
02. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar verkeersruimten (DnT,A)	27	dB
03. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar verblijfsruimte via wand met deur (DnT,A)	33, bij hergebruik bestaande gang wanden: 31	dB
04. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar overige ruimten (DnT,A)	39	dB
17. ruimte akoestiek	in de ruimten dienen hinderlijke akoestische effecten, zoals flutterecho's en focussering, voorkomen te worden.	-

Klasse 1: vergaderruimten:

kenmerk	waarde	eenheid
01. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar verblijfsruimten (DnT,A)	45	dB
02. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar verkeersruimten (DnT,A)	33	dB
03. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar verblijfsruimte via wand met deur (DnT,A)	niet toegestaan tenzij er een functionele relatie is tussen de ruimten, dan is de eis 39	dB
04. min. lucht-geluiddrukkniveauverschil naar overige ruimten (DnT,A)	45	dB

Om een inschatting te kunnen maken voor de totale voorraad van het Rijk is overeengekomen met een gewogen gemiddelde voor de geluidswerendheid te werken. Deze is bepaald o.b.v. twee aannames:

- Ongeveer 30% van een ruimte grenst aan verkeersruime en 70% grenst aan een verblijfsruimte
- 80% van de binnenwanden zijn t.b.v. kantoorruimte en 20% t.b.v. vergaderruimte.

Ruimte	waarde	eenheid	%
Kantoorruimte			80%
Verkeersruimte	27	dB	30%
Verblijfsruimte	39	dB	70%
<i>Gemiddelde eis kantoorruimte</i>	<i>35,40</i>	<i>dB</i>	
Vergaderruimte			20%
Verkeersruimte	33	dB	30%
Verblijfsruimte	45	dB	70%

Gemiddelde eis vergaderruimte	41,40	dB
Totale gemiddelde geluidseis	36,6	dB

Deze ronden we naar boven af naar 37 dB.

De bovenstaande geluidseisen betreffen DnT,A waarden. Tijdens het onderzoek is gebleken dat het niet eenvoudig is de geluidsprestatie van de mogelijke wanden te achterhalen en met elkaar te vergelijken. Lang niet alle producenten hebben de geluidsprestatie onderzocht. Zowel dan is dit meestal een Rw-waarde, ofwel een laboratorium geteste waarde.

Het verschil tussen een Rw-waarde en de DnT,A,k waarde, de praktijkwaarde, ligt meestal zo tussen de 3 en 7 dB. Als gemiddelde zijn wij uitgegaan van 5 dB.

Daarnaast is er vaak sprake van aanvullend verlies t.g.v. onjuiste montage. We gaan er vanuit dat er nogmaals 5 dB van de DnT,A,k waarde moet worden afgetrokken om de DnT,A waarde te bereiken. Dus 37 dB DnT,A staat gelijk aan DnT,A,k = 42 dB en gelijk aan Rw = 47 dB.

Alsnog zijn de geluidsprestaties lastig te vergelijken. Voor de binnenwanden waarvoor geluidstesten zijn uitgevoerd, is dit niet altijd gedaan voor de DnT,A waarde van 37 dB. Soms was sprake van een hogere of lagere waarde.

In de tabel met de gehanteerde materialiseringen zijn daarom de Rw waarden benoemd. De DnT,A waarden zijn ingeschat door 10 dB af te trekken van de Rw-waarde. Indien de DnT,A waarde een geteste waarde betreft, staat deze schuingedrukt.

Analyse

Om te bepalen wat de impact is van het toepassen van biobased materialen, gaan we deze vergelijken met referenties van niet biobased materialen. We maken drie vergelijkingen:

- 1) Best case biobased vs worst case referentie
- 2) Best case biobased vs best case referentie
- 3) Best guess

In onderstaande tabel zijn de mogelijke gesloten systeemwanden gerangschikt van een lage (gunstige) MKI naar een hoge MKI.

Let op: In de beschikbare data is de verwachte geluidsprestatie onderling niet altijd gelijk is, dit maakt een 1:1 vergelijking lastiger.

Materiaal	MKI per m ²	Verwachte geluidswaarde	Dikte	% Biobased
Karton kern; tweezijdig gipskarton beplating; steenwol	3,17	Rw = 48 dB Dn,T,A = 38 dB	157 mm	7%
Karton kern; tweezijdig spaanplaat beplating; steenwol	3,78	Rw = 47 dB Dn,T,A = 37 dB	157 mm	79%
Vuren houten stijlen; tweezijdig OSB beplating; vlaswol	4,59	Rw = 41 dB Dn,T,A = 31 dB	196 mm	98%
Vuren houten stijlen; tweezijdig spaanplaten; strobalen	5,50	Rw = 40 dB Dn,T,A = 30 dB	440 mm	96%
Vuren houten stijlen; tweezijdig gipskarton beplating; glaswol	5,64	Rw = 47 dB Dn,T,A = 37 dB	120 mm	13%

Vuren houten stijlen; tweezijdig gipskarton beplating; vlaswol	5,67	Rw = 45 dB Dn,T,A = 35 dB	210 m m	32%
Staalframe; tweezijdig gipskartonplaat; glaswol	5,93	Rw = 51 dB Dn,T,A = 41 dB	125 m m	5%
Vuren houten stijlen; tweezijdig OSB + gipskarton beplating; houtvezel	5,95	Rw = 54 dB Dn,T,A = 44 dB	195 m m	63%
Vuren houten stijlen; tweezijdig gipskarton beplating; steenwol	5,98	Rw = 47 dB Dn,T,A = 37 dB	120 m m	12%
Vuren houten stijlen; tweezijdig OSB beplating; strobale	6,15	Rw = 43 dB Dn,T,A = 33 dB	440 m m	99%
Staalframe; tweezijdig gipskartonplaat; steenwol	6,31	Rw = 51 dB Dn,T,A = 41 dB	125 m m	4%
Staalframe; tweezijdig staal + gips beplating; glaswol	6,95	Rw = 51 dB Dn,T,A = 41 dB	102 m m	3%
Vuren houten stijlen; tweezijdig multiplex; strobale	7,05	Rw = 40 dB Dn,T,A = 30 dB	440 m m	93%
Staalframe; tweezijdig staal + gips beplating; steenwol	7,33	Rw = 51 dB Dn,T,A = 41 dB	102 m m	2%
Aluminiumframe; tweezijdig gipskartonplaat; glaswol	8,78	Rw = 53 dB Dn,T,A = 43 dB	100 m m	5%
Aluminiumframe; tweezijdig gipskartonplaat; steenwol	9,02	Rw = 53 dB Dn,T,A = 43 dB	100 m m	4%
Aluminiumframe; tweezijdig staal + gips beplating; glaswol	10,06	Rw = 51 dB Dn,T,A = 41 dB	100 m m	3%
Aluminiumframe; tweezijdig staal + gips beplating; steenwol	10,38	Rw = 51 dB Dn,T,A = 41 dB	100 m m	2%
Aluminium klemprofiel, 25x25 mm, boven- en onderzijde; dubbel glas, 24 mm	19,22	Rw = 49 dB Dn,T,A = 47 dB	100 m m	0%

Hieruit volgt dat Karton kern; tweezijdig spaanplaat beplating; steenwol het beste alternatief met biobased materiaal is, Karton kern; tweezijdig gipskarton beplating; steenwol het beste referentie materiaal en Aluminium klemprofiel, 25x25 mm, boven- en onderzijde; dubbel glas, 24 mm het slechtste referentie materiaal.

NB: Bij het opstellen van de tabel hebben we ons laten beperken door van welke samentellingen gegevens over de geluidwerendheid beschikbaar waren. Een interessante biobased optie is bijvoorbeeld een karton kern met spaanplaten en houtvezel- of vlasisolatie. Omdat hier de geluidwerendheid niet van bepaald is, zijn deze opties hier niet meegenomen. Vermoedelijk zouden deze een lage milieulast halen.

Verder concluderen we dat de variant met strobale niet interessant is voor het RVB. Dit betreffen dikke wanden en alsnog wordt een te lage geluidsprestatie behaald.

Aanvullend is in de volgende tabel weergegeven wat de milieuprestatie is van de deuren. Het RVB heeft aangegeven dat 10% (20% van 50%) van hun binnenwanden deur betreft. In de analyse worden de binnenwanden en deuren gezamenlijk beschouwd.

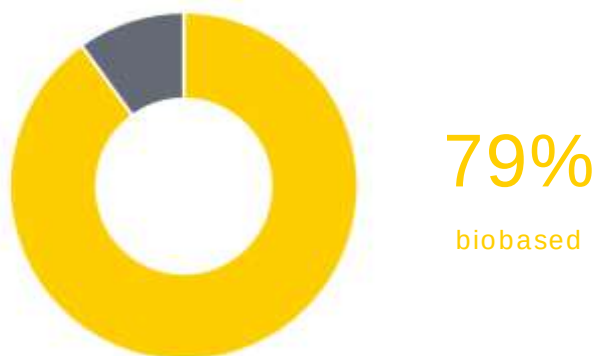
Materiaal	MKI per m2	% Biobased
Europees naaldhout kozijn (67x114), HPL/vulling tubespaan deur; db	5,17	88%
Europees naaldhout kozijn (67x114), Europees zachthout; massief; db	5,54	88%
Stalen kozijn (60x65), PVC op hardboard/honingraat deur	6,71	42%
Europees naaldhout kozijn (67x114), PVC op hardboard/honingraat deur	6,84	80%
Europees naaldhout kozijn (67x114), tubespaan deur (43mm); db	7,21	89%
Europees loofhout kozijn (67x114), tubespaan deur (43mm); db	7,61	91%
Tropisch loofhout kozijn (67x114), tubespaan deur (43mm); db	7,82	91%
Stalen kozijn (60x65), staal/honingraat deur	9,21	14%
Europees naaldhout kozijn (67x114), Hardboard/vulling tubespaan	9,30	83%
Europees naaldhout kozijn (67x114), staal/honingraat deur	9,34	37%
Stalen kozijn (60x65), stalen deur (60x85) met beglazing; poedercoating	15,68	0%

Best case biobased vs worst case ref

Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal: Karton kern; tweezijdig spaanplaat beplating; steenwol

Meest milieubelastende referentie materiaal: Aluminium klemprofiel, 25x25 mm, boven- en onderzijde; dubbel glas, 24 mm

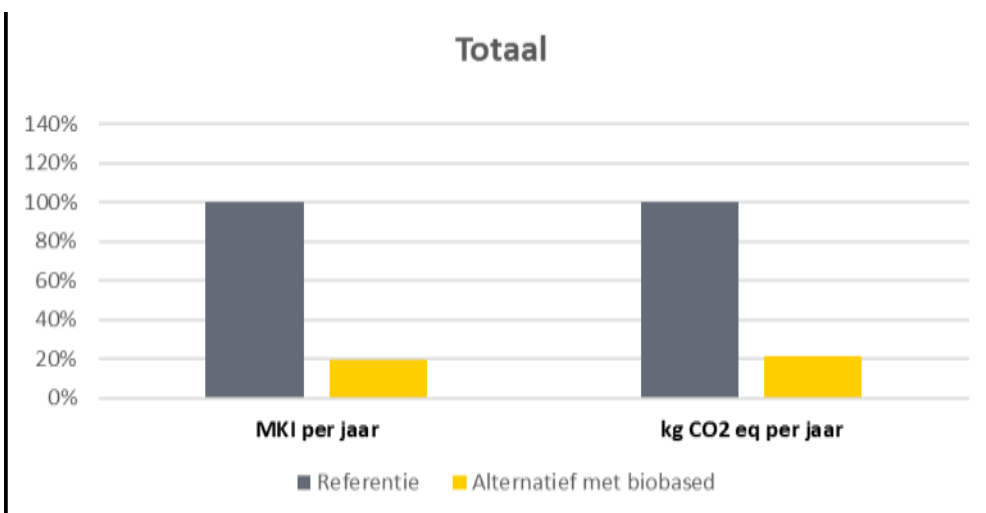
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO ₂ eq
Referentie	693.846	5.283.630
Alternatief met biobased	136.449	1.123.762
Vershil	-557.397	-4.159.867
	-80%	-79%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



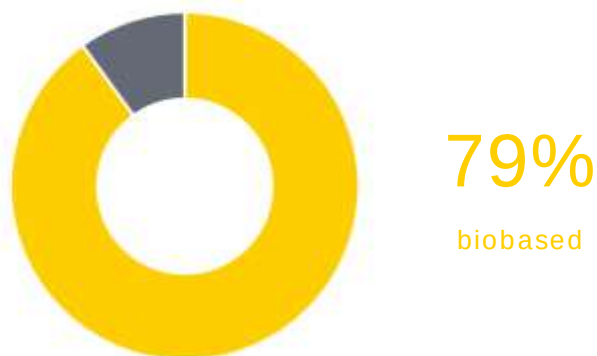
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

Best case biobased vs best case ref

Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal: Karton kern; tweezijdig spaanplaat beplating; steenwol

Meest milieuvriendelijke referentie materiaal: Karton kern; tweezijdig gipskarton beplating; steenwol

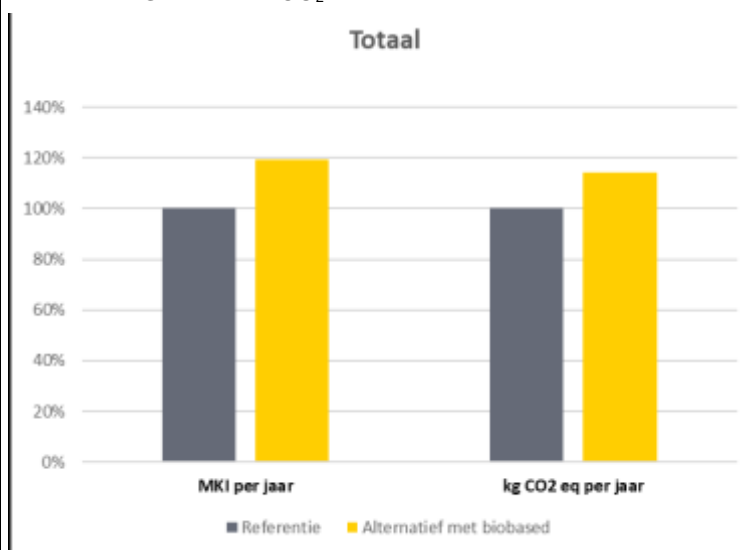
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	114.309	984.359
Alternatief met biobased	136.449	1.123.762
Vershil	22.139	139.403
	19%	14%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld. Zoals te zien is, scoort de referentie beter dan het alternatief met biobased. Het enige verschil tussen de twee opties is echter een spaanplaat beplating in plaats van een gipskartonbeplating.

Best guess

Als referentie -scenario nemen we:

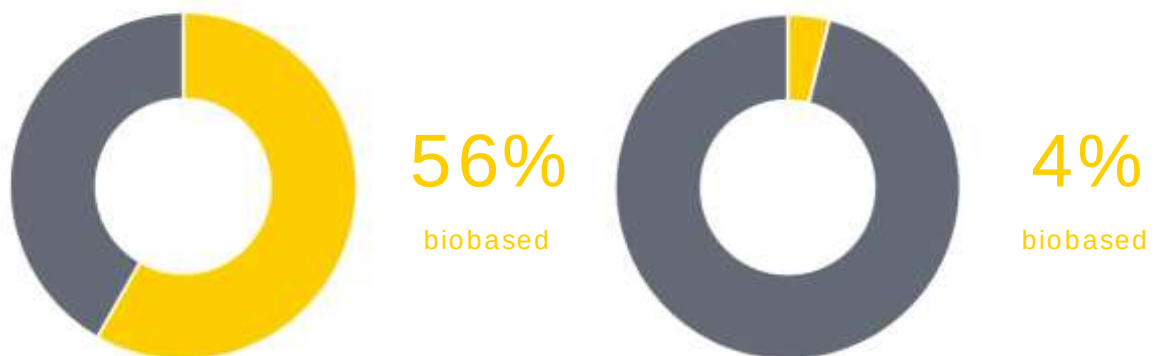
%	Materialisering
40%	Aluminium klemprofiel, 25x25mm, boven- en onderzijde; dubbel glas, 24mm
25%	Aluminiumframe; tweezijdig gipskartonplaat; glaswol
15%	Staalframe; tweezijdig gipskartonbeplating; glaswol
10%	Staalframe; tweezijdig staal + gips beplating; glaswol
8%	Stalen kozijn (60x65), PVC op hardboard/honingraat deur
2%	Europees naaldhout kozijn (67x114), PVC op hardboard/honingraat deur

Voor het alternatief met biobased scenario gaan we er vanuit dat het aandeel transparante binnenwand kan worden omlaag gebracht tot 10%. Als alternatief met biobased scenario nemen we:

%	Materialisering
40%	Karton kern; tweezijdig spaanplaat beplating; steenwol
15%	Vuren houten stijlen; tweezijdig OSB + gipskarton beplating; houtvezel
15%	Karton kern; tweezijdig gipskarton beplating; steenwol
10%	Vuren houten stijlen; tweezijdig OSB beplating; vlaswol
10%	Aluminium klemprofiel, 25x25mm, boven- en onderzijde; dubbel glas, 24mm
10%	Europees naaldhout kozijn (67x114), tubespaan deur (43mm)

Er is bewust voor gekozen niet voor een volledig biobased scenario te gaan. Uit de analyse blijkt dat met gipskarton goed een hoge geluidsprestatie te behalen is, daarom zijn bewust hybride (biobased i.c.m. niet-biobased) oplossingen meegenomen.

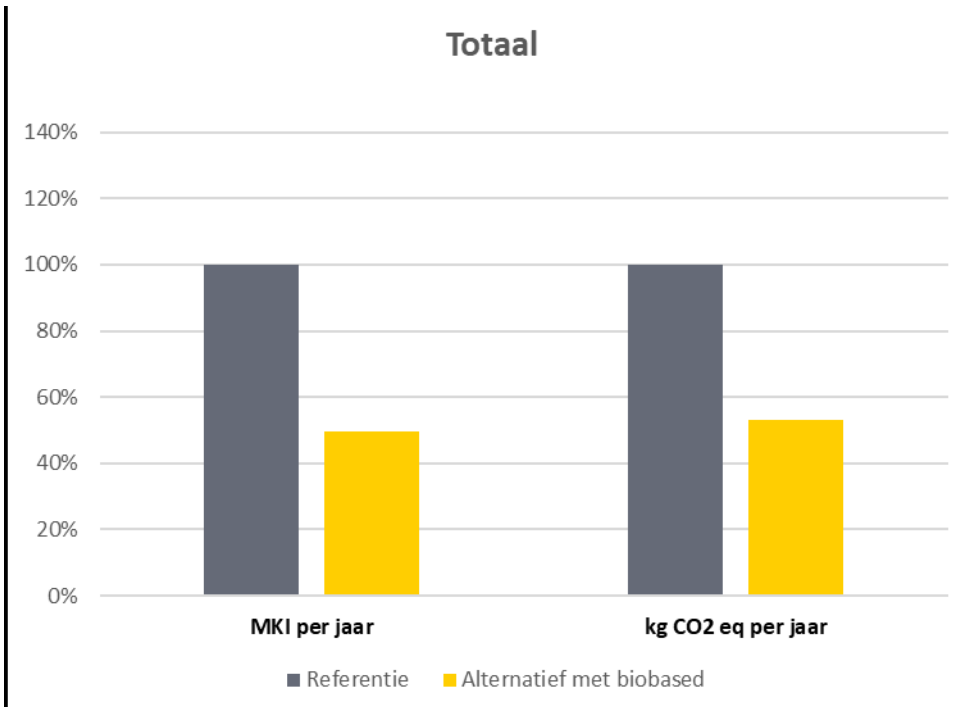
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE



TOTALE RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	435.056	3.546.009
Alternatief met biobased	216.265	1.882.126
Vershil	-218.791	-1.663.883
	-50%	-47%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

RELATIE TOT MPG - WAARDE

Aandeel MPG referentie

0,062 7%

Aandeel MPG biobased

0,027 3%

In de referentieberekening van het kantoor is het aandeel van de binnenwanden 1,8% op een MPG score van 0,91. Het aantal m² binnenwand (incl. deuren) bedraagt ongeveer 38% van het totale aantal m² BVO. Het RVB gaat uit van een aandeel van 40% van het totale BVO.

Dit betekent dat verhoudingsgewijs de milieulast van het berekende scenario hoger is dan de milieulast van de binnenwanden uit de MPG referentie berekening.

De omschrijving van het gehanteerde categorie 2 profiel is 'Gipskartonplaat systeemwand 100mm, dubbel beplaat met isolatie (NBVG)', de geluidsprestatie wordt niet benoemd, maar kan met deze dikte een voldoende niveau halen.

Er zit mogelijkwijs een afwijking in de gehanteerde versie van de bepalingmethode en de aangehouden levensduur (beide zijn niet inzichtelijk van het gekozen categorie 2 profiel). Een andere verklaring is dat de generieke profielen relatief ongunstig scoren en dat een betere score wordt gevonden op het moment dat de LCA wordt opgesteld voor de branche of een specifiek bedrijf.

4.2 Plafonds

Scope

We beschouwen systeemplafonds: frame met beplating.

Vermoedelijk worden in de toekomst veel klimaatplafonds toegepast. Na overleg met specialisten van het RVB is gebleken dat nog onduidelijk is wat de mogelijkheden zijn voor biobased klimaatplafonds.

In dit onderzoek wordt de vergelijking gemaakt tussen reguliere en biobased materialen. Deze kunnen in elk geval toegepast worden voor de systeemplafonds. Mocht dit interessante resultaten opleveren, dan kan dit aanleiding zijn om de mogelijkheden voor klimaatplafonds verder uit te zoeken.

Materialisering

Onderdeel	Referentie	Biobased
Frame	Staal	Vuren hout
Beplating	Steenwoltegels	Vuren schroten
	Gipskartonplaat	Multiplex plaat
	Glaswolplaat	Houtwolcementplaat
	Houtwolcementplaat	
	Kunststof rooster	
	Aluminium rooster	
	Stalen platen	

NB: Houtwolcement bevat zowel biobased als niet-biobased content.

Bron data

De LCA data zijn allen afkomstig uit de NIBE milieuclassificaties. De aangehouden hoeveelheden van de plafondplaten komen overeen met de plafondplaten die in de NMD staan.

Uitgangspunten

Voor de frame materialen is uitgerekend hoeveel strekkende meter frame er in 1 m² plafond toegepast moet worden. Dit is gedaan om de juiste schaduwprijs uit te kunnen rekenen. Om de hoeveelheid strekkende meter uit te rekenen zijn we eerst op zoek gegaan naar de h.o.h. afstanden van de profielen voor een bepaald plafond gewicht. Hieruit kwamen de volgende overspanning:

Voor een plafondgewicht van maximaal 8 kg	→	Plaatdragende profielen h.o.h. 300 mm Hoofddragende profielen h.o.h 1600 mm
Voor een plafondgewicht van maximaal 15 kg	→	Plaatdragende profielen h.o.h. 300 mm Hoofddragende profielen h.o.h 900 mm

Analyse

Om te bepalen wat de impact is van het toepassen van biobased materialen, gaan we deze vergelijken met referenties van niet biobased materialen. We maken drie vergelijkingen:

- 1) Best case biobased vs worst case referentie
- 2) Best case biobased vs best case referentie
- 3) Best guess

In onderstaande tabel zijn de mogelijke vloerafwerkingen gerangschikt van een lage (gunstige) MKI naar een hoge MKI.

Materiaal	MKI totaal	% Biobased
Schroten, incl vuren regelwerk; 56 mm; db	0,79	100%
kunststof, strekplaat; 58% open, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	1,08	0%
Gipskartonplaten, incl vuren regelwerk; 56 mm; db	1,25	37%
Glaswolplaat, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	1,34	0%
Gipskartonplaten, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	1,40	4%
Steenwoltegels, incl vuren regelwerk; 56 mm; db	1,43	70%
Houtwolcement, incl vuren regelwerk; 56 mm; db	1,47	73%
Steenwoltegels, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	1,58	0%
Houtwolcement, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	1,63	52%
Aluminium, strekplaat; 58% open, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	2,28	0%
Stalen platen; 0,6 mm, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	2,91	0%
Vuren multiplex; 18 mm, incl vuren regelwerk; 56 mm; db	2,92	86%
Vuren multiplex; 18 mm, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	3,08	61%
Meranti multiplex; 18 mm, incl vuren regelwerk; 56 mm; db	5,50	85%
Meranti multiplex; 18 mm, incl stalen regelwerk; 60/27 mm	5,67	65%

Hieruit volgt dat Schroten, incl vuren regelwerk; 56 mm; db het beste alternatief met biobased materiaal is,

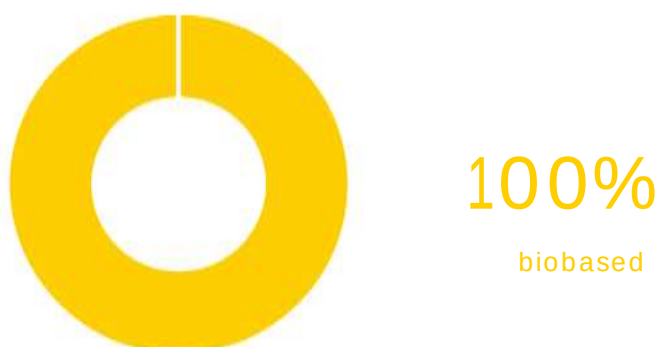
kunststof, strekplaat; 58% open, incl stalen regelwerk; 60/27 mm het beste referentie materiaal en Meranti multiplex; 18 mm, incl stalen regelwerk; 60/27 mm het slechtste referentie materiaal.

Best case biobased vs worst case ref

Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal: Schroten, incl vuren regelwerk; 56 m m; db

Meest milieubelastende referentie materiaal: Meranti multiplex; 18 m m, incl stalen regelwerk; 60/27 m m

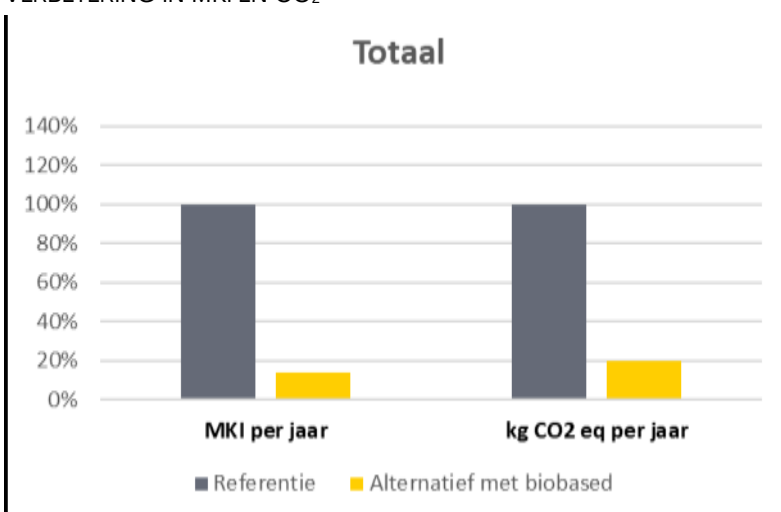
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

Totaal per jaar		
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	468.801	3.463.129
Alternatief met biobased	65.026	691.510
Vershil	-403.775	-2.771.619
	-86%	-80%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



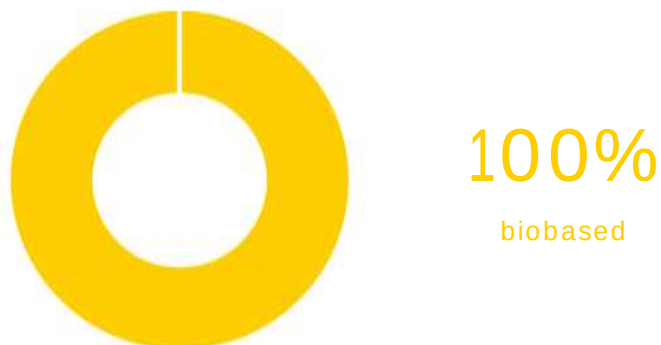
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

Best case biobased vs best case ref

Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal: Schroten, incl vuren regelwerk; 56 m m; db

Meest milieuvriendelijke referentie materiaal: kunststof, strekplaat; 58% open, stalen regelwerk; 60/27 m m

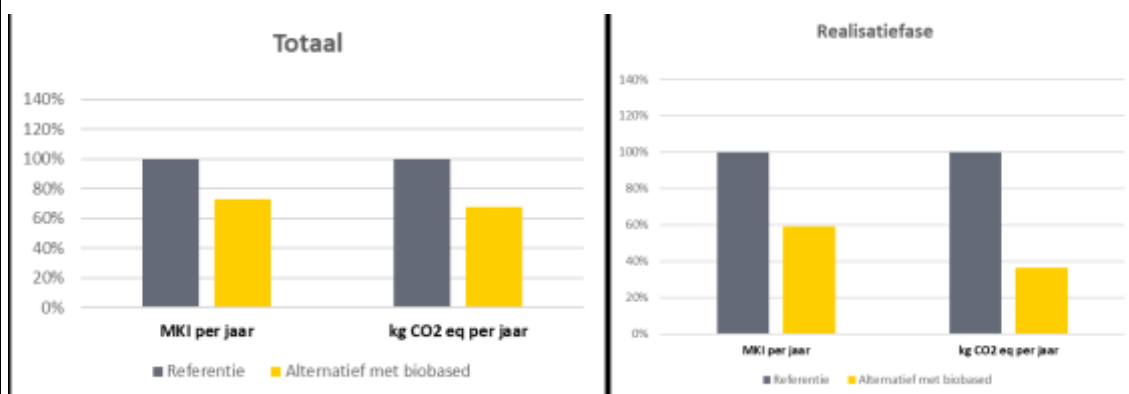
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTALE RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	89.123	1.022.849
Alternatief met biobased	65.026	691.510
Vershil	-24.098	-331.338
	-27%	-32%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is met name de verbetering op CO₂ wat groter.

Best guess – variant 1

Als referentie -scenario nemen we:

%	Materialisering
75%	Steenwoltegels, incl stalen regelwerk; 60/27 m m
15%	Stalen platen; 0,6 mm, incl stalen regelwerk; 60/27 m m
10%	Gipskartonplaten, incl stalen regelwerk; 60/27 m m

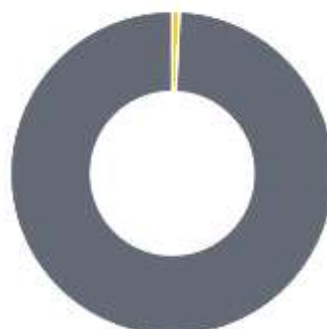
Als alternatief met biobased scenario nemen we:

%	Materialisering
50%	Vuren schroten, incl. vuren regelwerk; 56 m m; db
20%	Vuren multiplex, incl. vuren regelwerk; 56 m m; db
15%	Meranti multiplex, incl. vuren regelwerk; 56 m m; db
15%	Houtwolcement, incl. vuren regelwerk; 56 m m; db

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



89%
biobased

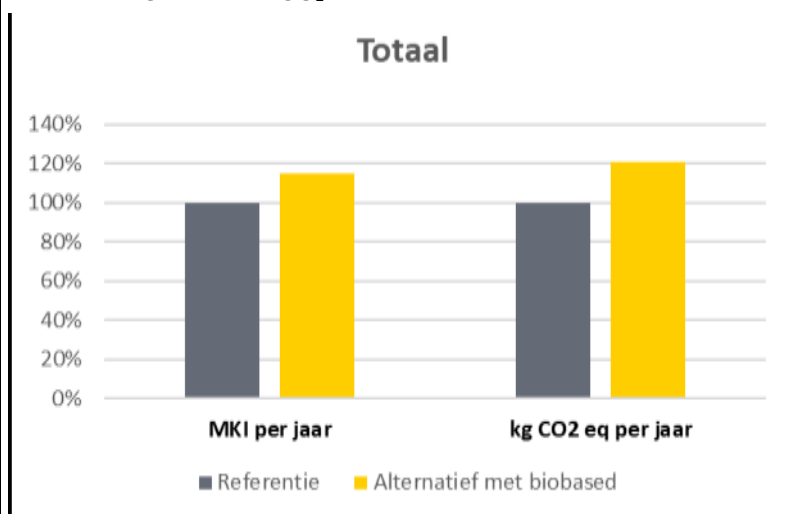


1%
biobased

TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	145.632	1.215.621
Alternatief met biobased	167.221	1.468.305
Vershil	21.589	252.683
	15%	21%

VERBETERING IN MKI EN CO₂

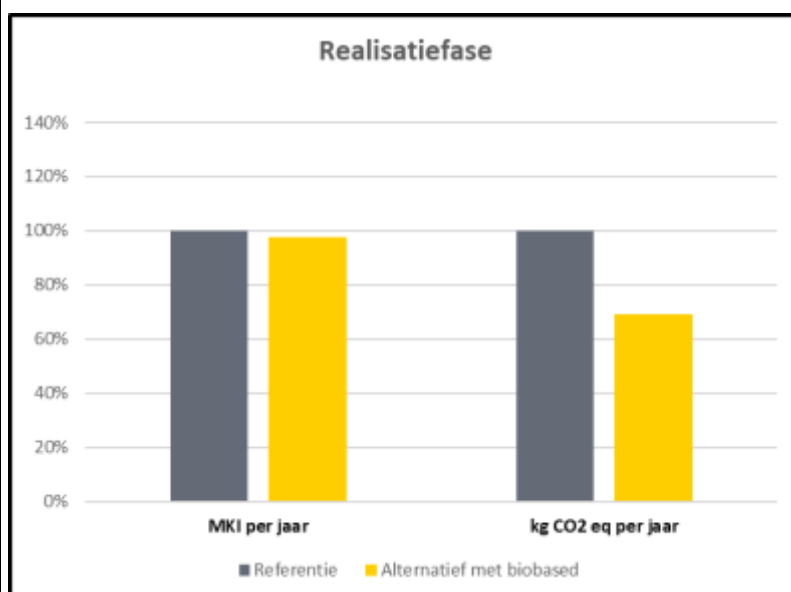


Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase.

Dit levert een interessant resultaat op. Het alternatief met biobased materialen komt uit op een slechtere score dan de referentie.

Het is belangrijk om te realiseren dat biobased materialen *niet altijd* tot een verlaging van de milieulast leiden. In dit geval is de hogere milieulast te wijten aan de multiplex plafonds.

Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een ander beeld.



Desalniettemin is een alternatief biobased scenario uitgewerkt waarbij op het totale resultaat een verbetering van de scores wordt behaald.

Best guess – variant 2

Als referentie -scenario nemen we:

%	Materialisering
75%	Steenwoltegels, incl stalen regelwerk; 60/27 m m
15%	Stalen platen; 0,6 mm, incl stalen regelwerk; 60/27 m m
10%	Gipskartonplaten, incl stalen regelwerk; 60/27 m m

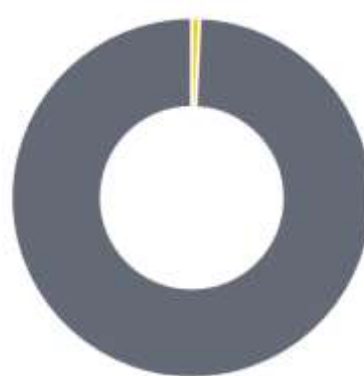
Als alternatief met biobased scenario nemen we:

%	Materialisering
50%	Vuren schroten, incl. vuren regelwerk; 56 m m; db
50%	Houtwolcement, incl. vuren regelwerk; 56 m m; db

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE



83%
biobased

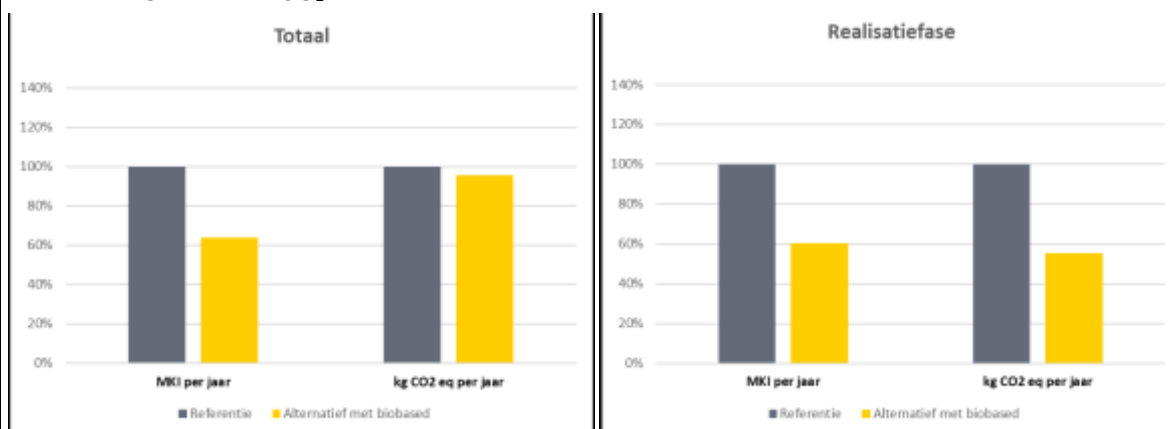


1%
biobased

TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	145.632	1.215.621
Alternatief met biobased	93.154	1.162.868
Vershil	-52.479	-52.754
	-36%	-4%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is er voor het effect klimaatverandering een ander beeld.

RELATIE TOT MPG-WAARDE

<u>Aandeel MPG referentie</u>	
0,017	2%
<u>Aandeel MPG biobased</u>	
0,010	1%

In de referentieberekening van het kantoor is het aandeel van verlaagde plafonds 1,9% op een MPG score van 0,91. In de referentie heeft 100% van het m² BVO een verlaagd plafond, t.o.v. 80% bij het RVB. Het beeld is vergelijkbaar en geconcludeerd kan worden dat met biobased materiaal dit aandeel met de helft kan worden verlaagd.

4.3 Vloerafwerking

Scope

De vloerafwerking van natte ruimten is uitgesloten. Dit betreft doorgaans tegelwerk of gietvloeren en hier is geen biobased alternatief voor.

Materialisering

Referentie

Tapijt van polypropyleen/nylon met een drager van polyester/polypropyleen/bitumen

Rubberen vloerbedekking

Epoxy, gietvloer

PU, gietvloer

Keramische tegels

Natuursteen

Biobased alternatief

Linoleum

Eiken planken

Bamboe

Kurk

Eiken-spaanplaat parketvloer

Bron data

De LCA data zijn allen afkomstig uit de NIBE milieuclassificaties. Voor de keramische tegels zijn meerdere varianten beschikbaar: geglaazuurd of ongeglaazuurd. De geglaazuurde variant is opgenomen. Daarnaast kunnen de keramische tegels en natuursteen worden bevestigd met cement of gelijmd. Er is voor gekozen de gelijmde variant aan te houden. De aangehouden lijm betreft een verzameling van mogelijke lijmen, waaronder cementlijm. De bevestiging met cement betreft de tegels rechtstreeks in de nog natte specie drukken; dit komt tegenwoordig niet zo vaak meer voor.

Uitgangspunten

Het RVB hanteert een gebruiksklasse van 33 voor haar vloerafwerkingen. Alle gekozen materialiseringenvoldoen hieraan op een paar uitzonderingen na. In dat geval is dit hierbij vermeld. De reden dat deze uitzonderingen toch zijn meegenomen is omdat dit biobased alternatieven betreffen. Indien deze een interessante score opleveren kan RVB de afweging maken in sommige gevallen een lagere gebruiksklasse uit te vragen.

De mogelijke materiaalkeuzes voor vloerafwerking hebben verschillende levensduren. Voor de analyse van de rijksvastgoedportefeuille is uitgegaan van de afschrijftermijn van RVB (15 jaar); hierin is zodoende niet meegenomen dat sommige materialen een gunstige levensduur hebben ten opzichte van andere materialen.

Het is wel meegerekend als materialen een *kortere* levensduur hebben dan de afschrijftermijn. Dit is het geval voor tapijten (levensduur van 10 jaar).

Analyse

Om te bepalen wat de impact is van het toepassen van biobased materialen, gaan we deze vergelijken met referenties van niet biobased materialen. We maken drie vergelijkingen:

- 1) Best case biobased vs worst case referentie
- 2) Best case biobased vs best case referentie
- 3) Best guess

In onderstaande tabel zijn de mogelijke vloerafwerkingen gerangschikt van een lage (gunstige) MKI naar een hoge MKI. Hierbij is uitgegaan van een periode van 15 jaar, waarin is gerekend met een vervanging voor de tapijten, omdat deze slechts 10 jaar meegaan.

Materiaal	MKI totaal	% Biobased
Massief Eiken houten vloerdelen, 20 mm	€ 0,72	97%
Eiken houten parket 10 mm, op 12 mm spaanplaat	€ 1,00	93%
Vinyl zeil (PVC) (2,0 mm dik)	€ 1,04	0%
Kurk (max. gebruiksklasse 31)	€ 1,11	73%
Linoleum 2,5 mm	€ 1,22	63%
Tapijt van polypropyleen met een drager en rug van polypropyleen	€ 1,68	0%
Laminaat (8 mm) met XPS ondervloer	€ 1,77	98%
Rubberen vloerbedekking (3,5mm)	€ 1,86	0%
Bamboe; gebleekt (max. gebruiksklasse 32)	€ 1,90	94%
Tapijt van Polypropyleen met een drager en rug van Polyester	€ 1,99	0%
Tapijttegel van polypropyleen met polyester drager en bitumen rug	€ 2,45	0%
PUR-gietvloer, met epoxy primer	€ 2,51	0%
Tapijt van nylon met een drager en rug van polypropyleen	€ 2,95	0%
Tapijttegel van nylon met polyester drager en bitumen rug	€ 3,21	0%
Tapijt van nylon met een drager en rug van polyester	€ 3,27	0%
Epoxy gietvloer	€ 3,52	0%
Keramische tegels (dikte 10 mm) geglaazuurd; gelijmd	€ 3,64	0%
Natuursteen (Europees) (dikte 15 mm); gelijmd	€ 4,26	0%
Natuursteen (gewonnen buiten Europa) (dikte 15mm); gelijmd	€ 7,82	0%

Hieruit volgt dat Massief Eiken houten vloerdelen, 20 mm het beste alternatief met biobased materiaal is, Vinyl zeil (PVC) (2,0 mm dik) het beste referentie materiaal en Natuursteen (gewonnen buiten Europa) (dikte 15 mm); gelijmd het slechtste referentie materiaal.

Best case biobased vs worst case ref

Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal: Massief Eiken houten vloerdelen, 20 mm
Meest milieubelastende referentie materiaal: Natuursteen (gewonnen buiten Europa) (dikte 15 mm):
gelijmd

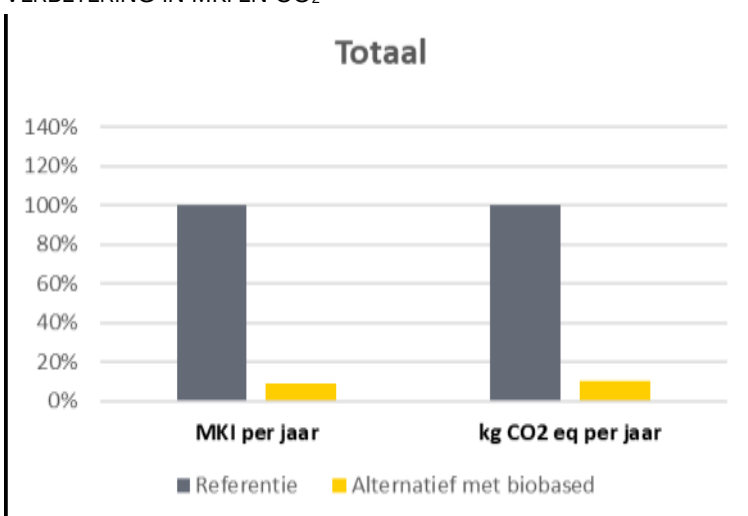
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTALE RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	2.266.504	19.598.945
Alternatief met biobased	201.325	2.013.339
Vershil	-2.065.179	-17.585.606
	-91%	-90%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

Best case biobased vs best case ref

Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal: Massief Eiken houten vloerdelen, 20 mm
Meest milieuvriendelijke referentie materiaal: Vinyl zeil (PVC) (2,0 mm dik)

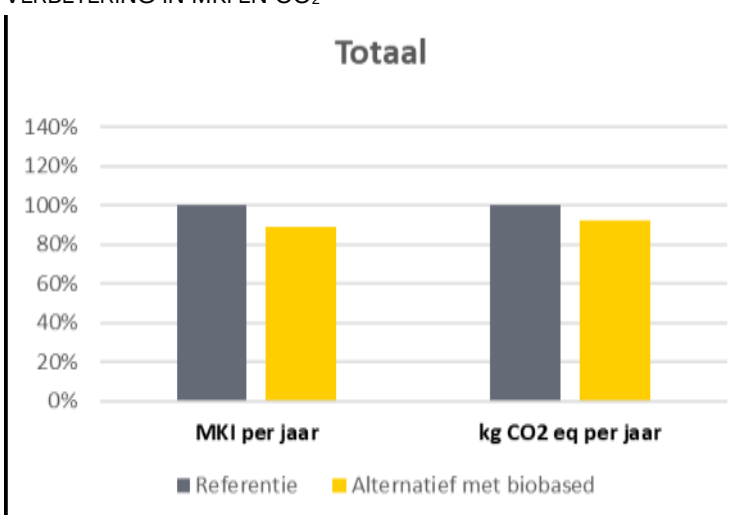
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTALE RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	227.144	2.188.987
Alternatief met biobased	201.325	2.013.339
Vershil	-25.818	-175.648
	-11%	-8%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

Best guess

Als referentie -scenario nemen we:

%	Materialisering
20%	Tapijt van nylon met een drager van bitumen
20%	Tapijt van polypropyleen met een drager van polyester
20%	Tapijt van nylon met een drager van polypropyleen
20%	PUR gietvloer, met epoxy primer
10%	Massief Eiken houten vloerdelen, 20 mm
10%	Natuursteen (Europees)(dikte 15 mm); gelijmd

Als alternatief met biobased scenario nemen we:

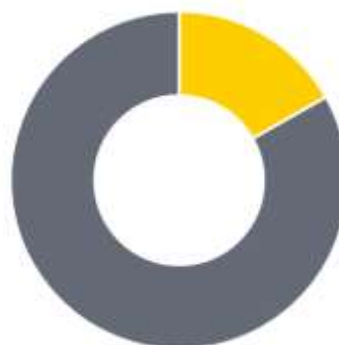
%	Materialisering
25%	Massief Eiken houten vloerdelen, 20 mm
15%	Laminaat (8 mm) met XPS ondervloer
15%	Linoleum 2,5 mm
15%	Kurk (max. gebruiksklasse 31)
10%	Tapijt van nylon met een drager van bitumen
10%	Tapijt van polypropyleen met een drager van polyester
10%	Tapijt van nylon met een drager van polypropyleen

Voor het onderdeel 'Best guess' is er voor het referentie scenario een door ons gemaakte inschatting aangehouden. Dit scenario zou een logische verdeling kunnen zijn. We hebben begrepen dat er in sommige gebouwen al eikenhouten vloeren liggen, dit komt ook terug in de referentie tabel. Daarnaast zal het t.b.v. geluidsdemping niet mogelijk zijn om enkel biobased materialen toe te passen, om deze reden is ook tapijt als materiaalkeuze toegepast in het alternatieve scenario.

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE



79%
biobased

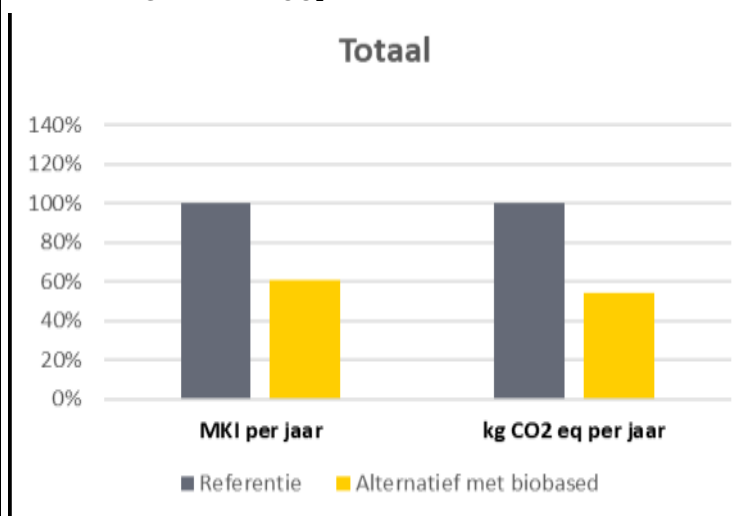


17%
biobased

TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	525.617	5.775.317
Alternatief met biobased	327.492	3.218.851
Vershil	-198.125	-2.556.467
	-38%	-44%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

RELATIE TOT MPG - WAARDE

Aandeel MPG referentie

0,104 12%

Aandeel MPG biobased

0,062 7%

Het aandeel van de vloerafwerking op de MPG score is opvallend hoog. Bij de bij ons bekende MPG berekeningen wordt de vloerafwerking lang niet altijd meegenomen. Met name bij woningen wordt deze immers pas na oplevering van het gebouw aangebracht.

Bij utiliteitsbouw zou je kunnen verwachten dat deze wel meegenomen dient te worden. Voor de referentie MPG berekening van het kantoorgebouw is dit echter niet het geval. Hier zijn alleen keramische tegels als vloerafwerking ingevoerd t.b.v. de natte ruimten. Deze maken 0,1% uit van de totale MPG score van 0,91.

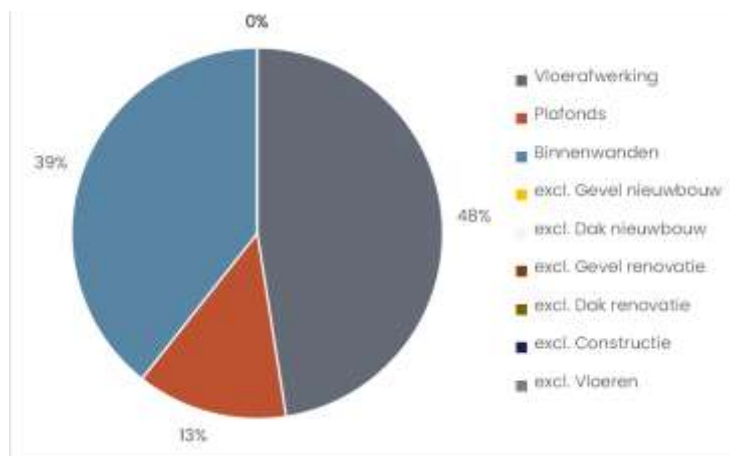
Uiteraard kan het Rijksvastgoedbedrijf bij een uitvraag als aanvullende eis stellen dat alle vloerafwerking moet worden meegenomen in de MPG berekening.

Uit de analyse blijkt dat dit wel degelijk een significante parameter is.

4.4 Totale resultaat inbouw

In dit deelhoofdstuk worden de resultaten geanalyseerd voor de gehele categorie inbouw. De grafieken zijn gebaseerd op de 'best guess' scenario's die in voorgaande hoofdstukken voor alle drie de subcategorieën zijn uitgewerkt. Voor de productgroep plafonds is het 'best guess – variant 2'-scenario gehanteerd.

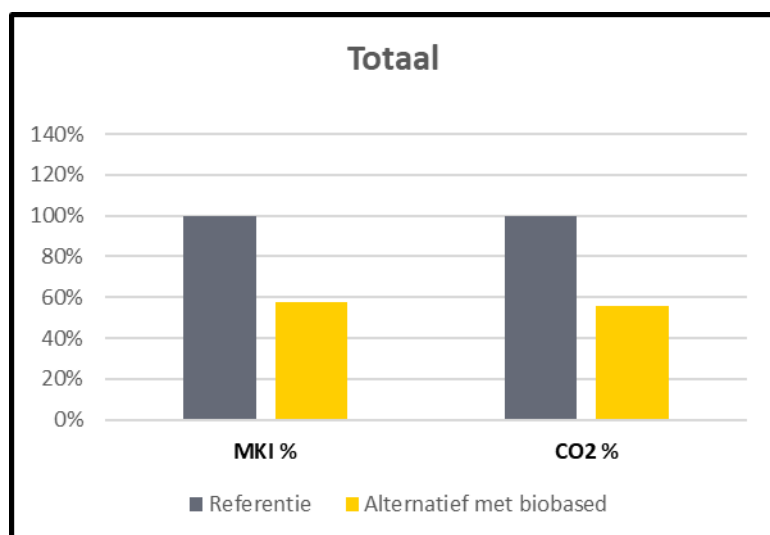
Op basis van de referentiescenario's is de verdeling van de productgroepen beschouwd voor de berekende MKI (incl. eindelevensduurfase).



Hieruit blijkt dat op de productgroepen vloerafwerking en binnenwanden de meeste milieuwinst is te behalen voor de categorie inbouw.

Biobased opties voor deze categorieën zouden een grote positieve invloed kunnen hebben op de MKI en CO₂ uitstoot per jaar.

Onderstaande grafiek toont de verbetering voor de categorie inbouw tussen het referentie scenario en de alternatieven met biobased. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, geldt een soortgelijk beeld.



72% biobased

De getoonde verbeteringen vertalen zich naar een jaarlijkse besparing op de MKI van €470.000,- en 4,27 kton CO₂ besparing per jaar, dankzij een toename van 8% biobased materiaal naar 72% biobased.

5 Schil - gevel

Onder de schil vallen het dak en de gevel. In dit hoofdstuk wordt de gevel behandeld.

5.1 Scope

Voor de gevel hebben we meegenomen:

- Binnenspouwblad
- Isolatie
- Gevelafwerking; dit kan buitenspouwblad zijn of gevelbeplating met het bijbehorende stijl- en regelwerk.
- Raamkozijnen met glas
- Vliesgevel (stijlen en glas)

5.2 Materialisering

Onderdeel	Referentie	Biobased
Binnenspouwblad	Kalkzandsteen metselwerk; incl. stucwerk (brandklasse A) Betonsteen metselwerk; incl. stucwerk (brandklasse A) Baksteen metselwerk; incl. stucwerk (brandklasse A) Kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk (brandklasse A) Cellenbetonblokken; incl. stucwerk (brandklasse A) Beton; gewapend; incl. stucwerk (brandklasse A) Baksteen; geperforeerd; incl. stucwerk (brandklasse A) Leemsteen metselwerk; incl. leemstuc afwerking (brandklasse A)	HSB (multiplex, stijlen en gipsplaat) (brandklasse D) Strobalen (standaard) met wapeningsnet; incl. leemstuc afwerking (brandklasse B) Strobalen (biologisch) met wapeningsnet; incl. leemstuc afwerking (brandklasse B)
Isolatie	Glaswol platen Steenwol platen EPS platen PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen) Cellulair glas XPS platen	Schapenwol Celluloseplaten, incl dampremmende PE-folie Vlasplaten; incl dampremmende PE-folie Houtvezel flexibele isolatie (55 kg/m ³) Biobased EPS parels
Gevelafwerking	Aluminium; cassette gecoat (plaatdikte 1,5 mm) Aluminium; cassette gecoat (plaatdikte 2 mm) Aluminium; profiel; gecoat Aluminium; profiel; ongecoat Aluminium; vlak; sandwich-aluminium kern; gecoat Aluminium; vlak; sandwich-kunststof kern; gecoat Baksteen metselwerk; 150x70x30 Baksteen metselwerk; 180x85x45 Betonsteen metselwerk; 200x70x50	Eiken delen; db Europees zacht hout brandwerend bewerkt met boorzuur Houtvezelcementplaat; db Meranti delen; db Western Red Cedar; db

	Betonsteen metselwerk; 210x100x50 Dakpan, beton; 75 mm overlap Dakpan, keramisch; 75 mm overlap Geperste steenwol plaat met kunststof coating Glasplaten met RVS bevestiging Holle baksteen metselwerk; 250x120x60; 45% geperforeerd Kalkzandsteen metselwerk; 210x100x50; gehydrofobeerd Keramische tegel; holle tegel Koperen felsgevel Staal; trapezium; geccoat Staal; trapezium; verzinkt en geccoat Zinken felsgevel Leemsteen metselwerk; 295x140x90; incl. pleister afwerking Leien, vezelcement; 110 mm overlap Natuursteen leien Natuursteen platen, graniet Natuursteen metselwerk; 210x100x50; Uit China Natuursteen metselwerk; 210x100x50; Uit Europa Vezelcementplaat	
Raamkozijn	PVC op staalkern (80x112), 0% secundair Aluminium (68x72), poedercoating Aluminium (68x72), geanodiseerd Staal (80x50); poedercoating Staal (80x70); poedercoating Staal (60x25); poedercoating	Europees naalddhout (67x114); geschilderd, acryl; db Tropisch loofhout (67x114); geschilderd, acryl; db Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl; db Grenen (67x114); gemodificeerd geacetyld; db
Vliesgevel	Aluminium (50x175); poedercoating Staal (50x120); aluminium dekljst; poedercoating Aluminium (50x175); geanodiseerd Staal (50x120), poedercoating; aluminium dekljst, geanodiseerd	Gelam. lariks (60x175); aluminium dekljst, gepoedercoat; db
Beglazing	Drievoudig glas; coating; argon; 4/14/4/14/5; U=0,7 HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm; U=0,8	

NB1: er bestaat geen biobased alternatief voor glas. Echter kan worden vergeleken wat het effect is als open gevel wordt vervangen door een dichte biobased gevel voor de situatie waar transparantie geen vereiste is.

5.3 Uitgangspunten

Voor de uitgangspunten is uitgegaan van een kantoorfunctie.

Brandveiligheid

De hier genoemde informatie komt uit de SKH publicatie over brandklassen van houten gevelbekleding³.

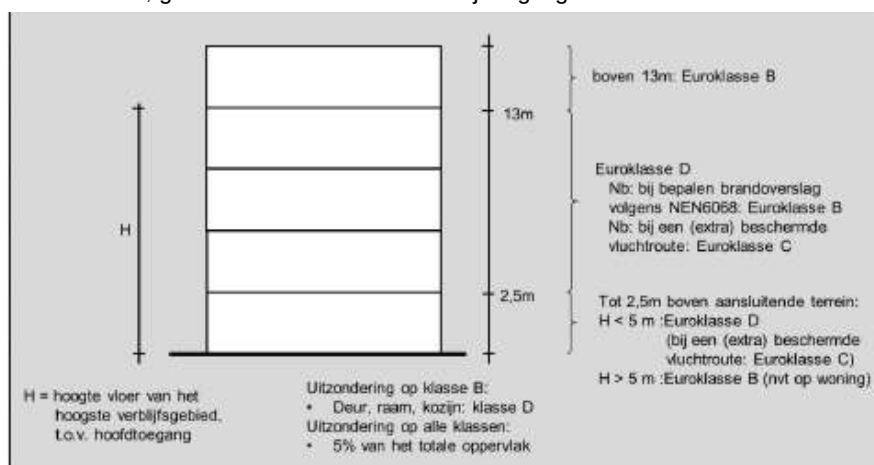
Het bouwbesluit stelt als basiseis brandklasse D aan gevelbekleding. Massieve houtsoorten voldoen doorgaans aan deze eis.

Voor bestaande bouw geldt brandvoortplantingsklasse 4. Volgens het bouwbesluit mag hiervoor brandklasse D worden toegepast.

Er bestaan drie aanvullende eisen:

Ten eerste, geldt brandklasse C als zich achter de gevel een extra beschermde vluchtroute bevindt. In de regel is dit aan de buitenzijde van vluchttrappenhuizen hoger dan 8 meter.

Ten tweede, gelden zwaardere eisen bij hoge gebouwen zoals hieronder weergegeven:



Eisen aan brandklasse bij hoge gebouwen (bron: SKH publicatie brandklasse houten gevelbekleding)

Ten derde, geldt dat een brandende gevel geen bijdrage mag leveren aan het brandoverslagrisico tussen twee brandcompartimenten. Waar dit het geval is geldt als eis brandklasse B (nieuwbouw) of brandvoortplantingsklasse 2 (bestaande bouw). Voor laatstgenoemde kan echter ook brandklasse B worden aangehouden.

De volgende tabel geeft inzicht in welke materialen in welke brandklasse vallen.

³ SKH-publicatie 15-04 Brandklasse houten gevelbekleding v2; september 2017

Brandklassen

Klasse	Omschrijving	Voorbeeld
A1	Materialen in deze klasse dragen niet bij in elk stadium van de brand, ook niet bij een volledig ontwikkelde brand.	Calciumsilicaat beplating, steenachtige materialen zoals gips, baksteen en beton, keramische materialen zoals dakpannen, natuursteen, steenwol.
A2	Materialen in deze klasse dragen bij een volledig ontwikkelde brand niet bij aan de vuurlast en de branduitbreiding. Praktisch onbrandbaar.	Gipskartonbeplating.
B	Moeilijk brandbare materialen, die een beperkte bijdrage leveren aan brandgevaar.	PVC vloerbedekking, sommige textiele vloerbedekking, geverfde gipsplaat, brandvertragend MDF, cementgebonden spaanplaat
C	Materialen in deze klasse vertonen een beperkte zijdelingse vlamuitbreiding wanneer ze blootstaan aan de hitte van vlammen ('single burning item'). Brandbare materialen, die een bijdrage leveren aan brandgevaar.	Zwaardere houtsoorten, gipsplaat met behang.
D	Materialen in deze klasse bieden langer weerstand tegen een klein vlamcontact zonder dat daarbij substantiele vlamuitbreiding plaatsvindt. Daarbij zijn ze ook in staat blootstelling aan de hitte van vlammen te doorstaan met voldoende vertraagde en beperkte warmte afgifte. Goed brandbare materialen, die een grote bijdrage leveren aan brandgevaar.	De meeste houtsoorten, onbehandeld* multiplex, MDF, OSB, spaanplaat, hardboard D – s2 * behandelde soorten kunnen in een hogere brandklasse vallen
E	Materialen in deze klasse leveren een zeer hoge bijdrage aan de brand. De materialen zijn voor een korte periode bestand tegen brand zonder wezenlijke vlamuitbreiding. Zeer goed brandbare materialen, die een zeer grote bijdrage leveren aan brandgevaar.	Kunststof, brandvertragend EPS.
F	Materialen waarvoor geen reactie op brandvoorplantingseisen worden bepaald. Uiterst brandbare materialen.	Niet geteste materialen, EPS.

Materialen per brandklasse, bron⁴

Isolatie

De eisen m.b.t. isolatie zijn in overleg met een adviseur bouwfysica van het RVB vastgelegd.

Voor de dichte gevel hanteren we het Bouwbesluit: 4,5 m²K/W. In de analyse wordt dit verwerkt door deze eis als Rd-waarde voor de isolatiematerialen te hanteren. We werken dus niet met de Rc-waarde.

Voor ramen gaan we voor nieuwbouw uit van een U-waarde van ten hoogste 1 W/m²K.

⁴ Materialen en brandveiligheid, IFV en DGMR; december 2014

Voor deuren en paneelconstructies (ook in U-waarde uitgedrukt) streeft het RVB naar een betere prestatie dan voor ramen; als het praktisch haalbaar is een U-waarde welke hoort bij een Rc-waarde van 4,5: 0,21 W/m²K.

Dampopen bouwen

Bij biobased isolatiematerialen wordt in de markt regelmatig gesproken van dampopen bouwen. De gedachte hierachter is dat we gebouwen tegenwoordig te dicht maken wat een ongezond binnenklimaat oplevert ten aanzien van ventilatie. Met dampopen zou een 'ademend' gebouw worden gecreëerd met een gezond binnenklimaat.

Over de werking hiervan bestaat onzekerheid, zo zou het juist ook vochtproblemen kunnen veroorzaken. Omdat luchtdicht bouwen ook weer voordelen heeft t.b.v. de energiezuinigheid is in overleg met het RVB besloten dat we bij alle isolatiematerialen uitgaan van een dampdichte afwerking.

Geluidswerendheid

De eisen m.b.t. geluidswerendheid zijn in overleg met een adviseur bouwfysica van het RVB vastgelegd.

Voor kantoren geldt een max. geluiddrukkniveau t.g.v. geluid van buiten (industrie-, spoor-, weg-, luchtvaartlawaai) van (LAeq) 40dB.

Bij een geluidbelasting in de stad van 60 dB(A), hanteren we als uitgangspunt voor de karakteristieke geluidwering van de gevel: 20 dB(A)

Er is aangenomen dat de gekozen samenstellingen hier aan voldoen.

Beveiligingseisen

De eisen m.b.t. beveiliging zijn in overleg met een adviseur bouwfysica van het RVB vastgelegd.

Standaard geldt voor rijkskantoren nu de eis dat de gevel tot 5,5 meter boven maaiveld (en via makkelijk bereikbare delen) inbraakwerend moet zijn (RC2). Dat is zowel bij nieuwbouw en bij grootschalige renovaties het uitgangspunt.

RC staat voor 'Resistance Class' wat is opgenomen in de norm NEN-EN 1627. Hierin staat dat een gevel of gevelopening bij een bepaalde inbraakwerende klasse een bepaalde vertragingstijd moet hebben uitgaande van o.a. een bepaalde gereedschap set en beproevingsmethode.

Voor RC2 geldt een vertragingstijd van 3 minuten.

Echter geldt tevens dat voor RC2 tijdens de inbraakproef enkel het kozijn en de randaansluiting tussen het glas en kozijn wordt getest en niet het glas zelf. Dit gebeurt pas voor klassen RC5 en RC6.

NIBE heeft aangenomen dat de gekozen materialiseringen hier aan voldoen, omdat de berekende milieu-impact is gebaseerd op de hoofdonderdelen en niet op de details, die vermoedelijk de grootste rol spelen bij dit onderwerp.

Renovatie

Voor zowel nieuwbouw - als renovatieprojecten

5.4 Analyse

Op de volgende pagina's staan allereerst de tabellen met de MKI van de verschillende materialenopties. Daarna volgt de analyse van zowel de gevel in nieuwbouw als de gevel bij renovatie.

In hoofdstuk 3.3 zijn de volgende uitgangspunten vastgesteld:

Nieuwbouw

Nieuwbouw per jaar: 50.000 m² BVO

Voor nieuwbouw wordt gerekend met een rekenmodel op basis van het referentiegebouw 'kantoorgebouw M'. Dit gebouw heeft een geveloppervlak van 2.682 m² en een BVO van 4.950 m².

Voor de analyse van de nieuwbouw van het RVB leidt deze verhouding tot 27.091 m² geveloppervlak per jaar.

Renovatie

Dicht geveloppervlak per jaar: 36.000 m²

Open geveloppervlak per jaar: 48.000 m²

Bij het dichte geveloppervlak doen we de aanname dat de gevelconstructie (het binnenspouwblad of het regelwerk) *niet* wordt vervangen, dat er altijd isolatie wordt aangebracht en dat niet in alle gevallen de afwerking wordt vervangen. Voor de analyse hebben we aangenomen dat in 75% van de gevallen de gevelafwerking wordt vervangen; dit betreft een eigen schatting.

Voor het open geveloppervlak doen we de aanname dat zowel het kozijn als het glas wordt vervangen.

Binnenspouwbladen

Materiaal	Brandklasse	MKI totaal	% Biobased
Stobalen (standaard) tussen houten stijlen, leemstuc	B*	1,27	53%
Stobalen (biologisch) tussen houten stijlen, leemstuc	B*	1,58	53%
Kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk	A	2,20	0%
HSB (multiplex, stijlen en gipsplaat)	D	2,79	72%
Baksteen; geperforeerd; incl. stucwerk	A	3,05	0%
Beton; gewapend; incl. stucwerk	A	3,06	0%
Kalkzandsteen metselwerk; incl. stucwerk	A	3,50	0%
Betonsteen metselwerk; incl. stucwerk	A	4,48	0%
Leemsteen metselwerk; incl. leemstuc afwerking	A	4,57	0%
Baksteen metselwerk; incl. stucwerk	A	5,27	0%
Cellenbetonblokken; incl. stucwerk	A	5,58	0%

*zonder leemstuc heeft stro brandklasse E

Hieruit volgt dat Stobalen (standaard) tussen houten stijlen, leemstuc het beste alternatief met biobased materiaal is, Kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk het beste referentie materiaal en Cellenbetonblokken; incl. stucwerk het slechtste referentie materiaal.

Isolatie

Materiaal	Brandklasse	MKI totaal	% Biobased
Vlasplaten	C	0,31	97%
Houtvezel flexibele isolatie (55 kg/m ³)	E	0,37	81%
Biobased EPS parels	E	0,90	86%
Celluloseplaten	B	1,13	86%
EPS platen	E	1,19	0%
Glaswol platen	A	1,43	0%
PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen)	D	1,70	0%
Steenwol platen	A	1,86	0%
XPS platen	E	3,26	0%
Cellulair glas	A1	4,19	0%
Schapevool	E	32,09	97%

Hieruit volgt dat Vlasplaten het beste alternatief met biobased materiaal is, EPS platen het beste referentie materiaal en Cellulair glas het slechtste referentie materiaal.

NB: Opvallend aan deze groep is dat de eerste vier materiaalopties biobased producten betreffen, maar dat het slechts scorende product ook een biobased product betreft. Schapevool veroorzaakt een zeer hoge milieulast. Dit is te wijten aan de methaanuitstoot van schapevool.

Gevelafwerking

In onderstaande tabel bevatten alle materialen, met uitzondering van al het metselwerk en de glasplaten, een houten achterconstructie. Om deze reden hebben een aantal niet-biobased materiaalkeuzes toch een biobased percentage.

Materiaal	Brandklasse	MKI totaal	% Biobased
Western Red Cedar	D	0,36	99%
Eiken delen; db	D	0,82	100%
Meranti delen; db	D	1,11	99%
Staal; trapezium; gecoat	B	1,14	14%
Staal; trapezium; verzinkt en gecoat	B	1,25	14%
Dakpan, beton; 75 mm overlap	A	1,36	7%
Vezelcementplaat	A	1,39	68%
Koperen felsgevel	B	1,66	41%
Houtvezelcementplaat; db	A	2,03	66%
Zinken felsgevel	B	2,07	36%
Betonsteen metselwerk; 200x70x50	A	2,23	0%
Leien, vezelcement; 110 mm overlap	A	2,38	72%
Aluminium; profiel; ongecoat	B	2,51	30%
Kalkzandsteen metselwerk; 210x100x50; gehydrofobeerd	A	2,60	0%
Baksteen metselwerk; 150x70x30	A	2,64	0%
Dakpan, keramisch; 75 mm overlap	A	2,69	7%
Holle baksteen metselwerk; 250x120x60; 45% geperforeerd	A	2,76	0%
Geperste steenwol plaat met kunststof coating	A	3,05	14%
Betonsteen metselwerk; 210x100x50	A	3,07	0%
Baksteen metselwerk; 180x85x45	A	3,18	0%
Keramische tegel; holle tegel	A	3,19	8%

Aluminium; vlak; sandwich-kunststof kern; gecoat	B	3,21	12%
Leemsteenmetselwerk; 295x140x90; incl. pleister afwerking	A	3,24	0%
Aluminium; cassette gecoat (plaatdikte 1,5 mm)	B	3,52	21%
Europees zacht hout brandwerend bewerkt met boorzuur	B	3,69	90%
Aluminium; cassette gecoat (plaatdikte 2 mm)	B	4,68	17%
Aluminium; vlak; sandwich-aluminium kern; gecoat	B	4,92	11%
Natuursteen leien	B	5,09	5%
Natuursteen platen, graniet	B	6,74	2%
Glasplaten met RVS bevestiging	B	11,85	0%
Natuursteenmetselwerk; 210x100x50; Uit Europa	B	16,45	0%
Natuursteenmetselwerk; 210x100x50; Uit China	B	34,84	0%

Hieruit volgt dat Western Red Cedar het beste alternatief met biobased materiaal is, Staal; trapezium; gecoat het beste referentie materiaal en Natuursteenmetselwerk; 210x100x50; Uit China het slechtste referentie materiaal.

Raamkozijn

Materiaal	Brandklasse	MKI totaal	% Biobased
Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl	D	0,80	90%
Europees naaldhout (67x114); geschilderd, acryl; db	D	0,88	84%
Tropisch loofhout (67x114); geschilderd, acryl; db	D	0,90	90%
Staal (60x25); poedercoating	B	1,42	0%
Grenen (67x114); gemodificeerd geacetyleerd; db	D	1,53	68%
Aluminium (68x72), poedercoating	D	1,98	0%
Aluminium (68x72), geanodiseerd	D	2,38	0%
Staal (80x50); poedercoating	B	2,38	0%
Staal (80x70); poedercoating	B	2,49	0%
PVC op staalkern (80x112), 0% secundair	E	3,42	0%

Hieruit volgt dat Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl het beste alternatief met biobased materiaal is, Staal (60x25); poedercoating het beste referentie materiaal en PVC op staalkern (80x112), 0% secundair het slechtste referentie materiaal.

Vliesgevel

Materiaal	MKI totaal	% Biobased
Staal (50x120); aluminium dekljst; poedercoating	1,08	0%
Gelam. lariks (60x175); aluminium dekljst, gepoedercoat	1,12	66%
Staal (50x120), poedercoating; aluminium dekljst, geanodiseerd	1,14	0%
Aluminium (50x175); poedercoating	2,39	0%
Aluminium (50x175); geanodiseerd	2,76	0%

Hieruit volgt dat Gelam. lariks (60x175); aluminium dekljst, gepoedercoat het beste alternatief met biobased materiaal is, Staal (50x120); aluminium dekljst; poedercoating het beste referentie materiaal en Aluminium (50x175); geanodiseerd het slechtste referentie materiaal.

Beglazing

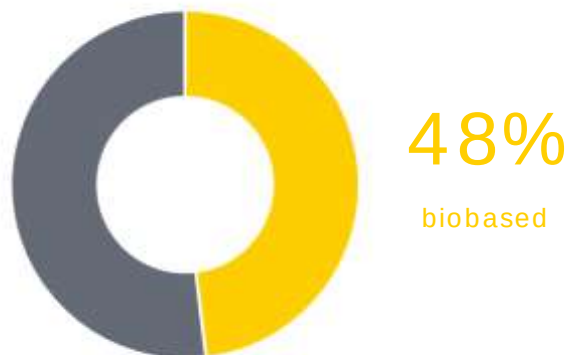
Materiaal	U-waarde	MKI totaal	% Biobased
HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm;	0,8	6,58	0%
Drievoudig glas; coating; argon; 4/14/4/14/5;	0,7	10,28	0%

Voor beglazing bestaat geen biobased alternatief. De beglazing is meegenomen omdat het deel uitmaakt van de totale milieu-impact van de bouwactiviteiten van RVB. Tevens kan op deze manier worden bekeken of een deel van de beglazing kan worden vervangen door (biobased) dichte gevel. Opvallend is dat drievoudig glas een stuk hogere milieulast veroorzaakt, terwijl er dubbel glas bestaat dat dankzij hun coatings en vullingen een nagenoeg gelijkwaardige U-waarde behalen. Bij de vergelijking tussen referentie en alternatief met biobased is echter hetzelfde type glas en dezelfde open- en dichtverhouding van de gevel gehanteerd.

Best case biobased vs worst case ref schil nieuwbouw

	Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal:	Meest milieubelastende referentie materiaal
Binnenspouwblad	Strobalen (standaard) tussen houten stijlen, leemstuc	Cellenbetonblokken; incl. stucwerk
Isolatie		Cellulair glas
Buitenspouwblad	Western Red Cedar	Natuursteenmetselwerk; 210x100x50; Uit China
Raamkozijnen	Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl	PVC op staalkern (80x112), 0% secundair
Vliesgevel	Gelam. lariks (60x175); aluminium deklijst, gepoedercoat	Aluminium (50x175); geanodiseerd
Beglazing	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 m m	

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED

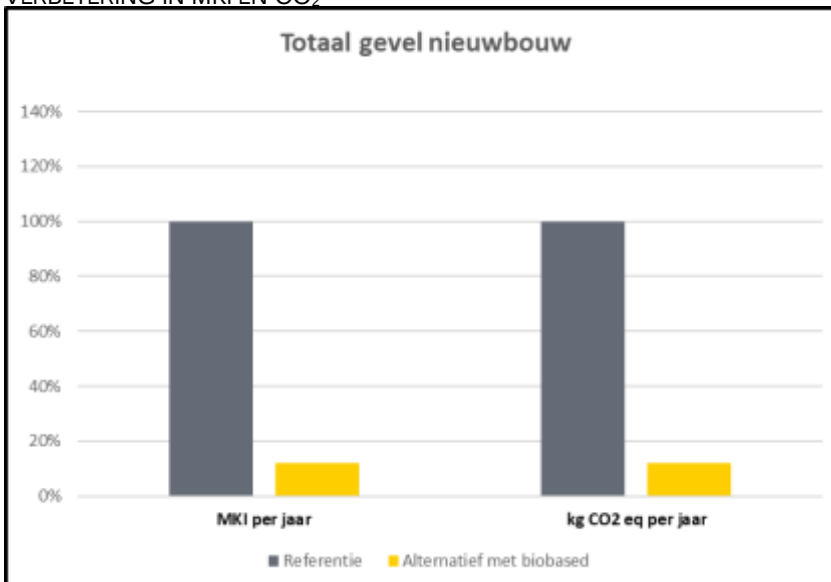


Er wordt niet een hoog %biobased behaald, door het grote aandeel van beglazing.

TOTALE RESULTAAT PER JAAR

		Totaal per jaar	
		MKI	kg CO2 eq
Referentie		677.321	6.131.225
Alternatief met biobased		80.797	731.937
Vershil		-596.524	-5.399.288
		-88%	-88%

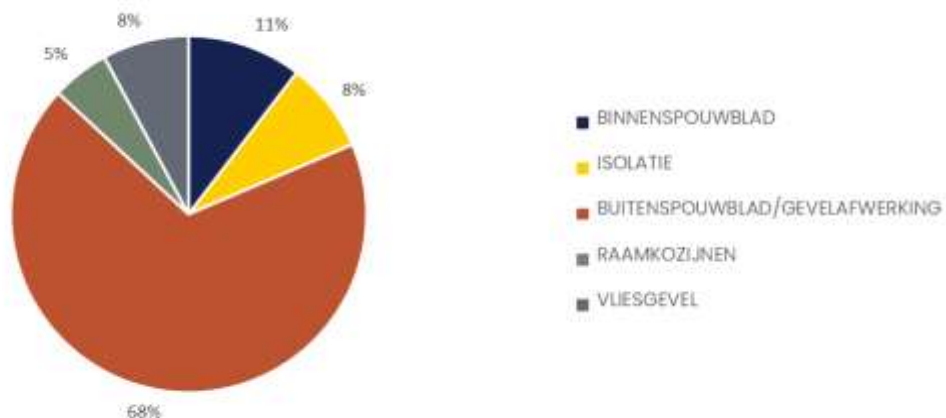
VERBETERING IN MKI EN CO₂



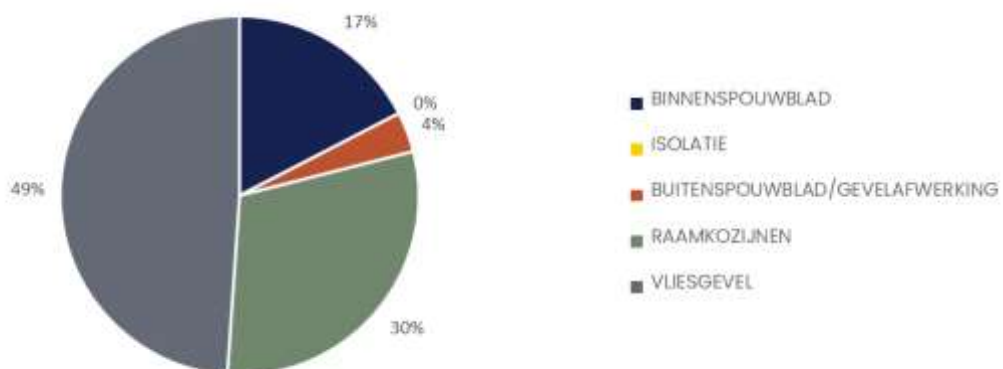
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal

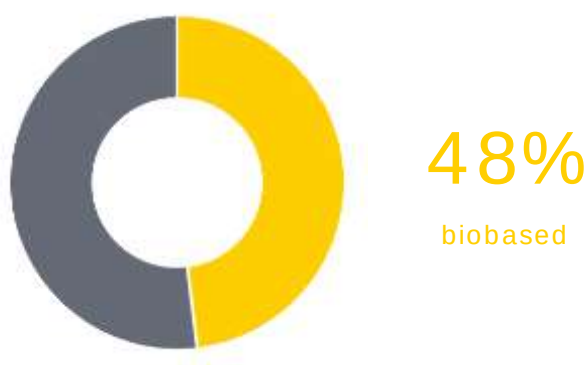


Uit de zwaartepuntanalyse blijkt dat de verbetering tussen referentie en het biobased alternatief voor een groot deel te wijten is aan de hoge milieulast van natuursteen gevelafwerking. Voor het biobased alternatief zit de isolatie bij het binnenspouwblad inbegrepen (stobalen). De raamkozijnen en vliesgevel behalen een hoog aandeel door de hoge milieulast van glas.

Best case biobased vs best case ref nieuwbouw

	Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal:	Meest milieuvriendelijke referentie materiaal
Binnenspouwblad	Strobalen (standaard) tussen houten stijlen, leemstuc	Kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk
Isolatie		EPS platen
Buitenspouwblad	Western Red Cedar	Staal; trapezium; gecoat
Raamkozijnen	Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl	Staal (60x25); poedercoating
Vliesgevel	Gelam. lariks (60x175); aluminium dekljst, gepoedercoat	Staal (50x120), poedercoating; aluminium dekljst, geanodiseerd
Beglazing	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm	

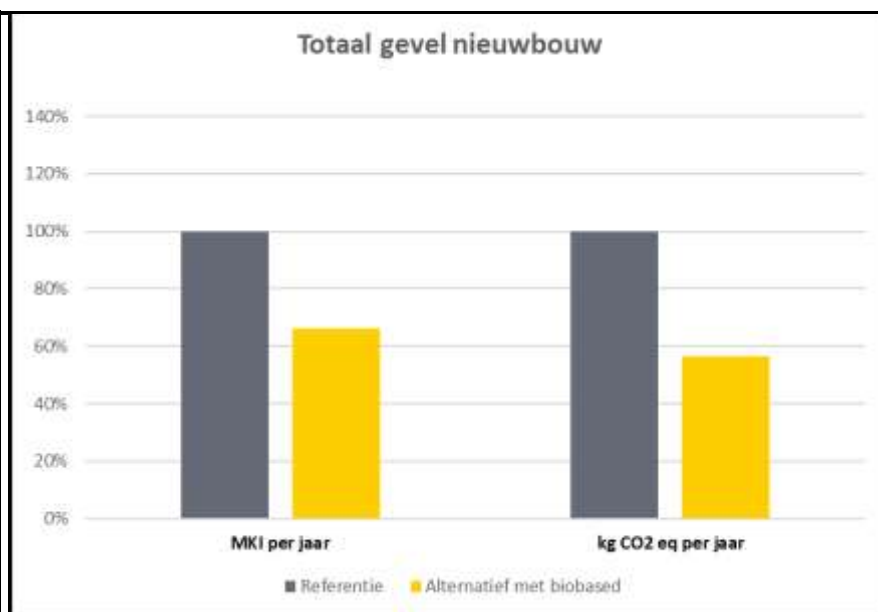
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTALE RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	121.912	1.296.172
Alternatief met biobased	80.797	731.937
Vershil	-41.115	-564.236
	-34%	-44%

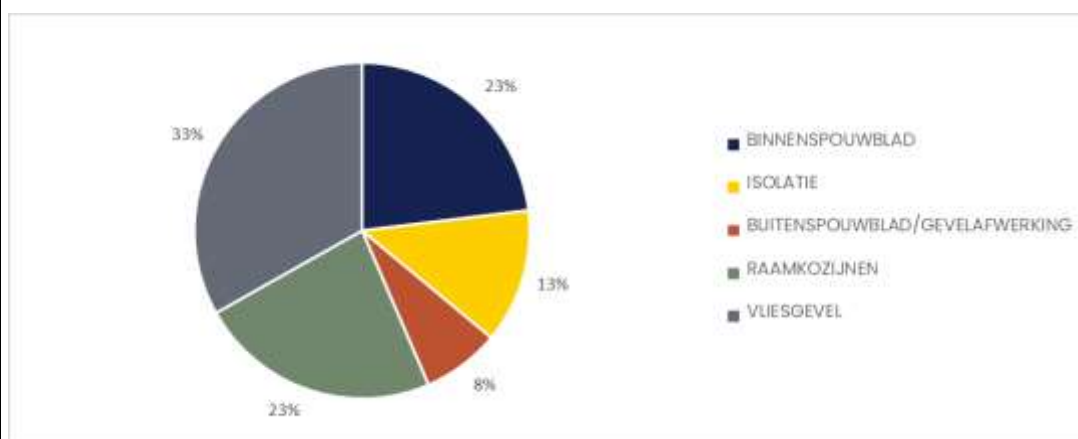
VERBETERING IN MKI EN CO₂



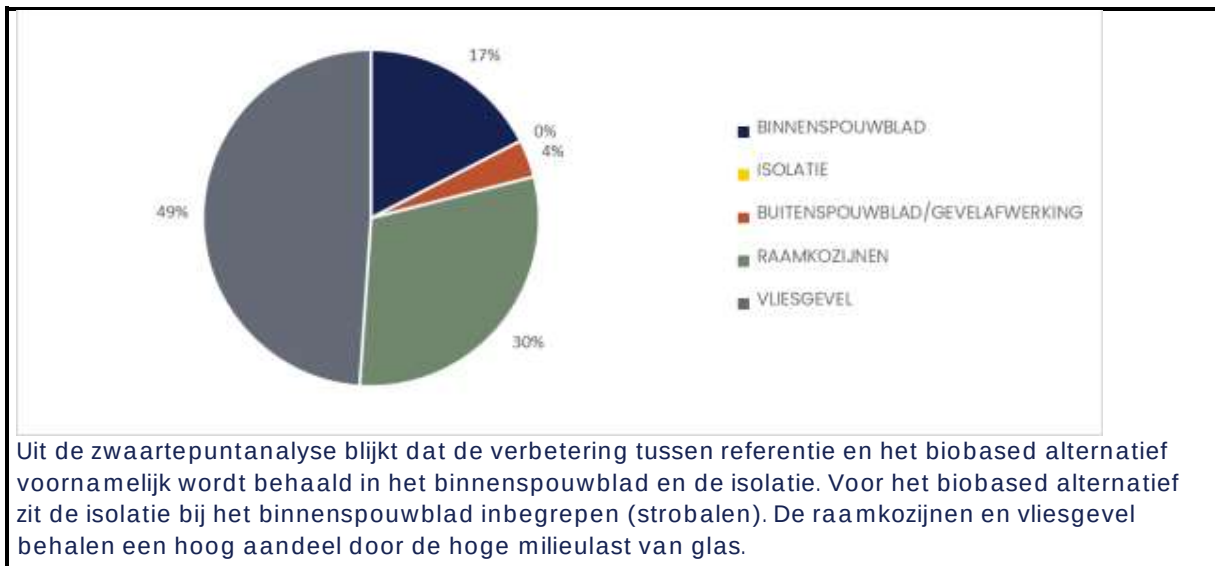
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is met name de verbetering op CO₂ wat groter.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal



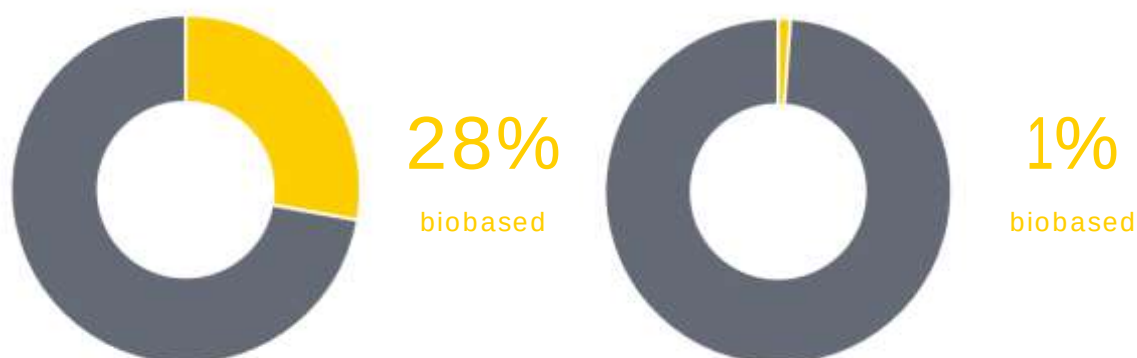
Best guess nieuwbouw

Onderdeel	%	Referentie
Binnenspouwblad	30%	Kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk
	20%	Betonsteenmetselwerk; incl. stucwerk
	20%	Beton; gewapend; incl. stucwerk
	10%	Kalkzandsteenmetselwerk; incl. stucwerk
	10%	Baksteen; geperforeerd; incl. stucwerk
	10%	HSB (multiplex, stijlen en gipsplaat)
Isolatie	40%	Glaswol platen
	40%	Steenwol platen
	10%	EPS platen
	10%	PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen)
Gevelafwerking	20%	Baksteenmetselwerk; 150x70x30
	20%	Betonsteenmetselwerk; 210x100x50
	10%	Aluminium; profiel; ongecoat
	10%	Holle baksteenmetselwerk; 250x120x60; 45% geperforeerd
	10%	Kalkzandsteenmetselwerk; 210x100x50; gehydrofobeerd
	10%	Staal; trapezium; geccoat
	10%	Natuursteen leien
	10%	Western Red Cedar
Raamkozijn	40%	Aluminium (68x72); poedercoating
	30%	PVC op staalkern (80x112); 0% secundair
	10%	Staal (80x50); poedercoating
	10%	Europees naaldhout (67x114); geschilderd, acryl; db
	10%	Tropisch loofhout (67x114); geschilderd, acryl; db
Vliesgevel	50%	Aluminium (50x175); poedercoating
	50%	Staal (50x120); aluminium dekljst; poedercoating
Beglazing	100%	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm; U=0,8

Onderdeel	%	Alternatief met biobased
Binnenspouwblad	30%	HSB (multiplex, stijlen en gipsplaat)
	20%	Strobalen (standaard) tussen houten stijlen; incl. leemstuc
	10%	Strobalen (biologisch) tussen houten stijlen; incl. leemstuc
	40%	Kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk
Isolatie	30%	Aandeel strobalen; geen aanvullende isolatie nodig
	40%	Celluloseplaten
	10%	Vlasplaten
	10%	Houtvezel flexibele isolatie (55 kg/m ³)
	10%	Biobased EPS parels
Gevelafwerking	20%	Eiken delen
	20%	Europees zacht hout brandwerend bewerkt met boorzuur
	20%	Houtvezelcementplaat
	20%	Meranti delen
	20%	Western Red Cedar
Raamkozijn	25%	Europees naaldhout (67x114); geschilderd, acryl
	25%	Tropisch loofhout (67x114); geschilderd, acryl
	25%	Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl
	25%	Grenen (67x114); gemodificeerd geacetyleerd
Vliesgevel	100%	Gelam. larks (60x175); aluminium dekljst, gepoedercoat; db
Beglazing	100%	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm; U=0,8

Er is bewust voor gekozen niet voor een volledig biobased scenario te gaan wat het binnenspouwblad betreft. HSB heeft brandklasse D. Voor gebouwen hoger dan 13 meter is brandklasse B vereist. Strobalen met leemstuc hebben brandklasse B. Echter achten we het niet realistisch dat er veel in strobalen gebouwd zal worden. Daarom is het scenario aangevuld met kalkzandsteenelementen. Gezien hun lage milieulast is dit een goed te verantwoorden keuze.

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE

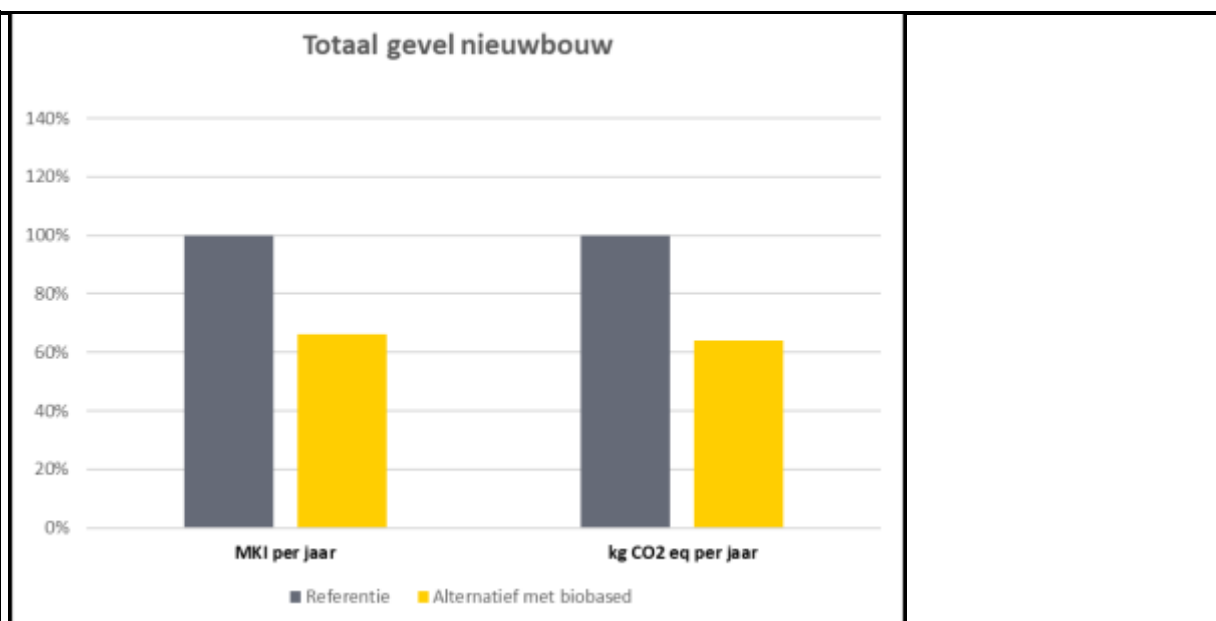


Er wordt een laag % biobased gehaald door de keuze voor 40% van het binnenspouwblad kalkzandsteen te nemen en door het hoge aandeel van beglazing aan het totaal.

TOTALE RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	167.319	1.546.010
Alternatief met biobased	110.561	990.031
Vershil	-56.759	-555.979
	-34%	-36%

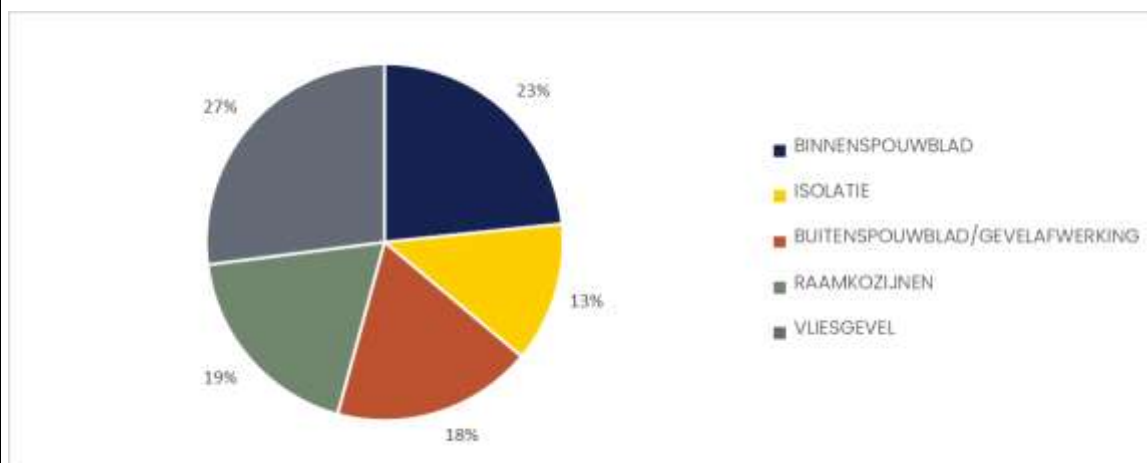
VERBETERING IN MKI EN CO₂



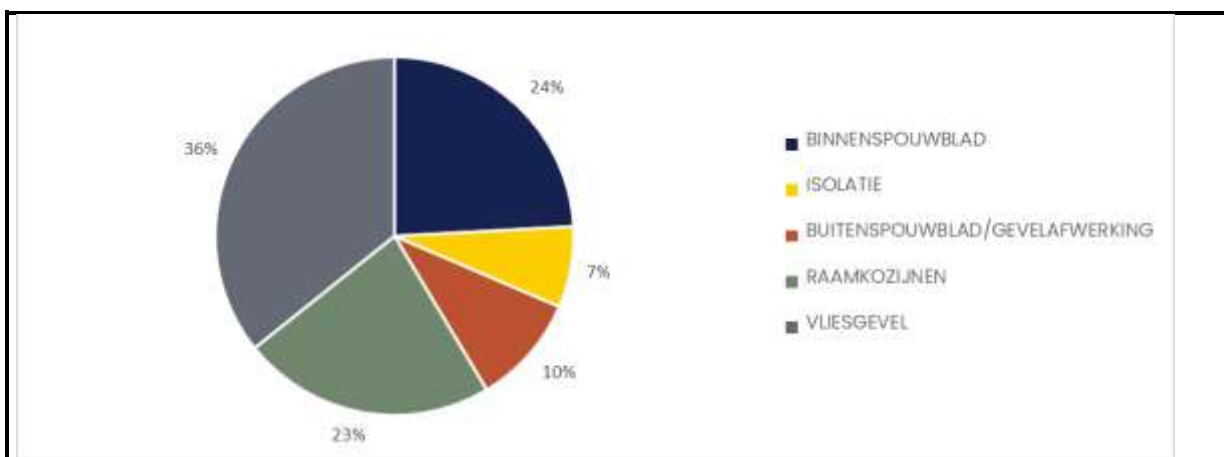
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is met name de verbetering op CO₂ wat groter.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal



De raamkozijnen en vliesgevel behalen een hoog aandeel door de hoge milieulast van glas.

RELATIE TOT MPG - WAARDE

Aandeel MPG referentie

0,082 9%

Aandeel MPG biobased

0,062 7%

In de MPG referentieberekening van kantoorgebouw M is het aandeel van de gevel 17% op een MPG score van 0,91. Dit is aanzienlijk hoger dan de door ons aangehouden referentie. Het verschil is te verklaren door meerdere onderdelen:

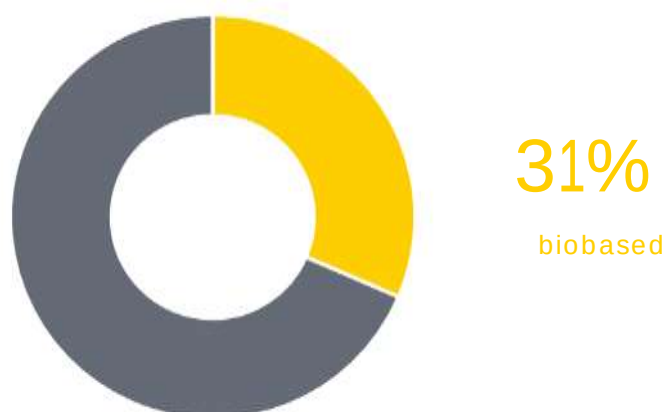
- In kantoor M is driedubbel glas toegepast. Glas heeft een hoge milieulast. In onze referentie is HR++ glas (dubbelglas) aangehouden.
- In kantoor M is baksteenmetselwerk toegepast als gevelafwerking. Dit heeft een hogere milieulast dan andere gevelafwerkingen, die in onze referentie zijn meegenomen.
- Daarnaast betreffen deze profielen categorie 3 data en is een 30% toeslag toegepast.

De verlaging van de MPG door middel van biobased is beperkt, doordat glas een hoog aandeel heeft in de score en hier geen biobased alternatief voor bestaat. NB: er kan wel een aanzienlijke besparing worden gerealiseerd door de hoeveelheid glas te beperken door in te zetten op een gunstige U-waarde d.m.v. coatings (HR++ glas versus triple glas).

Best case biobased vs worst case ref schil renovatie

	Meest gunstige alternatief met biobased materiaal:	Meest ongunstige referentie materiaal
Isolatie	Vlasplaten	Cellulair glas
Buitenspouwblad	Western Red Cedar	Natuursteenmetselwerk; 210x100x50; Uit China
Raamkozijnen	Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl	PVC op staalkern (80x112), 0% secundair
Vliesgevel	Gelam. lariks (60x175); aluminium dekljst, gepoedercoat	Aluminium (50x175); geanodiseerd
Beglazing	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 m m	

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED

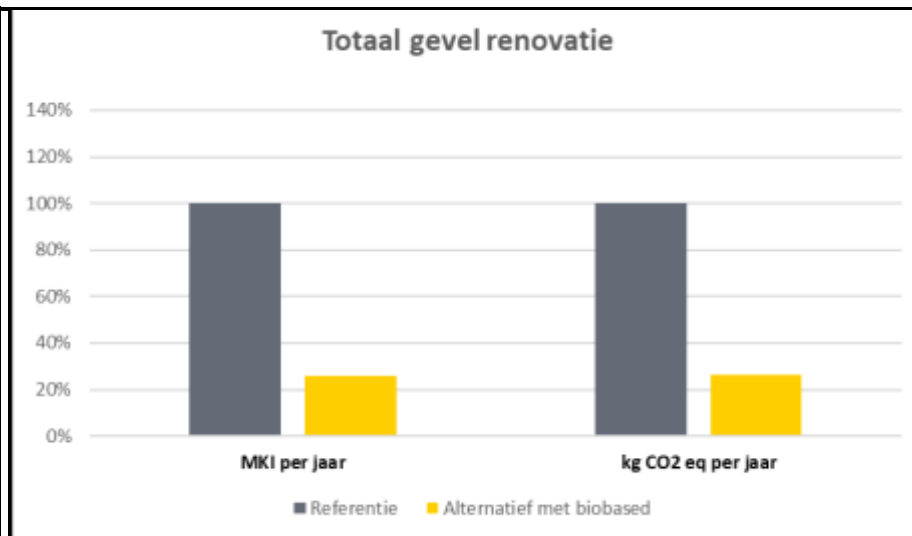


Er wordt niet een hoog %biobased behaalt, door het grote aandeel van beglazing.

TOTALE RESULTAAT PER JAAR

		Totaal per jaar	
		MKI	kg CO2 eq
Referentie		1.680.146	14.036.073
Alternatief met biobased		435.158	3.698.252
Vershil		-1.244.988	-10.337.820
		-74%	-74%

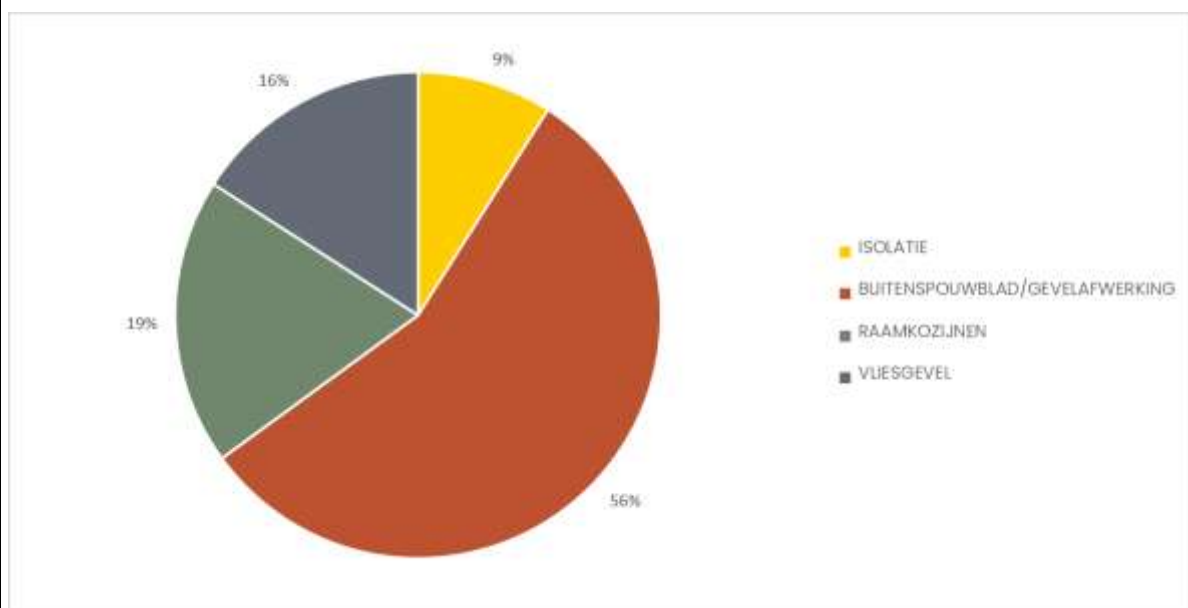
VERBETERING IN MKI EN CO₂



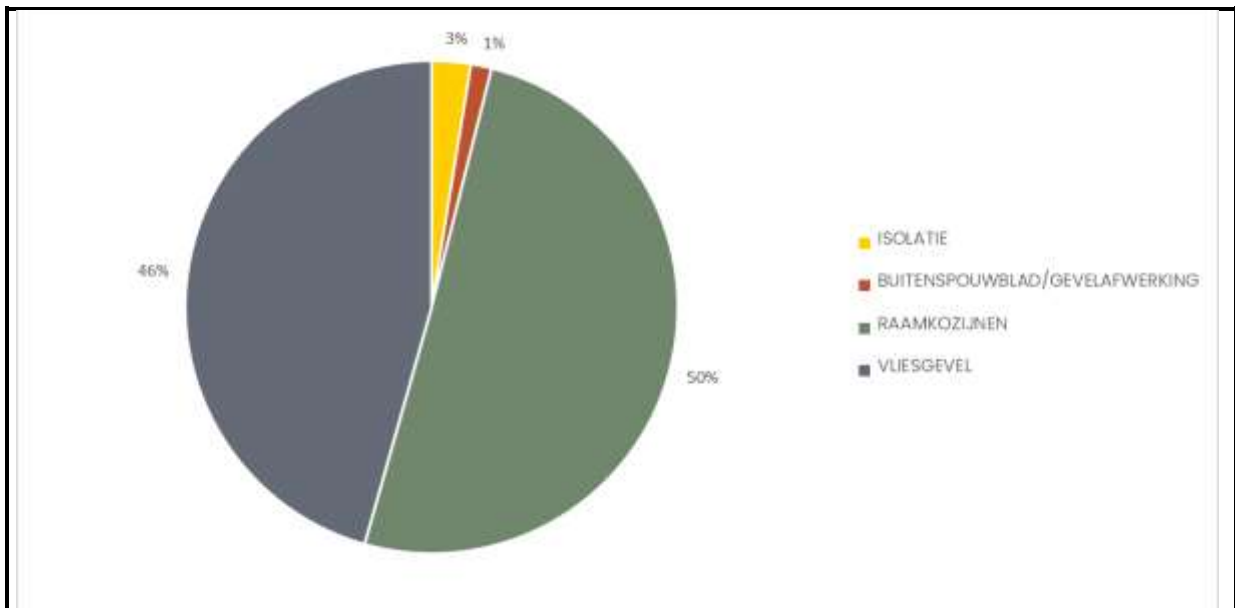
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal



Uit de zwaartepuntanalyse blijkt dat de verbetering tussen referentie en het biobased alternatief voor een groot deel te wijten is aan de hoge milieulast van natuursteen gevelafwerking. De raamkozijnen en vliesgevel behalen een hoog aandeel door de hoge milieulast van glas.

Best case biobased vs best case ref renovatie

	Meest gunstige alternatief met biobased materiaal:	Meest gunstige referentie materiaal
Isolatie	Vlasplaten	EPS platen
Buitenspouwblad	Western Red Cedar	Staal; trapezium; gecoat
Raamkozijnen	Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl	Staal (60x25); poedercoating
Vliesgevel	Gelam. lariks (60x175); aluminium deklijst, gepoedercoat	Staal (50x120), poedercoating; aluminium deklijst, geanodiseerd
Beglazing	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm	

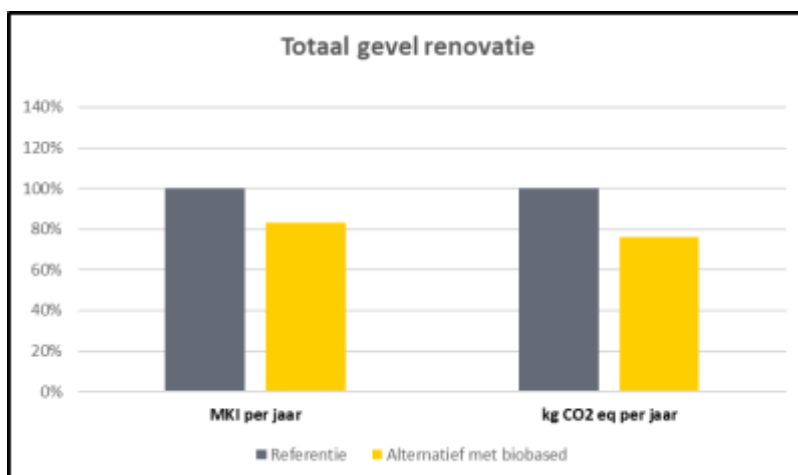
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



TOTALE RESULTAAT PER JAAR

		Totaal per jaar	
		MKI	kg CO2 eq
Referentie		521.494	4.876.246
Alternatief met biobased		435.158	3.698.252
Vershil		-86.336	-1.177.993
		-17%	-24%

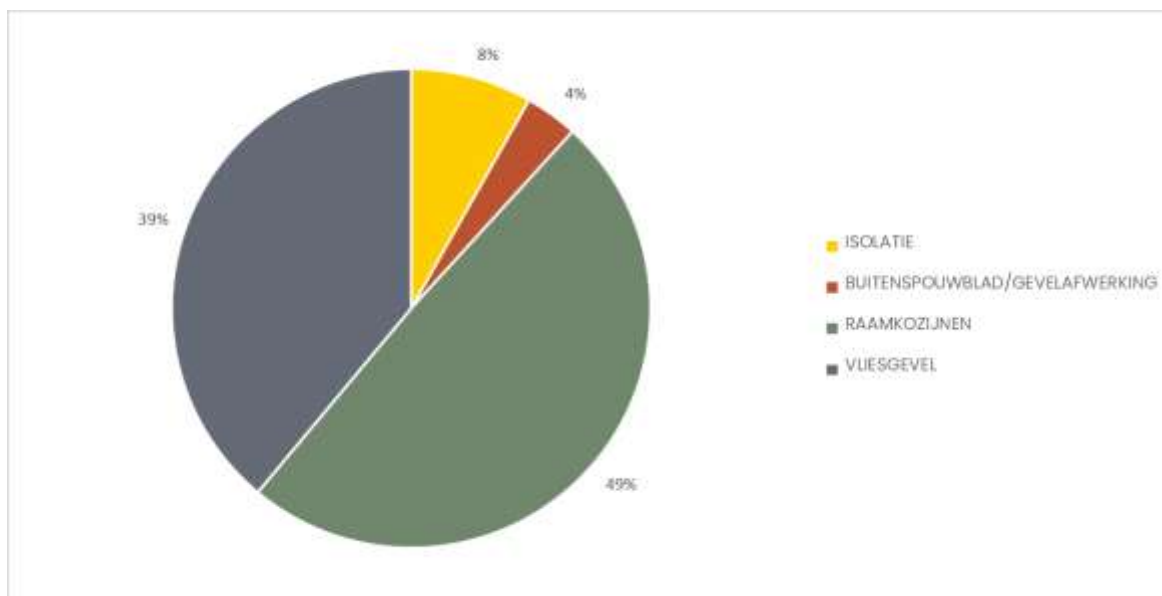
VERBETERING IN MKI EN CO₂



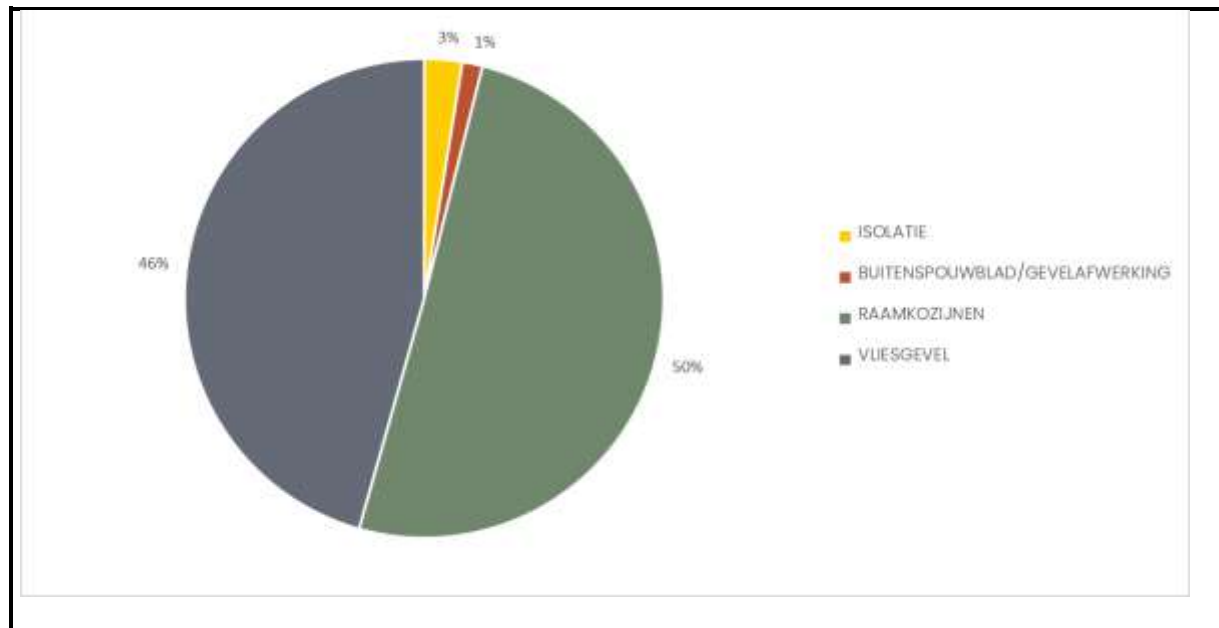
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is met name de verbetering op CO₂ wat groter.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal



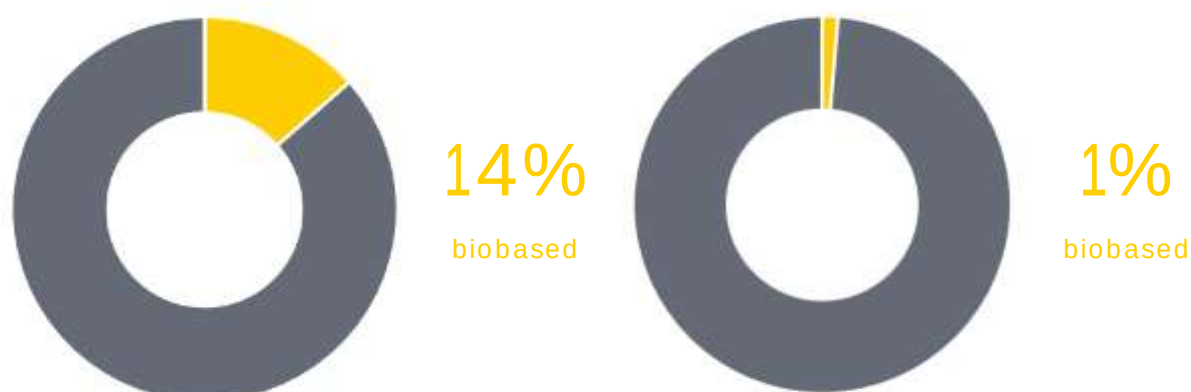
Best guess renovatie

Onderdeel	%	Referentie
Isolatie	40%	Glaswol platen
	40%	Steenwol platen
	10%	EPS platen
	10%	PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen)
Gevelafwerking	40%	Baksteenmetselwerk; 150x70x30
	25%	Betonsteenmetselwerk; 210x100x50
	15%	Aluminium; profiel; ongecoat
	10%	Staal; trapezium; geccoat
	10%	Natuursteen leien
Raamkozijn	30%	PVC op staalkern (80x112), 0% secundair
	40%	Aluminium (68x72), poedercoating
	10%	Staal (80x50); poedercoating
	10%	Europees naaldhout (67x114); geschilderd, acryl; db
	10%	Tropisch loofhout (67x114); geschilderd, acryl; db
Vliesgevel	50%	Aluminium (50x175); poedercoating
	50%	Staal (50x120); aluminium dekljst; poedercoating
Beglazing	100%	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm; U=0,8

Onderdeel	%	Alternatief met biobased
Isolatie	40%	Vlasplaten
	40%	Celluloseplaten
	10%	Houtvezel flexibele isolatie (55 kg/m ³)
	10%	Biobased EPS parels
Gevelafwerking	38%	Baksteenmetselwerk; 150x70x30
	23%	Betonsteenmetselwerk; 210x100x50
	13%	Aluminium; profiel; ongecoat
	8%	Staal; trapezium; geccoat
	8%	Natuursteen leien
	5%	Eiken delen
	5%	Western Red Cedar
Raamkozijn	25%	Europees naaldhout (67x114); geschilderd, acryl
	25%	Tropisch loofhout (67x114); geschilderd, acryl
	25%	Europees loofhout (67x114); geschilderd, acryl
	25%	Grenen (67x114); gemodificeerd geacetyleerd
Vliesgevel	100%	Gelam. larks (60x175); aluminium dekljst, gepoedercoat; db
Beglazing	100%	HR++ dubbel glas; hoogwaardige coating; argon; 4/16/4 mm; U=0,8

We hebben de aanname gedaan dat gevelafwerking niet zo maar te veranderen is, gezien het straatbeeld.

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE

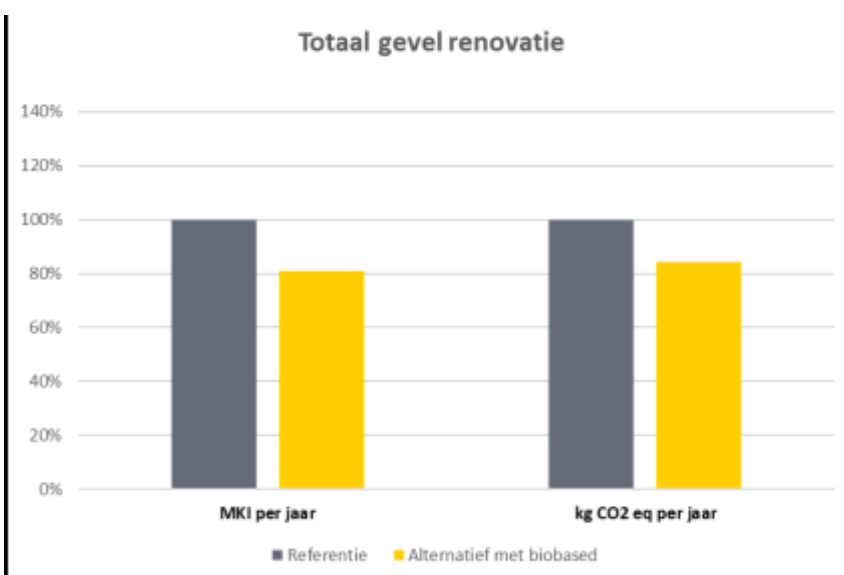


Er wordt een laag % biobased gehaald door de keuze om voor de gevelafwerking een groot deel de referentie aan te houden door het hoge aandeel van beglazing op het totaal.

TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	635.502	5.217.037
Alternatief met biobased	514.287	4.387.464
Vershil	-121.216	-829.573
	-19%	-16%

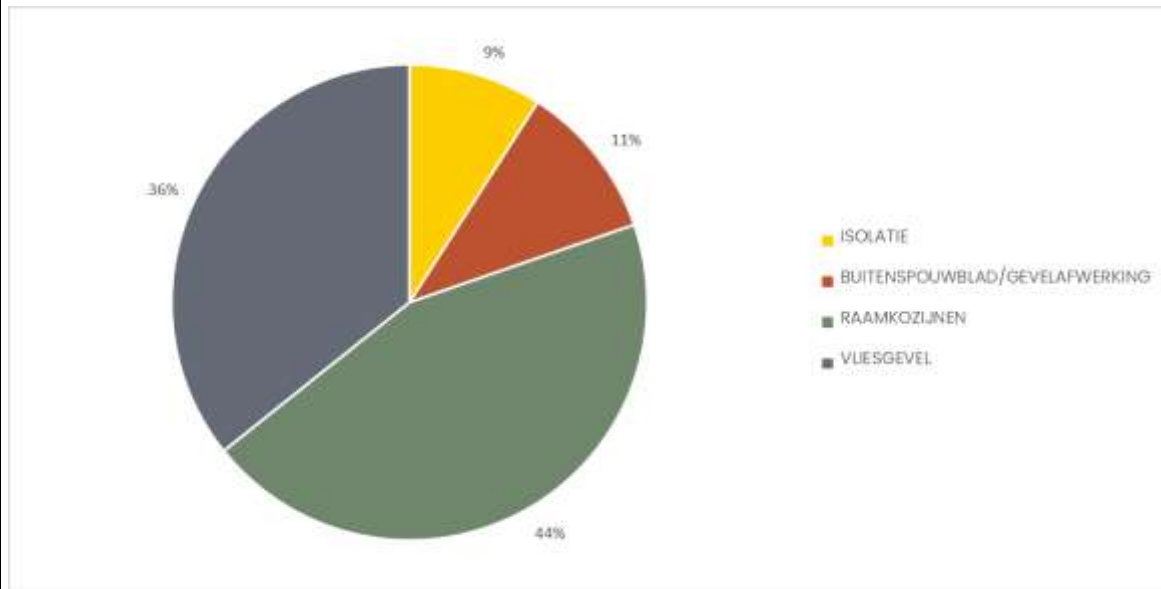
VERBETERING IN MKI EN CO₂



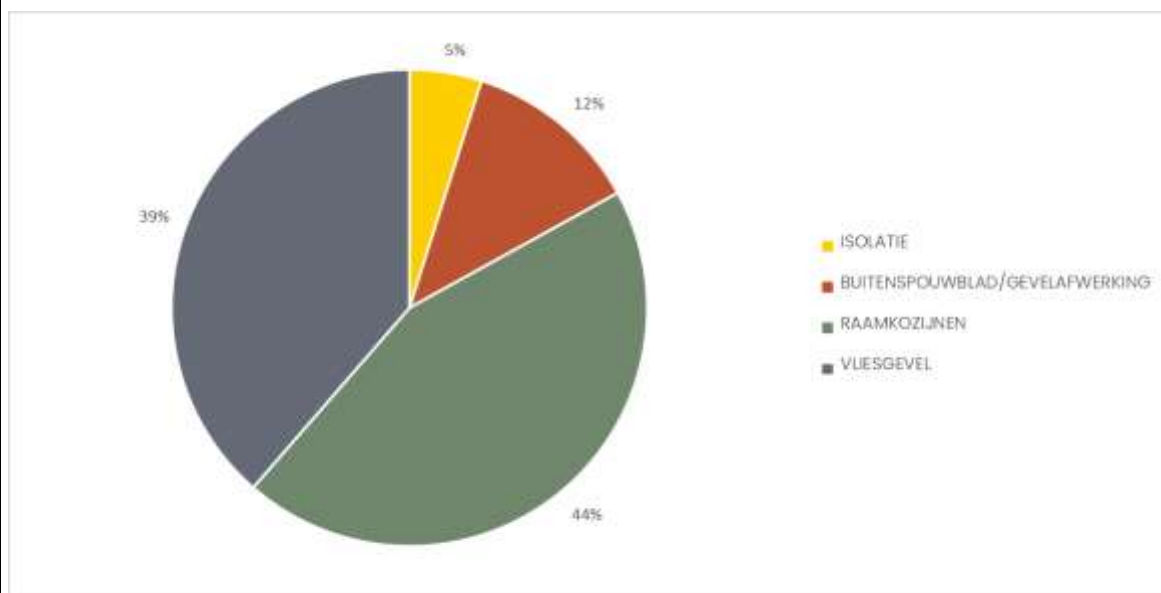
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal



6 Schil - dak

Onder de schil vallen het dak en de gevel. In dit hoofdstuk wordt het dak behandeld.

6.1 Scope

Voor het dak hebben we meegenomen:

- Dakbedekking
- Isolatie

NB: de dakvloer valt onder de draagstructuur.

6.2 Materialisering

Onderdeel	Referentie	alternatief met biobased
Isolatie plat dak	Steenwol platen	Drukvaste houtvezelplaat
	EPS platen (20 kg/m ³)	
	PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen)	
	Cellulair glas	
	Glaswol platen	
	EPS platen (16,5 kg/m ³)	
	EPS platen HR (16,5 kg/m ³)	
	EPS platen HR (20 kg/m ³)	
	XPS platen (35 kg/m ³)	
Dakbedekking plat dak	PVC-banen (1,5 mm); mechanisch bevestigd	Plantaardig membraan; enkel laags (3,0 mm); mechanisch bevestigd
	Zinkplaten (0,8 mm)	
	Bitumen-APP; tweelaags (7 mm) - mechanisch bevestigd	Plantaardige membraan; 3,0 mm boven laag en 2,5 mm onder laag; koud verlijmd
	Bitumen-SBS; tweelaags (7 mm) - mechanisch bevestigd	
	POCB (3,2 mm), met retoursysteem; mechanisch bevestigd	
	EPDM, sbs cacherings (2,5 mm); mechanisch bevestigd	
	EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelijmd	
	TPO-banen (1,2 mm); mechanisch bevestigd	
	Staal verzinkt (0,8 mm); trapezium	
	EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelast	
	EPDM membraan, koud verlijmd; 1,2 mm	
	PVC, koud verlijmd; 2 mm	
	APP gemodificeerd bitumen, koud verlijmd; 7 mm	
	SBS gemodificeerd bitumen, koud verlijmd; 7 mm	
	POCB, met retoursysteem; koud verlijmd; 3,2 mm	

6.3 Uitgangspunten

Voor de uitgangspunten is uitgegaan van een kantoorfunctie.

Brandveiligheid

Voor daken geldt geen eis aan het brandgedrag van materialen aan de buitenzijde van een gebouw. Wettelijk worden er dus geen eisen gesteld aan de brandklasse van dakbedekkingsmaterialen en dakisolatiematerialen. In plaats daarvan wordt geëist dat de bovenzijde van een (compleet) dak niet brandgevaarlijk is; het dak moet vliegvuurbestendig zijn⁵.

Isolatie

De eisen m.b.t. isolatie zijn in overleg met een adviseur bouwfysica van het RVB vastgelegd.

Voor het dak hanteren we het Bouwbesluit: 6,0 m²K/W. In de analyse wordt dit verwerkt door deze eis als Rd-waarde voor de isolatiematerialen te hanteren. We werken dus niet met de Rc-waarde.

Dampopen bouwen

Bij biobased isolatiematerialen wordt in de markt regelmatig gesproken van dampopen bouwen. De gedachte hierachter is dat we gebouwen tegenwoordig te dicht maken wat een ongezond binnenklimaat oplevert ten aanzien van ventilatie. Met dampopen zou een 'ademend' gebouw worden gecreëerd met een gezond binnenklimaat.

Over de werking hiervan bestaat onzekerheid, zo zou het juist ook vochtproblemen kunnen veroorzaken. Omdat luchtdicht bouwen ook weer voordelen heeft t.b.v. de energiezuinigheid is in overleg met het RVB besloten dat we bij alle isolatiematerialen uitgaan van een dampdichte afwerking.

6.4 Analyse

Onderstaande analyse geldt voor zowel nieuwbouw als renovatie.

De dragende vloer van het dak valt onder 'draagstructuur'.

Isolatie plat dak

Materiaal	MKI totaal	% Biobased
Drukvaste houtvezelplaat (140 kg/m ³)	0,81	95%
EPS platen HR (16,5 kg/m ³)	1,39	0%
EPS platen HR (20 kg/m ³)	1,67	0%
EPS platen (16,5 kg/m ³)	1,80	0%
EPS platen (20 kg/m ³)	2,17	0%
PUR/PIRSchuim platen (pentaan geblazen)	2,41	0%
Glaswol platen	4,16	0%
XPS platen (35 kg/m ³)	5,09	0%
Cellulair glas	5,71	0%
Steenwol platen	8,66	0%

Hieruit volgt dat Drukvaste houtvezelplaat (140 kg/m³) het beste alternatief met biobased materiaal is, EPS platen HR (16,5 kg/m³) het beste referentie materiaal en Steenwol platen het slechtste referentie materiaal.

⁵ Brandende vragen - brandveiligheid van daken, VEBIDAK; juni 2012

Dakbedekking plat dak

Materiaal	MKI totaal	% Biobased
EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelijmd	0,73	0%
EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelast	0,75	0%
EPDM membraan, koud verlijmd; 1,2 mm	0,81	0%
POCB (3,2 mm), met retoursysteem; mechanisch bevestigd	0,93	0%
POCB, met retoursysteem; koud verlijmd; 3,2 mm	0,96	0%
PVC, koud verlijmd; 2 mm	1,24	0%
TPO-banen (1,2 mm); mechanisch bevestigd	1,46	0%
PVC-banen (1,5 mm); mechanisch bevestigd	1,48	0%
EPDM, sbs cacherig (2,5 mm); mechanisch bevestigd	1,48	0%
Staal verzinkt (0,8 mm); trapezium	1,57	0%
Zinkplaten (0,8 mm)	1,67	0%
Plantaardige membraan; 3,0 mm boven laag en 2,5 mm onder laag; koud verlijmd	2,48	42%
Plantaardig membraan; enkel laags (3,0 mm); mechanisch bevestigd	2,57	42%
APP gemodificeerd bitumen, koud verlijmd; 7 mm	3,81	0%
Bitumen-APP; tweelaags (7 mm) - mechanisch bevestigd	3,91	0%
SBS gemodificeerd bitumen, koud verlijmd; 7 mm	4,09	0%
Bitumen-SBS; tweelaags (7 mm) - mechanisch bevestigd	4,19	0%

Er valt op dat volgens onze eigen definities (50% of meer biobased content) geen alternatief met biobased materiaal mogelijk is voor dakbedekking plat dak. Voor de analyse hebben we desalniettemin gerekend met het plantaardige membraan als alternatief met biobased, omdat vergeleken met de overige opties dan toch nog een aanzienlijke toename van biobased materiaal wordt bereikt.

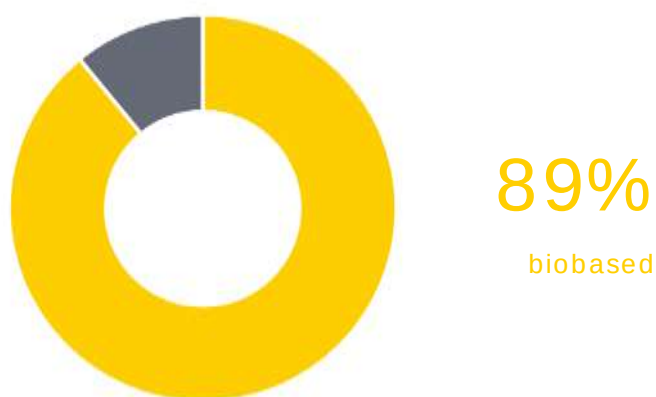
Hieruit volgt dat Plantaardige membraan; 3,0 mm boven laag en 2,5 mm onder laag; koud verlijmd het beste alternatief met biobased materiaal is, EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelijmd het beste referentie materiaal en Bitumen-SBS; tweelaags (7 mm) - mechanisch bevestigd het slechtste referentie materiaal.

Er zijn maar twee biobased alternatieven voor dakbedekking. Tevens halen veel niet-biobased materialen een lagere MKI behalen dan deze twee plantaardige membranen.

Best case biobased vs worst case ref

	Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal:	Meest milieubelastende referentie materiaal
Isolatie plat dak	Drukvaste houtvezelplaat	Steenwol platen
Dakbedekking plat dak	Plantaardig membraan, verlijmd	Bitumen-SBS; tweelaags (7mm) - mechanisch bevestigd

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED

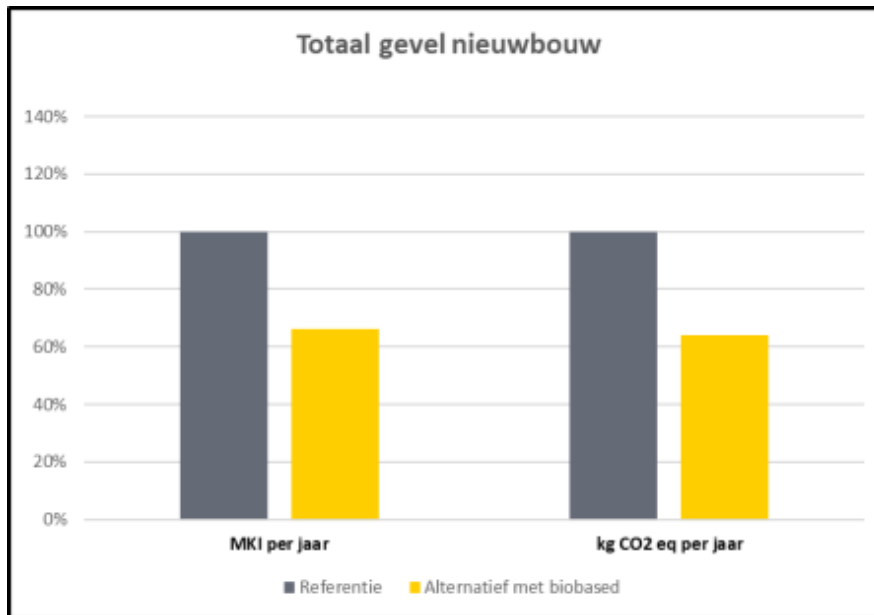


Ondanks dat de dakbedekking slechts 42% biobased content bevat, wordt toch een hoog aandeel biobased bereikt. Het isolatiemateriaal heeft een hoger aandeel in het totaalgewicht dan de dakbedekking.

TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	112.080	855.916
Alternatief met biobased	25.498	244.562
Vershil	-86.583	-611.354
	-77%	-71%

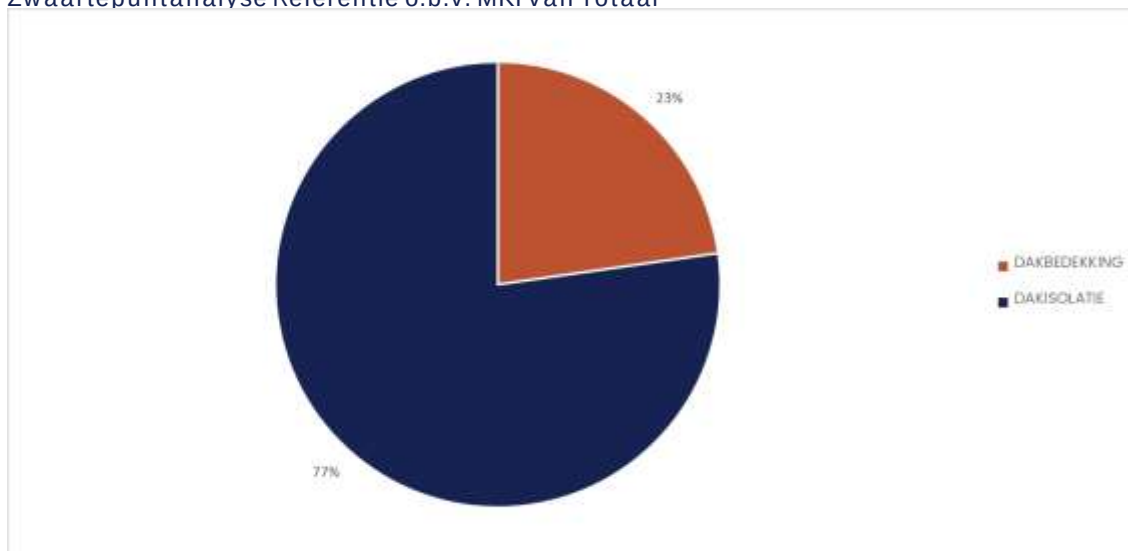
VERBETERING IN MKI EN CO₂



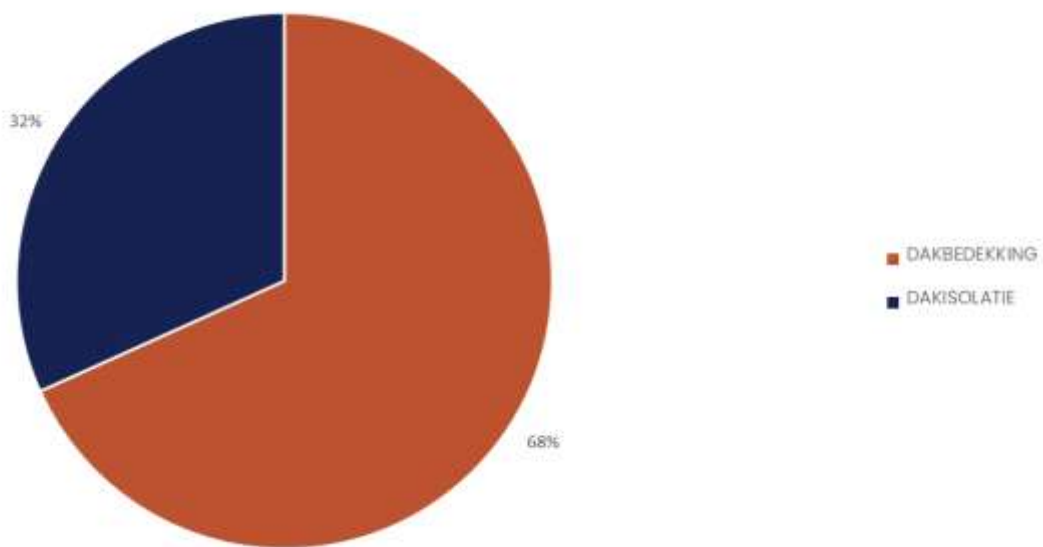
Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal

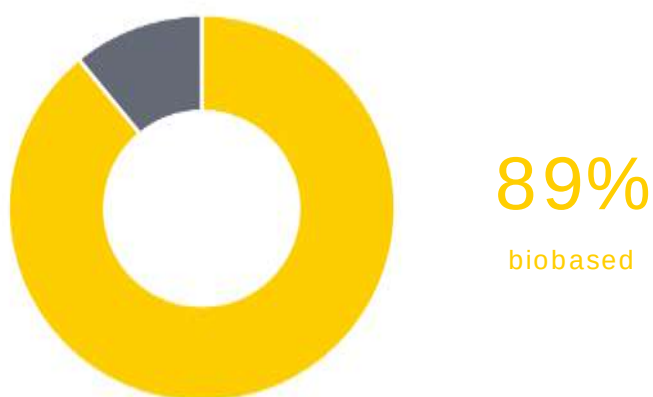


Bij alternatief met biobased weegt de dakbedekking het zwaarste mee in de MKI, waar dit bij de referentie andersom is. Dit is te verklaren doordat de biobased dakbedekking (plantaardig membraan) een relatief hoge MKI behaalt.

Best case biobased vs best case ref

	Meest milieuvriendelijke alternatief met biobased materiaal:	Meest milieuvriendelijke referentie materiaal
Isolatie plat dak	Drukvaste houtvezelplaat	EPS platen HR (16,5 kg/m ³)
Dakbedekking plat dak	Plantaardig membraan, verlijmd	EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelijmd

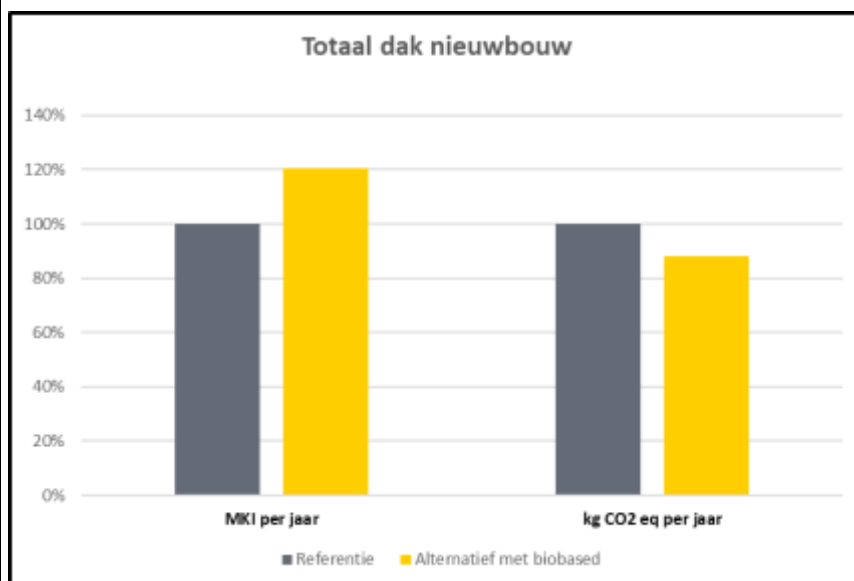
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED



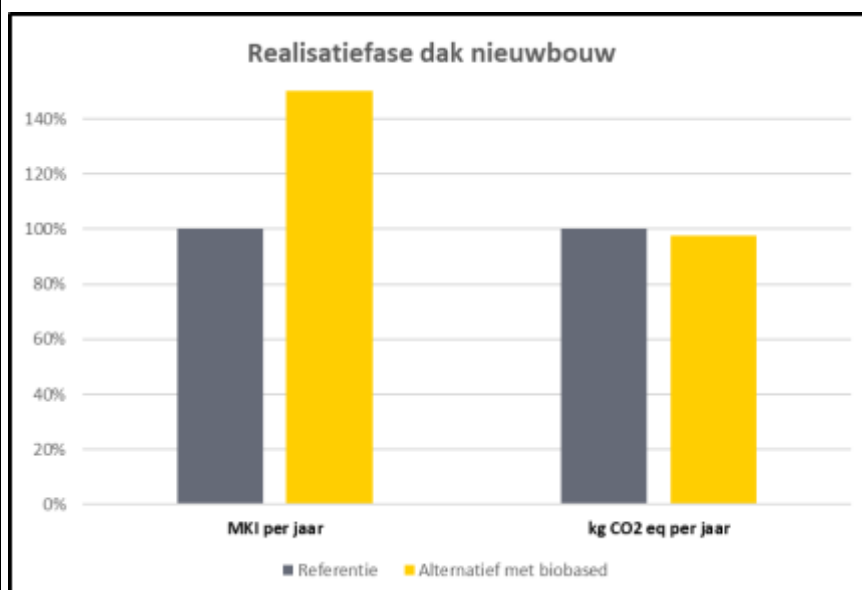
TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

		Totaal per jaar	
		MKI	kg CO2 eq
Referentie		21.179	277.638
Alternatief met biobased		25.498	244.562
Vershil		4.319	-33.076
		20%	-12%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



De best case referentie is o.b.v. MKI een betere keuze dan het alternatief met biobased. Dit komt doordat EPDM membraan een lagere MKI behaalt dan plantaardig membraan.

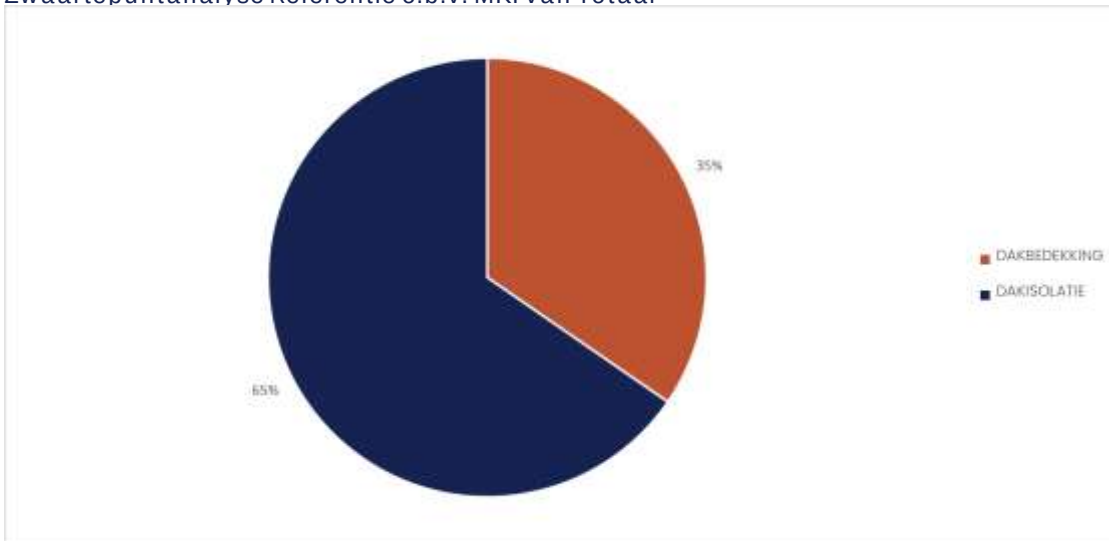


Het verschil tussen de referentie en het biobased alternatief is nog groter in de realisatiefase. Dit komt doordat de houtvezelisolatie een MKI besparing oplevert bij einde levensduur (energieopwekking door verbranding), waar EPS platen juist een milieulast veroorzaken bij de afvalverwerking.

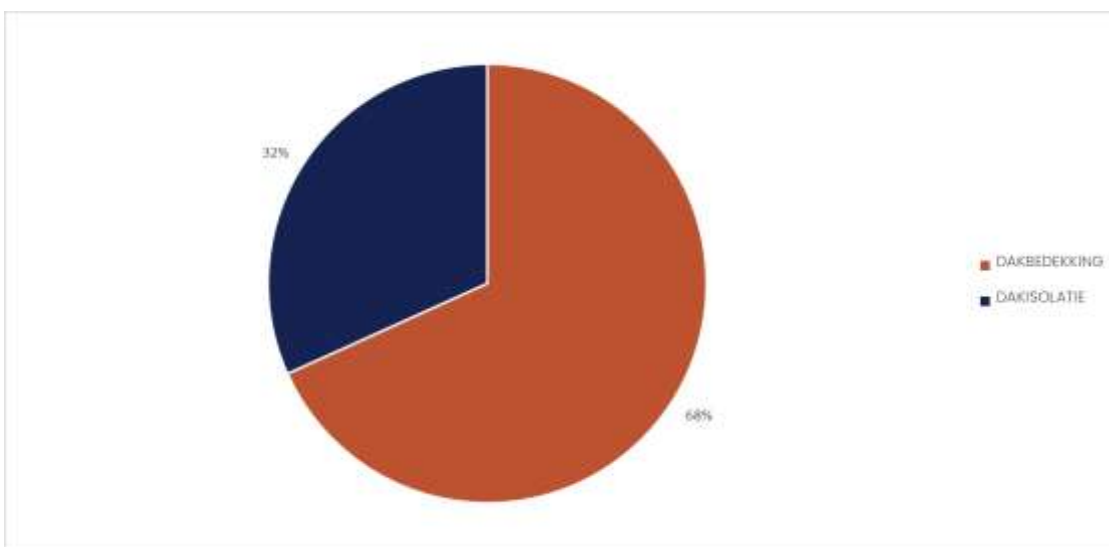
O.b.v. CO₂ is het alternatief met biobased een iets betere keuze dan de referentie. Dit betekent dat de milieulast (MKI) door andere milieueffecten wordt veroorzaakt dan klimaatverandering.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal



Bij het alternatief met biobased veroorzaakt het plantaardig membraan 2/3 van de milieulast. Uit de referentie is af te leiden dat als één van de milieuvriendelijkere niet-biobased dakbedekkingen wordt gekozen, de dakisolatie juist een groter aandeel heeft op de milieulast. Hier is dan nog wat winst te behalen door voor het biobased alternatief houtvezelisolatie te kiezen.

Best guess

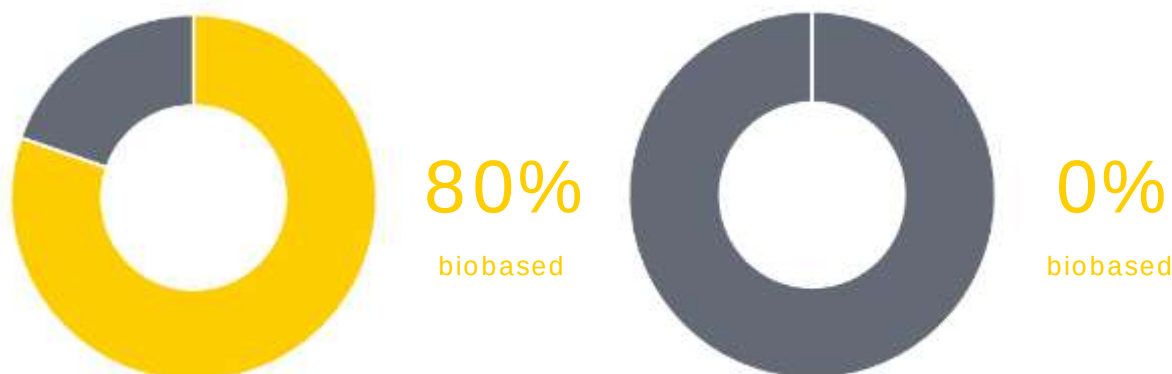
Onderdeel	%	Referentie
Isolatie plat dak	30%	PIR schuim platen (pentaan geblazen)
	25%	Glaswol platen
	20%	EPS platen HR (16,5 kg / m3)
	15%	Steenwol platen
	10%	EPS platen (20 kg / m3)
Dakbedekking plat dak	40%	EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelijmd
	20%	APP gemodificeerd bitumen, koud verlijmd; 7 mm
	20%	Bitumen-SBS; tweelaags (7mm) - mechanisch bevestigd
	10%	PVC-banen (1,5 mm); mechanisch bevestigd
	10%	TPO-banen (1,2 mm); mechanisch bevestigd

Onderdeel	%	Alternatief met biobased
Isolatie plat dak	100%	Drukvaste houtvezelplaat
Dakbedekking plat dak	40%	EPDM-membraan (1,5 mm); mechanisch bevestigd & gelijmd
	20%	APP gemodificeerd bitumen, koud verlijmd; 7 mm
	20%	Bitumen-SBS; tweelaags (7mm) - mechanisch bevestigd
	10%	PVC-banen (1,5 mm); mechanisch bevestigd
	10%	TPO-banen (1,2 mm); mechanisch bevestigd

Er is bewust voor gekozen voor de dakbedekking het alternatief hetzelfde te nemen als voor de referentie, omdat veel niet-biobased dakbedekkingsmaterialen een lagere milieulast veroorzaken. Er zou een grotere verduurzaming worden behaald als bitumen zou worden vervangen door één van deze materialen. Dat is hier niet gedaan omdat de bedoeling van het onderzoek is te achterhalen wat de mogelijke impact is van biobased materiaal.

Wat circulariteit betreft zijn er meerdere interessante ontwikkelingen op het gebied van dakbedekkingendoor middel van retoursystemen t.b.v. recycling. Mogelijk dat in de toekomst betere biobased alternatieven ontwikkeld worden.

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE

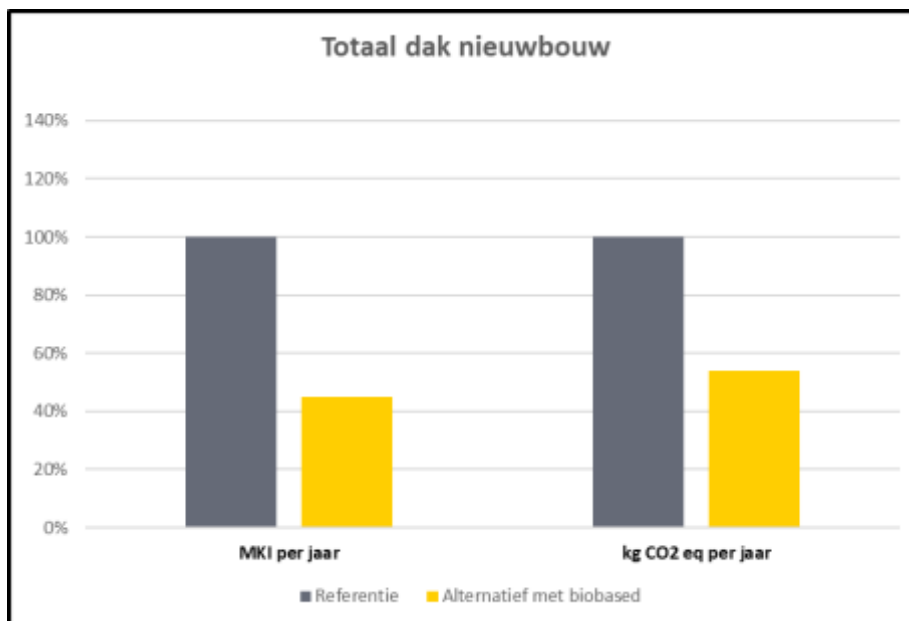


Door het lage gewicht van dakbedekkingsmateriaal t.o.v. de houtvezelplaat is het resulterende % biobased alsnog vrij hoog.

TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	50.016	485.304
Alternatief met biobased	22.547	262.630
Vershil	-27.469	-222.673
	-55%	-46%

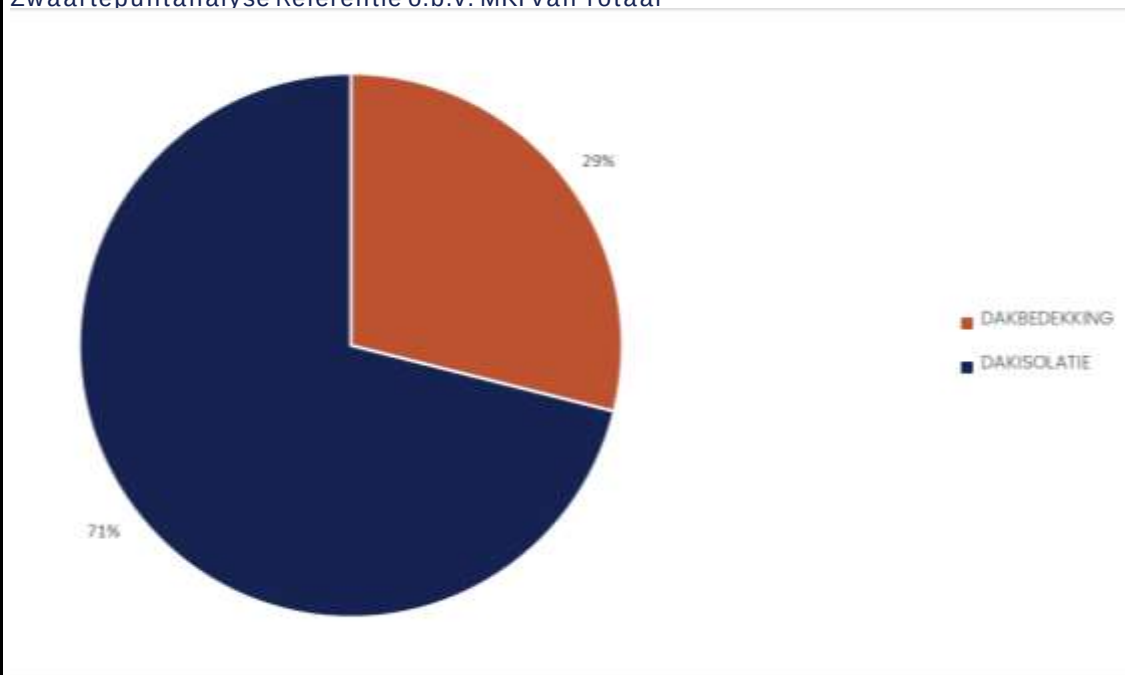
VERBETERING IN MKI EN CO₂



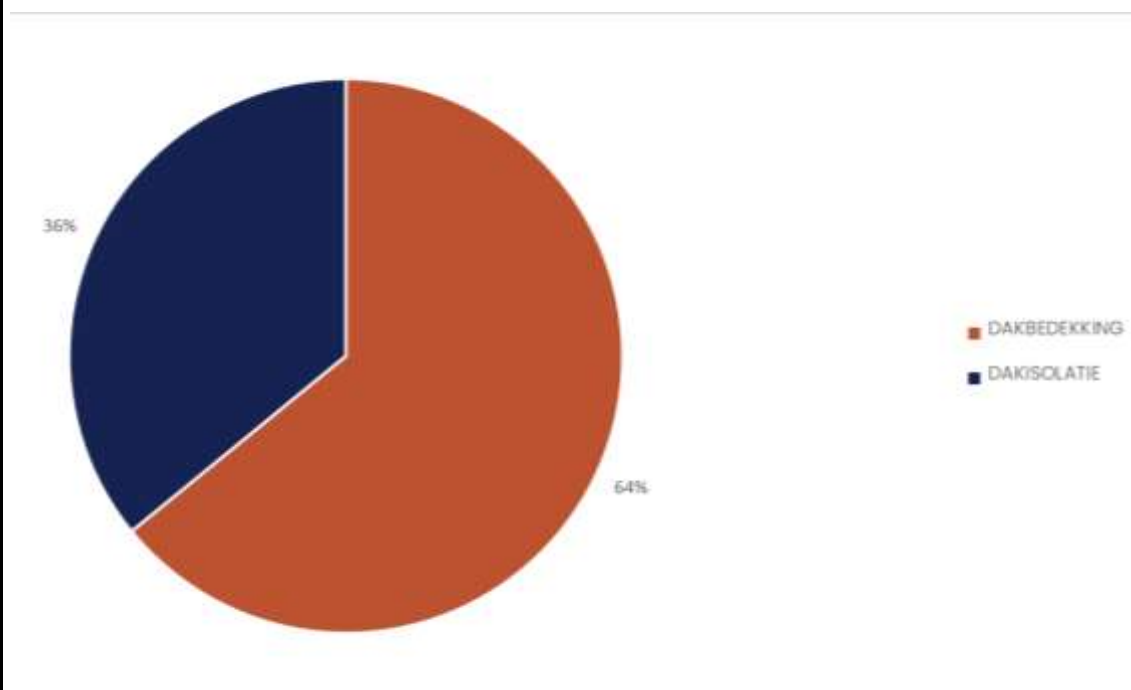
Ondanks dat alleen voor het isolatiemateriaal een biobased alternatief is gekozen, is de totale besparing met ca. 50% alsnog aanzienlijk. Bovenstaand totaal is inclusief de einde levensduurfase. Als alleen de realisatiefase wordt beschouwd, is sprake van een soortgelijk beeld.

ZWAARTEPUNTANALYSE

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI van Totaal



RELATIE TOT MPG - WAARDE

Aandeel MPG referentie

0,023 3%

Aandeel MPG biobased

0,012 1%

In de MPG referentieberekening van kantoorgebouw M is het aandeel van de dakbedekking en -isolatie 3% op een MPG score van 0,91.

Het beeld is vergelijkbaar en geconcludeerd kan worden dat met biobased materiaal dit aandeel aanzienlijk kan worden verlaagd.

7 Draagstructuur

7.1 Scope

Voor de draagstructuur is het het meest lastig een analyse te maken van de gehele rijksvastgoedportefeuille. We hebben er voor gekozen een representatief model van een kantoorpand aan te houden en hiervoor verschillende constructievarianten uit te werken, welke met elkaar zijn vergeleken.

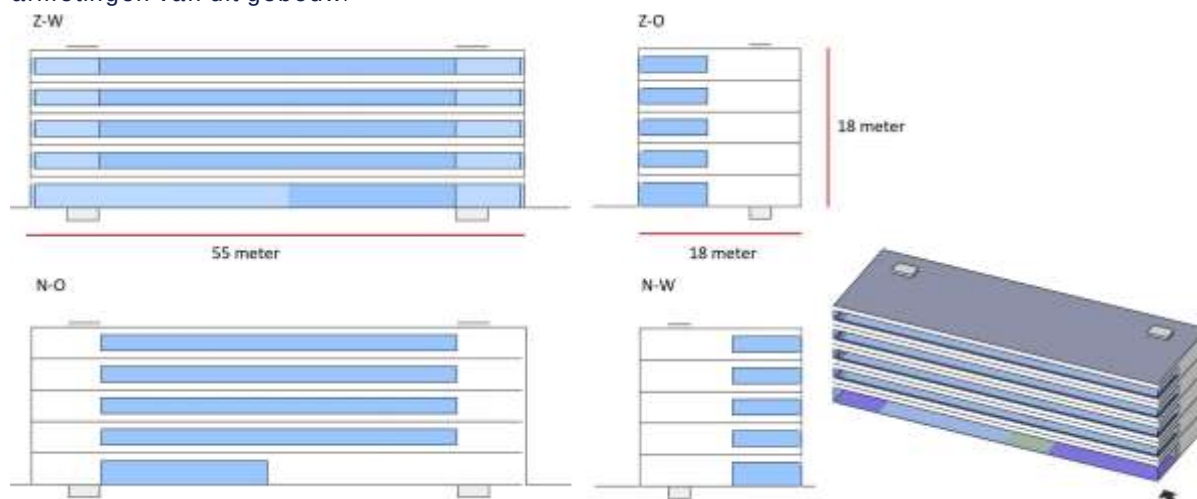
Dit is een zeer grove benadering. Gebouwen met een significant andere constructie-opzet (zoals bijvoorbeeld hoogbouw) zouden tot andere conclusies kunnen leiden. Het gekozen model is geëxtrapoleerd over het totale aantal vierkante meters BVO dat RVB per jaar realiseert, om toch een inschatting te verkrijgen hoe de draagstructuur bijdraagt aan de totale activiteiten van RVB. De werkelijkheid kan hiervan afwijken.

De volgende onderdelen zijn meegenomen voor de draagstructuur:

- Vloerplaten
- Kolommen en liggers
- Stabiliteitskern
- Funderingsbalken
- Funderingspalen

7.2 Materialisering en uitgangspunten

Als basis is de MPG referentieberekening genomen van kantoorgebouw M. Zie hieronder de opzet en afmetingen van dit gebouw.



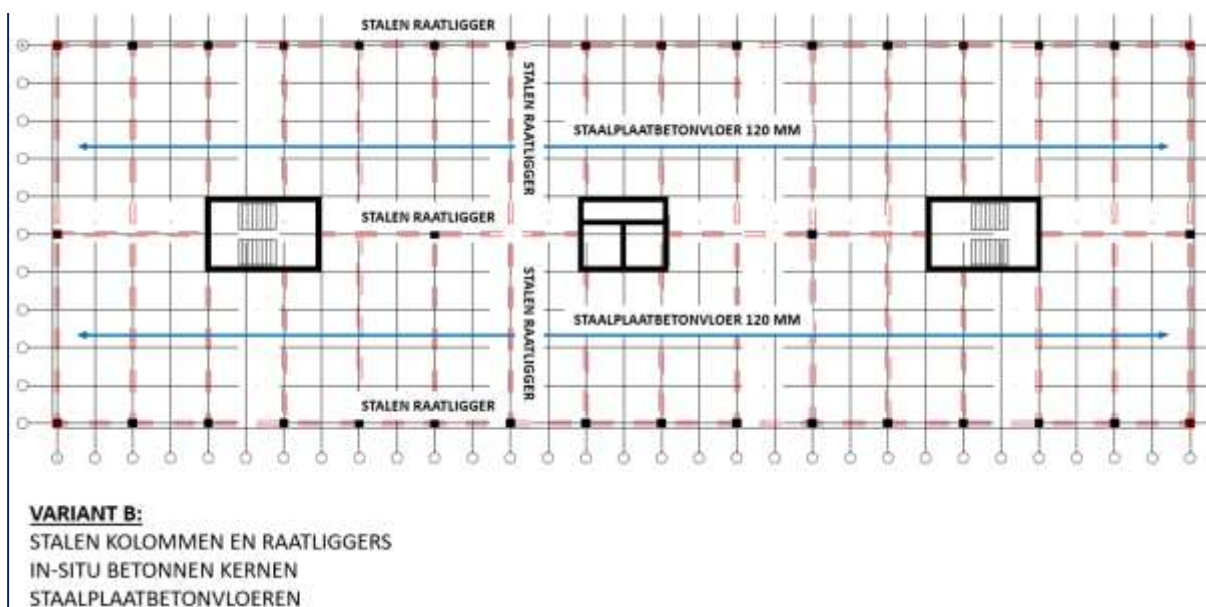
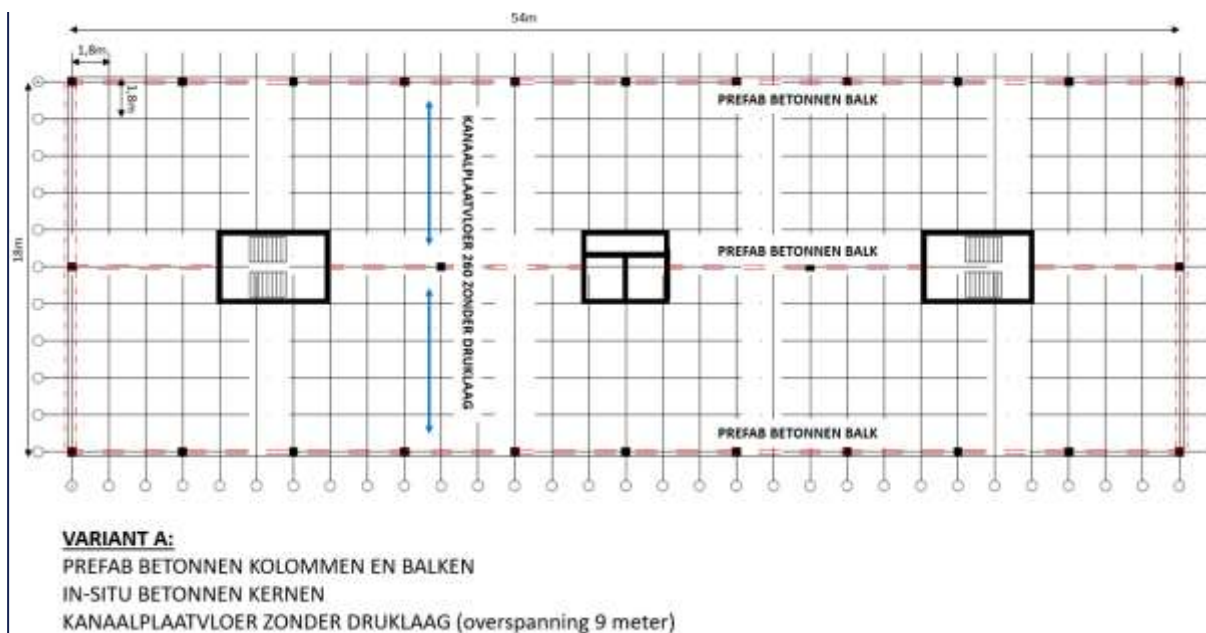
Een constructeur van RVB heeft vier constructievarianten voor dit gebouw uitgewerkt:

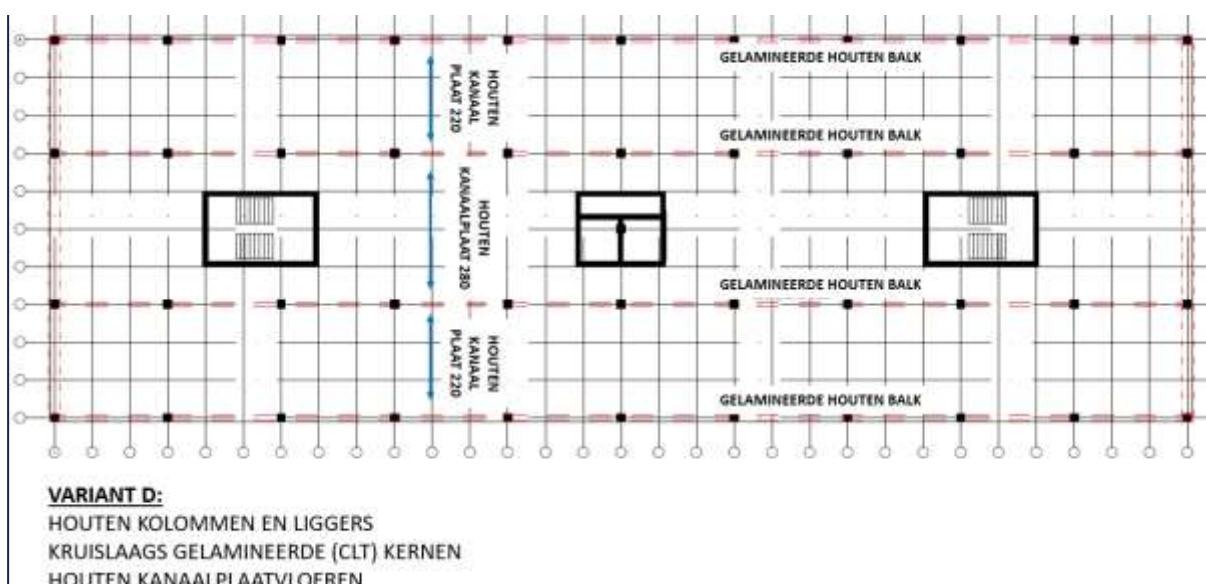
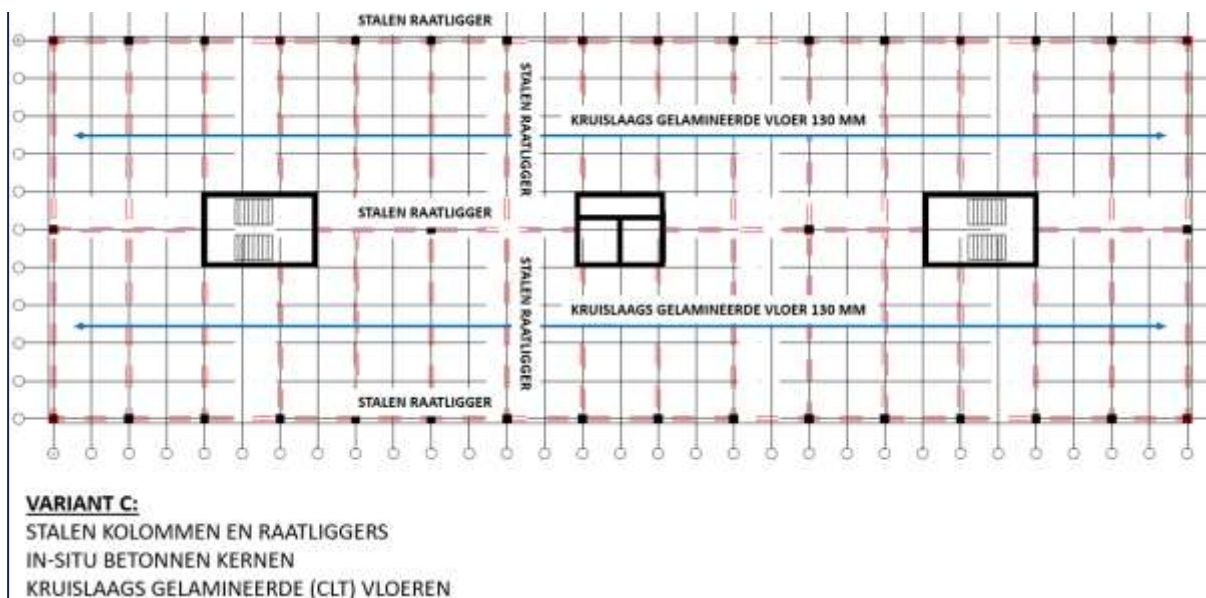
- Variant A: Beton
- Variant B: Staal
- Variant C: Hybride (combinatie staal en hout)
- Variant D: Hout

In alle varianten is uitgegaan van een betonnen kern en fundering. In variant D is de betonnen kern vervangen door een CLT kern.

Op de volgende pagina zijn de uitgangspunten per variant te vinden. De constructeur heeft bewust per variant andere overspanningsrichtingen en -lengtes aangehouden, die logisch zijn voor het materiaal.

Dit is een goede aanpak. Regelmatig wordt geprobeerd de traditionele bouwwijze één-op-één om te zetten naar biobased, maar beter kan ontworpen worden vanuit het materiaal. Dat er in sommige varianten nu meer kolommen staan dan in de andere vinden wij acceptabel voor de vergelijkbaarheid.





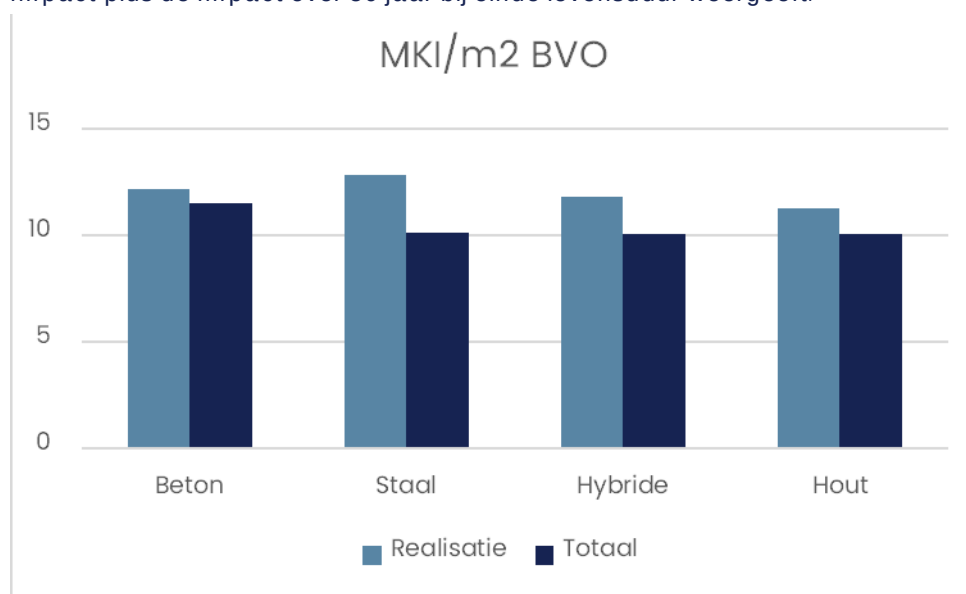
Voor elke variant zijn de hoeveelheden bepaald. De uitdraai van de gewichtsberekening is te vinden in de bijlage 1. Daarnaast staat in bijlage 2 de sheet waarin de hoeveelheden per milieuprofiel zijn bepaald. Op basis hiervan is de analyse uitgevoerd.

Voor elke vloer is een 60 mm dikke zwevende anhydrietdekvloer aangehouden. Bij de betonvloeren is het gebruikelijk een dekvloer toe te passen. In het geval van de kanaalplaatvloer is de dekvloer toegepast in plaats van een druklaag. Voor de CLT vloer is een dekvloer niet nodig, maar is de anhydrietdekvloer toegepast om voldoende geluids- en brandwerendheid te bereiken.

Voor de houten varianten is meegenomen dat het materiaal verkoolt bij brand. Voor de staalconstructie is brandwerende beplating meegenomen voor de stalen kolommen.

7.3 Analyse

Omdat er maar 4 varianten zijn hebben we een analyse gemaakt van alle varianten. In de grafieken en tabellen hieronder zijn de varianten vergeleken op basis van MKI en CO₂-uitstoot. De linker staaf betreft de impact in de realisatiefase, de rechter staaf betreft de impact van de totale levensduur (realisatie, onderhoud en einde levensduur). Bij alle varianten is geen onderhoud nodig. Dit betekent dat de realisatiefase de impact die nu plaatsvindt weergeeft en dat het totaal deze impact plus de impact over 50 jaar bij einde levensduur weergeeft.



In onderstaande tabel is het percentuele verschil ten opzichte van de beton variant berekend.

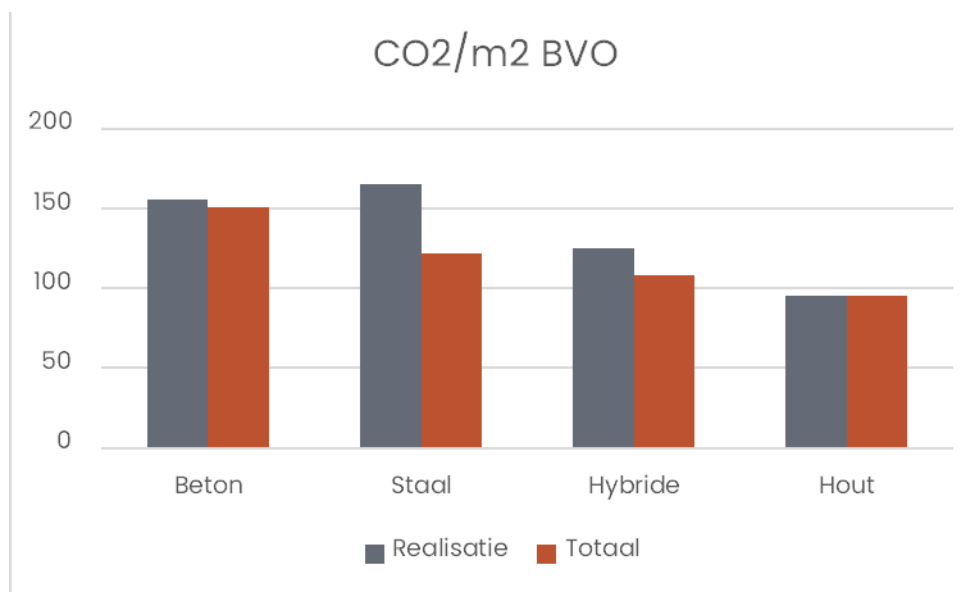
MKI	Beton	Staal	Hybride	Hout
Realisatie	100%	106%	97%	93%
Totaal	100%	88%	87%	87%

Op basis van MKI zijn de verschillen niet heel groot, maar wel significant. De houten variant komt als beste keuze uit de vergelijking.

Alle varianten hebben een lagere score voor het totaal. Dit komt doordat bij einde levensduur besparingen mogen worden meegerekend (module D). Per variant wordt de volgende besparing toegekend:

- Beton: recycling van wapeningsstaal (er vindt ook recycling van beton plaats, maar de besparing die dit oplevert weegt niet op tegen de lasten, zoals het transport)
- Staal: recycling van constructiestaal
- Hybride: recycling van constructiestaal en verbranding van hout (energieopwekking)
- Hout: verbranding van hout (energieopwekking)

Hierbij valt op dat de stalen variant de grootste besparing toegerekend krijgt. Aan de ene kant is het mooi dat met recycling van staal de productie van primair staal wordt voorkomen. In de vergelijking vinden we dit echter een gek beeld opleveren. De totale MKI-waarden tonen hoe de vergelijking zou zijn in een MPG-berekening. Hier komt de stalen variant even goed uit de bus als de houten variant. Ons inziens is de impact in de realisatiefase belangrijker: we kampen nu met urgente duurzaamheidsproblemen als klimaatverandering. Daarbij is het de vraag hoe groot de milieu-impact van staal over 50 jaar is (denk aan verduurzaamde productieprocessen) en of dan nog wel dezelfde besparing wordt gerealiseerd als vandaag de dag het geval is.



CO ₂	Beton	Staal	Hybride	Hout
Realisatie	100%	106%	81%	61%
Totaal	100%	81%	72%	63%

Bij de vergelijking op basis van CO₂-uitstoot zijn de verschillen een stuk groter, maar is het beeld hetzelfde. De houten variant veroorzaakt een significant lagere CO₂-uitstoot dan de andere varianten. NB: het is belangrijk te vermelden dat CO₂-opslag in biomassa hierbij *niet* is meegerekend.

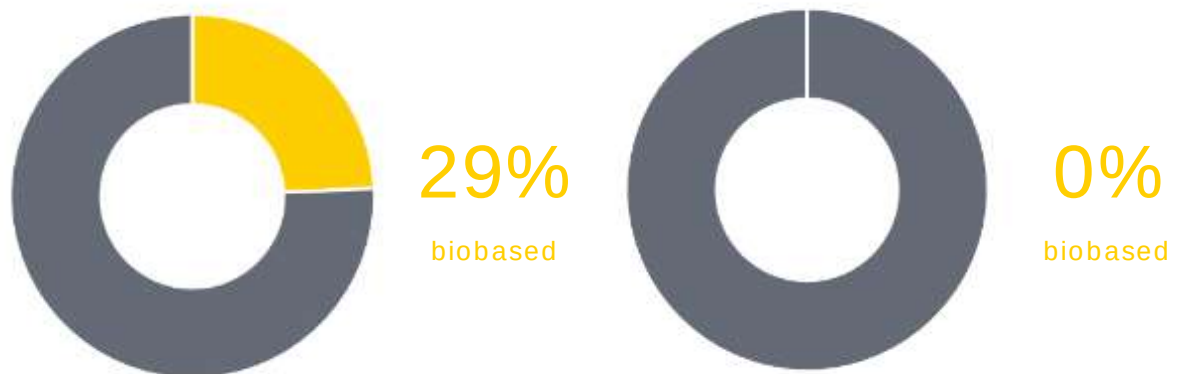
De reden dat de houten variant op basis van MKI een minder grote verbetering oplevert komt door de lijm die wordt toegepast in CLT. Deze veroorzaakt geen grote CO₂-uitstoot, maar veroorzaakt wel andere milieueffecten welke meewegen in de MKI, zoals humane toxiciteit.

Ten behoeve van de analyse van het totale rijksvastgoed voeren we, net als voor de andere categorieën, een 'best guess'-analyse uit.

Best guess

Een beton constructie is de meest gangbare bouwwijze in Nederland. Hier zetten we een volledig houten constructie tegenover. Ofwel we vergelijken variant A met variant D.

AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE



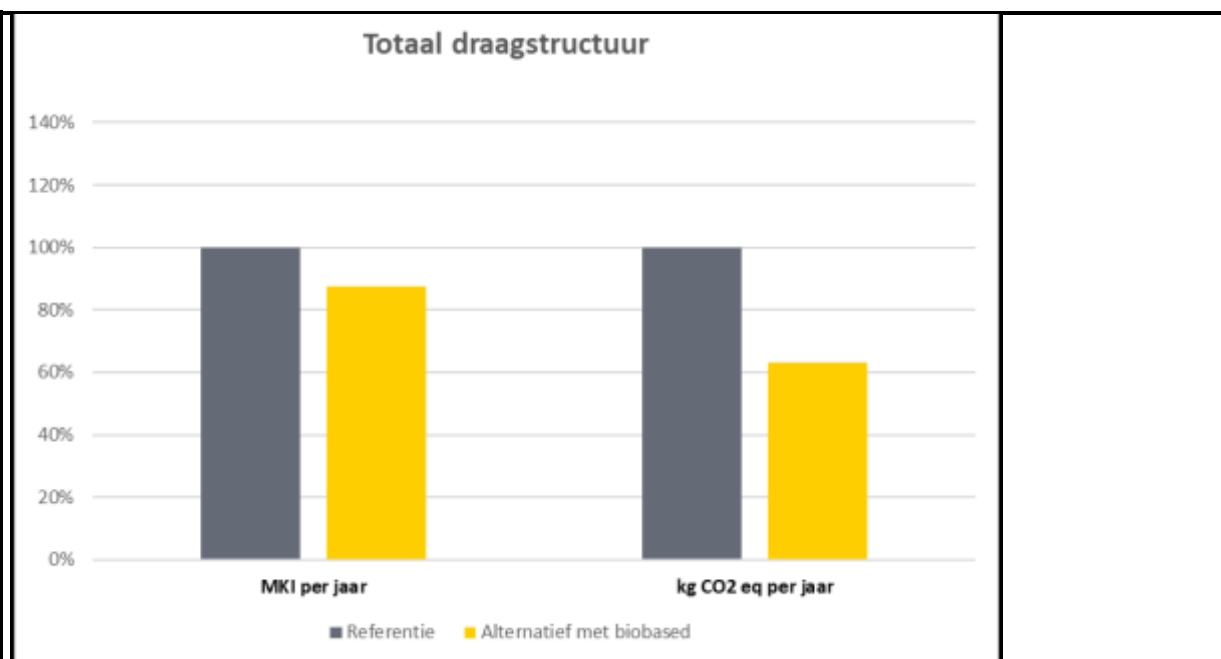
Opvallend genoeg bevat de houten variant maar 29% biobased materiaal. Onderstaande grafiek toont dat dit te verklaren is door het hoge gewicht van de anhydriet dekvloer (en het lage gewicht van hout).



TOTAAL RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	574.392	7.529.888
Alternatief met biobased	502.479	4.759.207
Vershil	-71.913	-2.770.681
	-13%	-37%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



RELATIE TOT MPG - WAARDE

<u>Referentie</u>	
MPG	Aandeel
0,230	26%
<u>Alternatief met biobased</u>	
MPG	Aandeel
0,201	22%

In onderstaande tabel is uiteengezet wat het aandeel in de MPG score is voor de vloeren en de constructie (fundering en dragende wanden of kolommen en liggers) voor de referentie, alternatief met biobased en de MPG referentieberekening kantoorgebouw M

Onderdeel	Referentie	Alternatief met biobased	Kantoorgebouw M
Vloeren	15%	13%	17,5%
Constructie	11%	9%	3,7%

Dat het aandeel van de vloeren in kantoorgebouw M hoger is dan in de referentie (beide kanaalplaatvloeren) kan worden verklaard doordat in kantoorgebouw M zandcement als dekvloer is toegepast. Dit heeft een hogere milieulast dan anhydriet.

Het aandeel van de constructie aan de MPG van het kantoorgebouw M is opvallend laag. Dit lijkt té laag te zijn. In kantoorgebouw M is uitgegaan van een draagstructuur met dragende wanden. Dit zou juist tot een hogere milieulast moeten leiden dan een kolom - en liggerstructuur (NB: waarbij in plaats

van dragende wanden dan extra binnenwanden nodig zijn, maar dit zit niet in deze getallen). Het aandeel van de dragende wanden is echter maar 0,5% (de rest komt van de funderingspalen en -balken).

Kantoorgebouw M heeft afmetingen van 55m lang, 18 m breed en 18 m hoog. Voor de dragende wanden is 300 m² aan prefab beton van 100 mm dik aangenomen. Het oppervlak van één kopgevel betreft 324 m²; dit aantal betreft dus veel te weinig. Daarnaast is 100 mm dikte erg dun voor dragende wanden.

Voor de binnenspouwbladen in de gevel is prefab beton van 150 mm dik toegepast. Echter lijkt dit niet zijn bedoeld als dragende gevel als we naar de afbeeldingen kijken van kantoorgebouw M waarin horizontale stroken ramen te zien zijn die deze gevelwanden onderbreken.

Onze conclusie is dat de constructie in de MPG referentieberekening kantoorgebouw M is onderschat.

8 Stikstofanalyse

8.1 Scope

We hebben de stikstofanalyse gemaakt voor de vier varianten die zijn beschouwd voor de draagstructuur. Hierbij zijn twee onderdelen bekeken:

- Transport naar de bouwplaats
- Activiteiten op de bouwplaats

Het transport naar de bouwplaats is onderdeel van de LCA (A4) en daarmee vrij eenvoudig vast te stellen. De activiteiten op de bouwplaats horen thuis in module A5. Echter is de praktijk dat in LCA's voor gebouwen in deze module vaak alleen afval (een % uitval en verpakkingsmateriaal) wordt meegerekend. Dit is deels ingegeven doordat weinig bekend is over welke processen plaatsvinden en hoe deze mee te rekenen en deels doordat als dit wel werd uitgezocht dit verwaarloosbaar bleek te zijn op het totaal.

In 2016 heeft B. Silvijs voor zijn afstudeeronderzoek⁶ uitgezocht wat de invloed is van de montage van constructiematerialen op de milieubelasting. Hij heeft voor verschillende constructievarianten (beton, staal, hout) bekeken wat de milieu-impact is van de volgende processen: beton storten, hijsbewegingen bouwkraan, bouten bevestigen en beton verdichten trilnaald. Hieruit bleek onder andere dat het gebruik van klein materiaal (bouten bevestigen en gebruik trilnaald) een verwaarloosbaar aandeel heeft in de MKI, namelijk minder dan 2% van de MKI die wordt veroorzaakt door de montage. Zijn casus betrof een schoolgebouw van 2 lagen. We verwachten een soortgelijke uitkomst voor een kantoorgebouw van 5 lagen en daarom hebben we er voor gekozen de volgende activiteiten mee te nemen voor de activiteiten op de bouwplaats:

- Beton storten
- Hijsbewegingen bouwkraan

Het aanbrengen van de funderingspalen is niet meegenomen.

8.2 Uitgangspunten

Transport bouwplaats

Voor het transport naar de bouwplaats wordt in een LCA gerekend met forfaitaire waarden, gezien de locatie van de bouwplaats doorgaans nog niet bekend is. Voor bijna alle materialen wordt gerekend met 150 km. Voor in het werk gestort beton wordt gerekend met 50 km; er zijn veel betoncentrales in Nederland en gezien de uithardtijd, wordt meestal gekozen voor een dichtbijgelegen centrale.

Als milieuprofiel voor de vrachtwagen wordt normaal een verzamelprofiel gebruikt waarin tientallen milieuprofielen van vrachtwagens zijn opgenomen. Voor de stikstofanalyse kiezen we voor een specifiek milieuprofiel van de volgende vrachtwagen: "Transport, freight, lorry > 32 metric ton, EURO5 {RER}".

EURO5 is een veel voorkomende vrachtwagen, voor constructiemateriaal is een laadvermogen van meer dan 32 ton een logische aanname en de afkorting RER betekent dat het profiel representatief is voor Europa.

⁶ Van Cradle-to-gate naar Cradle-to-site, Bart Silvijs i.s.m. IMd BV; januari 2016

Het profiel wordt uitgedrukt in tkm (vermenigvuldiging van het getransporteerde gewicht met de transportafstand). Voor de analyse is het dus een kwestie van de gewichten van de constructievarianten te vermenigvuldigen met de forfaitaire transportafstanden, zie tabel Y voor het resultaat.

Constructievariant	tkm
A	24.977
B	18.416
C	16.384
D	13.390

1 tkm van deze vrachtwagen veroorzaakt tijdens de rit de volgende stikstofuitstoten naar de lucht:

Emissie	Hoeveelheid per 1 tkm
NH3	1,88E-07 kg
N2O	3,52E-06 kg
NOx	1,64E-04 kg
NO3	1,04E-07 kg

Activiteiten bouwplaats

Beton verdichten

In zijn afstudeeronderzoek heeft B. Silvius bij een betonpompbedrijf opgevraagd wat het energieverbruik is van betonpompen bij het storten (op basis van dieselverbruik). Als indicatie gaf dit bedrijf 7 tot 36 MJ per m³ beton op.

In de GWW-sector is het gebruikelijker dat de processen op de bouwplaats worden meegenomen in LCA's. Ten behoeve hiervan heeft SBK (beheerder van de NMD) in het verleden ook milieuprofielen opgesteld voor het energieverbruik van betonpompen. Hieruit volgen waarden van rond de 60 à 70 MJ per m³ beton. Echter stammen deze gegevens uit 1995.

Desalniettemin hebben we er voor de zekerheid voor gekozen om te rekenen met de hogere waarde van het betonpompbedrijf, namelijk 36 MJ per m³ beton.

Voor elke constructievariant is bepaald hoeveel m³ in het werk gestort beton wordt toegepast en is deze hoeveelheid vermenigvuldigd met 36 MJ/m³.

Hijsbewegingen bouwkraan

De volgende uitgangspunten zijn overgenomen uit het afstudeeronderzoek van B. Silvius. Het soort kraan hangt af van de benodigde giek lengte en het gewicht van de elementen. Zodoende is er per variant uitgegaan van een verschillend hijsvermogen.

- Variant prefab beton: Torenkraan Potain MD 365 (hijsvermogen 94 kW)
- Variant staal (en hybride): Torenkraan Potain MD 285 (hijsvermogen 69 kW)
- Variant hout: Torenkraan Potain MD 215 (hijsvermogen 47 kW)

B. Silvius heeft 5 medewerkers van IMd BV geïnterviewd om een inschatting te krijgen hoe lang een hijskraan bezig is om verschillende onderdelen te hijsen. Daaruit zijn gemiddelde waarden gekomen die wij hebben gehanteerd voor onze analyse. Voor elke constructievariant is bepaald hoeveel stuks van de toegepaste elementen nodig zijn.

Het benodigde energieverbruik is te berekenen door het kraanvermogen te vermenigvuldigen met de hijstijd maal het aantal stuks. Om tot een realistisch getal te komen is dit vervolgens vermenigvuldigd met een belastingsfactor van 50% (% van het piekvermogen dat werkelijk gebruikt

is) en een effectiviteit van 60% (effectieve werktijd van de machine). Deze twee getallen zijn overgenomen van B. Silvius, die deze uit een referentieonderzoek heeft gehaald.

Energieverbruik

Op basis van voorgaande hebben we per constructievariant het energieverbruik bepaald, zie de tabel hieronder.

Variant	Element	Hijstijd [min]	Hoeveelheid	Energieverbruik [MJ]
A	Kanaalplaatvloer	11	450 stuks	8.375
A	Prefab beton ligger	13	70 stuks	1.540
A	Prefab beton kolom	16	130 stuks	3.519
B	Geprofileerde staalplaat	12	125 stuks*	1.863
B+C	Stalen ligger	18	90 stuks	2.012
B+C	Stalen kolom	14	180 stuks	3.130
C	Houten CLT vloer	11	200 stuks **	2.732
D	Houten kanaalplaatvloer	11	810 stuks	7.538
D	Houten ligger	18	230 stuks	3.502
D	Houten kolom	14	220 stuks	2.606

*Aanname dat er 3 staalplaten tegelijk omhoog worden gehesen

**Uitgegaan van vloerplaten van 2,4m breed, waar de andere platen 1 à 1,2m breed zijn

Variant	Hoeveelheid in situ beton [m³]	Energieverbruik [MJ]
A	335	12.060
B	739	26.595
C	304	10.950
D	118	4.260

Variant	Energieverbruik [MJ]
A	25.494
B	33.600
C	18.824
D	17.906

Om te bepalen hoeveel stikstofuitstoot vrijkomt bij deze activiteiten is gebruik gemaakt van het milieuprofiel 'Diesel, burned in building machine {GLO}' uitgedrukt in MJ. De afkorting GLO staat voor 'global'.

Voor betonpompen lijkt het gebruikelijk te zijn dat zij op diesel draaien. Daarnaast komt het voor dat een bouwplaats haar energie put uit een dieselgenerator. Een bouwplaats kan haar energie ook van het elektriciteitsnet halen, waarop een hijskraan dan ook op wordt aangesloten. In dat geval vindt de stikstofuitstoot ten gevolge van het energieverbruik *niet* meer op de bouwplaats plaats. Daarom hebben we er voor gekozen alleen de situatie op basis van diesilverbruik te beschouwen.

1 MJ diesel, burned in building machine veroorzaakt de volgende stikstofemissies naar de lucht:

Emissie	Hoeveelheid per 1 MJ
NH3	4,67E-07 kg
N2O	2,80E-06 kg
NOx	1,03E-03 kg
NO3	0 kg

8.3 Analyse

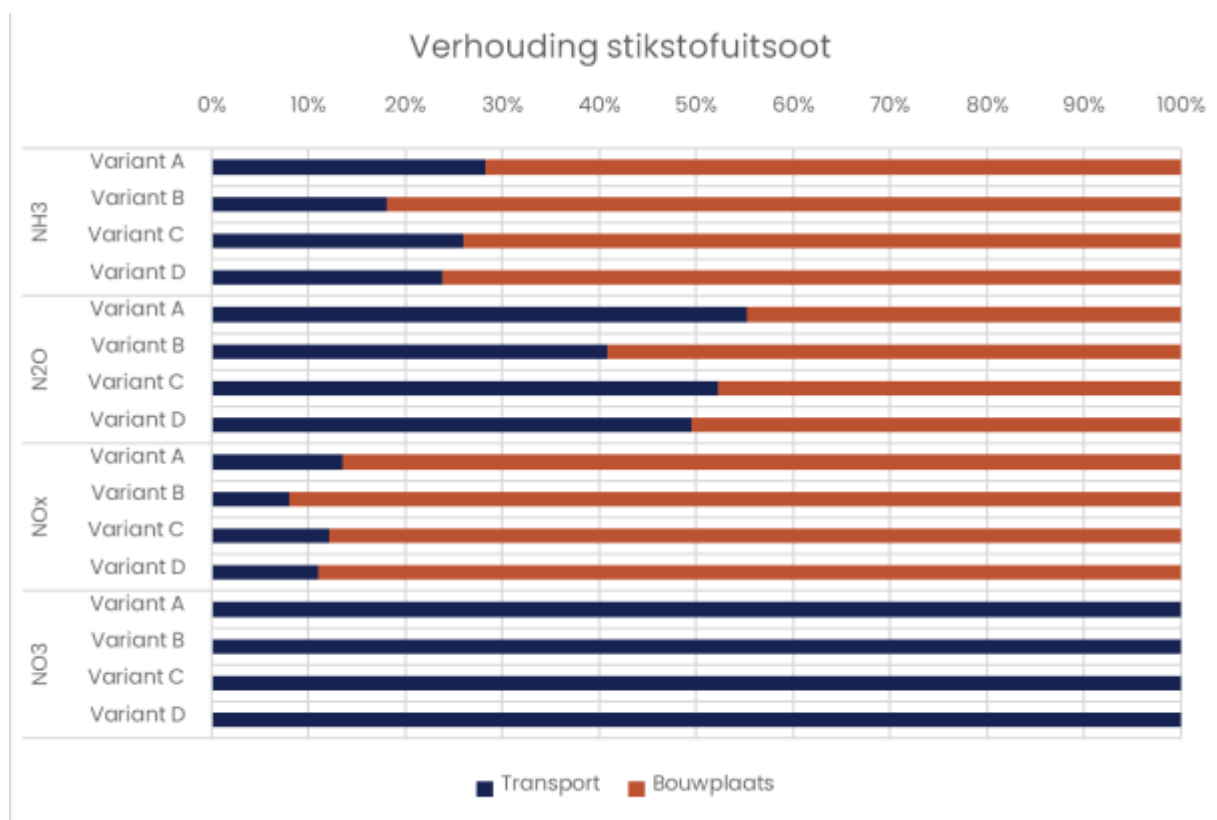
Onderstaande tabel toont de stikstofuitstoot van elke variant ten behoeve van transport naar en de eerder genoemde activiteiten op de bouwplaats

	Variant A		Variant B		Variant C		Variant D	
	kg		kg	%	kg	%	kg	%
NH3	0,017		0,019	115%	0,012	72%	0,011	66%
N2O	0,159		0,159	100%	0,110	69%	0,099	62%
NOx	30,350		37,624	124%	22,072	73%	20,724	68%
NO3	0,003		0,002	74%	0,002	66%	0,001	56%

De houten variant veroorzaakt de minste stikstofuitstoot, grofweg 40% minder dan de betonnen variant. Overkoepelend kan gesteld worden dat het gewicht van de materialen een belangrijke bijdrage levert aan de stikstofuitstoot. Hoe groter het gewicht, hoe groter het benodigde aantal tkm en hoe hoger het benodigde vermogen van de hijskraan.

In onderstaande grafiek wordt per variant en per type stikstofuitstoot weergegeven of dit wordt veroorzaakt door het transport of door bouwplaatsactiviteiten.

Voor variant B wordt meer stikstofuitstoot door de bouwplaats veroorzaakt dan bij de rest. Dit kan verklaard worden doordat deze variant de grootste hoeveelheid in het werk gestort beton bevat (in de vloeren). Variant D heeft ook een wat groter aandeel stikstofuitstoot op de bouwplaats. Dit kan verklaard worden doordat bij de houten variant een stuk meer hijsbewegingen nodig zijn, omdat dit ontwerp uit meer elementen bestaat dan de andere varianten. Echter dankzij het lagere vermogen van de hijskraan, resulteert dit niet in een hogere stikstofuitstoot, absoluut gezien.



9 Rijksvastgoedportefeuille

In dit hoofdstuk wordt de analyse voor de rijksvastgoedportefeuille gemaakt.

In de voorgaande hoofdstukken zijn de scope en uitgangspunten uiteengezet. De volgende impactcategorieën zijn beschouwd:

- Inbouw (vloerafwerking, plafonds en binnenwanden)
- Schil (gevel en dak)
- Draagstructuur (draagconstructie en vloeren)

Voor de eerste twee categorieën is zowel nieuwbouw als renovatie meegenomen. Draagstructuur is alleen voor nieuwbouw beschouwd.

Voor renovatie is niet de gehele rijksvoorraad beschouwd, maar een deel hiervan. Voor de schil is Defensie uitgesloten. Voor inbouw is Defensie wel meegenomen en zijn juist de “minder relevante” gebouwen als penitentiare inrichtingen, paleizen en musea uitgesloten.

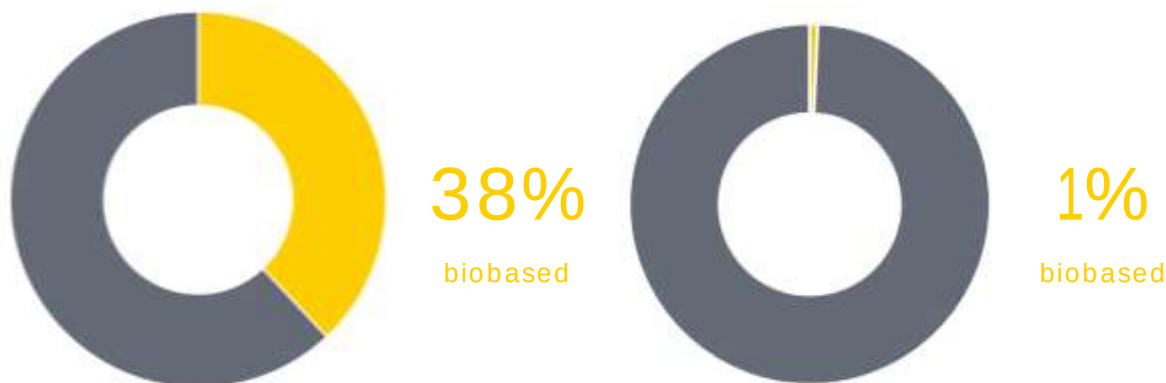
De analyse omvat dus niet letterlijk de gehele vastgoedportefeuille van het rijk. Onder meer omdat categorieën als installaties, trappen en leidingwerk niet zijn beschouwd.

Op basis van schattingen van vervangingstermijnen en hoeveel m² van elke categorie per m² BVO aanwezig is, is bepaald hoeveel elk jaar vervangen wordt.

In de voorgaande hoofdstukken is voor elke categorie een ‘best guess’-scenario geformuleerd waarin een referentie met een alternatief met biobased materialen werd vergeleken. Op basis van deze ‘best guess’-scenario’s hebben we de totale analyse uitgevoerd.

Analyse rijksvastgoedportefeuille o.b.v. best guess scenario's

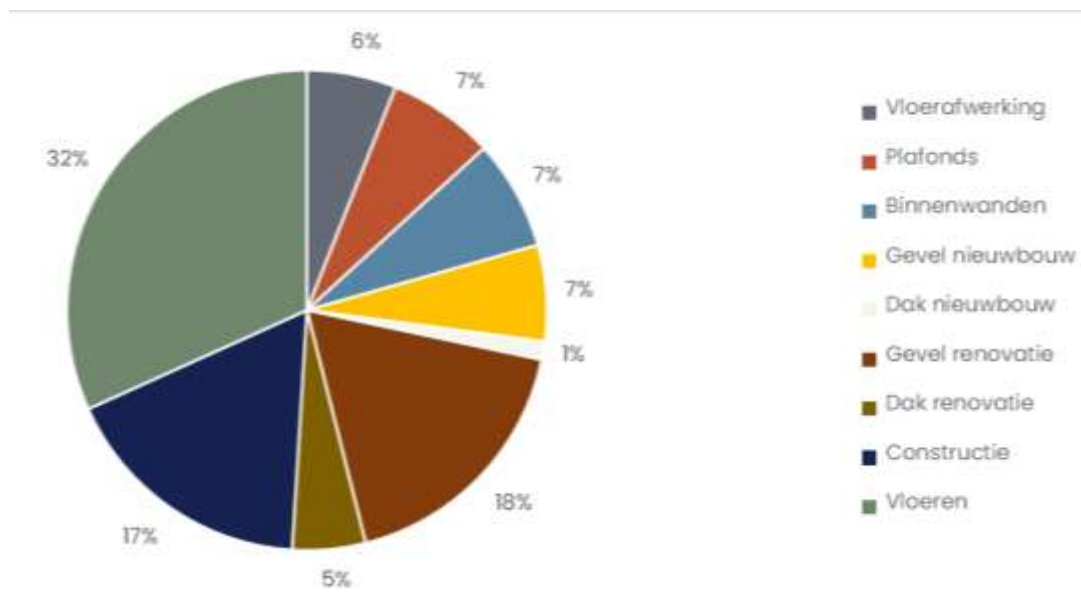
AANDEEL BIOBASED VAN ALTERNATIEF MET BIOBASED vs AANDEEL BIOBASED VAN REFERENTIE



Met de gekozen 'best guess'-scenario's voor de alternatieven met biobased wordt voor de totale portefeuille slechts 38% biobased bereikt, ofwel een stijging van 37%.

Dit is te verklaren door te kijken naar de zwaartepuntanalyse van de rijksvastgoedportefeuille o.b.v. gewicht; het percentage biobased is bepaald door hoeveel kg materiaal biobased is.

Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. gewicht

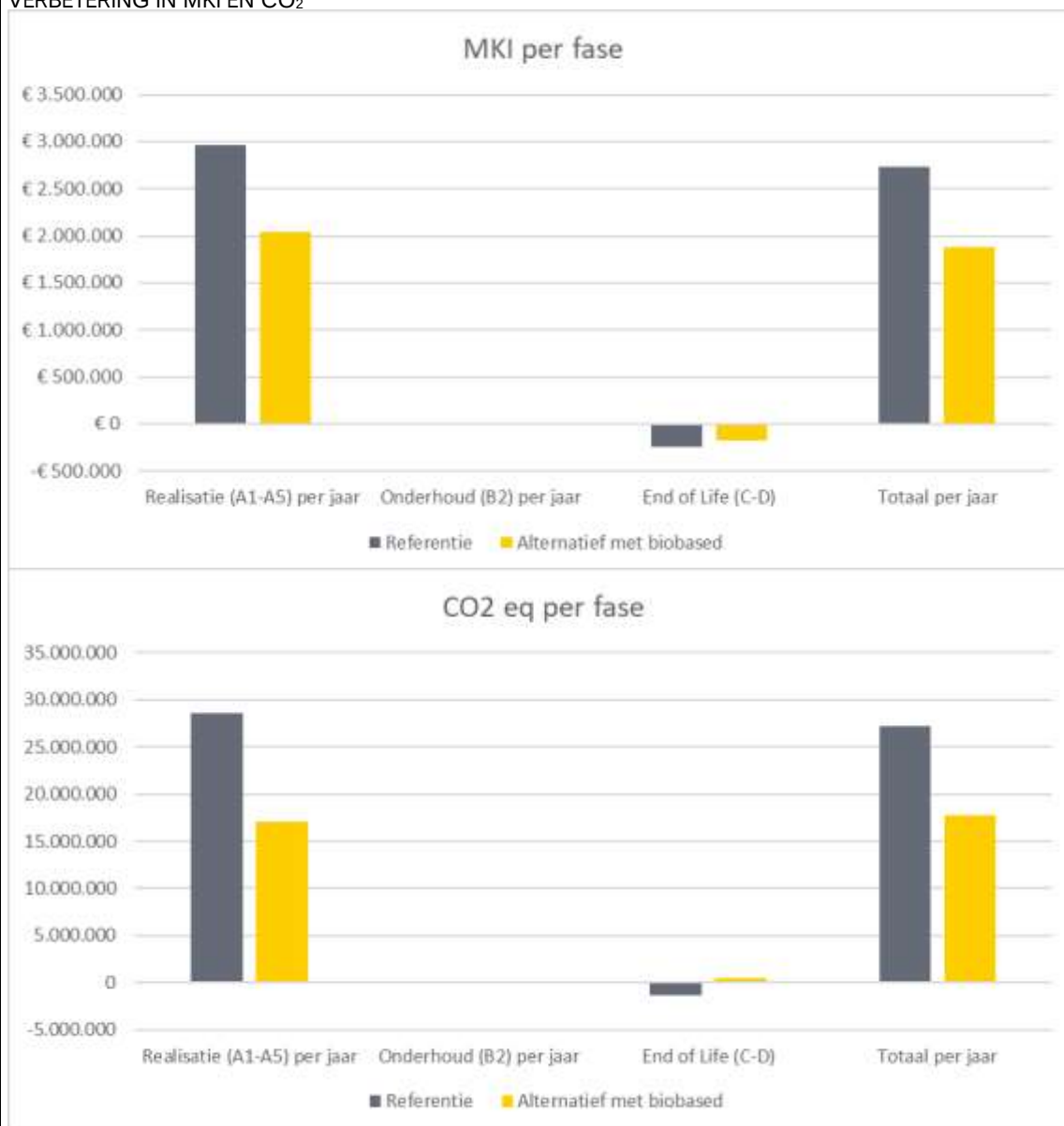


De draagstructuur en renovatie van gevels hebben het grootste aandeel op het totaal. Het scenario van de draagstructuur heeft maar 29% biobased, door het grote aandeel van de dekvloer op het totale gewicht en bij de gevel renovatie heeft de beglazing een groot aandeel en is aangenomen dat een groot deel van de gevelafwerking niet kan worden vervangen door biobased materiaal

TOTALE RESULTAAT PER JAAR

	Totaal per jaar	
	MKI	kg CO2 eq
Referentie	2.733.596	27.256.401
Alternatief met biobased	1.876.970	17.713.697
Vershil	-856.626	-9.542.704
	-31%	-35%

VERBETERING IN MKI EN CO₂



Zowel voor MKI als CO₂-uitstoot wordt een besparing van rond de 33% behaald. Deze besparing treedt volledig op in de realisatiefase. Dit is fijn, omdat daarmee direct verduurzaming wordt gerealiseerd (en niet pas over 50 jaar of later).

	Δ %bb	%gewicht in alternatief	Δ %MKI categorie	% op totale Δ	Δ %CO ₂ categorie	% op totale Δ
Vloerafwerking	62%	6%	-38%	-23%	-44%	-27%
Plafonds	82%	7%	-36%	-6%	-4%	-1%
Binnenwanden	52%	7%	-50%	-26%	-47%	-17%
Gevel nieuwbouw	27%	6%	-34%	-7%	-36%	-6%
Dak nieuwbouw	80%	1%	-55%	-3%	-46%	-2%
Gevel renovatie	12%	18%	-19%	-14%	-16%	-9%
Dak renovatie	80%	5%	-55%	-13%	-46%	-9%
Constructie	36%	17%	-17%	-5%	-42%	-16%
Vloeren	24%	32%	-9%	-4%	-32%	-13%

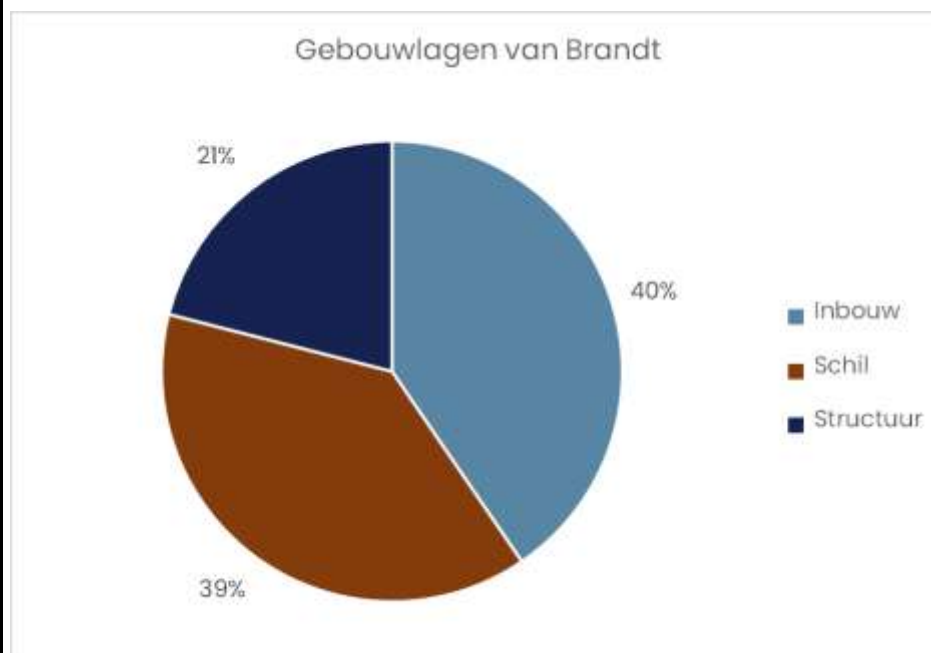
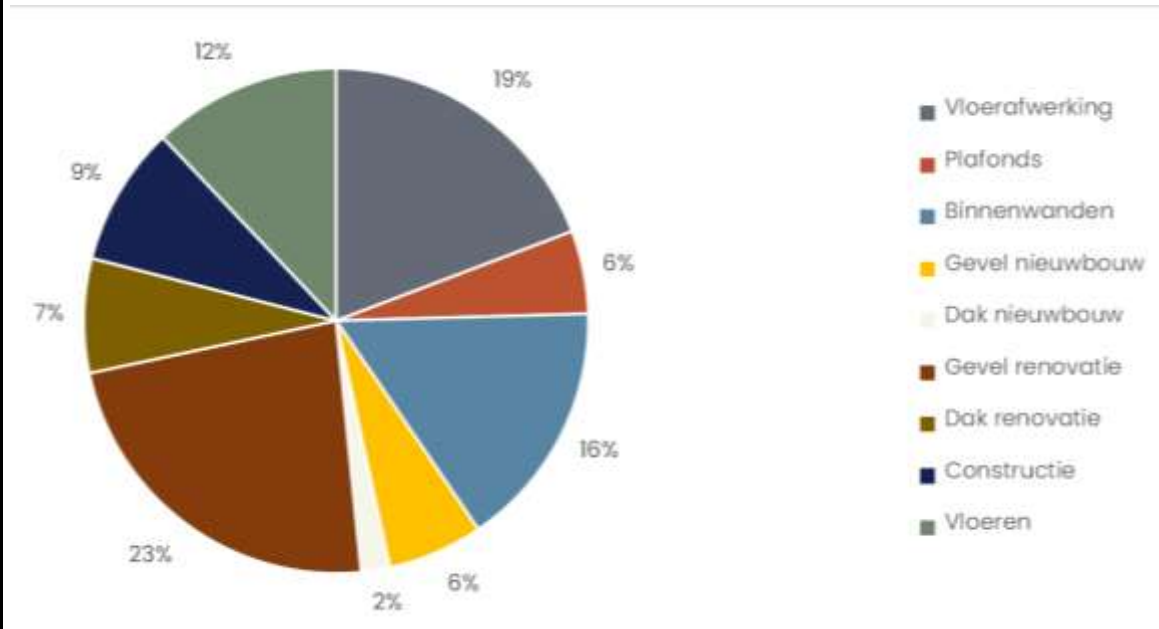
In de tabel is uiteengezet wat de toename van biobased materiaal is binnen de categorie, wat het aandeel van de categorie is op het totale gewicht, wat de besparing op MKI en CO₂ is binnen de categorie en wat het aandeel van deze besparing is t.o.v. de totale besparing.

Eén van de opvallendste conclusies uit bovenstaande tabel is dat vloerafwerking en binnenwanden gezamenlijk voor een besparing van 49% op de totale MKI zorgen (% op totale Δ) , terwijl ze maar 13% van het gewicht uitmaken. Sterker nog, in het referentiescenario hebben de vloerafwerking en binnenwanden gezamenlijk 1% biobased materiaal ten op zichte van de totale portefeuille en in het alternatief met biobased is dit 9% (de biobased content binnen de groep is hoger, maar gedeeld door het gewicht aan materialen van alle groepen, geeft de verschuiving op het totaal weer).

Ofwel: met 8% meer biobased materiaal wordt bijna de helft van de totale verduurzaming gerealiseerd. De andere helft van de verduurzaming wordt bereikt met 29% meer biobased materiaal (de berekende verduurzaming wordt bereikt met 37% meer biobased materiaal).

ZWAARTEPUNTANALYSE

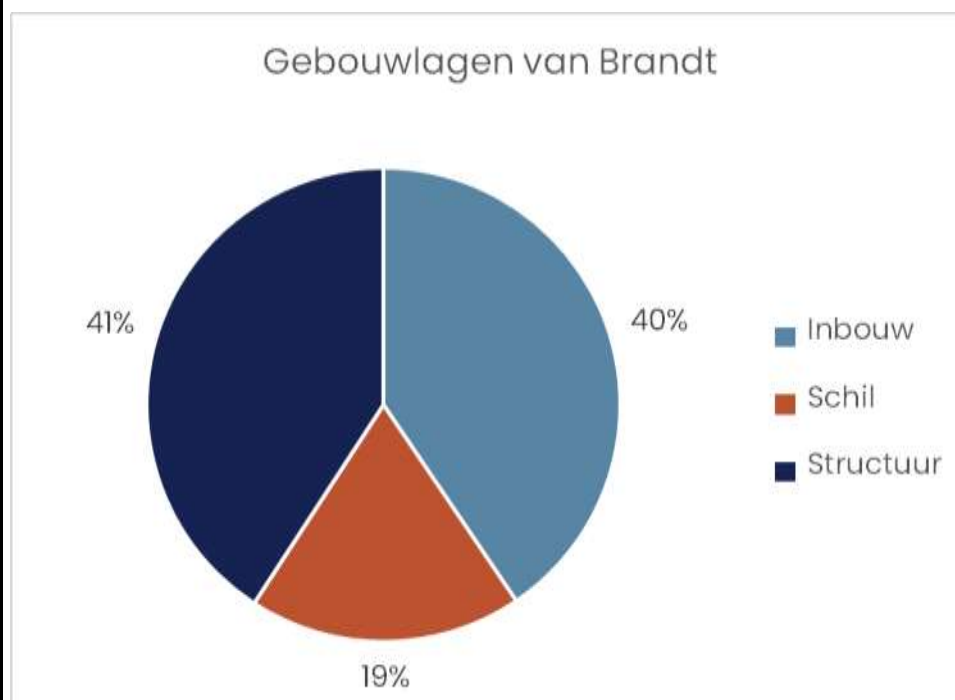
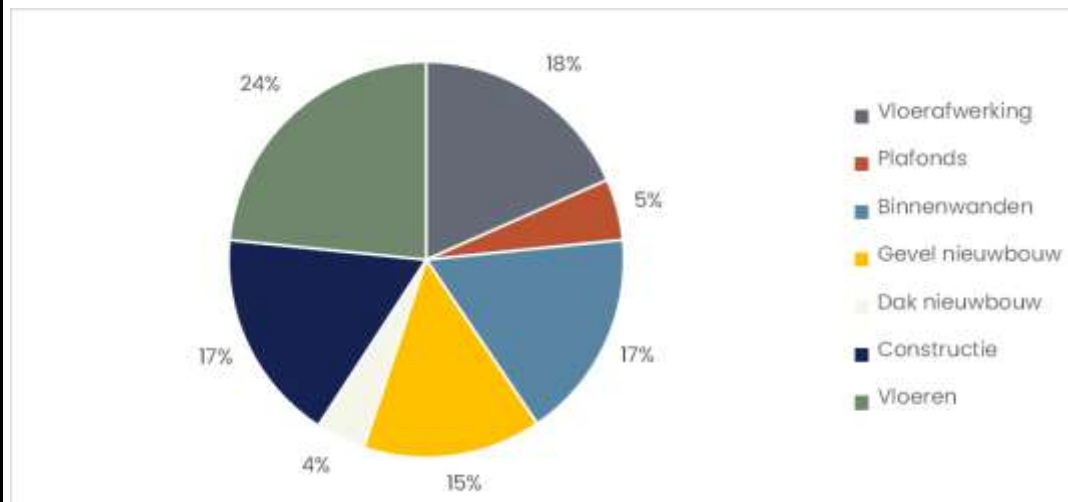
Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Een opvallend groot deel van de MKI is te wijten aan inbouw en de schil. Dit komt door de omvang van de renovatie-activiteiten in deze categorieën.

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal – alleen nieuwbouw

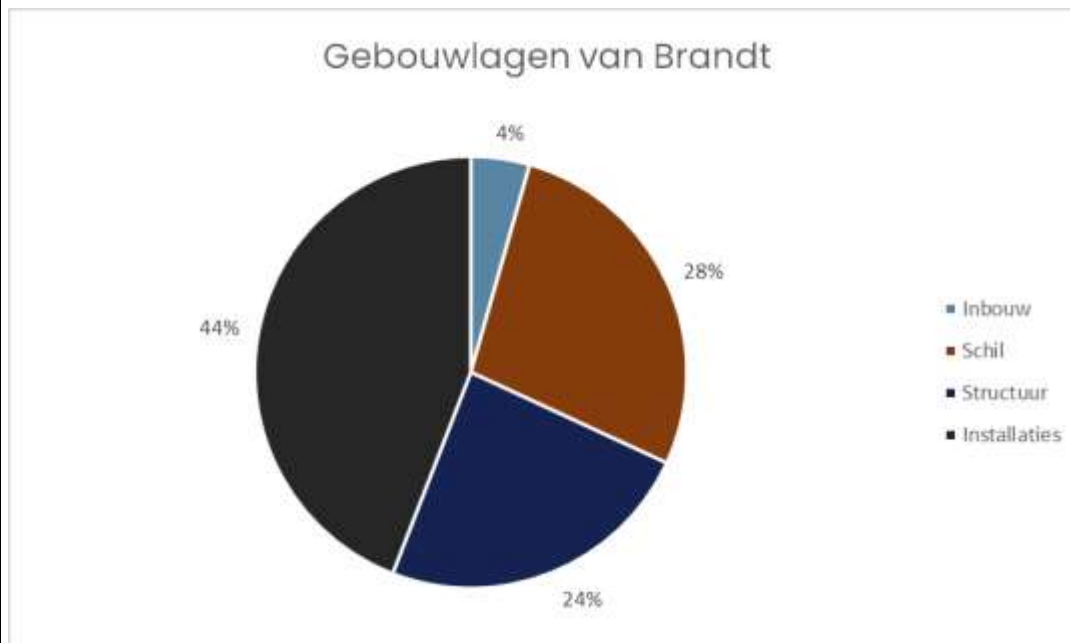
Als de zwaartepuntanalyse alleen voor het nieuwbouw rekenmodel zou worden uitgevoerd, zou dit de verdeling zijn:



Ofwel, als alleen nieuwbouw wordt beschouwd dan heeft de structuur een stuk groter aandeel op het totaal.

RELATIE TOT MPG

Ter vergelijking is dit de zwaartepuntanalyse van kantoorgebouw M:



De installaties maken een groot onderdeel uit van een nieuwbouwproject (NB: de helft van deze milieulast wordt veroorzaakt door zonnepanelen). We hebben eerder geconstateerd dat de draagstructuur in deze berekening is onderschat, dat vloerafwerking niet is meegenomen en dat de binnenwanden een lager aandeel hebben in het totaal dan in dit onderzoek (de reden hiervan is onbekend).

Installaties maken een groot deel uit van de milieulast van nieuwbouw. Hoe groot hun aandeel is op renovaties is onbekend, maar dit zal ook groot zijn, gezien installaties een vervangstermijn hebben die korter is dan de gebouwlevensduur en we bestaande gebouwen willen verduurzamen. Bij NIBE zijn geen duurzame, circulaire en/of biobased installaties bekend, op het hergebruiken van zonnepanelen na. Gezien het grote aandeel van installaties aan het totaal komen we er echter niet onderuit om hier werk van te maken om de circulaire en klimaatdoelstellingen te halen.

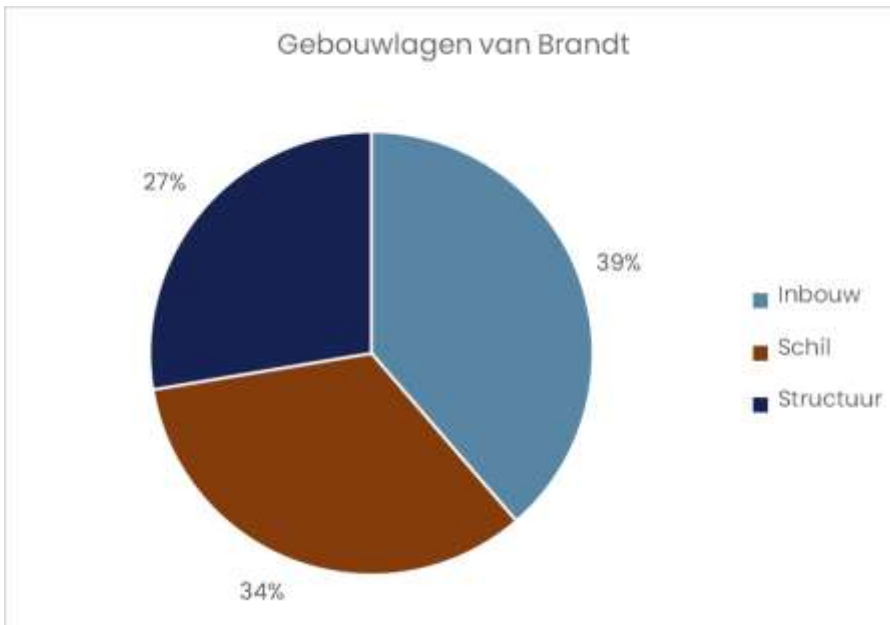
Daarnaast is het interessant dat vloerafwerking een aandeel van 18% heeft op het onderzochte totaal, terwijl dit niet wordt meegenomen in MPG berekeningen. Dit is dus wel degelijk een relevante impactcategorie om op te sturen.

Hierbij is het belangrijk om te vermelden dat er is gerekend met de door RVB opgegeven vervangstermijn van 15 jaar en niet met de technische levensduur van de producten (die in de meeste gevallen langer is).

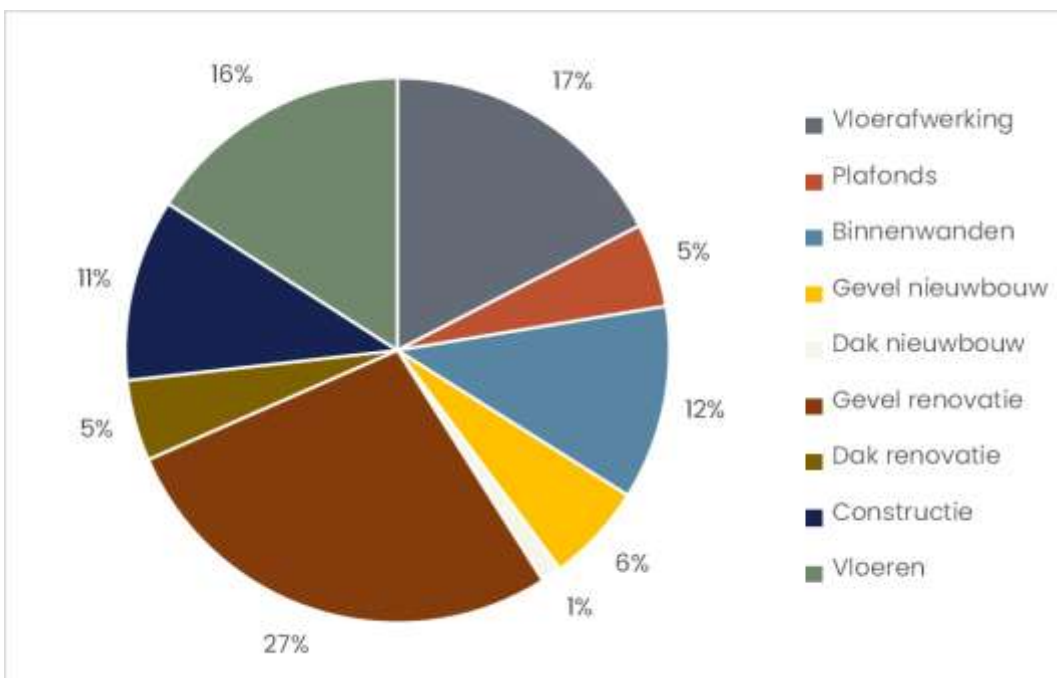
OVERIGE ZWAARTEPUNTANALYSES

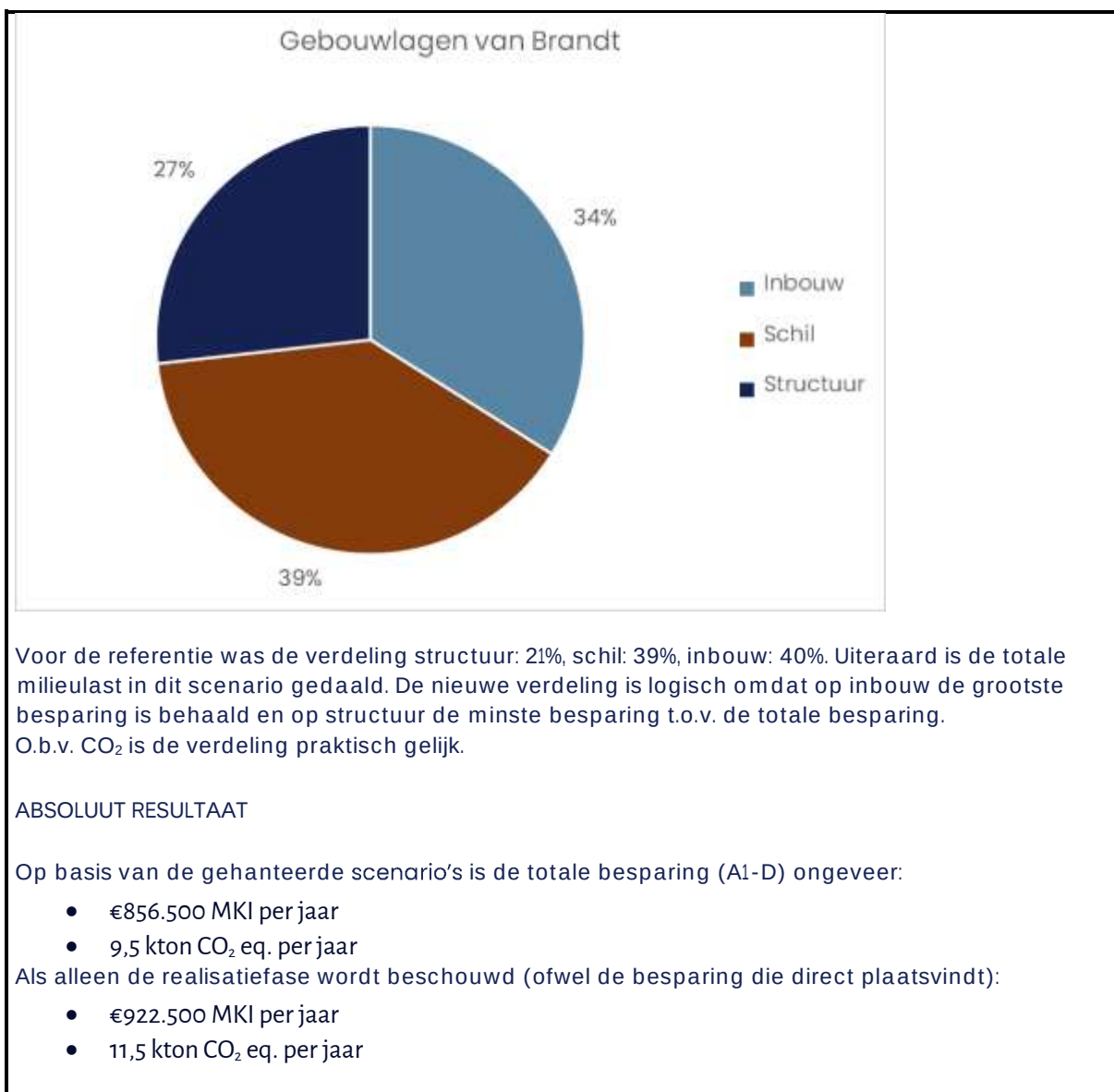
Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. CO₂ eq. totaal

O.b.v. CO₂ heeft de structuur een wat groter aandeel dan o.b.v. MKI (27% om 21%):



Zwaartepuntanalyse Alternatief met biobased o.b.v. MKI totaal





10 Conclusies

In dit rapport is een impactanalyse gemaakt wat het effect kan zijn van meer bouwen met biobased materialen voor het Rijksvastgoedbedrijf. De volgende impactcategorieën zijn beschouwd:

- Inbouw (vloerafwerking, plafonds en binnenwanden)
- Schil (gevel en dak)
- Draagstructuur (draagconstructie en vloeren)

Voor de eerste twee categorieën is zowel nieuwbouw als renovatie meegenomen. Voor draagstructuur was alleen nieuwbouw relevant.

10.1 Aandeel biobased

Per impactcategorie zijn referentie scenario's vergeleken met alternatieven met biobased content. Per categorie is de volgende percentages biobased gehanteerd (o.b.v. gewicht) voor het alternatief.

Impactcategorie	%biobased	Toelichting
Vloerafwerking	79%	T.b.v. geluidsdemping voor een deel tapijt genomen
Plafonds	83%	O.a. houtwolcementplaten welke niet volledig biobased zijn
Binnenwanden	56%	Voor een deel glazen wanden genomen, voor een deel gipskarton vanwege de goede geluidswerendheid
Gevel nieuwbouw	28%	Glas heeft een groot aandeel in het gewicht
Dak nieuwbouw	80%	Geen goed biobased alternatief voor dakbedekking
Gevel renovatie	14%	Glas heeft een groot aandeel in het gewicht en aangenomen dat veel gevelafwerking niet vervangen kan worden door een biobased alternatief t.b.v. het straatbeeld
Dak renovatie	80%	Geen goed biobased alternatief voor dakbedekking
Constructie	36%	De fundering is van beton en hout is een stuk lichter
Vloeren	24%	Dekvloer heeft een groot aandeel in het gewicht

Dit resulteert in een totaal aandeel biobased van:



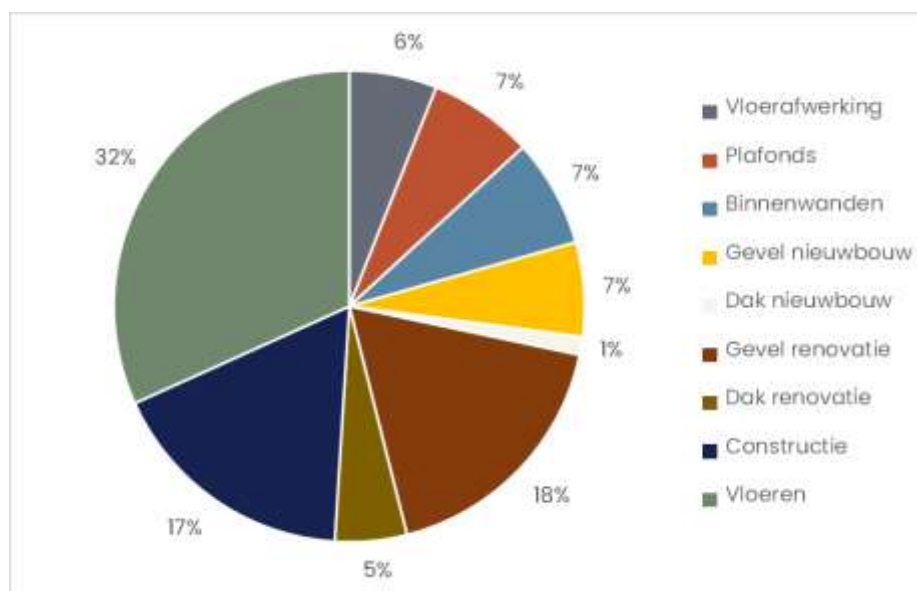
Dit is vrij laag en dat komt doordat van alle activiteiten (nieuwbouw en renovatie) de draagstructuur de helft van het gewicht uitmaakt. Als het percentage biobased op basis van volume zou worden

bepaald, zou een heel ander beeld ontstaan.

In dit onderzoek hebben we echter de aanpak van de Ellen MacArthur Foundation en CB23 gevolgd, waar circulariteit op basis van kilogrammen te berekenen.

Opvallend genoeg schrijft de overheid zelf niet voor op basis van welke eenheid 50% minder primaire grondstoffen bereikt dient te worden in 2030.

Verdeling gewicht impactcategorieën



10.2 Impactanalyse biobased

De totale besparing van het alternatief met biobased scenario ten opzichte van het referentie scenario bedraagt:

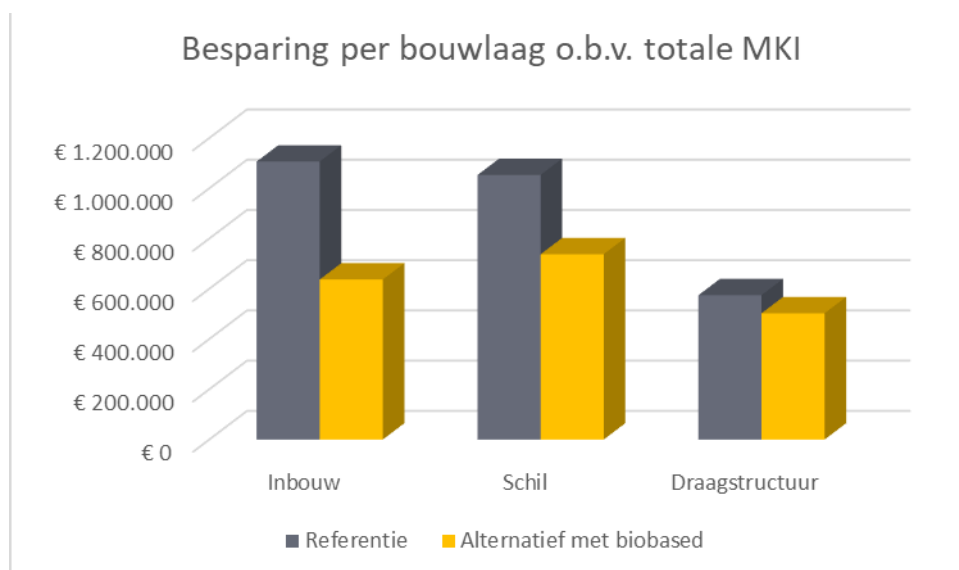
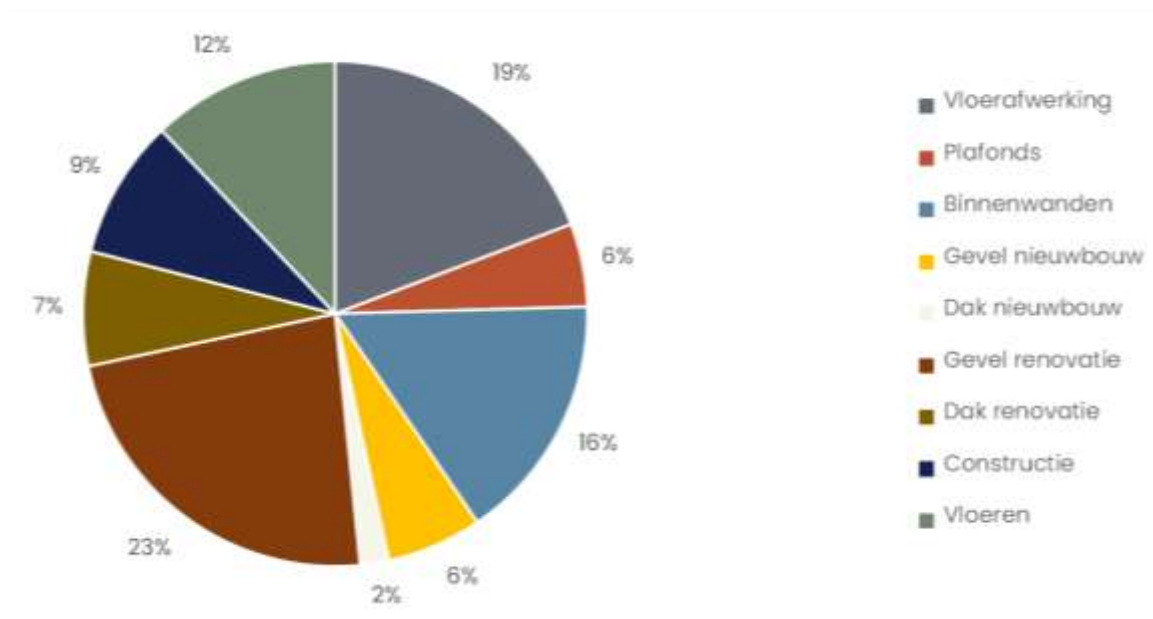
- €856.500 MKI per jaar
- 9,5 kton CO₂ eq. per jaar

Dit betreft een besparing van ongeveer 33%.

Deze besparing treedt volledig op in de realisatiefase. Dit is fijn, omdat daarmee direct verduurzaming wordt gerealiseerd (en niet pas over 50 jaar of later).

Uit de volgende grafieken blijkt dat inbouw en schil het grootste aandeel hebben op de milieu-impact en dat ten gevolge van de biobased scenario's de grootste verduurzaming wordt behaald bij de impactcategorieën van inbouw.

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal



Dat bij de schil geen grotere verlaging optreedt is te verklaren doordat beglazing een hoge milieu-impact heeft en hier geen biobased alternatief voor bestaat.

Biobased is niet per definitie duurzaam

We zijn meerdere varianten tegen gekomen waarin biobased materialen *niet* tot een verduurzaming leidde, maar zelfs tot een verhoging van de milieulast. Denk aan schapenwol isolatie en plantaardige dakbedekking.

Het is daarom belangrijk om altijd de milieulast mee te nemen en niet alleen maar te sturen op circulariteit, waaronder biobased.

De meeste biobased materialen leiden echter wel tot een verduurzaming. Sterker nog, in de meeste impactcategorieën zijn het biobased materialen die de laagste milieulast behalen.

Daarmee concluderen we:

Biobased kan een goede strategie zijn om zowel circulair als duurzamer te bouwen

Realisatiefase in vergelijking met einde levensduur

Tijdens het onderzoek is bekeken of er een groot verschil zat tussen de resultaten als alleen de realisatiefase werd beschouwd ten opzichte van het totale resultaat (waarbij de gehele levensduur is beschouwd, inclusief einde levensduur 50 jaar later). De gedachte hierachter is dat als het aandeel einde levensduur groot is, we feitelijk keuzes aan het maken zijn op basis van de (onzekere) toekomst in plaats van op basis van wat vandaag de dag gebeurt. Dit gaat met name op als in het einde levensduur aandeel een grote besparing wordt toegerekend welke een hoge milieulast in de realisatiefase compenseert. Dit aandeel van de einde levensduur viel over het algemeen mee of was verwaarloosbaar klein. We hebben de volgende opvallende resultaten gezien:

- Bij zowel plafonds als binnenwanden is de besparing inclusief einde levensduur 10% lager dan dat als alleen de realisatiefase wordt beschouwd. Dit komt doordat in beide referentiescenario's staal en aluminium is toegepast; deze krijgen een relatief grote besparing bij einde levensduur omdat deze materialen worden gerecycled. Voor plafonds is het zelfs zo dat als de CO₂-uitstoot wordt beschouwd, de besparing in de realisatiefase 45% is en inclusief einde levensduur nog "slechts" 5%. In dat geval zou ons advies luiden alleen de realisatiefase te beschouwen; dat na 50 jaar materiaal gerecycled wordt, betekent niet dat de CO₂-uitstoot die dit materiaal nu veroorzaakt er niet toe doet.
- Als de stalen constructie met de houten constructie wordt vergeleken, dan wordt in de realisatiefase met de houten constructie 12% bespaard op MKI en 43% CO₂ eq. Inclusief einde levensduur halen de twee varianten een gelijke MKI en is de besparing op CO₂-uitstoot "gereduceerd" tot 22%.

Op basis van bovenstaande adviseren we dat als bij de vergelijking metalen (zoals aluminium en staal) een groot aandeel hebben, meer waarde te hechten aan de vergelijking op basis van de realisatiefase (A1-A5) dan het totaal inclusief einde levensduur (C1-D).

NB1: de meeste biobased materialen krijgen ook een besparing bij einde levensduur omdat d.m.v. verbranding energie wordt opgewekt. Echter is deze besparing niet significant groot, waardoor het de vergelijking niet vertroebelt.

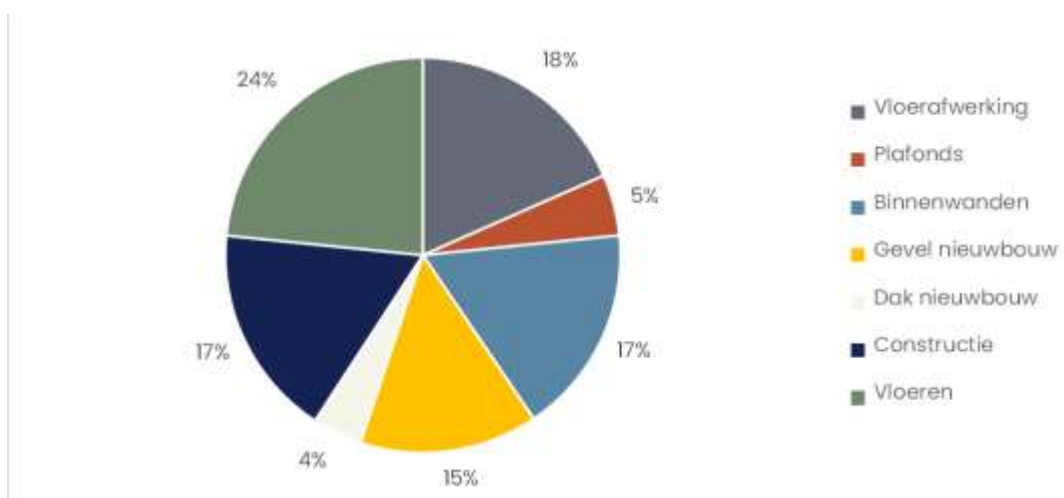
NB2: naarmate we meer circulair gaan bouwen (bv. hergebruik bij einde levensduur) gaat de besparing bij einde levensduur (module D) een steeds grotere rol spelen.

Relatie tot MPG

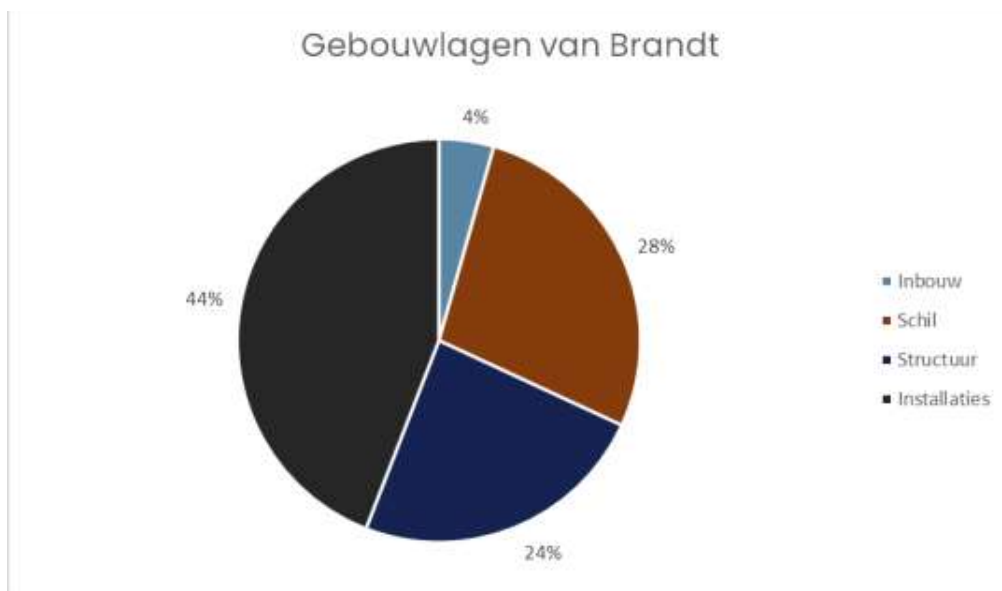
Voor nieuwbouw projecten is een MPG berekening verplicht. Om een inschatting te maken van nieuwbouw is gerekend met een rekenmodel gebaseerd op de afmetingen van de MPG referentie kantoorgebouw M (nog niet beschikbaar in de huidige versies van de MPG software).

Als alleen de nieuwbouw wordt beschouwd heeft de draagstructuur een stuk hoger aandeel op de totale milieulast:

Zwaartepuntanalyse Referentie o.b.v. MKI van Totaal – alleen nieuwbouw



Ter vergelijking is dit de zwaartepuntanalyse van kantoorgebouw M:



Installaties zijn in deze berekening meegenomen, de constructie is onderschat, de vloerafwerking is niet meegenomen en het milieuprofiel gehanteerd voor de binnenwanden heeft een lagere milieulast dan de door ons gehanteerde milieuprofielen (de reden hiervan is onbekend).

Hieruit concluderen we dat

- Ondanks dat er nog geen duurzame, circulaire en/of biobased alternatieven zijn voor installaties dit een belangrijk aspect is voor de transitie naar een circulaire economie en het bereiken van de klimaatdoelstellingen.
- Vloerafwerking een relevante impactcategorie is om op te sturen, die nu in MPG berekeningen buiten beschouwing wordt gelaten.

10.3 Stikstofanalyse

We hebben de stikstofanalyse gemaakt voor de vier varianten die zijn beschouwd voor de draagstructuur. Hierbij zijn twee onderdelen bekeken:

- Transport naar de bouwplaats
- Activiteiten op de bouwplaats

De houten variant veroorzaakt de minste stikstofuitstoot, grofweg 40% minder dan de betonnen variant. Overkoepelend kan gesteld worden dat het gewicht van de materialen een belangrijke bijdrage levert aan de stikstofuitstoot. Hoe groter het gewicht, hoe groter het benodigde aantal tkm en hoe hoger het benodigde vermogen van de hijskraan.

BIJLAGE 1. Hoeveelheden constructievarianten

BIJLAGE 2. Gewichtsberekening constructievarianten