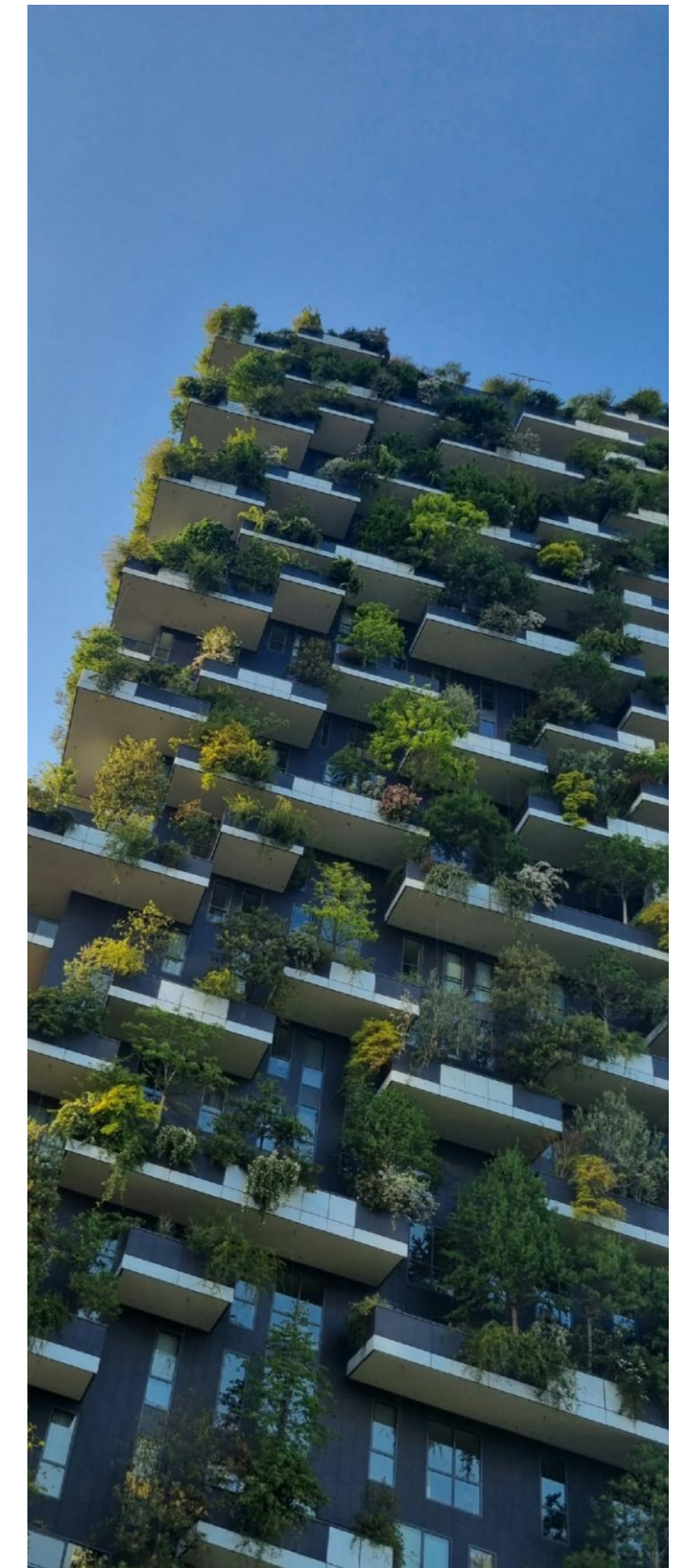
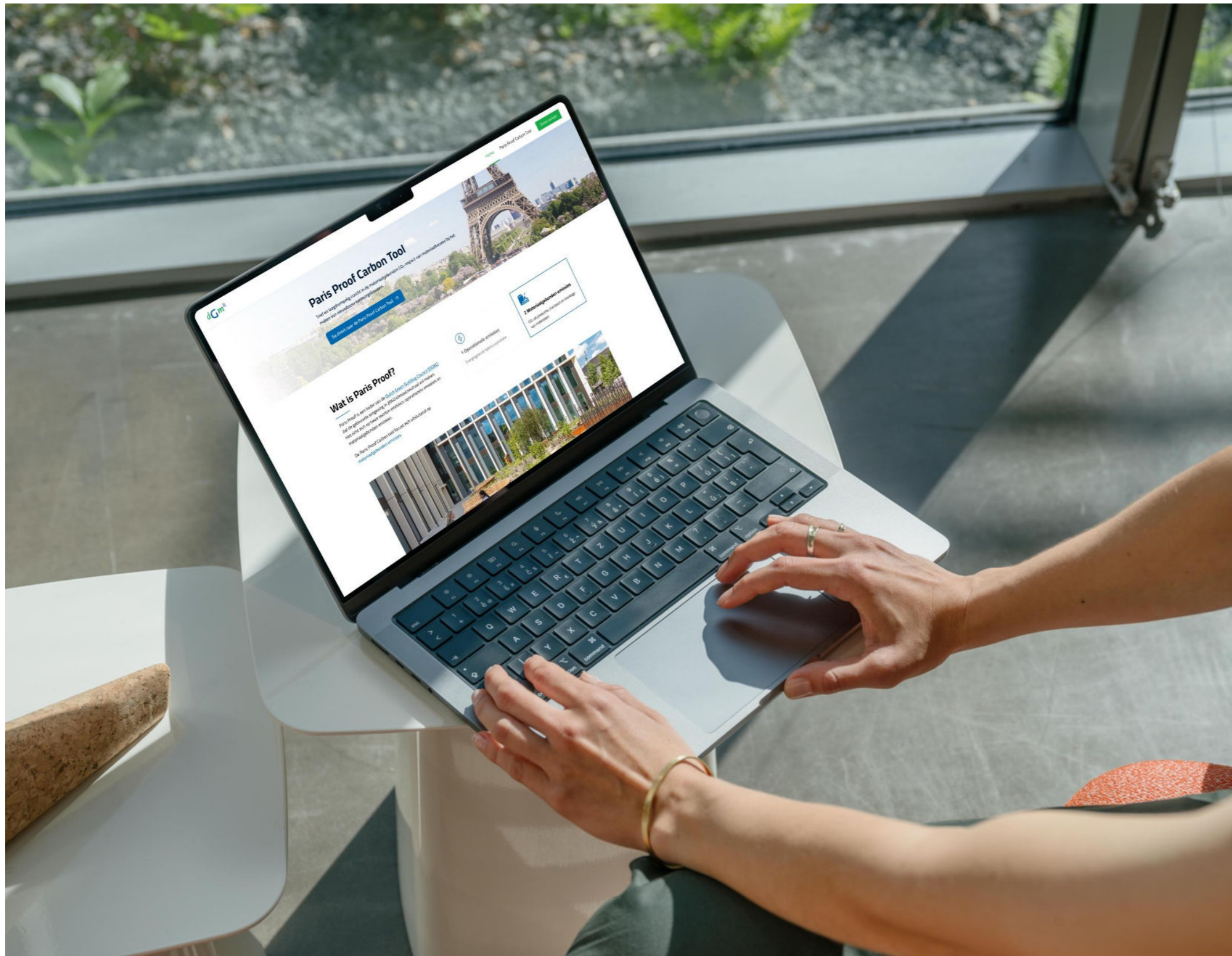


Sturen op Paris Proof materiaalgebonden emissies

Een onderzoek naar het ontwerpen van een webtool voor in de vroege ontwerpfase



Inleiding

Aanleiding

De gebouwde omgeving is verantwoordelijk voor circa 40% van de totale CO₂-uitstoot. Daarmee speelt de ontwerp-, bouw- en technieksector een cruciale rol in het behalen van de klimaatdoelstellingen. In het kader van het Klimaatakkoord van Parijs heeft de Dutch Green Building Council (DGBC) 'Paris Proof' doelstellingen opgesteld. Voor kantoorgebouwen betekent dit niet alleen een sterke reductie van het energiegebruik, maar ook een aanzienlijke beperking van materiaalgebonden emissies die veroorzaakt worden door de bouw en/of renovatie van een gebouw.

In de adviespraktijk krijgt DGMR steeds vaker de vraag om opdrachtgevers en ontwerpteam te ondersteunen bij het behalen van deze doelstellingen. Echter zien we dat de toepassing hiervan in projecten achterblijft, ondanks de theoretische haalbaarheid. Een belangrijke oorzaak is dat de meest invloedrijke ontwerpkeuzes al in een vroeg stadium worden gemaakt, terwijl de benodigde informatie om de materiaalgebonden CO₂-impact te beoordelen vaak nog ontbreekt. Hierdoor kunnen adviseurs in de vroege ontwerpfase beperkt onderbouwd sturen op Paris Proof.

Probleemstelling

DGMR mist een duidelijke en toepasbare aanpak om in de vroege ontwerpfase van nieuwbouw kantoorgebouwen effectief te adviseren op ontwerpvariabelen die bijdragen aan het behalen van de Paris Proof-doelstellingen op het gebied van materiaalgebonden emissies.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om te bepalen hoe DGMR in de vroege ontwerpfase van nieuwbouw kantoorgebouwen effectief kan adviseren over ontwerpvariabelen die bijdragen aan het behalen van de Paris Proof-doelstellingen op het gebied van materiaalgebonden emissies.

De hoofdvraag hierbij is:

“Hoe kan DGMR in de vroege ontwerpfase van nieuwbouw kantoorgebouwen effectief adviseren over Paris Proof-doelstellingen op het gebied van materiaalgebonden emissies?”

Samenvatting

DGMR krijgt in de praktijk steeds vaker de vraag om opdrachtgevers en ontwerpteam te ondersteunen bij het realiseren van Paris Proof-doelstellingen voor materiaalgebonden CO₂-emissies. Juist in de vroege ontwerpfase worden ontwerpkeuzes gemaakt met grote invloed op de uiteindelijke CO₂-impact, terwijl gedetailleerde ontwerp- en hoeveelheidsinformatie in deze fase nog ontbreekt. Hierdoor sluiten bestaande rekenmethoden onvoldoende aan bij het moment waarop de meeste sturingsruimte aanwezig is.

In dit onderzoek is onderzocht hoe DGMR in de vroege ontwerpfase van nieuwbouw kantoorgebouwen effectief kan adviseren over materiaalgebonden CO₂-emissies. Op basis van een analyse van zes referentieprojecten is vastgesteld dat een beperkt aantal ontwerpvariabelen verantwoordelijk is voor het grootste deel van de materiaalgebonden uitstoot. Door deze ontwerpvariabelen te koppelen aan indicatieve Paris Proof Indicator-waarden ontstaat een methode om ontwerpkeuzes onderling te vergelijken, zonder afhankelijk te zijn van uitgewerkte hoeveelheden.

Het onderzoek resulteert in een webtool die deze aanpak vertaalt naar de adviespraktijk. De tool maakt het mogelijk om ontwerpvariabelen vroegtijdig inzichtelijk te maken en ondersteunt de ontwerpdialoog tussen DGMR en ontwerpteam en opdrachtgevers. Daarmee biedt het onderzoek een basis om in de vroege ontwerpfase gericht te sturen op Paris Proof-doelstellingen.

Tabel 1: Materiaalgebonden Paris Proof grenswaarden (Paris Proof Materiaalgebonden Rekenprotocol v2.0, 2025)

	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038	2040	2042	2044	2046	2048	2050
Uitstoot (kgCO ₂ /m ²)	≤ 194	≤ 175	≤ 158	≤ 142	≤ 128	≤ 116	≤ 104	≤ 94	≤ 85	≤ 77	≤ 69	≤ 62	≤ 56

Casestudy

Zes referentieprojecten

Om te bepalen welke ontwerpvariabelen in de praktijk de meeste impact hebben op de materiaalgebonden emissies, is een casestudy uitgevoerd op zes nieuwbouw kantorgebouwen. De projecten zijn geselecteerd op basis van beschikbaarheid van MPG-berekeningen en variatie in gebouwmvang, constructiesystemen en gevelopbouw.

Top 20 milieuvuilers

Per project is op basis van de MPG-berekeningen een Top 20 milieuvuilers opgesteld van de ontwerpvariabelen met de hoogste PPI-waarde. Uit de analyse blijkt een duidelijk patroon: ondanks verschillen tussen projecten wordt in alle gevallen het grootste deel van de materiaalgebonden emissies veroorzaakt door een relatief kleine set ontwerpvariabelen. In de onderzochte projecten vertegenwoordigen deze elementen gezamenlijk circa 85 tot 95% van de totale materiaalgebonden emissies. Door te focussen op een kleine set ontwerpvariabelen kan al vroeg in het ontwerp een groot deel van de materiaalgebonden CO₂-uitstoot worden gestuurd.

Top 20 'Milieuvuilers		
Nummer	Element	PPI (kgCO ₂ e per m ² bvo)
1	Kanaalplaatvloeren	53,24
2	Constructieve houtenvloer (CLT)	29,74
3	Staalconstructie	25,09
4	Schroefpalen	17,94
5	Klimaatplafonds	15,05
6	PV-panelen	14,83
7	Verlichting (kantoren)	10,77
8	Houten kolommen	8,97
9	Luchtdistributiesysteem (luchtbehandeling + luchtkanalen)	7,83
10	Aluminium gevelopeningen	5,91
11	Prefab balkon	5,72
12	Laagspanningsinstallatie (kantoren)	5,36
13	Triple glas	5,18
14	Water-water warmtepomp	4,74
15	Anhydriet gietvloer	4,16
16	Dubbel glas	4,14
17	Wapeningsstaal	3,79
18	Liftinstallaties	3,62
19	Gevelafwerking (sandwich paneel)	3,42
20	Voorspanstaal	3,51
	Totaal	233 (91% van 254,68)

Tabel 2 Top 20 Milieuvuilers referentieproject "Stadspaviljoen"

Identificatie dominante bouwdelen

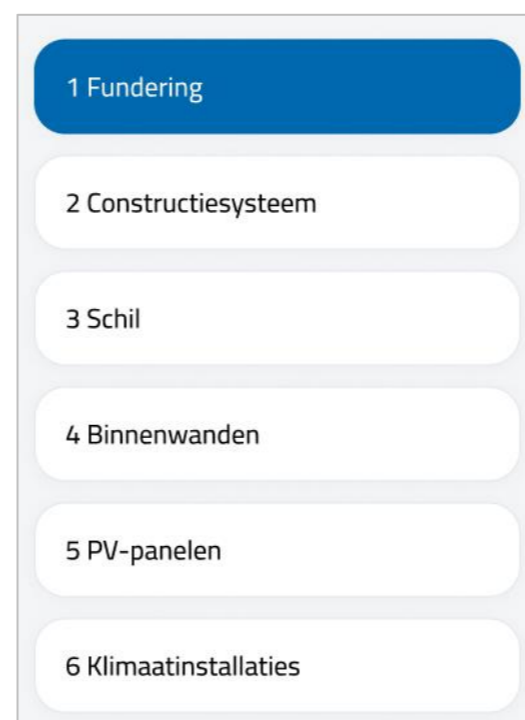
Niet alle ontwerpvarianten uit de Top 20's zijn geschikt voor toepassing in de vroege ontwerpfase. Daarom zijn de dominante bouwdelen geclusterd en geselecteerd op basis van drie criteria:

- de ontwerpvariabele is beïnvloedbaar in de schets- en voorlopig ontwerpfase.
- de ontwerpvariabele is binnen de gehanteerde methodiek aanpasbaar.
- de ontwerpkeuze komt frequent voor in nieuwbouw kantorgebouwen.

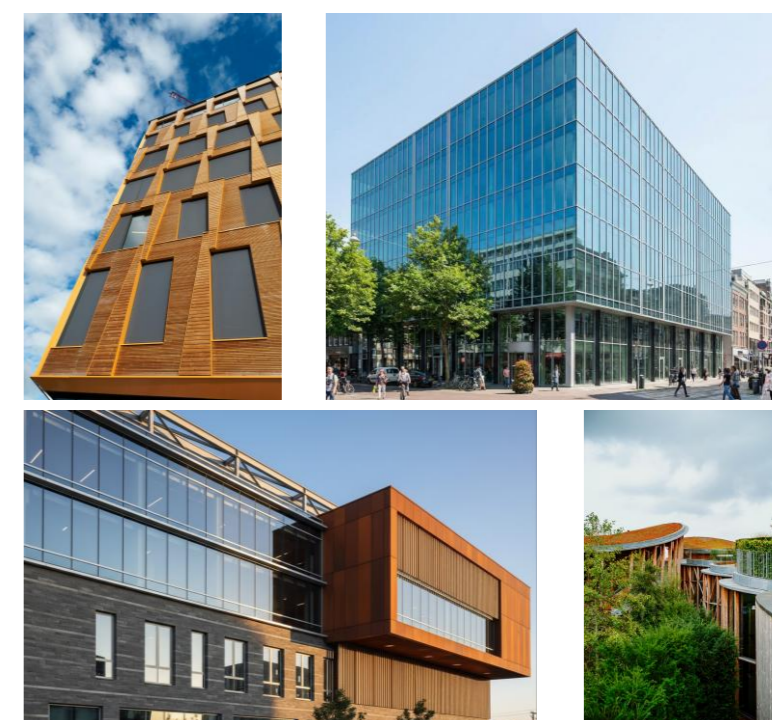
Op basis hiervan zijn zes bouwdelen (categorieën) geselecteerd die samen de kern vormen van de webtool:

- Fundering
- Vloer- en constructiesysteem
- Gebouwschil
- Binnenwanden
- PV-panelen
- Klimaatinstallaties

Deze bouwdelen dekken gezamenlijk het grootste deel van de materiaalgebonden emissies af, terwijl de complexiteit voor de gebruiker beheersbaar blijft. Daarmee vormen zij een praktisch vertrekpunt voor vroegtijdige sturing op Paris Proof.



Figuur 1: Bouwdelen die in de webtool worden opgenomen.



Figuur 2: Impressiebeelden casestudyprojecten

Bepaling PPI-waarde

Werken met één referentiegebouw

Voor het bepalen van de PPI-waarde van de ontwerpvariabelen in de webtool is gewerkt met één representatief referentiegebouw: Stadspaviljoen. Dit gebouw beschikt over een volledige MPG-berekening en is representatief voor een hedendaags kantoorgebouw. Door alle ontwerpvarianten te relateren aan hetzelfde referentiegebouw, kunnen ontwerpvariabelen onderling worden vergeleken.

Fundering

Op basis van een externe publicatie van ABT Ingenieursbureau zijn relatieve verhoudingen tussen paalsystemen toegepast op het referentiegebouw. Hierdoor worden funderingskeuzes onderling vergelijkbaar in de vroege ontwerpfase.

Vloer-constructiesysteem

Gangbare combinaties van vloer-constructiesysteem zijn binnen één gebouwcontext met elkaar vergeleken, gebaseerd op gevalideerde externe inzichten. Ook low-carbon varianten zijn meegenomen om het reductiepotentieel zichtbaar te maken.

Vloer-constructiesysteem		Uitgangspunt "Stadspaviljoen" 5,4 meter
Nr	Element	PPI-waarde (kg CO ₂ /m ²) bij 5,4m
1.	Breedplaatvloer/ihwg vloer met betonskelet	98
	Lichtgroen beton	70
	Donkergroen	60
2.	Kanaalplaatvloer met betonskelet	86
	Lichtgroen beton + GroenPlus kanaalplaat	56
	Donkergroen beton + donorkanaalplaten	37
3.	Kanaalplaatvloer met staalskelet	79
	Xcarb staal + GroenPlus kanaalplaat	55
	Donorstaal + donorkanaalplaten	28
4.	Staalplaatbetonvloer met staalskelet	88
	Scarb staal + lichtgroen beton	65
	Donorstaal + donkergroen beton	58
5.	Houten vloer met houtskelet	26

Tabel 4 PPI-waarden voor varianten van vloer-constructiesystemen

Gebouwschil

De gebouwschil is geabstraheerd naar vijf representatieve geveltypologieën. Per geveltypologie is een logisch afgebakend pakket van ontwerpvariabelen opgenomen. Vanwege de hoeveelheid ontwerpvariabelen zijn de tabellen met de PPI-waarden van de gebouwschil niet opgenomen in deze whitepaper.



Figuur 3 Vijf gehanteerde geveltypologieën bij gebouwschil

Binnenwanden

Binnenwanden zijn onderscheiden in open en dichte typen, conform gangbare kantoorindelingen. Deze indeling maakt de invloed van binnenwandkeuzes op de totale CO₂-impact inzichtelijk.

Dichte wanden (57%)		
Nr	Element	PPI-waarde (kg CO ₂ /m ²)
1.	Metalstud systeemwanden	5
2.	HSB systeemwanden	2
3.	Hergebruikte systeemwanden	1
4.	Open kantoorvloer	0
5.	Dichte syteenwanden	10

Tabel 5 PPI-waarden voor varianten van dichte binnenwanden

PV-panelen

PV-systemen zijn vergeleken op basis van een vaste toepassing en opbrengst. Hierdoor wordt uitsluitend het effect van de materiaalkeuze zichtbaar.

PV-panelen			
Nr	Element	PPI-waarde (kg CO ₂ /m ²)	Aantal (in m ²)
1.	PV-panelen	10	318
2.	Kunststof PV-panelen	6	318

Tabel 7 PPI-waarden voor varianten van PV-panelen

Klimaatinstallaties

Voor klimaatinstallaties zijn indicatieve PPI-waarden bepaald voor opwekkings- en afgiftesystemen. Door de installatiesystemen één-op-één te vervangen blijft de relatieve impact van installatiekeuzes inzichtelijk.

Opwekking		
Nr	Element	PPI-waarde (kg CO ₂ /m ²)
1.	Water-water warmtepomp	5
2.	Lucht-water warmtepomp	4
3.	Bodem warmtepomp	6
4.	Stadsverwarming (externe warmte en koude levering)	0

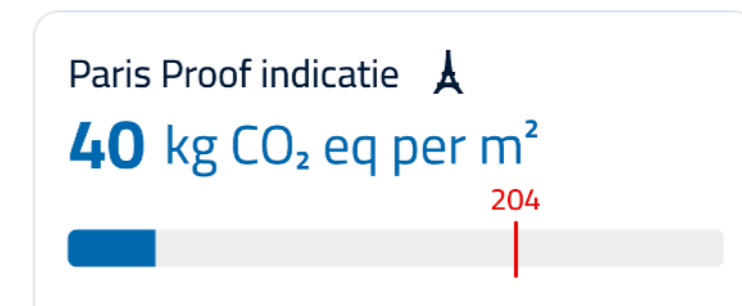
Tabel 8 PPI-waarden voor varianten van opwekkingsystemen

Indicatief karakter en duiding

De gehanteerde methodiek kent bewust een indicatief karakter. De absolute CO₂-impact van een ontwerpkeuze kan per project verschillen door onder andere gebouwvorm, overspanningen en glaspercentage. De kracht van de webtool ligt daarom niet in absolute nauwkeurigheid, maar in het bieden van vroegtijdig inzicht en richting.

Vaste startwaarde in de webtool

De webtool hanteert een vaste startwaarde van 40 kg CO₂-eq/m² BVO. Deze waarde vertegenwoordigt de gezamenlijke materiaalgebonden CO₂-uitstoot van bouwdeelen die niet als ontwerpvariabele zijn opgenomen.



Figuur 4: Paris Proof indicatie van de webtool

De Paris Proof Carbon Tool

Doel van de webtool

Snel inzichtelijk maken van de materiaalgebonden CO₂-impact van ontwerpvariabelen, zonder gebruik van materiaalhoeveelheden, en het vergelijken van varianten om vroegtijdig te sturen op Paris Proof.

Ontwerpcriteria

De ontwerpcriteria die ten grondslag liggen aan de opzet en werking van de webtool zijn weergegeven in tabel X.

Onderwerp	ONTWERPCRITERIA
Gebruikersgerichtheid	<ul style="list-style-type: none"> - Eén overzichtsscherm voor vergelijking van alle varianten. - Laagdrempeligheid: minimale invoer, maximale duidelijkheid. - Vergelijking tussen varianten is het visuele uitgangspunt. - Directe feedback op keuzes (PPI-waarde verandert meteen). - Exportknop voor het exporteren van resultaten.
Visualisatie & Interactie	<ul style="list-style-type: none"> - Streef- en plafondwaarden worden duidelijk getoond in grafieken. - Verschillen tussen varianten worden numeriek én visueel weergegeven. - Gebruik van rustige kleuren en zachte contrasten voor leesbaarheid.
Inhoudelijke betrouwbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> - PPI-waarden gebaseerd op DGMR-referentieproject. - Toelichting bij alle aannames zichtbaar via info-knoppen.
Technische opzet	<ul style="list-style-type: none"> - Prototyping in Figma (interactief klikbaar ontwerp)

Tabel 10: Ontwerpcriteria

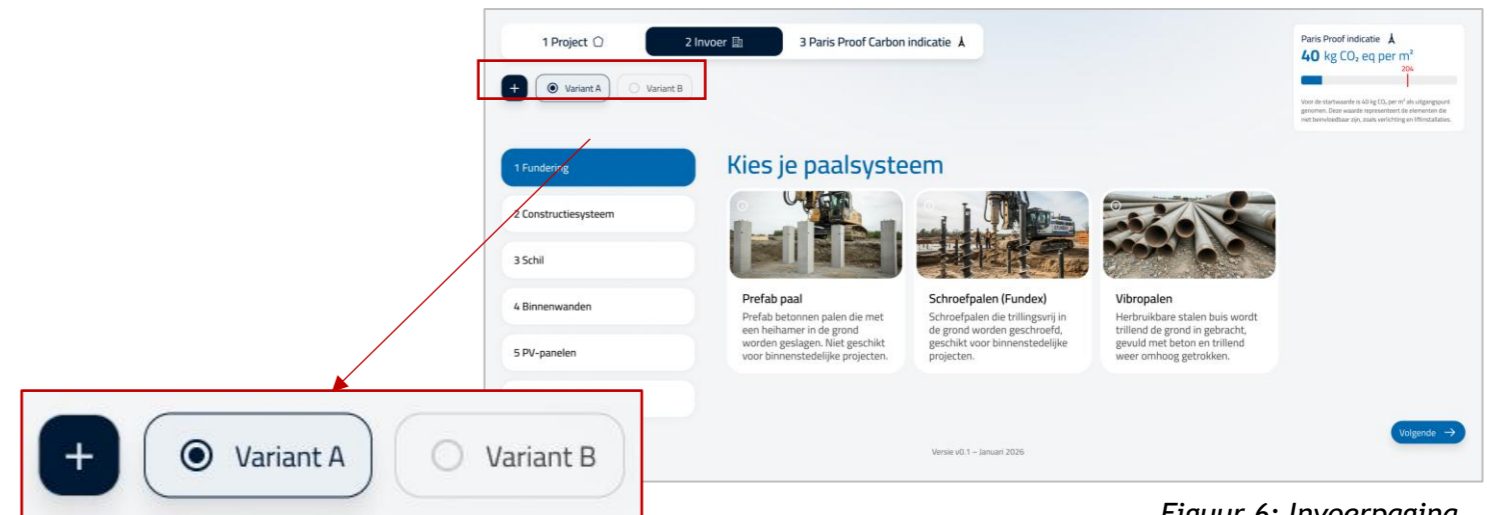
1. Projectkenmerken

Op de project-pagina legt de gebruiker een aantal kenmerken vast, zoals projectnaam, vergunningsjaar en locatie. Deze gegevens hebben geen invloed op de berekening, maar zorgen ervoor dat bij het exporteren van resultaten naar Excel of PDF duidelijk herkenbaar is bij welk project de uitkomsten horen.

Figuur 5: Projectkenmerken pagina

2. Invoerpagina: ontwerpvariabelen en varianten

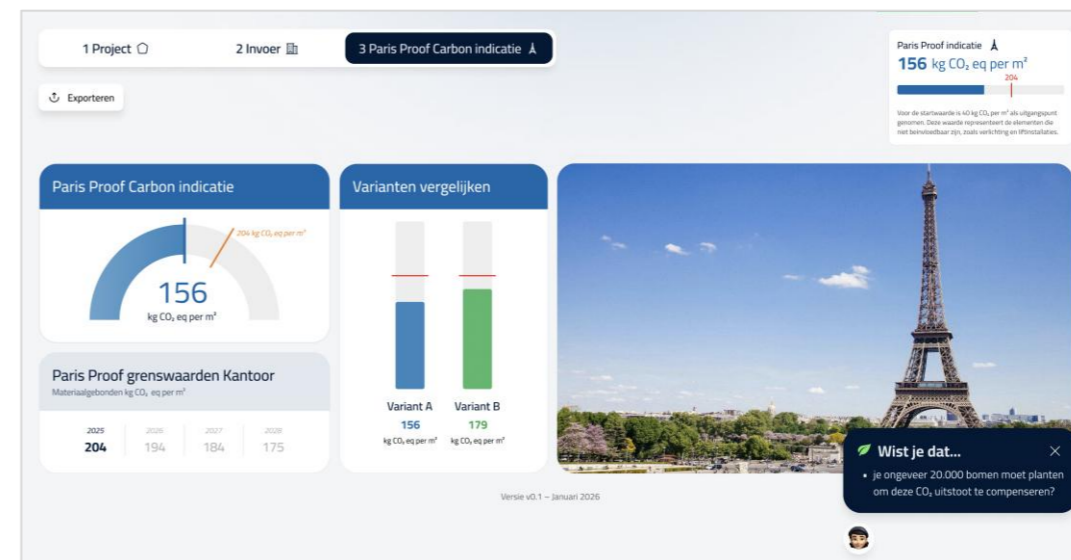
Op de invoerpagina selecteert de gebruiker per bouwdeel ontwerpvariabelen. Bij het selecteren van ontwerpvariabelen wordt de indicatieve CO₂-impact direct zichtbaar in de progressbar rechtsboven. Op deze pagina kunnen ook verschillende varianten worden samengesteld door keuzes te maken voor onder andere fundering, constructie, gebouwschil en installaties. Hierdoor kan de gebruiker meerdere ontwerpvarianten snel opbouwen en direct vergelijken.



Figuur 6: Invoerpagina

3. Paris Proof indicatie pagina

Op de resultatenpagina wordt per variant de indicatieve Paris Proof-score weergegeven. De tool laat zien hoe de gekozen ontwerpvarianten zich tot elkaar verhouden en in welke mate zij bijdragen aan het behalen van de Paris Proof-doelstellingen. Door de varianten visueel te vergelijken ontstaat snel inzicht in welke ontwerpkeuzes de grootste invloed hebben op de CO₂-uitstoot.



Figuur 7: Paris Proof indicatie pagina

Conclusie en aanbeveling

Conclusie

Effectief sturen op Paris Proof-doelstellingen voor materiaalgebonden CO₂-emissies vraagt om een adviesaanpak die aansluit bij de vroege ontwerpfase van nieuwbouw kantoorgebouwen. Juist in deze fase worden ontwerpkeuzes gemaakt die een groot deel van de uiteindelijke CO₂-impact bepalen, terwijl gedetailleerde ontwerpuitwerkingen en materiaalhoeveelheden vaak nog ontbreken. Hierdoor bieden bestaande rekenmethoden in de praktijk onvoldoende houvast om in deze fase richting te geven.

Dit onderzoek laat zien dat vroegtijdige sturing wél mogelijk is door te focussen op de relatieve impact van invloedrijke ontwerpvariabelen. Uit de analyse van referentieprojecten blijkt dat een beperkte set ontwerpvariabelen verantwoordelijk is voor het grootste deel van de materiaalgebonden CO₂-uitstoot. Door deze ontwerpvariabelen te koppelen aan indicatieve PPI-waarden ontstaat inzicht in de gevolgen van ontwerpkeuzes, zonder afhankelijk te zijn van uitgewerkte hoeveelheden.

De Paris Proof Carbon Tool vertaalt deze aanpak naar de adviespraktijk. Door de PPI-waarde per ontwerpvariabele direct inzichtelijk te maken en varianten onderling te vergelijken, wordt de ontwerpdialoog tussen DGMR, ontwerpteams en opdrachtgevers versterkt. Hiermee kan DGMR materiaalgebonden emissies structureel en tijdig meenemen in het advies richting Paris Proof en wordt de sturingsruimte in de vroege ontwerpfase beter benut.

Paris Proof Carbon Tool

Bekijk de Paris Proof Carbon Tool via deze link:

<https://paris-proof-carbon-tool.webflow.io/>

Aanbevelingen

Op basis van de resultaten, conclusies en geïdentificeerde beperkingen van dit onderzoek zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

- 1. Integraal WLC-perspectief:**
Bij verdere doorontwikkeling kan worden verkend hoe materiaalgebonden CO₂-emissies gekoppeld kunnen worden aan operationele emissies. Hiermee ontstaat een integrale Whole Life Carbon-perspectief, waarin ontwerpkeuzes in de vroege ontwerpfase breder kunnen worden afgewogen. Verken in vervolgonderzoek de koppeling tussen materiaalgebonden en operationele emissies om ontwerpkeuzes integraal te kunnen afwegen.
- 2. Uitbreiding referentiedata**
De betrouwbaarheid van de indicatieve resultaten kan worden vergroot door te werken met meerdere referentiegebouwen. Door PPI-waarden te middelen over verschillende representatieve kantoorprojecten wordt de gevoeligheid voor projectspecifieke kenmerken verkleind en ontstaat een robuustere basis voor vroege sturing.
- 3. Validatie van de webtool**
Aanbevolen wordt om de webtool te toetsen aan gerealiseerde projecten met een volledige MPG-berekening. Door indicatieve en daadwerkelijke PPI-waarden te vergelijken kan de bandbreedte van de resultaten worden vastgesteld en kan de betrouwbaarheid van de tool verder worden onderbouwd.
- 4. Positionering binnen het CO₂-Commitment**
Tot slot wordt aanbevolen om de webtool, in aangepaste vorm, gezamenlijk te ontsluiten binnen het Collectief CO₂-Commitment. Dit vergroot draagvlak en legitimiteit en maakt het mogelijk om data, kennis en ervaring van meerdere adviesbureaus te bundelen.

DGMR

Veilig, duurzaam en gezond wonen, werken en leven vraagt om innovatie en creativiteit. Samen met onze opdrachtgevers zetten we steeds die stap extra. Als koplopers in duurzaamheid en als no-nonsense impactmakers.

Met onze nieuwsgierige en verder-kijken-dan-de-vraag-houding maken we hoge ambities waar. Om komende generaties en de natuur de ruimte te geven. Dit kunnen we alleen samen met onze partners.

DGMR. Samenmogelijkmakers.

Afstuderen bij DGMR

Betekent zelfstandig een uitdagend onderzoek opzetten en uitwerken, met deskundige begeleiding indien nodig. De informele sfeer geeft een prettige werkomgeving waar naast vakinhoudelijke kennisontwikkeling ook veel plek is voor zelfontwikkeling. Samen met Haagse Hogeschool zorgen we zo voor mooie afstudeerplekken, waarbij we kennis delen en innoveren.

Voor meer informatie over dit onderzoek kunt u contact opnemen met:

Furkan Parlayan

Afstudeerder DGMR Bouw
Studente bouwkunde aan de Haagse Hogeschool

Jesse Plas

Senior Expert Bouwfysica & duurzaamheid
088 346 76 54 | jpa@dgmr.nl

Gertjan Verbaan

Unitmanager & Senior adviseur Bouwfysica
088 346 76 50 | vb@dgmr.nl

www.dgmr.nl

Interesse in stage of afstuderen bij DGMR? [Klik hier](#)