

2024

# CO2

# ONDERZOEK

Verlagen van CO2 in de Bouw: De Impact van ArchiCad Tools

Built Environment, jaar 2

Fase 3 BWP Praktijkgericht Onderzoek

Studenten nummer: 407779

Stage docent, Ludo van Dijken

Werkplekbegeleider: Lutz Mürau

# inhoudsopgave

|                 |    |
|-----------------|----|
| Samenvatting    | 2  |
| Inleiding       | 3  |
| Onderzoeksopzet | 4  |
| Resultaten      | 6  |
| Conclusie       | 13 |
| Discussie       | 14 |
| Aanbevelingen   | 15 |
| Literatuurlijst | 16 |
| Bijlage         | 17 |

# Samenvatting

---

In het kader van mijn stage bij De Zwarte Hond heb ik onderzoek gedaan naar het verminderen van CO<sub>2</sub>-uitstoot in de bouwsector door middel van het gebruik van de ArchiCad BIM-tool. Dit onderzoek sluit aan bij de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs, waarin landen wereldwijd zich hebben gecommitteerd aan het beperken van de opwarming van de aarde tot ruim onder de 2 graden Celsius. De bouwsector, als een van de grootste bijdragers aan de wereldwijde CO<sub>2</sub>-uitstoot, speelt hierin een cruciale rol.

De hoofdvraag van dit onderzoek was: "Hoe kan een ArchiCad-tool bijdragen aan het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de toekomstige projecten van De Zwarte Hond, en hoe zou zo'n tool in de praktijk werken?"

De onderzoeksopzet bestond uit het evalueren van de effectiviteit van de ArchiCad-tool voor CO<sub>2</sub>-reductie door middel van een gestructureerde benadering. Daarbij werd gekeken naar de Global Warming Potential (GWP) van verschillende bouwmaterialen en ontwerpkeuzes in de vroege ontwerpfase van bouwprojecten.

"De ArchiCad-tool kan vroegtijdig inzicht geven in de potentiële CO<sub>2</sub>-uitstoot van verschillende bouwmaterialen en ontwerpopties, wat helpt bij het maken van duurzamere keuzes."

"Een belangrijke functie van de ArchiCad-tool is het bieden van duidelijkheid over het CO<sub>2</sub>-budget van een project. Hiermee kunnen ontwerpers binnen een vooraf vastgesteld CO<sub>2</sub>-budget blijven, wat helpt bij het behalen van milieudoelstellingen en het maken van logische beslissingen."

# Inleiding

---

In lijn met de klimaatakkoorden van Parijs hebben landen wereldwijd zich gecommitteerd aan het verminderen van hun CO<sub>2</sub>-uitstoot om de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder de 2 graden Celsius. De bouwsector, als een van de grootste bijdragers aan de wereldwijde CO<sub>2</sub>-uitstoot, speelt hierin een cruciale rol. Om de gestelde klimaatdoelen te behalen, is het noodzakelijk de CO<sub>2</sub>-uitstoot in deze sector drastisch te verminderen.

Een effectieve aanpak is het maken van bewuste keuzes in de gebruikte bouwmaterialen en ontwerpbeslissingen, aangezien deze een aanzienlijke impact hebben op de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dit onderzoek richt zich op het gebruik van een BIM-tool om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van verschillende bouwmaterialen en ontwerpkeuzes vroeg in het ontwerpstadium te analyseren en te optimaliseren. Als voorbeeld wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van een ArchiCad-tool om te kijken hoe zo'n tool gebruikt kan worden. En of dat wellicht toegepast kan worden om de CO<sub>2</sub> uitstoot van toekomstige projecten te reduceren.



(Overeenkomst van Parijs, n.d.)

# Onderzoeksopzet

Dit rapport onderzoekt hoe de ArchiCad-tool kan bijdragen aan het verminderen van de CO2-uitstoot in de bouwsector. Met een gestructureerde onderzoeksopzet wordt de effectiviteit van deze tool geëvalueerd en worden praktische inzichten verkregen voor duurzaam bouwen.

---

## Aanleiding

In het licht van de klimaatakkoorden van Parijs, waarin landen wereldwijd zich hebben gecommitteerd aan het verminderen van hun CO2-uitstoot om de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder de 2 graden Celsius, is er een dringende noodzaak om sectoren met hoge uitstoot aan te pakken. De bouwsector is een van de grootste bijdragers aan de wereldwijde CO2-uitstoot, wat aanzienlijke gevolgen heeft voor het milieu.

Het is heel belangrijk dat de CO2-uitstoot in de bouwsector drastisch verminderd moet worden om de gestelde klimaatdoelen te behalen. Een effectieve manier om dit te bereiken is door bewuste keuzes te maken in de materialen die in bouwprojecten worden gebruikt. Verschillende bouwmaterialen hebben namelijk een uiteenlopende impact op de totale CO2-uitstoot, wat benadrukt hoe cruciaal het is om te begrijpen welke materialen het meest duurzaam zijn.

Het doel van dit onderzoek is daarom om te kijken of een CO2-tool zou kunnen helpen betere keuzes te kunnen maken. En daardoor een vermindering van de totale uitstoot in de bouwsector te krijgen. Daarbij het in het huidige systeem moeilijk om inzicht te krijgen in de potentiële uitstoot in de begin fase van een project.

## Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken of er een manier is om tijdens het ontwerpproces inzicht te krijgen in de potentiële CO2-uitstoot van een bouwproject. Met behulp van een BIM-tool zou je al in de beginfase van een project beter inzicht kunnen krijgen in de mogelijke CO2-uitstoot. Dit zou vroegtijdig inzicht geven in de Global Warming Potential (GWP) van het gebouw. Het onderzoek richt zich op de effectiviteit en potentie van een dergelijke tool.

## Probleemstelling (Hoofdvraag)

Ondanks de dringende noodzaak om de CO2-uitstoot in de bouwsector te verminderen, blijft de sector een van de grootste bijdragers aan de wereldwijde uitstoot. Bouwbedrijven en beleidsmakers worstelen met het maken van duurzame materiaalkeuzes die de milieu-impact significant kunnen reduceren.

Er is een gebrek aan concrete, bruikbare hulpmiddelen die kunnen helpen bij het evalueren en optimaliseren van de CO2-uitstoot tijdens het ontwerpproces van bouwprojecten. Hoewel BIM-tools zoals ArchiCad theoretisch deze rol kunnen vervullen, is er onvoldoende inzicht in hoe effectief deze tools daadwerkelijk zijn in het verminderen van CO2-uitstoot door het maken van bewuste materiaal- en ontwerpkeuzes.

Daarom richt dit onderzoek zich op de volgende centrale vraag:

**"Hoe kan een Archicad-tool bijdragen aan het verminderen van de CO2-uitstoot in de toekomstige projecten van De Zwarte Hond, en hoe zou zo'n tool in de praktijk werken?"**

## Onderzoeksvragen (Deelvragen)

- Wat is Paris Proof bouwen?
- Hoe werkt de LCA ArchiCad tool?
- Wat betekent deze tool voor het huidige manier van ontwerpen

## Afbakening

Voor dit onderzoek wordt het programma ArchiCad gebruikt. Wellicht zijn er andere programma's die verder zijn in de ontwikkeling van een LCA-tool. Ook is er nog niet zoveel data van materialen. Ik denk dat het in de toekomst makkelijker is om betrouwbare berekeningen te maken.

## Overzicht relevante theorie en begrippen

Klimaatakkoord, Duurzaamheid, Global Warming Potential (GWP), CO2-uitstoot in de bouwsector, BIM, ArchiCad, Bestaande Tools...

## Methodiek

- Kijken of er al dergelijke tools worden gebruikt
- Een test van de CO2 tool
- Artikelen lezen
- Kennis vergaen van websites
- Data verzamelen van materialen

# Resultaten

In dit hoofdstuk worden per deelvraag de resultaten gepresenteerd die zijn voortgekomen uit de onderzoeken. Op deze manier is geprobeerd een zo betrouwbaar mogelijk antwoord te geven op de hoofdvraag: "Hoe kan een Archicad-tool bijdragen aan het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de toekomstige projecten van De Zwarte Hond, en hoe zou zo'n tool in de praktijk werken?"

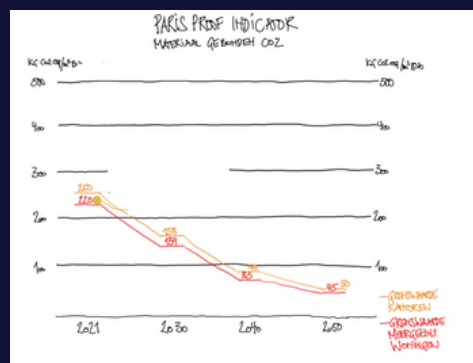
## Wat is Paris Proof bouwen?

De term "Paris Proof" ontstond toen in 2015 alle landen ter wereld het klimaatakkoord van Parijs ondertekenden. Daarmee gingen zij de verplichting aan om de opwarming van de aarde te beperken tot maximaal 2 graden Celsius. Een belangrijk onderdeel van dit streven is om de gebouwde omgeving energieneutraal te maken. In Nederland is de gebouwde omgeving verantwoordelijk voor 40% van het energiegebruik en bijna een derde van de CO<sub>2</sub>-emissies.

Het "Paris Proof" bouwen richt zich op het drastisch verlagen van de energiebehoefte en CO<sub>2</sub>-uitstoot van gebouwen. Dit houdt in dat gebouwen moeten voldoen aan strenge normen voor energie-efficiëntie en duurzaamheid. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de operationele energie (energieverbruik tijdens de gebruiksfase van het gebouw), maar ook naar de energie en CO<sub>2</sub>-uitstoot van de gebruikte materialen en bouwprocessen. In dit verslag wordt er vooral onderzoek gedaan naar de totale CO<sub>2</sub> uitstoot van een gebouw. Dat kan je namelijk weten als de Global Warming Potential (GWP) van een gebouw bekend is.

## Wanneer is een gebouw Paris Proof?

In de tabel hier naast kan je aflezen wat de grenswaarden zijn van verschillende type gebouwen. Voor een architectenbureau is het dus de uitdaging om daar onder te blijven. Als wil voldoen aan het Paris Proof bouwen. Maar om te weten hoe je dat kan bereiken is het eerst nodig om goed te weten waar die CO<sub>2</sub> uitstoot vandaan komt en hoe je het wellicht kan reduceren.



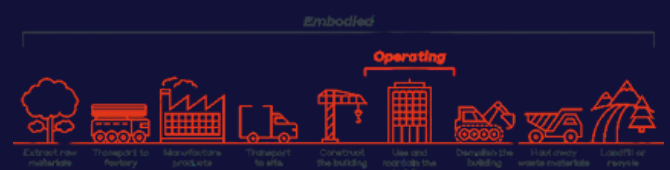
| Paris Proof grenswaarden  | materiaalgebonden kg CO <sub>2</sub> -eq. per m <sup>2</sup> |      |      |      |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                           | 2021                                                         | 2030 | 2040 | 2050 |
| Woning (eengezinswoning)  | 200                                                          | 126  | 75   | 45   |
| Woning (meergezinswoning) | 220                                                          | 139  | 83   | 50   |
| Kantoor                   | 250                                                          | 158  | 94   | 56   |
| Retail vastgoed           | 260                                                          | 164  | 98   | 59   |
| Industrie <sup>5</sup>    | 240                                                          | 151  | 91   | 54   |

## Hoe wordt de CO2 uitstoot berekend

Tegenwoordig worden verschillende methoden gebruikt om de CO2-uitstoot van gebouwen te meten. Veelvoorkomende benaderingen zijn onder andere de levenscyclusanalyse (LCA), die de totale CO2-uitstoot van een gebouw gedurende zijn hele levenscyclus evalueert, van de productie van materialen tot de sloop. Specifiek voor Nederland is er de MilieuPrestatie Gebouwen (MPG), die zich richt op het voldoen aan nationale milieuprestatie-eisen. Energiemodellering en simulaties worden gebruikt om de operationele CO2-uitstoot tijdens de gebruiksfase van het gebouw te voorspellen en optimaliseren. Deze methoden bieden waardevolle inzichten om de milieu-impact van bouwprojecten te verminderen.

## Wat is de levenscyclusanalyse (LCA)?

Life Cycle Assessment (LCA) is een goede meetmethode omdat het de volledige levenscyclus van een product analyseert, van grondstofwinning tot einde levensduur. In dit onderzoek gaat gebruik gemaakt worden van LCA. Het beoordeelt diverse milieu impact categorieën zoals CO2-uitstoot, watergebruik, en grondstofuitputting. LCA vergelijkt de milieueffecten van verschillende ontwerpopties en materialen, waardoor duurzame keuzes mogelijk zijn. Het helpt bij naleving van regelgeving en duurzaamheidcertificeringen en biedt kwantitatieve, verifieerbare data, wat leidt tot transparantie en vertrouwen van belanghebbenden. In het figuur hier onder is te zien welke stappen worden meegerekend in de totale LCA.

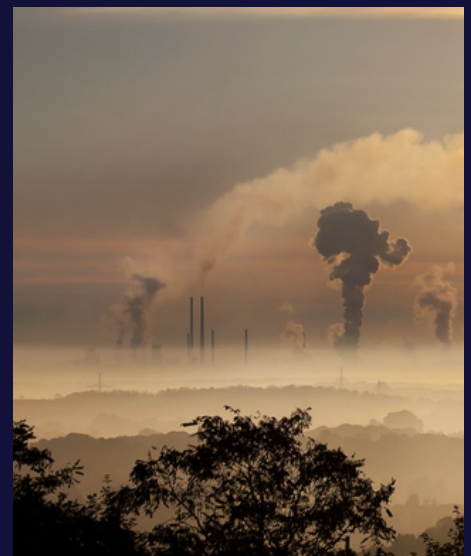


## Wat is de Global Warming Potential?

De Global Warming Potential (GWP) is een maatstaf die wordt gebruikt om de klimaatimpact van verschillende broeikasgassen te vergelijken. In dit verslag wordt specifiek gekeken naar de GWP van CO2, omdat CO2 een van de belangrijkste bijdragen levert aan de opwarming van de aarde. En als maatstaf wordt gebruikt voor het Parijs akkoord.

De GWP wordt uitgedrukt in kilogram CO2-equivalenten (kg CO2-eq) en geeft aan hoeveel een bepaalde hoeveelheid gas bijdraagt aan de opwarming van de aarde ten opzichte van dezelfde hoeveelheid kooldioxide (CO2) over een specifieke tijdsperiode, meestal 100 jaar.

In dit onderzoek wordt de GWP van CO2 gebruikt om de klimaatimpact van verschillende bouwmaterialen te kwantificeren. Door inzicht te krijgen in de GWP van deze materialen, kunnen bouwbedrijven en beleidsmakers duurzamere keuzes maken en zo de totale CO2-uitstoot in de bouwsector verminderen. Dit helpt bij het behalen van de klimaatdoelen van Parijs. Om een dergelijke CO2 tool te maken, wordt de GWP van materialen gebruikt om de berekeningen te maken.



# Hoe werkt de LCA ArchiCad tool?

Bij de Zwarte Hond maken ze gebruik van ArchiCad om in te moduleren. ArchiCad is een BIM-software die architecten helpt bij het 3D ontwerpen, modelleren en visualiseren van bouwprojecten. De makers van ArchiCad hebben een tool ontwikkeld die het mogelijk maakt om tijdens het ontwerpen van een gebouw inzicht te geven over de CO2 uitstoot en andere uitkomsten die te maken hebben met milieu impact. Deze tool wordt inzichtelijk gemaakt door deze deelvragen:

- Wat voor data heeft de LCA-tool nodig?
- Waar kan je deze data vinden?
- Hoe zet je deze data in het ArchiCad programma?
- Hoe krijg je de resultaten van de milieu impact van je ontwerp?



(DeignLCA in ArchiCad , n.d.)

## Wat voor data heeft de LCA-tool nodig

Om de LCA-tool te laten werken heeft de tool data nodig om berekeningen te maken. Daarom moeten de materialen gekoppeld worden aan milieuwaardes. Die waardes moeten wat zeggen over de milieu impact van het betreffende materiaal. Met die waardes kan de tool onder andere CO2 berekening maken. Welke waardes heeft de LCA-Tool van ArchiCad nodig:

### Unit Type:

De unit types in de ArchiCad tool verwijzen naar de verschillende categorieën en eenheden die worden gebruikt om de bouwmaterialen en -elementen te classificeren en te meten. Deze omvatten:

1. Volume: De ruimte die een materiaal of element inneemt, meestal gemeten in kubieke meters (m<sup>3</sup>).
2. Massa: Het gewicht van het materiaal, meestal gemeten in kilogrammen (kg).
3. Oppervlakte: Het gebied dat een materiaal of element bedekt, meestal gemeten in vierkante meters (m<sup>2</sup>).
4. Aantal: Het aantal afzonderlijke eenheden van een bepaald materiaal of element.

Door deze unit types te gebruiken, kan de ArchiCad tool nauwkeurige berekeningen maken van de hoeveelheid materiaal die nodig is en de bijbehorende CO2-uitstoot.

### Service life:

De service life van bouwmaterialen verwijst naar de verwachte periode waarin een materiaal effectief functioneert zonder significante slijtage of vervanging. In ArchiCad wordt deze informatie gebruikt voor levenscyclusanalyses (LCA) om de totale milieu-impact van een gebouw te berekenen. Materialen met een langere levensduur zijn duurzamer en kosten-efficiënter, omdat ze minder vaak vervangen en onderhouden hoeven te worden.

### Fase A1:

Omvat de winning en verwerking van grondstoffen die nodig zijn voor de productie van bouwmaterialen, zoals het delven van erts en het kappen van bomen.

### Fase A2:

Betreft het transport van de gewonnen grondstoffen naar de productielocaties, zoals het vervoer van hout naar een zagerij of van erts naar een smelterij.

### Fase A3:

Omvat de productieprocessen waarbij grondstoffen worden omgezet in bouwmaterialen, zoals het maken van beton, staal of bakstenen, inclusief de energie en hulpbronnen die hiervoor nodig zijn.

### Fase A4:

Omvat het transport van de geproduceerde bouwmaterialen naar de bouwplaats, zoals het vervoeren van beton, staal of baksteen van de fabriek naar de locatie waar ze worden gebruikt.



(MAsson, 2023)

## Waar kan je de milieudata van materialen vinden?

Milieudata voor de ArchiCad tool kan worden verzameld uit verschillende bronnen, met een nadruk op Environmental Product Declarations (EPD's). EPD's bieden gestandaardiseerde milieuprofielen van bouwmaterialen, inclusief CO2-uitstoot en energieverbruik, wat essentieel is voor de nauwkeurige levenscyclusanalyses (LCA) in ArchiCad. Andere waardevolle bronnen zijn de Nationale Milieu Database (NMD) en Ecoplatform, die betrouwbare en geverifieerde milieudata van diverse Europese producenten bieden. Ook kunnen producenten en leveranciers specifieke milieudata en certificeringen verstrekken.

## Voorbeeld van een EPD

Om te laten zien hoe een materiaal met de waardes in ArchiCad wordt gezet, wordt in dit onderzoek CLT als voorbeeld gebruikt. Door middel van een EPD wordt getoond hoe de gegevens daaruit gehaald kunnen worden.

## Stap 1:

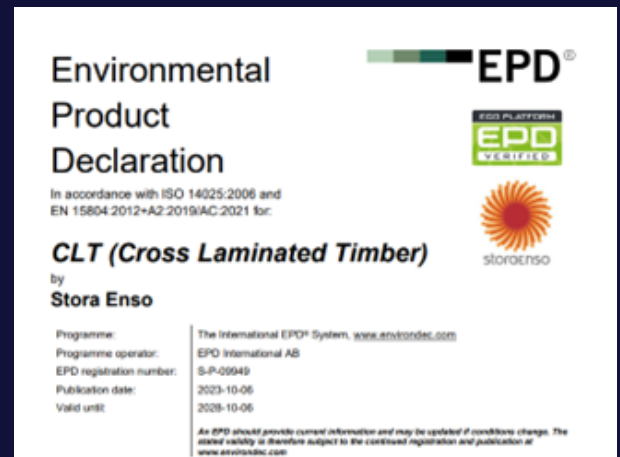
Het zoeken naar een EPD van een materiaal die je wilt toepassen in je BIM-model.

## Stap 2:

In de EPD moet je zoek naar de Environment information. Daar staat namelijk in wat de GWP totaal is. Daaruit kan je halen wat de uitstoot is per fase van de CLA. Ook zie je boevn in wat de unit-type is. In dit geval is het dus per kubieke meter.

### Step 3:

Nu heb je alleen nog de service life nog nodig voor het betreffende materiaal. In dit geval is dat 100 jaar.

[illegible]

### LCA information

Functional unit / declared unit: 1 m<sup>3</sup> of CLT by Stora Enso with a moisture content of 12 %

**Reference service life:** The reference service life (RSL) is understood as the period of time until the structure is replaced, rebuild, renovated or restored. If properly installed, the service lifetime of the CLT by Stora Enso is equal to the lifetime of the building, and thus 50 years is the default reference service life. Wood products can reach over 100 years' service life in service classes 1 and 2.

**Time representativeness:** Data for the study was collected from the production sites and represents the year 2020. This data includes raw material supply, transport distances, fuels, energy consumption, packaging, produced CLT by Stora Enso, by-products and waste.

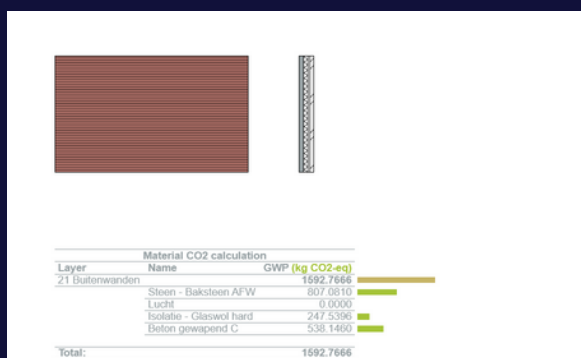
Database used: Ecoinvent 3.8 (November 2021)

LCA software used: SimaPro 9.3.0.3

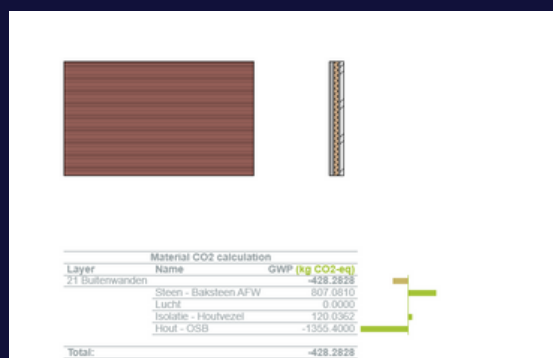
## Hoe kan je ontwerp overwegingen maken met deze tool?

In het vorige voorbeeld wordt eenvoudig uitgelegd hoe je de tool kunt laten werken. In het volgende voorbeeld laten we zien hoe je nuttige informatie uit de tool kunt halen en presenteren we hoe een resultaat eruit kan zien. In dit voorbeeld wordt onderzocht hoe een conventionele muur scoort in vergelijking met een muur die deels is gemaakt van biobased materialen. Dit dient als een soort test, waarbij we verwachten dat de biobased variant aanzienlijk beter zal presteren dan de conventionele variant. Hoewel dit soort berekeningen niet doorslaggevend zullen zijn voor het oplossen van milieuproblemen, vormen ze wel een eerste stap naar duidelijke inzichten in de ontwerpfase. Later in het verslag wordt dieper ingegaan op de mogelijkheden en toepassingen van een functionerende tool.

### Conventionele variant



### Biobased variant



## Conclusie varianten

Uit de berekeningen blijkt dat de duurzame variant aanzienlijk beter presteert dan de conventionele muur, voornamelijk dankzij de houten binnenmuur en de keuze voor duurzamere isolatie. Interessant is dat, ondanks het gebruik van dezelfde baksteen, de totale milieu-impact van de duurzame variant lager is. Dit geeft aan dat de keuze voor biobased materialen en duurzame isolatie een substantiële bijdrage levert aan het verminderen van de CO2-uitstoot.

Bovendien is er nog ruimte voor verdere verbetering. Door ook voor de baksteen een duurzamere variant te kiezen, kan de milieu-impact mogelijk nog verder worden verlaagd. Dit onderstreept het belang van een holistische benadering bij het selecteren van bouwmaterialen. Het gebruik van tools zoals ArchiCad maakt het mogelijk om dergelijke inzichten al in de ontwerpfase te verkrijgen, wat essentieel is voor het maken van geïnformeerde en duurzame ontwerpkeuzes.

Deze bevindingen tonen aan dat er aanzienlijke voordelen te behalen zijn door het toepassen van duurzame materialen en benadrukken het potentieel van geïntegreerde ontwerptools bij het optimaliseren van de milieuprestaties van bouwprojecten.

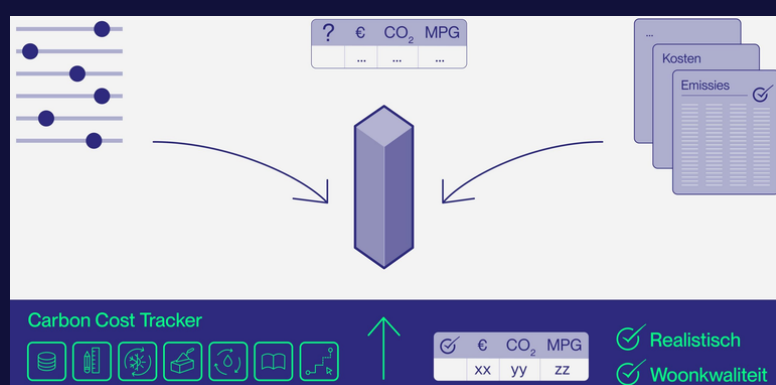
# Wat betekent deze tool voor het huidige manier van ontwerpen?

In de eerder besproken uitleg over de tool wordt duidelijk welke invloed materiaalkeuzes hebben. Het voorbeeld toont op een vereenvoudigde manier aan wat een ontwerpkeuze kan betekenen voor de potentiële CO<sub>2</sub>-uitstoot. Als deze tool werkt en daadwerkelijk gebruikt kan worden tijdens het modelleren van toekomstige projecten, zal het eenvoudiger worden om ontwerpkeuzes te maken. In het huidige systeem worden veel aannames gedaan. Bijvoorbeeld, men neemt aan dat het gebruik van CLT (Cross Laminated Timber) automatisch leidt tot een goede milieuprestatie. Met deze CO<sub>2</sub>-tool zijn het echter geen aannames meer; je weet het vrijwel zeker. Dit biedt een duidelijke maatstaf voor wat wel en niet mogelijk is.

Het uiteindelijke doel is om Paris Proof te bouwen. Dit betekent dat, als blijkt dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot van een ontwerp ruim binnen de grenswaarden blijft, je wellicht kunt overwegen om bepaalde onderdelen toch van beton te maken. De duidelijkheid die zo'n tool biedt, kan de huidige manier van ontwerpen volledig veranderen. Het geeft ontwerpers de mogelijkheid om geïnformeerde beslissingen te nemen en de milieuprestaties van hun projecten te optimaliseren.

## Zijn er al bureaus die met zo'n tool werken?

LEVS Architecten is een bureau dat al ver is gevorderd met het integreren van milieugegevens in hun BIM-systemen. Ze staan bekend om hun duurzame en innovatieve ontwerpen. Door gebruik te maken van geavanceerde CO<sub>2</sub>-tools en levenscyclusanalyse optimaliseren ze de milieuprestaties van hun projecten. Deze tools helpen bij het analyseren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van verschillende bouwmaterialen en ontwerpopties, waardoor bewuste keuzes voor duurzame en biobased materialen mogelijk worden. Dit verkleint de ecologische voetafdruk van hun gebouwen. Bovendien voorzien ze hun klanten van duidelijke data over de milieueffecten van ontwerpkeuzes, wat bijdraagt aan geïnformeerde beslissingen. Zo combineert LEVS Architecten esthetische en functionele architectuur met een sterke focus op duurzaamheid.



# Conclusie

“Hoe kan een Archicad-tool bijdragen aan het verminderen van de CO2-uitstoot in de toekomstige projecten van De Zwarte Hond, en hoe zou zo’n tool in de praktijk werken?”

---

Na veel onderzoek en testen heb ik uiteindelijk kunnen begrijpen hoe de LCA-tool in elkaar zit. De tool heeft momenteel echter nog niet genoeg data om gebruikt te kunnen worden bij een huidig project. Toch is dit onderzoek een veelbelovende start. De tool heeft bewezen nuttige informatie te kunnen bieden, zoals blijkt uit de vergelijking tussen de twee verschillende muursoorten.

In de toekomst denk ik dat de tool kan worden gebruikt om verschillende varianten van gebouwen te analyseren. Hiermee kunnen weloverwogen keuzes worden gemaakt die zowel esthetiek als milieuprestaties van het gebouw in balans brengen. Dit zou ontwerpers in staat stellen om duurzamere en beter geïnformeerde beslissingen te nemen tijdens het ontwerpproces.

Ik denk dat er uiteindelijk naar toe moet worden gewerkt dat de tool als een soort CO2-budgetmeter wordt gezien. Dit zou betekenen dat je tijdens het modelleren inzicht krijgt in de mogelijke uitstoot van het gebouw, zodat je op tijd wordt gewaarschuwd als het de verkeerde richting op gaat. Daarnaast denk ik dat de tool een grote rol gaat spelen in de materiaalkeuzes van ontwerpen. Als je Paris Proof wilt bouwen, kan de tool een beslissende rol spelen bij de keuze van materialen.

Tot slot kan geconcludeerd worden dat dit thema belangrijk is voor alle bureaus, maar dat het nog in een erg vroeg stadium is. Daarom moeten we ons verplicht voelen om alle informatie die we hebben over dit thema met elkaar te delen. Milieuproblemen zijn namelijk een maatschappelijk probleem dat iedereen aangaat.

# Discussie

---

De bevindingen uit dit onderzoek naar de toepassing van de ArchiCad LCA-tool voor het verminderen van CO<sub>2</sub>-uitstoot in de bouwsector tonen veelbelovende resultaten. Het gebruik van de tool biedt waardevol inzicht in de milieuprestaties van verschillende bouwmaterialen en ontwerpkeuzes al in de vroege ontwerpfase. Dit vroegtijdige inzicht is cruciaal voor het maken van duurzamere keuzes en het reduceren van de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van bouwprojecten.

Echter, het onderzoek heeft ook aangetoond dat de huidige hoeveelheid beschikbare data voor de tool nog onvoldoende is om het direct toe te passen in lopende projecten. De tool kan op dit moment niet volledig benut worden vanwege de beperkte beschikbaarheid van milieugegevens voor diverse materialen. Dit tekort aan data belemmert de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de analyses, waardoor de volledige potentie van de tool nog niet gerealiseerd kan worden.

Ondanks deze beperking biedt de tool al nuttige inzichten, zoals blijkt uit de vergelijking tussen de conventionele en biobased muurvarianten. Dit geeft aan dat de tool in de toekomst kan bijdragen aan het maken van beter geïnformeerde materiaalkeuzes en ontwerpbeslissingen. Door het gebruik van een CO<sub>2</sub>-budgetmeter tijdens het modelleren kunnen ontwerpers tijdig worden gewaarschuwd als een ontwerp niet voldoet aan de gestelde milieudoelstellingen, wat helpt bij het naleven van normen zoals Paris Proof bouwen.

Het is duidelijk dat de ontwikkeling en integratie van een dergelijke tool van groot belang is voor de bouwsector. Om de effectiviteit van de tool te vergroten, is samenwerking tussen verschillende bureaus en de uitwisseling van data en kennis essentieel. Milieuproblemen vormen een maatschappelijk vraagstuk dat iedereen aangaat, en alleen door gezamenlijke inspanningen kunnen we significante vooruitgang boeken.

Daarom is het noodzakelijk dat alle betrokken partijen – van architecten en ingenieurs tot beleidsmakers en materiaalproducenten – samenwerken en informatie delen. Dit gezamenlijke streven naar duurzaamheid kan leiden tot een aanzienlijke vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de bouwsector en draagt bij aan het behalen van de klimaatdoelstellingen zoals vastgelegd in het Klimaatakkoord van Parijs.

# Aanbeveling

---

Op basis van de bevindingen van dit onderzoek naar de ArchiCad LCA-tool voor CO<sub>2</sub>-reductie in de bouwsector worden de volgende aanbevelingen gedaan:

## TRAINING EN EDUCATIE:

HET IS ESSENTIEEL OM ONTWERPERS, INGENIEURS EN ANDERE BETROKKENEN OP TE LEIDEN IN HET GEBRUIK VAN DE ARCHICAD LCA-TOOL EN DE INTERPRETATIE VAN DE RESULTATEN. DIT ZAL HEN HELPEN OM BEWUSTE KEUZES TE MAKEN DIE BIJDRAGEN AAN CO<sub>2</sub>-REDUCTIE.

## UITBREIDING VAN DE MILIEUDATABASE:

ER MOET GEÏNVESTEERD WORDEN IN HET UITBREIDEN EN VERFIJNEN VAN DE MILIEUDATABASE MET BETROUWBARE EN GEDETAILLEERDE GEGEVENS VOOR DIVERSE BOUWMATERIALEN. DIT KAN WORDEN BEREIKT DOOR SAMENWERKING MET MATERIAALPRODUCENTEN EN HET GEBRUIK VAN ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATIONS (EPD'S).

## SAMENWERKING EN KENNISDELING:

ARCHITECTENBUREAUS, INGENIEURS EN MATERIAALPRODUCENTEN MOETEN SAMENWERKEN EN ACTIEF KENNIS EN DATA DELEN. DIT GEZAMENLIJKE STREVEN ZAL LEIDEN TOT EEN SNELLERE EN EFFECTIEVERE IMPLEMENTATIE VAN DUURZAME BOUWPRAKTIJKEN.

# Literatuurlijst

---

- DeignLCA in Archicad . (sd). Opgehaald van KUBUS: <https://www.kubusinfo.nl/blog/design-lca/>
- MAsson, S. (2023, September). Life Cycle Stages . Opgehaald van One CLick LCA: <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360015064999-Life-Cycle-Stages>
- Overeenkomst van Parijs. (sd). Opgehaald van Klimaat: <https://klimaat.be/klimaatbeleid/internationaal/overeenkomst-van-parijs>
- Paris Proof materiaalgebonden protocol. (sd). Opgehaald van Dutch Green Building Council: <https://www.dgbc.nl/tools/paris-proof-materiaalgebonden-protocol-21>
- What's next for building life cycle assessments? (sd). Opgehaald van WSP: <https://www.wsp.com/en-ca/insights/ca-growing-up>

# Bijlage

# Opgehaalde data voor de eerste test van de LCA tool

## LCA test 1

| Bedrijf                                    | Soort                                     | Service life | A1-A3   | Valid until | Bron                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|---------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | <b>Vloeren</b>                            |              |         |             |                                                                                                                                                                                                         |
| VBI                                        | (A150) Kanaalplaatvloer 150               | 100 jaar     | 37.54   |             | <a href="https://vbi.nl/downloads/">https://vbi.nl/downloads/</a>                                                                                                                                       |
| VBI                                        | (A200) Kanaalplaatvloer 200               | 100 jaar     | 42.61   |             | <a href="https://vbi.nl/downloads/">https://vbi.nl/downloads/</a>                                                                                                                                       |
| VBI                                        | (A260) Kanaalplaatvloer 260               | 100 jaar     | 56.33   |             | <a href="https://vbi.nl/downloads/">https://vbi.nl/downloads/</a>                                                                                                                                       |
| VBI                                        | (AVU32) Kanaalplaatvloer 320              | 100 jaar     | 58.6    |             | <a href="https://vbi.nl/downloads/">https://vbi.nl/downloads/</a>                                                                                                                                       |
| VBI                                        | (AVU40) Kanaalplaatvloer 400              | 100 jaar     | 78.56   |             | <a href="https://vbi.nl/downloads/">https://vbi.nl/downloads/</a>                                                                                                                                       |
|                                            | <b>Kalkzandsteen</b>                      |              |         |             |                                                                                                                                                                                                         |
| Bundesverband Kalksandstein Industrie e.V. | Kalkzandsteen                             | 100 jaar?    | 126     |             | <a href="#">Kalksandstein.pdf</a>                                                                                                                                                                       |
|                                            | <b>CLT</b>                                |              |         |             |                                                                                                                                                                                                         |
| Stora Enso                                 | CLT (cross Laminated Timber)              |              | -708    |             | <a href="https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/1a41e427-c680-4160-f75-08dc52cf9624/Data">https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/1a41e427-c680-4160-f75-08dc52cf9624/Data</a>   |
| KLH                                        | CLT (cross Laminated Timber)              |              | -675    | 6/29/2028   | <a href="https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/2362699b-b8ea-48f4-13b0-08dbca69748b/Data">https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/2362699b-b8ea-48f4-13b0-08dbca69748b/Data</a> |
| Financiera Maderera S.A.                   | CLT (cross Laminated Timber)              |              | -586    | 9/20/2028   | <a href="https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/4da5cfd3-8d32-4524-128e-08dbca69748b/Data">https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/4da5cfd3-8d32-4524-128e-08dbca69748b/Data</a> |
| Egoin S.A.                                 | EGO-CLT Cross Laminated Timber wood panel |              | -685.53 | 5/18/2023   | <a href="https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/7959eb60-06e1-4907-8b7d-a8dc7490d811/Data">https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/7959eb60-06e1-4907-8b7d-a8dc7490d811/Data</a> |
| Stora Enso                                 | Sylva CLT Rib                             |              | -102    |             | <a href="https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/4ecdab5-447e-43ef-f174-08dc52cf9624/Data">https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/4ecdab5-447e-43ef-f174-08dc52cf9624/Data</a>   |
|                                            | <b>Steen</b>                              |              |         |             |                                                                                                                                                                                                         |
|                                            | Steen - Betonblok                         | 60 jaar      | 314     |             | <a href="https://www.environdec.com/library/epd4244">https://www.environdec.com/library/epd4244</a>                                                                                                     |
|                                            | <b>Staal</b>                              |              |         |             |                                                                                                                                                                                                         |
|                                            | Stalen balken                             | ?            | 1.12    |             | <a href="https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/6574f4e7-2e7c-4f70-39f2-08d99c9745fc/Data">https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/6574f4e7-2e7c-4f70-39f2-08d99c9745fc/Data</a> |
|                                            | <b>Binnenwanden</b>                       |              |         |             |                                                                                                                                                                                                         |
| National Gypsum Company                    | Gipsplaat                                 | 75 jaar      | 362     |             | <a href="https://www.nationalgypsum.com/design-resource-center/product-sustainability/epds">https://www.nationalgypsum.com/design-resource-center/product-sustainability/epds</a>                       |

## Opgehaalde milieu data voor conventionele variant en biobased variant

### EPD's toepasbaar voor Biobased variant

| Bedrijf                                               | Materiaal     | Soort                                              | Unit Type | Service life | GWP unit type | A1-A3                   | A-4              | Link                                                                                            |
|-------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------|-----------|--------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Wanden</a>                                |               |                                                    |           |              |               |                         |                  |                                                                                                 |
| <a href="#">Stora Enso</a>                            | CLT           | Voornamelek Picea abies (spar) en Pinus sylvestris | 1m3       | 50 jaar      | 1g CO2 eq     | nagatief 708 1g CO2 eq  | 25.9 1g CO2 eq   | <a href="https://www.storaenso.com/03enr/03a2343">https://www.storaenso.com/03enr/03a2343</a>   |
| <a href="#">KLMmassivoort</a>                         | Hout          | Cross Laminated Timber                             | 1m3       | 100 jaar     | 1g CO2 eq     | nagatief 675 1g CO2 eq  | 45.5 1g CO2 eq   | <a href="https://www.klm-massivoort.nl/en/03a2343">https://www.klm-massivoort.nl/en/03a2343</a> |
| <a href="#">Vloeren</a>                               |               |                                                    |           |              |               |                         |                  |                                                                                                 |
| <a href="#">Stora Enso</a>                            | CLT           | Voornamelek Picea abies (spar) en Pinus sylvestris | 1m3       | 50 jaar      | 1g CO2 eq     | nagatief 708 1g CO2 eq  | 25.9 1g CO2 eq   | <a href="https://www.storaenso.com/03enr/03a2343">https://www.storaenso.com/03enr/03a2343</a>   |
| <a href="#">Isolatie</a>                              |               |                                                    |           |              |               |                         |                  |                                                                                                 |
| <a href="#">Hünzler Fiber AS</a>                      | Houtvezels    | Hünzler Terfitec isolatie platen                   | 1m2       | 60 jaar      | 1g CO2 eq     | nagatief 2.38 1g CO2 eq | 0.263 1g CO2 eq  | <a href="https://www.hunzler.com/en/03a2343">https://www.hunzler.com/en/03a2343</a>             |
| <a href="#">Buc2000</a>                               | Isolatie      | Thermo reflecterende themo-alkoestische isolatie   | 1m2       | 20 jaar      | 1g CO2 eq     | 2.57 1g CO2 eq          | 0.0364 1g CO2 eq | <a href="https://www.buc2000.nl/en/03a2343">https://www.buc2000.nl/en/03a2343</a>               |
| <a href="#">Aluminium kozijnen</a>                    |               |                                                    |           |              |               |                         |                  |                                                                                                 |
| <a href="#">ETEMS A</a>                               | aluminium     | M8-Finished Aluminium Profile                      | 1g        | Niet vermeld | 1g CO2 eq     | 5.61 1g CO2 eq          | Niet gegeven     | <a href="https://www.etems.com/en/03a2343">https://www.etems.com/en/03a2343</a>                 |
| <a href="#">Houten vaste raamkozijn</a>               |               |                                                    |           |              |               |                         |                  |                                                                                                 |
| <a href="#">Accoya Technologies</a>                   | Hout          | Geacetyleerd Radiata Pine Hout                     | 1m2       | 60 jaar      | 1g CO2 eq     | 36.1 1g CO2 eq          | 0.629 1g CO2 eq  | <a href="https://www.accia.com/en/03a2343">https://www.accia.com/en/03a2343</a>                 |
| <a href="#">Houten deur</a>                           |               |                                                    |           |              |               |                         |                  |                                                                                                 |
| <a href="#">Daleo</a>                                 | Hout en staal | dennerhout (Pinus sylvestris)                      | 1m2       | 60 jaar      | 1g CO2 eq     | 2.37 1g CO2 eq          | 0.05 1g CO eq    | <a href="https://www.daleo.nl/en/03a2343">https://www.daleo.nl/en/03a2343</a>                   |
| <a href="#">Kozijnen</a>                              |               |                                                    |           |              |               |                         |                  |                                                                                                 |
| <a href="#">Asociación Española de Aluminio (AEA)</a> | aluminium     | geëxtrudeerde aluminium profielen                  | 1m2       | 30 jaar      | 1g CO2 eq     | 117 1g CO2 eq           | Niet gegeven     | <a href="https://www.enwonder.com/03enr/03a2343">https://www.enwonder.com/03enr/03a2343</a>     |

EPD's toepasbaar voor conventioneel gebouw

[illegible]