

CO2 Prestatieladder 2022

Code: TIKK2022
20 juni 2022

Ketenanalyse Duurzaam ontwerpen

	Inhoudsopgave	
1.	Inleiding	4
1.1	Doelstelling	4
1.2	Keuze ketenanalyse	4
1.3	Definities	6
1.4	Afbakening/ systeemgrenzen	7
1.5	Beschrijving van de keten	7
1.6	<i>CO2 Reductie doelstelling</i>	8
1.7	<i>Maatregelen</i>	8
1.8	<i>Resultaten</i>	8
2.	CO2 Reductiemogelijkheden door verantwoord ontwerpen	9
2.1	<i>Ranking the Projects</i>	10
3.	Hoe werk de MIM tool (Milieu-Imapct-Monitor)	10
3.1	<i>Nationale Milieu Database</i>	11
3.2	<i>De Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken</i>	12
3.3	<i>Europese norm</i>	12
4.	Casestudies MIM	12
4.1	<i>Milieu-impact op gebouwniveau</i>	14
4.1.1	<i>Impact betonnen onderbouw</i>	14
4.1.2	<i>Compact bouwen</i>	16
4.2	<i>Milieu-impact op elementniveau</i>	17
4.2.1	<i>Paalfunderingen</i>	17
4.2.2	<i>Bouwkuipen</i>	18
4.2.3	<i>Studie duurzame kolommen</i>	19
4.2.4	<i>Studie duurzame vloeren</i>	20
4.2.5	<i>Studie duurzame spanten</i>	21
4.2.6	<i>Studie duurzame spanten</i>	21

4.3	<i>Milieu-impact op materiaalniveau</i>	22
4.3.1	<i>Ontwikkeling naar zero-impact beton</i>	23
4.3.2	<i>Gebruik van hergebruikt en gerecycled staal (donorskelet)</i>	23
4.3.3	<i>Toepassen van geoogste houten liggers</i>	24
4.3.4	<i>Kiezen voor biobased alternatieven</i>	25
5.	Inzichten milieu-impact gestuurd ontwerpen	25
6.	Verbeteringen	26

1. Inleiding

Dit document beschrijft de ketenanalyse van ABT "Duurzaam ontwerpen oftewel *Milieu-impact gestuurd ontwerpen*".

In een ketenanalyse wordt de CO₂-uitstoot van een bepaald product of dienst van de gehele keten berekend. Met de gehele keten wordt de gehele levenscyclus van inwinning van de grondstof tot en met verwerking van afval van het product bedoeld. Het product zelf van ABT (rapportages) heeft geen invloed op de emissies, wel de uitwerking van het advies in een product. Dus de invloed van ABT in de ontwerpfase is het grootst, dat wil zeggen de ontwerpkeuzes die gemaakt zijn op basis van de functionele en technische eisen van de opdrachtgever en de te ontwikkelen optimalisaties. Uiteindelijk hebben deze keuzes invloed op de fase realisatie door de aannemer en hoe het gebouw gebruikt gaat worden.

1.1 Doelstelling

In het kader van het behalen van stap 5 op de CO₂-Prestatieladder voert ABT een analyse uit van GHG (Green House Gas) genererende ketens. Deze rapportage beschrijft deze ketenanalyse.

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is om de milieu-impact van een gebouw inzichtelijk te maken zodat CO₂-reductiekansen geïdentificeerd kunnen worden. Hiermee kunnen de reductiedoestellingen gedefinieerd worden en de voortgang gemonitord. Voor de uitwerking van deze ketenanalyse is het SKAO-handboek 3.1 aangehouden.

Natuurlijke bronnen vormen de basis voor ons bestaan en dat van de gebouwde omgeving. De wijze waarop bronnen worden ingezet en verwerkt, bepalen in hoge mate de kwaliteit van het milieu en de natuurlijke balans. ABT levert een bewuste en actieve bijdrage aan het duurzame gebruik van deze natuurlijke bronnen en het milieu. Met kennis van en passie voor techniek wordt de milieuprestatie van gebouwen meetbaar gemaakt waardoor er actief en integraal in het ontwerp op gestuurd kan worden. Door het inzichtelijk en meetbaar maken van de milieu-impact van gebouwen komt de bouwsector stap voor stap tot schonere gebouwen.

1.2 Keuze ketenanalyse

De keuze voor het opstellen van deze specifieke ketenanalyse komt voort uit de rangorde van de meest materiele scope 3 emissiebronnen die samen de grootste bijdrage leveren aan de totale scope 3 emissies van ABT en door ABT zijn te beïnvloeden. De scope 3 emissies van ABT zijn uitgewerkt in het document: *220715_TIKK2022_Scope 3 inventarisatie_CON_V1*. In dit rapport is een analyse gegeven van de scope 3 emissies van ABT bv.

Scope 3 emissies:

Upstream Gekochte goederen en diensten (1)

Hieronder vallen de emissies als gevolg van aangekochte goederen en diensten. Voor ABT bestaat de aankoop vooral uit papier.

Upstream Transport gerelateerde activiteiten (4-7)

Binnen de categorie transport komt een significante CO₂ uitstoot vrij bij zakelijk verkeer met de OV (valt nu onder scope 2) en het woonwerk verkeer met de prive auto's.

Upstream Afvalverwerking (12)

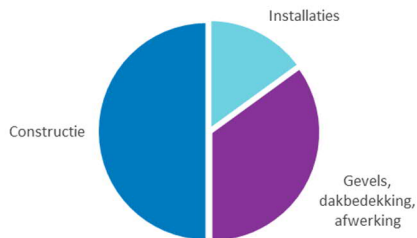
Binnen deze categorie valt de verwerking van het afval van de activiteiten van ABT. Het gaat hier vooral om kantoomateriaal. Papier, glas, huishoudelijk afval.

Downstream Gebruik verkochte producten (11)

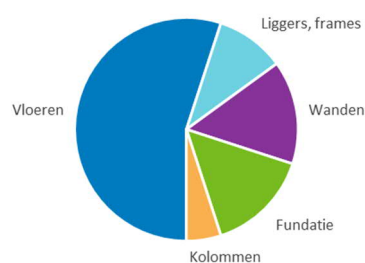
Invloed/ reductie: ABT heeft als ingenieurbureau invloed op deze downstream emissie door haar ontwerpen en adviezen. Bij een alternatieve constructie door o.a. gebruik van andere materialen en slank ontwerpen kan tot 20% bespaard worden op de CO2 uitstoot.

In de scope 3 emissie is de rangorde van de emissiecategorieën op basis van belang en invloed vastgesteld. Binnen ABT zijn de kennisgroepen constructie en bouwkunde met bouwfysica & Installatie naar voren gekomen. De groepen constructies en bouwkunde hebben de meest innovatieve invloed op het "Milieu-impact gestuurd ontwerpen".

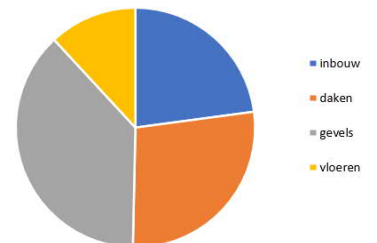
Aandeel milieu-impact in traditionele U-bouw



Aandeel constructie-elementen



Aandeel bouwkundige elementen



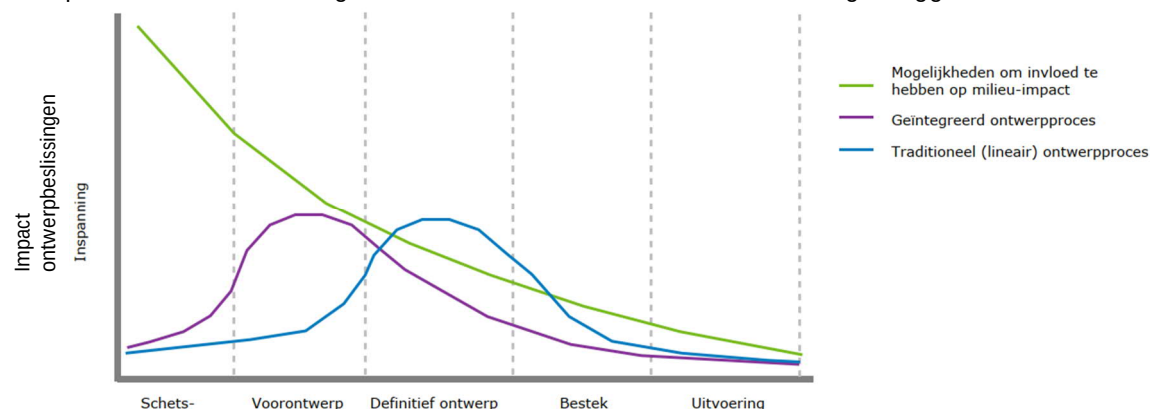
Om de stap van energieneutrale naar milieuneutrale gebouwen te maken verschuift de focus steeds meer van energie- naar het materiaalgebruik van gebouwen en het minimaliseren van de milieubelasting van deze materialen.

Drie uitdagingen staan hierbij centraal:

- slimmer ontwerpen van gebouwen, door minder grondstoffen en grondstoffen met een lage impact te gebruiken;
- flexibele gebouwen ontwerpen die aanpasbaar zijn aan mogelijke toekomstige wensen en behoeften voor een langere levensduur;
- om bestaande gebouwen of bouwdelen te renoveren en bouwmaterialen te hergebruiken.

Circa 50% tot 60% van de totale hoeveelheid bouw materiaal wordt gevormd door de draagconstructie, de bijdrage hiervan is dus substantieel.

Een belangrijke eerste stap naar duurzaam materiaalgebruik is het monitoren van de milieu-impact van de toegepaste constructiematerialen in een ontwerp. Dit maakt het materiaalgebruik en de bijbehorende milieu-impact inzichtelijk en meetbaar. Het monitoren kan zowel op materiaal-, element- als gebouwniveau. Hierdoor kun je stap voor stap tot steeds schonere gebouwen komen en de lat iedere keer hoger leggen.



1.3 Definities

Duurzaamheid

Met duurzaamheid wordt in dit onderzoek de milieu-impact bedoeld. Een zo min mogelijk negatief effect op het milieu.

Milieu-impact

Een voorbeeld van milieu-impact in de context van dit onderzoek is de CO₂-uitstoot die veroorzaakt wordt door de productie en het transport van een constructiemateriaal. De CO₂-uitstoot kan worden uitgedrukt in gram, kg en ton, waarbij in dit onderzoek is gekozen voor kg.

(Bron: Abt-Wiki)

Carbon footprint

Carbon footprint is een meetinstrument om de invloed van onze activiteit op het milieu te meten. Dit is de meting van broeikasgassen vertaald in CO₂-uitstoot. Een carbon footprint bestaat uit twee delen, de primaire en secundaire footprint.

- De primaire footprint is de directe emissie uit verbranding van fossiele brandstoffen, zoals bij een auto of het gebruik van gas voor het verwarmen van een huis.
- De secundaire footprint is de indirecte CO₂-uitstoot van de gehele levenscyclus van producten die we gebruiken, ook wel bekend als de productketen.

1kg CO₂-uitstoot is gelijk aan:

- Productie van 5 plastic draagtassen
- Het rijden van 6 km met de auto
- 12 km reizen met het ov.

(Bron Website - <http://www.ikbenduurzaam.nl/index.php/milieu/44-vervuiling/92-de-carbon-Footprint-een-uitleg>)

Schaduw prijzen

Schaduw prijzen zijn kunstmatige prijzen voor goederen of productiefactoren die niet op markten worden verhandeld. Het milieu is daar een voorbeeld van. Schaduw prijzen worden in de context van dit onderzoek gezien als een geldbedrag voor de compensatie van milieu-impact.

(Bron: Handboek Schaduw prijzen).

Levens Cyclus Analyse

De LCA is een manier om de totale milieu-impact van een product gedurende de hele levenscyclus te bepalen. Dat wil zeggen dat er gekeken wordt naar de winning van grondstoffen, productie, transport, gebruik en afvalverwerking.

Milieubeleidsdoelstellingen

Milieubeleidsdoelstellingen zijn doelen waarvoor nationale streefcijfers gelden om de milieukwaliteit te behouden, beschermen en verbeteren. Het dient als bescherming van de gezondheid van de mens en zorgt ervoor dat we behoedzaam gebruikmaken van natuurlijke hulpbronnen.

(Bron Website - <http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/handboek-eu/hoofdpijnen-eu/doelstellingen>)

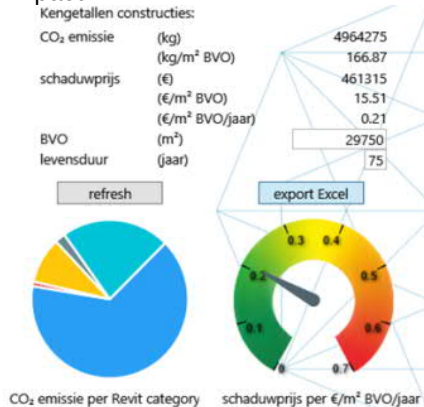
Revit

Revit is modelleer software. Een tekenpakket om digitale Bouw Informatie Modellen te kunnen bouwen (3D-modellen)

MIM-tool

De Milieu-Impact Monitor (MIM-tool) is een Revit plug-in die de milieudata koppelt met de materialen in het BIM-model.

Met één druk op de knop kan de milieu-impact (carbon footprint en schaduwprijs) van de (constructie)materialen berekend worden. Het doel is om in het ontwerp te sturen naar een gebouw met een steeds lagere milieu-impact.



1.4 Afbakening/ systeemgrenzen

In deze ketenanalyse wordt de werkmethode beschreven waarmee wij inzicht krijgen in de milieu-impact van de ABT ontwerpen. Er is specifiek gekeken naar welke constructieve en bouwkundige materialen en ontwerpkeuzes gevolgen hebben voor het milieu-impact. De milieu-impact wordt uitdrukt in **schaduw prijzen** waardoor een vergelijking kan gemaakt worden met andere ontwerpen. Om aan hoeveelheden van constructieve onderdelen te komen, wordt gebruik gemaakt van **Revit modellen**. Een aantal projecten wordt getoetst op de milieu-impact en de resultaten worden met elkaar vergeleken.

De ketenanalyse zal zich beperken tot een aantal onderdelen. Binnen de scope van het onderzoek zal worden gekeken naar schaduw prijzen van constructieve en bouwkundige materialen. Installatietechnische zaken worden voor nu buiten beschouwing gelaten. Dit zou in een latere versie van de ketenanalyse wel kunnen worden meegenomen.

Onder constructieve materialen verstaan we:

- In het werk gestorte beton
- Prefabbeton
- Constructiestaal
- Gelamineerd hout
- Hout

1.5 Beschrijving van de keten

De keten omtrent van constructieve en bouwkundige materialen bestaat uit: grondstofwinning, productie, distributie, gebruik tot afvalverwerking.

Binnen keten werkt ABT met de volgende ketenpartners:

- Architecten
- Klanten/ opdrachtgevers
- Duurzame leveranciers
- Aannemers

De Architect is van belang omdat hij/zij waarschijnlijk al een keuze in (constructieve) materialen heeft gemaakt en open moet staan om dit te wijzigen als hiermee tot een duurzamer ontwerp gekomen kan worden.

De klant moet open staan om na te denken en keuzes te willen maken betreffende kosten versus duurzame constructie, maar ook esthetische overwegingen.

Duurzame leveranciers. Dit zijn leveranciers van materialen die duurzamer worden geproduceerd (minder milieu impact).

Opdrachtgevers zullen aannemers meer moeten betrekken bij het ontwerpproces en indien mogelijk de aannemer faciliteren, ondersteunen en aanmoedigen in het duurzaam bouwen. Tegelijkertijd zullen aannemers opdrachtgevers moeten wijzen op de vele mogelijkheden op het gebied van verduurzaming.

1.6 CO2 Reductie doelstelling

In het vervolg op de ABT brede doelstellingen worden in de groepen Constructies, Civiele techniek en bouwkunde gericht aandacht geschonken aan duurzaam ontwerpen.

Het gaat in daarbij met name om:

- Monitoren van de milieu impact van gebouwen en uitvoeren van variantstudies.
- Verankering en procesborging o.a. door inbouwen duurzaamheidsplan in ontwerptraject, duurzaamheidshoofdstuk in onze standaard constructie berekening deel A, aansluiten bij "green deal beton"- MVO, etc.
- Studie naar innovatieve duurzame materialen
- Publiciteit geven aan de behaalde doelen

De CO2 besparing door MIM kan oplopen tot 500 ton CO2 per project. Hiermee is de besparing van 5% over de afgelopen 3 jaar meer dan behaald. (Voor de komende 3 jaar willen we nog 5% CO2 uitstoot reduceren bij projecten waar MIM wordt toegepast).

1.7 Maatregelen

Om de reductiedoelstelling te kunnen realiseren en monitoren worden de volgende maatregelen genomen:

- Op elementniveau onderzoeken welke elementen een zo laag mogelijke milieu-impact hebben.
- Op materiaalniveau kijken we welke materialen of combinaties de laagste impact hebben.
- Ontwikkeling naar zero-impact beton.
- Kiezen voor biobased alternatieven

1.8 Resultaten

Per 1 juli 2021 is de milieuprestatie van de toegepaste materialen voor nieuwe woningen (MPG) aangescherpt van 1,0 naar 0,8. Dit betekent dat er milieuvriendelijker en meer circulair moet worden gebouwd. Het doel is om de eis stapsgewijs scherper te stellen en uiterlijk in 2030 te halveren. In 2050 is het doel om namelijk een klimaat neutrale en circulaire gebouwde omgeving te realiseren. De eis wordt niet alleen aangescherpt: op dit moment wordt ook de mogelijkheid onderzocht om de milieuprestatie-eis uit te breiden naar andere gebruiksfuncties en naar renovatie.

Door de MIM wordt al snel duidelijk of het ontwerp binnen deze grenswaarde valt. De resultaten uit de MIM zijn rechtstreeks te gebruiken voor een MPG-berekening, BREEAM-certificering en de GPR-berekening.

Daarnaast worden streefwaarden voor koolstofemissies van CO2-budgetten voor gebouwen steeds belangrijker voor het ontwikkelen van klimaat neutrale gebouwenvoorraden. Om onder de temperatuurstijging van 1,5 graden te blijven is een

wereldwijd CO2 budget bepaald. Hieruit kan een CO2-budget voor de Nederlandse bouw worden afgeleid.

Ontwerpbeslissingen worden genomen op basis van koolstofemissies met daar aan gekoppeld streefwaarden om Paris-proof te zijn zoals bij het project DSM-HQ in Maastricht.

Essentieel hierbij is inzicht in welke onderdelen van een gebouw het meeste bijdragen aan emissies. De Milieu-impact monitor helpt hierbij.

Grenswaarden voor nieuwbouw

Tabel 1. Grenswaarden voor Paris Proof bouwwerken. Grenswaarde is gegevens in "embodied Carbon" per m² bouwwerk.

Paris Proof grenswaarden	embodied carbon kg CO ₂ -eq. per m ²			
	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 ⁵	240	151	91	54

Grenswaarden voor renovatie

Tabel 2. Grenswaarden voor Paris Proof bouwwerken. Grenswaarde is gegevens in "embodied Carbon" per m² bouwwerk.

Paris Proof grenswaarden	embodied carbon kg CO ₂ -eq. per m ²			
	2021	2030	2040	2050
Woning (eengezinswoning)	100	63	38	23
Woning (meergezinswoning)	100	63	38	23
Kantoor	125	79	47	28
Retail vastgoed	125	79	47	28
Industrie	100	63	38	23

Bron: DGBC Rekenprotocol Paris Proof Embodied Carbon

2. CO2 Reductiemogelijkheden door verantwoord ontwerpen

Naarmate het energieverbruik van een gebouw duurzamer wordt, wordt het aandeel van materiaal in de milieu-impact groter. De verwachting is dat in toekomst de beoordelingen meer gebaseerd zullen zijn op materiaaltoepassing.

Het doel om gebouwen energieneutraal te maken komt steeds dichterbij. Wanneer dit bereikt is, zullen er nieuwe doelen komen die gericht zijn op materiaal. Dit zal ontwerpers uiteindelijk wel dwingen om duurzame alternatieven te overwegen.

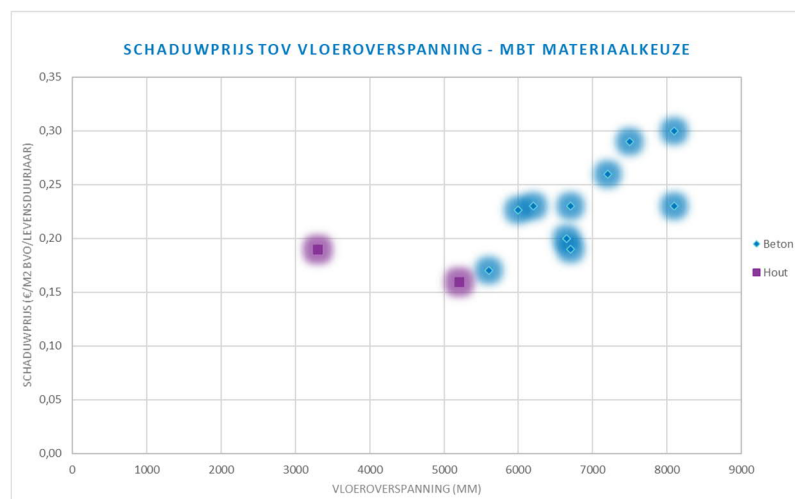
Het berekenen van de milieuprestatie is in de burgerlijke en utiliteitsbouw (B&U) verplicht volgens het Bouwbesluit. In de grond-, weg- en waterbouw (GWW) zien we dat steeds meer opdrachtgevers de milieuprestatie als gunningscriterium opnemen bij hun aanbestedingen.

2.1 Ranking the Projects

De milieu-impact die wij bij ABT berekenen voor alle projecten zorgen voor veel data. Deze data gebruiken we om inzicht te krijgen welke manier van bouwen het meest optimaal is voor minimale milieu-impact.

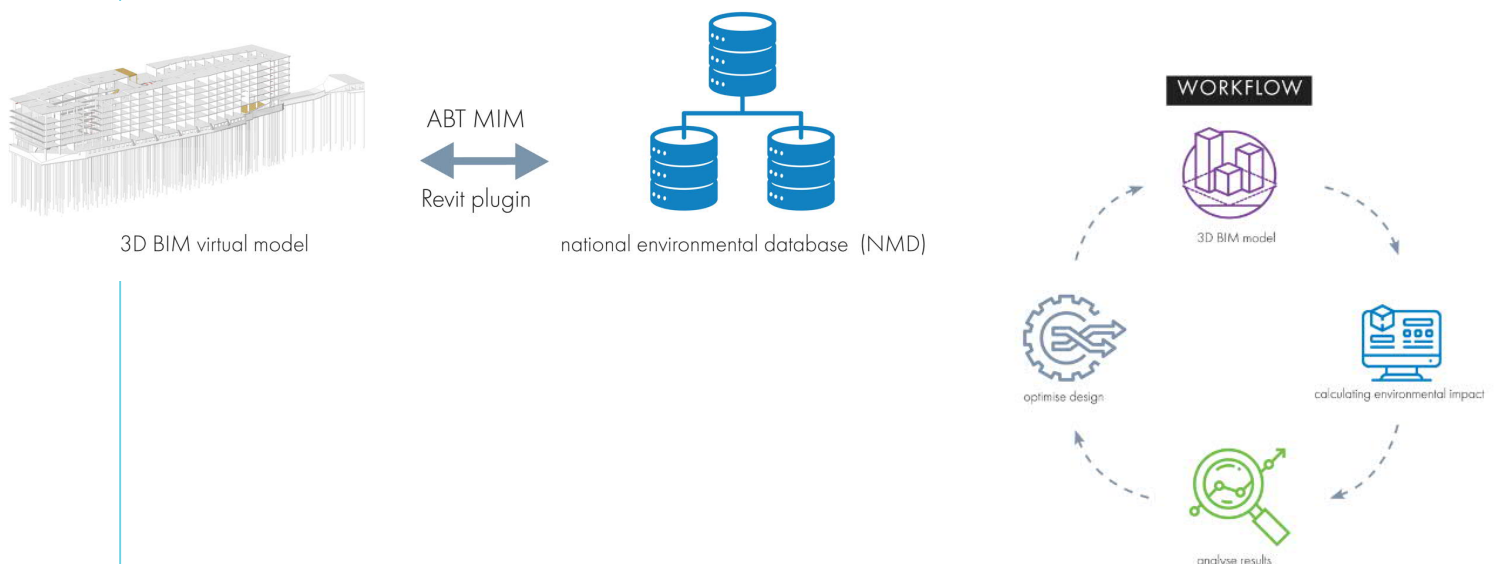
De milieu-impact van alle project bij ABT wordt verzameld in een database, waardoor we inzicht krijgen in de score van een divers aantal bouwwerken. Hierdoor kunnen we trends ontdekken in de gebruikte ontwerpmethoden en vooraf sturen op het ontwerp met de minste milieu-impact.

In de tabel hieronder is een analyse van appartementengebouwen met een levensduur van 75 jaar en een grootte van 1.350-30.000 m2 gemaakt. Hier is de schaduwprijs tegen de vloeroverspanning gezet. De conclusie hiervan is dat de materiaalkeuze en vloeroverspanning grote invloed hebben op de milieu-impact van het gebouw.



3. Hoe werk de MIM tool (Milieu-Impact-Monitor)

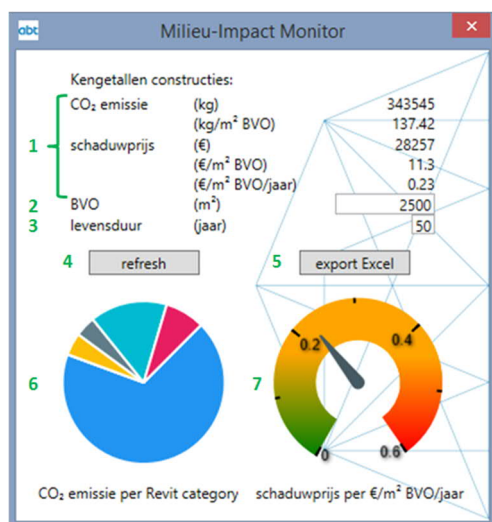
Met de MIM is de carbon footprint en de schaduwprijs van de gemodelleerde draagconstructie real-time in Revit te monitoren. Tijdens het ontwerpen van de hoofddraagconstructie is daarbij continu het materiaalgebruik – en de daarmee samenhangende CO2-uitstoot en schaduwprijs – van verschillende ontwerpopties te volgen. Hierdoor is inzichtelijk welke onderdelen de grootste bijdrage hebben op de milieu-impact. Op deze manier kan je sturen op een minimale milieubelasting van het gebouw. 3D-modellen die met behulp van Revit zijn samengesteld, zijn hierbij zowel hulp- als stuurmiddel.



MIM is een Excelbestand waar in meerder tabbladen data aan elkaar worden gekoppeld. Op basis van hoeveelheden wordt er een schaduwprijs berekend per onderdeel.



In het voorblad is het mogelijk om de hoeveelheden in te voeren van een bouwwerk. Alles wat hier wordt in gevoerd heeft gevolgen tot de achterliggende tabbladen. In het tabblad 'Funderingen', 'Vloeren' en 'Draagstructuur' worden de berekening gemaakt van constructieve onderdelen waarvan vaste schaduw prijzen per m3 bekend zijn. Onder het tabblad 'Beton' wordt de berekening voor beton gemaakt. Hierbij wordt op basis van sterkteklasse, milieuklasse en uitvoeringswijze de samenstelling van beton berekend. In de tabbladen 'Matrix', 'Rekenhulp', 'MRPI' en 'NMD' zijn de milieuberekeningen als data opgenomen. In het tabblad grafiek verschijnt de uitkomst van de milieu-impact in grafiekvormen.



Hier is het volgende is hier zichtbaar:

1. De CO₂ emissie en schaduwprijs, totaal, per m² BVO en per m² BVO/jaar.
2. Het bruto vloer oppervlak (BVO) moet in dit veld ingevuld worden. De waarde wordt per project onthouden, dus dit is éénmalig.
3. De levensduur van het gebouw.
4. De refresh knop. Zijn er wijzigingen aangebracht in het model? Dan kan d.m.v. deze knop de berekening opnieuw uitgevoerd worden.
5. Export Excel. Er wordt een export gemaakt naar Excel waarin meer informatie beschikbaar is over de groepen elementen in het model en de CO₂ en schaduwprijs waarden hiervan.
6. Een visuele weergave. Hierin is te zien welke Revit Categories in het model het grootste aandeel in CO₂ emissie hebben.
7. Een visuele weergave van de schaduwprijs per m² BVO/jaar. Hierin is af te lezen of het ontwerp voor constructies op de goede weg is m.b.t. de wetgeving (€1/m² BVO/jaar voor het totale gebouw).

3.1 Nationale Milieu Database

De MIM-tool maakt gebruik van de Nationale Milieu databases.

De databases van Stichting Nationale Milieu Database bevatten milieudata die bij het berekenen van de milieuprestatie van bouwwerken worden gebruikt. Naast de database met (achtergrond)processen en basisprofielen, die wordt gebruikt door LCA-uitvoerders,

is er de database met productkaarten, die we de Nationale Milieudatabase (NMD) noemen.

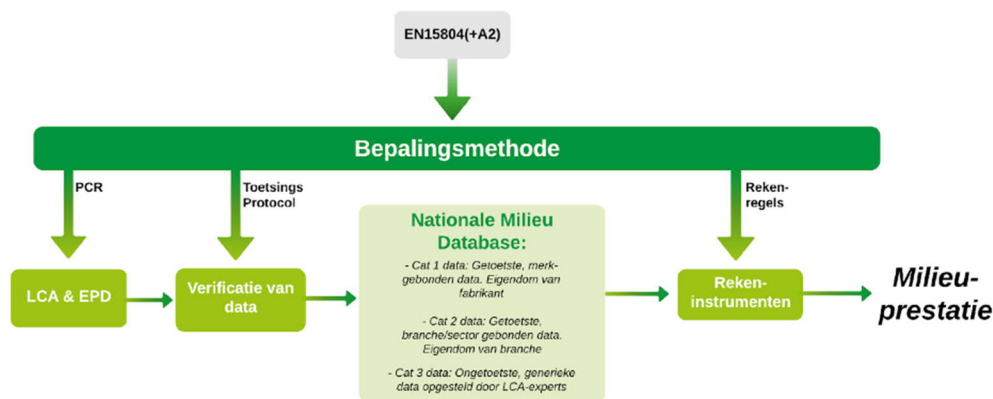
De basisprofielen en productkaarten worden in de gevalideerde rekeninstrumenten toegepast om de milieuprestatie van gebouwen te berekenen. Samen met de rekenregels uit de Bepalingsmethode zorgt eenzelfde dataset met productkaarten voor een identiek rekenhart in de verschillende instrumenten, wat leidt tot eenduidige rekenuitkomsten.

De productkaarten in de NMD, zoals aangeleverd door fabrikanten en branches, zijn gebaseerd op LCA-milieudata. Opname in de NMD begint dus altijd met een LCA conform de Bepalingsmethode. Vervolgens dient de erkende deskundige de data te toetsen aan de hand van het Toetsingsprotocol. Indien dit allemaal goed verloopt, kan de data worden opgenomen in de NMD.

3.2 De Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken

De Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken, kortweg 'Bepalingsmethode', is een uniforme meetmethode om de milieuprestatie van bouwwerken eenduidig, controleerbaar en reproduceerbaar te berekenen. Het creëert hiermee een gelijk speelveld voor alle betrokken partijen. De milieuprestatie van diverse bouwontwerpen kunnen worden vergeleken, met als doel de uiteindelijke milieu-impact van een bouwwerk te verlagen.

De Bepalingsmethode is prestatiegericht, niet oplossingsgericht, en stelt dus geen eisen aan de bouwmethode en de techniek. Opdrachtgevers en -nemers kunnen de methode gebruiken om afspraken te maken over de kwaliteitsniveaus van een bouwproject, met alle ontwerp vrijheid en ruimte voor innovatieve oplossingen.



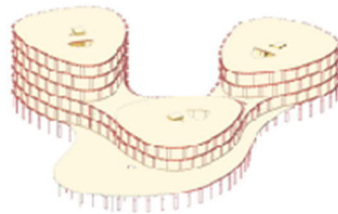
3.3 Europese norm

De basis voor de Bepalingsmethode is de Europese norm EN 15804. Via de EN 15804 worden methodische eisen gesteld aan Europese milieuproductverklaringen (Environmental Product Declarations – EPD), een officieel document dat de milieu-impact van een product aan toont. Een EPD is gebaseerd op een levenscyclusanalyse (LCA), een methode dat de milieu-impact van een product berekent over de gehele levenscyclus.

4. Casestudies MIM

Bij al onze projecten monitoren we de milieu-impact met behulp van de MIM. Hierdoor krijgen we veel inzichten die we gebruiken bij onze adviseringen. Hier volgen 3 voorbeelden van projecten waarvan we de MIM hebben gebruikt om inzichten te verkrijgen. In dit voorbeeld zien we per project het verschil in impact bij het gebruik van verschillende constructiematerialen.

In alle projecten is gebruik gemaakt van een onderbouw van beton. Bij de Triodos bank is voor de bovenbouw gebruik gemaakt van een houten/stalen bovenbouw, Saxion Apeldoorn heeft een beton/stalen bovenbouw en Saxion Enschede heeft een overwegend betonnen bovenbouw.



Triodos Bank Zeist	Saxion Apeldoorn	Saxion Enschede
Triodos bank is een kantoorgebouw dat compleet losmaakbaar is. Het gebouw is energieneutraal en de milieu-impact van de materialen is zo minimaal mogelijk door gebruik te maken van hout als constructiemateriaal	Saxion Apeldoorn is een flexibel, toekomstbestendig schoolgebouw. De draagconstructie bestaat uit een staalskelet met klimaatvloeren. De milieu-impact is verlaagd door gebruik te maken van een efficiënte gebouwvorm met een lichtgewicht draagconstructie.	Saxion Apeldoorn is een flexibel, toekomstbestendig schoolgebouw. De draagconstructie bestaat uit een betonskelet met betonvloeren. De gevel is ook van beton uitgevoerd. De milieu-impact is verlaagd door gebruik te maken van betonmengsels met een lagere impact dan normaal.

CARBON FOOTPRINT STRUCTURE



80 kg CO₂eq/m² GFA



165 kg CO₂eq/m² GFA



280 kg CO₂eq/m² GFA

4.1 Milieu-impact op gebouwniveau

De milieu-impact die wij bij ABT berekenen voor alle projecten zorgen voor veel data. Deze data gebruiken we om inzicht te krijgen welke manier van bouwen het meest optimaal is voor minimale milieu-impact.

4.1.1 Impact betonnen onderbouw

Voor verschillende gebouwen is het aandeel van de kelder en de fundering op de totale MPG van de gebouwconstructie bepaald.

Hieruit volgt dat een **aanzienlijk deel milieu-impact** zit in de onderbouw.

Bij Jonas zit er een aanzienlijke hoeveelheid aan materiaal ook in de bovenbouw zodat het percentage impact van de onderbouw op 38% uitkomt.

De constructie in de bovenbouw van het WRZV-sportcomplex is beperkt, waardoor het aandeel impact van de onderbouw op 52% uitkomt.

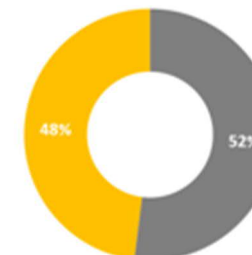
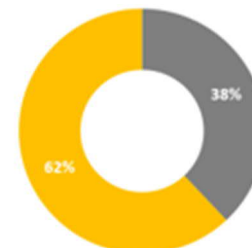


Jonas

BVO 29750 m²
6 verdiepingen: betonskelet
1 laags kelder, betonfundering op palen
38% milieu-impact constructie onderbouw
62% milieu-impact constructies bovenbouw

WRZV Sportcomplex

BVO 4415 m²
1-2 verdiepingen: hout-, beton- en staalskelet
Betonfundering op palen
52% milieu-impact constructie onderbouw
48% milieu-impact constructie bovenbouw



De totale bovenbouw van de Ecoschool is uitgevoerd in hout. De impact van de betonnen onderbouw is vele malen groter dan hout. Het aandeel hiervan komt uit op 90%.



Ecoschool

BVO 1910 m2

2 verdiepingen: betonnen begane grondvloer,
bovenbouw geschaafd/gelamineerd hout en CLT skelet
betonfundering op palen
90% milieu-impact constructie onderbouw
10% milieu-impact constructie bovenbouw

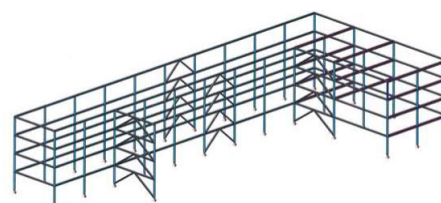


4.1.2 Compact bouwen

In een vroegtijdig stadium in het ontwerptraject van de nieuwbouw van het onderwijsgebouw van Saxion in Apeldoorn is de milieu-impact van een tweetal constructievarianten met elkaar vergeleken. Een 4-laagse L-vormige constructievariant A en een 3-laagse constructievariant B met overkluizing over een bestaand gebouw.

Voor beide varianten is een constructie ontworpen welke bestaat uit een staalskelet van stalen kolommen en liggers met kanaalplaatvloeren.

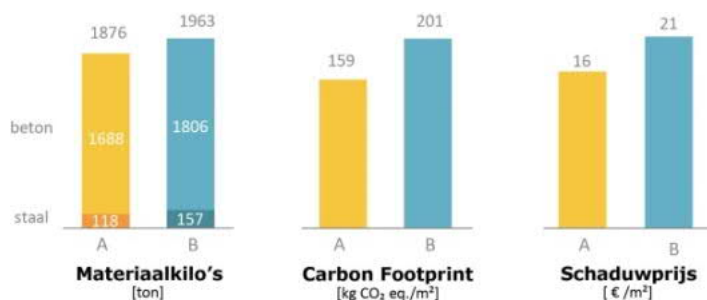
Met behulp van de MIM zijn de carbon footprint en de schaduwprijs bepaald. Op alle fronten scoort de 4-laagse opzet ca. 20% beter dan de 3-laagse variant hetgeen verklaard kan worden door de meer compacte opzet van deze variant. In de tabel hieronder is dit verschil te zien in de materiaalkilo's, carbon footprint en schaduwprijs.



Constructievariant A



Constructievariant B



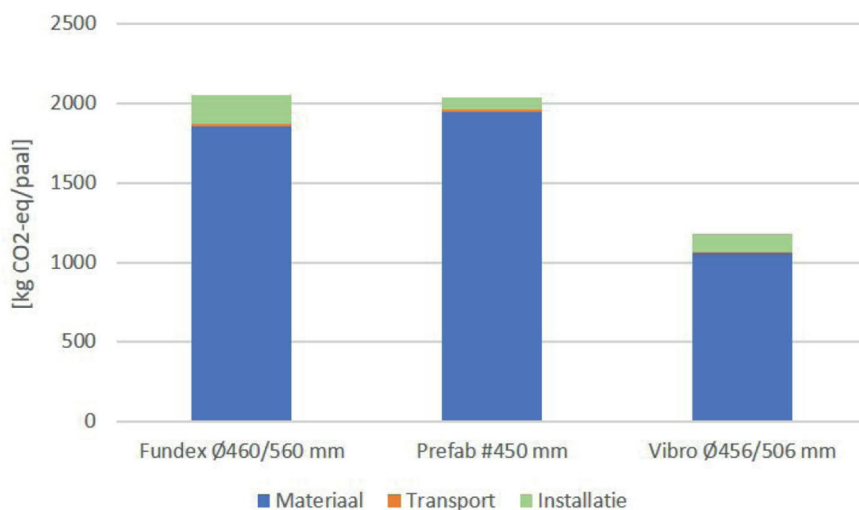
4.2 Milieu-impact op elementniveau

Op elementniveau onderzoeken welke elementen een zo laag mogelijke milieu-impact hebben. De uitkomsten van deze onderzoeken gebruiken we actief in onze advisering in projecten.

4.2.1 Paalfunderingen

De milieu-impact van drie enigszins vergelijkbare paalsystemen is bepaald: een Prefab paal, een Vibropaal en een Fundex-GI paal. Hierbij is gekeken naar de impact van het materiaalgebruik voor het maken van de palen, de impact van het transport van de materialen/palen naar de bouwplaats en de impact van de installatie van de palen.

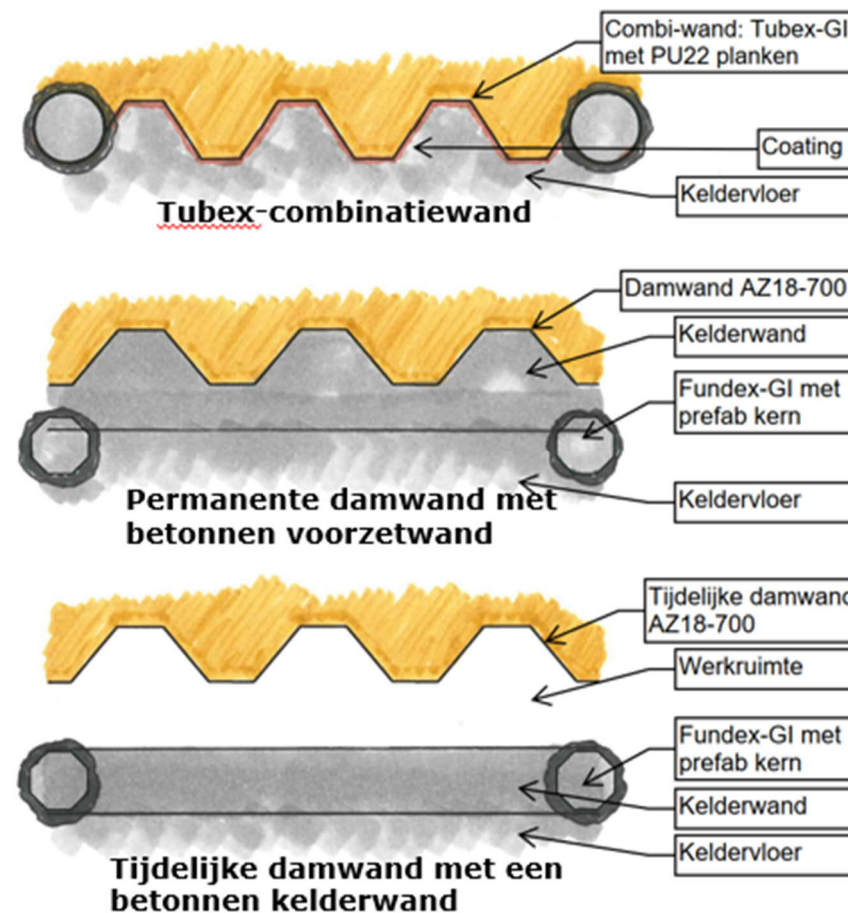
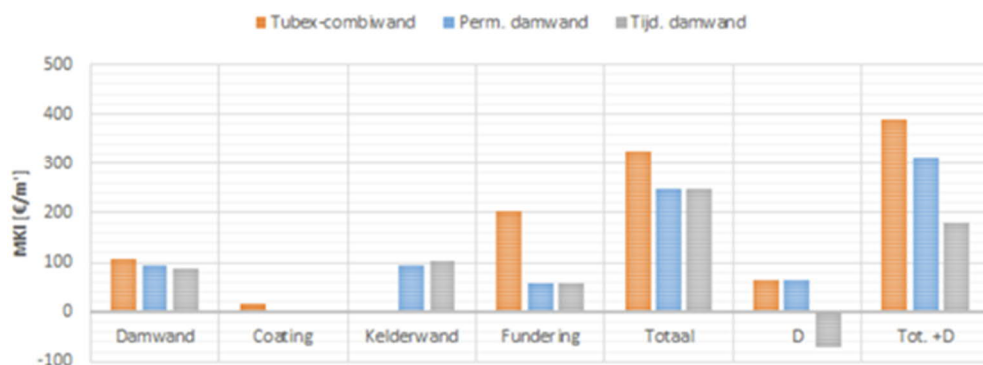
Het materiaalgebruik heeft het grootste aandeel in de milieu-impact en wordt voor ongeveer 80% door het beton/grout veroorzaakt. Vibropalen hebben de laagste impact doordat een betonmengsel met minder Portlandcement kan worden gebruikt en een slankere/kortere paal kan worden toegepast met minder wapening.



4.2.2 Bouwkuipen

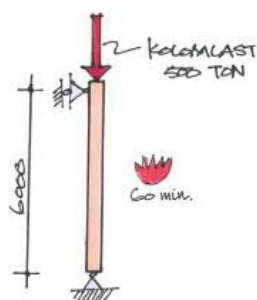
Voor een bouwkuipstudie is de milieu-impact van drie kelderbouwmethodieken beschouwd. Uit de studie blijkt dat een bouwkuip met tijdelijke damwanden waarin vervolgens de kelderconstructie wordt gebouwd, de laagste impact heeft. De productie van staal heeft een hoge milieu-impact, maar doordat de staalcyclus een gesloten materiaalcyclus is, kan het in theorie oneindig worden gerecycled. Bij toepassing van een tijdelijke damwand kan de volledige damwand worden hergebruikt en gaat er bijna geen staal verloren uit de cyclus, wat resulteert in een relatief milieuvriendelijk ontwerp.

LCA: A-C + D

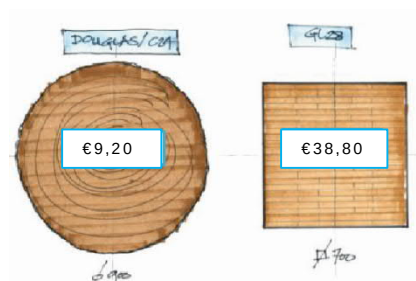


4.2.3 Studie duurzame kolommen

In een studie naar de milieu-impact van kolommen zijn bij gelijke uitgangspunten als lengte, belasting en tijdsduur bezwijken bij brand voor verschillen de materialen de benodigde kolomafmetingen bepaald. Voor elk materiaal zijn er mogelijkheden zijn om de milieu-impact te verkleinen. Voor beton kan een optimum ontworpen worden voor de hoeveelheid en het type cement en de wapeningshoeveelheid. Voor staal geldt hoe minder staal hoe beter, en kan het beste een hogere sterkteklasse worden gekozen. Bij hout scoren massieve kolommen beter dan gelamineerde kolommen, vanwege het aandeel van lijm op de schaduwprijs.

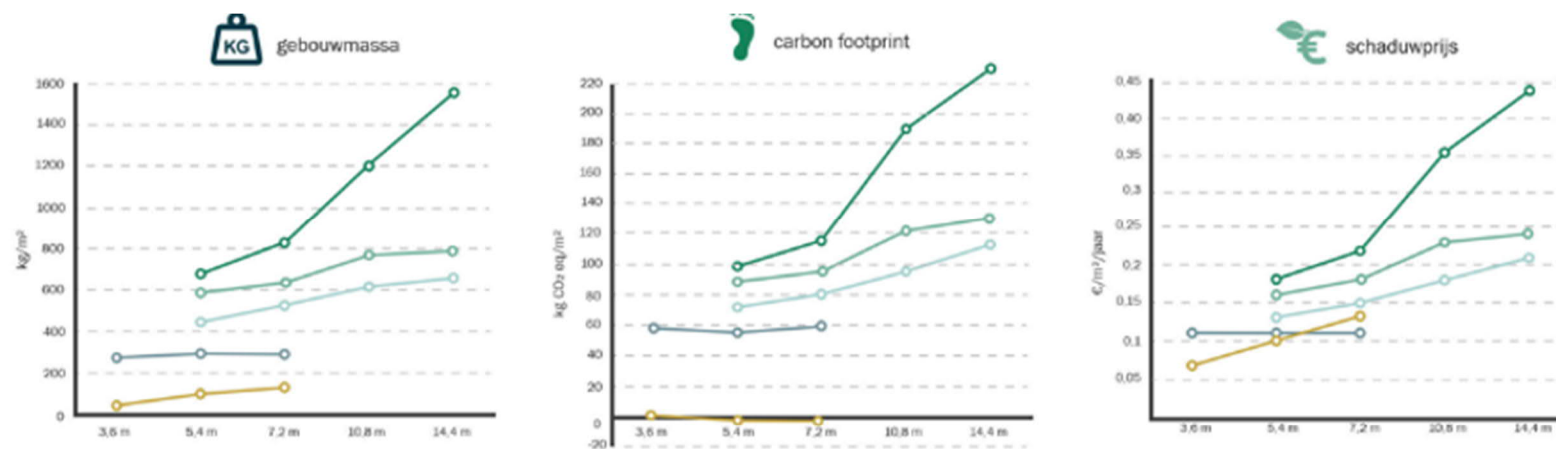


Schaduwprijs



4.2.4 Studie duurzame vloeren

Vanwege het grote aandeel van vloeren op de milieu-impact van de constructie, is het effectief om te sturen op een efficiënt vloerontwerp. Om inzicht te krijgen in de milieu-impact van verschillende vloersystemen zijn voor vijf vloersystemen de benodigde dimensies bepaald bij verschillende overspanningen. Hoe groter de overspanning, hoe groter de milieu-impact. Houten vloeren scoren vanuit de carbon footprint het beste. Als gekeken wordt naar de schaduwprijs scoren vanaf 7,2 m staalplaatbetonvloeren in combinatie met een staalconstructie het beste.



werkgroep ABT duurzaam construeren
datum: augustus 2018



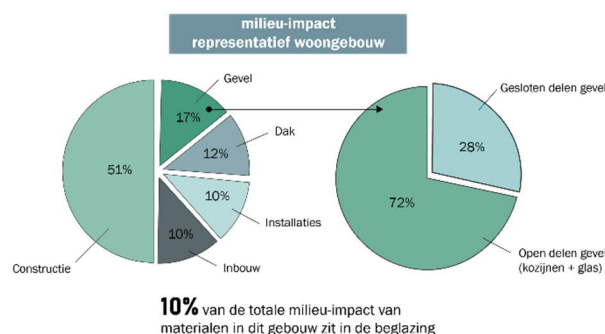
4.2.5 Studie duurzame spanten

Bij het project WRZV Sportcomplex te Zwolle is door een slimme, duurzame dakconstructie ruim 40.000 kg CO₂ bespaard. Dit komt overeen met bijna 7 rondjes om de aarde met een auto. Samen met AGS Architects Amsterdam is in plaats van een traditionele constructie met stalen spanten een duurzame houten constructie ontworpen. Door in het ontwerpproces te sturen op de milieu-impact kon een optimaal ontwerp worden gemaakt van houten vakwerken met stalen diagonalen.



4.2.6 Studie duurzame spanten

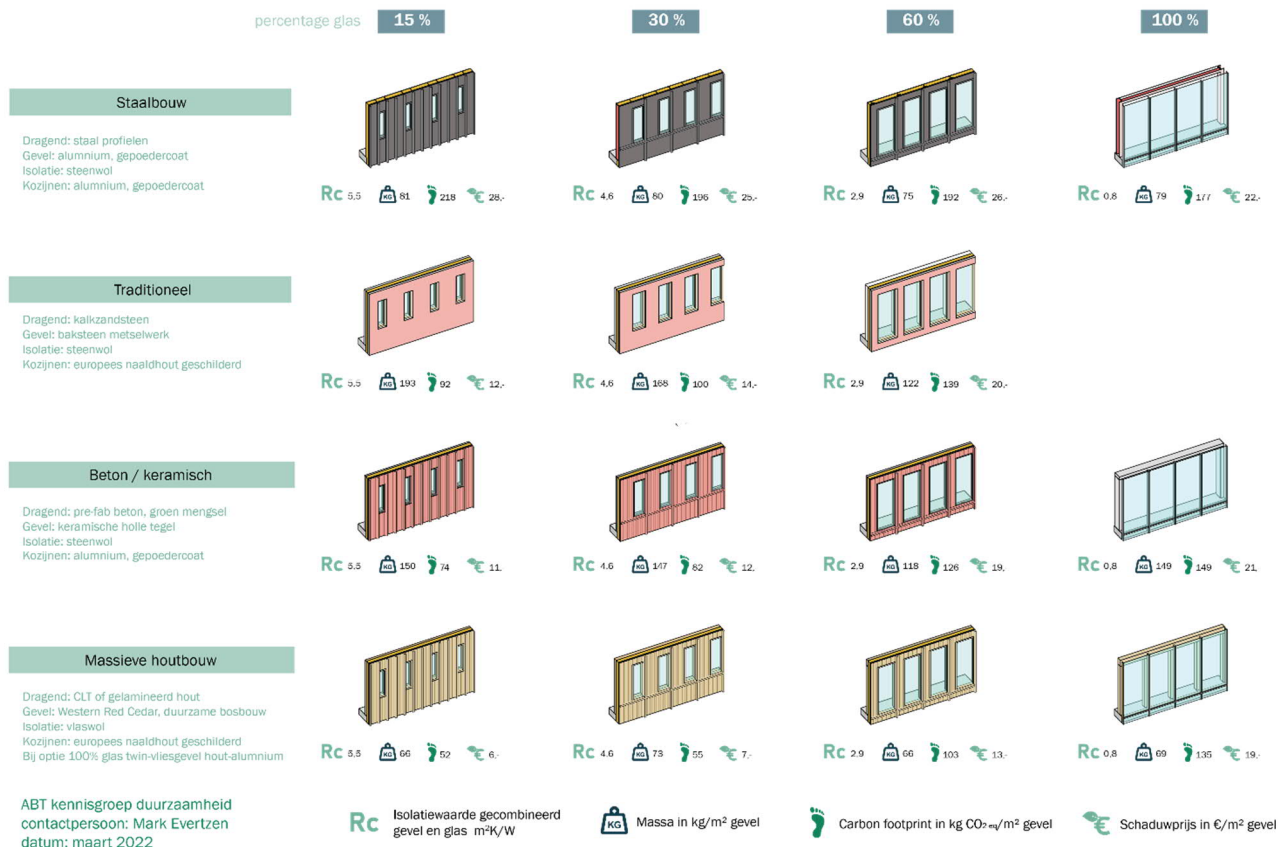
Bij een representatief ABT-project, een woontoren zonder exorbitant grote glasoppervlakken blijkt meer dan 70% van de milieuschade van de gevel te worden veroorzaakt door de beglazing inclusief kozijnen. Op basis hiervan is dieper gekeken naar het effect van glasgebruik op de milieuschade.



Vier wezenlijk verschillende gevel opbouwen zijn vergeleken: Staalbouw; Traditioneel woningbouw; Beton/ keramisch; Massieve houtbouw.

Bij elk van de vier gevelopbouwen is gekeken naar het gewicht, de CO₂-uitstoot en milieuschade bij 15%, 30% 60% en 100% glasoppervlak.

abt vergelijking milieu-impact gevels



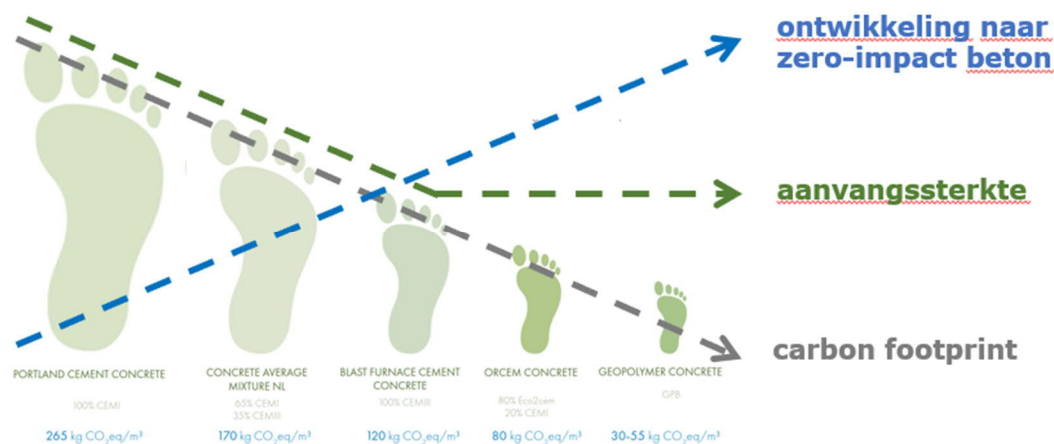
4.3 Milieu-impact op materiaalniveau

Op materiaalniveau kijken we welke materialen of combinaties de laagste impact hebben. Hierbij gaat het niet alleen om nieuwe elementen, bijvoorbeeld een betonmengsel met een lagere milieu-impact. We kijken ook naar het hergebruik van bestaande- en biobased materialen.

	CONVENTIONAL	HYBRID	PLUG-IN HYBRID	ALL-ELECTRIC
EMISSIONS				
	traditioneel beton	beton met (CEMIII)	hybride AAM-beton	geopolymeer beton

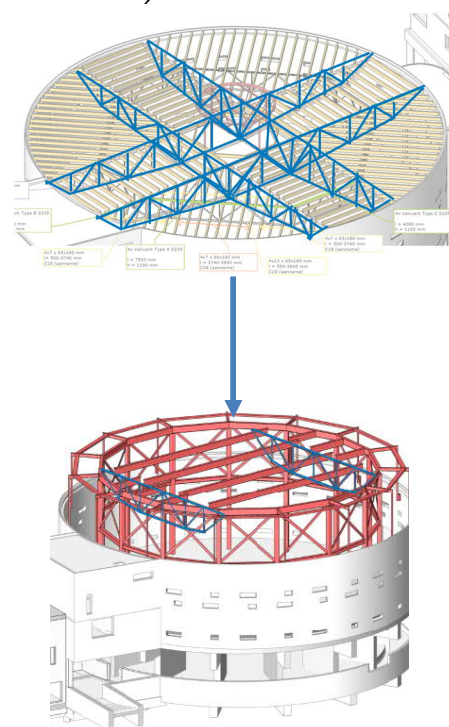
4.3.1 Ontwikkeling naar zero-impact beton

Beton staat niet bekend als een duurzaam materiaal. Toch zijn ook voor beton mogelijkheden om de milieu-impact te verkleinen, door hoogovencement, geopolymeer beton of een hybride mengsel toe te passen. Daarnaast kan voor het toeslagmateriaal bijvoorbeeld betonpuingranulaat worden gebruikt. In de ontwikkeling naar zero-impact beton adviseert ABT bij het kiezen van een geschikt mengsel. Zo hielp ABT Voorbij Prefab met de ontwikkeling van CO₂-arm beton, waarbij een CO₂-reductie van 44% werd gehaald.



4.3.2 Gebruik van hergebruikt en gerecycled staal (donorskelet)

De milieu-impact van staal wordt sterk beïnvloed door de keuze voor hergebruikt, gerecycled of nieuw staal. In projecten, zoals de nieuwe terminal voor Schiphol, wordt daarom een minimale hoeveelheid hergebruikt of gerecycled staal voorgeschreven. Bij het project Convict & Kapel wordt nog een stap verder gegaan door bestaande stalen vakwerken met kleine aanpassingen toe te passen in de nieuwe dakconstructie.





A 5% recycled staal	B 65% recycled staal	95% recycled staal	100% reused staal
1,8 kg CO ₂ / kg	1,03 kg CO ₂ / kg	0,5 kg CO ₂ / kg	0,1 kg CO ₂ / kg

Bron Bouwen met staal: A en B hoogovenstaal met 5-35% schroot, C Vlamhoogoven met 95% schroot.

4.3.3 Toepassen van geoogste houten liggers

Hout is van zichzelf een materiaal met een lage milieu-impact. Door gebruik te maken van hergebruikt hout, kan deze impact verder verlaagd worden. Dit is toegepast bij de herbestemming van Vliegkamp Valkenburg. Geoogste gelamineerde liggers zijn op maat gezaagd en aan elkaar verbonden tot nieuwe spanten. Omdat beoogd oogstmateriaal, met bijvoorbeeld een bepaalde dikte en vorm, niet altijd voorhanden is, is extra flexibiliteit in het ontwerpproces benodigd.



4.3.4 Kiezen voor biobased alternatieven

Steeds meer biobased alternatieven komen beschikbaar voor de materialen die we traditioneel gebruiken in onze gebouwen. Deze biobased materialen kunnen gebruikt worden als gevelbekleding, wand- en vloerafwerking, wanden en nog veel meer. Het National Pavilion voor de Floriade van 2022 wordt gebruikt als showcase met panelen met biobased materialen aan de binnen- en buitenzijde van het paviljoen. Hiermee wordt de materialentransitie versneld.



5. Inzichten milieu-impact gestuurd ontwerpen

Do's

- Levensduur gebouwen verlengen: toekomstbestendig ontwerpen door flexibiliteit en aanpasbaarheid
- Maximaliseren waardebehoud: Hergebruik op een zo hoog mogelijk niveau
- Minder materiaalgebruik: Beheersen vloeroverspanning en compact bouwen
- Materialen met een lage impact: Biobased bouwen waar het kan, staal en beton waar het moet
- Focus eerst op grote volumes: vloeren en gevels hebben een groot aandeel op de milieu-impact
- Kies op materiaalniveau de optie met de minste impact: vermijd veel portlandcement en ongerecycled staal

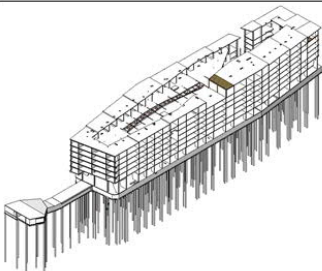
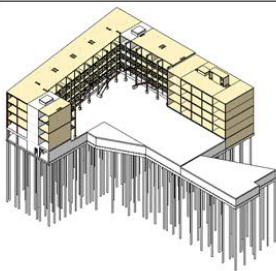
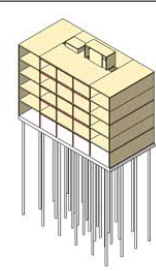
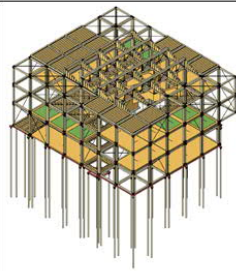
Don'ts

- Start niet te laat in het ontwerpproces met duurzaam ontwerpen om impact echt impact te kunnen maken
- Materiaal slurpende onderbouw: Diepe kelders en bouwkuipen met veel (onderwater)beton vermijden
- Inbouwen van onnodige toekomstige flexibiliteit en adaptiviteit: dit leidt tot veel extra materiaalgebruik
- Zware gebouwen hebben een hoge milieu-impact: bouw lichtgewicht

6. Verbeteringen

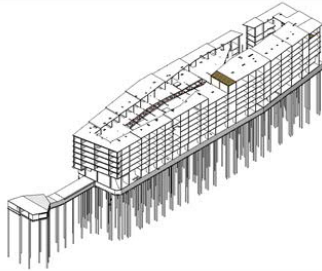
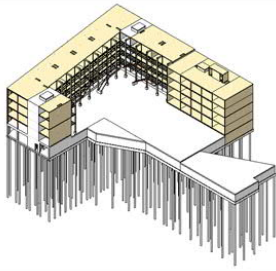
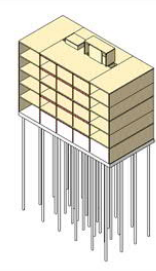
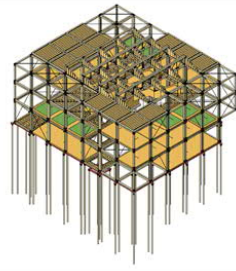
Losmaakbaarheidindex (LI)

In hoeverre kunnen elementen uit een gebouw gehaald worden bij einde levensduur? Zijn de elementen goed toegankelijk? Kunnen elementen met of zonder schade geoogst worden? Dit zijn een aantal factoren van de meetmethode LI die we bij ABT inzetten. Uiteindelijk krijgt een ontwerp een score op een schaal van 0-100%.

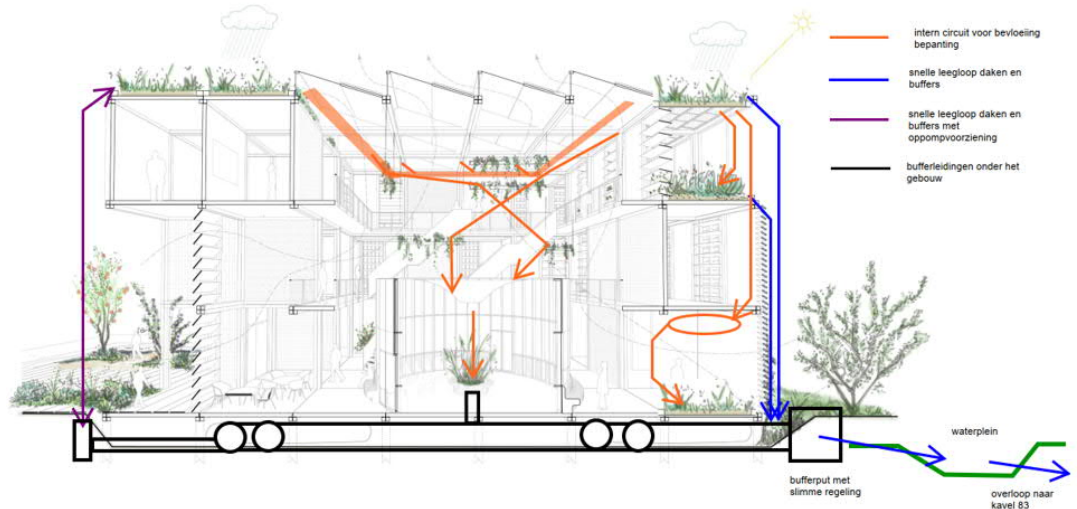
15267 (Jonas woongebouw Amsterdam)	16655 (Herontwikkeling woongebouw Amsterdam)	16655 (losstaand onderdeel herontwikkeling woongebouw Amsterdam, sociale woningen)	18219 (Di-X paviljoen Floriade)
LI 19%	LI 34%	LI 50%	LI 84%
			

Material Circularity Index (MCI)

Een andere meetmethode die we gebruiken hebben is de Material Circularity Index (MCI). Hier is gekeken naar het grondstofgebruik van de materialen. Bijvoorbeeld of er hergebruikte componenten of hernieuwbaar materiaal gebruikt is. Daarnaast is er ook gekeken wat er gebeurt met de materialen bij einde levensduur. Dit bij elkaar vormt een score op een schaal van 0-1 die weergeeft hoe circulair de gebruikte materialen zijn.

15267 (Jonas woongebouw Amsterdam, BVO 29750 m ²)	16655 (Herontwikkeling woongebouw Amsterdam, BVO 6150 m ²)	16655 (losstaand onderdeel herontwikkeling woongebouw Amsterdam, sociale woningen, BVO 1350 m ²)	18219 (Di-X paviljoen Floriade, 987 m ²)
MCI 0,33	MCI 0,35	MCI 0,48	MCI 0,87
			

Watermanagement



Innovatieve materialen

Groen betonmengsel vs. gemiddeld NL mengsel



Jonas
€0,21 vs. €0,25



WRZV
€0,25 vs. €0,29



Terminal
€0,41 vs. €0,45



Energiehotel
€0,34 vs. €0,38

Impact groen mengsel: **8-10% minder** t.o.v. gem. NL mengsel

Bronvermelding: Oorspronkelijke ketenanalyse is gebaseerd op het afstudeeronderzoek van Ali Hosseini 0856583_Eindonderzoek_Milieu-impact van Constructieve ontwerpen.

ABT Milieu-Impact Monitor

Winnaar voor Trends Digital



ABT won in de categorie Business Support & Logistics voor de ontwikkeling van de Milieu-Impact Monitor.

De Milieu-Impact Monitor is een Revit plugin die de milieudata koppelt met de materialen in het model.

Met één druk op de knop kan de milieu-impact (carbon footprint en schaduwprijs) van de constructiematerialen berekend worden.

Het doel is om in het ontwerp te sturen naar een gebouw met een steeds lagere milieu-impact.

Door het gebruik van de MIM:

- Is inzichtelijk gemaakt dat bij Jonas 908.950 kg CO₂ bespaard wordt door toepassing van groene betonmengsels. Dit is vergelijkbaar met circa 150 rondjes aarde met een auto.
- Is het verschil in milieu-impact van verschillende constructieve vloervarianten vergeleken.

