



**Aveco de Bondt BV**

Podium 9, 3826 PA Amersfoort

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 88 18 66 010

[www.avecodebondt.nl](http://www.avecodebondt.nl)

## Ketenanalyse MorgenWonen – Downstream Emissies



---

**project** Ondersteuning CO<sub>2</sub>-prestatieladder – VW BVGO  
**Contactpersoon** Charlotte Kiep  
**onderwerp** Ketenanalyse MorgenWonen: Downstream emissies

**datum** 5 april 2022  
**referentie** 212180\_AdB\_RAP\_0001\_01

---



# 1 Inleiding

VolkerWessels Bouw en Vastgoed Ontwikkeling houdt zich bezig met het ontwerpen, ontwikkelen, realiseren en in stand houden van de gebouwde omgeving. Sinds 2012 is VolkerWessels BVGO gecertificeerd op niveau 4 van de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder. Om dit niveau te bereiken heeft VolkerWessels BVGO onder andere onderzoek gedaan naar CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten en doelstellingen benoemd om deze verder te verduurzamen. Deze analyses richtten zich op het MorgenWonen concept, waarbij het bouwproces dermate slim is ingericht dat een woning in één dag kan worden gebouwd. De MorgenWoning is ontworpen op basis van de volgende principes:

- Energienotanuul: de woning wekt zoveel energie op dat deze volledig in het energiegebruik van de bewoners kan voorzien
- Minimale bewerking op de bouwplaats, waardoor overlast voor de omgeving wordt voorkomen
- Droog gemonteerd en demontabel
- Lang bruikbaar door flexibiliteit en veranderbaarheid van bijvoorbeeld de binnenmuren

In het kader van haar hercertificering op de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder heeft BVGO ervoor gekozen om haar twee ketenanalyses over de MorgenWoning te actualiseren. Hierbij wordt het effect van bovenstaande uitgangspunten op de levenscyclus van de MorgenWoning inzichtelijk gemaakt. Daarnaast onderzoeken we het effect van doorgevoerde verduurzamingsmaatregelen in het concept. Hierbij vergelijken we de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de MorgenWoning op dit moment met de uitstoot ten tijde van de bouw van de eerste MorgenWoningen in 2014 én onderzoeken we mogelijke andere verduurzamingsmaatregelen om de CO<sub>2</sub>-uitstoot verder te reduceren.

## 1.1 Vaststellen onderwerpen ketenanalyses

Een belangrijk onderdeel van het behalen van niveau 4 van de CO<sub>2</sub>-prestatieladder is het verkrijgen van inzicht in de Scope 3 emissies van de organisatie. VolkerWessels BVGO heeft haar Scope 3 emissies inzichtelijk gemaakt volgens de methode zoals beschreven de Corporate Value Chain (Scope 3) standaard van het GHG-protocol. De gehanteerde methode en de uitkomst van de inventarisatie wordt uitgebreid beschreven in de *Memo Meest Materiële Emissies*. De volgende emissiecategorieën zijn, gelet op de omvang van de uitstoot en mate van invloed van VolkerWessels BVGO, het meest materieel:

1. Winnen en produceren van bouwmaterialen
2. Energiegebruik van gebouwen tijdens de levensduur
3. Afvalverwerking aan het einde van de levensduur
4. Uitbestede verwerking van geproduceerd afval
5. Ingekochte kapitaalgoederen
6. Uitbesteed transport- en distributieactiviteiten

De ketenanalyses richten zich op de eerste drie meest materiële emissiecategorieën:

**Ketenanalyse 1** richt zich op het upstream deel van de waardeketen: het vervaardigen van de bouwmaterialen (meest materiële categorie 1), het transport (categorie 6) en de bouw van de woning

**Ketenanalyse 2** richt zich op het downstream deel van de waardeketen: het energiegebruik tijdens de levensduur (categorie 2) en de sloop en afvalverwerking aan het einde van de levensduur (categorie 3).

Dit document beschrijft Ketenanalyse MorgenWonen 2: Downstream emissies. Voor de tweede ketenanalyse zie het document *Ketenanalyse MorgenWonen 1: Upstream emissies*.



## Tabel 1. Leeswijzer

### Hoofdstuk

2	Doelstellingen
3	Scope
4	Systeemgrenzen
5	Allocatie
6	Kwantificeren van CO <sub>2</sub> -emissies en resultaten
7	Reductiemogelijkheden
8	Onzekerheden
9	Bronvermelding
Bijlage 1	Datacollectie en datakwaliteit

### Inhoud

Beschrijving van het doel van de ketenanalyse
Onderwerp van de ketenanalyse
Reikwijdte van de ketenanalyse
Toekennen van emissies aan delen van de keten
Berekening en analyse van de CO <sub>2</sub> -uitstoot in de keten
Kansen om CO <sub>2</sub> te reduceren die voortkomen uit de ketenanalyse en reductiedoelstellingen die vastgesteld zijn
Onzekerheden en verbetermogelijkheden voor de analyse
Gebruikte bronnen
Methode van dataverzameling en kwantificering



## 2 Doelstelling van het opstellen van de ketenanalyse

Deze ketenanalyse wordt uitgevoerd om het inzicht in de meest materiële Scope 3 emissies te vergroten en CO<sub>2</sub>-reductiekansen te identificeren. Met behulp van deze informatie kunnen concrete reductiedoelstellingen geformuleerd worden en bijbehorende maatregelen die VolkerWessels BVGO samen met haar ketenpartners zal implementeren. Met behulp van het energiemanagementsysteem van VolkerWessels BVGO wordt actief gestuurd op het reduceren van de Scope 3 emissies en wordt de voortgang ten opzichte van de doelstelling gemonitord.

VolkerWessels BVGO heeft de ambitie om het concept MorgenWonen nog verder te verduurzamen. Naar aanleiding van de uitkomsten van de analyse zal een vervolgtraject starten met ketenpartners waarin de reductiemogelijkheden verder uitgewerkt en getoetst zullen worden.



### 3 Vaststellen van de Scope van de ketenanalyse

Het kernproces van VolkerWessels Bouw- en Vastgoedontwikkeling is het realiseren van woning- en utiliteitsbouw. VolkerWessels BVGO ontwikkelt ook woonconcepten in eigen beheer. Voor deze concepten geldt dat VolkerWessels BVGO zeer veel invloed heeft op de samenstelling van de woning. Uit de analyse van meest materiële emissies blijkt dat de meeste uitstoot wordt veroorzaakt door de bouwmaterialen (zowel tijdens productie als bij het einde van de levensduur) en het energiegebruik van gebouwen. Deze beide factoren zijn door VolkerWessels BVGO goed te beïnvloeden binnen de eigen woonconcepten, aangezien zij verantwoordelijk is voor de materiaalkeuze, bouwmethode en het installatie- en isolatiepakket van de woning.

Het terugdringen van de energiebehoefte gedurende de levensduur is een duidelijke motivatie voor de ontwikkeling van het woonconcept MorgenWonen. De MorgenWoning is ontworpen op basis van de volgende principes:

- Energienota nul
- Zo min mogelijk bewerking op de bouwplaats
- Droog gemonteerd en demontabel
- Lang bruikbaar door flexibiliteit en veranderbaarheid

Het concept 'energienotanul' houdt in dat de uiteindelijke gebruiker een energienota heeft waarop het totale bedrag van vastrecht, heffingskorting, gebouwgebonden energieverbruik en huishoudelijk energieverbruik in balans is met de waarde van de door het huis teruggeleverde energie, waardoor de nota uitkomt op nul. Door het huis te voorzien van duurzame installaties, energiebesparende maatregelen te nemen en gebruik te maken van het positieve verschil tussen de heffingskorting en het vastrecht wordt een per saldo zeer laag verbruik gecombineerd met een energienota van nul.

De uitwerking van deze principes heeft impact op de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten, zoals bij het gebruik van de woning door de bewoners, het bouwen van de woning en de mogelijkheden bij het einde van de levensduur van de woning (zoals hergebruik na demontage of aanpassing aan nieuwe functionaliteit).

Door te kiezen voor een update van de ketenanalyse van de MorgenWoning is het bovendien mogelijk om een vergelijking te maken tussen de prestaties van deze woning op dit moment en de MorgenWoning ten tijde van de eerste projecten in 2014. Tegelijkertijd biedt de analyse zeer waardevol inzicht dat gebruikt kan worden om de invulling van de principes nog verder te verbeteren en de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten verder te reduceren.

Voor de gegevensverzameling is uitgegaan van een standaard tussenwoning.

Tabel 2. Onderwerp van de analyse

#### MorgenWonen

Type	1 Tussenwoning Zadeldak
Afmeting	5700x9000mm
GBO	118 m <sup>2</sup>
Levensduur	75 jaar



Figuur 1: MorgenWonen project in Helmond



## 4 Vaststellen systeemgrenzen en identificeren van ketenpartners

Deze ketenanalyse richt zich op het downstream deel van de keten: vanaf het moment dat de woning in gebruik wordt genomen tot aan het einde van de levensduur ('gate to grave'). Daarbij wordt uitgegaan van een levensduur van 75 jaar. De ketenstappen vóór 'Gebruiksfase' worden beschreven in de eerste Ketenganalyse.



Figuur 2. Ketenstappen in de downstream keten

Per ketenstap wordt in onderstaand overzicht benoemd welke ketenpartners een rol spelen en welke emissies worden veroorzaakt.

Tabel 3. Ketenpartners en emissies per ketenstap

Ketenstap	Ketenpartner	Veroorzaakte emissies	
		Scope 1 en 2	Scope 3
Gebruiksfase	Bewoner van de woning	Geen.	Energiegebruik van de woning tijdens de levensduur Winning en productie vervangende zonnepanelen
Sloop	Sloopbedrijf	Geen.	Energiegebruik tijdens sloop
	Transportbedrijf		Brandstofverbruik Afvaltransport
Afvalverwerking	Afvalverwerkingsbedrijf	Geen.	Energiegebruik tijdens afvalverwerking of recycling
	Nieuwe gebruiker materialen		

VolkerWessels BVGO is naar grote waarschijnlijkheid niet verantwoordelijk voor uitstoot in deze ketenstappen. Het is namelijk in grote mate onzeker of zij een rol zal hebben in de vervanging van de panelen, de sloop van de woning of bij het hergebruiken of recyclen van vrijkomende bouwmaterialen na het einde van de levensduur. De volgende ketenpartners zijn betrokken bij de downstream keten van de MorgenWoning:

Tabel 4. Rol ketenpartners in project MorgenWonen

Ketenpartner	Rol
Bewoner	Gebruik van de woning, gebruik van elektriciteit en warmte
Installateur	Vervangen zonnepanelen na 25 jaar
Sloopbedrijf	Sloop en demontage van de woning na 75 jaar levensduur
Afvalverwerker	Recycling, verbranding of stort van vrijkomend afval
Nieuwe gebruiker	Direct hergebruik van vrijkomende materialen
Transportbedrijf	Transport van afval, materieel en personeel voor sloop en afvalverwerking



## 5 Allocatie

In deze analyse wordt de ketenstap 'afvalverwerking' meegenomen. Tijdens afvalverwerking komt het regelmatig voor dat een bepaald materiaal wordt gerecycled of hergebruikt en zo een tweede levenscyclus ingaat. Dit is een belangrijke stap richting een circulaire levenscyclus in plaats van een lineaire (zie Figuur 3 en 4).



Figuur 3. Lineaire levenscyclus



Figuur 4. Circulaire levenscyclus

In geval van hergebruik of recycling is het van belang om te bepalen hoe de uitstoot gerelateerd aan het recycling- of hergebruik-proces wordt toegekend of verdeeld over de eerste en tweede levenscyclus (de allocatie van de emissies).

Een kenmerkende eigenschap van de MorgenWoning is dat deze droog gemonteerd wordt met behulp van schroeven en bouten. Dit betekent dat de individuele bouwdelen aan het einde van de levensduur eenvoudig van elkaar te scheiden zijn. Doordat de bouwdelen intact blijven kunnen deze, anders dan bij een traditionele sloop, direct hergebruikt worden op een andere locatie. Dit geldt met name voor de prefab casco elementen zoals vloeren, gevels en muren. Voor direct hergebruik is in deze analyse geen verdere CO<sub>2</sub>-uitstoot toegekend aan de ketenstap Afvalverwerking. Alle uitstoot gerelateerd aan de demontage is reeds meegenomen in de ketenstap



Sloop. Eventueel transport als gevolg van hergebruik kan het beste meegenomen worden in de tweede levenscyclus.

Het einde van de levensduur geschiedt pas over 75 jaar en is daarom onzeker. Vanwege deze onzekerheid is er in deze analyse voor gekozen om ook voor de direct herbruikbare delen uit te gaan van een deel afdanking volgens het conventionele afvalverwerkingsproces. Voor de overige bouwmaterialen is het afvalscenario bepaald op basis van de huidige stand der techniek, met behulp van de Nationale Milieudatabase. De bijbehorende uitstoot is berekend op basis van de kentallen en bijbehorende allocatiemethode uit de Nationale Milieudatabase. In onderstaand overzicht is te zien welke afvalscenario's gehanteerd zijn voor de in de woning verwerkte materialen.<sup>1</sup>

**Tabel 5. Overzicht afvalverwerkingsproces per materiaal**

Materiaal	Direct hergebruik	Afvalverwerking
Prefab vloeren, gevels, scheidingswanden binnen	80%	Stort 1%   Recycling 19% als puin, staal
Bakstenen	95%	Stort 1%   Recycling 4%
Hout	5%	Stort 5%   Verbranding 80%   Recycling 10%
EPS		Verbranding 35%   Recycling 65%
Folie		Stort 10%   Verbranding 85%   Recycling 5%
Puin (beton)	-	Stort 1%   Recycling 99%
Glaswol		Stort 85%   Verbranding 5%   Recycling 10%
Kunststof	-	Stort 10%   Verbranding 10%   Recycling 80%
Grofkeramisch	-	Stort 1%   Recycling 99%
Aluminium	-	Stort 3%   Verbranding 3%   Recycling 94%
Polyester		Recycling 10%   Verbranding 90%
PVC	-	Stort 10%   Verbranding 90%
Zink	-	Stort 5%   Recycling 95%
Polyolefinen	-	Stort 10%   Verbranding 85%   Recycling 5%
Glas	-	Stort 30%   Recycling 70%
PIR		Recycling 10%   Verbranding 90%
Multiplex	-	Stort 10%   Recycling 90%

<sup>1</sup> Voor meer informatie over de toegepaste allocatie voor de bovenstaande scenario's, zie NMD forfaitaire waarden verwerkings scenario's, 2022.





## 6 Kwantificeren van emissies

Op basis van de verzamelde informatie is per ketenstap de CO<sub>2</sub>-uitstoot (uitgedrukt in **ton CO<sub>2</sub>**) van de MorgenWoning bepaald.

### 6.1 Gebruik van de woning

De MorgenWoning is een woning gebouwd op basis van het 'Energienota nul' concept met een verwachte opbrengst van circa 5.000 kWh per jaar uit duurzame installaties. Op basis van een gemiddeld gebruikersprofiel van een doorsnee gezin is het met bewust gebruik van de woning mogelijk om hiermee volledig in de energiebehoefte van de woning te voorzien.

De uitstoot als gevolg van de winning, productie en aanleg van de zonnepanelen is reeds meegenomen in de upstream ketenanalyse. De verwachte levensduur van de panelen is echter 25 jaar. Dit betekent dat de zonnepanelen op basis van huidige technieken tweemaal zouden moeten worden vervangen gedurende de levensduur. Deze uitstoot is in kaart gebracht voor de gebruiksfase, inclusief de afvalverwerking van de oude panelen.

Tabel 6. Uitstoot tijdens gebruiksfase

Onderdeel	Hoeveelheid	Eenheid	Duur	Uitstoot in ton CO <sub>2</sub>
Energieopwekking	5.000	kWh/ jaar	75 jaar	0
Vervangen zonnepanelen	2	maal	-	4,1
Vervangen omvormer	4	maal		0,1
<b>Totaal</b>				<b>4,2</b>

Door het vermeden elektriciteitsverbruik is de volgende uitstoot bespaard (uitgaande van de huidige stroommix<sup>2</sup>):

Tabel 7. Vermeden uitstoot tijdens gebruiksfase

Onderdeel	Hoeveelheid	Eenheid	Duur	Vermeden uitstoot in ton CO <sub>2</sub>
Elektriciteit	5.000 kWh/jaar	kWh/ jaar	75 jaar	-171

De uitstoot in de gebruiksfase is door het 'Energienota nul' concept zeer laag vergeleken met een gemiddelde woning. Waar bij een gemiddelde woning de gebruiksfase een veelvoud zou zijn van de andere fasen, met name de winning en productie, is dit bij de MorgenWoning niet het geval.

### 6.2 Sloop

Het slopen van de MorgenWoning gaat naar verwachting anders dan bij een gemiddelde woning; de individuele bouwdelen zijn volledig droog gemonteerd waardoor deze aan het einde van de levenscyclus makkelijk en snel te demonteren zijn. Voor de analyse is daarom de aanname gedaan dat het sloopproces op een gelijke manier verloopt als het bouwproces, alleen in omgekeerde volgorde en met een kleiner team van mensen. Voor het transport van de vrijkomende materialen is uitgegaan van het gewicht van de materialen zoals bepaald in de Upstream analyse.

<sup>2</sup> De huidige stroommix bevat 67% grijze stroom (2021) Zie <https://energieopwek.nl/>



Tabel 8. Uitstoot tijdens sloop

Onderdeel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitstoot in ton CO <sub>2</sub>	
<b>Energiegebruik</b>	Elektriciteitsverbruik bouwaansluiting	4.000	kWh	2,0
	Graafmachine/shovel	80	draaiuur	0,6
	Hoogwerkers	108	draaiuur	0,7
	Kraan	108	draaiuur	2,6
<b>Transport</b>	Transport materieel, hekken, keet	96	ton	0,2
	Woon-werkverkeer personeel	1	busje	0,4
<b>Afval</b>	Afvoer voor hergebruik/afvalverwerking	187	ton	1,8
<b>Totaal voor 12 huizen</b>			<b>8,3</b>	
<b>Totaal voor 1 huis</b>			<b>0,7</b>	

Door het eenvoudige sloopproces kan de sloop snel en met weinig energie en mensen verlopen. Hierdoor blijft de uitstoot tijdens de sloopfase zeer laag.

### 6.3 Transport naar afvalverwerking

Na de sloop worden de materialen vervoerd naar de afvalverwerker. De uitstoot die hierdoor wordt veroorzaakt is als volgt.

Tabel 9: Uitstoot tijdens transport naar afvalverwerking

Onderdeel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitstoot in ton CO <sub>2</sub>
<b>Transport naar stort</b>	2,8	ton	0,059
<b>Transport naar recycling</b>	2,5	ton	0,079
<b>Transport naar verbranding</b>	145	ton	1,54
<b>Totaal</b>			<b>1,7</b>

### 6.4 Afvalverwerking

De uitstoot tijdens de afvalverwerking van de vrijkomende materialen is bepaald aan de hand van de methode zoals beschreven in Hoofdstuk 5.

Tabel 10. Uitstoot tijdens afvalverwerking.

Materiaal	Hoeveelheid in kg	Verwerkingsproces	Uitstoot in ton CO <sub>2</sub>
<b>Staal</b>	3.069	100% recycling	0
<b>Beton (funderingspalen)</b>	7.500	80% laten zitten, 1% stort, 19% recycling	0
<b>Beton (overig)</b>	137.374	1% stort, 99% recycling	0
<b>EPS</b>	435	35% verbranding, 65% recycling	0,5
<b>PIR</b>	279	90% verbranding, 10% recycling	1,3
<b>PVC</b>	324	Divers	0,7
<b>Folie</b>	32	10% stort, 85% verbranding, 5% recycling	0,1
<b>Overig</b>	11.200	Divers	>0,1
<b>Totaal</b>			<b>2,8</b>

\*inclusief afdanking na vervanging gedurende levensduur

Vanwege de positieve effecten van recycling (vervangen van winning en productie van nieuwe grondstoffen en materialen door gerecycled materiaal) levert de uitstoot bij een aantal materialen die veel en efficiënt gerecycled kunnen worden een negatieve CO<sub>2</sub>-uitstoot op. Dit is het geval bij staal (100% recyclebaar), echter rekenen we

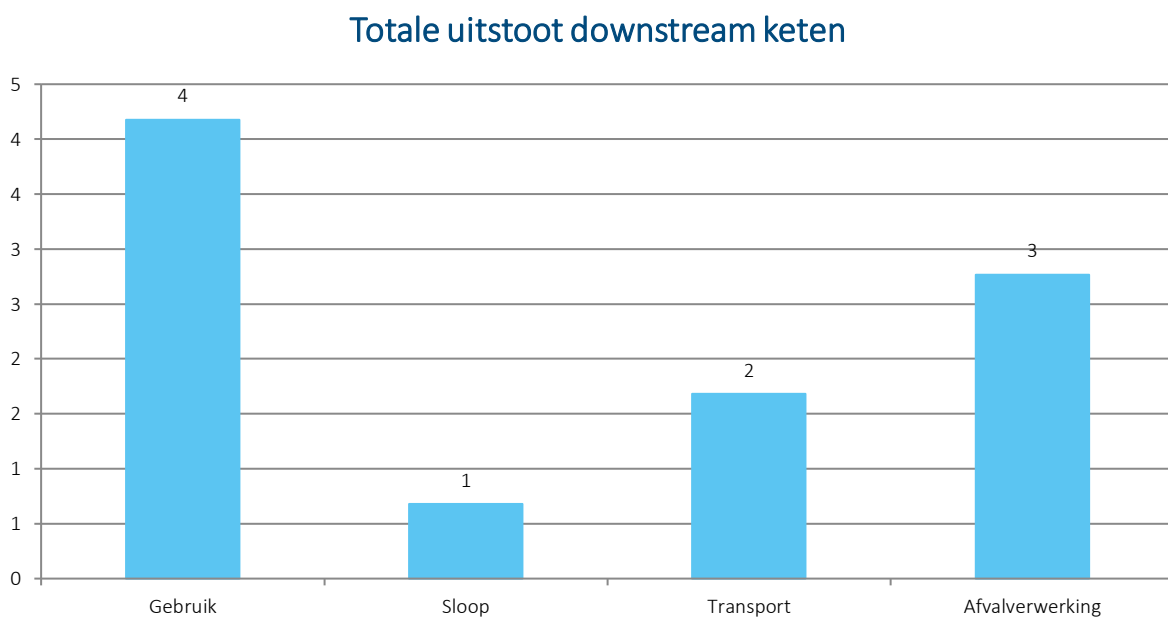


deze negatieve waarden niet mee in de veroorzaakte CO<sub>2</sub>-uitstoot van deze ketenanalyse.

De positieve effecten van recycling zijn bij de MorgenWoning zodanig groot dat zij de uitstoot als gevolg van de afvalverwerking van de andere materialen meer dan compenseren. Ten opzichte van de andere ketenstappen gaat het echter om een bescheiden uitstoot.

### 6.5 Totaal downstream keten

Op basis van de hierboven beschreven ketenstappen is de totale uitstoot in de Downstream keten vastgesteld en visueel weergegeven in Figuur 6.



**Figuur 5. Totale uitstoot Downstream keten.**

Het gebruik van de woning veroorzaakt verreweg de meeste uitstoot. Dit is niet verwonderlijk, gezien de zeer lange duur van deze fase (75 jaar). Deze uitstoot wordt volledig veroorzaakt door de vervanging van de zonnepanelen. Deze uitstoot is met 4 ton CO<sub>2</sub> echter vele malen kleiner dan de vermeden uitstoot door het niet gebruiken van grijze elektriciteit van het net. De uitstoot in afvalverwerkingsfase levert na de gebruiksfase de grootste uitstoot op, echter is hierin geen rekening gehouden met de positieve bijdrage die de afvalverwerking levert aan de uitstoot, door de efficiënte recycling van staal.



## 7 Reductiemogelijkheden

### 7.1 Reductiemogelijkheden

Op basis van de analyse en de bijdrage van de individuele onderdelen aan de totale uitstoot zijn mogelijke reductiemaatregelen geïnventariseerd (Tabel 11). De reductiemaatregelen die het meest opleveren, zijn naar verwachting de maatregelen die zich richten op de herbruikbaarheid van materialen. De grootste reductiepotentie bevindt zich daardoor vóóran de keten. Vanwege de onzekerheid van de stand der techniek over 75 jaar en het ontbreken van invloed van VolkerWessels BVGO op deze verre toekomst zijn reductiepercentages moeilijk in te schatten.

Tabel 11: Overzicht reductiemogelijkheden

Onderdeel	Maatregel	Reductiepotentie % levenscyclus
<b>Gebruiksfase</b>	Afvoeren pv-panelen voor recycling bij vervanging	
	Bewonersbegeleiding bij oplevering	
	Displays installeren zodat bewoners actueel het energieverbruik kunnen zien	
	Vorbereiden elektrisch laadpunt voor auto als stoep open ligt voor ander werk	
<b>Beton</b>	Hergebruiken puingranulaat als grindvervanger	
	Toepassen hout zodat afvalverwerking/recycling makkelijker is	
	Zoveel mogelijk hergebruik prefab bouwdelen op andere locatie VolkerWessels	
<b>Staal</b>	Biobased kunststof in plaats van wapeningsstaal zodat afvalverwerking/recycling makkelijker is	
<b>Overig</b>	Klemmen bakstenen in plaats van metselen zodat stenen demontabel zijn	
	Gebruikte bakstenen toepassen (zie upstream keten)	2%
	Dakpannen hergebruiken (zie upstream keten)	2%
	Biobased isolatiemateriaal gebruiken in plaats van EPS/PIR zodat afvalverwerking makkelijker is	
<b>Bouwplaats tijdens sloop</b>	Bouwaansluiting vergroenen via PCH met Nederlandse windstroom	Uitgevoerd
	Duurzame bouwplaats <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Keet met zonnepanelen</li><li>▪ Verminderen afval, verhogen afvalscheiders</li><li>▪ Combineren van logistiek heen en retour</li><li>▪ Meer afval/bouwdelen per vrachtwagen</li></ul>	Deels uitgevoerd
	Lichtere bouwmaterialen gebruiken zodat demontage en transport voor hergebruik makkelijker is	0,6-1% bij 20% gewicht reductie

#### 7.1.1 Beoordeling reductiemogelijkheden

Om bij te dragen aan een goede afweging van de verschillende reductiemogelijkheden die in beide ketenanalyses worden beschreven, is een trade-off-matrix gemaakt van de meest kansrijke maatregelen. Uit de hierboven beschreven reductiemaatregelen zijn de volgende maatregelen meegenomen:

- Het toepassen van hout in plaats van beton;
- Het toepassen van biobased kunststof in plaats van wapeningsstaal;
- Hergebruik van dakpannen en bakstenen;
- Biobased isolatie gebruiken;

In de trade-off-matrix is het effect van iedere maatregel (positief, neutraal of negatief) op de volgende vier variabelen inzichtelijk gemaakt:

1. Wat is het effect van de maatregel op de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten?
2. Wat zijn de kosten van de maatregel?
3. Draagt de maatregel bij aan het principe van Cradle-to-Cradle/ de circulaire keten?
4. Draagt de maatregel bij aan biodiversiteit en ecologische kwaliteit?



Tabel 12: Beoordeling maatregelen op effect: ++ (zeer positief), + (positief), 0 (neutraal), - (negatief)

Maatregel	CO <sub>2</sub> -uitstoot	Kosten in €	Cradle-to-Cradle	Biodiversiteit
1. Reduceren hoeveelheid beton	++	++	+	0
2. CEM III toepassen	++	0	+	0
3. Lichtgewicht beton toepassen	++	+	0	0
4. Dragend houtskeletbouw	++	0	++	+*
5. Gerecycled staal toepassen	++	+	++	0
6. Kalkzandsteen toepassen	+	0	+	+/-°
7. Vlas als isolatiemateriaal	+	0	++	0*
8. Hergebruikte dakpannen en bakstenen	0	-	+	0
9. Vergroenen bouwaansluiting	+	0	0	0
10. Bamboe toepassen	0	0	++	+*
11. (Biobased) kunststof als wapening	?	++	(+)/0	+/-†
12. Duurzame Bouwplaats	+	0	0	+
13. Planten lokale boom, planten die insecten aantrekken, dakpannen met nestruiimte toepassen	0	0	0	++

\* Indien duurzaam verbouwd, bijv. onder FSC keurmerk

° Afhankelijk van herkomst (groeve of hergebruik)

† Afhankelijk van herkomst (+ indien biologisch afbreekbaar, - indien niet herbruikbaar/afbreekbaar)



## 8 Onzekerheden

De belangrijkste onzekerheid in de downstream analyse is de ontwikkeling van de stand der techniek gedurende de levensduur van 75 jaar. Wat er na deze periode met de woning gebeurt en op welke manier eventuele vrijkomende materialen worden hergebruikt of worden gerecycled is sterk afhankelijk van de technologische ontwikkelingen. Of de gehanteerde afvalscenario's daadwerkelijk gehanteerd zullen worden is moeilijk vast te stellen. Ook de ontwikkeling in de productie en levensduur van zonnepanelen, die momenteel zeer snel gaat, zal een sterke invloed hebben op de uitstoot tijdens de levensduur.

Aansluitend is het daadwerkelijke energiegebruik en gedrag van de toekomstige bewoners is tevens onzeker. Op basis van uitgevoerde berekeningen van een gemiddeld energiegebruik met de huidige installaties en apparaten in de woning is het goed mogelijk om energieneutraal te wonen. De bewoners zullen hun gedrag hier dan wel op aan moeten passen. Om dit zoveel mogelijk te stimuleren zal VolkerWessels bij oplevering van de woning een handleiding meeleveren en de bewoners voorlichten over het optimaal benutten van de duurzame installaties en het juiste gebruiksgedrag. In de toekomst zal het energieverbruik van de bewoners naar verwachting verder dalen doordat elektrische apparaten steeds zuiniger worden.



## 9 Bronvermelding

---

### Bron

---

SKAO, Handboek CO2-Prestatieladder versie 3.1, juni 2020

---

GHG Protocol, Corporate Accounting & Reporting standard, 2004

---

GHG Protocol, Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, 2010

---

GHG Protocol, Product Accounting & Reporting Standard, 2010

---

NEN-EN-ISO 14044, Nederlandse norm Environmental management – Life Cycle assessment – Requirements and guidelines

---



## Bijlage 1 Datacollectie en datakwaliteit

De sterke voorkeur bij de datacollectie ligt bij het gebruik van primaire data. Secundaire (proxy) data wordt alleen gebruikt als er geen andere gegevens aanwezig zijn. De volgorde waarin de datacollectie is uitgevoerd staat in de volgende lijst weergegeven:

- Primaire data op basis van gemeten CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens.
- Primaire data op basis van gebruikte brandstoffen/energieverbruik. CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt berekend met een CO<sub>2</sub>-conversiefactor.
- Secundaire data op basis van gemeten CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens.
- Secundaire data op basis van brandstof/energieverbruik. CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt berekend met een CO<sub>2</sub>-conversiefactor.
- Secundaire data over CO<sub>2</sub>-uitstoot uit algemene (sector)databases.

De standaard MorgenWonen tussenwoning is gebruikt als referentieproject voor de analyse. Hiervoor is de volgende gedetailleerde informatie beschikbaar:

- Materialenoverzichten van toegepaste materialen en producten
- Bouwtekeningen en detailtekeningen van de woning
- Detailplanning van de montage van de woning op de bouwplaats
- Uitwerking van verwachte opbrengst en prestaties duurzame installaties
- Uitwerking van verwachte energiegebruiksprofiel toekomstige bewoners

Voor het vaststellen van de uitstoot tijdens de afvalverwerking van wapeningsstaal en bakstenen zijn de bijbehorende MRPI (Milieu Relevante Product Informatie)-bladen gehanteerd.<sup>3</sup> Uitstoot uit elektriciteitsverbruik en transport is vastgesteld aan de hand van de emissiefactoren via CO<sub>2</sub>emissiefactoren.nl.

Een uitgangspunt bij elke ketenanalyse is dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot, binnen de ketenstappen die uitgevoerd zijn door het bedrijf dat de ketenanalyse maakt, gebaseerd moet zijn op primaire data. Aangezien alle ketenstappen niet uitgevoerd zijn door VolkerWessels BVGO zelf was het binnen deze analyse lastig om primaire data te verzamelen. Om deze reden is vaak gebruik gemaakt van secundaire data in de vorm van brandstof/energieverbruik van vergelijkbaar materieel en/ of (sector)databases.

Binnen deze ketenanalyse is gebruik gemaakt van de EcoInvent 3.0 database. Deze database bevat veel CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens, voornamelijk over de winning van grondstoffen, productie en transport naar de gebruikslocatie van vele materiaalsoorten. Om een beeld te krijgen van de onzekerheid door het gebruik van deze database is deze getoetst op de criteria zoals genoemd in het GHG-protocol Product Accounting and Reporting Standard:

- I. Technologisch representatief; De EcoInvent database bevat gegevens over veel verschillende productiemethodes, waardoor meestal gegevens te vinden zijn die technologisch representatief zijn.
- II. Temporaal representatief; De EcoInvent database maakt gebruik van gegevens van meestal minder dan 10 jaar oud.
- III. Geografisch representatief; Waar mogelijk is gekozen voor productiemethodes representatief voor West-Europa.

---

<sup>3</sup> Bouwen met Staal, MRPI-blad Middelzwaar Constructiestaal, 8 januari 2013, en KNB, MRPI-blad Metselbaksteen, 26 november 2012.





- IV. Compleetheid; De CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens in de database zijn zeer compleet in het aantal processen dat is meegenomen.
- V. Precisie; De CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens in de database zijn gebaseerd op literatuur met veelal een onzekerheid van <5%.

Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de Nationale Milieudatabase. De gegevens worden uit het programma DuBoCalc v4.01.1 (Bibliotheek 4.03) gehaald. De Nationale Milieudatabase wordt beheerd door de Stichting Bouwkwiteit.

- I. Technologisch representatief; De Nationale Milieudatabase is opgebouwd uit gegevens die afkomstig zijn uit LCA's. Deze LCA's worden opgesteld in opdracht van de bedrijven en/of brancheverenigingen die de betreffende producten produceren.
- II. Temporaal representatief; De Nationale Milieudatabase is in oktober 2012 getest door de SBK op toepassing voor het bouwbesluit 2012. Tevens wordt in Artikel 5.9 van het Bouwbesluit 2012 de 'Bepalingsmethode Milieu-prestatie Gebouwen en GWW-werken' voorgeschreven, welke de basis vormt voor de Nationale Milieudatabase.
- III. Geografisch representatief; De LCA's die ten grondslag liggen aan de Nationale Milieudatabase zijn uitgevoerd voor de bedrijven en/of branches die in Nederland producten verkopen.
- IV. Compleetheid; Naast de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de producten worden ook andere milieu-indicatoren beschikbaar gesteld.
- V. Precisie; De LCA's zijn opgesteld door professionele bureaus, wat een zekere precisie garandeert. Een afwijkingpercentage is niet beschikbaar. Geografisch representatief; De LCA's die ten grondslag liggen aan de Nationale Milieudatabase zijn uitgevoerd voor de bedrijven en/of branches die in Nederland producten verkopen.