

Waardeketenanalyse MorgenWonen '26

Betreft: Oplegnotitie (update) waardeketenanalyse t.b.v. CO2-prestatieladder 2026



Datum: 9-6-2026
Opgesteld: Sijmen Pelgröm, i.s.m. Sjoerd Hermans, Thomas van Riet, Charlotte Kiep
Status: Definitief (v1.0)
Goedkeuring: Marcel Schipper, CO2-manager namens VolkerWessels BVGO

Inleiding

Deze oplegnotitie geeft een update op de eerder uitgevoerde waardeketenanalyse van MorgenWonen: het prefab, schaalbare woonconcept van VolkerWessels. De twee voorgaande analyses uit 2014 en 2022 zijn het startpunt. Deze 2026 update gaat in op de doorontwikkelingen van MorgenWonen, met nieuwe inzichten in duurzaamheidsprestaties en nieuwe maatregelen.

Deze update is samengesteld in nauwe samenwerking met het management van MorgenWonen en geeft invulling aan de eisen uit het handboek 4.0 van de CO2-prestatieladder middels de analyse van waardeketenpartners en reductiemogelijkheden op de middellange termijn.

1 Inhoud

1	Ontwikkeling 2022 – 2026	2
1.1	Ontwikkeling MorgenWonen appartementen	2
1.2	MorgenWonen sluit aan op Het Nieuwe Normaal indicatoren	2
1.3	Oplossingen voor netcongestie	2
2	Update upstream analyse.....	3
2.1	Ketenpartners en hun rol	3
2.2	Kwantificeren van emissies	3
2.3	Upstream reductiemogelijkheden	4
3	Update downstream analyse	5
3.1	Toekomstscenario van materialen	5
3.2	Kwantificeren van emissies	5
3.3	Downstream reductiemogelijkheden	6

1 Ontwikkeling 2022 – 2026

Tien jaar geleden besloot Dik Wessels met vooruitziende blik het traditionele bouwen aan te vullen met een meer toekomstbestendige methodiek. In 2014 werd de eerste industrieel geproduceerde woning onder toezicht van Dik Wessels gemonteerd. Inmiddels zijn we een decennium – en meer dan 3.000 woningen uit eigen fabrieken! – verder.

In de periode 2022 t/m 2026 heeft MorgenWonen nieuwe ontwikkelingen doorgemaakt.

1.1 Ontwikkeling MorgenWonen appartementen

Wij hebben een appartementenconcept ontwikkeld op basis van het grondgebonden concept van MorgenWonen. Het concept omvat drie woningtypen: galerij, corridor en portiek. De appartementen sluiten aan op productmarktcombinaties 6, 7 en 8 van de woonstandaard. Na de conceptontwikkeling zijn ook projecten uitgewerkt. De start van een productielijn voor appartementen is voorzien medio 2027, onder voorbehoud van onzekerheden zoals netcongestie en procedures.

1.2 MorgenWonen sluit aan op Het Nieuwe Normaal indicatoren

Het MorgenWonen-concept is doorontwikkeld zodat het aansluit op Het Nieuwe Normaal. Bouwstroom Limburg heeft deze ontwikkeling versneld. Daarbij is MorgenWonen aangepast om aan te sluiten op vier indicatoren van Het Nieuwe Normaal. Dit is onderbouwd met een berekening in Building Circularity Index (BCI), zie bijlage 1.

In Schimmert wordt, voorafgaand aan de bouwvak, het eerste project met de nieuwe betonsamenstelling gerealiseerd. Daarmee wordt toegewerkt naar volledige toepassing eind 2026.

Voor de fundering, de beganegrondvloer, de verdiepingvloeren, de trappen, de bouwmuren en de sandwichwanden zijn levenscyclusanalyses (LCA's) opgesteld. Deze zijn beoordeeld en opgenomen in de Nationale Milieudatabase als categorie 1-certificaten. De betreffende elementen zijn gebaseerd op een doorontwikkeld betonmengsel met 30 procent betongranulaat waardoor de CO₂-uitstoot van de mengsels gereduceerd is en het aandeel secundair materiaal is toegenomen.

1.3 Oplossingen voor netcongestie

Omdat MorgenWonen al vroeg volledig elektrisch is ontwikkeld, beschikken wij inmiddels over 12,5 jaar aan gegevens over het energiegebruik van gebouwen. Met deze kennis kunnen wij maatregelen toepassen die de druk op het elektriciteitsnet verlagen, zoals slimme aansturing van warmtepomp en zonnepanelen in combinatie met een batterij. Zo kan de benodigde aansluitwaarde van woningen worden verminderd.

2 Update upstream analyse

Sinds 2022 zijn een aantal onderdelen uit de eerder uitgevoerde *Upstream Waardeketenanalyse* veranderend. Deze worden hieronder toegelicht.

2.1 Ketenpartners en hun rol

VolkerWessels BVGO is verantwoordelijk voor een deel van de productie (prefab fundering, vloeren, gevels, dak e.d.) en een deel van het bouwproces. De uitstoot die hieraan gerelateerd is valt binnen Scope 1 en 2. De overige uitstoot veroorzaakt door energie- en materiaal gebruik bij derden valt binnen Scope 3.

De volgende ketenpartners zijn betrokken bij het realiseren van de MorgenWoning:

Ketenpartner	Rol
VolkerWessels Bouw & Vastgoedontwikkeling	Montage casco's
Hanab	Installaties
De Mors (BVGO)	Binnendeuren, binnenwanden
De Groot Vroomshoop (BVGO)	Dak, Berging
Westo (BVGO)	Prefab betondelen
VolkerWessels Bouwmaterieel (BVGO)	Bouwplaatsinrichting, materieel
DIG	Vloerafwerking
Voortman	Keuken
Dunnewind De Lange	Dakbedekking
Hemink	Schilderwerk
Siers	Infra en nuts
Jansen Wijhe	Grond- en straatwerk
Jansen Wijhe	Hovenier
Interkozijn	Kozijnen en buitendeuren
Afvalverwerker	Afvoer bouwafval

Tabel 1 Rol ketenpartners in project MorgenWonen

2.2 Kwantificeren van emissies

De upstream emissies komen voort uit de volgende ketenstappen:

1. Winning en productie materialen
2. Transport bouwproducten
3. Bouwproces

Sinds 2022 heeft MorgenWonen zich specifiek gefocust op stap 1 omdat het overgrote deel van de upstream emissies vrijkomen bij winning en productie van materialen. De verduurzamingstappen zijn doorgerekend in de BCI-tool. Dit is een andere rekenwijze dan toegepast in eerdere waardeketenanalyses.

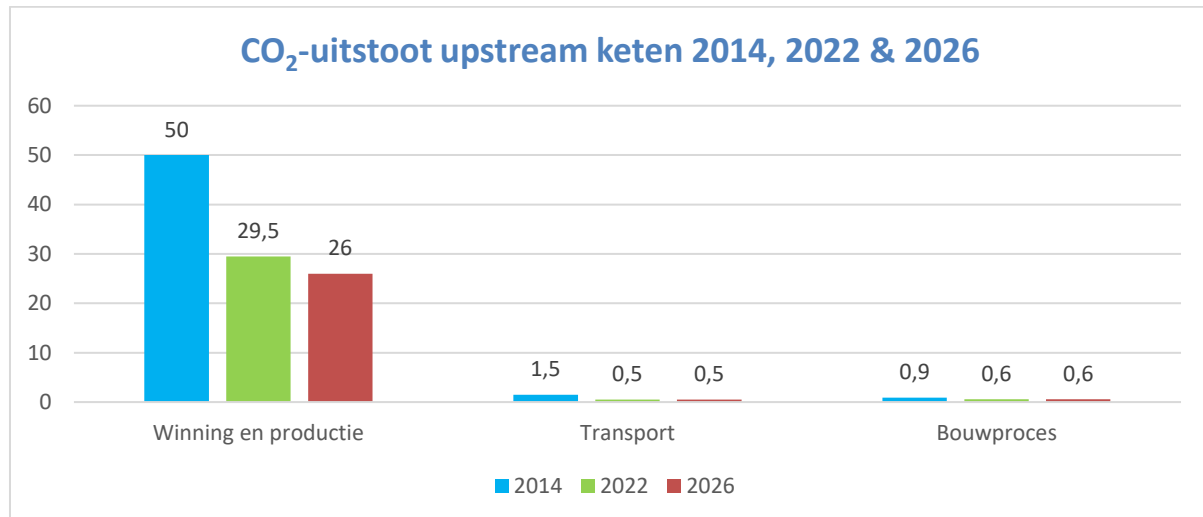
De BCI-tool verdeelt een gebouw in de Layers of Brand. De uitkomsten van de eerdere waardeketenanalyses zijn daarom opnieuw verdeeld zodat ze aansluiten op dit model.

Layers of brand	Ton CO2 ('22) A1-A3	Ton CO2 ('26) A1-A3	% verschil
Services	2,6	1,0	-60%
Skin	10,4	10,3	-1%
Spaceplan	1,9	1,9	2%
Structure	13,2	11,9	-10%
Stuff	1,4	0,9	-39%
Eindtotaal	29,5	26,0	-12%

Tabel 2 CO2-uitstoot verdeling in Layers of brand

Voor de transportfase en bouwphase is geen goede vergelijking te maken tussen het huidige BCI-model en de eerdere analyse. In de periode tussen 2022 en 2026 zal emissiereductie opgetreden zijn door verduurzaming van wagenparken, transportmiddelen en bouwmachines of door de inzet van duurzamere brandstoffen. Ook is MorgenWonen gaan samenwerken met de BouwHub en hebben zij het aantal benodigde vrachten per woning geoptimaliseerd. Voor de bouwphase wordt gebruik gemaakt van een elektrische rupshijskraan waardoor ook daar de emissies verminderd zijn.

Eventueel gewijzigde uitgangspunten zijn in deze waardeketenanalyse niet doorgerekend omdat de impact van deze onderdelen in verhouding tot materiaalgebruik (A1-A3) zeer beperkt is. Daarom zijn de berekende emissies voor deze fases ongewijzigd t.o.v. 2022.



Tabel 3 CO₂-uitstoot vergelijk over de jaren heen

2.3 Upstream reductiemogelijkheden

In onderstaande tabel is een inventarisatie opgenomen van upstream reductiemaatregelen, op basis van de uitgevoerde analyse. Een deel van de maatregelen is sinds de vorige ketenanalyse al uitgevoerd.

Onderdeel	Maatregel	Status
Beton	Ander cementtype (CEM III in plaats van CEM I)	Uitgevoerd
	Lichtgewicht beton – reduceren hoeveelheid/gewicht beton door vullen beton-delen met alternatieve materialen (bijv. kunststof) waar geen sterkte geen probleem is	Onderzoeksfase
	Meer puingranulaat als grindt vervanger	Uitgevoerd
	Dunnere dekvloeren (bijv. door vulling, zie lichtgewicht beton)	Onderzoeksfase
	Optimalisatie fundering	Uitgevoerd
Staal	Toepassen 100% gerecycled staal	Onderzoeksfase
	(Biobased) kunststof in plaats van wapeningsstaal	Onderzoeksfase
Baksteen	Gebruikte bakstenen toepassen	Onderzoeksfase
	Klemmen in plaats van metselen zodat stenen demontabel zijn	Onderzoeksfase
Hout	Houten gevelelementen gebruiken i.p.v. baksteen	Onderzoeksfase
Overig	Biobased isolatiemateriaal gebruiken in plaats van EPS/PIR	Onderzoeksfase
	Gebruikte dakpannen toepassen	Onderzoeksfase
	Lichtgewicht glas met hoge isolatiewaarde in plaats van triple glas	Onderzoeksfase
Bouwplaats	Bouwaansluiting vergroening via PCH met Nederlandse windstroom	Uitgevoerd
	Zo snel mogelijk aansluiten van zonnepanelen op bouwstroom	Uitgevoerd
	Duurzame bouwplaats	Uitgevoerd, doorlopend
	- Keet met zonnepanelen - Verminderen afval, verhogen afvalscheiders - Combineren van logistiek heen (materiaal) en retour (afval) - Meer afval/bouwdelen per vrachtwagen	

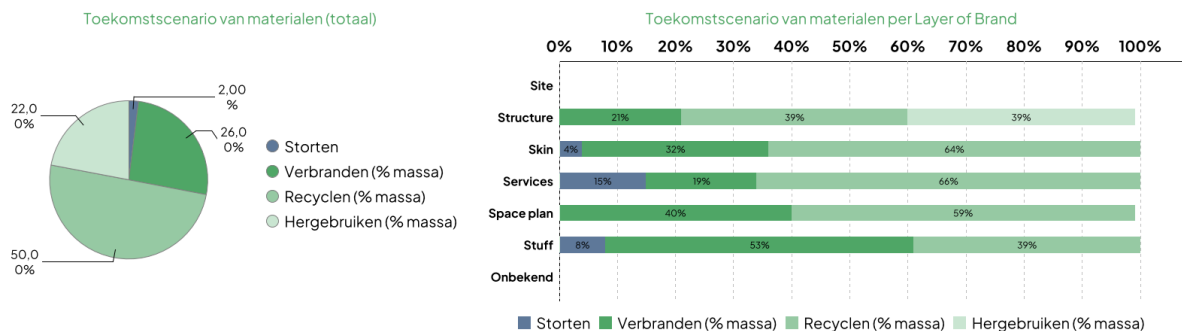
Tabel 4 Upstream reductiemogelijkheden

3 Update downstream analyse

MorgenWonen heeft de afgelopen jaren hoofdzakelijk gefocust op de (upstream) materialisatie van het MorgenWonen-concept. Toch zijn er ook downstream nieuwe inzichten en zijn er diverse acties ondernomen worden. Deze worden hieronder toegelicht.

3.1 Toekomstscenario van materialen

Uit de eerder aangehaalde BCI-berekening is ook het *Toekomstscenario van materialen* af te leiden. Zo is te zien dat 72% van de massa gerecycled of hergebruikt kan worden. Het MorgenWonen concept is ontwikkeld met een hoge losmaakbaarheid (LI: 78%) waardoor hergebruik in de toekomst relatief goed mogelijk is.



Tabel 5 Toekomstscenario materialen (BCI uitkomst)

3.2 Kwantificeren van emissies

Voor deze update van de waardeketenanalyse zijn de downstreamemissies niet opnieuw beschouwd.

Uit de I&I-analyse van VolkerWessels BVGO is gebleken dat de emissies van verkochte producten (energieverbruik gebouwen) een belangrijk onderdeel vormt. Een volgende waardeketenanalyse zal daarom zeer waarschijnlijk op dat onderwerp worden vormgegeven.

3.3 Downstream reductiemogelijkheden

In onderstaande tabel is een inventarisatie opgenomen van potentiële downstream reductiemaatregelen, op basis van de uitgevoerde analyse. Een deel van de maatregelen is sinds de vorige ketenanalyse al uitgevoerd.

De voornaamste maatregel waaraan gewerkt wordt is die van *Netcongestieverlichtende maatregelen*. MorgenWonen werkt samen met partner Hanab aan piekshaving en slimme sturing die huishoudens in staat stelt om met lagere aansluitwaardes en minder energieverbruik toch comfortabel te leven. Hiermee wordt direct bijgedragen aan de netcongestie-crisis.

Onderdeel	Maatregel	Status
Gebruiksfas	Bewonersbegeleiding bij oplevering	Doorlopend
	Displays installeren zodat bewoners actueel het energieverbruik kunnen zien	Onderzoeksfase
	Vorbereiden elektrisch laadpunt voor auto als stoep openligt voor ander werk	Gereed
	Netcongestieverlichtende maatregelen ontwikkelen i.s.m. Hanab: slim sturen op piekvermogen (Wp) en PV-panelen, in combinatie met batterij en dynamisch contract.	Onderzoeksfase
Beton	Hergebruiken puingranulaat als grindvervanger	Gereed
	Toepassen hout zodat afvalverwerking/recycling makkelijker is	Onderzoeksfase
	Gebruikte bakstenen toepassen (zie upstream keten)	Onderzoeksfase
	Dakpannen hergebruiken (zie upstream keten)	Onderzoeksfase
	Biobased isolatiemateriaal gebruiken in plaats van EPS/PIR zodat afvalverwerking makkelijker is	Onderzoeksfase
Bouwplaats tijdens sloop	Bouwaansluiting vergroenen via PCH met Nederlandse windstroom	Gereed
	Duurzame bouwplaats	
	- Keet met zonnepanelen - Verminderen afval, verhogen afvalscheiders - Combineren van logistiek heen en retour - Meer afval/bouwdelen per vrachtwagen	Gereed Uitgevoerd Doorlopende optimalisatie
	Lichtere bouwmaterialen gebruiken zodat demontage en transport voor hergebruik makkelijk is	Onderzoeksfase

Tabel 6 Downstream reductiemogelijkheden

Bijlage 1

BCI-berekening | uitkomsten

BCI Gebouw rapport

Grondgebonden woningen

4800 TWZD Update

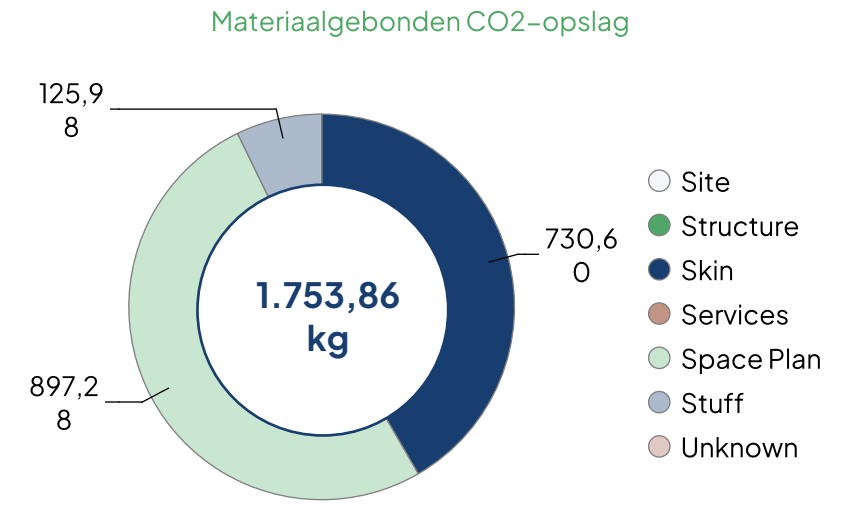
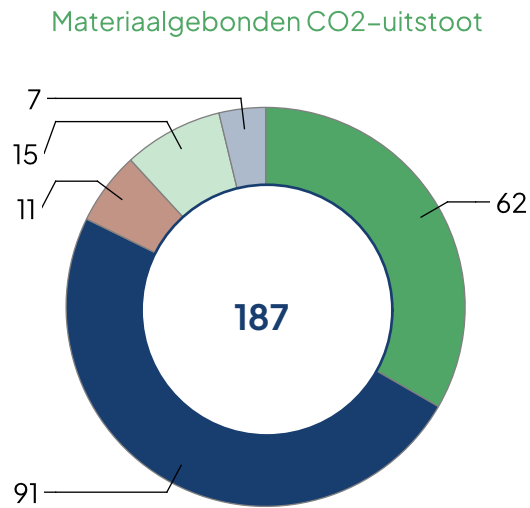
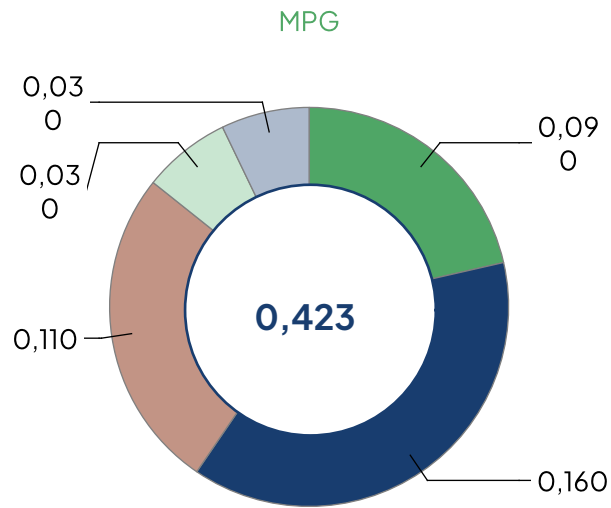
3 juni 2026

Versie: 1

Berekeningsmethode: NL-A1 (oud)

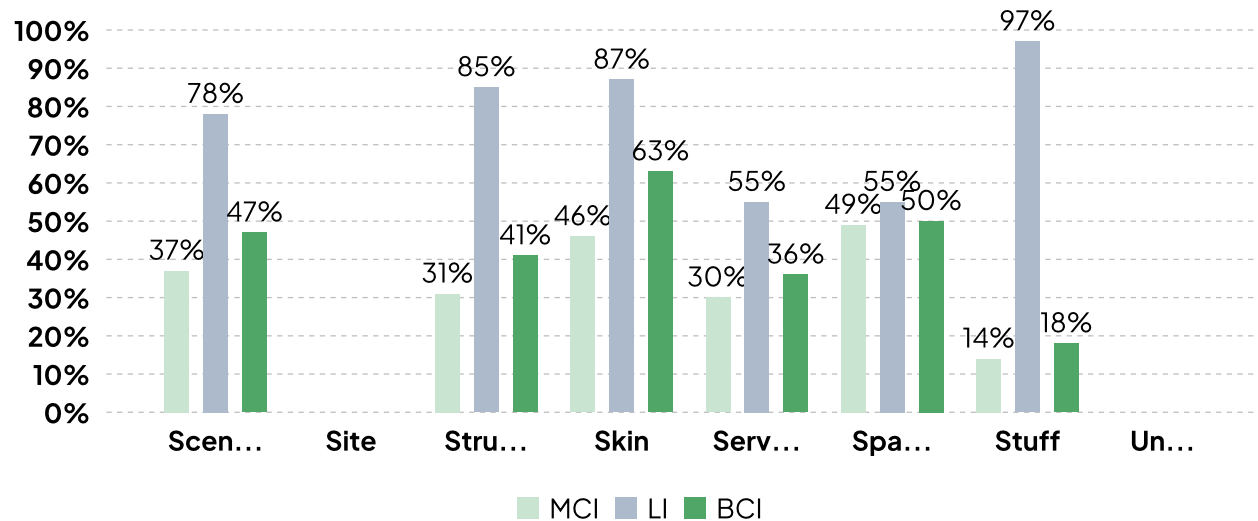


MPG

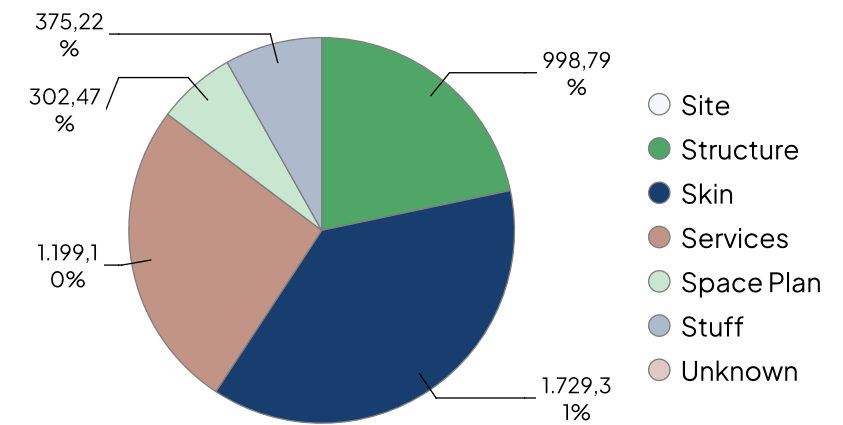


Circulariteit

Building Circularity Index (BCI) per Layer of Brand

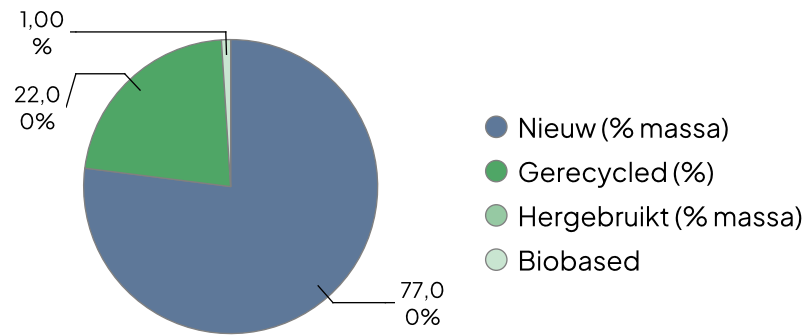


Weging MCI, LI, BCI

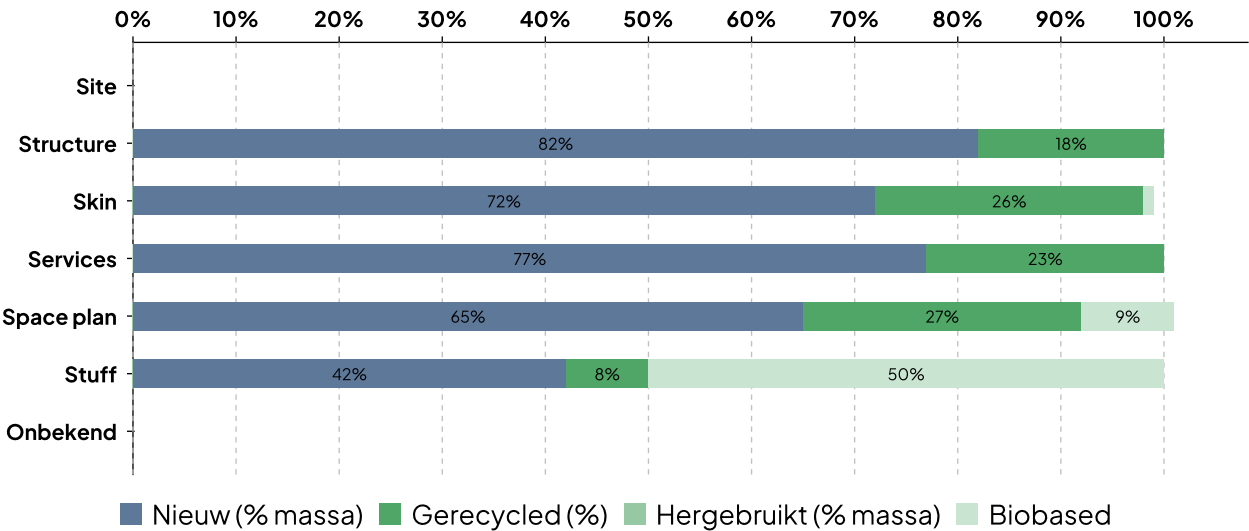


Herkomst van materialen

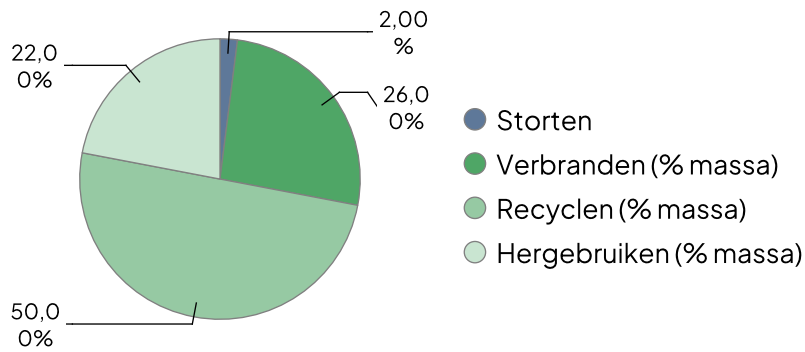
Herkomst van materialen (totaal)



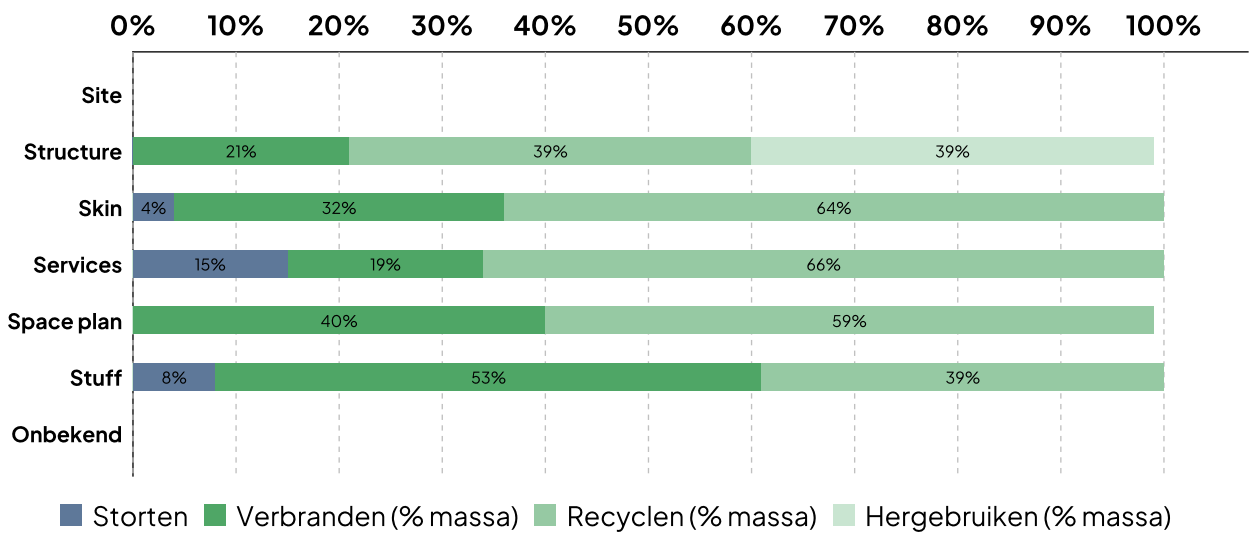
Herkomst van materialen per Layer of Brand



Toekomstscenario van materialen (totaal)



Toekomstscenario van materialen per Layer of Brand



Uitgebreid resultaat

BCI Gebouw	Scenario	Site	Structure	Skin	Services	Space plan	Stuff	Onbekend
Massa (%)			56 %	37 %	1 %	5 %	1 %	
Massa (kg)	165.193		92.607	61.819	1.801	8.090	876	
Herkomst van materialen								
Nieuw (% massa)	77 %		82 %	72 %	77 %	65 %	42 %	
Biobased	1 %		0 %	1 %	0 %	9 %	50 %	
Gerecycled (%)	22 %		18 %	26 %	23 %	27 %	8 %	
Hergebruikt (% massa)	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
Nieuw materiaal (kg)	127.260		75.740	44.568	1.383	5.203	366	
Toekomstscenario van materialen								
Storten	2 %		0 %	4 %	15 %	0 %	8 %	
Verbranden (% massa)	26 %		21 %	32 %	19 %	40 %	53 %	
>Biobased verbranden (% massa)	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	15 %	
Recyclen (% massa)	50 %		39 %	64 %	66 %	59 %	39 %	
>Hoogwaardig recyclen (% massa)	50 %		39 %	64 %	66 %	59 %	39 %	
Hergebruiken (% massa)	22 %		39 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
Composteren (% massa)	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	
Afval (kg)	59.100		25.805	28.024	783	4.046	442	
Milieuprestatie Gebouwen (MPG)								
MKI	4.605		999	1.729	1.199	302	375	
MKI (%)			22 %	38 %	26 %	7 %	8 %	
MPG	0,423		0,09	0,16	0,11	0,03	0,03	
CO2-uitstoot (kg CO2-eq / m² BVO)	187		62	91	11	15	7	
GWP module A t/m D (kg CO2-eq):	32.238		1.413	643	4.296	978	535	
GWP module A t/m D (kg CO2-eq/m² BVO)	222		10	4	30	7	4	
CSC (kg)	1.754		0	731	0	897	126	
CSC (ton)	2		0	1	0	1	0	
Building Circularity Index (BCI)								
MKI (%)			22 %	38 %	26 %	7 %	8 %	
MCI (%)	37 %		31 %	46 %	30 %	49 %	14 %	
LI (%)	78 %		85 %	87 %	55 %	55 %	97 %	
BCI (%)	47 %		41 %	63 %	36 %	50 %	18 %	
Building Circularity Index productniveau								
MKI (%)			22 %	38 %	26 %	7 %	8 %	
MCI (%) (producten)	45 %		48 %	48 %	30 %	50 %	58 %	
LI (%) (producten)	61 %		63 %	53 %	55 %	33 %	89 %	
BCI (%) (producten)	51 %		56 %	50 %	36 %	40 %	72 %	

Disclaimer

Datum van rapporteren	3 juni 2026
Standaarden en datums	
NMD	28 april 2026
BCI	28 april 2026
Laatste berekeningsdatum	3 juni 2026
Versie	128.0.0.6-1, 2026-04-01

Bijlage 2

Waardeketenanalyse 2022



Aveco de Bondt BV

Podium 9, 3826 PA Amersfoort

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 88 18 66 010

www.avecodebondt.nl

Ketenanalyse MorgenWonen – Upstream Emissies



project Ondersteuning CO₂-prestatieladder – VW BVGO
Contactpersoon Charlotte Kiep
onderwerp Ketenanalyse MorgenWonen: Downstream emissies

datum 05 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 CO₂-Prestatieladder. Om dit niveau te bereiken heeft VolkerWessels BVGO onder andere onderzoek gedaan naar CO₂-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:

- Energienotanu: 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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-uitstoot verder te reduceren.

1.1 Vaststelling onderwerpen ketenanalyses

VolkerWessels BVGO heeft haar Scope 3 emissies inzichtelijk gemaakt volgens de methode zoals beschreven in 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 zullen zich richten op de eerste drie meest materiële emissiecategorieën.

Ketenanalyse 1 zal zich richten 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 zal zich richten 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 1: Upstream. Voor de tweede ketenanalyse zie het document Ketenanalyse MorgenWonen 2: Downstream.



1.2 Leeswijzer

Dit document maakt samen met de Ketenanalyse MorgenWonen 2: Downstream en de Memo Meest Materiële Emissies deel uit van de implementatie van de CO₂-Prestatieladder.

Hoofdstuk

2	Doelstellingen
3	Scope
4	Systeemgrenzen
5	Datacollectie
6	Kwantificeren van CO ₂ -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
Methode van dataverzameling en bronnen van informatie
Berekening en analyse van de CO ₂ -uitstoot in de keten
Kansen om CO ₂ 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 CO₂-reductiekansen te identificeren. Aan de hand van de reductiekansen kunnen concrete reductiedoelstellingen en bijbehorende maatregelen geformuleerd worden 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 Vastellen 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 van VolkerWessels: 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 CO₂-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 CO₂-uitstoot in de keten verder te reduceren.

Voor de gegevensverzameling is uitgegaan van een standaard tussenwoning.

Tabel 1. Onderwerp van de analyse

MorgenWonen

Type	1 Tussenwoning Zadeldak
Afmeting	5700x9000mm
GBO	118 m ²
Levensduur	75 jaar

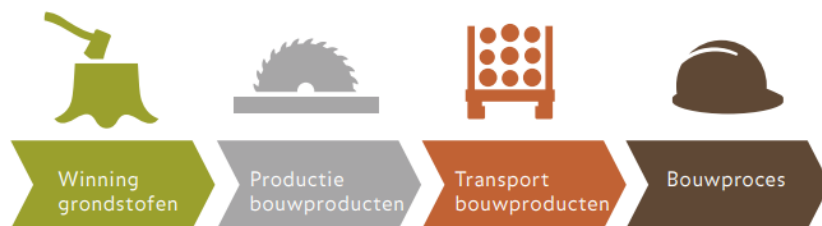


Figuur 1: MorgenWonen project in Helmond



4 Vaststellen systeemgrenzen en identificeren ketenpartners

Deze ketenanalyse richt zich op het upstream deel van de keten: vanaf de winning van grondstoffen tot aan de oplevering van de woning ('cradle to gate'). De ketenstappen na 'Bouwproces' worden beschreven in de tweede Ketenanalyse.



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
Winning grondstoffen	Leverancier grondstoffen en halffabricanten	Energieverbruik eigen productielocaties BVGO	Winning grondstoffen Energieverbruik productlocaties
Productie bouwproducten	Producent bouwproducten		
Transport bouwproducten	Leverancier of producent	Brandstofgebruik eigen vrachtwagens BVGO	Brandstofverbruik vrachtwagens derden
	Transportbedrijf		
Bouwproces	Materieelleverancier	Brandstofverbruik materieel	Brandstofverbruik
	Energieleverancier	Energieverbruik bouwaansluiting	vrachtwagens en materieel
	Afvalwerker	Brandstof verbruik personenauto's bouwplaats-personeel	derden
			Afvalverwerking bouwafval

VolkerWessels BVGO is verantwoordelijk voor een deel van de productie (prefab fundering, vloeren, gevels, dak e.d.) en een deel van het bouwproces. De uitstoot die hieraan gerelateerd is valt binnen Scope 1 en 2. De overige uitstoot veroorzaakt door energie- en materiaal gebruik bij derden valt binnen Scope 3. Om een goed beeld van de totale keten te krijgen, en eventuele verplaatsing van uitstoot tussen Scope 1 en 2 enerzijds en Scope 3 anderzijds inzichtelijk te hebben, wordt ook de Scope 1 en 2 uitstoot meegenomen voor zover deze relevant is voor de analyse.

De volgende ketenpartners zijn betrokken bij het realiseren van de MorgenWoning:

Tabel 2: Rol ketenpartners in project MorgenWonen

Ketenpartner	Rol
Volkerwessels Bouw & Vastgoedontwikkeling	Montage casco's
Homij (BVGO)	Installaties
Reinaerdt (BVGO)	Binnendeuren, binnenwanden



De Groot Vroomshoop (BVGO)	Dak, Berging
Westo (BVGO)	Prefab betondelen
VolkerWessels Bouwmaterieel (BVGO)	Bouwplaatsinrichting, materieel
Solitas	Vloerafwerking
Voortman	Keuken
Dunnewind De Lange	Dakbedekking
Hemink	Schilderwerk
Siers	Schouwen en nuts
Jansen Wijhe	Grond- en straatwerk
De Brekend	Hovenier
Transcarbo	Kozijnen en buitendeuren
Afvalverwerker	Afvoer bouwafval



5 Kwantificeren van emissies

Op basis van de verzamelde informatie is per ketenstap bepaald welke CO₂-uitstoot de MorgenWoning veroorzaakt.

1.1 Winning en productie

Voor het bepalen van de winning en productie van de bouwmaterialen is gebruik gemaakt van bouwtekeningen, materialenstaten en informatie van ketenpartners. Vanwege het gebruik van kentallen is de uitstoot voor winning van grondstoffen en productie van materialen samen vastgesteld. De materialen zijn ingedeeld naar bouwdeel zoals opgenomen in het ontwerp van de woning.

Tabel 3: CO₂-uitstoot winning en productie per bouwdeel

Bouwonderdeel	Onderdeel	Uitstoot in ton CO ₂ per materiaal	Uitstoot in ton CO ₂ per bouwonderdeel	%
Fundering	Funderingspalen	0,8	1,9	6%
	Fundatiebalken	1,1		
Casco	Begane grondvloer	3,7	21,6	72%
	Verdiepingsvloer	2,3		
	Zoldervloer	2,3		
	Dekvloer	0,2		
	Gevels	6,5		
	Woning scheidende wand	2,8		
	Trap	1,5		
	Dak	2,2		
Exterieur	Kozijnen	0,6	1,6	5%
	Deuren	0,1		
	Dorpels en kaders	0,1		
	Goten en afvoer	0,1		
	Berging	0,4		
	Bestrating	0,3		
Interieur	Scheidingswanden	0,6	1,1	4%
	Vloerafwerking	0,0		
	Afwerking wanden en vensterbanken	0,5		
Badkamer	Tegels	0,1	0,6	2%
	Wandafwerking	0,4		
	Sanitair	0,1		
Toilet	Wandafwerking	0,2	0,3	1%
	Sanitair	0,1		
Installaties	Verwarming en warmwater (warmtepomp)	0,1	2,5	8%
	Ventilatiesysteem	0,4		
	PV-panelen en toebehoren	2,0		
Totaal			30,3	100%

Uit de tabel komt duidelijk naar voren dat het casco verreweg het meeste bijdraagt aan de totale uitstoot tijdens winning en productie van de materialen (76%). Dit wordt met name veroorzaakt door het wapeningsstaal en het beton dat in het casco gebruikt wordt. Deze materialen zijn energie-intensief om te produceren en worden



in significante hoeveelheden gebruikt in de woning. Daarnaast dragen ook de installaties relatief veel bij aan de totale uitstoot (8%). Dit is voor het grootste deel het gevolg van de winning en productie van de zonnepanelen. Door toepassing van deze duurzame installaties wordt in de downstream keten echter wel veel meer CO₂-uitstoot bespaard (zie Ketenganalyse 2).

1.2 Transport

Het transport van de bouwdelen wordt grotendeels door vrachtwagens van ketenpartners uitgevoerd. Van deze ketenpartners zijn transportafstanden en transportgewichten bekend. Indien de afstand niet bekend is, is een gemiddelde afstand van 75 kilometer aangehouden. Een groot deel van de materialen worden op 1 centrale locatie in Rijssen verzameld waarna deze gezamenlijk worden vervoerd naar de bouwplaats.

Tabel 4: CO₂-uitstoot transport bouwmaterialen

Bouwdeel	Transportgewicht in ton	Uitstoot in ton CO ₂
Fundering	17	0,2
Casco	24	0,3
Exterieur	4	0,04
Interieur	1,8	0,01
Totaal	47	0,49

De uitstoot als gevolg van transport is zeer gering ten opzichte van de uitstoot tijdens winning en productie. Het casco draagt vanwege het grote gewicht verreweg het meeste bij aan de totale uitstoot in de transportfase.

1.3 Bouwproces

Om de uitstoot van het bouwproces in kaart te brengen is gebruik gemaakt van gedetailleerde gegevens van een bouwproject waar 12 woningen zijn gerealiseerd. Zo is de elektriciteitsmeter van de bouwaansluiting afgelezen, is bij de producent van de kraan informatie verkregen over de CO₂-uitstoot en zijn gedetailleerde overzichten van de bouwplanning, aanwezig bouwplaatspersoneel en hun vervoersmethode beschikbaar gesteld.

Tabel 5: CO₂-uitstoot tijdens bouwproces

Onderdeel		Hoeveelheid	Eenheid	Uitstoot in ton CO ₂
Energiegebruik	Elektriciteitsverbruik bouwaansluiting (groene stroom)	4.000	kWh	0,0
	Graafmachine/shovel	80	draaiuur	1,2
	Hoogwerkers (groene stroom)	108	draaiuur	0,0
	Kraan (groene stroom)	108	draaiuur	0,0
Transport	Transport materieel, hekken, keet	96	ton	0,2
	Woon-werkverkeer personeel	21	voertuig	5,4
Afval	Transport bouwafval	10	ton	0,05
Energieopwekking	Levering opgewekte energie zonnepanelen aan bouwaansluiting	100	kWh	-0,05
Totaal voor 12 huizen				6,7
Totaal voor 1 huis				0,6

Door de relatief zeer korte bouwtijd als gevolg van het ontwerp van de woning, de geringe hoeveelheid bouwafval als gevolg van prefab materialen, de toepassing van slechts één energiezuinige kraan in plaats van veel zwaar materieel en het gebruiken van een groene bouwaansluiting is de uitstoot tijdens de bouwfase zeer bescheiden. Het gebruik van de graafmachine/shovel voor het montagewerk en het woon-werkverkeer van het personeel van alle ketenpartners veroorzaken de meeste uitstoot.

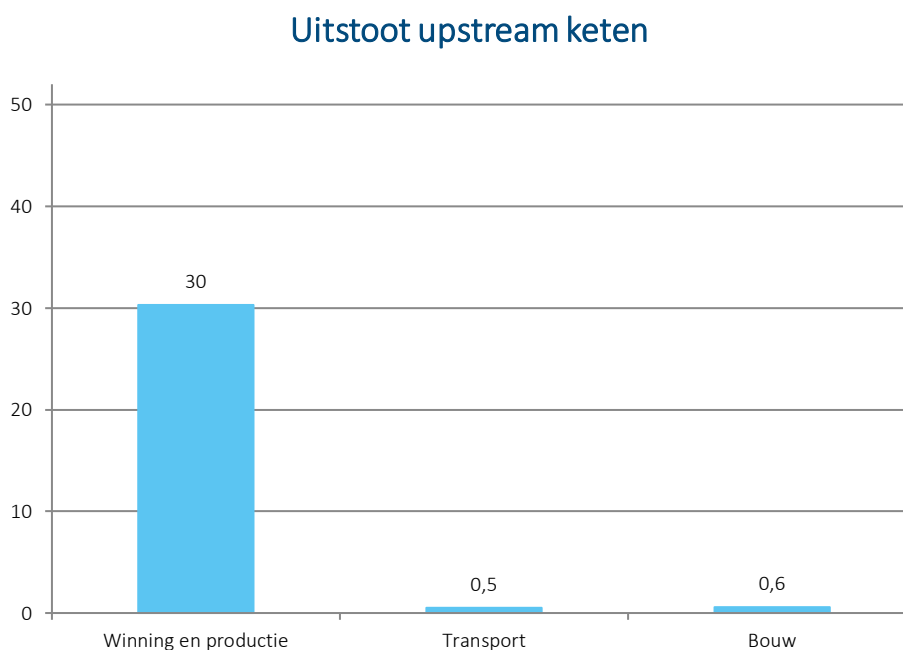


1.4 Totaal upstream keten

Op basis van de hierboven beschreven ketenstappen is de totale uitstoot in de upstream keten vastgesteld.

Tabel 6: CO₂-uitstoot totale upstream keten

Ketenstap	Uitstoot in ton CO ₂	%
Winning en productie	30	96,7%
Transport	0,5	1,5%
Bouwproces	0,6	1,8%
Totaal	31	100%



Figuur 3: Totale uitstoot upstream keten

De winning en productie van de bouwmaterialen veroorzaakt verreweg de meeste uitstoot: 97% van de upstream keten. Door de vergaande prefabricatie van de bouwdelen is de bouwtijd en benodigde energie om de woning op locatie te realiseren sterk teruggedrongen. De keuze voor materialen tijdens de prefabricage is daardoor nog meer van invloed op de totale uitstoot. Met name het casco (zoals vloeren en gevels) draagt veel bij aan de totale uitstoot vanwege de toepassing van beton en staal.

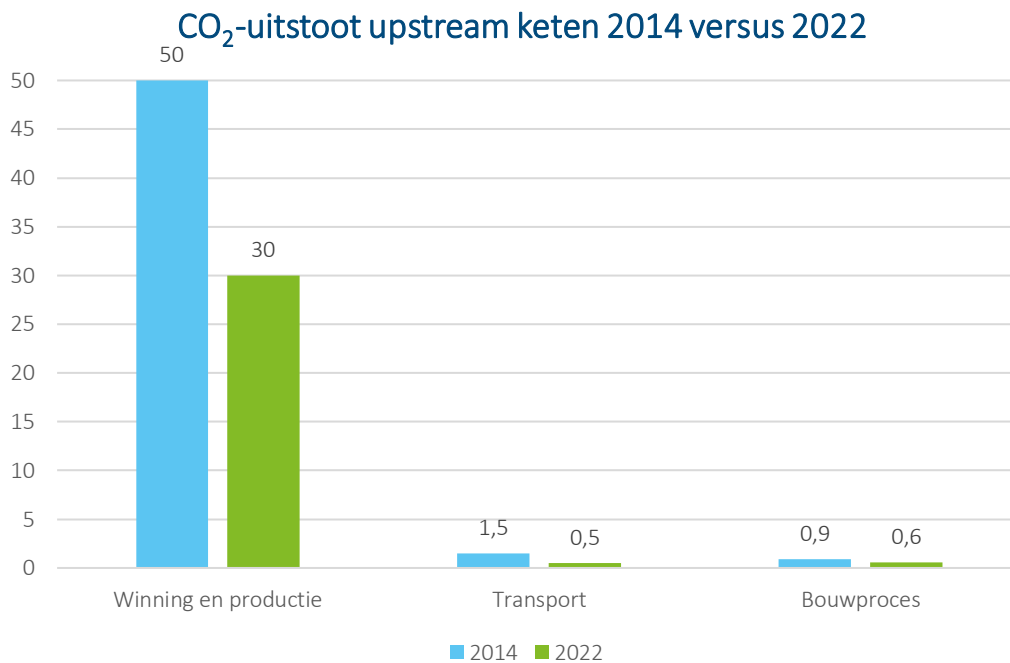
1.5 Vergelijking met eerste MorgenWonen

Sinds de bouw van de eerste MorgenWoningen zijn er al verschillende maatregelen toegepast om de CO₂-uitstoot die wordt veroorzaakt te reduceren. In onderstaande figuur is de CO₂-uitstoot die nu is berekend afgezet tegen de CO₂-uitstoot van de woning ten tijde van de eerste woningen¹. Hieruit blijkt dat er vooral bij

¹ Ketenganalyse MorgenWonen Upstream, Juni 2014



winning en productie van grondstoffen en materialen een sterke reductie is gerealiseerd. Dit is grotendeels te danken aan de reductie van de toepassing van beton en het toepassen van een duurzamer betontype.



Figuur 4: CO₂-uitstoot upstream keten 2014 versus 2022



6 Reductiemogelijkheden

Op basis van de analyse en de bijdrage van de individuele onderdelen aan de totale uitstoot zijn mogelijke reductiemaatregelen geïnventariseerd. De reductiemaatregelen die het meest opleveren, zijn naar verwachting de maatregelen die zich richten op beton- en staalgebruik, aangezien dit CO₂-intensieve materialen zijn.

6.1 Reductiemogelijkheden

In onderstaande tabel is een inventarisatie opgenomen van reductiemaatregelen, op basis van de uitgevoerde analyse. Voor de meest kansrijke maatregelen voor CO₂-reductie is een inschatting gemaakt van de te realiseren besparing ten opzichte van de totale levenscyclus van de woning. Een deel van de maatregelen is sinds de eerste ketenanalyse al uitgevoerd.

Tabel 7: Reductiemogelijkheden

Onderdeel	Maatregel	Reductiepotentie % levenscyclus / Status
Beton	Ander cementtype (CEM III in plaats van CEM I)	19% (Deels uitgevoerd; Er wordt meer CEM III toegepast)
	Lichtgewicht beton – reduceren hoeveelheid/gewicht beton door vullen beton-delen met alternatieve materialen (bijv. kunststof) waar geen sterkte geen probleem is	8% (deels uitgevoerd; Dunnere vloeren en wanden)
	Vervangen door dragende houtskeletbouw (gevels)	13%
	Vervangen door kalkzandsteen (gevel/muur)	13%
	Meer puingranulaat als grindt vervanger	
	Dunnere dekvloeren (bijv. door vulling, zie lichtgewicht beton)	Uitgevoerd
	Dekvloer van bamboe	
	Optimalisatie fundering	
Staal	Toepassen 100% gerecycled staal	Uitgevoerd
	(Biobased) kunststof in plaats van wapeningsstaal	
Baksteen	Gebruikte bakstenen toepassen	1%
	Klemmen in plaats van metselen zodat stenen demontabel zijn	
Overig	Biobased isolatiemateriaal gebruiken in plaats van EPS/PIR	8%
	Gebruikte dakpannen en bakstenen toepassen	4%
	Lichtgewicht glas met hoge isolatiewaarde in plaats van triple glas	
Bouwplaats	Bouwaansluiting vergroening via PCH met Nederlandse windstroom	Uitgevoerd
	Zo snel mogelijk aansluiten van zonnepanelen op bouwstroom	
	Duurzame bouwplaats	Deels uitgevoerd
	▪ Keet met zonnepanelen	
	▪ Verminderen afval, verhogen afvalscheiders	
	▪ Combineren van logistiek heen (materiaal) en retour (afval)	
	▪ Meer afval/bouwdelen per vrachtwagen	



6.2 Beoordeling mogelijkheden

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. In de trade-off-matrix wordt het effect van een maatregel (positief, neutraal of negatief) op vier variabelen inzichtelijk gemaakt:

1. Wat is het effect van de maatregel op de CO₂-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. Biodiversiteit en ecologische kwaliteit

Tabel 8: Beoordeling maatregelen op effect: ++ (zeer positief), + (positief), 0 (neutraal), - (negatief)

Maatregel	CO ₂ -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 nestruimte 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)



7 Onzekerheden

De analyse bevat de volgende onzekerheden:

- De fundering en een deel van het dak zijn vastgesteld op basis van informatie uit de Pluswoning omdat ze zeer vergelijkbaar zijn
- Kozijnen, deuren en glas is ingeschat op basis van de afmetingen van de kozijnen
- Voor veel van de kleinere bouwmaterialen zijn gemiddelden gehanteerd
- Voor een aantal kleine materialen voor het interieur zoals keukenapparaten en douche is vanwege een gebrek aan informatie geen uitstoot in kaart gebracht
- Sommige transportafstanden zijn ingeschat
- Voor de transporten is gebruik gemaakt van gemiddelde uitstoot op basis van het transportgewicht en de transportafstand. Hierbij is geen rekening gehouden met het aantal vrachten, het verbruik van de specifieke vrachtwagen en de precieze beladingsgraad van de vrachtwagens.
- De uitstoot van de hoogwerkers en graafmachines is geschat op basis van draaiuren
- Het woon-werkverkeer van sommige ketenpartners is ingeschat op basis van gemiddelde transportafstanden
- Voor het bouwafval is een inschatting gemaakt van het volume van het afgevoerde afval

Aangezien de winning en productie van het casco, dak en exterieur verreweg het meeste bijdragen aan de uitstoot, en er voor materialen zoals beton, staal en installaties gedetailleerde informatie over hoeveelheden en type materiaal is gebruikt om de CO₂-uitstoot vast te stellen, hebben deze onzekerheden waarschijnlijk een geringe invloed op de uitkomst van de analyse en de identificatie van de meest kansrijke reductiemogelijkheden.



8 Bronvermelding

De opbouw van dit document is gebaseerd op de Corporate Value Chain (Scope 3) Standaard. Daarnaast is, waar nodig, de methodiek van de Product Accounting & Reporting Standard aangehouden (zie de onderstaande koppelingstabel).

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 CO₂-uitstoot gegevens.
- Primaire data op basis van gebruikte brandstoffen/energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
- Secundaire data op basis van gemeten CO₂-uitstoot gegevens.
- Secundaire data op basis van brandstof/energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
- Secundaire data over CO₂-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.² Uitstoot uit elektriciteitsverbruik en transport is vastgesteld aan de hand van de emissiefactoren via CO₂emissiefactoren.nl.

Een uitgangspunt bij elke ketenanalyse is dat de CO₂-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 CO₂-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.

² Bouwen met Staal, MRPI-blad Middelzwaar Constructiestaal en KNB, MRPI-blad Metselbaksteen



- IV. Compleetheid; De CO₂-uitstoot gegevens in de database zijn zeer compleet in het aantal processen dat is meegenomen.
- V. Precisie; De CO₂-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 CO₂-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 afwijkingspercentage 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.



Aveco de Bondt BV

Podium 9, 3826 PA Amersfoort

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 88 18 66 010

www.avecodebondt.nl

Ketenanalyse MorgenWonen – Downstream Emissies



project Ondersteuning CO₂-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 CO₂-Prestatieladder. Om dit niveau te bereiken heeft VolkerWessels BVGO onder andere onderzoek gedaan naar CO₂-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:

- Energienotanu!l: 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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-uitstoot verder te reduceren.

1.1 Vaststellen onderwerpen ketenanalyses

Een belangrijk onderdeel van het behalen van niveau 4 van de CO₂-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 in 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 ₂ -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 ₂ -uitstoot in de keten
Kansen om CO ₂ 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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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 ²
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 CO₂-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.¹

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%

¹ 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 CO₂-uitstoot (uitgedrukt in **ton CO₂**) 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 ₂
Energieopwekking	5.000	kWh/ jaar	75 jaar	0
Vervangen zonnepanelen	2	maal	-	4,1
Vervangen omvormer	4	maal		0,1
Totaal				4,2

Door het vermeden elektriciteitsverbruik is de volgende uitstoot bespaard (uitgaande van de huidige stroommix²):

Tabel 7. Vermeden uitstoot tijdens gebruiksfase

Onderdeel	Hoeveelheid	Eenheid	Duur	Vermeden uitstoot in ton CO ₂
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.

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



Tabel 8. Uitstoot tijdens sloop

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

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 ₂
Transport naar stort	2,8	ton	0,059
Transport naar recycling	2,5	ton	0,079
Transport naar verbranding	145	ton	1,54
Totaal			1,7

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 ₂
Staal	3.069	100% recycling	0
Beton (funderingspalen)	7.500	80% laten zitten, 1% stort, 19% recycling	0
Beton (overig)	137.374	1% stort, 99% recycling	0
EPS	435	35% verbranding, 65% recycling	0,5
PIR	279	90% verbranding, 10% recycling	1,3
PVC	324	Divers	0,7
Folie	32	10% stort, 85% verbranding, 5% recycling	0,1
Overig	11.200	Divers	>0,1
Totaal			2,8

*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 CO₂-uitstoot op. Dit is het geval bij staal (100% recyclebaar), echter rekenen we

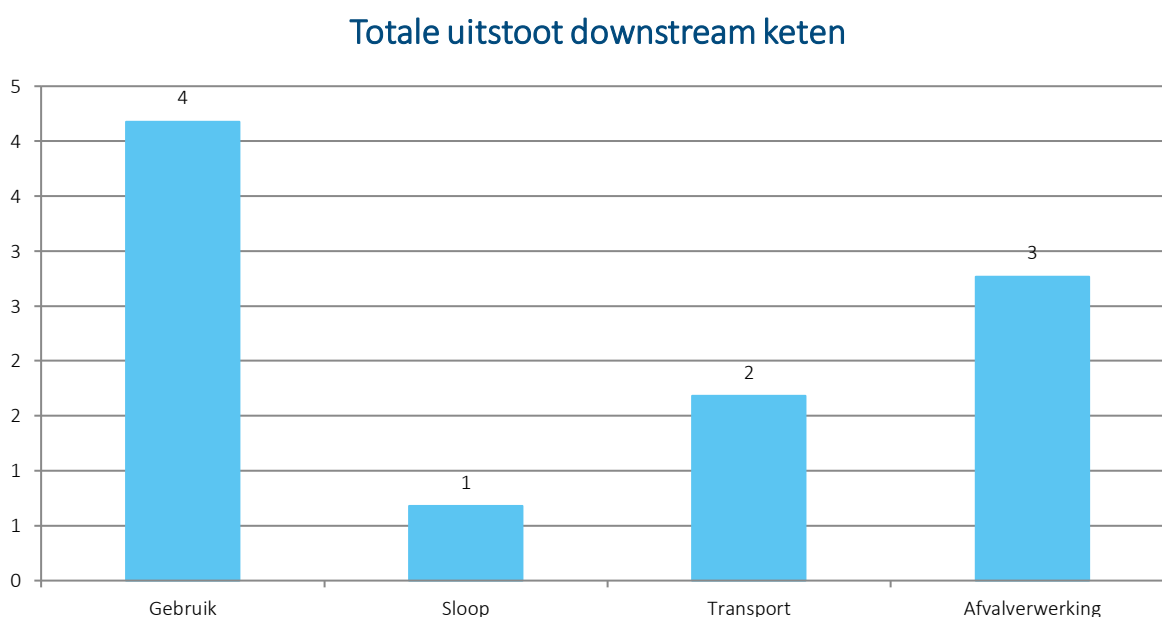


deze negatieve waarden niet mee in de veroorzaakte CO₂-uitstoot van deze ketenanalyse.

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 CO₂ 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 vóór 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
Gebruiksfas	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	
Beton	Hergebruiken puingranulaat als grindvervanger	
	Toepassen hout zodat afvalverwerking/recycling makkelijker is	
	Zoveel mogelijk hergebruik prefab bouwdelen op andere locatie VolkerWessels	
Staal	Biobased kunststof in plaats van wapeningsstaal zodat afvalverwerking/recycling makkelijker is	
Overig	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	
Bouwplaats tijdens sloop	Bouwaansluiting vergroenen via PCH met Nederlandse windstroom	Uitgevoerd
	Duurzame bouwplaats	Deels uitgevoerd
	- Keet met zonnepanelen - Verminderen afval, verhogen afvalscheiders - Combineren van logistiek heen en retour - Meer afval/bouwdelen per vrachtwagen	
	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 CO₂-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 ₂ -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 nestruimte 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 CO₂-uitstoot gegevens.
- Primaire data op basis van gebruikte brandstoffen/energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
- Secundaire data op basis van gemeten CO₂-uitstoot gegevens.
- Secundaire data op basis van brandstof/energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
- Secundaire data over CO₂-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.³ Uitstoot uit elektriciteitsverbruik en transport is vastgesteld aan de hand van de emissiefactoren via CO₂emissiefactoren.nl.

Een uitgangspunt bij elke ketenanalyse is dat de CO₂-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 CO₂-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.

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



- IV. Compleetheid; De CO₂-uitstoot gegevens in de database zijn zeer compleet in het aantal processen dat is meegenomen.
- V. Precisie; De CO₂-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 CO₂-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 afwijkingspercentage 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.