

KETENANALYSE LEGOLISERING

CO2-Prestatieladder

Croonwolter&dros

12 DECEMBER 2018

Contactpersoon

MARIE ERNST
Adviseur Energie en Duurzaamheid

T +31-6-42185694
M +31-6-42185694
E marie.ernst@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
2	UITLEG KETEN	5
2.1	Bepaling relevante scope 3 emissie categorieën	5
2.2	Keuze van het onderwerp	5
2.3	Ketenmodel	6
2.3.1	Algemeen	6
2.3.2	Specifieke ketenstappen	8
2.3.2.1	Winning grondstoffen en materialen (A1), transport productielocatie (A2), productie (A3)	8
2.3.2.2	Transport naar aanleglocatie (A4) en aanleg (A5)	9
2.3.2.3	Gebruiksfase (B1)	11
2.3.2.4	Onderhoudsfase (B2-B5)	11
2.3.2.5	Einde levensduur (C1-C4)	11
3	KETENPARTNERS	13
3.1	Definitie ketenpartners	13
3.2	Ketenpartners project	13
4	KWANTIFICEREN EMISSIES	16
4.1	Dataverzameling	16
4.2	Functionele eenheid	16
4.3	Berekende CO ₂ -emissies	17
5	CONCLUSIE	19
6	REFLECTIE	22
6.1	Dataverzameling	22
6.2	Representativiteit van functionele eenheid	22
6.3	Aanbevelingen voor verbeteringen ketenanalyse	22
6.4	Maatschappelijk voortschrijdend inzicht	23
	COLOFON	27

1 INLEIDING

Een belangrijk onderdeel vanaf niveau 3 van de CO₂-prestatieladder is het verkrijgen van inzicht in de Scope 3 emissies van de organisatie. In het document 'Analyse Meest materiële emissies Croonwouter&dros 2018' zijn de meest materiële Scope 3 emissiecategorieën reeds in kaart gebracht, volgens de stappen zoals beschreven in de Corporate Value Chain (Scope 3) standaard van het GHG-protocol, en zijn twee onderwerpen bepaald om een ketenanalyse op uit te voeren.

Vaststellen onderwerpen ketenanalyses

Op basis van de vaststelling van de meest materiële emissie categorieën, is de keuze gemaakt om Utiliteit – nieuwbouw/ transformatie te kiezen als één van de onderwerpen voor een ketenanalyse.

Dit document beschrijft de ketenanalyse van de werk-/ installatiemethode legolisering. Deze is opgesteld op 23 oktober 2018 (kenmerk: 083695145 A). Voorliggende versie betreft een update van deze eerste versie.

Leeswijzer

Dit document maakt deel uit van de implementatie van de CO₂-Prestatieladder. Voorliggende rapportage beschrijft de aanpak en resultaten van de uitgevoerde ketenanalyse.

Bij het vaststellen welke emissiestromen in Scope 3 het meest relevant zijn wordt het GHG-protocol gevolgd waarin 4 stappen worden beschreven om tot een analyse te komen:

1. Beschrijven van de waardeketen;
2. Bepalen van de relevante scope 3 emissie categorieën;
3. Identificeren van partners in de waardeketen;
4. Kwantificeren van de emissies.

In deze rapportage worden deze stappen achtereenvolgens toegelicht:

- Hoofdstuk 2: Beschrijven van de waardeketen & bepalen van relevante scope 3 emissie categorieën. Hierin wordt het project behandeld dat als onderwerp voor de ketenanalyse is gekozen, de scope, beschrijving van de keten, de bijbehorende ketenstappen en de veroorzakers van CO₂-uitstoot per ketenstap.
- Hoofdstuk 3: Identificeren van ketenpartners waarbij de ketenpartners en hun rol in de keten worden toegelicht.
- Hoofdstuk 4: Kwantificeren van de emissies: de ketenanalyse: welke data is gebruikt, hoe zijn de CO₂-emissies gecalculeerd en wat zijn de uitkomsten.
- Hoofdstuk 5: Geeft de conclusie weer: het bevat een samenvatting en een analyse van de uitkomsten.
- Hoofdstuk 6: Geeft een kritische reflectie op de uitgevoerde analyse en aanbevelingen voor de toekomst.

Informatie over de eisen die de CO₂-prestatieladder stelt aan ketenanalyses, de gebruikte methodiek en de betrokkenen bij het opstellen van de analyse is te vinden in Bijlage A. Bijlage B geeft de gebruikte bronnen weer.

2 UITLEG KETEN

De ketenanalyse is bepaald op de meest materiële scope 3 emissie categorieën. Deze analyse is terug te lezen in het bestand 'Analyse Meest materiële emissies Croonwolter&dros 2018'. Hieronder is de analyse samengevat als inleiding op de keuze van het onderwerp van de voorliggende ketenanalyse.

2.1 Bepaling relevante scope 3 emissie categorieën

Het uitvoeren van deze analyses begint met het verkrijgen van inzicht in de Scope 3 emissies van de organisatie. In het document 'Analyse Meest materiële emissies Croonwolter&dros 2018' zijn de meest materiële Scope 3 emissie categorieën reeds in kaart gebracht volgens de stappen zoals beschreven in de Corporate Value Chain (Scope 3) standaard van het GHG-protocol.

Uit de inventarisatie van de Scope 3 emissies komt naar voren dat de volgende categorieën de grootste CO₂-uitstoot veroorzaken:

1. Utiliteit - Nieuwbouw/Transformatie
2. Utiliteit - Renovatie
 Infra - Nieuwbouw/Transformatie

De ketenanalyses dienen betrekking te hebben op de projectenportefeuille. Dit is gewaarborgd door het uitvoeren van de PMC-analyse. Er dient één ketenanalyse te worden gemaakt voor een van de twee meest materiële emissies én één andere ketenanalyse voor een van de zes meest materiële emissies uit de rangorde.

Voorliggende ketenanalyse valt binnen de categorie: "Utiliteit – Nieuwbouw/Transformatie".

2.2 Keuze van het onderwerp

Het idee is uiteraard niet nieuw – legoliseren is al jaren een ontwikkeling binnen de bouw en techniek. Toch wordt deze nieuwe methode van werken nog niet regelmatig toegepast. Dit komt onder andere door te weinig kennis bij de opdrachtgever over de kansen en meerwaarde van deze methode. Croonwolter&dros probeert hier verandering in aan te brengen door klanten/ opdrachtgevers, maar ook leveranciers en onderaannemers actief in het proces mee te nemen – vanaf dag nul.

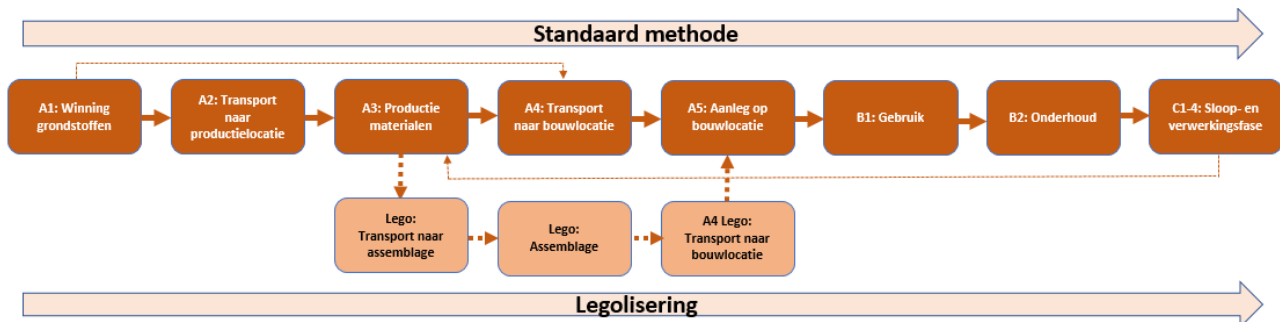
Veel nieuwbouw- en renovatieprojecten zijn moeilijk beheersbaar (organisatorisch en logistiek). Projecten lopen als gevolg daarvan ook soms uit de planning en/ of eindigen boven budget. Standaard bouw- en installatieprojecten zijn vooral gekenmerkt door een hoge mobiliteitsemissie. Separate vrachtwagens transporteren de onderdelen van productielocatie naar aanleglocatie. Gezien bij de aanleglocatie weinig opslagruimte is, kunnen de vrachtwagens vaak slechts kleine hoeveelheden vervoeren en moeten ze vaker naar de aanleglocatie rijden. De werknemers wonen vaak ver weg van de aanleglocatie en moeten gedurende het project elke dag van en naar de aanleglocatie rijden. Omdat de onderdelen pas op locatie in elkaar gezet worden, zijn meer werknemers benodigd om de deadline te halen. Ook ontstaat ter plekke een snijverlies van 10% van het materiaal omdat de componenten pas ter plaatse in elkaar gezet worden.

Bij legoliseren wordt in het begin van een project het ontwerp vertaald naar installatie-modules die vervolgens in de prefab fabriek van Croonwolter&dros in Amersfoort op maat gemaakt worden. Modulair bouwen brengt dan veel voordelen met zich mee. Niet alleen worden de modules beschermd van wind en weer gemonteerd, ook worden de modules gevalideerd en geverifieerd voordat het op transport gaat. Het bouwproces en het projectmanagement blijft overzichtelijk tot aan de realisatie. Door de legoliseren van modules in een prefab fabriek ontstaat minder afval op de bouwlocatie, wordt slimmere bouwplaatslogistiek gerealiseerd (just-in-time delivery en minder transportbewegingen in totaal naar de aanlegplaats) en is ook de bezetting op projectlocatie geoptimaliseerd (minder vervoersbewegingen medewerker naar de aanlegplaats omdat minder medewerkers noodzakelijk zijn voor de aanleg). Legoliseren is een efficiëntere manier van werken. Het verbetert zelfs de kwaliteit van de eindproducten omdat de werkzaamheden onder betere arbeidsomstandigheden worden uitgevoerd en een extra uitgangscntrole plaatsvindt.

Croonwolter&dros is van plan om deze manier vaker toe te passen in de toekomst. De ketenanalyse is echter opgebouwd op basis van een voorbeeldproject, het Matrix-project in Amsterdam.

2.3 Ketenmodel

Onderstaand is het ketenmodel van een regulier ketenproces toegevoegd. De oranje onderdelen zijn de ketenstappen. De nummering is de uitleg van de stap volgens de 'SBK Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken'.



Figuur 1 Ketenmodel volgens de 'SBK Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken'

Het ketenmodel zoals hierboven gepresenteerd is een globale en vereenvoudigde weergave van het ketenproces.

De licht oranje ketenstappen zijn aanvullend aan de bekende stappen toegevoegd, specifiek voor legolisering. Deze nieuwe methode kent een tussenstap, namelijk de assemblagelocatie waar de modules geassembleerd worden. Hiervoor is transport van de productielocatie naar de assemblagelocatie, de assemblage zelf en het transport van de assemblagelocatie naar de aanleglocatie vereist.

In de volgend paragrafen zal hier dieper op ingegaan worden.

In de eerste ronde (d.d. 23-10-2018 kenmerk 083695145 A) lag de focus van de ketenanalyse op de stappen A1 tot en met A5. In deze uitbreiding van de ketenanalyse (december 2018) worden ook de ketenstappen C1-C4 verder uitgewerkt. Ook zijn bepaalde transportgegevens van de stappen A2 en A4 verbeterd en vervangen met werkelijke getallen.

Het is de bedoeling om dit de komende jaren uit te breiden naar de andere stappen in het ketenproces.

Het ketenmodel van het project is een vergelijkende analyse, waarin de CO₂-emissies die vrijkomen wanneer een project wordt uitgevoerd gebruikmakend van de standaardmethode, wordt vergeleken met een project waarbij legolisering wordt toegepast.

2.3.1 Algemeen

Installatiewerk is van huis uit maatwerk. Water-, energie- en informatieaansluitingen moeten allen ingepast worden in het ontwerp, en dan ter plaatse worden geïnstalleerd. Hiervoor zijn beugelconstructies, stalen leidingen, kabelgoten, leidingisolatie en regelkleppen noodzakelijk. Deze worden ter plekke gecombineerd (door middel van las- en schroefwerk) in afzonderlijke montagegangen en vervolgens geïnstalleerd.

Bij het voorbeeldproject Matrix, een vier verdiepingen tellend gebouw, zouden verschillende teams (4 monteurs kabelgoten, 4 monteurs leidingwerk, 2 monteurs regeltechniek) van in totaal tien man ongeveer 36 dagen bezig zijn om dit installatiewerk te verrichten. De vrachtwagens met de separate onderdelen komen meerdere keren naar de bouwplaats gezien de beperkte opslagruimte. In het geval van het Matrix-project, is er slechts voldoende ruimte om alles voor één verdieping op de bouwplaats op te slaan. Dit betekent dat er per verdieping separate leveringen zouden komen voor alle individuele onderdelen.

Voor dit specifieke project is nu gekozen om met prefab modules te werken. Door het gebruik van de modules kunnen alle leveranciers nu in één keer op de assemblagefabriek leveren gezien er voldoende opslagruimte is, en hoeven er nog maar twee monteurs daadwerkelijk met de prefab modules naar de bouwplaats. De prefab modules worden nog steeds per verdieping geleverd.

Volgens de planning worden hierdoor het aantal vervoersbewegingen voor materieel teruggedrongen van 32 naar 12, en het aantal vervoersbewegingen voor personen loopt terug van 720 naar 144 voor de bouwlocatie. Hierbij worden de overige 576 vervoersbewegingen van personen naar de bouwlocatie vervangen door 432 kortere bewegingen naar de centrale assemblagefabriek.

Naast het verminderen van vervoersbewegingen wordt ook afvalproductie teruggedrongen. Door te standaardiseren kunnen betere afspraken gemaakt worden met leveranciers en onderdelen op maat geproduceerd worden, wat tot een besparing van wel 10% totaalgewicht aan snijafval kan leiden.

Opbouw van Modules

De modules zijn 3,60 meter lang, wegen ongeveer 120 kg en bestaan uit verschillende componenten.

- De E- en I- delen van de module bevinden zich in de kabelgoten aan weerszijden. Deze kabelgoten zijn van verzinkt staal, en worden zonder kabels geleverd. Deze worden ter plaatse getrokken afhankelijk van de behoeften van de klant.
- Het W- deel van de installatie bestaat uit leidingen van onbewerkt staal, geverfd met menie. Ze worden uitgevoerd met zesweg-regelkleppen die de watertoevoer regelen. De zesweg-regelkleppen worden uitgevoerd uit staal (RVS), kunststof (ABS) en messing (verwaarloosbaar). De regelkleppen beschikken ook over elektronische onderdelen om volgens bepaalde regels vrij te kunnen opereren.
- De beugelconstructie is van verzinkt staal.
- De isolatie van de leidingen is gemaakt van PE-schuim.

De percentages van de gewichten van de verschillende onderdelen, horende bij een module, zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Tabel 1 Gewichtsverdeling onderdelen

Onderdeel	Materiaal	Percentage van gewicht totaal
Staaldraad	Verzinkt staal	20%
Stalen leiding	Onbewerkt staal, geschilderd (menie)	35%
Isolatie leiding	PE-schuim	5%
Kabelgoot	Verzinkt staal	35%
Regelkleppen	Plastic, ABS	2%
Regelkleppen	Staal, RVS	3%

Voor het project Matrix zijn 144 modules benodigd, verdeeld over 4 verdiepingen.

2.3.2 Specifieke ketenstappen

2.3.2.1 Winning grondstoffen en materialen (A1), transport productielocatie (A2), productie (A3)

De belangrijkste materialen voor deze ketenstappen zijn, per module:

Methodes	Onderdeel	Hoeveelheid	A1	A2	A3
Standaard	Staaldraad (verzinkt staal)	26,40 kg - (opgave technisch specialist)	1,84 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Tata Steel; IJmuiden naar Amsterdam - 0,219 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Stalen leiding (staal onbewerkt, geschilderd in menie)	46,20 kg - (opgave technisch specialist)	2,18 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Italië naar Weert - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Kabelgoot (verzinkt staal)	46,20 kg - (opgave technisch specialist)	1,84 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Italië naar Boxtel - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Isolatie leiding (PE-schuim)	6,60 kg - (opgave technisch specialist)	2,18 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Isolatie vervaardigd te Waalwijk (Thermafex) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Regelklep (plastic, ABS)	2,40 kg - (opgave technisch specialist)	4,54 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Regelklep vervaardigd te Gorinchem (Belparts) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Regelklep (staal, RWS)	3,60 kg - (opgave technisch specialist)	4,40 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Regelklep vervaardigd te Gorinchem (Belparts) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
Legolisering	Staaldraad (verzinkt staal)	24,00 kg - (opgave technisch specialist)	1,84 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Tata Steel; IJmuiden naar Amsterdam - 0,219 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Stalen leiding (staal onbewerkt, geschilderd in menie)	42,00 kg - (opgave technisch specialist)	2,18 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Italië naar Weert - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Kabelgoot (verzinkt staal)	42,00 kg - (opgave technisch specialist)	1,84 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Italië naar Weert - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Isolatie leiding (PE-schuim)	6,00 kg - (opgave technisch specialist)	2,18 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Isolatie vervaardigd te Waalwijk (Thermafex) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Regelklep (plastic, ABS)	2,40 kg - (opgave technisch specialist)	4,54 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Regelklep vervaardigd te Gorinchem (Belparts) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend
	Regelklep (staal, RWS)	3,60 kg - (opgave technisch specialist)	4,40 kg CO ₂ /kg (SimaPro)	- Regelklep vervaardigd te Gorinchem (Belparts) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	Onbekend

Bovenstaande tabel maakt duidelijk dat beide manieren van werken op dit moment niet volledig kunnen worden geanalyseerd met betrekking tot de ketenstap A3. De details en gegevens betreffende de productie van de benodigde onderdelen zijn nog onbekend. Hiervoor dient contact gezocht te worden met de verschillende producenten en leveranciers. Het invullen van deze GAP maakt de ketenanalyse weliswaar compleet maar zal hoogstwaarschijnlijk de uitkomst niet veranderen gezien de onderdelen op dezelfde manier geproduceerd worden. Gezien bij de standaard manier met 10% extra materiaal (snijafval) rekening gehouden moet worden, zal het in kaart brengen van stap A3 het uiteindelijke resultaat slechts benadrukken (zie ook het hoofdstuk betreffende de resultaten van de berekening).

Voor A2 zijn er werkelijke getallen gebruikt en gedeeltelijk algemene aannames gedaan met betrekking tot de herkomst van de grondstoffen. Bovenstaande hoeveelheden hebben betrekking op een module van 3,60 meter. De uiteindelijke berekening is gedaan, rekening houdend met 144 modules.

2.3.2.2 Transport naar aanleglocatie (A4) en aanleg (A5)

De belangrijkste materialen voor deze ketenstappen bij de standaard manier zijn:

Systeem	Onderdeel	Hoeveelheid	A4	A5
Standaard	Staaldraad (verzinkt staal)	26,40 kg - (opgave technisch specialist)	Amsterdam (Mupro)-Amsterdam (project)	<ul style="list-style-type: none"> - <u>10 werknemers</u> - <u>10 auto's</u> - Woonwerkverkeer afstand 90 km (aanname)
	Stalen leiding (staal onbewerkt, geschilderd in menie)	46,20 kg - (opgave technisch specialist)	Aanname gebaseerd op werkelijke gegevens voor legalisering: Weert (Ominio)-Utrecht-Utrecht- Amsterdam (project)- Bergambacht-Weert - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	<ul style="list-style-type: none"> - 4 modules per dag - 144 modules - 36 dagen - 0,22 kg CO₂/km (CO₂emissiefactoren.nl)
	Kabelgoot (verzinkt staal)	46,20 kg - (opgave technisch specialist)	Boxtel (Legrand)-Amsterdam (project) - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	
	Isolatie leiding (PE-schuim)	6,60 kg - (opgave technisch specialist)	Ingekocht via Technische Unie te Maastricht-Amsterdam (project) - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	
	Regelklep (plastic, ABS)	2,40 kg - (opgave technisch specialist)	Gorinchem (Belparts)-Amsterdam (project) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	
	Regelklep (staal, RVS)	3,60 kg - (opgave technisch specialist)	Samengevoegd met regelklep (plastic, ABS) Gorinchem (Belparts)-Amsterdam (project)	

Bij ketenstap A4 is het extra gewicht (10% snijafval) opvallend mede als de vervoersbewegingen die hier hoger zijn dan bij legalisering (zie tabel hieronder) omdat de aparte onderdelen niet op bouwlocatie opgeslagen kunnen worden maar in delen geleverd moeten worden. Ook zijn voor sommige transportgegevens werkelijke getallen gebruikt, bij andere is gerekend gebaseerd op aannames. Ketenstap A5 maakt duidelijk dat de standaard manier van werken een grote hoeveelheid werknemers nodig heeft om de verschillende onderdelen op locatie in elkaar te zetten en te installeren om binnen 36 dagen gereed te zijn. Machines en gereedschap op locatie zijn buiten beschouwing gelaten, gezien de grootste emissie afkomstig is van de vervoersbewegingen. Daarnaast zijn de gebruikte machines en gereedschappen vergelijkbaar bij beide manieren waardoor zij geen onderscheidende factor vormen.

De belangrijkste materialen voor bovengenoemde ketenstappen bij legolisering zijn:

Systeem	Onderdeel	Hoeveelheid	A4 – naar assemblagelocatie	Assemblage	Transport naar aanleg	A5
Legolisering	Staaldraad (verzinkt staal)	24,00 kg (opgave technisch specialist)	- Amsterdam (Mupro)- Amersfoort (assemblage)	<u>6 werknemers</u> 6 auto's Woonwerkverkeer afstand 40 km (aanne)me)	Assemblagelocatie (Amersfoort) – Project (Amsterdam) 50 km one-way	<u>2 werknemers</u> <u>2 auto's</u> Woonwerkverkeer afstand 90 km (aanne)me)
	Stalen leiding (staal onbewerkt, geschilderd in menie)	42,00 kg (opgave technisch specialist)	- Weert (Ominio)- Utrecht-Utrecht-Amersfoort (assemblage) - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)	17.280,00 km voor project 0,22 kg CO ₂ /km (CO2emissiefactoren.nl)	4 vrachtwagens voor project 17.280,00 kg totaal 144 modules 0,52 kg CO ₂ /km (SimaPro)	4 modules per dag 144 modules 36 dagen 0,22 kg CO ₂ /km (CO2emissiefactoren.nl)
	Kabelgoot (verzinkt staal)	42,00 kg (opgave technisch specialist)	- Samengevoegd met staaldraad - Boxtel (Legrand)- Amersfoort (assemblage) - 0,525 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)			
	Isolatie leiding (PE-schuim)	6,00 kg (opgave technisch specialist)	- Wordt bij Technische Uni gekocht te Maastricht-Amersfoort (assemblage) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)			
	Regelklep (plastic, ABS)	2,40 kg (opgave technisch specialist)	- Gorinchem (Belparts)- Amersfoort (assemblage) - 0,522 kg CO ₂ /tkm (SimaPro)			
	Regelklep (staal, RVS)	3,60 kg (opgave technisch specialist)	- Samengevoegd met regelklep (plastic, ABS) - Gorinchem (Belparts)- Amersfoort (assemblage)			

Bovenstaande tabel laat zien dat de afstand van productielocatie naar assemblagelocatie (legolisering) vergelijkbaar is met de afstand van productielocatie naar aanleglocatie (standaardmethode), waarin de onderdelen los naar de projectlocatie gebracht worden. Dit ligt aan het feit dat de aanleglocatie (Amsterdam) dichtbij de assemblagelocatie (Amersfoort) ligt. Er is dus weinig verschil tussen transport naar aanleglocatie en transport naar assemblagelocatie, kijkende naar dit specifieke project. Ook is hier duidelijk te zien dat minder gewicht (exclusief 10% snijafval) minder vervoeremissie oplevert.

Assemblage en aanleg (A5) zijn vooral gekenmerkt door efficiëntere inzet van de werknemers. De werknemers wonen in de omgeving van Amersfoort, wat reistijd, gereden kilometers en uiteindelijk emissies reduceert. Op projectlocatie te Amsterdam zijn aanzienlijk minder medewerkers nodig omdat complete modules eenvoudiger aan te brengen zijn (minder werkstappen).

Ook het transport van assemblage naar aanleglocatie is efficiënter omdat de modules nu in geheel aangeleverd kunnen worden. Nu zijn slechts nog acht vervoersbewegingen noodzakelijk in plaats van acht x vier.

2.3.2.3 Gebruiksfase (B1)

Deze ketenstap wordt in een vervolganalyse uitgewerkt.

2.3.2.4 Onderhoudsfase (B2-B5)

Deze ketenstappen worden in een vervolganalyse uitgewerkt.

2.3.2.5 Einde levensduur (C1-C4)

Deze ketenstappen behandelen de onderwerpen sloop, transport, afvalbewerking en finale afvalbewerking. Het is op dit moment helaas nog niet mogelijk om betrouwbare *kwantitatieve* gegevens te koppelen aan deze ketenstappen. Tijdens de analyse van deze ketenstappen is nog geen onderdeel gesloopt en vervoerd, ook zijn er nog geen afvalonderdelen (finaal) verwerkt. Dit zal uiteraard in de komende jaren wel veranderen – de ketenanalyse wordt geüpdatet met werkelijke cijfers en/ of onderbouwde aannames als betrouwbare gegevens beschikbaar komen.

Voor nu is gekozen voor een *kwalitatieve* beschrijving van de ketenstappen, gebaseerd op ervaringen uit andere projecten waarin standaard legoliserings is toegepast.

C1 Sloop

Werkstappen

Sloop van de onderdelen volgens een standaard proces betekent normaal gesproken een volledige “kaalslag”. Dat houdt in dat grote containers voor de projectlocatie worden geplaatst en modules in kleinere onderdelen gezaagd/ geknepen worden om deze vervolgens af te voeren. De buisisolatie zit dan weliswaar nog steeds bevestigd om de leidingen heen. Het leidingwerk wordt in zo groot mogelijke delen afgevoerd en aan de oud ijzerhandel verkocht.

Bij legoliserings wordt afgeweken van deze standaard werkstappen. De modules worden in zijn geheel gedemonteerd en geplaatst op een van de ‘prefabkarren’, om naar buiten gereden te worden. De modules worden dus niet gestort in een grote afvalcontainer.

De gedemonteerde modules kunnen daarna gecontroleerd worden op herbruikbaarheid: welke onderdelen kunnen hergebruikt of gerepareerd worden?

Frequentie

Onderdelen worden grotendeels gesloopt nadat de technische levensduur is volbracht. De levensduur ligt standaard tussen 10 en 30 jaar. De levensduur is wederom afhankelijk van het gebruikspatroon (intensief of extensief) en/of de wensen van de gebouweigenaar zelf (renovatie, verbouwingen, veranderingen).

Inzet mensen en machines

Worden dergelijke systemen gesloopt, dan maakt men meestal gebruik van ploegen van 4-8 man. Er wordt zwaar gereedschap (slijpers, snijders, knippers) gebruikt.

Bij modules conform legoliserings kunnen de modules eenvoudig uit elkaar geschroefd worden, zonder inzet van zwaar gereedschap.

Transport mensen en machines

De werknemers zelf komen grotendeels uit de regio Amsterdam wat resulteert in een korte reistijd. Het benodigde gereedschap wordt vervoerd in de bus of kar vanuit het sloopbedrijf, gevestigd in de regio van de projectlocatie.

Invloedsfactoren levensduur

Bij de standaard manier van werken dient, als er een deel van de installatie niet meer naar behoren functioneert, het specifieke deel vervangen te worden (middels snijden/ slijpen).

Bij legoliserings kan één module apart gedemonteerd en vervangen worden door een nieuwe module. Dit resulteert ook bij gedeeltelijke renovatie of vervanging in minder overlast, minder arbeid en minder gebruik van zware machines.

C2 Transport

Methode transport

De onderdelen worden meestal in grote, zware containers (6m³) vervoerd. Kijkende naar legoliserig, zullen de onderdelen naar de fabriek worden vervoerd. In de fabriek zal gecontroleerd worden of bepaalde onderdelen nog hergebruikt kunnen worden (verwerking in een nieuwe module) of dat bepaalde onderdelen uit de oude module vervangen kunnen worden om wederom de gehele module opnieuw te gebruiken.

Afvalverwerker

Het bedrijf maakt o.a. gebruik van het verwerkingsbedrijf SITA. Andere onderdelen worden naar de lokale ijzerhandelaar gestuurd. De opdracht wordt vaak bij het sloopbedrijf ondergebracht, waarbij deze eigen afspraken aangaan met de ijzerhandelaar.

Hergebruik

Legoliserig biedt zeker mogelijkheden tot hergebruik/ recycling. Gehele modules kunnen opnieuw worden toegepast (reparatie/ vervanging kapotte onderdelen) en losse onderdelen kunnen een nieuwe toepassing vinden in andere modules.

C3 Afvalbewerking & C4 Finale afvalverwerking

Werkstappen

Het sloopbedrijf scheidt meestal het afval tot op een bepaald niveau. Herbruikbare of recyclebare materialen zoals houten onderdelen, ijzer, kabelrestanten etc. worden gescheiden van (rest)afval.

Bij legoliserig worden de modules gecontroleerd op schade en herbruikbaarheid. De beugels kunnen vrijwel altijd hergebruikt worden. Staal wordt gecontroleerd op slijtage en eventueel deels vervangen. De isolatie is circulair, dus beschadigd. Bij de klep dient eventueel alleen de koppeling of de motor vervangen te worden. De kabelgoten zijn herbruikbaar mits schadevrij. Moet voor hergebruik van bepaalde onderdelen een kleine reparatie plaatsvinden, wordt dit in de fabriek in Amersfoort uitgevoerd.

Invloedsfactoren

Opdrachtgevers willen soms zelf kleine aanpassingen of uitbreidingen realiseren zonder ondersteuning van Croonwolter&dros. Dit verkleint uiteraard de kans op hergebruik omdat de aanpassingen bijna nooit uniform of standaard conform de methode legoliserig zijn. Deze modules kunnen vervolgens minder makkelijk hergebruikt worden in andere gebouwen.

3 KETENPARTNERS

Het identificeren van de ketenpartners is een onderdeel van de ketenanalyse. Zo wordt duidelijk wat de rol is van de ketenpartners en bij wie welke informatie opgevraagd moet worden ten behoeve van het bepalen van de CO₂-emissies in de keten.

Daarnaast is inzicht in de invloed van de diverse ketenpartners van belang. Om antwoord te kunnen geven op de vraag: 'met wie kan Croonwolter&dros het beste samenwerken om CO₂-reductie te bereiken?' moeten de volgende vragen beantwoord worden:

- Wie zijn de ketenpartners?
- Waar binnen de keten zitten de grootste emissies?
- Welke ketenpartners zijn betrokken bij de ketenstappen met de grootste emissies?

Om te bepalen waar Croonwolter&dros de meeste invloed op de emissies heeft, is het van belang om te definiëren welke ketenpartners op welke manier betrokken zijn bij het project. Hier gaat onderhavig hoofdstuk op in. De grootste emissies worden behandeld in hoofdstuk 4.

Onderstaand wordt allereerst de definitie van de term ketenpartner beschreven. Hierna worden de ketenpartners in het project benoemd en toegelicht.

3.1 Definitie ketenpartners

Ketenpartners zijn partijen zowel upstream als downstream in de keten(s) van het bedrijf, waar het bedrijf mee samenwerkt. Dit kunnen bijvoorbeeld klanten, distributeurs, leveranciers of opdrachtgevers zijn.

Bij het identificeren van ketenpartners moet onderscheid worden gemaakt tussen directe ketenpartners en indirecte ketenpartners. Directe ketenpartners zijn partijen in de keten waar Croonwolter&dros een contractuele relatie mee heeft, zoals toeleveranciers, afnemers, onderaannemers en opdrachtgevers. Indirecte ketenpartners zijn partijen waar Croonwolter&dros geen directe (contractuele) relatie heeft, zoals leveranciers van de onderaannemers.

Informatie over de CO₂-gegevens van indirecte ketenpartners zijn voor Croonwolter&dros over het algemeen moeilijker om te verkrijgen vanwege de indirecte relatie.

Tijdens de uitbreiding van deze ketenanalyse (december 2018) is uitgebreid contact opgenomen met leveranciers, afnemers en onderaannemers om o.a. primaire data te verkrijgen voor een volgende uitbreiding van de ketenanalyse (materiaalstromen en transportbewegingen). Gedurende deze gesprekken stonden de partijen open voor een samenwerking om de gemoeide CO₂-emissies nauwkeuriger in kaart te brengen en om in de toekomst wellicht deze emissies verder te reduceren waar mogelijk.

3.2 Ketenpartners project

Deze rapportage vergelijkt twee manieren van bouwen en installeren met de hypothese dat de toepassing van legolisering kan bijdragen aan een reductie in CO₂-emissies tegenover een 'standaard' manier van werken. Zoals eerder reeds beschreven, kan het toepassen van legolisering naar verwachting vooral in de transport- en aanlegfase een reductie opleveren.

Om te weten met welke ketenpartner Croonwolter&dros moet samenwerken om legolisering mogelijk te maken en daarmee CO₂-reductie in de keten te verwezenlijken, is het van belang om te weten welke partners bij deze ketenfases betrokken zijn. Deze zijn toegelicht in de volgende tabel:

Onderdeel keten	Ketenactiviteit	Ketenpartner	Uitleg	Invloed
Initiatiefase	Initiatie en definitie	Opdrachtgever. Veelal de gebouweigenaar of ontwikkelaar. Matrix Innovation Center	Stelt functionele eisen aan het ontwerp en kwaliteit van het materiaal en infrastructurele werk.	direct
	Ontwerp	Opdrachtgever en hoofdaannemer/ architect. Matrix Innovation Center Ector Hoogstad Architecten, Deerns en IMd	Stelt in samenwerking met andere externe partijen het ontwerp van het pand op. Veelal is dit niet het stadium waarin Croonwolter&dros direct betrokken is, maar graag zou willen zijn.	direct
Winning grondstof, productie en aanleg	Winning grondstof	Delver grondstoffen	Keuze waar grondstoffen worden gewonnen, en of deze van primaire of secundaire oorsprong zijn.	indirect
	Transport materialen naar productielocatie	Leverancier Producenten groothandel	Keuze voor transportbedrijf indien logistiek bedrijf transport uitvoert. Uit de inschrijvingen op de aanbesteding wordt een hoofdaannemer gekozen.	indirect
	Productie materialen/ producten	Leverancier Ominio Belparts Legrand Mupro Thermafex	Dienen materialen/ producten volgens bepaalde eisen aan het eindproduct te produceren.	direct
	Transport naar bouwlocatie	Aannemer (logistiek bedrijf of productiebedrijf) Hoogland	Keuze voor transportbedrijf indien logistiek bedrijf transport uitvoert.	direct
	Aanleg/ installatie producten	Aannemer Eigen prefab fabriek of op locatie Croonwolter&dros Vink Luchtkanalen Kersbergen	Keuze voor manier van assemblage of aanleg op locatie.	direct
Gebruik	Gebruik installatie	Gebruikers gebouw		indirect
Onderhoud & reparatie	Onderhoud	Onderhoudsaannemer/ beheerder Croonwolter&dros	Voert onderhoud en inspecties uit. Modulair systeem maakt onderhoud en reparatie makkelijker	indirect
Einde levensduur	Sloop	Aannemer of beheerder Croonwolter&dros Onderaannemers Beheerder	Keuze om slechts defecte of verouderde modules te vervangen.	direct indirect
	Afvalverwerking	Afvalverwerker, recycling onderdelen	Keuze om onderdelen te recyclen indien mogelijk.	direct

Opdrachtgever

De opdrachtgever is in het geval van een pand vaak een projectontwikkelaar. De opdrachtgever stelt in samenwerking met een architect en adviseurs een ontwerp op. Hierin moeten dan de installaties ingepast worden. In de toekomst zou Croonwolter&dros bij deze eerste fase van het project graag bij betrokken zijn voor het optimaliseren van de inpassing van modules. De opdrachtgever stelt functionele eisen op voor het ontwerp.

Hoofdaannemer

Een benoemde hoofdaannemer is (vaak samen met onderaannemers) verantwoordelijk voor het uitvoeren van de werkzaamheden. De hoofdaannemer selecteert vaak zelf onderaannemers en leveranciers. Mede hierdoor oefent de hoofdaannemer grote invloed uit op de CO₂-emissies van de aanleg van een pand. Zo bepaalt hij met de keuze van de leverancier- en onderaannemer de aan te voeren materialen, het te gebruiken materieel inclusief bijbehorende transportafstanden. De hoofdaannemer is hiermee een belangrijke partner in het implementeren van CO₂-reducerende maatregelen.

Overige aannemers

De belangrijkste onderaannemers zijn vaak verantwoordelijk voor benodigde specialistische machines, transport (logistiek bedrijf) en dergelijke. Zij hebben invloed op CO₂ uitstoot van het project maar zullen hierin gestuurd worden door de keuzes van de hoofdaannemer.

Overige leveranciers

De leveranciers bestaan uit grondstoffenleveranciers en groothandels. Zij leveren de materialen waarmee gewerkt wordt. Zij zullen ook gestuurd worden door de keuzes van de hoofdaannemer omtrent hun invloed op CO₂ uitstoot van het project.

Gebruikers

Afhankelijk van de contracten kan het zijn dat de gebruiker zelf verantwoordelijk is voor onderhoud. Hij zal dan in het algemeen hiervoor een aannemer inschakelen.

Gebouwbeheerder

De gebouwenbeheerder is vaker verantwoordelijk voor het onderhoud en goed functioneren van het pand. Afhankelijk van zijn rol zal hij zelf onderhoud doen of dit laten doen door onderaannemers.

Onderhoudsaannemer

De onderhoudsaannemer kan ingeschakeld worden voor het onderhoud. De mate waarin de onderhoudsaannemer invloed heeft op de CO₂-uitstoot is zeer beperkt, tenzij onderdelen vervangen moeten worden. Als hij eenzelfde modulair concept volgt als tijdens de aanleg, dan kan hierin veel maatwerk bespaard worden, wat manuren, reistijd en dus vermindering in CO₂ uitstoot op kan leveren.

Betrokkenheid ketenpartners

Omdat het proces grotendeels binnen eigen poorten plaats vindt heeft Croonwolter&dros de grootste invloed op de CO₂-uitstoot, mits een partij zoals Croonwolter&dros hier de kans voor krijgt. Door al in een zeer vroege projectfase betrokken te worden bij het hele proces, kan de opdrachtgever de inzet van de methode van legolisering overwegen. Basis van de mate van invloed op de emissies zijn heldere afspraken met leveranciers die ervoor zorgen dat processen geoptimaliseerd en vervoersbewegingen geminimaliseerd worden. Hiervoor dienen opdrachtgever, aannemer en leveranciers nauw met elkaar samen te werken.

Met onderhoudsaannemers moet worden afgestemd om vervangende modules beschikbaar te stellen voor een bepaalde periode (bijv. 2x levensduur van een onderdeel). Omdat de modules modulair ontworpen worden is complete sloop van een unit niet noodzakelijk en kan gefocust worden op reparatie van aparte modules. Op een vergelijkbare manier kan tijdens uiteindelijke demontage gekeken worden naar de mogelijkheid voor hergebruik van (delen van) modules. Ook hier kunnen duidelijke afspraken al in het begin van het project gemaakt te worden.

4 KWANTIFICEREN EMISSIES

Dit hoofdstuk beschrijft:

- de dataverzameling;
- de functionele eenheid van de analyse, incl. uitsluitingen en invloedsfactoren;
- de berekende CO₂-emissies.

4.1 Dataverzameling

Eisen datakwaliteit CO₂-Prestatieladder

In een ketenanalyse wordt onderscheid gemaakt tussen primaire data (data van de werkelijke leveranciers (up) en gebruikers (down)) en secundaire data (algemene cijfers en eigen schattingen). Primaire data is altijd beter dan secundaire data, echter het GHG-protocol Scope 3 Standard (eis 4.B.2) stelt dat het voor een ketenanalyse niet nodig is direct uitgebreid gegevens op te vragen bij allerlei leveranciers. Voor een eerste versie is het voldoende om enkel cruciale data op te vragen. Wanneer hiervoor primaire data niet beschikbaar blijkt, door onvoldoende medewerking vanuit ketenpartners, mag secundaire data worden gebruikt. Voor alle relevante secundaire data dient de ketenanalyse in passende follow up te worden voorzien om later alsnog primaire data te krijgen.

Dataverzameling voor de ketenanalyse

Croonwolter&dros heeft bij haar interne experts informatie opgevraagd. Samen met de experts is gezocht naar de gegevens die nodig zijn voor het berekenen van de CO₂-emissies. De experts beschikken over kennis over gebruikte materialen en hoeveelheden, mede als verschillende eigenschappen van de materialen.

Verder zijn ook nog aanvullende bronnen geraadpleegd. De volledige lijst is te vinden in de bijlage.

4.2 Functionele eenheid

Om de CO₂-emissies in Scope 3 te berekenen dient de functionele eenheid en bijbehorende systeemgrens voor de analyse bepaald te worden. Deze is in het tekstblok hieronder gedefinieerd.

De functionele eenheid (FE) is een beschrijving van de kernfunctie; het definieert de dienst van het product. Voor de methode van bouwen en installeren is de FE een combinatie van diensten, kwaliteitseisen en de dienstdoende periode. De functionele eenheid luidt:

Vergelijking van twee manieren van bouwen en installeren van water-, energie- en informatieaansluitingen voor het project Matrix te Amsterdam waarin 144 modules over vier verdiepingen worden aangebracht. Bij legolisering (toegepast in het project) worden de onderdelen in een prefab fabriek geassembleerd, bij de standaard methode worden dezelfde onderdelen ter plekke geassembleerd. Uitgegaan wordt van een levensduur van 30 jaar.

Machines en diverse gereedschap, benodigd bij de assemblage, worden niet meegenomen (zie ook onderstaand bij "uitsluitingen").

Uitsluitingen

Voor deze ketenanalyse zijn de volgende uitsluitingen bepaald:

- De ketenstappen A1-A5 zijn meegenomen in deze analyse, de andere ketenstappen worden in een vervolganalyse onderzocht. De ketenstappen C1-C4 zijn slechts kwalitatief meegenomen.
- De constructie van het gebouw zelf wordt niet meegenomen.
- Diverse apparatuur, machines en gereedschap benodigd bij het assembleren van de modules (onafhankelijk van de gekozen methode) worden niet meegenomen.
- Manuren benodigd voor uitvoeren van het werk zelf worden niet meegenomen.

- Er is (nu nog) geen rekening gehouden met de auto's (brandstofsoort, gewicht, brandstofverbruik) van de diverse medewerkers. Uitgegaan is van een representatief gemiddelde waarde.
Er is geen rekening gehouden met de werkelijke beladingsgraad van de vrachtwagens. Uitgegaan is van een representatief gemiddelde waarde.

Invloedsfactoren

De CO₂-emissie per functionele eenheid wordt ook beïnvloed door andere invloedsfactoren:

- Het ontwerp van het gebouw. Het ontwerp beïnvloedt de CO₂-uitstoot en bepaalt hoeveel materiaal er op hoofdlijnen nodig is, en hoe complex de modules ontworpen moeten worden. Een voorbeeld: des te ingewikkelder het ontwerp van de ruimtes, des te meer materiaal is benodigd voor de installatiewerken.
- Afstand woon-werk. De meeste winst wordt behaald als medewerkers (van de prefab fabriek en degene die ingezet worden bij de aanleg) een zo kort mogelijke woon-werkafstand hebben.
- Vervoer medewerkers. De keuze van het vervoer (fiets, openbaar vervoer, auto, etc.) bepaalt mede de uiteindelijke emissie in deze categorie. Dit hangt nauw samen met voorgaande punt (des te korter de afstand, des te waarschijnlijker valt de keuze op de fiets, etc.).
- Afstand tussen de locaties. Hoe groter de afstand tot de producent/ leverancier, hoe meer brandstofverbruik door transport van en naar de producent/ leverancier, hoe meer CO₂-uitstoot. Hoe groter de afstand tussen locatie winning grondstoffen en producent, hoe meer CO₂-uitstoot, etc.
- Keuze transport. De keuze van het type transport bepaalt de emissie in deze categorie.
- Logistiek en schaalvoordelen. Hoe beter de logistiek verloopt, hoe beter er doorgewerkt kan worden, hoe lager het brandstofverbruik van het materieel. Bij grote projecten kan doorgaans sneller worden gewerkt, dus dit levert ook een voordeel op voor de CO₂-uitstoot.
- Beladingsgraad vrachtwagens. Hoe hoger de beladingsgraad, hoe lager de relatieve CO₂-uitstoot van het transport.
- Onderhoud. Methode en frequentie van onderhoud heeft een belangrijke impact op de totale emissie binnen een bepaalde levensduur. Wordt optimaal gebruik gemaakt van de modulaire opzet?

4.3 Berekende CO₂-emissies

Deze paragraaf geeft de resultaten van de CO₂-berekening weer. Het bijbehorende Excel document geeft een gedetailleerde beschrijving van de berekening van de CO₂-emissies. Een gedetailleerde analyse van de resultaten vindt plaats in Hoofdstuk 5.

Onderstaande tabellen laten een overzicht zien van de impact van de verschillende ketenstappen per methode. Hierbij is in lichtblauw aangegeven welke informatie momenteel nog ontbreekt.

Uitstoot standaardmethode in ton CO₂

Onderdeel	A1	A2	A3	A4	A5	Totaal
Staaldraad (staal verzinkt)	6,99	0,05		0,01	<i>n.v.t.</i>	7,06
Stalen leiding (onbewerkt, menie)	14,50	10,80		1,24	<i>n.v.t.</i>	26,54
Isolatie	2,07	0,18		0,06	<i>n.v.t.</i>	2,32
Kabelgoot (staal verzinkt)	12,24	10,80		-	<i>n.v.t.</i>	23,04
Regelkleppen (plastic)	1,57	0,07		0,02	<i>n.v.t.</i>	1,66
Regelkleppen (staal stainless)	2,28	0,11		-	<i>n.v.t.</i>	2,39
Medewerkers	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	14,26	14,26
Totaal (ton CO₂)						77,26

Duidelijk te herkennen is dat alle stalen materialen een grote emissie-uitstoot kennen. Dit ligt aan het materiaal zelf (winning grondstoffen), maar uiteraard ook aan het gewicht wat het brandstofverbruik bij het transport beïnvloedt. Het aantal medewerkers dat elke dag gedurende het project naar de projectlocatie reist heeft eveneens een grote invloed op de totale uitstoot in deze ketenstappen.

Uitstoot legolisering in ton CO₂

Onderdeel	A1	A2	A3	A4 – naar assemblage	Assemblage	Transport naar aanleg	A5	Totaal
Staaldraad (staal verzinkt)	6,36	0,06		0,05	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	6,46
Stalen leiding (onbewerkt, menie)	13,18	11,88		0,42	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	25,48
Isolatie	1,88	0,20		0,01	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	2,09
Kabelgoot (staal verzinkt)	11,13	11,88		-	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	23,00
Regelkleppen (plastic)	1,57	0,07		0,01	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	1,65
Regelkleppen (staal stainless)	2,28	0,11		-	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	2,39
Medewerkers	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	3,80	<i>n.v.t.</i>	2,85	6,65
Transport assemblage - aanleg	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	1,73	<i>n.v.t.</i>	1,73
Totaal (ton CO₂)								69,46

Het is duidelijk te zien dat de nieuwe methode, legolisering, minder CO₂-uitstoot heeft dan de standaard manier van werken (77,26 ton CO₂ versus 69,46 ton CO₂ voor 144 modules (bij project Matrix) over een levensduur van 30 jaar), als we de ketenstappen A1-A5 in beschouwing nemen.

Hierbij moet worden opgemerkt dat er bij de ketenstap A3 nog informatie ontbreekt om de CO₂-uitstoot te berekenen. Het betreft hier echter dezelfde productiewijze bij beide methoden, dus naar verwachting heeft dit weinig invloed op de uitkomsten van de analyse (naar verwachting benadrukt stap A3 het resultaat gezien er ook bij A3 10% extra materiaal blijkt wegens snijverlies).

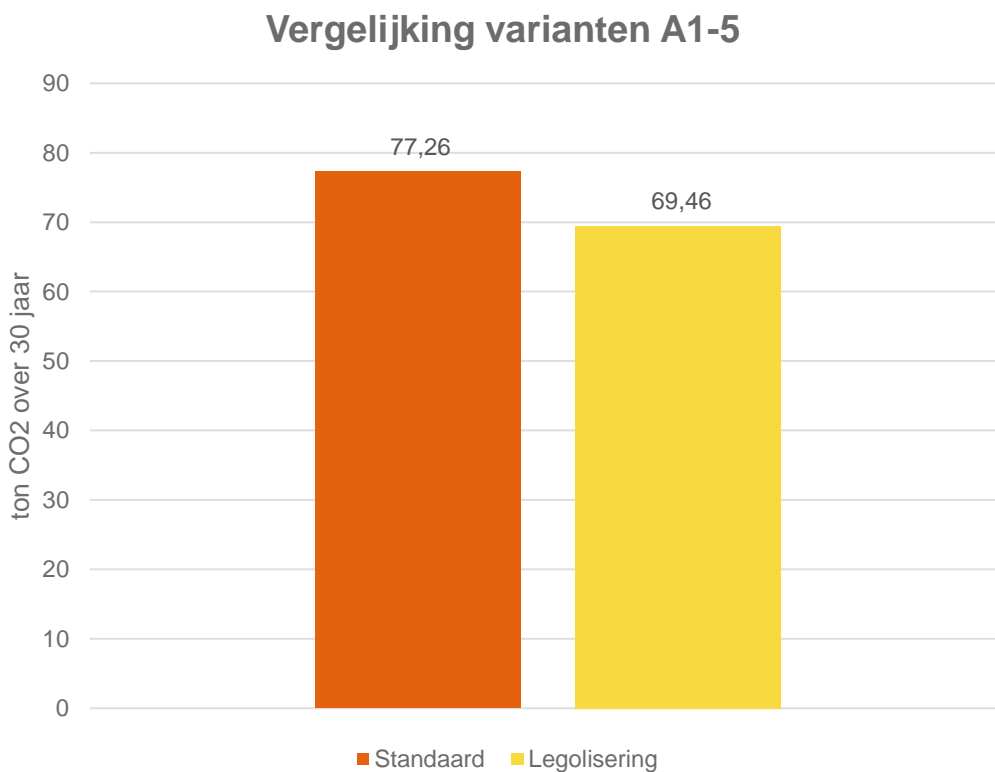
De ketenstappen C1-C4 zijn nu kwalitatief in kaart gebracht. Opvallend bij deze stappen is de vergemakkelijkt demontage (zonder onderdelen te breken) dankzij de los te schroeven modules, de beperkte inzet van mensen en machines (geen zwaar gereedschap nodig) en de herbruikbaarheid van bepaalde onderdelen. In de komende periodes wordt ernaar getracht om deze ketenstappen ook kwantitatief uit te werken.

Vooraf het transport van materialen en het vervoer van medewerkers bepalen het verschil in de totale emissie. Echter, in ogenschouw dient te worden genomen dat er nog verschillende aannames gedaan zijn in deze ketenanalyse en de ketenstappen C1-C4 nog niet kwantitatief uitgewerkt konden worden. Komende periode zal aandacht worden besteed aan het verkrijgen van primaire data, om de ketenanalyse verder te verbeteren.

5 CONCLUSIE

Met onderhavig rapport is een vergelijkende analyse gedaan.

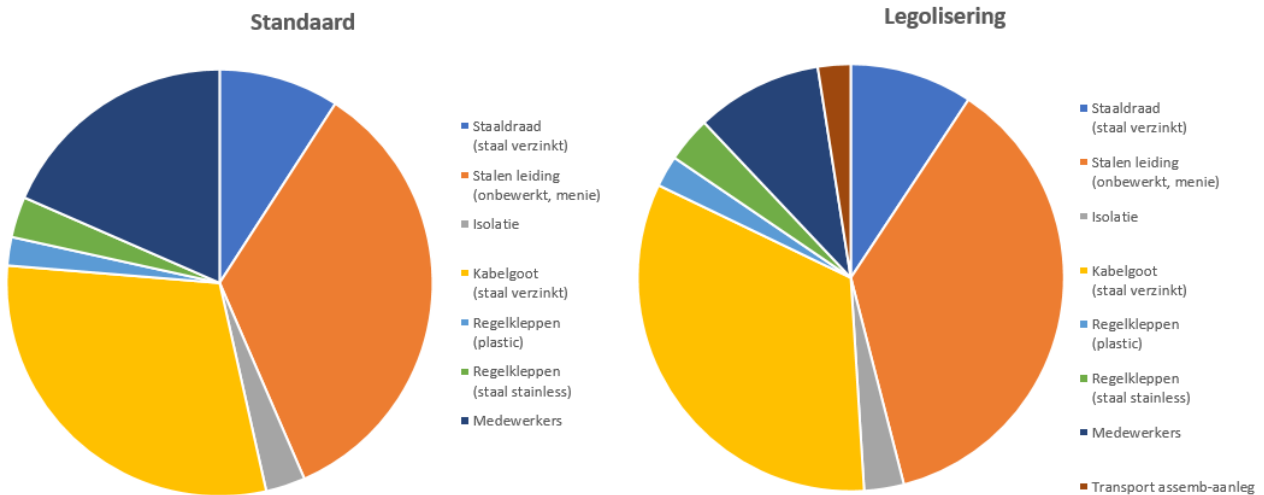
Uit de gegevens die momenteel bekend zijn, blijkt dat legalisering in de fases A1-A5 minder uitstoot heeft



Figuur 2 Vergelijking varianten (totaal)
dan de standaardmethode. Dit komt tot uiting in onderstaande grafiek.

Hierbij moet opgemerkt worden, dat de stappen A1-A5 voor beiden systemen nog niet volledig in beeld zijn. Om ketenstap A3, productie, te berekenen moeten in een opvolgende fase gegevens van de producenten opgevraagd worden. Echter, omdat het productieproces gelijk is voor beide varianten, zal de uitkomst nauwelijks veranderen. Ook de verschillende transportstappen behoeven nog aanvulling.

Hieronder volgt per systeem de verdeling over de uitstoot per onderdeel (ketenstappen A1-A5):

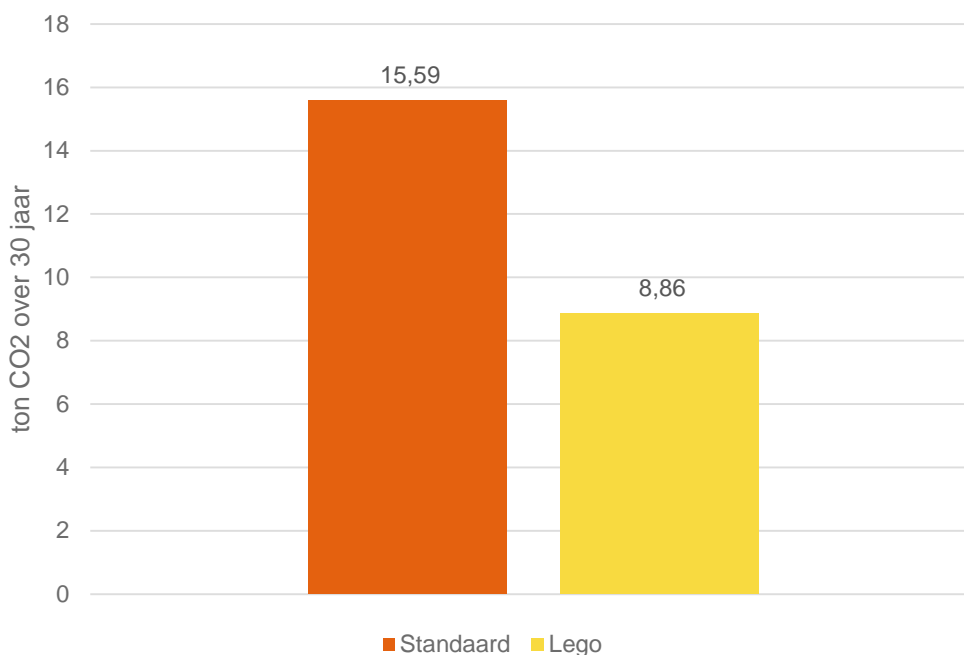


Figuur 3 Vergelijking varianten (materiaal)

Ook hier is duidelijk te zien dat de stalen onderdelen en het vervoer van medewerkers de meeste uitstoot veroorzaken.

Gezien de ketenstappen A1-3 vergelijkbaar zijn tussen beide varianten, is het des te belangrijker om de ketenstappen A4-5 verder te analyseren. Bij legolisering vindt nog een aanvullende ketenstap plaats, namelijk de assemblage in de prefab fabriek. Dit betekent dat de onderdelen van productielocatie naar de assemblagelocatie worden gebracht, daar worden geassembleerd en vervolgens als kant-en-klare modules

Vergelijking varianten A4-5



Figuur 4 Vergelijking varianten A4 en A5 naar de aanleglocatie worden getransporteerd.

Echter, ondanks deze aanvullende stappen bij legalisering, is de emissie duidelijk lager (kijkende naar de gebruikte hoeveelheden bij project Matrix). Vooral de mobiliteitsemissie van de medewerkers is behoorlijk hoog (bijna twee keer zo hoog) bij de standaardmethode. Dit dient echter nog verder onderzocht te worden nadat voor alle ketenstappen de informatie en data beschikbaar zijn.

De ketenstappen C1-C4 zijn nu kwalitatief in kaart gebracht. In de komende periodes wordt ernaar getracht om deze ketenstappen ook kwantitatief uit te werken om de impact van deze stappen op de totale emissie van een methode te kunnen analyseren.

Conclusie

Op basis van de huidige berekening lijkt er door legalisering een besparing te kunnen worden gerealiseerd op CO₂-uitstoot van 17,5% ten opzichte van de standaardmethode.

Naar verwachting (op basis van expert judgement) zal een verbeterd inzicht in de nu nog ontbrekende ketenstappen echter niet leiden tot een andere conclusie dan reeds hierboven vermeld. Vooral de ketenstappen m.b.t. het einde van de levensfase dragen naar verwachting bij aan een nog voordeligere uitkomst voor Legalisering (ook kunnen er nu nog geen getallen aan worden gehangen). cOp basis van de nu bekende gegevens leidt implementatie van een legalisering tot een aanzienlijke reductie in de keten.

6 REFLECTIE

6.1 Dataverzameling

De analyse is voor een belangrijk deel gebaseerd op primaire data die aangeleverd is door Croonwolter&dros en leveranciers, zoals projectgegevens en technische specificaties. Daarnaast is gebruik gemaakt van secundaire data (algemene cijfers, aannames en expertkennis). In de bijlage zijn de verschillende bronnen weergegeven.

6.2 Representativiteit van functionele eenheid

De ketenanalyse is representatief ten aanzien van:

- Gebruikte materialen. De ingezette materialen zijn standaard materialen voor installatiewerken in de utiliteitssector.
- Levensduur. De levensduur van verschillende onderdelen die zijn gebruikt in de modules is 30 jaar en meer. Echter, de gebouwen waarin de modules ingezet worden, zijn nogal aan verandering onderhevig. Kantoorgebouwen worden regelmatig nieuw ingericht en her-gestructureerd. Een voorbeeld: is het gebouw niet in eigendom van een partij, dan is verhuizing binnen een bepaalde periode waarschijnlijk iets wat een verandering met zich mee kan brengen betreffende functie ruimtes, indeling, etc.
- Functionele eenheid betreffende grootte. De keuze voor het project Matrix brengt automatisch een keuze betreffende de hoeveelheid modules met zich mee. Vandaar dat in essentie uit wordt gegaan van een module van 3,60 meter, een standaardmaat binnen de utiliteitsbouw.
- Uitsluitingen. De gekozen uitsluitingen (de scope van de ketenanalyse) zijn logische keuzes, kijkende naar het doel van deze analyse. Doel is om twee manieren van werken met elkaar te vergelijken.

De ketenanalyse is niet (geheel) representatief ten aanzien van:

- Vervoer medewerkers en af te leggen afstanden. Details betreffende het gekozen vervoer van de medewerkers en de woon-werkafstand zijn (nu nog) onbekend (naar de assemblagelocatie en naar de aanleglocatie). Deze zijn gebaseerd op gemaakte aannames, en kunnen daarmee mogelijk niet representatief zijn.
- Secundaire data. De analyse is mede gebaseerd op secundaire data die aangeleverd is door experts en aannames. De gegevens zijn gebaseerd op ervaringsdeskundigheid. Op deze manier is geprobeerd een representatief beeld weer te geven.
- Gehele keten. In de ketenanalyse zijn nu (nog) niet alle ketenstappen meegenomen, maar is gefocust op de ketenstappen waarin de meeste emissies worden verwacht. De andere stappen zullen in een later stadium worden toegevoegd.

6.3 Aanbevelingen voor verbeteringen ketenanalyse

Uitbreiden stappen tot een complete analyse

Nu zijn slechts de stappen A1-A5 en C1-C4 (kwalitatief) uitgewerkt. Het wordt aanbevolen om in de volgende fase van de ketenanalyse (de vervolganalyse) de stappen C1-C4 kwantitatief uit te werken. Ook de andere stappen dienen verder behandeld te worden.

Opvragen gegevens over technische specificaties

Tot nu toe zijn aannames gedaan over specificaties van bepaalde onderdelen en activiteiten zoals gewichten, bepaalde afstanden en vervoersdetails van de medewerkers. Tijdens dit vervolgonderzoek (december 2018) zijn primaire gegevens opgevraagd bij producenten/ leveranciers omtrent materiaalstromen (hoeveelheden, afmetingen, gewicht, transportbewegingen per eenheid, etc.). Deze gegevens zijn inmiddels beschikbaar en worden in een verder vervolgonderzoek uitgewerkt om vooral de stappen A1-A5 te verbeteren door gebruik van primaire data.

Het wordt ook aanbevolen om de gegevens omtrent vervoer van de medewerkers te achterhalen.

Opvragen gegevens over transport

Tot nu toe zijn gedeeltelijk aannames gedaan betreffende de logistieke situatie (afstanden en gebruikte vervoermiddelen). Bepaalde andere gegevens waren bij dit eerste vervolgonderzoek inmiddels beschikbaar. Bij een voortzetting van de ketenanalyse wordt aanbevolen om door te gaan met het opvragen van werkelijke gegevens.

Verbeteren materiaalgegevens

Voor de CO₂-emissies van de materialen is grotendeels uitgegaan van SimaPro en internetbronnen in plaats van primaire bronnen. Ook andere bronnen, zoals andere CO₂-ketenanalyses of branchegegevens kunnen de ketenanalyse verder verbeteren.

Keuze project

In de komende periode zou overwogen kunnen worden om de ketenanalyse te richten op het project Rijnlandroute van de divisie Infra. Dit is het eerste Infra-gerelateerde project waarbij Legolisering toegepast wordt. De meet- en regeltechniek wordt van tevoren geïnstalleerd in containers/ modules. Dit is weer een stap verder dan de modules bekend uit het Matrix-project. Dat wil zeggen dat een nog groter deel van het werk verplaatst wordt van de bouwplaats naar de fabriek, en zelfs een deel van het testen al in de fabriek kan worden uitgevoerd.

In theorie zou dit een grotere relatieve reductie van de CO₂-uitstoot moeten betekenen, vergelijkende met het Matrix-project. Ook is de Rijnlandroute een project met CO₂-gunningsvoordeel. Het project heeft i.v.m. dit gunningsvoordeel een gedetailleerdere en striktere administratie van de uitgestoten CO₂-emissies dan beschikbaar voor het Matrix-project. Er hoeven hierdoor minder aannames gemaakt te worden, wat wederom resulteert in een betere analyse van de gereduceerde emissie.

Indien aangetoond kan worden dat legolisering ook bij dit project een significante hoeveelheid CO₂ bespaart, is dit een aanvullende reden om de methode de nieuwe standaard te maken in heel Nederland.

6.4 Maatschappelijk voortschrijdend inzicht

Maatschappelijk voortschrijdend inzicht is een eis die de CO₂-Prestatieladder stelt aan ketenanalyses. Binnen deze term draait het om het belang van de ketenanalyse voor zowel Croonwolter&dros als het belang van de ketenanalyse voor de markt/maatschappij.

Aangrijpingspunten voor CO₂-reductie

Deze analyse geeft inzicht in de emissies per ketenstap. Uiteindelijk zal deze de gehele keten in kaart brengen van de winning van grondstoffen tot en met het onderhoud van het gebouw en daarmee ook de installatiewerken. Dit levert aangrijpingspunten op voor CO₂-reductie. Deze zijn zeer relevant omdat er ook in de toekomst nieuwe gebouwen geconstrueerd worden en kapotte of oude modules vervangen zullen worden. Door inzicht te verkrijgen in de emissies van verschillende methoden om dergelijke installatiewerken nog efficiënter te realiseren, kan een overwogen ontwikkelkeuze (standaard of modulair) gemaakt worden om de CO₂-emissie te reduceren.

Stimulans voor de markt

Met het publiceren van een ketenanalyse voor verschillende methoden van het aanbrengen van installatiewerken stimuleert het bedrijf de markt om zelf goed in kaart te brengen hoeveel CO₂-emissies uitgestoten wordt bij welke methode. Ook stimuleert ze de markt om na te denken over de gewenste CO₂-reductieprogramma's.

Innoverende rol

Zoals beschreven geeft deze analyse inzicht in de emissies per ketenstap en daarmee inzicht in de grote emissiebronnen in de keten. Dit inzicht kan het bedrijf gebruiken om te bepalen op welke innovaties de maatschappij zich moet richten om uiteindelijk te komen tot de meest effectieve CO₂-reducerende oplossingen.

BIJLAGE A EISEN EN METHODIEK

Eisen vanuit CO₂-Prestatieladder

De ketenanalyse is opgesteld conform de eisen van de CO₂-Prestatieladder (Handboek CO₂-Prestatieladder 3.0, 10 juni 2015).

De CO₂-Prestatieladder stelt de volgende (rand)voorwaarden:

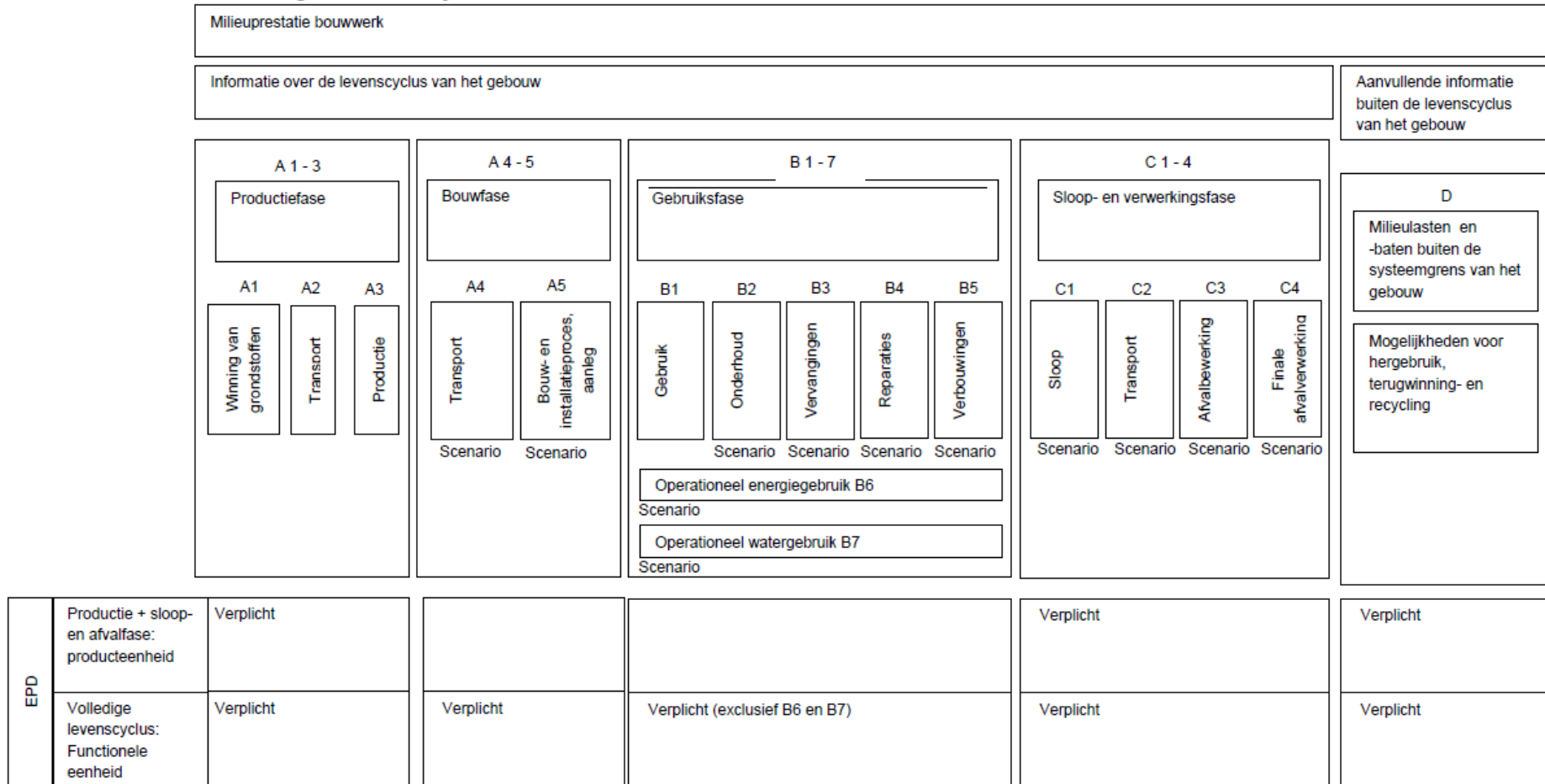
- a. De ketenanalyses dienen betrekking te hebben op de projectenportefeuille. Dit is gewaarborgd door het uitvoeren van de PMC-analyse.
- b. Het bedrijf dient eigen analyses uit te (laten) voeren. Het meeliften bij de uitvoering van een betaalde opdracht van een klant is niet toegestaan.
- c. Er dient één ketenanalyse te worden gemaakt voor een van de twee meest materiële emissies én één andere ketenanalyse voor een van de zes meest materiële emissies uit de rangorde. Dit is gewaarborgd door het uitvoeren van de PMC-analyse.
- d. A Corporate Accounting and Reporting Standard (Hoofdstuk 4 Setting Operational Boundaries) geeft de herkenbare structuur van elke ketenanalyse:
 - a. Beschrijf de betreffende keten.
 - b. Bepaal welke scope 3 categorieën relevant zijn.
 - c. Identificeer de partners in de keten.
 - d. Kwantificeer de scope 3 emissies.
 - e. Het resultaat van de analyse dient een aanvulling te zijn op de bestaande (gepubliceerde) kennis en inzichten en dient bij te dragen aan het voortschrijdend maatschappelijk inzicht.

Verder zijn de ketenanalyses, conform de CO₂-prestatieladder, opgesteld volgens de richtlijnen uit de GHG Protocol Scope 3 Standard.

Methodiek ketenanalyse

De ketenanalyse is opgedeeld volgens de hoofdmodules van de Europese bepalingmethoden EN 15804 en de EN 159786 met inpassing van voor Nederland toepasselijke scenario's (2014). Toepassing van deze methoden is gebruikelijk voor bouwprojecten. Onderstaand figuur beschrijft de verschillende ketenfases die de methodiek onderscheidt.

Figuur 2. Levenscyclusfasen EPD



BIJLAGE B BRONNEN

Bron	Inhoud
Croonwolter&dros Technisch specialisten en publicaties. https://www.croonwolterendros.nl/nl/test-modulair-bouwen-9218147024729193754236894 https://www.croonwolterendros.nl/nl/intelligentie-door-technologie/nieuws/winnaars-tbi-innovatieprijs-2017-maken-de-toekomst	Gegevens en hoeveelheden over standaard gebruikte methode en legalisering
Producent regelklep https://www.belparts.com/datasheets/datasheets-dynamx/	Technische specificaties regelklep
SimaPro LCA-programma Versie 8.4.0.0	Gedetailleerde lijst gebruikte materialen beschikbaar in het rekenmodel
CO ₂ emissiefactoren.nl	Emissiefactoren conform de CO ₂ -prestatieladder
De techniek achter Nederland https://www.detechniekachternederland.nl/article/energie/gebruik-duurzame-energie/prefab-onderdelen-besparen-tijd-bouw-matrix	Achtergrondinformatie legalisering

COLOFON

KETENANALYSE LEGOLISERING
CO2-PRESTATIELADDER

KLANT

Croonwolter&dros

AUTEUR

Marie Ernst

PROJECTNUMMER

C05011.000470

ONZE REFERENTIE

083695145 B

DATUM

12 december 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Gerben Broekhuijsen
Croonwolter&dros

VRIJGEGEVEN DOOR

C.W.J. Goorts MSc
Adviseur Milieu en Duurzaamheid

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com