

KETENANALYSE CO2-TOOL WEGEN

CO2-Prestatieladder niveau 5

Arcadis Nederland BV

5 JULI 2018



Contactpersonen

C.W.J. GOORTS MSC
Adviseur Milieu en Duurzaamheid

T +31 (0)62706 1596
M +31 (0)62706 1596
E cindy.goorts@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-
Hertogenbosch
Nederland

MARIE ERNST
Adviseur Energie en
Duurzaamheid

T +31 (0)64218 5694
M +31 (0)64218 5694
E marie.ernst@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-
Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

BIJLAGEN

1	INLEIDING	5
1.1	Arcadis en wegen	5
1.2	Aanleiding ketenanalyse	5
1.3	Opzet van de rapportage	5
2	UITLEG KETEN	7
2.1	Bepaling relevante scope 3 emissie categorieën	7
2.2	Keuze van het onderwerp	7
2.3	Ketenmodel	9
2.3.1	Winning en productie grondstoffen en materialen A1-A3	9
2.3.2	Transport en aanleg A4-A5	12
2.3.3	Gebruik B1	12
2.3.4	Onderhoud B2	12
2.3.5	Einde levensduur C1-4	12
3	KETENPARTNERS	13
3.1	Definitie ketenpartners	13
3.2	Ketenpartners project	13
3.3	Conclusie betrokkenheid ketenpartners	15
4	KWANTIFICEREN VAN EMISSIES	17
4.1	Dataverzameling	17
4.2	Functionele eenheid	17
4.2.1	Uitsluitingen	17
4.2.2	Invloeden op de CO ₂ -emissie per functionele eenheid	18
4.3	Berekende CO ₂ -emissies	19
5	CONCLUSIE	21
6	REFLECTIE	22
6.1	Data verzameling	22

6.2	Representativiteit van functionele eenheid	22
6.3	Aanbevelingen voor verbetering van de ketenanalyse	22
6.4	Maatschappelijk voortschrijdend inzicht	23

COLOFON		27
----------------	--	-----------

1 INLEIDING

1.1 Arcadis en wegen

Arcadis Nederland BV (Arcadis) is een wereldwijd opererend ontwerp- en adviesbureau op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Haar diensten vinden voornamelijk plaats binnen de gebouwen, infrastructuur, waterbouw en milieu, waarin zij zich richt op ontwerp, consultancy, engineering, project- en managementdiensten. Binnen de infrastructuur is Arcadis niet alleen bekend om haar projecten binnen de railsector, maar ook binnen de wegen- en bruggenbouw.

De invloed van Arcadis binnen projecten in de wegensector is in de initiatiefase¹ het grootst. Er worden ideeën geuit en ontwerpkeuzes gemaakt op basis van functionele eisen van de opdrachtgever. Deze keuzes hebben uiteindelijk invloed op de wijze waarop de aannemer het werk zal uitvoeren (realisatie) en hoe het de weg daarvoor onderhouden moet worden (nazorg).

1.2 Aanleiding ketenanalyse

Arcadis is het eerste grote adviesbureau dat in 2015 een niveau 5 CO₂ bewust certificaat volgens het nieuwe CO₂ prestatieladder handboek 3.0 heeft behaald. Onderdeel van het behalen van niveau 5 is het uitvoeren van twee ketenanalyses om CO₂-reductiekansen in de keten te identificeren. Energieverbruik en CO₂-uitstoot limiteren zich immers niet alleen tot de eigen processen (scope 1 & 2), er moet ook een beeld worden gevormd van de uitstoot die wordt veroorzaakt als afgeleide van de activiteiten van Arcadis (scope 3). Dit vindt plaats in haar keten en wordt toegelicht en gekwantificeerd in een zogeheten ketenanalyse.

Op basis van een rangorde scope 3 emissies zijn al meerdere jaren ketenanalyses gemaakt op de activiteiten die de meest materiële scope 3 emissies veroorzaken: het gebruik van het spoor en het gebruik van de weg. De voortgang op deze ketenanalyses wordt halfjaarlijks beschreven in de (half)jaarrapportage energie-efficiëntie. Op basis van de uitkomst van deze (half)jaarrapportages energie-efficiëntie en de aanwijzingen tijdens de jaarlijkse audit van begin 2017 is vastgesteld dat beide al bestaande ketenanalyses zijn verouderd en daarom nieuwe ketenanalyses moeten worden uitgevoerd. Onderhavig document beschrijft één van de twee nieuwe ketenanalyses.

1.3 Opzet van de rapportage

Voorliggende rapportage beschrijft de aanpak en resultaten van de uitgevoerde ketenanalyse.

Bij het vaststellen welke emissiestromen in Scope 3 het meest relevant zijn binnen Arcadis 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.

¹ Projecten kunnen worden ingedeeld in fasen om het zo goed mogelijk te leiden. Arcadis werkt volgens een model waarin met de volgende fasen wordt gewerkt: initiatiefase, definitiefase, ontwerpfasen, voorbereidingsfase, realisatiefase, nazorgfase.

- 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 bronnen² weer.

² Bronverwijzing wordt als volgt aangeduid: [1], waarbij in Bijlage B de bron onder dit nummer kan worden gevonden.

2 UITLEG KETEN

De ketenanalyse is bepaald op de meest materiële scope 3 emissie categorieën. Deze analyse is terug te lezen in het bestand 'Rangorde Scope 3 emissies Arcadis'. 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 'Rangorde scope 3 emissies Arcadis' 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:

Upstream

Binnen de categorie upstream scope 3 emissies ligt de focus voor Arcadis op het woon-werkverkeer.

- Ingekochte goederen en diensten
- Woon-werkverkeer

Downstream

Binnen de categorie downstream scope 3 emissies is de volgende top 6 naar voren gekomen waar wij de meeste impact op gebied van CO₂ hebben in de projecten:

1. Rail & Openbaar vervoer
2. Real Estate Design & Consultancy
3. Milieu
4. Wegen, verkeer & informatiemanagement
Energie & Infra-objecten
6. Water

Binnen de top 6 downstream scope 3 activiteiten, is op basis van de scores in de tabel gekozen voor een primaire focus op de railsector en de wegensector in Nederland. Een onderbouwing voor deze keuze is te vinden in het document 'Rangorde scope 3 emissies Arcadis'.

In de rangorde die is gemaakt komen namelijk de Product Markt Combinaties (PMC's) 'Rail & Openbaar Vervoer' en 'Real Estate Design & Consultancy' als top 2 naar voren. Voor één van beiden moet volgens de CO₂-prestatieladder een ketenanalyse opgesteld worden. Daarnaast is gekozen voor 'Wegen, Verkeer & Informatiemanagement'. Met deze selectie focussen we ook op de belangrijkste opdrachtgevers in deze sectoren voor ons (ProRail en Rijkswaterstaat), die beiden het belang van duurzaamheid regelmatig naar voren laten komen middels het implementeren van een CO₂-ambitieniveau in de aanbesteding. Daarom achten wij onze potentiële invloed in deze PMC's het grootst.

2.2 Keuze van het onderwerp

De invloed van Arcadis binnen de wegensector is, zoals in de inleiding aangegeven, in de initiatiefase het grootst, gevolgd door de ontwerpfase en contractvoorbereidingsfase. Er worden ontwerpkeuzes gemaakt op basis van functionele eisen van de opdrachtgever. De keuzes die onze ontwerpers en projectvoorbereiders maken, hebben uiteindelijk invloed op de CO₂-emissies maar ook op de kwaliteit van de weg, de levensduur en het 'gedrag' van de weg in verschillende weersituaties, in de verdere keten van het project. Echter, de ontwerpers moeten zich vasthouden aan de eisen die hun opdrachtgevers hebben vastgelegd in specificaties. Zo is vaak de samenstelling van de weg vastgelegd middels het beschrijven van het materiaaltype en de dikte. Daarentegen is de aannemer die verantwoordelijk is voor de uitvoer van het project wel vrij in de keuze voor de leveranciers, het aanlegproces, de afwerking en uiteindelijk ook de sloop en afvalverwerking van de materialen.

Arcadis is in veel projecten ook bij deze processen betrokken, vanuit haar rol als projectleider en/of werkvoorbereider. Arcadis wil met deze ketenanalyse bereiken dat er al in een vroegtijdig stadium bij de opdrachtgever aandacht komt voor de CO₂-uitstoot van het project en hoe bepaalde keuzes hierop invloed

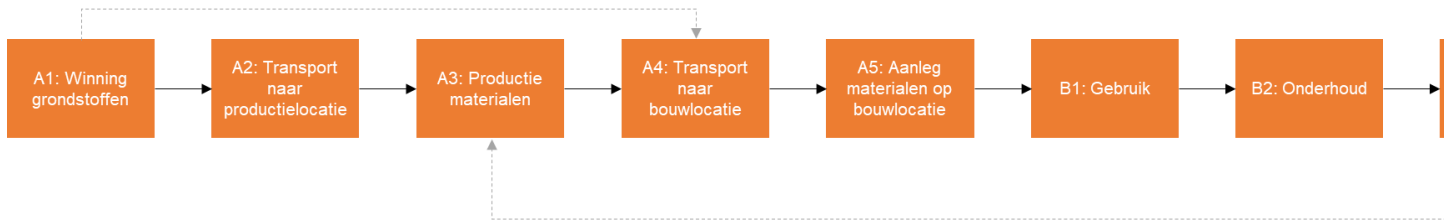
kunnen hebben (bijv. op de functionele eisen). Want hoe eerder we nadruk leggen op de impact van CO₂, des te groter de impact is die we hebben als Arcadis.

Om onze opdrachtgevers in een vroeg stadium reeds een indicatie te kunnen geven van de verwachte CO₂-uitstoot van bijvoorbeeld een gebiedsontsluitingsweg en de keuzes die er in deze vroege fase zijn om de CO₂-emissies te verminderen, wil Arcadis een rekentool ontwikkelen. Deze rekentool brengt de emissies in beeld van verschillende fases (idealiter van aanleg tot afdanking) in de keten van een gebiedsontsluitingsweg (GOW), een fietspad, een erftoegangsweg (ETW) en een nationale stroomweg (NSW). Er worden verschillende standaardvarianten per wegtype met elkaar vergeleken, waardoor CO₂-emissies een belangrijk item kan worden bij keuzes voor een bepaalde variant voor een van deze wegtypes. In de tool maken we gebruik van een standaard profiel opbouw van de verschillende wegtypes. Door gebruik te maken van de standaard opbouwen, kan er op een snelle manier een vuistregel-berekening plaatsvinden. Hier is voor gekozen, omdat er in een vroege (plan)fase vaak nog geen duidelijkheid is over het detailniveau van te gebruiken materialen. Iets wat voor een LCA-berekening of DuboCalc berekening nodig is.

Een CO₂ berekening in een vroege planfase wordt mede door het ontbreken van een bepaald detailniveau betreffende materialen niet tot nauwelijks uitgevoerd. Deze tool helpt ons en onze opdrachtgevers, om de CO₂-emissie (maar ook andere aspecten) vanaf het begin van het project onder de aandacht van de deelnemende partijen te brengen. Als Arcadis vanaf het begin af aan inzicht kan geven en de eigen opdrachtgevers kan ondersteunen bij het reduceren van hun potentiële CO₂-uitstoot, draagt Arcadis een steentje bij aan het versnellen van de transitie naar een CO₂-neutrale GWW sector.

2.3 Ketenmodel

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



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

In de volgende paragrafen zal hier dieper op ingegaan worden.

In eerste instantie zal Arcadis zich focussen op het materiaalverbruik in het project. Kortom, stappen A1 tot en met A3. Het is de bedoeling om dit de komende jaren uit te breiden naar de andere stappen in het ketenproces. Hieronder worden de ketenonderdelen toegelicht. In deze rapportage worden de ketenstappen A1-3 in detail behandeld, de overige ketenstappen worden in opvolgende jaren verder uitgewerkt indien de meerwaarde van de tool zich bewezen heeft en er vanuit de GWW sector behoefte is om een bredere scope in de CO₂-tool toe te passen.

2.3.1 Winning en productie grondstoffen en materialen A1-A3

1. Winning grondstoffen

De belangrijkste grondstoffen die gewonnen worden voor de aanleg van een weg, onafhankelijk van het type weg, zijn als volgt:

- **Zand** [1, 2, 3] wordt gebruikt voor de ophoging van de grond onder de aan te leggen weg. Het zand kan op verschillende manieren worden gewonnen, uit primaire winning, uit het project zelf of uit een ander project. Voor deze ketenanalyse wordt uitgegaan van primaire winning uit een niet verder gedefinieerde bron. Reden voor deze keuze is dat de ketenanalyse voor elke locatie/project in Nederland van toepassing moet zijn. De machines welke worden ingezet bij de winning van het zand zorgen door het verbruik van brandstof voor CO₂-emissies.
- **Menggranulaat** wordt doorgaans voor fundering gebruikt. In deze ketenanalyse is gebruik gemaakt van [1, 2, 3, 5]:
 - Ten minste 50% (m/m) gebroken grind- en steenslagbeton en overig gebroken steen en steenachtig materiaal, waarvan de korrels een droge dichtheid (NEN-EN 1097-6) bezitten van ten minste 2.100 kg/m³, met dien verstande dat ten minste 45% (m/m) van het granulaat moet bestaan uit gebroken grind- en steenslagbeton, waarvan de korrels een droge dichtheid (NEN-EN 1097-6) bezitten van ten minste 2.100 kg/m³;
 - Ten hoogste 50% gebroken metselwerkpuin en overig gebroken steen en steenachtig materiaal, waarvan de korrels een droge dichtheid (NEN-EN 1097-6) bezitten van ten minste 1.600 kg/m³;
 - Ten hoogste 10% (m/m) andersoortig gebroken steen en steenachtig materiaal (lichtbeton, cellenbeton, glas, sintels, slak, asfalt, enzovoort); voor zover dit materiaal asfalt betreft, bedraagt het percentage hiervan ten hoogste 5 (m/m);
 - Ten hoogste 1% (m/m en V/V) gips en niet-steenachtig materiaal (metalen, kunststoffen, enzovoort);
 - Ten hoogste 0,1% (m/m) verteerbaar organisch materiaal (hout, touw, papier, plantenresten, enzovoort).
- Een andere funderingslaag is **betongranulaat**. In deze ketenanalyse is gebruik gemaakt van [1, 2, 3, 5]:
 - Ten minste 80% (m/m) gebroken grind- en steenslagbeton, waarvan de korrels een droge dichtheid (NEN-EN 1097-6) van ten minste 2.100 kg/m³ bezitten;

- Ten hoogste 10% (m/m) overig gebroken steenachtig materiaal, waarvan de korrels een droge dichtheid (NEN-EN 1097-6) van ten minste 2.100 kg/m³ bezitten;
 - Ten hoogste 10% (m/m) gebroken metselwerkpuin en overig gebroken steen en steenachtig materiaal, waarvan de korrels een droge dichtheid (NEN-EN 1997-6) bezitten van ten minste 1.600 kg/m³ en andersoortig gebroken steen en steenachtig materiaal (lichtbeton, cellenbeton, glas, sintels, slak, asfalt, enzovoort); voor zover dit materiaal asfalt betreft, bedraagt het percentage hiervan ten hoogste 5 (m/m);
 - Ten hoogste 1% (m/m en V/V) gips en niet-steenachtig materiaal (metalen, kunststoffen, enzovoort);
 - Ten hoogste 0,1% (m/m) verteerbaar organisch materiaal (hout, touw, papier, plantenresten, enzovoort).
- Deze fundering worden ook uitgevoerd als **hydraulisch menggranulaat en hydraulisch betongranulaat**. Hiervoor geldt [1, 2, 3, 5]:
 - Hydraulisch menggranulaat moet een mengsel van menggranulaat 0/16 of 0/31,5 en hydraulische slak zijn, waarbij het aandeel van de hydraulische slak in het mengsel groter dan of gelijk aan 5% (m/m) en kleiner dan of gelijk aan 20% (m/m) moet zijn.
 - Hydraulisch betongranulaat moet een mengsel van betongranulaat 0/16 of 0/31,5 en hydraulische slak zijn, waarbij het aandeel van de hydraulische slak in het mengsel groter dan of gelijk aan 5% (m/m) en kleiner dan of gelijk aan 20% (m/m) moet zijn.
 - Hydraulische slak moet gegranuleerde hoogovenslak, LD-staalslak, elektro-ovenslak of een mengsel van de hiervoor genoemde soorten slak zijn.
 - De hydraulische slak moet in een beheerst proces gelijkmatig worden gedoseerd en gemengd met het recyclinggranulaat.
 - De toegevoegde hydraulische slak mag ten hoogste 2% (m/m) materiaal op zeef 11,2 mm bevatten.
 - In deze ketenanalyse zijn meerdere **asfaltmengsels** meegenomen, met onderstaande bijzonderheden [1, 2, 3, 6]:
 - **Asfaltbeton** wordt gebruikt als onder-, tussen- en toplaag. In de top- en tussenlaag mag geen grind worden toegepast en mag de samenstelling hooguit 30% asfaltgranulaat bevatten. Asfalt(beton) is een mengsel van mineraal aggregaat, een bitumineus bindmiddel en eventuele toeslagstoffen. Het mineraal aggregaat bestaat uit een stapeling van granulaire steenachtige materialen van verschillende aard en afmetingen. Het bindmiddel bitumen is een zware fractie aardolie. Er worden diverse toeslagstoffen gebruikt, waaronder vulstoffen (met korrelgrootte < 63 mm, bijvoorbeeld vliegias), hulpstoffen, hechtverbetersaars. Asfaltbeton ('AC') komt in verschillende lagen in het asfaltpakket voor, met voor elke laag specifieke eigenschappen. De deklaag dient een stroeve en voldoende vlakke ondergrond te bieden voor het af te wikkelen verkeer. Daarbij dient de structuur van de deklaag en/of de wegprofilering zodanig te zijn dat er geen plasvorming kan optreden. De tussenlaag spreidt de verkeersbelasting naar funderingslagen en vangt hoogteverschillen op. De tussen- en onderlagen samen vormen de meer constructieve delen van het asfaltpakket.

In lijn met de huidige Europese benamingen wordt onderscheiden: AC Surf (deklaag), AC Bind (tussenlaag of binder) en AC Base (onderlaag). In de CROW-standaardbepalingen 2015 is meer informatie gegeven over de verschillende laagsoorten.

Een AC Surf betreft een deklaag van dichtasfaltbeton. Een Nederlands deklaagtype waarvoor in de Europese normering nog geen benaming voor heeft, is Steenmastiakasfalt. Deze wordt dan ook voorzien van de toevoeging 'NL': SMA-NL. Er zijn hierop nog enkele verbijzonderingen als geluidreducerende deklagen en speciale dek- en/of tussenlagen voor VRI-opstelstroken (bestand tegen ribbelforming). In de ketenanalyse wordt hier niet op ingegaan. De wegconstructie kent een opbouw van fijn (deklaag) naar grof (onderlaag en funderingslaag). Praktisch dient elke asfaltlaag niet dunner te zijn dan 2,5 x de maximale korreldiameter van de toegepaste steengradatie. Voorbeeld: minimale laagdikte voor AC22 base: $22 \times 2,5 = 55$ mm.

Veel moderne gebiedsontsluitings- en erftoegangswegen hebben een deklaag van SMA-NL 8 of 11, een tussenlaag AC16 bind (vroeger: openasfaltbeton OAB 0/16) en een of meerdere funderingslagen AC22 base (vroeger steenslagasfaltbeton STAB 0/22). Laagdikten en aantal lagen hangt af van parameters: verkeersintensiteiten, het aandeel vrachtwagens, de verlangde minimale levensduur, maar ook de gekozen materialisatie en dikte van de puinfundering. Bron: Standaard

details provincie Noord-Holland (ERBI), provincie Noord-Brabant, gemeente Maastricht.

- **Asfaltgranulaat** wordt verkregen door het breken van asfaltpuin of door het frezen van bitumineuze wegverhardingen. Het warm hergebruiken van asfaltgranulaat in asfalt is de meest hoogwaardige en duurzame manier om asfaltgranulaat opnieuw te gebruiken. Het met asfaltgranulaat geproduceerde asfalt heeft dezelfde eigenschappen als conventioneel asfalt. In het verleden werd veel teerhoudend asfalt toegepast. Teerhoudend asfalt bevat echter PAK, waardoor alleen nog maar niet-teerhoudend asfalt mag worden aangebracht. Voorkomen moet worden dat er een vermenging optreedt van teerhoudend en niet-teerhoudend asfalt. Sinds 2001 is ongereinigd hergebruik van teerhoudend asfalt niet meer toegestaan.
- **Steenmastiekasfalt** wordt gebruikt als deklaag. Voldoen aan de eisen van steenslag 2; bitumen 70/100 toepassen; geen asfaltgranulaat en geen grof toeslagmateriaal 2/5 of 2/6. Minstens 4,0%(type A) – 5,0%(type B) holle ruimte. Steenmastiek asfalt bestaat voor minstens 70% uit droge granulaten en heeft een relatief hoge bitumengehalte van 7%. Dit maakt het duurder maar goed geschikt voor wegen waar veel wrijving is, zoals bij optrekkende beweging bij verkeerslichten.
- **ZOAB** is een grof materiaal dat moet voldoen aan eisen van steenslag 2. Voor ZOAB 16 bitumen 70/100 gebruiken en voor 2L-ZOAB 16 mag ook een polymeer gemodificeerd bitumen gebruikt worden. Als fijn toeslagmateriaal wordt brekerzand toegepast. In de samenstelling mag geen asfaltgranulaat gebruikt worden. Voor ZOAB 16 wordt geen grof toeslagmateriaal 2/5 of 2/6 toegepast, voor 2L-ZOAB 16 geldt geen toeslagmateriaal kleiner dan 8mm. Rijkswaterstaat past op autosnelwegen standaard een deklaag toe van zeer open asfaltbeton: ZOAB-NL.
- Andere typen verhardingen zijn **beton en klinker verhardingen**. In deze ketenanalyse wordt gekeken naar [1, 2, 3, 6, 7]:
 - **Cementbetonverharding** is in het werk gestort beton op locaties waar zware belastingen en/of wringende wioldrukken zijn te verwachten als bij (vrije) busbanen, bushaltes, rotondes, VRI-opstelstroken en ontsluitingen binnen bedrijventerreinen. Speciale constructies met schijnvoegen, deuvels en koppelstaven, afwateringsplan. Hierdoor intensievere planvoorbereiding en realisatie dan bij asfaltverhardingen. Maar levensduur betonconstructies is veel hoger dan de van asfalt (vergelijk het regelmatig vervangen van slijtgevoelige asfaltdekkingen).
 - **Elementenverharding** zijn betonstraatstenen en gebakken klinkers. Wordt veel gebruikt binnen erftoegangswegen binnen de bebouwde kom. Krijgt voorkeur boven asfalt binnen woonwijken wegens hogere esthetische waarde. Meestal gefundeerd middels een straatlaag van 0,05 m (brekerzand, straatzand) op puinbaan van menggranulaat, of rechtstreeks op een voldoende dik zandbed.

2. Transport naar productielocatie

Twee verschillende transport-routes zijn belangrijk in deze ketenanalyse. Ten eerste het transport van materialen naar de aanleg/bouwlocatie en ten tweede het transport van grondstoffen naar de productielocatie. Deze eerste transportroute hoort echter bij de ketenstap A4 (zie eerdere afbeelding), en wordt voor dit moment nog buiten deze ketenanalyse gehouden.

De gewonnen grondstoffen worden getransporteerd naar de productielocatie. Bij het transporteren van de grondstoffen komen CO₂-emissies vrij door brandstofverbruik van de transportmiddelen. De transportmodaliteit en de vervoersafstand beïnvloeden deze emissies.

Het zand wordt vanuit de winning naar een zandhandel gevaren en daar overgeslagen naar de wal. Het transport van zand vanaf de winningslocatie tot aan de productielocatie is geïntegreerd in de CO₂-emissiefactoren van landzand (per as) en zeezand-ophoogzand en worden om deze reden niet verder beschreven. De CO₂-emissie gebruikt in de tool is het gemiddelde van deze twee emissiefactoren.

Het menggranulaat is afkomstig van diverse locaties van verschillende leveranciers. In DuboCalc is dit echter al opgenomen in de CO₂-emissiefactor, rekening houdend met het gemiddelde voor Nederland [1].

3. Productie grondstoffen

Asfalt

Gezien de ketenanalyse wegen op niet nader gedefinieerde locaties in heel Nederland behandeld, worden geen vaste asfaltcentrales voor de productie gekozen. Bij de productie van asfalt wordt aardgas, elektriciteit en diesel verbruikt. Voor het bepalen van de CO₂-emissies is hier daarom gebruik gemaakt van de factoren zoals deze zijn opgenomen in DuboCalc [1, 2, 3].

Menggranulaat

De fundering van de weg bestaat uit menggranulaat. Hier zijn verschillende soorten van beschikbaar. Menggranulaat bestaat uit betonpuin (minimaal 50%) en uit metselwerkpuin. Deze materialen (reststromen) komen vrij bij de sloop van oude constructies. De CO₂-emissiefactor afkomstig uit DuboCalc neemt ook bij dit materiaal alle invloeden mee tot en met productie. In het geval van menggranulaat is de productie het CO₂-emissie extensiefste onderdeel [1, 2, 3].

2.3.2 Transport en aanleg A4-A5

Deze ketenstap wordt in een vervolganalyse uitgewerkt.

2.3.3 Gebruik B1

Deze ketenstap wordt in een vervolganalyse uitgewerkt.

2.3.4 Onderhoud B2

Deze ketenstap wordt in een vervolganalyse uitgewerkt.

2.3.5 Einde levensduur C1-4

Deze ketenstap wordt in een vervolganalyse uitgewerkt.

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 Arcadis 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 Arcadis 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. In hoofdstuk 5 worden de ketenpartners gerelateerd aan de emissies per ketenstap.

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 Arcadis een contractuele relatie mee heeft, zoals toeleveranciers, afnemers, onderaannemers en opdrachtgevers. Indirecte ketenpartners zijn partijen waar Arcadis geen directe (contractuele) relatie heeft, zoals leveranciers van de onderaannemers. Informatie over de CO₂-gegevens van indirecte ketenpartners zijn voor Arcadis over het algemeen moeilijker om te verkrijgen vanwege de indirecte relatie.

Volgens eis 5.A.3. in de CO₂-prestatieladder, dient de te certificeren partij (Arcadis) van de directe (en potentiële) ketenpartners die relevant zijn voor de uitvoering van de scope 3 strategie, over specifieke emissiegegevens te beschikken die afkomstig zijn van deze directe ketenpartners. Waar mogelijk moet Arcadis ook van relevante indirecte ketenpartners emissiegegevens proberen te verkrijgen.

3.2 Ketenpartners project

Deze rapportage richt zich op de keten van verschillende wegtypes en onderliggende varianten. Arcadis voert niet de aanleg hiervan uit, maar is vaak wel als adviseur, ontwerper, projectmanager en/of werkvoorbereider betrokken. Om een duidelijk beeld te krijgen welke partners bij welke ketenstap betrokken zijn, is contact gezocht met interne en externe experts. Aan de hand van hun input is de volgende tabel opgesteld met daarin de ketenpartners per ketenstap [2, 3].

Tabel 1: Partners in de gehele waardeketen (hierbij wordt de gehele keten beschouwd en niet slechts A1-A3).

Onderdeel keten	Ketenactiviteit	Ketenpartner	Uitleg
Initiatiefase	Initiatie en definitie	Wegbeheerder/opdrachtgever. In de meeste gevallen is dit een overheidslichaam, zoals het Rijk, de Provincie, de gemeente of het Waterschap (of Hoogheemraadschap).	Stelt functionele eisen aan het wegontwerp en kwaliteit van het materiaal.
	Ontwerp	Opdrachtgever/wegbeheerder	Maakt (eventueel samen met een externe partij zoals Arcadis) het ontwerp van de weg of stelt functionele eisen op voor het ontwerp. Tegenwoordig kan dit in een breed scala van contractvormen gerealiseerd worden (van traditioneel tot DBFMO). Bepaalt welke ontwerpvariant gerealiseerd wordt.
Winning grondstof, productie en aanleg weg	Winning grondstof	Delven grondstoffen	Keuze waar grondstoffen worden gewonnen, en of deze van primaire of secundaire oorsprong zijn.
	Transport materialen naar productielocatie	Leverancier	Keuze voor transportbedrijf indien logistiek bedrijf transport uitvoert. Uit de inschrijvingen op de aanbesteding wordt een hoofdaannemer gekozen.
	Productie materialen	Leverancier	Dienen materialen volgens bepaalde eisen aan het eindproduct te produceren.
	Transport materialen naar bouwlocatie	Aannemer (logistiek bedrijf of productiebedrijf)	Keuze voor transportbedrijf indien logistiek bedrijf transport uitvoert. Uit de inschrijvingen op de aanbesteding wordt een hoofdaannemer gekozen.
	Aanleg materialen	Aannemer	Keuze voor manier van aanleggen van de weg.
Gebruik	Gebruik weg	Weggebruiker	Het rijgedrag van de weggebruikers wordt beïnvloedt door het ontwerp. Onder de weggebruikers vallen: Auto's, motoren, vrachtwagens, brommers, fietsen, werkvoertuigen.
Onderhoud & reparatie	Inspecties van wegen	Wegbeheerder. Rijkswaterstaat, provincies, waterschappen en gemeenten.	Wegbeheerder is verantwoordelijk voor kwaliteit en onderhoud van wegen.
		Onderhoudsaannemer	Voert onderhoud en inspecties uit.
		Reiniging	Vaak verzorgd door de wegbeheerder zelf.
Einde levensduur		Wegbeheerder	De beheerder dient te beslissen of de weg wordt vernieuwd of gesloopt, waarbij eventueel vrijgekomen materiaal wordt gerecycled.
	Afvalverwerking	Asfaltverwerker	Eventueel hergebruik van bepaalde onderdelen.

Hieronder worden de ketenpartners van stap A1-3 toegelicht.

Opdrachtgever

De opdrachtgever is in het geval van een wegaanleg vaak een overheidslichaam, zoals het Rijk, de Provincie, de gemeente, Rijkswaterstaat of het Waterschap (of Hoogheemraadschap). Deze opdrachtgevers hebben een aspect gemeen, ze hebben de taak de beschikbaarheid van de infrastructuur te garanderen. Dit doet ze onder andere door het aanleggen en onderhouden van wegen. 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 een wegaanleg uit. Zo bepaalt hij met de leverancier- en onderaannemerkeuze 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 specialistisch grondverzet, inzet van benodigde specialistische machines, transport (logistiek bedrijf) en dergelijke.

Overige leveranciers

De leveranciers bestaan uit grondstoffenleveranciers en asfaltcentrales die de asfaltproducten leveren voor de aanleg van de wegverbreding.

Weggebruikers

De weggebruikers (auto, vrachtauto, motor, fiets e.d.) gebruiken de infrastructuur. De keuzes die zij maken ten aanzien van rijgedrag en kenmerken van het vervoermiddel zijn van grote invloed op de totale emissies van de wegen. Hier heeft Arcadis Nederland BV geen directe invloed op, behalve door het rijgedrag middels slimme ontwerpkeuzes te beïnvloeden.

Wegbeheerder

De wegbeheerder is verantwoordelijk voor kwaliteit en onderhoud van wegen. De opdrachtgever/eigenaar kan het beheer uit handen geven aan een wegbeheerder.

Onderhoudsaannemer

De onderhoudsaannemer heeft een meer-jaren contract voor het dagelijks onderhoud aan de infrastructuur. Arcadis Nederland BV is steeds vaker betrokken als adviseur bij het onderhoud aan wegen. De invloed op de werkwijze van de aannemer is veelal beperkt.

3.3 Conclusie betrokkenheid ketenpartners

De wegbeheerders hebben de grootste impact op de keuzes die het verbruik in aanleg, onderhoud en exploitatie beïnvloeden (mits het geen DBFMO-contract betreft). De bouwende aannemer aan de andere kant, beïnvloedt de wijze waarop de infrastructuur wordt gerealiseerd. Aangezien deze partijen de meeste invloed kunnen uitoefenen op de CO₂-emissies, beschouwen we deze partijen als belangrijkste ketenpartners.

Arcadis Nederland BV heeft als ontwerp- en consultancybureau de grootste invloed in de ontwerpfase. Daarbij moet opgemerkt worden dat Arcadis Nederland BV lang niet altijd bepalend is in de uiteindelijke keuze van een meer of minder CO₂-emissie beperkend ontwerp. Wel zijn we in de positie om deze keuze zo expliciet mogelijk aan de orde te stellen in het ontwerpproces. Vanuit de ontwerpfase hebben we invloed op keuzes in zowel de realisatie als de gebruiksfase.

Tijdens de realisatiefase is de invloed van Arcadis kleiner aangezien de aannemer bepalend is voor het bouwproces. Wel kan Arcadis in een adviserende rol invloed uitoefenen op het bouwproces. Daarnaast kan Arcadis tijdens de ontwerpfase bepaalde materialen voorschrijven welke tijdens de bouwfase toegepast moeten worden.

Tijdens de gebruiksfase heeft Arcadis zowel een direct als indirect invloed. Direct hebben wij invloed door onze advisering op het gebied van assetmanagement. Tijdens het instandhouden van de asset kunnen we oplossingen voorstellen die gedurende de levensduur van het infra-object bijdragen aan een vermindering van de CO2-emissie. Indirect kunnen wij invloed uitoefenen op het rijgedrag en de behoefte aan mobiliteit van de weggebruikers, wat direct resulteert in een verandering van de CO2-emissies. Voorbeelden zijn het optimaliseren van het weg alignementen het verkeersmanagement. Daarnaast zet Arcadis zich in om de behoefte aan mobiliteit te verminderen door nieuwe vormen van samenwerken te stimuleren.

Tijdens de sloopfase heeft Arcadis een geringe invloed. Wel kan Arcadis een adviserende rol innemen tijdens het optimaliseren van het afdankproces. Daarnaast kan Arcadis middels het voorschrijven van materialen recycling of downcycling mogelijk maken indien wij in de contractvoorbereidingsfase aan opdrachtgevers zijde werken.

4 KWANTIFICEREN VAN EMISSIES

Dit hoofdstuk beschrijft:

- de dataverzameling;
- de functionele eenheid van de analyse;
- de invloedsfactoren op de CO₂-emissies per functionele eenheid;
- de invloed van het ontwikkelde tool tijdens de ontwerpfase, rekening houdend met CO₂-emissies en andere voor- en nadelen van bepaalde keuzes.

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

Arcadis 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 de opbouw van de wegconstructie, inclusief gebruikte hoeveelheden. Verder zijn ook nog aanvullende bronnen geraadpleegd. De volledig 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.

Functionele eenheid

De functionele eenheid (FE) is een beschrijving van de kernfunctie; het definieert de dienst van het product. Voor verschillende asfaltwegen is de FE een combinatie van diensten, kwaliteitseisen en de periode waarover de bovenleiding dienstdoet. De functionele eenheid luidt:

Materiaalverbruik benodigd voor de aanleg van een wegoppervlakte van één bij één meter (1 m²) over een periode van honderd jaar (levensduur asfaltweg totaal) en een gemiddeld gebruikspatroon (type voertuigen, gewicht, etc.).

Alle objecten horende bij een wegvak, zoals kunstwerken en wegmeubilair (zoals verlichting, geleideconstructies, verkeerssignalen, etc.), vallen buiten de systeemgrens van deze ketenanalyse.

De ketenanalyse zal rekenen met een levensduur van honderd jaar, eenmaal de gemiddelde levenscyclus van een gemiddeld weg (1 m²) in Nederland. Dit kan geëxtrapoleerd worden naar meerdere jaren en/of een groter wegvak, zodat deze ketenanalyse voor meerdere doeleinden gebruikt kan worden.

4.2.1 Uitsluitingen

Voor deze ketenanalyse zijn de volgende uitsluitingen bepaald:

- Het aanleggen van de weg zelf en de machinerie benodigd voor vervangingen gedurende de levensduur van 100 jaar, mede als de sloop en/ of recycling van materialen zijn (nog) niet meegenomen in de actuele analyse.
- Het gebruik van de weg door verkeer heeft een grote invloed op de bouw en het onderhoud van de weg en de CO₂-emissie. Op dit moment wordt dit aspect echter nog niet meegenomen in de ketenanalyse aangezien slechts fase A1-A3 nu worden meegenomen.
- Nog niet van toepassing in de voorliggende rapportage, maar wel in de uitbreiding volgend jaar is het onderhoud van de wegen. De toekomstige uitbreiding van de analyse behandelt enkel het grotere onderhoud van asfaltwegen. Dat wil zeggen dat in dit geval de deklaag rijbaan-breed wordt vervangen en de onderliggende asfaltlagen waar nodig worden gerepareerd. Kleinschalig onderhoud zoals het schoonmaken van de weg, en het herstellen van schades aan verhardingen ten gevolge van ongevallen en calamiteiten wordt buiten beschouwing gelaten. Verwacht wordt dat de CO₂-emissies van vast onderhoud relatief laag zijn. Ook Levensduur Verlengend Onderhoud (LVO), bestaande uit maatregelen die 'tussentijds' worden uitgevoerd om ervoor te zorgen dat de beoogde levensduur van de deklaag kan worden bereikt, wordt niet meegenomen. Voorbeelden hiervan zijn het aanpakken van scheurvorming en spoorvorming.
Op dit moment wordt dit aspect echter nog niet meegenomen in de ketenanalyse aangezien slechts fase A1-A3 nu worden meegenomen.
- Nog niet van toepassing in de voorliggende rapportage, maar wel in de uitbreiding volgend jaar is de sloop van de wegen. Volledige sloop komt slechts af en toe voor (volledige verwijdering weg). Fundering en onderlagen blijven in bijna alle gevallen liggen en worden niet verwijderd. Vandaar is volledige sloop buiten beschouwing gelaten
- Nog niet van toepassing in de voorliggende rapportage, maar wel in de uitbreiding volgend jaar is het vervoer met personenwagens en klein hulpmateriaal tijdens de realisatie- en gebruiksfase. Het aandeel vervoer met personenwagens en klein hulpmateriaal wordt als verwaarloosbaar geacht. Om deze reden zijn deze processen niet meegenomen in de CO₂-berekeningen.
- Kunstwerken, situaties die een verdiepte ligging van de weg eisen, zijkantafbakening van een asfaltweg, verlichting, signalering, wegmarkering en andere aanvullende onderdelen die bij een geheel aangelegde weg horen zijn buiten beschouwing gelaten gezien de focus zal gelegd worden op verschillende wegtypes en variaties hiervan.

4.2.2 Invloeden op de CO₂-emissie per functionele eenheid

De CO₂-emissie per functionele eenheid wordt ook beïnvloed door andere invloedsfactoren. Deze factoren worden hieronder toegelicht. Op dit moment wordt slechts fase A1-A3 meegenomen in de ketenanalyse, wat betekent dat niet alle invloedsfactoren nu al van toepassing zijn.

- *Het ontwerp en wegalignment.* Dit beïnvloedt de rijnsnelheden en de CO₂-uitstoot. Daarnaast bepaalt het ontwerp hoeveel materiaal er op hoofdlijnen nodig is, afhankelijk van de capaciteitsbehoefte op de weg. Een voorbeeld: zijn er 2 of 3 rijbanen nodig? Kan een aanpassing aan het ontwerp het bestaande ruimtebeslag innemen of moeten de ondergrondse omstandigheden aangepast worden om het ontwerp in te passen in de omgeving?
- *Eisen wegdek.* Het type wegdek is van invloed op de CO₂-emissies per km. Waarbij type A wellicht een lagere emissie kent tijdens productie, gaat type B toch wellicht langer mee en eist minder onderhoud. Een belangrijke keuze wordt dus al tijdens het ontwerp gemaakt.
- *Afstand tussen de locaties.* Hoe groter de afstand tot de asfaltleverancier, hoe meer brandstofverbruik door transport van en naar de asfaltcentrale, hoe meer CO₂-uitstoot per km weg. Hoe groter de afstand tussen locatie winning grondstoffen en asfaltcentrale, hoe meer CO₂-uitstoot per km weg. Enzovoort.
- *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 CO₂-uitstoot van het transport.
- *Gebruiksprognoses.* Hoe hoger de prognoses, hoe sterker de weg moet zijn, dus hoe dikker de fundering en het asfaltpakketnodig is.
- *Rijgedrag.* Het rijgedrag heeft invloed op de levensduur van de weg en hiermee op de frequentie van reparaties en onderhoud.

- *Mogelijkheden voor secundaire zandwinning.* Vrijkomend zand uit andere projecten heeft een lagere CO₂-uitstoot dan primaire zandwinning, omdat gebruik wordt gemaakt van vrijkomend materiaal uit een ander project. Hierdoor wordt primaire zandwinning (met haar CO₂-emissies) vermeden.
- *Zout/zoet en locatie asfaltweg.* Zoute zandwinning gebeurt vooral in het Westen van de Nederland, dicht bij de zee. De afstand tot de zee is korter en er zijn minder winputten. Zoute zandwinning veroorzaakt meer CO₂-emissies dan zoete zandwinning. Reden hiervoor is een energie-intensiever proces voor de winning.
- *Aandeel gerecycled asfalt.* De groter het aandeel gerecycled asfalt in de nieuwe weg is, des te lager is de hieraan verbonden emissie.
- *Onderhoud.* Methode en frequentie van onderhoud heeft een belangrijke impact op de totale emissie binnen een bepaalde levensduur.

4.3 Berekenende CO₂-emissies

Deze paragraaf geeft de resultaten van de CO₂-berekening weer. Exceldocument 'Rekenmodel CO₂-emissie wegen' geeft een gedetailleerde beschrijving van de berekening van de CO₂-emissies. Een gedetailleerde analyse van de resultaten vindt plaats in Hoofdstuk 5.

Totaaloverzicht: CO₂-emissies per ketenstap

Gezien het ontwikkelde rekenmodel gebruikt wordt om (mogelijke) klanten van Arcadis te informeren, adviseren en stimuleren tot een meer overwogen, duurzamere keuze, kan het gehele rekenmodel en de gebruikte gegevens niet openbaar gedeeld worden. Het rekenmodel is intellectueel eigendom van Arcadis, mede als de hiervoor verzamelde en verwerkte data en achtergrondgegevens. Wel wordt in dit hoofdstuk de werking van het rekenmodel gedetailleerder omschreven.

Om onze opdrachtgevers in een vroeg stadium reeds een indicatie te kunnen geven van de verwachte CO₂-uitstoot van bijvoorbeeld een gebiedsontsluitingsweg en de keuzes die er in deze vroege fase zijn om de CO₂-emissies te verminderen, is het belangrijk om de emissies van verschillende fases (idealiter van aanleg tot afdanking) in beeld te brengen. Onderdeel van het rekenmodel zijn de vier meest toegepaste wegen in Nederland:

- een gebiedsontsluitingsweg (GOW),
- een fietspad,
- een erftoegangsweg (ETW) en,
- een nationale stroomweg (NSW).

Er worden verschillende standaardvarianten per wegtype met elkaar vergeleken. CO₂-emissies zijn hierbij een belangrijk beslis criterium. In het rekenmodel wordt gebruik gemaakt van een standaard profiel opbouw van de verschillende wegtypes. Hierdoor kan er op een snelle manier een vuistregel-berekening plaatsvinden. Hier is voor gekozen, omdat er in een vroege (plan)fase vaak nog geen duidelijkheid is over het detailniveau van te gebruiken materialen. Iets wat voor een LCA-berekening of DuboCalc berekening nodig is.

Een CO₂ berekening in een vroege planfase wordt mede door het ontbreken van een bepaald detailniveau betreffende materialen momenteel niet tot nauwelijks uitgevoerd. Deze tool helpt ons en onze opdrachtgevers, om de CO₂-emissie (maar ook andere aspecten) vanaf het begin van het project onder de aandacht van de deelnemende partijen te brengen. Als Arcadis vanaf het begin af aan inzicht kan geven en de eigen opdrachtgevers kan ondersteunen bij het reduceren van hun potentiële CO₂-uitstoot, draagt Arcadis een steentje bij aan het versnellen van de transitie naar een CO₂-neutrale GWW sector.

Een fictief voorbeeld ter illustratie:

Wegtype	Wegvariant	CO ₂ -emissie [ton]	Weg-eigenschappen	Rij-eigenschappen	Levensduur [jaar]	Conclusie
Erftoegangsweg	A					?
Erftoegangsweg	B					?

Bovenstaande fictieve analyse wordt op deze manier niet weergegeven in het rekenmodel maar is veelmeer de tekstuele weergave van het adviesgesprek dat gevoerd wordt op basis van de verkregen resultaten na het invullen van het rekenmodel.

De tabel geeft duidelijk weer dat die twee wegvarianten niet dezelfde eigenschappen omvatten. Wegvariant A heeft weliswaar een hogere CO₂-emissie, maar de rijeigenschappen zijn voordeliger in de winter wat wederom de veiligheid verbetert. Wegvariant B heeft een lagere uitstoot en de bovenlaag kent een langere levensduur (moet dus minder vaak worden vervangen gedurende een gebruikperiode van bijvoorbeeld 100 jaar). Bovenstaand voorbeeld is enkel ter illustratie van de output van de tool. Bij een werkelijk adviseringstraject wordt uiteraard dieper ingegaan op de verschillende aspecten en invloeden.

Op deze manier kan een weloverwogen beslissing worden gemaakt op basis van inzicht in de emissies, de weg- en rijeigenschappen en de levensduur gecombineerd met toekomstig gebruikspatroon, locatie en budgettering van de weg. Ook wordt duidelijk (nadat de andere ketenstappen ook zijn toegevoegd) welke ketenstap de hoogste emissie veroorzaakt en biedt kansen om juist deze specifieke ketenstap verder te verduurzamen – altijd rekening houdend met de andere belangrijke aspecten van de weg.

5 CONCLUSIE

De invloed van Arcadis binnen de wegensector is in de initiatiefase het grootst. Er worden ontwerpkeuzes gemaakt op basis van functionele eisen van de opdrachtgever. De variant en functie keuzes die onze ontwerpers en projectvoorbereiders samen met de opdrachtgever maken, hebben uiteindelijk invloed op de CO₂-emissies in de verdere keten van het project.

Om de opdrachtgever in een vroeg stadium reeds een indicatie te kunnen geven van de verwachte CO₂-uitstoot van bijvoorbeeld een gebiedsontsluitingsweg en de keuzes die er in deze vroege fase zijn om de CO₂-emissies te verminderen, is Arcadis begonnen met het ontwikkelen van een rekentool. Deze rekentool brengt nu de emissies in beeld brengen van verschillende fases in de keten: stap A1 – A3. In de tool worden deze stappen meegenomen voor een gebiedsontsluitingsweg (GOW), een fietspad, een erftoegangsweg (ETW) en een nationale stroomweg (NSW). Aan de hand hiervan kunnen verschillende standaardvarianten per wegtype vervolgens met elkaar vergeleken worden, waardoor CO₂-emissies een belangrijk item kan worden bij keuzes voor een bepaalde variant voor een van deze wegtypes. De rekentool laat echter ook andere, aan de keuze verbonden, voor- en nadelen zien. Beïnvloedt mijn keuze de levensduur van een of meerdere lagen, of de toestand van de weg bij verschillende weerssituaties? Door het vroegtijdig inzichtelijk maken van de CO₂impact van een wegproject, maken wij onze opdrachtgevers bewust van hun uitstoot. Een eerste stap om de CO₂-uitstoot vervolgens zo veel mogelijk te reduceren (en compenseren) binnen wegenprojecten.

Monitoring van de CO₂-emissies

Arcadis moet op de uitkomsten van deze ketenanalyse acties nemen om haar CO₂-emissies in de keten te verminderen. Deze acties moeten conform de eisen van de CO₂-Prestatieladder gemonitord worden.

In 2019 wil Arcadis de tool in 10 projecten hebben ingezet, om zo in een vroege fase bewustwording te creëren bij de opdrachtgever. Daarnaast krijgt Arcadis op deze manier een beeld of de tool goed werkt en welke verbeteringen er nog moeten worden doorgevoerd om het gewenste effect/ het beoogde inzicht te bereiken.

De daadwerkelijke CO₂-reductie die door inzet van de tool wordt behaald kan helaas niet in beeld worden gebracht, aangezien in de vroege fase van het project nog geen daadwerkelijke keuzes zijn gemaakt over het ontwerp.

6 REFLECTIE

6.1 Data verzameling

De analyse is voor een belangrijk deel gebaseerd op primaire data die aangeleverd is door Arcadis. De gegevens zijn gebaseerd op bijgehouden projectgegevens en aannames. In de bijlage zijn de verschillende bronnen weergegeven.

6.2 Representativiteit van functionele eenheid

De ketenanalyse is representatief ten aanzien van:

- **Gebruikte wegtypes.** De in Nederland meest voorkomende vier wegtypes inclusief hun verschillende varianten zijn gekozen om het meest omvattende beeld betreffende emissies maar ook andere aspecten (voor- en nadelen) tegen elkaar af te wegen.
- **Levensduur.** Het is gekozen voor een standaard en vrij gebruikelijke levensduur van 100 jaar voor asfaltwegen. Weliswaar worden asfaltwegen regelmatig gerepareerd en onderhouden, een volledige vervanging vindt gemiddeld pas na 100 jaar plaats.
- **Functionele eenheid wegvak.** De keuze van de grootte van het wegvak 1 meter bij 1 meter is weliswaar onrealistisch maar eenvoudig en goed onderbouwd te extrapoleren tot de gewenste grootte/ oppervlakte.
- **Uitsluitingen.** De gekozen uitsluitingen (de scope van de ketenanalyse) zijn logische keuzes, kijkende naar het doel van deze analyse. Verlichting hoort bij elke weg, onafhankelijk van de samenstelling van de asfaltweg. Hetzelfde geldt o.a. voor signaleringen, markeringen en dergelijke.

De ketenanalyse is niet representatief ten aanzien van:

- **Zandwinning.** De manier van zandwinning is bepalend voor de emissie van dit aspect in de ketenanalyse. Het betreft een algemene tool die inzetbaar moet zijn op alle te realiseren wegenprojecten (voor de betreffende wegtypes). Om die reden is gekozen om in de tool te rekenen met primaire zandwinning. Echter, voor een weg in het Westen van het land, waar de meeste snelwegen zijn, wordt meestal gebruik gemaakt van zout zand of van hergebruik van zand. Voor een weg in het Oosten van het land, en dan wellicht geen snelweg, wordt weer gebruik gemaakt van andere zand. Bij het gebruik van zout zand zijn de emissies hoger, door het energie-intensievere proces van winning. Bij hergebruik is de CO₂-emissie van het materiaal zand gelijk aan nul.
- **Transportafstanden zand.** Van bovengenoemde keuze hangen ook de transportafstanden van zand af.
- **Secundaire data.** De analyse is voor een belangrijk deel gebaseerd op secundaire data die aangeleverd is door eigen experts. De gegevens zijn gebaseerd op ervaringsdeskundigheid en aannames. Op deze manier is geprobeerd een representatief beeld weer te geven.
- **Gehele keten:** In de ketenanalyse is nu slechts aandacht besteed aan het materiaalverbruik van het aanleggen van een weg en vervangingen tijdens de levensduur van 100 jaar. Echter, de uitstoot van het aanleggen en vervangen zelf is niet meegenomen in deze analyse. Dit zal in een later stadium worden toegevoegd, evenals andere stappen uit de keten.

6.3 Aanbevelingen voor verbetering van de ketenanalyse

Uitbreiden stappen tot een complete analyse

Nu zijn slechts de stappen A1-3 uitgewerkt. In de volgende fase van de ketenanalyse (de vervolganalyse) zullen de andere stappen verder behandeld worden.

Uitbreiden wegtypes

In de vervolganalyse kan overwogen worden om zelfs nog de wegtypes of variaties hierop (bijvoorbeeld een weg met klinkerverharding voor erftoegangsweg) verder uit te breiden om nog meer opties met elkaar te kunnen vergelijken.

Opvragen gegevens over asfalt

De winning van grondstoffen tot en met de productie van asfalt zorgt voor het grootste deel van de CO₂-uitstoot van deze ketenanalyse. Bij een vervolgonderzoek wordt geadviseerd primaire gegevens op te vragen bij asfaltcentrales en (onder)aannemers.

Materiaalgegevens

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

Uitbreiden aspecten Duurzaam GWW

De CO₂-tool wegen richt zich nu vooral nog op de CO₂-emissies die met het aanleggen van een weg gemoeid zijn. Het is van toegevoegde waarde om deze scope op een later moment uit te breiden met de andere aspecten die in Duurzaam GWW voorkomen om integrale afwegingen te kunnen maken in een vroege fase van het project. Het betreft dan de aspecten: bereikbaarheid, energie, materialen, bodem, water, ecologie, ruimtegebruik, ruimtelijke kwaliteit, welzijn/leefomgeving, sociale relevantie, investeringen en vestigingsklimaat.

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 Arcadis 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 de weg. Dit levert aangrijpingspunten voor CO₂-reductie. Deze zijn zeer relevant omdat er ook in de toekomst nieuwe asfaltwegen aangelegd en bestaande asfaltwegen gerepareerd/ vervangen zullen worden. Door zo vroeg mogelijk inzicht te verkrijgen, zullen we ook zo vroeg mogelijk kunnen acteren om de uit te stoten CO₂-emissie te reduceren. Zo kunnen wij de impact die wij hebben vergroten op gebied van CO₂-emissies.

Stimulans voor de markt

Arcadis is een belangrijke partner voor veel opdrachtgevers op het gebied van de aanleg van wegen en het onderhoud van wegen. Met het publiceren van een ketenanalyse voor verschillende types asfaltwegen stimuleert Arcadis de markt om zelf goed in kaart te brengen hoeveel CO₂-emissies uitgestoten worden en welke wegvarianten bieden wat van de specifieke weg wordt verwacht (aanvullend aan een lage CO₂-emissie). 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 grootste emissiebronnen in de keten. Dit inzicht kan Arcadis gebruiken om te bepalen op welke innovaties we ons moeten richten om uiteindelijk te komen tot de meest effectieve CO₂-reducerende oplossingen.

BIJLAGE A EISEN, METHODIEK EN BETROKKENEN

Eisen vanuit CO₂-Prestatieladder

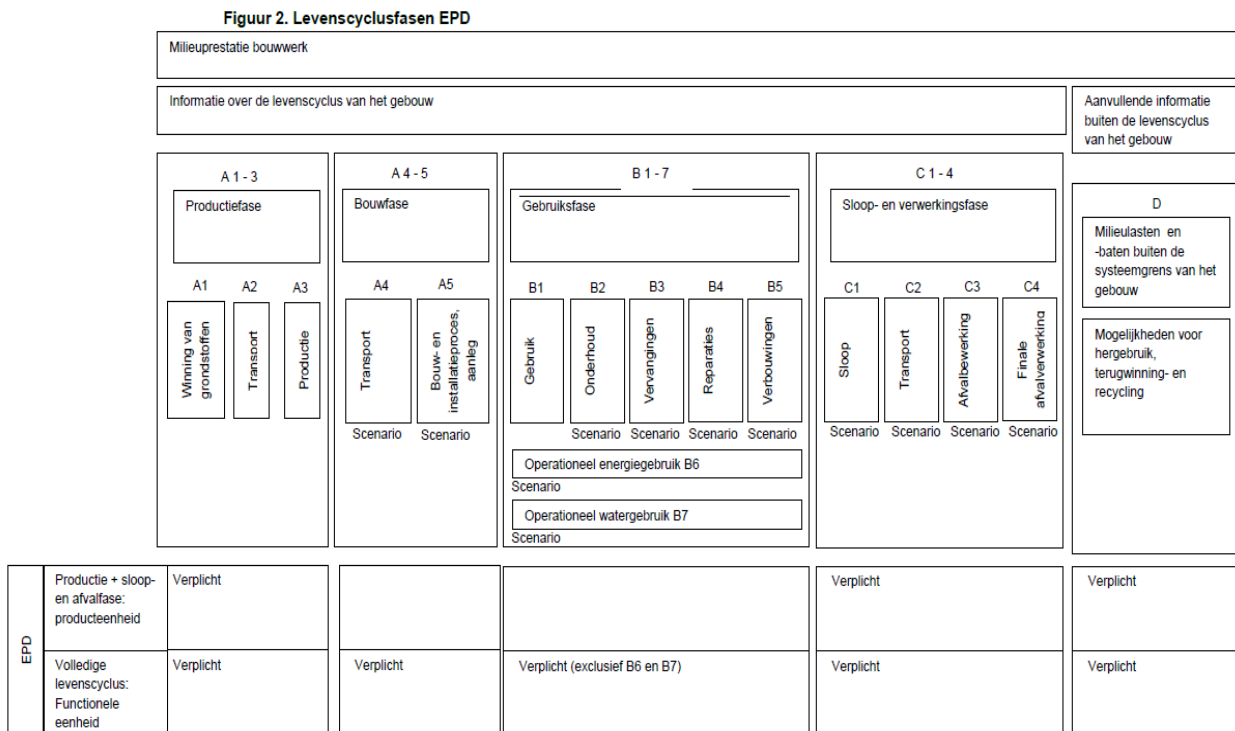
De ketenanalyse is opgesteld conform de eisen van de CO₂-Prestatieladder (Handboek CO₂-Prestatieladder 3.0, 10 juni 2015).

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



Figuur 1: Weergave van verschillende fasen in de ketenanalyse van bouwprojecten Stichting Bouwkwiteit (2014) Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken p. 10

De ketenanalyse is opgedeeld volgens de hoofdmodules van de Europese bepalingmethoden EN 15804 en de EN 15978³ 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.

PRODUCTIEFASE (A1-3)

De productiefase is verdeeld in drie stadia:

1. Grondstofwinning (stadium A1).
2. Transport van grondstofwinning naar de productielocatie van de grondstoffen (stadium A2).
3. Productie van materialen op basis van de gewonnen grondstoffen (stadium A3).

BOUWFASE (A4-A5)

De bouwfase is verdeeld in twee stadia:

1. Transport naar bouwlocatie (stadium A4).
2. Bouw en installatieproces, aanleg (stadium A5).

GEBRUIKSFASE (B1-B7)

De gebruiksfase is grofweg opgedeeld in twee delen: het gebruik en het onderhoud. Het gebruik beslaat het gebruik van het product dat in de productiefase is gemaakt. Het onderhoud wordt ook wel de instandhouding genoemd en is gericht op het onderhouden van het product, zodat het zijn functie behoudt.

SLOOP- EN VERWERKINGSFASE (C1-4)

Deze fase richt zich vooral op de deconstructie (deconstruction, demolition), het transport van de materialen na deconstructie naar de afvalverwerker, het afvalverwerkingsproces (waste processing) en de uiteindelijke verwijdering van de materialen (disposal).

³ Zie voor meer informatie over de bepalingmethoden:
https://www.milieudatabase.nl/imgcms/20141125_SBK_Bepalingsmethode_versie_2_0_definitief.pdf

BIJLAGE B BRONNEN

Nummer	Titel	Organisatie	Bron	Gebruikte informatie
1	DuboCalc	[-]	DuboCalc webapplicatie Versie 4.01.2	[gedetailleerde lijst gebruikte materialen op aanvraag beschikbaar in het rekenmodel]
2	Expertkennis	Arcadis	Experts Arcadis; Frank Helmes, adviseur Wegen	Expertkennis opbouw wegtypes & -varianten
3	Expertkennis	Arcadis	Experts Arcadis; Manon de Vos, trainee Wegen	Expertkennis opbouw wegtypes & -varianten
4	Expertkennis	Arcadis	Experts Arcadis; Anne Stoker, adviseur Wegen	Expertkennis eigenschappen wegtypes & -varianten
5	CROW	Kennisplatform CROW	Website CROW: de Standaard RAW Bepalingen 2015 bevat een doordacht en dynamisch stelsel van juridische, administratieve en technische voorwaarden voor het samenstellen van bouwcontracten in de GWW. Standaard RAW 2015; H80 t/m H83 27-01-2015	Opbouw asfalttypes (fundering, lagen)
6	Specificaties Ontwerp Asfaltverharding	RWS	RWS; Specificaties Ontwerp Asfaltverharding 2013	Detailkennis asfaltverharding
7	Bouwstoffen en afvalstoffen: Asfalt, beton	Overheid	Bodemrichtlijn: https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/asfalt-beton-teerhoudend-99381	Detailkennis asfaltverharding
8				
9				
10				

COLOFON

KETENANALYSE CO2-TOOL WEGEN CO2-PRESTATIELADDER NIVEAU 5

KLANT

Arcadis Nederland BV

AUTEUR

C.W.J. Goorts MSc

ONZE REFERENTIE

079977457 A

DATUM

5 juli 2018

STATUS

Definitief

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com