KETENANALYSE WEGEN

ARCADIS NEDERLAND BV

6 september 2015
078617389:0.2 - Gecontroleerd

Inhoud

1 Inleiding **3**

2 Activiteiten autowegen **4**
2.1 Initiatie 4
2.2 Realisatie 4
2.3 Exploitatie 5
2.4 Sloop 5

3 Ketenpartners **6**

4 Ketenanalyse **7**
4.1 Uitgangspunten 7
4.1.1 Systeemgrenzen 7
4.1.2 Functionele eenheid 7
4.1.3 Dataverzameling, validatie en methode 7
4.2 CO_2-emissie gehele keten 8
4.3 Kwantificering gebruiksfase 10
4.4 Invloed ARCADIS Nederland BV 12

5 Verdieping ketenanalyse Wegen **14**

Bijlage 1 CO_2-tool Wegen **18**

Colofon **22**

1 Inleiding

ARCADIS Nederland BV (ANL) heeft een ketenanalyse uitgevoerd voor de PMC wegen. De onderbouwing voor de keuze van deze keten is in een apart rapport toegelicht.

De analyse is uitgevoerd op basis van een gebiedsontsluitingsweg van 10 kilometer lang en 10 meter breed. De invloed van ANL binnen de initiatiefase is het grootst. Er worden 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 gebruikers verbruiken (exploitatie). Tegelijk is de absolute invloed op die vervolgfases in de keten beperkt, omdat de beïnvloeding indirect is via de keuzes in het ontwerp en in mindere mate op het gedrag (en daarmee de uitstoot) zelf.

Deze ketenanalyse is opgesteld conform de structuur van de Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard van het Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol).

2 Activiteiten autowegen

Hieronder volgt een korte beschrijving van de keten van autowegen.

2.1 INITIATIE

De mobiliteit in Nederland is een belangrijke pijler van de economie. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu voert daarom regelmatig studies uit naar de bereikbaarheid. De autosnelwegen vormen daarin een aanzienlijk onderdeel. Files zijn geen onbekend fenomeen en de economische schade hiervan wordt alleen al voor de transportsector becijferd op 400 miljoen euro per jaar. Uit de studies van het ministerie volgen, net als in de railsector, de voorfase, de alternatievenstudiefase en de planuitwerkingsfase. In dit deel van keten is ANL een belangrijke partner van Rijkswaterstaat. In de initiatiefase wordt het project zo gedefinieerd dat er een onomkeerbaar besluit genomen kan worden door de minister en een aannemer de klus kan uitvoeren.

Rijkswaterstaat heeft in een aantal grote contracten gekozen voor DBFM (Design, Build, Finance and Maintain: ontwerpen, bouwen, financieren en onderhouden). Dit is een contractvorm waarin belangen van private partijen veranderen omdat de bouwende en de beherende partij dezelfde zijn. Deze vorm wordt echter niet overal toegepast. Er is over het algemeen sprake van een klassieke Opdrachtgever – Opdrachtnemer relatie.

De invloed van ANL binnen de initiatiefase is het grootst. Er worden 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 gebruikers verbruiken (exploitatie). Tegelijk is de absolute invloed op die vervolgfases in de keten beperkt, omdat de beïnvloeding indirect is via de keuzes in het ontwerp en in mindere mate op het gedrag (en daarmee de uitstoot) zelf.

2.2 REALISATIE

Het eerste deel van de realisatie is de gunning van het werk aan een aannemer. Dit is waar eisen door de opdrachtgever aan de bouwer worden gesteld ten aanzien van de uitvoering van het bouwen. De gunning is vaak opgedeeld in drie delen; een pre-kwalificatie waarin getoetst wordt of de aankomende opdrachtnemer geschikt is om het werk uit te voeren; is de onderneming gekwalificeerd, is de liquiditeit en de capaciteit in orde? Het tweede deel is het project specifieke deel; welke aanbieder heeft de economisch meest voordelige aanbieding? De aanbieder wordt uitgedaagd het vertrouwen te wekken dat de belangen van de opdrachtgever in goede handen zijn. Een onderdeel hiervan is de prijsvorming. De CO_2-prestatieladder is daar een onderdeel in; een hogere trede betekent een hogere virtuele korting en daarmee mogelijk een voordelige aanbieding. Tenslotte gaat de opdrachtgever over tot gunning waarna de bouwfase kan starten.

De bouwfase begint met de voorbereiding van de realisatie; de plannen uit de initiatiefase worden nader gedetailleerd en vertaald naar concrete actie. Hier vinden de keuzes plaats, voor zover die niet al in het contract bepaald zijn, voor de wijze waarop het werk uitgevoerd wordt. Vervolgens wordt het plan gerealiseerd, opgeleverd en gaat de garantieperiode in.

ANL kan in deze fase aan een van beide kanten diensten leveren. Aan de kant van de opdrachtgever om de contractvorming en de uitvoering te begeleiden, of aan de zijde van de aannemer om het werk te verwerven en uit te voeren. In beide gevallen is er de mogelijkheid om CO2-emissie te beïnvloeden in de uitvoering. Dan wel door specifieke eisen aan de opdrachtnemer, dan wel door specifieke maatregelen in de uitvoering. Een en ander is afhankelijk van de ambities die door de ketenpartners nagestreefd worden.

2.3 EXPLOITATIE

Deze fase is grofweg opgedeeld in twee delen: het gebruik en het onderhoud. In het gebruik wordt de functionaliteit benut die in de initiatiefase is ontworpen en in de realisatie is gemaakt. Dit houdt in dat het gedrag van de gebruiker bepaald wat de emissies zijn.
Het onderhoud wordt ook wel de instandhouding genoemd en is gericht op het behouden van de functie. In de exploitatie zijn de keuzes uit de initiatie van belangrijke invloed. Zowel het gedrag van de gebruiker, als het onderhoudsregime is een exponent van die keuzes. ANL is steeds vaker betrokken als adviseur bij het onderhoud aan wegen. De invloed op de werkwijze van de aannemer is veelal beperkt.

De invloed van ANL in het gebruik vloeit uitsluitend voort uit de ontwerpkeuzes. In het onderhoud ligt dat anders; wij hebben zowel invloed op de materiaalkeuzes vanuit het ontwerp als op de uitvoering van het onderhoud, hetzij beperkt.

2.4 SLOOP

De sloop van infrastructuur is vaak het gevolg van vervanging of uitbreiding. De eisen die hieraan gesteld worden zijn vaak opgenomen in het contract waarin de vervanging of uitbreiding is vastgelegd. Als ANL hebben wij invloed op de invulling van dat contract.

3 Ketenpartners

In voorgaand hoofdstuk is de keten van Autowegen beschreven. De partners in deze keten zijn:

- **Ministerie van Infrastructuur en milieu**
  Het Ministerie is verantwoordelijk voor de bereikbaarheid van Nederland. Zij maakt onder andere beleid voor de autosnelwegen wat vervolgens door Rijkswaterstaat wordt uitgevoerd. ANL is als adviseur betrokken bij het opstellen van het beleid. De invloed is beperkt.
- **Rijkswaterstaat**
  Rijkswaterstaat heeft de taak de beschikbaarheid van de infrastructuur te garanderen. De wijze waarop zij dit doet, is van invloed op de ketenpartners. Rijkswaterstaat hanteert de CO_2-prestatieladder.ANL is een van de ketenpartners van Rijkswaterstaat.
- **Bouwende aannemer**
  De bouwende aannemer geeft invulling aan het contract dat door Rijkswaterstaat is aanbesteed. De keuzes die de aannemer maakt, zijn in belangrijke mate bepaald in het contract. De rol die ANL kan hebben ten aanzien van de bouwende aannemer is een controlerende rol in de begeleiding van de uitvoering van het contract aan de opdrachtgeverszijde, of inhoudelijk bij de detaillering en uitvoering van het ontwerp aan de zijde van de aannemer. In beide gevallen is de aannemer in de lead en is de invloed van ANL beperkt.
- **Onderhoudsaannemer**
  De onderhoudsaannemer heeft een meerjaren contract voor het dagelijks onderhoud aan de infrastructuur. ANL is steeds vaker betrokken als adviseur bij het onderhoud aan snelwegen. De invloed op de werkwijze van de aannemer is veelal beperkt.
- **Snelweggebruikers**
  De snelweggebruikers (auto, vrachtauto, motor) 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 autosnelwegen. Hier heeft ANL geen invloed.
- **Brandstofstation exploitanten**
  Langs de snelwegen zijn circa 200 tankstations. Deze tankstations voorzien de auto's van brandstof, maar hebben zelf een beperkte invloed op de uitstoot. ANL heeft hier geen invloed.

De invloed van ANL in de keten ligt met name bij Rijkswaterstaat en de bouwende aannemers. Rijkswaterstaat heeft de grootste invloed op de keuzes die het verbruik in de exploitatie beïnvloeden en de bouwende aannemer op de wijze waarop de infrastructuur wordt gerealiseerd.

4 Ketenanalyse

4.1 UITGANGSPUNTEN

4.1.1 SYSTEEMGRENZEN

Voor het vaststellen van de CO_2-emissie is gekeken naar de uitstoot in een viertal fasen:

- Initiatie
- Realisatie
- Exploitatie
- Sloopfase

4.1.2 FUNCTIONELE EENHEID

De uitgangspunten zijn per fase opgesteld in overleg met een (ANL) expert. Er is uitgegaan van een gemiddelde asfaltweg, een gebiedsontsluitingsweg van 10 kilometer lang en 10 meter breed. Op de weg zijn twee gelijkvloerse aansluitingen en twee ongelijkvloerse aansluitingen. De ontwerplevensduur van de weg is 20 jaar.

4.1.3 DATAVERZAMELING, VALIDATIE EN METHODE

Initiatie

De CO_2-emissies tijdens de ontwerpfase worden berekend aan de hand van het aantal benodigde uren om tot een ontwerp te komen en de totale CO_2-emisies van ANL. De ontwerpfase is onderverdeeld in een verkenningsfase, een voorontwerpfase, een contractvormingsfase en een fase waarin het definitief ontwerp en het uitvoeringsontwerp worden gespecificeerd. Aangezien het aantal aansluitingen grote invloed heeft op het aantal ontwerpuren zijn voor de ontwerpfase gedetailleerder aannames gedaan dan in de rest van de fases. De uitgangspunten zijn zo geformuleerd dat ze een “gemiddelde” van de te ontwerpen wegen vertegenwoordigen.

Vervolgens is op basis van de bovenstaande uitgangspunten een schatting gedaan van het aantal ontwerpuren:

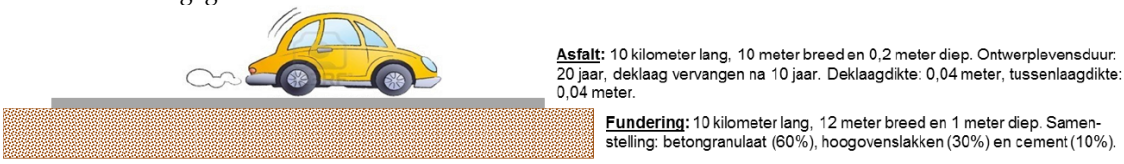
- Verkenningsfase: 150 uur
- Voorontwerpfase: 750 uur
- Contractvormingsfase: 100 uur
- Definitief ontwerp en Uitvoeringsontwerp: 2.500 uur

Het totaal aantal besteedde uren tijdens de ontwerpfase is 3.500, waarvan een deel vaak op locatie plaatsvindt. Om inzicht te krijgen in de grootte van de emissies is uitgegaan van het CO_2-gemiddelde per

uur van ARCADIS. Ervan uitgaande dat dit ook op de medewerkers die aan de ontwerpen werken van toepassing is.

Bouw/aanlegfase

De uitgangspunten die zijn vastgesteld voor de bouwfase staan in de onderstaande afbeelding schematisch weergegeven.



Figuur 1 Uitgangspunten bouwfase

Om de uitstoot van de materialen en het transport van en naar de fabriek te berekenen, is gebruik gemaakt van gegevens uit SimaPro[1]. Voor transport is uitgegaan van een afstand van 50 kilometer. De overige CO_2-emissies (Personeel, Bouwplaatsmaterieel, Afval en Energiegebruik) zijn berekend aan de hand van een rapportage van BAM (Reductie van CO_2-emissie in de praktijk, BAM). Uit deze rapportage blijkt dat de overige CO_2-emisies 15% bedragen van de bouwfase.
Onderhoud aan asfalt kan erg divers zijn. Bepalend hierin is welke onderhoudsstrategie wordt gekozen en of er een open of dichte asfaltdeklaag toegepast is. Een dichte asfaltdeklaag wordt vervangen na ongeveer 15 jaar en een open asfaltdeklaag wordt na ongeveer 8 jaar vervangen.

Gebruiksfase

Over een gebiedsontsluitingsweg rijden gemiddeld ca. 550 vrachtwagens per etmaal per rijrichting. Dit komt neer op 401.500 vrachtwagens per jaar. Het gemiddelde gewicht van de vrachtwagens is geschat op 24 ton (op basis van gegevens uit SimaPro). Per jaar komt de uitstoot van het vrachtverkeer hiermee op 18.694 ton CO_2. Volgens gegevens die Rijkswaterstaat heeft vrijgegeven wordt ca. 26% van de uitstoot door wegverkeer veroorzaakt door het vrachtverkeer (presentatie "Duurzaam inkopen RWS", 7 juni 2012). Op basis van deze gegevens is de totale emissie op het wegdeel berekend. Dit komt neer op 74.7775 ton CO_2 per jaar (in 20 jaar is dat 1.495.507 ton CO_2).

Sloopfase

Het einde van de ontwerplevensduur van een asfaltweg wordt in het algemeen vastgesteld op 20 jaar. In de praktijk ligt de weg (incl. fundering) langer en wordt na 20 jaar de deklaag en tussenlaag (ca. 0,08 meter) vervangen. Dit is ook het scenario dat in de afdankfase is berekend. Ook voor dit scenario geldt dat er 15% extra CO_2-emissie is opgenomen voor de overige emissies.

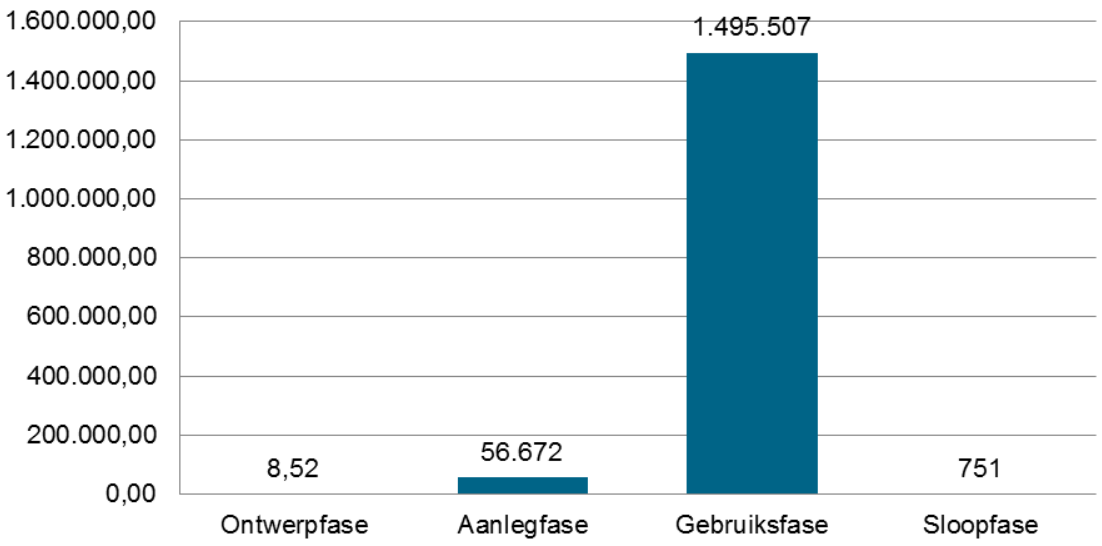
4.2 CO_2-EMISSIE GEHELE KETEN

Op basis van de bovenstaande uitgangspunten zijn per fase de CO2-emissies berekend[2]. In Figuur 2 is de CO_2-emissie per fase weergegeven over een periode van 20 jaar. In totaal wordt er 1.552.939 ton CO_2 uitgestoten. Verreweg het grootste deel (96%) van de emissies wordt uitgestoten tijdens de gebruiksfase van de weg.

---

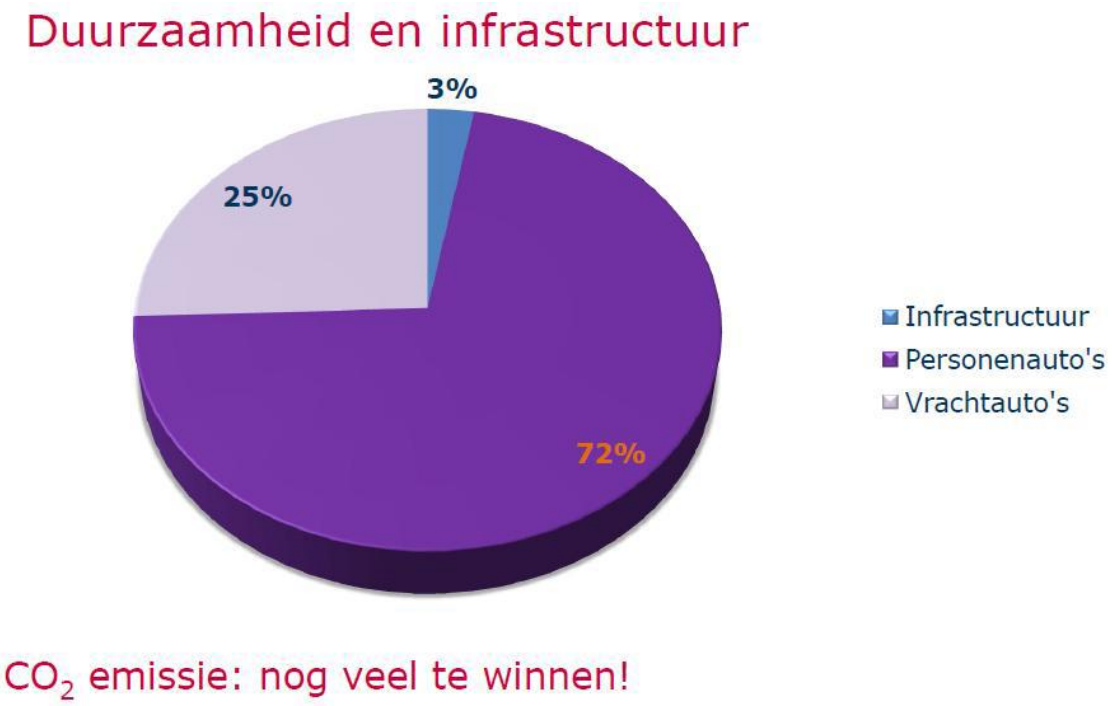
[1] Ecoinvent bibliotheek en ReCiPe berekeningsmethodiek.

[2] Voor de uitgebreide berekening van de emissies wordt verwezen naar onderliggend document 'Berekening CO2-emissie ketenanalyse wegen' met kenmerk 077280825. Berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van SimaPro, en de documenten waar naar wordt verwezen in dit document.



Figuur 2 CO_2-emissie per fase (periode van 20 jaar)

Dit komt overeen met de analyse van RWS, zie Figuur 3.



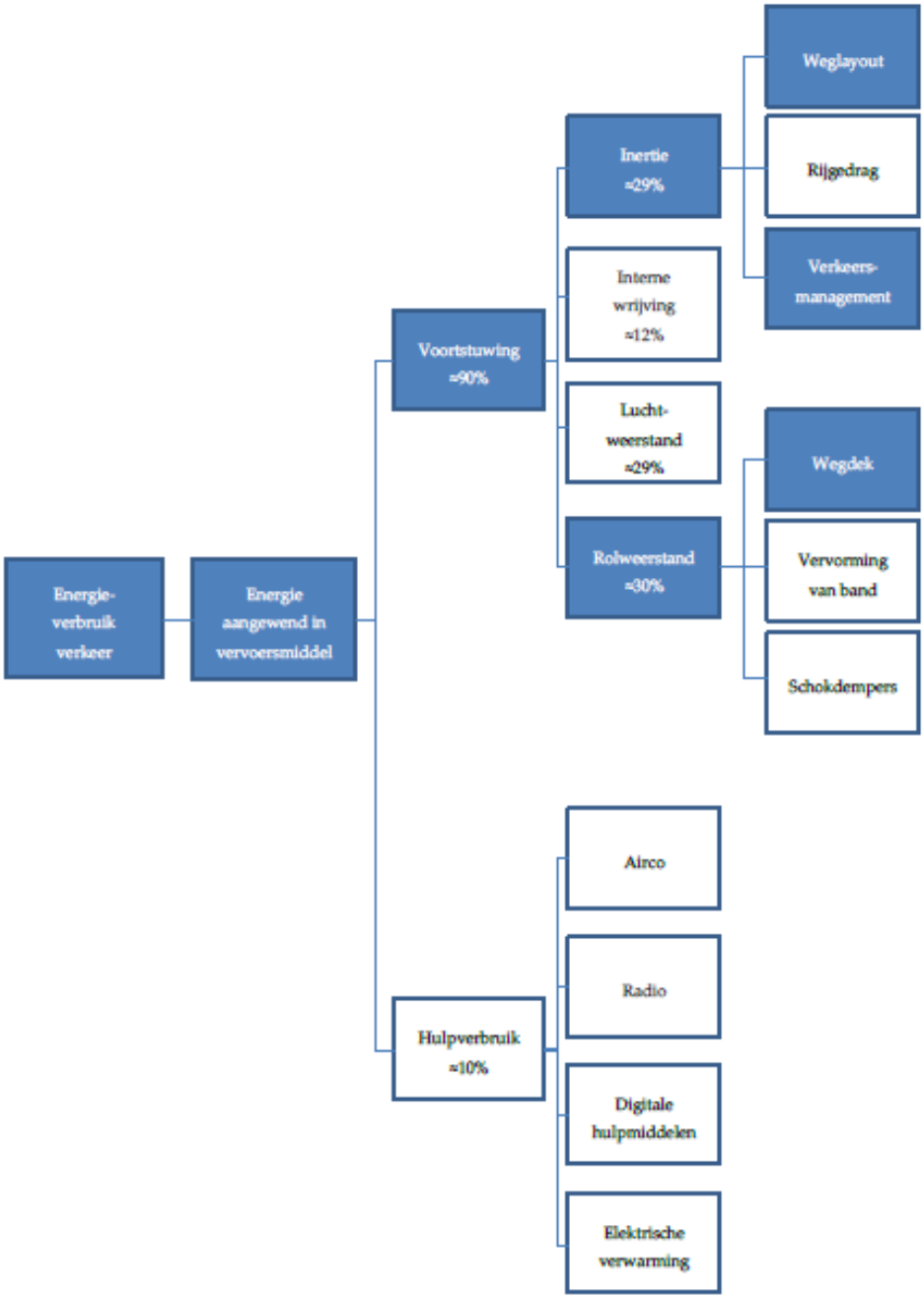
Figuur 3 Duurzaamheid en Infrastructuur RWS

Daarnaast concludeert ook KOAC NPC[3] dat het energieverbruik tijdens de gebruiksfase 15 tot meer dan 100 keer zo groot is als tijdens de aanlegfase (incl. transport, productie van grond- en bouwstoffen, aanleg en betonnen of stalen voertuigkeringen) en onderhoud van de weg over en periode van 30 jaar. Maatregelen gericht op de gebruiksfase kunnen dus het grootste effect hebben.

4.3 KWANTIFICERING GEBRUIKSFASE

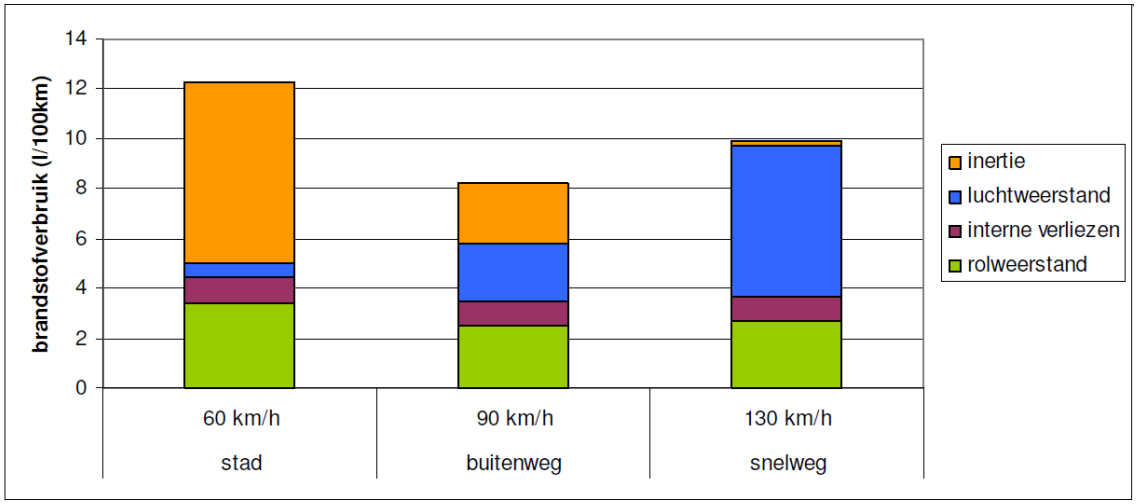
Tijdens de gebruiksfase spelen aspecten zoals energiegebruik van het voertuig, weglay-out, seinplaatsing en seinsturing en het gedrag van de weggebruiker een rol. In onderstaand schema wordt inzichtelijk gemaakt hoe de verdeling van energieverbruik tijdens de gebruiksfase is. Hierbij is niet gekeken naar indirecte CO_2-uitstoot zoals de benodigde energie voor de aanleg van de infrastructuur van benzinestations, de uitstoot van raffinaderijen en het netwerk aan verkeershulpposten. Op basis van de presentatie "vlak is duurzaam" van KOAC NPC is het energieverbruik tijdens het voortstuwen van het voertuig verder gesplitst en geschat.

[3] KOAC NPC is een onafhankelijke zakelijke dienstverlener met onderzoeksfaciliteiten en deskundigheid op een breed gebied van de mobiliteitsinfrastructuur met de nadruk op wegen, vliegvelden, bedrijfsterreinen en dijkbekledingen. De presentatie "vlak is duurzaam" is gegeven tijdens de tijdens de infradagen 2012.



Figuur 4 Energieverbruik gebruiksfase

Figuur 5 is als basis genomen voor het bepalen van de percentages tussen inertie (energie benodigd om het voertuig te versnellen en vertragen), interne wrijving (verliezen in motor en aandrijving) en luchtweerstand en rolweerstand. Aangezien uit wordt gegaan van een gemiddelde gebiedsontsluitingsweg van asfalt is de verhouding zoals weergegeven bij de buitenweg aangehouden.



Figuur 5 Brandstofverbruik gebruiksfase

4.4 INVLOED ARCADIS NEDERLAND BV

De invloed die ANL kan uitoefenen is per fase verschillend. ARCADIS heeft de grootste invloed in de ontwerpfase. Daarbij moet opgemerkt worden dat ARCADIS lang niet altijd bepalend is in de uiteindelijke keuze van een meer of minder CO_2-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 ANL kleiner aangezien de uitvoerende partij bepalend is voor het bouwproces. Wel kan ANL in een adviserende rol invloed uitoefenen op het bouwproces. Daarnaast kan ANL tijdens de ontwerpfase bepaalde materialen voorschrijven welke tijdens bouwfase toegepast moeten worden.
Tijdens de gebruiksfase is de invloed van ANL zowel direct als indirect. 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 CO_2-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 CO_2-emissies. Voorbeelden zijn het optimaliseren van de weglayout en het verkeersmanagement. Daarnaast zet ANL zich in om de behoefte aan mobiliteit te verminderen door nieuwe vormen van samenwerken te stimuleren[4] .
Tijdens de sloopfase heeft ANL een geringe invloed. Wel kan ANL een adviserende rol innemen tijdens het optimaliseren van het afdankproces. Daarnaast kan ANL middels het voorschrijven van materialen recycling of downcycling mogelijk maken.

[4] ANL is verbonden aan het TelewerkForum - Het Nieuwe Werken, wat inmiddels is opgegaan in Augustus Connect.

Samengevat is de invloed van ARCADIS als volgt:

Invloed Op: Vanuit:	**Ontwerpfase**	**Realisatiefase**	**Gebruiksfase**	**Sloopfase**
Ontwerpfase	- Beperking behoefte - Optimalisatie weglayout	- Voorschrijven materialen en werkwijze	- Beperking behoefte - Beperking rolweerstand	- Voorschrijven materialen en werkwijze
Realisatiefase		- Adviseren materialen en werkwijze		- Adviseren materialen en werkwijze
Gebruiksfase			- Assetmanagement	- Voorschrijven materialen en werkwijze
Sloopfase				

Tabel 1 Invloed ANL

5 Verdieping ketenanalyse Wegen

De afgelopen jaren is door ARCADIS het speerpunt 'rolweerstand van wegen' verder uitgewerkt in de vorm van Modieslab. Gebleken is echter dat er zowel bij ARCADIS als bij de opdrachtgevers behoefte is aan het kunnen berekenen van een gedetailleerde emissie-inventaris van een specifiek project. Om die reden wordt door ARCADIS gewerkt aan een gedetailleerde CO_2-tool waarmee de CO_2-uitstoot van een geheel wegen-project kan worden berekend. Op die manier kan dus op detailniveau berekend worden wat de CO_2-uitstoot is van een specifiek wegenproject. Hierdoor ontstaat inzicht in welk onderdeel hiervan leidt tot de grootste CO_2-uitsoot, en welke winst kan worden behaald door het maken van andere keuzes in het ontwerp, aanleg of exploitatie.

Er is gekozen om te starten met het ontwikkelen van de tool voor het materiaalgebruik (zie Bijlage 1). Hierbij is onderscheidt gemaakt in de volgende onderdelen:

- Toplaag;
- Tussenlaag;
- Fundering;
- Onderlaag;
- Geluidscherm;
- Lichtmast;
- Belijning;
- Portaal;
- Geleiderail;
- Wegbewijzering;
- Grondwerkzaamheden;
- Kabelwerk.

Deze onderdelen bestaan op hun beurt weer uit subonderdelen en verschillende alternatieven die gekozen kunnen worden. Met behulp van LCA-programma's zoals DuboCalc en SimaPro is voor ieder van de onderdelen de CO_2-uitstoot per eenheid bepaald.

Het is de ambitie om de CO_2-tool de komende jaren verder uit te breiden zodat ook het aanleggen van wegen (vervoer van de materialen, grondwerkzaamheden, e.d.) en de exploitatie van wegen hierin meegenomen kunnen worden.
De doelstelling is dat de CO_2-tool vanaf Q4 2015 in alle projecten gewonnen met CO_2-gunningvoordeel in de PMC Wegen wordt toegepast. Hierbij moet opgemerkt worden dat het project geschikt moet zijn om de CO_2-tool in te zetten, aangezien dit niet op ieder type project van toepassing is.

Om uiteindelijk de gehele exploitatie in beeld te kunnen brengen middels de CO_2-tool, zal vanaf 2015 gestart worden met de analyse van drie speerpunten met betrekking tot de gebruiksfase. Tijdens de gebruiksfase wordt het grootste deel van de emissies tijdens de voortstuwing van het voertuig uitgestoten.

ANL kan binnen de voortstuwing invloed uitoefenen op de rolweerstand en de inertie. Deze invloed kan ARCADIS uitoefenen vanuit de ontwerpfase, maar ook tijdens het assetmanagement in de gebruiksfase. Concreet hebben wij dit uitgewerkt in drie speerpunten:

- Inertie in het ontwerp Richtlijnen voor betere weglay-out en verkeersmanagement
- Assetmanagement Upgrade van systeem door toevoeging state of the art techniek
- Rolweerstand Specificaties in contracten voor lagere rolweerstand

Speerpunt 1 – Inertie in het ontwerp

Een groot deel van de energie die nodig is om een voertuig te verplaatsen komt voort uit inertie (optrekken/ afremmen van verkeer) in het wegontwerp. Er zijn vervolgens weer drie factoren die daar invloed op hebben, namelijk:

- Weglay-out
- Rijgedrag
- Verkeersmanagement

ANL kan in haar projecten op twee van deze factoren invloed uitoefenen, namelijk de weglay-out en de toepassing van verkeersmanagement. ANL kan ervoor zorgen dat de weglay-out in de (weg)ontwerpen die worden gemaakt zodanig is dat er meer met een constante snelheid kan worden gereden. Ook kan dynamisch verkeersmanagement (DVM) worden ingezet om ervoor te zorgen dat verkeer meer en langer met een (redelijk) constante snelheid kan rijden. Beide zaken kunnen ervoor zorgen dat het verlies ten gevolge van het vertragen en versnellen wordt beperkt. De weglay-out en verkeersmanagement dienen daarbij als één geheel te worden gezien. De basis van de beperking van de CO_2 uitstoot ligt bij een goed wegontwerp, maar deze wordt vervolgens verder ondersteund door de inzet van goed verkeersmanagement.

Er zijn diverse onderzoeken en praktijkproeven gedaan naar het beperken van de CO_2–uitstoot door de weginfrastructuur anders in te richten of door dynamisch verkeersmanagement toe te passen. Een deel van die onderzoeken was gericht op het beperken van de uitstoot van fijnstof, maar in principe geldt dat wanneer er minder fijnstof wordt uitgestoten, er ook minder CO_2 wordt uitgestoten. Voorbeelden van deze onderzoeken en proeven zijn:

- Dynamisch verkeersmanagement en luchtkwaliteit, CROW juli 2010. Deze publicatie beschrijft hoe de doorstroming van het verkeer kan worden bevorderd, door middel van dynamisch routeren en doseren van het verkeer. Deze publicatie is met hulp van ARCADIS tot stand gekomen.
- Voorstudie actieplan luchtkwaliteit Den Haag 2007-2015, ARCADIS 2007
- LARGAS concept. Largas staat voor langzaam rijden gaat sneller. Dit wordt bereikt door een gelijkmatige doorstroming van het verkeer te bewerkstelligen, waarbij het verkeer zo min mogelijk hoeft te stoppen. Hiermee zijn ervaringen in onder andere Hilversum, Heemstede en Heerhugowaard

Met het verminderen van de fijnstof problematiek is de aandacht voor deze zaken verminderd. ANL stelt zich daarom tot doel om, op basis van de bestaande concepten, inzicht te krijgen in de mate waarin CO_2-emissies verminderd kunnen worden door een goede weginrichting en de toepassing van DVM. Dit zal vervolgens opgenomen worden in de CO_2-tool. Dit betreft een autonome actie en het is nog niet bekend hoeveel CO_2-uitstoot hiermee kan worden beperkt.

Speerpunt 2 – Assetmanagement

Het afgelopen decennium zien we dat er meer focus komt op de totale levenscyclus van een object. Eerder was het ontwerp en de bouw van de infrastructuur maximaal onder de aandacht, waarbij het beheer en onderhoud in de gebruiksfase automatisch secundair volgde. Vanuit diverse aspecten vormde zich meer en meer de gedachte dat de gebruiksfase een minstens zo belangrijke fase is; zo is in de vorige paragrafen

al aangegeven dat de meeste CO_2-uitstoot wordt gerealiseerd in de gebruiksfase. Ook het benodigde budget voor Beheer en onderhoud is t.o.v. de nieuwbouw een factor 4 à 5 maal zo hoog.

Infrastructuur eigenaren en beheerders gaan steeds meer rekening houden met deze gebruiksfase. Dit kan op een aantal momenten: in de ontwerpfase en in de gebruiksfase.

Ontwerpfase
In de ontwerpfase wordt met allerlei belangen van betrokkenen (stakeholders) rekening gehouden om tot een gedegen en gedragen ontwerp te komen. Daarbij zijn de aspecten ' gebruik' (rijcomfort, benadering, beschikbaarheid, beperking uitstoot ed.) en inpassing in de omgeving belangrijke punten. Er wordt nog in minder mate rekening gehouden met onderhoudbaarheid. Voor een infrastructuurbeheerder, zijn aspecten als betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en veiligheid (tijdens werkzaamheden) essentiële punten. Deze kunnen weleens tegenstrijdig zijn met de eisen vanuit het ontwerp.

Voorbeeld:
Vanuit het ontwerp is de locatie van verlichting van een weg het meest efficiënt vanuit de middenberm. De lichtopbrengst spreidt zich dan maximaal uit over het asfaltoppervlak. In de onderhoudsfase is dit echter minder efficiënt; wanneer reparatie aan de verlichting moet worden uitgevoerd, moeten in 2 richtingen de linkerrijstroken worden afgezet, waardoor beschikbaarheid en doorstroming belemmerd worden. Veel beter is het vanuit dit oogpunt om verlichting aan beide zijden van de weg te hebben, waarmee vanuit de vluchtstrook onderhoudswerkzaamheden kunnen worden verricht en er geen rijstrookafsluiting hoeft plaats te vinden.

Beschikbaarheid en onderhoudbaarheid leiden daarmee direct tot reductie van CO_2. Zo zijn er over de diverse aspecten van onderhoud, zoals asfalt, geleiderail, groen, riolering, kunstwerken, markering, bebording en installaties gelijkwaardige opmerkingen op een ontwerp te maken, waardoor in de gebruiksfase langjarig voordeel gehaald kan worden in CO_2 beperking.

Gebruiksfase
Diverse opdrachtgevers (waaronder Rijkswaterstaat, provincies, Defensie) geven contracten uit voor een langjarig in stand houden van wegensecties en terreinen. Aannemers nemen deze werken aan. ARCADIS ondersteunt enkele aannemers in het uitvoeren van dit onderhoud. ARCADIS adviseert daarin o.a. in het tactisch plannen van onderhoudswerkzaamheden. Daarbij wordt in een FMECA-tabel (Failure Mode Effects and Criticality Analysis) een vervangingsmoment bepaald aan de hand van huidige onderhoudsstaat, de verwachte levensduur en het optredende risico van falen. Vervolgens kan groepsgewijs vervanging plaatsvinden, waarbij combinaties kunnen plaatsvinden van objecten. Hierbij is wijze van afzetten van rijstroken, tijdstip, tijdsduur zeer van invloed op veiligheid en doorstroming van het verkeer en daarmee tevens op de beperking van CO_2-uitstoot.

ARCADIS adviseert reeds in de ontwerpfase op onderhoudsaspecten, maar doet dit nog beperkt. Wij hebben als ambitie onze klant meer bewust te maken van een vroegtijdige advisering op gebied van onderhoudbaarheid, wat haar niet alleen kostenefficiency en vergroting van veiligheid bij werkzaamheden kan opleveren, maar ook een gereduceerde uitstoot van CO_2. Om dit inzichtelijk te maken willen we een maatregeldatabase gaan opstellen van maatregelen die in de gebruiksfase op het vlak van onderhoud genomen kunnen worden om de CO_2-uitstoot te verminderen. Deze kunnen vervolgens in de CO_2-tool worden verwerkt.

Speerpunt 3 – Rolweerstand
Om een positieve bijdrage te leveren aan de uitstoot van CO_2-emissies zal ANL zich richten op het verminderen van de rolweerstand tijdens de gebruiksfase. In het verleden heeft ANL samen met Betonson

en Heijmans ModieSlab ontwikkeld als alternatief voor asfaltwegen. Naast ModieSlab zijn er in de keten ook andere initiatieven ontwikkeld om tot wegdekken te komen met een lagere rolweerstand dan de standaard wegdektypen. Uit eigen literatuuronderzoek blijkt dat verbetering van wegdektypen een verlaging van de rolweerstand kan opleveren van 7% (met een afwijking naar beneden of naar boven van 5 %). Dit leidt tot een CO_2-reductie van 2-3%[5].

Verbetering van de wegdektypen kan door gebruik van andere materialen, zoals beton in plaats van asfalt, andere samenstellingen of andere ondergronden. ModieSlab is bijvoorbeeld een wegdek van betonelementen op palen, opgebouwd uit twee aparte open lagen van beton op een constructieve betonlaag, wat leidt tot een verkleining van de rolweerstand met 12% ten opzichte van standaard ZOAB.

In de moderne UAVgc contracten is de keuze van het type wegdek en gebruik van materialen steeds meer een keuze van de aannemer. De aannemer heeft daardoor ten opzichte van een aantal jaar geleden aanzienlijk meer invloed in de keten dan een adviesbureau als ANL.
De aannemer maakt deze keuze op basis van de in het UAVgc contract gevraagde functionele specificaties, waarbij de prijs van het materiaal steeds belangrijker wordt.

De specifieke invloed van ARCADIS in de keten is het adviseren van functionele specificaties die leiden tot de keuze van de aannemer van een wegdek met lage rolweerstand. Het speerpunt voor Arcadis de komende jaren is om de keuze voor lage rolweerstand wegdekken te promoten.

Als we de specificaties uitgewerkt hebben ligt er een set voorbeeld eisen die toegepast kan worden. Onze ambitie voor 2017 en 2018 is om deze specificaties in elk op te stellen wegencontract voor te stellen aan de opdrachtgever. Hierbij zijn we afhankelijk van de opdrachten die we als ARCADIS gegund krijgen.

[5] Invloed van wegdektype op de rolweerstand van personenwagens op provinciale wegen, Bobbin, Fijan, e.a, 2012
Concrete pavements contribute to decarbonising of transport, EUPave, 2011

Bijlage 1 CO_2-tool Wegen

CO_2-emissie berekening wegenprojecten

Naam project:	
Naam contactpersoon (ARC):	
Datum:	
Uitgangspunt levensduur:	50 jaar (standaard)
Onderstaande CO_2-emissies zijn gebaseerd op:	DuboCalc (v 2.2.3)
Tool is laatst gewijzigd op:	7-11-2014

Met deze Excel-tool kan berekend worden hoe groot de CO2-impact van uw wegenproject is. In onderstaand overzicht staan verschillende fysieke onderdelen van een wegenproject weergegeven. Elk onderdeel kan worden uitgeklapt door middel van **het plusje** links van de tabel. Hier kunnen de hoeveelheden worden ingevuld. Middels een conversiefactor wordt per onderdeel de **corresponderende hoeveelheid CO2-emissies in kg** berekend.

Overzicht CO_2-emissies materialen

Toplaag					0,0 kg CO_2
Asfalt - STAB		ton	38,5	kg CO_2/ton	0,0 kg CO_2
Asfalt - AC		ton	38,5	kg CO_2/ton	0,0 kg CO_2
Asfalt - OAB		ton	66,3	kg CO_2/ton	0,0 kg CO_2
Asfalt - EME		ton	59,2	kg CO_2/ton	0,0 kg CO_2
Asfalt - SMA		ton	83,2	kg CO_2/ton	0,0 kg CO_2
Asfalt - ZOAB		ton	91,1	kg CO_2/ton	0,0 kg CO_2
Bitumen emulsie kleeflaag		m2	0,1	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Straatbaksteen - waalformaat		m2	19,1	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Straatbaksteen - dikformaat		m2	19,6	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Straatbaksteen - keiformaat		m2	16,2	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2

Betonstraatstenen - waalformaat		m2	17,9	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Betonstraatstenen - dikformaat		m2	20,2	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Betonstraatstenen - keiformaat		m2	19,4	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Betontegels dik		m2	5,6	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Betonband klein		m	10,5	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Betonband middel		m	20,6	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Betonband groot		m	30,4	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Inritband		m	33,5	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
RWS-band		m	21,0	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Doorgaand gewapend beton - C35/45 CEM III		m3	295,4	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Vezelmixbeton staal & kunststofvezels - C35/45 CEM III		m3	285,0	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Vezelmixbeton staalvezels - C35/45 CEM III		m3	283,6	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Prefab betonplaten		m2	32,8	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Tussenlaag					**0,0 kg CO_2**
Schuimbeton		m3	199,2	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Fundering					**0,0 kg CO_2**
Fosforslakken/ Staalslakken/ Hoogovenslakkenmengsel 200 mm		m2	1,59	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Fosforslakken/ Staalslakken/ Hoogovenslakkenmengsel 250 mm		m2	1,81	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Fosforslakken/ Staalslakken/ Hoogovenslakkenmengsel 300 mm		m2	2,03	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Betongranulaat 200 mm		m2	4,0	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Betongranulaat 250 mm		m2	5,0	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Betongranulaat 300 mm		m2	5,8	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Menggranulaat 200 mm		m2	1,8	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Menggranulaat 250 mm		m2	2,1	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Menggranulaat 300 mm		m2	2,4	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Menggranulaat 150 mm - hydraulisch		m2	1,5	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
AGRAC fundering 150 mm		m2	15,1	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2

Onderlaag					**0,0 kg CO_2**
Brekerzand		m2	0,6	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Zandcement (gestabiliseerd)		m3	112,6	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
AGRAC 200 mm		m2	21,2	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
AGRAC 250 mm		m2	26,0	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
AGRAC 300 mm		m2	30,7	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Hydraulisch menggranulaat 200 mm		m2	1,8	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Hydraulisch menggranulaat 300 mm		m2	2,4	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Geluidscherm					**0,0 kg CO_2**
PMMA		m2	62,1	kg CO_2/m2	0,0 kg CO_2
Lichtmast					**0,0 kg CO_2**
Lichtmast, aluminium 12 m		stuk	947,7	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Lichtmast, aluminium 15 m		stuk	1.680,8	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Lichtmast, aluminium 18 m		stuk	2.005,7	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Lichtmast, staal 15 m		stuk	568,6	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Lichtmast, staal 18 m		stuk	667,8	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Lichtmast, composiet 10 m		stuk	427,2	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Lichtmast, composiet 12 m		stuk	570,8	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Lichtmast, composiet 15 m		stuk	705,2	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Belijning					**0,0 kg CO_2**
Wegenverf		km	661,8	kg CO_2/km	0,0 kg CO_2
Thermoplastische markering		km	5.225,1	kg CO_2/km	0,0 kg CO_2
Portaal #					**0,0 kg CO_2**
Stalen portaal		stuks		kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2
Aluminium portaal		stuks	7.465,0	kg CO_2/stuk	0,0 kg CO_2

Geleiderail					**0,0 kg CO_2**
Geleiderail F2M		m	81,2	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Geleiderail VLP 2Z 267-80		m	90,6	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Geleiderail VLP 2Z C 133-80		m	148,0	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Wegbewijzering					**0,0 kg CO_2**
Grondwerkzaamheden					**0,0 kg CO_2**
Grond		m3	2,1	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Klei		m3	2,5	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Landzand		m3	6,5	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Werk met werk maken: zand		m3	2,4	kg CO_2/m3	0,0 kg CO_2
Kabelwerk					**0,0 kg CO_2**
Voedingskabel		m	6,9	kg CO_2/m	0,0 kg CO_2
Totaal					**0,0 kg CO_2**

Colofon

KETENANALYSE WEGEN

OPDRACHTGEVER:

ARCADIS Nederland BV

STATUS:

Gecontroleerd

AUTEUR:

C.W.J. Goorts MSc.
J. Stroobach
Ir. M. Bulsink

GECONTROLEERD DOOR:

Ir. N. van Geenhuizen

VRIJGEGEVEN DOOR:

Ir. N. van Geenhuizen

6 september 2015
078617389:0.2

ARCADIS NEDERLAND BV
Mercatorplein 1
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Tel 073 6809 211
Fax 073 6144 606
www.arcadis.nl
Handelsregister 09036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.