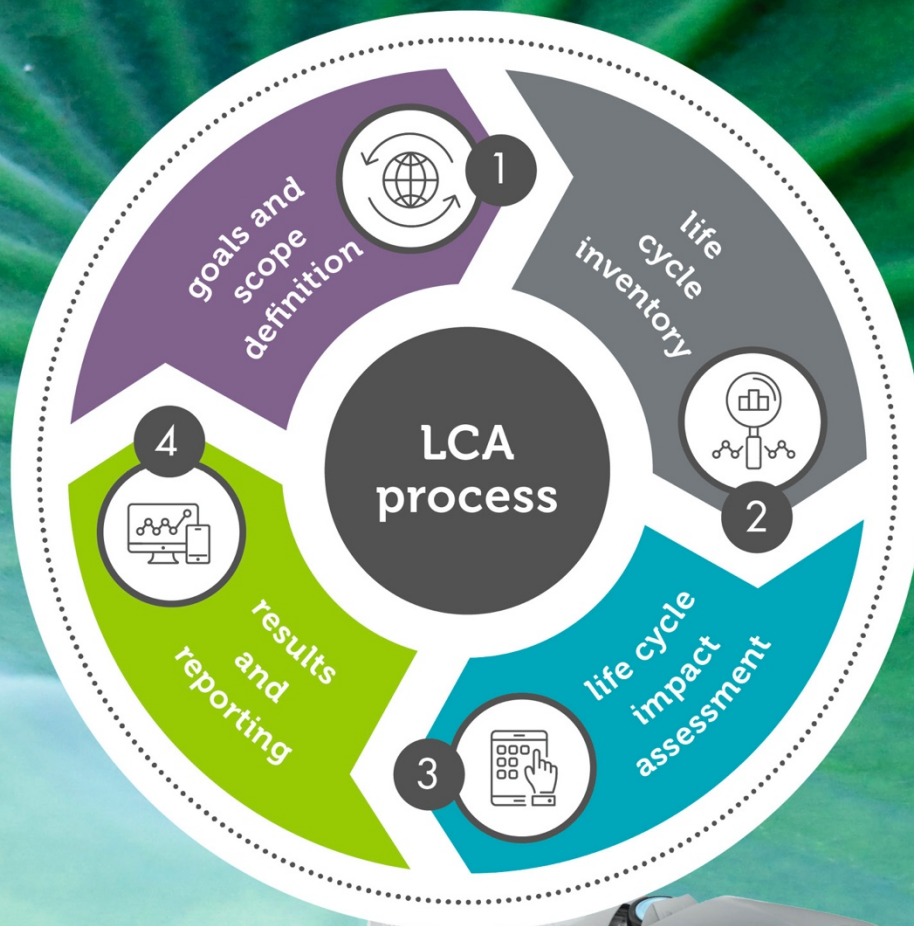


Ketenanalyse Fundering N330

Provincie Gelderland



INHOUDSOPGAVE

1. INTRODUCTIE	4
1.1 CO ₂ -PRESTATIELADDER	4
1.2 DOELSTELLING KETENANALYSE	4
1.3 LEESWIJZER	5
2. BESCHRIJVING VAN DE KETEN	6
2.1 BEPALING RELEVANTE SCOPE 3-EMISSIONSCATEGORIEËN	6
2.2 KEUZE VAN HET ONDERWERP	7
2.3 PROJECTBESCHRIJVING	7
2.4 KETENMODEL	8
2.5 SCOPE KETENANALYSE	10
2.5.1 UITSLUITINGEN	10
2.6 PRODUCTBESCHRIJVING	11
2.6.1 MATERIAALGEBRUIK	11
2.6.2 INZET VAN MATERIEEL	11
3. KETENPARTNERS	16
3.1 DEFINITIE KETENPARTNER	16
3.2 KETENPARTNERS	16
3.2.1 PROVINCIE GELDERLAND	17
3.2.2 KWS	17
3.2.3 DE COVIK B.V.	18
3.2.4 VELS TRANSPORT B.V.	18
3.3 KETENPARTNERS INVLOED PER KETENFASE	18
4. KWANTIFICERING VAN EMISSIES	19
4.1 DATAVERZAMELING	19
4.2 PRIMAIRE EN SECUNDAIRE DATA	19
4.3 FUNCTIONELE EENHEID	19
4.4 EMISSIONSBEREKENINGEN	19
4.4.1 KETENFASE 1: SLOPEN	19
4.4.2 KETENFASE 2: TRANSPORT VAN PUINFUNDERING	20
4.4.3 KETENFASE 3: VERWERKEN VAN PUIN	20
4.4.4 KETENFASE 4: TRANSPORT VAN NIEUW FUNDERINGSMATERIAAL	20
4.4.5 KETENFASE 5: BOUWEN	21
4.4.8 TOTAAL	21
5. RESULTAAT	23
5.1 TOTALE EMISSIE	23
5.2 BOUWEMISSIONS	23
5.3 REDUCTIEMOGELIJKHEDEN	24

6. CONCLUSIE	26
6.1 DOEL KETENANALYSE	26
6.2 CONCLUSIE KETENANALYSE	26
REFERENTIES	27

1. Introductie

De provincie Gelderland heeft de ambitie om als organisatie in 2030 klimaatneutraal te zijn. Naast de organisatie zelf wil de provincie ook haar indirecte uitstoot verminderen. Het doel is om de komende jaren een aanzienlijke reductie (55% in 2030) te realiseren op de indirecte uitstoot om zodoende bij te dragen aan een klimaatneutrale provincie.

De provincie Gelderland is een organisatie die werkt met aanbestedingen waarbij de CO₂-Prestatieladder een gunningscriterium/eis is. Sinds 2011 wordt de CO₂-uitstoot van de provincie in beeld gebracht en sinds 2018 is de organisatie zelf ook gecertificeerd volgens de CO₂-Prestatieladdermethodiek (niveau 5 sinds 2019).

Aanleg- en onderhoudsprojecten hebben een bijzondere positie in het klimaatbeleid van de provincie. Aannemers en leveranciers hebben bij de aanleg van en het onderhoud aan infrastructuur een aanzienlijk aandeel in de CO₂-emissies. Daarom is voor de komende jaren een overkoepelende langetermijnstrategie vastgesteld om CO₂-reductie te realiseren.

1.1 CO₂-Prestatieladder

De provincie Gelderland streeft naar het behouden van de certificering op niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder in 2021. In het kader hiervan heeft Firm of the Future vanuit de provincie de opdracht gekregen om twee ketenanalyses conform eis 4.A.1 uit het [Handboek CO₂-Prestatieladder versie 3.1](#), (juni 2020) uit te werken: een ketenanalyse grondwerken en een ketenanalyse fundering. In een ketenanalyse wordt over de gehele levensduur van een dienst of product de milieu-impact, uitgedrukt in CO₂-equivalenten, berekend. In dit rapport komt de ketenanalyse fundering aan bod. In dit rapport wordt met de term 'fundering' de funderingswerken bij het vervangen van de fundering bedoeld.

De CO₂-Prestatieladder stelt dat de onderwerpen van de ketenanalyses gekozen moeten worden op basis van een rangschikking van de meest materiële scope 3-emissies van een bedrijf of organisatie. Met 'meest materieel' worden de *meest relevante emissies* bedoeld waarvoor criteria zijn gegeven in de Scope 3 Standard van het GHG-Protocol. Deze criteria gaan over de omvang van de emissies, invloed van de organisatie op de emissies, risico's voor de organisatie, emissies van kritisch belang voor stakeholders, emissies die geoutsourcet zijn, emissies die door de sector zijn geïdentificeerd als significant/relevant en overige ([Handboek CO₂-Prestatieladder versie 3.1](#), juni 2020).

1.2 Doelstelling ketenanalyse

Het doel van de ketenanalyse is om inzicht te verkrijgen in de CO₂-uitstoot die ontstaat in de keten van een bepaald product of bepaalde dienst. In dit geval is dat fundering. Deze ketenanalyse draagt bij aan de beschreven doelstelling om in 2030 klimaatneutraal te zijn.

In de analyse wordt enerzijds de CO₂-emissie per ketenfase inzichtelijk gemaakt zodat duidelijk is in welke fases van de keten de grootste CO₂-uitstoot plaatsvindt. Tegelijkertijd wordt hiermee inzichtelijk welke ketenpartner verantwoordelijk is voor welke ketenfase. Anderzijds wordt de invloed beschreven die de provincie Gelderland heeft op de CO₂-emissies in de keten. Gecombineerd leiden kennis van de marktpositie van de provincie en kennis van de CO₂-uitstoot van de verschillende ketenfases tot een referentieproduct. Met referentieproduct wordt deze ketenanalyse bedoeld. Dit referentieproduct dient als basis voor het vaststellen van de CO₂-reductiemaatregelen. De ketenanalyse is zo transparant mogelijk uitgevoerd met het doel informatie te analyseren en een strategie te formuleren voor de CO₂-reductie binnen de keten.

1.3 Leeswijzer

In dit rapport over de ketenanalyse van fundering wordt in hoofdstuk 2 een uitleg gegeven over de keten en het product fundering N330. Daarna worden in hoofdstuk 3 alle ketenpartners behandeld. In hoofdstuk 4 zijn de dataverzameling en de berekening van de ketenanalyse omschreven en in hoofdstuk 5 zijn de resultaten en de reductiemogelijkheden opgenomen. Hoofdstuk 6 bevat de conclusie.

2. Beschrijving van de keten

De keuze voor de ketenanalyse funding is bepaald op basis van de meest materiële scope 3-emissiecategorieën. In deze ketenanalyse worden de onderdelen voor het onderhouden van een weg beschreven. Het project voor het vervangen van de funding op het traject N330 Dorpsstraat door Halle is hierbij als referentie gebruikt.

Hieronder zijn eerst de verschillende emissiecategorieën binnen scope 3 genoemd. Vervolgens is de keuze van het project toegelicht. Daarna volgt het volledige ketenmodel. Als laatste komt de beschrijving van het in het project gebruikte materiaal en materieel aan bod.

2.1 Bepaling relevante scope 3-emissiecategorieën

Voor het uitvoeren van een ketenanalyse is inzicht in de scope 3-emissies van de organisatie een vereiste. Op basis van dit inzicht worden de kwalitatief meest materiële scope 3-emissiecategorieën bepaald volgens de stappen zoals beschreven in de Corporate Value Chain (Scope 3) Standard van het GHG-Protocol, zichtbaar in het 'Rapport CO₂-Prestatieladder H1 2021 – Verantwoording CO₂-Prestatieladder niveau 5' van de provincie Gelderland.

Voor het bepalen van de meest relevante scope 3-emissies is eerst een kwalitatieve analyse van de upstream en downstream CO₂-emissies uitgevoerd, gevolgd door een kwantitatieve analyse.

De analyse product-marktcombinatie (PMC-analyse) is conform de CO₂-Prestatieladder uitgewerkt voor scope 3. In de PMC-analyse wordt bepaald welke sectoren relevant zijn met haar activiteiten. Deze activiteiten zijn een combinatie van producten en/of diensten. Deze worden in een rangvolgorde geplaatst. De rangvolgorde vindt plaats op basis van onder andere de omvang van de CO₂-emissies en de mate waarin het mogelijk is deze CO₂-emissies te beïnvloeden.

Uit de inventarisatie van de scope 3-emissies van H1 2021 komt naar voren dat de volgende activiteiten de grootste CO₂-uitstoot veroorzaken:

1. **asfaltverharding;**
2. **grondwerk;**
3. **funding;**
4. **maaien;**
5. **beheer en vegen;**
6. **OV-concessies;**
7. bestrating;
8. inkoop diensten;
9. woon-werkverkeer;
10. Autodienstreizen;

De ketenanalyses dienen zich te richten op de top 6 uit de rangorde, waarbij één ketenanalyse over een categorie uit de top 2 dient te worden gemaakt. De provincie Gelderland heeft ervoor gekozen om over 2021 een ketenanalyse uit te voeren op het gebied van grondwerken, de nummer 2 uit de rangorde. Deze keuze is gemaakt omdat in de twee voorgaande jaren asfaltverharding inzichtelijk is gemaakt door het opstellen van ketenanalyses. Grondwerken is voor de provincie Gelderland nog niet inzichtelijk gemaakt op het niveau van een ketenanalyse. Naast grondwerken heeft de organisatie funding gekozen als onderwerp voor een ketenanalyse. Met de drie onderwerpen asfaltverharding, grondwerken en funding wordt het onderhouden van de provinciale wegen compleet inzichtelijk gemaakt door de ketenanalyses.

2.2 Keuze van het onderwerp

De provincie Gelderland heeft op basis van de gemaakte rangvolgorde het onderwerp fundering voor deze ketenanalyse geselecteerd.

Er zijn verschillende soorten wegenprojecten. Zo kan een weg worden aangelegd, maar ook worden gerepareerd, onderhouden en verbreed. Voor deze ketenanalyse is de keuze gemaakt voor een onderhoudsproject. De reden hiervoor is drieledig. Ten eerste is uit gesprekken met de Beleidsmedewerker Strategie & Innovatie en met de Vakspecialist Uitvoering Werken naar voren gekomen dat het compleet verwijderen en nieuw aanleggen van een weg niet veel voorkomt. Dit zijn vaak eenmalige werkzaamheden. Het is veel relevanter voor de toekomst om een analyse te hebben van het onderhouden van een weg, aangezien dit frequenter van toepassing is voor de provincie Gelderland. Ten tweede heeft de provincie een voorkeur voor het analyseren van een recent project. Ten derde zijn er in 2019 en 2020 ketenanalyses uitgevoerd van asfaltonderhoud. Zo sluit de ketenanalyse in dit rapport aan bij het thema onderhoud. In dit geval het onderhoud van een weg waarbij de ketenanalyse focust op de funderingswerkzaamheden.

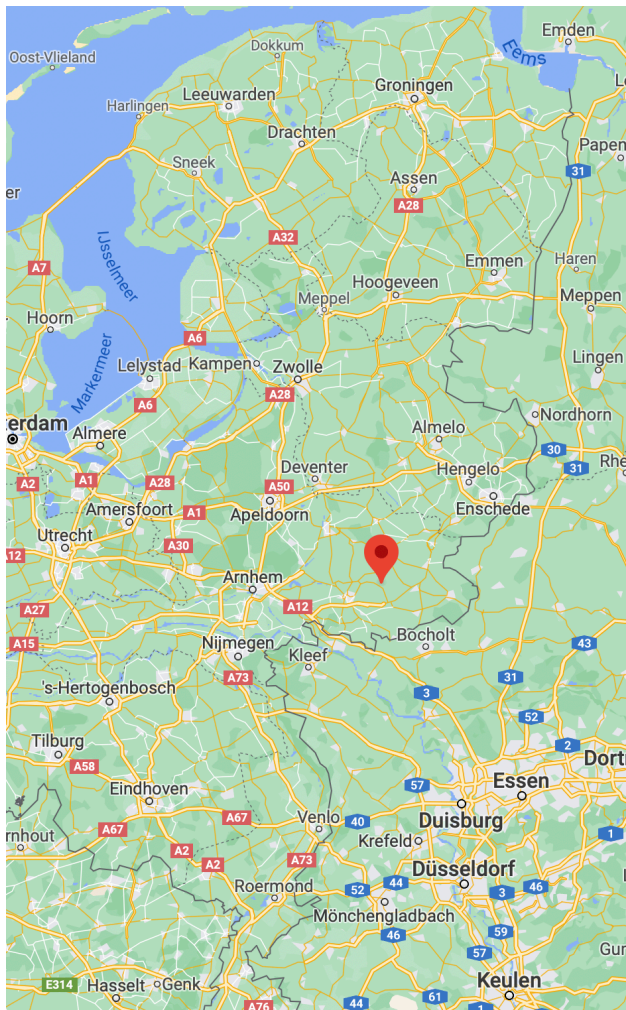
Voor deze ketenanalyse is gekozen is voor het onderwerp 'onderhouden van een weg' en specifiek het project: N330 Dorpstraat door Halle.

Deze keuze is onder meer gebaseerd op bovengenoemde redenen, samen met de volgende argumenten:

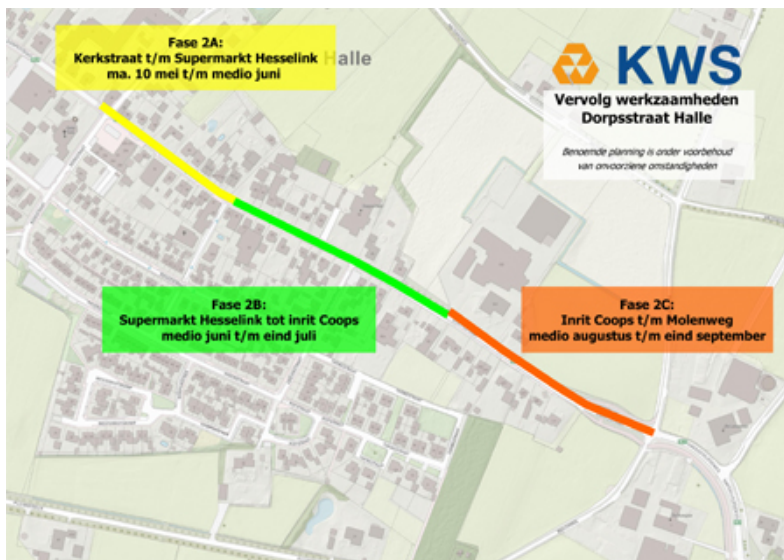
- Dit project beslaat alle relevante stappen uit de keten (cradle-to-grave).
- Omdat het een recent afgerond project is, is er veel primaire data beschikbaar bij de provincie en aannemers. Dit project is afgerond in september 2021.

2.3 Projectbeschrijving

Het traject waarbij onderhoud heeft plaatsgevonden aan de N330 bevindt zich binnen de bebouwde kom van Halle (figuur 1 & figuur 2). De werkzaamheden duurden van februari 2021 tot september 2021. De werkzaamheden bestonden niet alleen uit het vervangen van de fundering. Ook de riolering is vervangen en er is nieuw asfalt aangelegd. De bebouwde kom van Halle heeft een hemelwaterriool en een nieuw vuilwaterriool gekregen. Daarnaast zijn tijdens deze werken de trottoirs volledig vernieuwd. In deze ketenanalyse wordt alleen gefocust op de funderingswerkzaamheden.



Figuur 1. De ligging van het traject in Nederland, N330 - Halle.



Figuur 2. Het traject met omschreven data voor de geplande wegwerkzaamheden door KWS (uitvoerder van het project wegonderhoud N330).

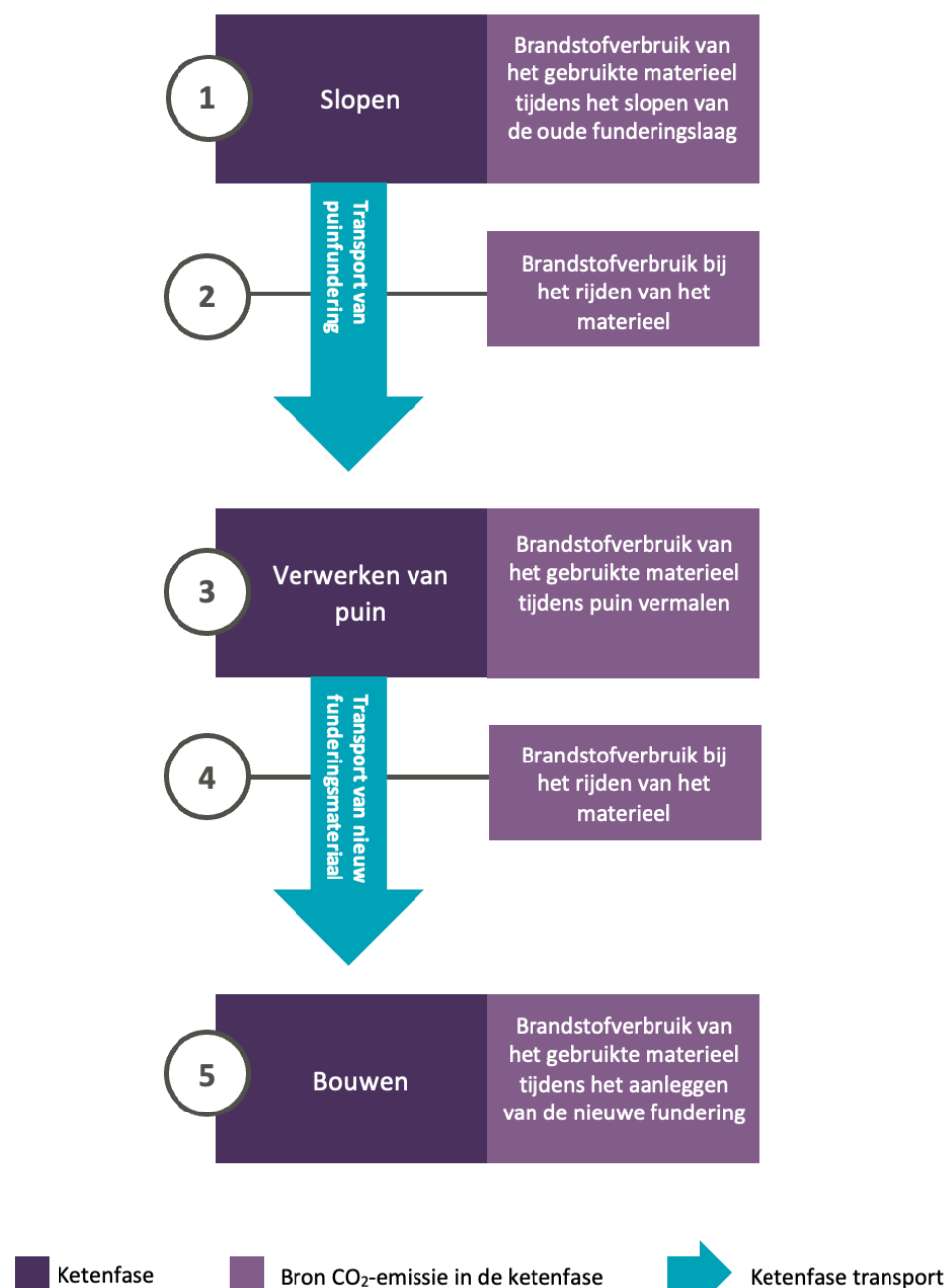
2.4 Ketenmodel

In het ketenmodel zijn alle stappen zichtbaar die in de ketenanalyse van het project zijn doorlopen. De legenda is zichtbaar in figuur 3. In de donkerpaarse vakken is de specifieke ketenfase omschreven, bijvoorbeeld 1: Slopen. In de lichtpaarse vakken is de bron van de emissie omschreven, verbonden

aan de ketenfase. Als de ketenfase een transportbeweging is, dan wordt dit aangeduid met een blauwe pijl.

In onderstaand ketenmodel is de volledige ketenanalyse van het project N330 fundering afgebeeld. Het begint bij 1: slopen en volgt zo de volgorde van cijfers die bij de verschillende ketenfases horen.

Ketenmodel fundering



Figuur 3. Ketenmodel voor de funderingswerkzaamheden aan de N330 Dorpstraat door Halle.

2.5 Scope ketenanalyse

In bovenstaande figuur is te zien dat de ketenanalyse bestaat uit verschillende fases. Deze fases zijn:

1. Slopen - afbreken van de oude funderingslaag (fase 1)

In deze fase wordt met een kraan de oude funderingslaag gesloopt en vervolgens in vrachtwagens getild. Door het gebruik van een kraan wordt brandstof verbruikt en dus CO₂ uitgestoten. Tijdens deze fase rijden werknemers van KWS (uitvoerder van het project) naar de projectlocatie om de werkzaamheden uit te voeren. Deze woon-werkverkeeremissies worden ook hier meegenomen.

2. Transporteren van puinfundering - transport van het vrijgekomen puin van de projectlocatie naar de verwerkingslocatie (fase 2)

Deze fase behelst het transporteren van de gesloopte funderingslaag in de vorm van puinfundering en metselstenen naar de brekermachine op de verwerkingslocatie van De Covik B.V. (puinverwerker) in Steenderen. Het transporteren omvat het rijden van de vrachtwagens met lading en zonder lading. Door het rijden van de vrachtwagens wordt brandstof verbruikt en dus CO₂ uitgestoten.

3. Verwerken van puin - verwerking van het vrijgekomen puin (fase 3)

Deze fase omvat het sorteren van het puin met een shovel en het breken van het puin met een breker. Het puin dat is aangevoerd wordt als funderingslaag hergebruikt in een ander project.

In dit project is betonpuingranulaat gebruikt als funderingslaag, dit is een 100% secundaire grondstof die als reststof afkomstig is uit een ander project. Bij het gebruiken van een shovel en een breker wordt brandstof verbruikt en CO₂ uitgestoten.

4. Transporteren van nieuw funderingsmateriaal - transport van betonpuingranulaat van de verwerkingslocatie naar de projectlocatie (fase 4)

In deze fase wordt het betonpuingranulaat uit Steenderen getransporteerd naar de projectlocatie N330 in Halle. Het transporteren omvat het rijden van de vrachtwagens met lading en zonder lading. Door het rijden van de vrachtwagens wordt brandstof verbruikt en dus CO₂ uitgestoten.

5. Bouwen - aanbrengen van de nieuwe funderingslaag (fase 5)

In deze fase wordt met een kraan het betonpuingranulaat uit de vrachtwagens getild en aangebracht op de N330 als funderingslaag. Met een trilplaat en een grader wordt de funderingslaag geëgaliseerd. Door het gebruik van de kraan, de trilplaat, de grader en de trekker-waterwagencombinatie wordt brandstof verbruikt en CO₂ uitgestoten. Tijdens deze fase rijden werknemers van KWS naar de projectlocatie om de werkzaamheden uit te voeren. Deze woon-werkverkeeremissies worden ook meegenomen in deze fase.

2.5.1 Uitsluitingen

Voor deze ketenanalyse zijn de volgende uitsluitingen bepaald:

- Het transporteren van de kraan en de trilplaat van de stalling naar de projectlocatie en weer terug (ongeveer 160 km) is niet meegenomen in deze ketenanalyse. De kraan en de trilplaat zijn ook ingezet voor andere werkzaamheden aan de N330 die niet vallen onder funderingswerkzaamheden. Daarom wordt de uitstoot die is vrijgekomen bij het transport van de kraan en de trilplaat verwaarloosbaar geacht.
- De voor het project gebruikte vrachtwagens van Vels Transport B.V. komen uit Westendorp, op korte afstand (2 km) van de projectlocatie. Vaak blijven de vrachtwagens ook op de locatie staan. Vanwege de korte afstand en dat de vrachtwagens vaak op locatie blijven, zijn de aanrijdemissies die vrijkomen verwaarloosbaar geacht.

- De CO₂-uitstoot door het produceren van het betonpuingranulaat (nieuw aangelegde funderingsmateriaal) valt buiten deze scope omdat in dit project gebruik gemaakt is van 100% secundair betonpuingranulaat.
- Het vervangen van de riolering is niet meegenomen in deze ketenanalyse, omdat in deze ketenanalyse alleen gekeken wordt naar de funderingswerken.
- Het frezen en aanleggen van het asfalt is niet meegenomen in deze ketenanalyse, omdat in deze ketenanalyse alleen gekeken wordt naar de funderingswerken.
- De uitstoot van het afzetten van de weg wordt als verwaarloosbaar ingeschat.
- Het energieverbruik door de werkkeet wordt niet meegenomen in deze ketenanalyse.
- De milieu-impact van het omrijden van het verkeer wordt niet meegenomen in deze ketenanalyse. Het is lastig om dit juist toe te rekenen aan de funderingswerkzaamheden, aangezien er meerdere werkzaamheden zijn uitgevoerd aan de weg.

2.6 Productbeschrijving

Voor het kunnen berekenen van de totale CO₂-emissie is het essentieel om te weten welke materialen in het project zijn gebruikt en welk materieel voor het project is ingezet. In onderstaande paragrafen zijn deze producten beschreven.

2.6.1 Materiaalgebruik

Voor het wegonderhoud van de N330 is voor de fundering betonpuingranulaat gebruikt als materiaal. Dit materiaal is 100% secundair. Puin uit voorgaande projecten wordt gebroken door een breker en is vervolgens betonpuingranulaat dat kan worden ingezet als funderingsmateriaal. De oude fundering uit het project van de N330 is ook gebroken met een breker en kan worden ingezet als funderingsmateriaal in een ander project. De projectleider van Gelderland gaf aan dat dit waarschijnlijk wordt gebruikt als funderingsmateriaal voor een fietspad.

2.6.2 Inzet van materieel

Hieronder staan de afbeeldingen met omschrijving van het tijdens het onderhoudsproject gebruikte materieel.



Figuur 4. Voor het transporteren van het puin zijn 10x4 en 8x4 vrachtwagens gebruikt door KWS. Het transport is uitgevoerd door Vels Transport B.V. (onderaannemer). Hierboven is een voorbeeld van het type vrachtwagen 10x4 te zien. 10x4 staat voor het aantal assen.



Figuur 5. Hierboven is een voorbeeld van het type vrachtwagen 8x4 te zien gebruikt door de onderaannemer Vels Transport B.V.. 8x4 staat voor het aantal assen.



Figuur 6. Hierboven is een voorbeeld van het type kraan te zien dat is ingezet voor dit project gebruikt door KWS. Deze kraan heeft de oude fundering eruit gesloopt en in de vrachtwagens getild. Ook heeft deze kraan het betonpuingranulaat aangebracht op de weg om de fundering te vormen.



Figuur 7. Hierboven is een trekker-waterwagencombinatie te zien gebruikt door KWS. Deze is ingezet om de aangebrachte fundering schoon te sproeien. Dit voorkomt stofwolkvorming.



Figuur 8. Hierboven is een grader te zien gebruikt door KWS. Deze is ingezet voor het egaliseren van de ondergrond.



Figuur 9. Hierboven is een trilplaat te zien gebruikt door KWS. Deze is ingezet om het zand en de fundering te verdichten.

3. Ketenpartners

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

Daarnaast is inzicht in de invloed op de emissie van de diverse partners van belang. Zo krijgt de provincie Gelderland meer zicht op welke ketenpartners belangrijk zijn om mee samen te werken zodat het CO₂-reductiedoel wordt bereikt.

Om te bepalen waar de provincie Gelderland 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 gaan onderstaande paragrafen verder op in. Eerst is de definitie van de term ketenpartner gegeven. Daarna worden de ketenpartners van het project benoemd en toegelicht.

3.1 Definitie ketenpartner

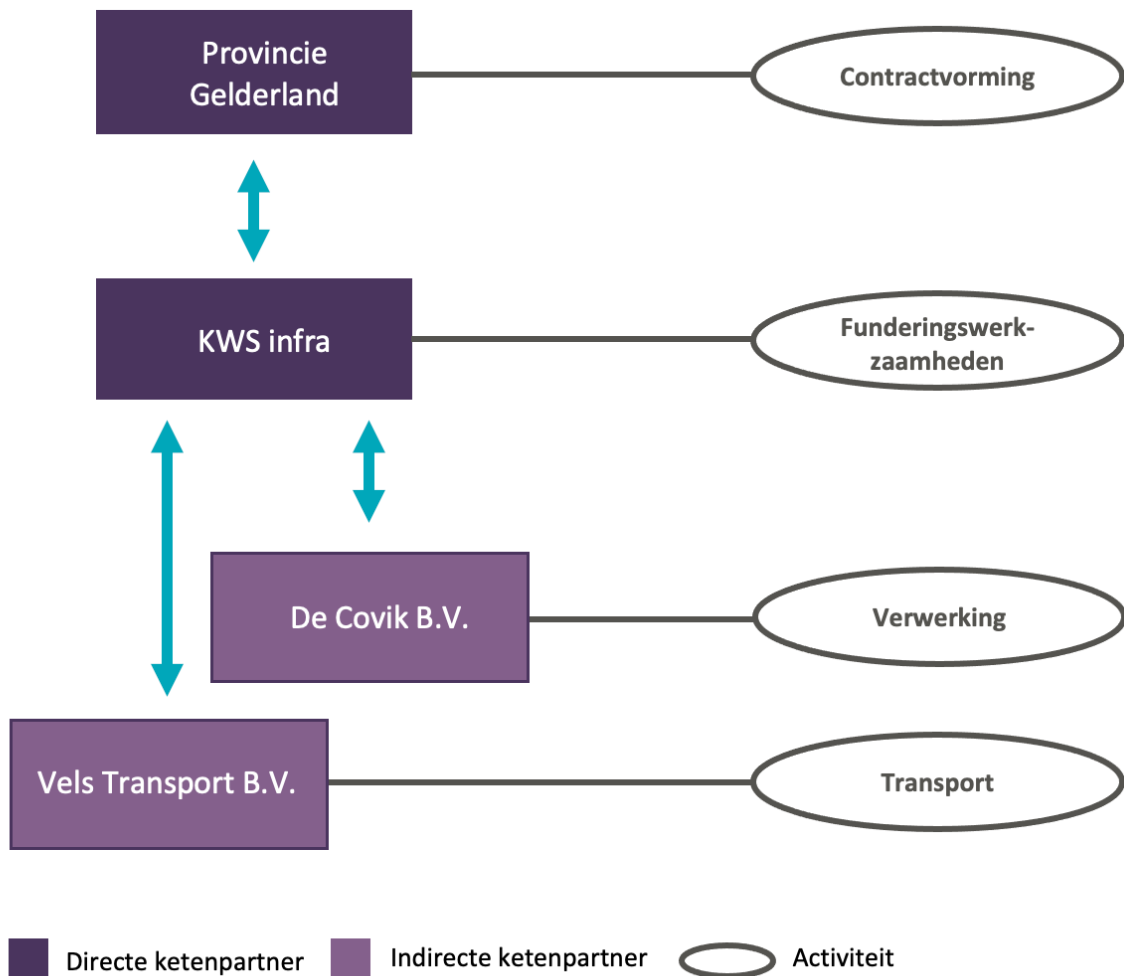
Ketenpartners zijn partijen (zowel upstream als downstream) waarmee wordt samenwerkt in de keten(s) van deze activiteit. Dit zijn bijvoorbeeld klanten, distributeurs, leveranciers en opdrachtgevers. Bij het identificeren van ketenpartners wordt onderscheid gemaakt tussen directe ketenpartners en indirecte ketenpartners. Directe ketenpartners zijn partijen in de keten waar de provincie Gelderland een contractuele relatie mee heeft, zoals een aannemer. Indirecte ketenpartners zijn partijen waar de provincie geen directe (contractuele) relatie mee heeft, zoals leveranciers van de (onder)aannemers. Informatie over de CO₂-gegevens van indirecte ketenpartners zijn voor de provincie over het algemeen moeilijker te verkrijgen vanwege de indirecte relatie.

Volgens eis 5.A.3 in het [Handboek CO₂-Prestatieladder versie 3.1](#) dient de provincie Gelderland over specifieke emissiegegevens te beschikken afkomstig van ketenpartners. Deze gegevens komen van directe (en potentiële) ketenpartners die relevant zijn voor de uitvoering van de scope 3 - reductiestrategie. Waar mogelijk dient de provincie ook van relevante indirecte ketenpartners emissiegegevens te verkrijgen.

3.2 Ketenpartners

In onderstaande figuur zijn de directe en indirecte ketenpartners weergegeven die betrokken zijn bij de funderingswerkzaamheden van het project wegonderhoud N330.

Ketenpartners fundering



Figuur 10. De directe en indirecte ketenpartners die betrokken zijn bij de funderingswerkzaamheden van het project wegonderhoud N330 in 2021.

3.2.1 Provincie Gelderland

De provincie Gelderland is de opdrachtgever van het project. De provincie heeft geen directe CO₂-emissies bij dit project, behalve de transportafstanden van de projectleider in een dieselauto. De provincie oefent wel invloed uit op de CO₂-emissies van het project door middel van aanbestedingseisen in het contract. Zo kan er worden aanbesteed op duurzaam materieel, lokale leveranciers et cetera.

3.2.2 KWS

KWS is de uitvoerder van het project wegonderhoud N330. Dit bedrijf heeft de funderingswerkzaamheden uitgevoerd. KWS heeft de oude fundering eruit gesloopt en de nieuwe fundering aangebracht. Daarbij heeft het bedrijf een eigen kraan, trilplaat, grader en trekker-waterwagencombinatie ingezet. Verder heeft KWS onderaannemer Vels Transport B.V. ingehuurd voor het transporteren van het vrijgekomen materiaal en voor het aanvoeren van het nieuwe materiaal. KWS is verantwoordelijk voor de CO₂-emissie in de ketenfases 1 en 5.

3.2.3 De Covik B.V.

De Covik B.V. is een puinverwerker die het puin heeft geleverd aan KWS. Het vrijgekomen puin is afgevoerd naar het terrein van De Covik B.V. voor verwerking. De Covik B.V. heeft het puin gesorteerd met een shovel en gebroken met een brekermachine. De nieuwe fundering is aangebracht met behulp van secundair materiaal, betonpuingranulaat afkomstig van De Covik B.V.. Dit betonpuingranulaat is 100% secundair. De Covik B.V. is verantwoordelijk voor de CO₂-uitstoot in ketenfase 3.

3.2.4 Vels Transport B.V.

Vels Transport B.V. is een lokaal transportbedrijf en heeft met twee typen vrachtwagens (10x4 en 8x4) het vrijgekomen puin afgevoerd van de projectlocatie naar de verwerkingslocatie op het terrein van De Covik B.V. Verder heeft Vels Transport B.V. ook met twee typen vrachtwagens het nieuwe funderingsmateriaal, betonpuingranulaat, van het terrein van De Covik B.V. naar de projectlocatie getransporteerd. Vels Transport B.V. is verantwoordelijk voor de CO₂-uitstoot in de ketenfases 2 en 4.

3.3 Ketenpartners invloed per ketenfase

In onderstaande tabel is per ketenfase uitgelegd welke activiteit wordt uitgevoerd en welke ketenpartner hierbij betrokken is. In het volgende hoofdstuk zijn de ketenfases gekwantificeerd. Zo is inzichtelijk welke ketenpartners invloed hebben op de grootste emissies.

Ketenfase	Ketenactiviteit	Ketenpartner
1 – Slopen	Afbreken van de oude funderingslaag	KWS
2 – Transport van puinfundering	Transport van vrijgekomen puin van de projectlocatie naar de verwerkingslocatie	Vels Transport B.V.
3 – Verwerken van puin	Verwerking van het vrijgekomen puin	De Covik B.V.
4 – Transport van nieuw funderingsmateriaal	Transport van betonpuingranulaat van de verwerkingslocatie naar de projectlocatie	Vels Transport B.V.
5 – Bouwen	Aanbrengen van de nieuwe funderingslaag	KWS

Tabel 1. Alle ketenpartners in relatie tot alle ketenfases.

4. Kwantificering van emissies

Dit hoofdstuk beschrijft de dataverzameling voor het berekenen van de emissies per ketenfase en de functionele eenheid (zie paragraaf 4.3) van de ketenanalyse die bij de berekening is gebruikt. Daarnaast wordt de invloed die factoren op de CO₂-emissies per functionele eenheid hebben behandeld. Als laatste komen de uiteindelijk berekende CO₂-emissies aan bod.

4.1 Dataverzameling

Het GHG-Protocol stelt dat het voor een eerste versie van een ketenanalyse niet nodig is uitgebreid gegevens op te vragen bij alle leveranciers. Voor een eerste versie is het enkel nodig de cruciale data op te vragen. Wanneer primaire data niet beschikbaar is (bijvoorbeeld door onvoldoende medewerking), is het mogelijk secundaire data te gebruiken. Voor alle gebruikte secundaire data dient in een volgende versie van dezelfde ketenanalyse te worden gewerkt met primaire data, als verbetering van de datakwaliteit en de ketenanalyse.

4.2 Primaire en secundaire data

In deze ketenanalyse wordt voornamelijk gebruikgemaakt van primaire data (zie onderstaande tabel) afkomstig van KWS, Vels Transport B.V. en De Covik B.V. Ook de provincie Gelderland heeft als opdrachtgever primaire data in bezit. In onderstaande tabel is aangegeven waar de data vandaan komt.

Primaire data	Bron
• Locatie van het project en de aannemer	Provincie Gelderland
• Draaiuren van materieel	KWS
• Type brandstof + verbruikgegevens	KWS, Vels Transport B.V. en De Covik B.V.
• Gereden afstanden	KWS
• Soorten materieel	KWS
Secundaire data	Bron
• CO ₂ -emissiefactoren diesel	co2emissiefactoren.nl

Tabel 2. De verdeling van primaire en secundaire data.

4.3 Functionele eenheid

De functionele eenheid (FE) is de beschrijving van de kernfunctie van de ketenanalyse. In dit geval gaat het om funderingswerkzaamheden. Een FE is nodig om de verschillende funderingswerkzaamheden met elkaar te kunnen vergelijken.

De functionele eenheid voor deze ketenanalyse is de CO₂-emissie per ton aangelegde fundering.

4.4 Emissieberekeningen

De totale CO₂-uitstoot (fase 1 t/m 5) van de onderzochte funderingswerken op de N330 is 15,5 ton CO₂. In de volgende paragrafen is de berekening verder toegelicht.

4.4.1 Ketenfase 1: slopen

Voor het bepalen van de CO₂-uitstoot in ketenfase 1 is gebruikgemaakt van primaire data. Het aantal draaiuren, het verbruik, de gemiddelde afstand, het aantal dagen en het gemiddeld aantal aanwezige personen per dag zijn de primaire data. In totaal is 3.250 ton (puin)fundering gesloopt. De CO₂-emissiefactor van diesel is afkomstig van co2emissiefactoren.nl.

Onderstaande tabellen geven de berekeningen weer voor de CO₂-uitstoot van ketenfase 1: slopen. Het gaat hierbij vooral om het gebruik van brandstof.

1. Slopen					
Materieel	Draaiuren	Verbruik (L diesel/uur)	Totaal L diesel	Emissiefactor	CO ₂ -emissie (ton)
Kraan	64	10	640	3,262	2,09

Tabel 3. CO₂-uitstoot door het gebruik van de kraan voor ketenfase 1 slopen. Hierboven is de emissiefactor van diesel weergegeven.

1. Slopen							
Materieel	Gem. afstand (km)	Aantal dagen	Ritten per dag	Verbruik (L/km)	Totaal L diesel	Emissiefactor	CO ₂ -emissie (ton)
Dieselauto's	50	12	3	0,067	120	3,262	0,39

Tabel 4. CO₂-uitstoot door het gebruik van dieselauto's door het personeel om naar het werk te rijden in ketenfase 1 slopen. Hierboven is de emissiefactor van diesel weergegeven.

4.4.2 Ketenfase 2: transport van puinfundering

Voor het bepalen van de CO₂-uitstoot in ketenfase 2 is gebruikgemaakt van primaire data. De hoeveelheid puin, het aantal ritten, de transportafstand en het verbruik zijn de primaire data.

Uitgangspunten hierbij zijn:

- 3.250 ton puin
- 128 ritten totaal
- 125 ritten enkel
- 3 ritten retour
- Enkele afstand is 20 km

Onderstaande tabel geeft de berekeningen weer voor de CO₂-uitstoot van ketenfase 2: transport van puinfundering.

2. Transport van puinfundering					
Materieel	Km totaal	Gem. verbruik (L diesel/km)	Totaal L diesel	Emissiefactor	CO ₂ -emissie (ton)
Vrachtwagen	2.620	0,333	873,33	3,262	2,85

Tabel 5. CO₂-uitstoot door het gebruik van vrachtwagens voor het transporteren van het puin in ketenfase 2 transport van puinfundering. Hierboven is de emissiefactor van diesel weergegeven.

4.4.3 Ketenfase 3: verwerken van puin

Voor het bepalen van de CO₂-uitstoot in ketenfase 3 is gebruikgemaakt van primaire data. De hoeveelheid liters brandstof is primaire data. Onderstaande tabel geeft de berekeningen weer voor de CO₂-uitstoot van ketenfase 3: verwerken van puin.

3. Verwerken van puin						
Materieel	Totaal L brandstof	Adblue (L)	Diesel (L)	Emissiefactor adblue	Emissiefactor diesel	CO ₂ -emissie (ton)
Shovel	7,50	0,30	7,20	0,260	3,262	0,02
Breker	32,00	1,28	30,72	0,260	3,262	0,10

Tabel 6. CO₂-uitstoot door het gebruik van shovels en een breker voor het verwerken van het puin in ketenfase 3.

4.4.4 Ketenfase 4: transport van nieuw funderingsmateriaal

De aannemer Vels Transport B.V. is efficiënt omgegaan met het transporteren van het nieuwe funderingsmateriaal. De vrachtwagenchauffeurs streefden ernaar om nooit zonder lading de route af te leggen. Er is in totaal 4.150 ton funderingsmateriaal (betonpuingranulaat) getransporteerd. Ongeveer twee derde van de transportritten is retour gereden met een volle lading puinfundering (ketenfase 2).

Voor het bepalen van de CO₂-uitstoot in ketenfase 4 is gebruikgemaakt van primaire data. De hoeveelheid betonpuingranulaat, het aantal ritten, de transportafstand en het verbruik zijn primaire data.

Uitgangspunten hierbij zijn:

- 4.150 ton aangelegd betonpuingranulaat
- 166 aantal ritten totaal
- 125 ritten enkel
- 41 ritten retour
- Enkele afstand is 20 km

Onderstaande tabel geeft de berekeningen weer voor de CO₂-uitstoot van ketenfase 4: transport van nieuw funderingsmateriaal.

4. Transport van nieuw funderingsmateriaal					
Materieel	Km totaal	Gem. verbruik (L diesel/km)	Totaal L diesel	Emissiefactor	CO ₂ -emissie (ton)
Vrachtwagen	4.140	0,333	1.380	3,262	4,50

Tabel 7. CO₂-uitstoot door het gebruik van vrachtwagens voor het transporteren van het betonpuingranulaat in ketenfase 4. Hierboven is de emissiefactor van diesel weergegeven.

4.4.5 Ketenfase 5: bouwen

Voor het aanleggen van de nieuwe fundering heeft KWS een aantal machines ingezet. Elk materieel is hierbij verantwoordelijk voor CO₂-uitstoot. De draaiuren en verbruik data van het materieel zijn primaire data van KWS. Voor het bepalen van de CO₂-uitstoot in ketenfase 5 is gebruikgemaakt van primaire data. Het aantal draaiuren, het verbruik, de gemiddelde afstand met de auto, het aantal dagen en het gemiddelde aantal aanwezige personeelsleden per dag zijn primaire data.

Onderstaande tabellen geven de berekeningen weer voor de CO₂-uitstoot van ketenfase 5.

5. Bouwen					
Materieel	Draaiuren	Verbruik (L diesel/uur)	Totaal L diesel	Emissiefactor	CO ₂ -emissie (ton)
Kraan	125	10	1.250	3,262	4,08
Trilplaat	125	1	125	3,262	0,41
Grader	12	8	96	3,262	0,31
Trekker-waterwagencombinatie	10	10	100	3,262	0,33

Tabel 8. CO₂-uitstoot door het gebruik van een kraan, trilplaat, grader en trekker-waterwagencombinatie in ketenfase 5. Hierboven is de emissiefactor van diesel weergegeven.

5. Bouwen						
Materieel	Gem. afstand (km)	Aantal dagen	Ritten per dag	Verbruik (L/km)	Totaal L diesel	CO ₂ -emissie (ton)
Dieselauto's	50	13	3	0,067	130	0,42

Tabel 9. CO₂-uitstoot door het gebruik van dieselauto's door het personeel om naar het werk te rijden in ketenfase 5. Hierboven is de emissiefactor van diesel weergegeven.

4.4.8 Totaal

In onderstaande tabel is de totale weergave van de CO₂-emissies voor de volledige ketenanalyse inzichtelijk gemaakt. Hierin staat de CO₂-uitstoot per ton aangelegde fundering per ketenfase en de totale CO₂-uitstoot per ketenfase. De functionele eenheid voor deze ketenanalyse is de CO₂-emissie per ton aangelegde fundering. Er is 4.150 ton fundering aangelegd en 3.250 ton fundering gesloopt.

Ketenfase	CO ₂ -uitstoot per ton fundering (kg)	CO ₂ -uitstoot (ton)	Aandeel
1. Slopen	0,60	2,48	16%
2. Transport van puinfundering	0,69	2,85	18%
3. Verwerken van puin	0,03	0,12	1%
4. Transport van nieuw verwerkingsmateriaal	1,08	4,50	29%
5. Bouwen	1,34	5,55	36%
Totaal	3,74	15,50	100%

Tabel 10. De CO₂-uitstoot per functionele eenheid, de totale CO₂-uitstoot en de verhoudingen van alle ketenfases.

Onderstaande tabel maakt de verhoudingen van CO₂-uitstoot per ketenpartner inzichtelijk, inclusief de provincie Gelderland zelf.

Ketenpartner	CO ₂ -uitstoot (ton)	Aandeel
KWS	7,76	50%
Vels Transport B.V.	7,35	47%
Provincie Gelderland	0,27	2%
De Covik B.V.	0,12	1%
Totaal	15,50	100%

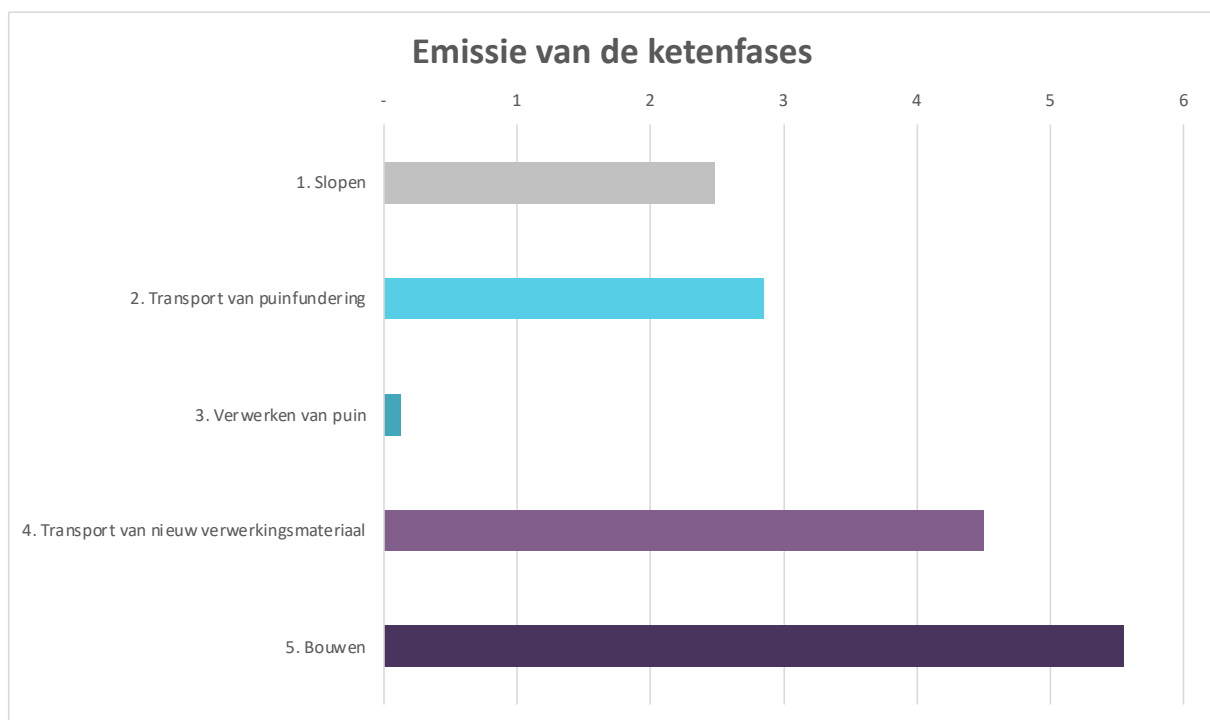
Tabel 11. De totale CO₂-uitstoot en verhoudingen tussen de drie ketenpartners en de provincie Gelderland zelf.

5. Resultaat

Hieronder is het resultaat van de ketenanalyse samengevat. Ook zijn mogelijke CO₂-reductiemogelijkheden geformuleerd.

5.1 Totale emissie

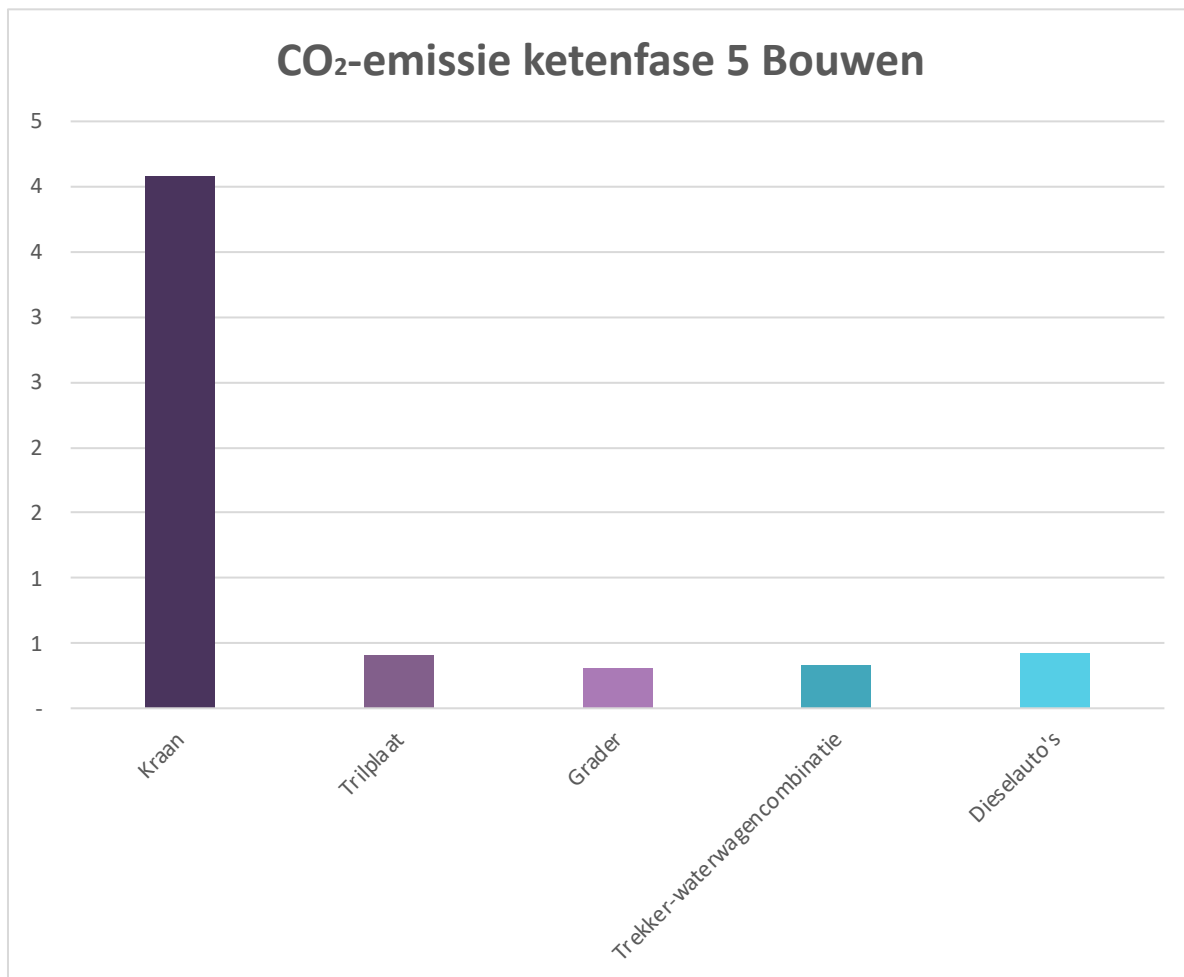
Uit de berekeningen in hoofdstuk 4 volgt dat in de gehele keten 15,5 ton CO₂ is uitgestoten door het onderzochte project voor de funderingswerkzaamheden. Dat is 3,74 kg CO₂ per ton aangelegde fundering. Dit is vrij laag. Dit komt mede door de toepassing van de cradle-to-cradle systematiek bij de nieuwe funderingslaag. Alleen secundaire grondstoffen zijn gebruikt. Onderstaande diagram geeft een weergave van de verdeling van de CO₂-uitstoot over de vijf ketenfases. Hierin is te zien dat ketenfase 5 bouwen verantwoordelijk is voor de grootste uitstoot. Daarnaast zijn de ketenfases 1, 2 en 4 ook verantwoordelijk voor een overgroot deel van de totale uitstoot. Ketenfase 3 verwerken van puin heeft relatief weinig uitstoot vergeleken met de rest van de ketenfases.



Figuur 11. De verdeling van CO₂-uitstoot (ton) over de vijf ketenfases.

5.2 Bouwemissies

Ketenfase 5 bouwen bestaat uit meerdere activiteiten die inzichtelijk zijn gemaakt door ketenpartner KWS. In onderstaande diagram is weergegeven welke activiteiten verantwoordelijk zijn voor de CO₂-uitstoot van ketenfase 5. Hierin is te zien dat het gebruik van de kraan bij het aanleggen van de nieuwe fundering verantwoordelijk is voor veruit de meeste CO₂-uitstoot.



Figuur 12. De verdeling van CO₂-uitstoot (ton) over de materieelsoorten binnen ketenfase 5 bouwen.

5.3 Reductiemogelijkheden

Met behulp van de gemaakte ketenanalyse kunnen de effectieve reductiemogelijkheden worden vastgesteld. Bij het bepalen van kansrijke mogelijkheden voor het reduceren van CO₂ zijn de volgende factoren belangrijk:

- de hoeveelheid CO₂ die kan worden bespaard;
- in welke mate de provincie Gelderland invloed heeft;
- de haalbaarheid van de mogelijkheid.

De conclusie is dat de meeste CO₂ vrijkomt bij het bouwen en slopen van de fundering en het transporteren van het puin (figuur 11). Hierbij heeft de provincie Gelderland verschillende mogelijkheden voor het reduceren van de CO₂-uitstoot:

- Dit project is uitgevoerd door een lokale aannemer (KWS) waardoor transportafstanden van het materieel en het personeel zijn beperkt. Op dit moment wordt er geen eis/criterium opgesteld door de provincie Gelderland om lokaal te leveren. Dit zou structureel het aantal transportkilometers kunnen verminderen als de eis wordt opgesteld in alle volgende projecten. Het onderzochte project N330 is hier een goed voorbeeld van.
- KWS heeft een lokale transporteur (Vels Transport B.V.) ingehuurd om het transportwerk te verrichten. Daardoor zijn de aanrijdafstanden beperkt. Dit sluit goed aan op het vorige punt. Het stimuleren van partnerships met lokale onderaannemers vermindert de transportafstanden en dus de CO₂-uitstoot. Omdat Vels Transport B.V. in dit project zodanig dicht bij de locatie gevestigd is, werden de aanrijdafstanden als niet significant geschat. Als er structureel de eis wordt opgenomen bij een aanbesteding van funderingswerken dat er

alleen gewerkt mag worden met lokale onderaannemers worden de transportafstanden beperkt. Het onderzochte project N330 is hier een goed voorbeeld van.

- De levensduur verlengen van de fundering alleen is geen optie. De fundering gaat namelijk lang mee, maar moet eruit wanneer de riolering aan vervanging toe is. De levensduur verlengen van de riolering zal daarom ook meteen de levensduur van de fundering verlengen. Op dit moment is de levensduur van de fundering (door rioleringsonderhoud) zestig tot zeventig jaar.
- Volgens KWS zijn het elektrificeren van de trilplaat en de wals realistisch en op korte termijn te realiseren. Hierop kan de provincie Gelderland in volgende projecten eisen voor opstellen.
- Iets wat niet meegenomen is in deze ketenanalyse, is de CO₂-uitstoot door het gebruik van de werkkeet. Nu wordt een keet vaak aangesloten op het lokale energienetwerk. Bij deze funderingswerken was dit ook het geval. De keet werd aangesloten op het netwerk van het dichtstbijzijnde huis. Wanneer dit bij andere projecten niet kan, kunnen zonnepanelen in combinatie met een accu in plaats van dieselgeneratoren voor de benodigde energie zorgen.
- Een lange termijn reductiemaatregel is waterstof als brandstof gebruiken in zware machines zoals de kraan, trekker, grader en vrachtwagens. Of een elektrische kraan, trekker, grader en vrachtwagens gebruiken. De CO₂-uitstoot wordt beïnvloed door het verbruik van diesel. Ander materieel dat zuiniger en/of CO₂-neutraal wordt aangedreven, reduceert direct de CO₂-uitstoot. Op dit moment is elektrisch of compatibel materieel met waterstof beperkt verkrijgbaar. Nederland is een kleine speler op de wereldmarkt en heeft daarom niet veel invloed op de ontwikkelingen van duurzaam materieel.
- Het beperken van de transportafstand tussen puinleverancier en de projectlocatie vermindert de CO₂-uitstoot van ketenfase 2 significant. In dit project waren de afstanden zo kort mogelijk gehouden door samen te werken met de dichtstbijzijnde puinleverancier. In dit project was de verwerker hetzelfde bedrijf als de puinleverancier. In dit project was het niet mogelijk om de transportafstand nog korter te maken. Wel kan hiervan geleerd worden dat de CO₂-uitstoot beperkt wordt door de transportafstanden zo kort mogelijk te houden.
- Zoals te zien is in figuur 6 is het personeel verantwoordelijk voor een deel van de CO₂-uitstoot door het rijden met dieselauto's naar de projectlocatie. Een eis in de aanbesteding om met CO₂-neutraal vervoer naar werk te komen, zorgt voor een vermindering in CO₂-uitstoot.

6. Conclusie

De conclusie van deze ketenanalyse is hieronder uitgewerkt.

6.1 Doel ketenanalyse

Het doel van deze ketenanalyse is om inzicht te verkrijgen in de CO₂-uitstoot die ontstaat in de keten fundering.

6.2 Conclusie ketenanalyse

De ketenanalyse van het project voor het vervangen van de fundering op het traject N330 Dorpstraat door Halle heeft geleid tot het inzicht dat de verwerking van het puin in dit geval verwaarloosbaar is qua CO₂-uitstoot. Verder is er geen ketenfase die veel meer uitstoot dan de andere ketenfases. Wel is duidelijk geworden dat het aanvoeren en aanbrengen van de nieuwe fundering aanzienlijk meer CO₂ uitstoot dan het slopen en afvoeren van de oude fundering. De grootse CO₂-winst is te halen in het gebruik van CO₂-neutraal materieel. Vooral de kraan die wordt gebruikt bij het bouwen en slopen is verantwoordelijk voor een groot deel van de CO₂-uitstoot.

Uit deze analyse blijkt dat ketenfase 5 de grootste vervuiler is. De CO₂-uitstoot van deze ketenfase kan gereduceerd worden door het gebruik van CO₂-zuinig materieel en CO₂-zuinig vervoer van het personeel naar het werk. Deze reductiemaatregelen zijn ook toepasbaar voor ketenfase 1.

Ketenfase 2 en 4 zijn verantwoordelijk voor het transport van het materiaal. Beide ketenfases hebben significante CO₂-uitstoot. Deze uitstoot kan gereduceerd worden door het gebruik van CO₂-zuinige transportmiddelen (vrachtwagens) en het beperken van de transportafstand.

Een overkoepelende factor bij alle ketenfases is de levensduur van de fundering. Zoals in het vorige hoofdstuk is aangegeven, is deze afhankelijk van de levensduur van de riolering. Het verlengen van de levensduur van de riolering verlengt meteen de levensduur van de fundering. De fundering gaat namelijk bijna oneindig mee. Hoe langer de riolering meegaat, hoe langer de levensduur van de fundering wordt.

Belangrijk is dat de provincie Gelderland in overweging neemt hoeveel invloed zij heeft op bovengenoemde reductiemaatregelen. Zij heeft voornamelijk invloed op de directe ketenpartner(s) en de grootste invloed tijdens het formuleren van de aanbesteding.

Het doel om 55% CO₂-uitstoot te reduceren in 2030 is mogelijk als de ontwikkelingen rondom lokaal hergebruik, transport en CO₂-neutraal materieel worden opgevolgd.

De provincie Gelderland zal altijd een balans moeten vinden tussen de kwaliteitsgarantie van de weg en het verduurzamen van de ketenfases.

Referenties

CO₂ emissiefactoren. (z.d.). *Lijst emissiefactoren*. Geraadpleegd op 14 december 2021, van www.co2emissiefactoren.nl

Bestek 2312 – N330 Zelhem Varsseveld.pdf. Geraadpleegd op 22 oktober 2021, van de provincie Gelderland

KWS. Geraadpleegd op 14 december 2021, van <https://www.kws.nl>

Handboek CO₂-Prestatieladder versie 3.1; Corporate Value Chain (Scope 3) Standard van het GHG-Protocol

Rapport CO₂-Prestatieladder 2020 – Verantwoording CO₂-Prestatieladder van de provincie Gelderland