

## Ketenanalyse CO2 straatstenen nieuw versus hergebruik



1 januari 2024 t/m 31 december 2024

Hendriks Infra BV

# Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1. Betrokkenheid kennisinstituut en informatiebronnen	3
1.2. Bronvermelding	3
2. Uitgangspunten	3
2.1. Scope 3 emissies	3
2.2. Keuze ketenanalyse	4
2.3. Hypothese	5
3. Uitwerking	5
3.1. Werkproces	5
3.2. CO2 Berekening	6
3.2.1. Berekening CO2 productie van nieuwe betonstraatstenen	7
3.2.2. Samengevat CO2 productie van nieuwe betonstraatstenen	9
3.2.3. Berekening van de CO2 productie voor het hergebruik van straatstenen	9
3.2.4. Samengevat CO2 productie van hergebruik straatstenen	11
4. Conclusie	11
4.1. Bevindingen	11
4.2. Verbeterpunten	11

# 1. Inleiding

De ketenanalyse richt zich op het aanleggen van bestrating en de impact van het hergebruiken van materiaal.

Hendriks Infra legt zowel nieuwe bestratingen als herbestratingen aan. We hebben het initiatief genomen om bij projecten waar we straatstenen verwijderen deze niet te slopen, maar waar mogelijk te recyclen.

De ketenanalyse geeft een beschrijving weer van de CO2 uitstoot wanneer we nieuwe betonstraatstenen gebruiken in vergelijking met het recyclen van de gebakken klinkers. Hierbij maken we de potentiële CO2 uitstoot inzichtelijk.

## 1.1. Betrokkenheid kennisinstituut en informatiebronnen

Deskundigheid vanuit de rol van een 'kennisinstituut' t.a.v. gekozen onderwerp en kengetallen is geborgd door de betrokkenheid van Leo Smit van SmartTrackers.

Leo Smit is naast zijn rol binnen SmartTrackers docent energiebeheer. Voor het gebruik van emissiefactoren en reeds uitgewerkte delen van de bedrijfsketen is als broninformatie gekeken naar CO2emissiefactoren.nl, bestaande ketenanalyses (voortborduren op bestaande kennis) en DuboCalc, databaseversie 4.03.

## 1.2. Bronvermelding

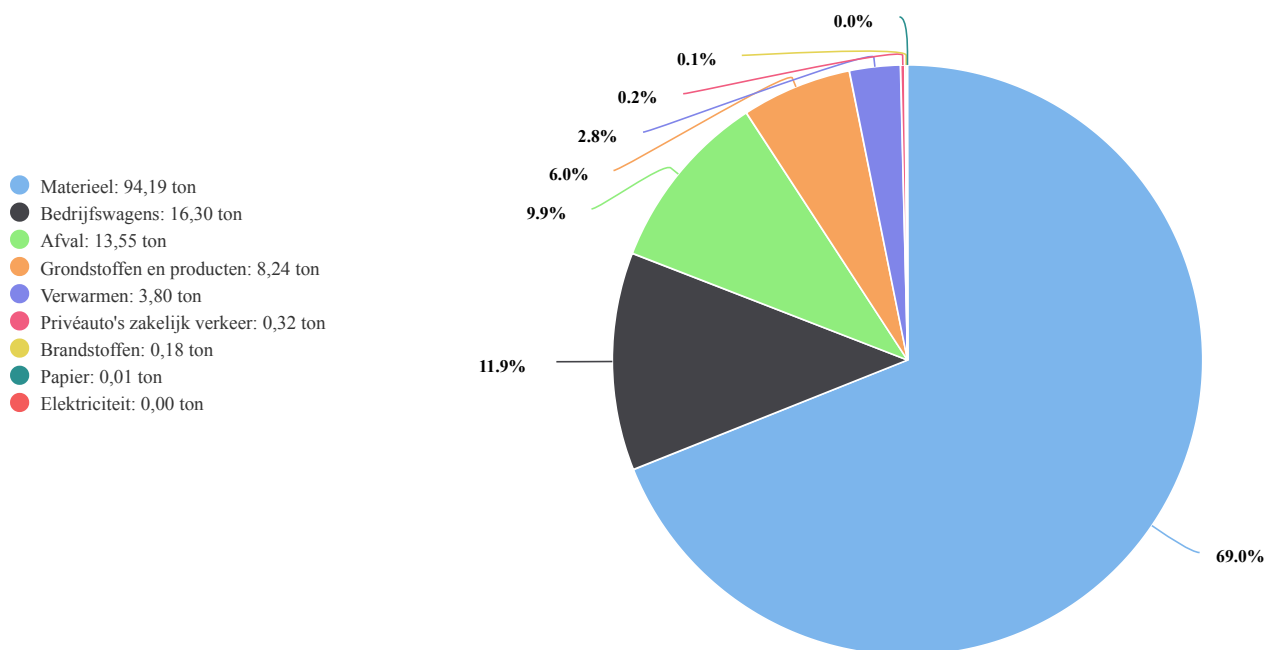
- De mate van hergebruik van Straatbakstenen in Nederland – Royal Haskoning
- Hergebruik straatbakstenen – CE Delft
- Road Map CO2 reductie – Beton Akkoord
- Handboek CO2 prestatieladder 3.1
- [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)
- Rapport ketenanalyse betonstraatstenen – Sallandse Wegenbouw
- Ketenanalyse Betonklinkers– De Wilde
- Ketenanalyse Betonstraatstenen– De Bie Buitenwerk
- Ketenanalyse Betonklinkers in projecten– Groen Beheer Grafhorst
- Ketenanalyse Transport en kraanverhuur – Douwe Hoekstra
- Ketenanalyse hergebruik straatklinkers – Pennings Groenvoorziening
- GMB Ketenanalyse prefab betonproducten 20-12-2010,
- Roseboom Ede Ketenanalyse betonklinker 24-04-2014
- Schagen Groep Beheer Ketenanalyse beton en afvalverwerking 17-04-2012
- [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl)
- 2013 Struyk Verwo Infra.

# 2. Uitgangspunten

## 2.1. Scope 3 emissies

## CO<sub>2</sub>e (137 ton)

2024



Dit zijn onze CO<sub>2</sub> scope 3 emissies. Let wel dat de productieketen voor het maken van straatstenen niet in onze scope zit. Immers worden de straatstenen door de gemeente zelf ingekocht. Door de inspanning en organisatie van het hergebruik zullen we CO<sub>2</sub> productie voorkomen. Dit is hiermee een negatieve CO<sub>2</sub> productie door in te grijpen in de keten.

## 2.2. Keuze ketenanalyse

Straatstenen zijn er in diverse varianten, maten en kleuren. De laatste jaren vragen opdrachtgevers vaak om betonstraatstenen en af en toe gebakken straatstenen. Dat terwijl de eigenschappen en levensduur van de gebakken stenen beter geschikt is voor hergebruik dan met betonstraatstenen. Wij willen dan ook gebakken stenen voor hergebruik inzetten als vervanger voor de vraag naar nieuwe betonstraatstenen. In vergelijkende ketenstudies blijkt dat de CO<sub>2</sub>-prestaties per vierkante meter tussen betonklinkers en gebakken stenen weinig verschillen. [https://dusseldorp.nu/media/CO2\\_Prestatieladder/Ketenanalyse-sstraatstenen-v2.0.pdf](https://dusseldorp.nu/media/CO2_Prestatieladder/Ketenanalyse-sstraatstenen-v2.0.pdf). Dat maakt voor de ketenanalyse de Co<sub>2</sub> besparing vergelijkbaar.

Betonklinkers bieden belangrijke voordelen ten opzichte van bakstenen. Denk daarbij aan een lagere prijs per vierkante meter, hoger draagvermogen, eenvoud bij het aanbrengen, en de mogelijkheid om kleur, samenstelling en geluidsabsorberende eigenschappen aan te passen. Dit laatste wordt steeds belangrijker nu asfalt vaker vervangen wordt door straatstenen.

Toch wordt gelukkig de laatste jaren het nut van hergebruik van materialen ingezien en kan gebakken materiaal ook prima in inrichting gecombineerd worden met beton materialen. Dit om de weginrichting visueel zichtbaar te maken.

De toenemende vraag resulteert niet alleen dat een vergelijk aantrekkelijk is, maar heeft inmiddels ook tot actie binnen onze organisatie geleid.

Voor de duidelijkheid van de lezer, Hendriks Infra levert zelf geen stenen op het overgrote merendeel van de projecten. Onze opdrachtgevers Gemeente en Waterschappen hebben daar een eigen inkoop voor. Wij leveren arbeid en materieel welke voor de aanleggen van betonstraatstenen of gebakken straatstenen geen enkel verschil maakt. Toch denken wij samen met betrokkenen in de keet een verschil te kunnen maken.

Wij hadden in 2021 al de ketenanalyse: "CO<sub>2</sub> reductie in zandwinning tot aan verwerking." Echter hebben we de afgelopen jaren niet stil gestaan zowel als organisatie als in onze initiatieven. De Ketenanalyse die hier wordt beschreven is bij het schrijven ook een actief proces geworden. Daarnaast leidt onze innige samenwerking met ROS BV, die tevens aandeelhouder is, tot mooie CO<sub>2</sub> besparende initiatieven maar tegelijk een knelpunt in de randvoorwaarden voor een keteninitiatief.

Omwille van bovenstaande hebben we besloten om het initiatief van de bakstenen verder uit te werken.

## 2.3. Hypothese

Verwachting is dat door het gebruik van herbruikbaar materiaal geen aankoop van nieuw materiaal benodigd is en hiermee productie kosten worden vermeden. De Hypothese hierin is dat de productiekosten (bezien vanuit CO2 productie) hoger ligt dan de kosten voor het hergebruik van materialen. Deze hypothese wordt voorlopig gevoed doordat winning van grondstoffen intensief zijn, als ook het transport ervan. En dat wij de uitkomende gebakken materialen met elektrisch transport vervoeren voor hergebruik. Het is te verwachten dat we op een flinke besparing zullen uitkomen. Deze hypothese gaan we in de volgende hoofdstukken uitzoeken.

# 3. Uitwerking

## 3.1. Werkproces

### Winning

Opdrachtgevers waar wij voor werken vervangen na een rioolopgave het straatwerk voor nieuw straatwerk. De stenen die daarvoor gebruikt worden zijn betonklinkers. Om een betonklinker te maken moeten we helemaal terug naar de winning van cement.



De grondstoffen worden gewonnen en/of geproduceerd. Betonstraatstenen en -tegels worden samengesteld uit het bindmiddel cement en toeslagmaterialen zoals met name zand en grind.

Cement wordt doorgaans geproduceerd in cementfabrieken dicht bij kalkbronnen. In deze keten is cement een onderdeel van winning, terwijl de grondstoffen die nodig zijn voor cement een productie proces ondergaan om tot cement te worden. Echter gaat het in deze keten om de productie van straatstenen en daarvoor in cement een van de grondstoffen. Voor het productieproces van cement is veel energie nodig in de verhittingsovens. Volgens bron: [Producten en diensten uit de b2b-bedrijvengids europages die beginnen met Cement en additieven - Europages](#) wordt in Nederland gebruik gemaakt van cement uit Duitsland, Turkije, Spanje, Frankrijk en Italië. Waarvan het meeste uit Duitsland en Turkije. Uit een rondvraag bij straatsteen producenten komt naar boven dat er voornamelijk Duits cement wordt gebruikt.

Ook zand en grind worden op verschillende locaties gewonnen. Een groot deel van het grind wordt in Duitsland of België gewonnen en een deel in Nederland zelf.

Voor deze grondstoffen zijn diverse winningslocaties, waarbij in de regel Duitsland een groot aandeel neemt in de leverantie.

### Transport naar fabriek

- De grondstoffen worden getransporteerd van de plaats van de winning naar de fabriekslocatie door een transporteur. Afhankelijk van de locatie van de grondstofwinning kan dit geschieden via transport over de weg of middels binnenvaart.

### Productie

- Met grondstoffen worden betonstraatstenen gefabriceerd in een fabriek door een fabrikant. In de praktijk is de fabrikant ook de leverancier van de straatstenen. Hier worden de grondstoffen omgezet tot betonstraatstenen in diverse maten en kleuren. Hiervoor worden mallen gebruikt en is uitharding een onderdeel van het proces.

### Transport naar project

- Zodra de betonstraatstenen gereed zijn, dan worden deze op pallets aangeboden bij de transporteur. In bijna alle gevallen is dit middels transport over de weg (vrachtwagens). De betonstraatstenen worden getransporteerd van de fabriek naar de projectlocatie voor verwerking door een aannemer.

### Verwerking

- Op de projectlocatie worden de betonstraatstenen aangebracht door een aannemer. Hiervoor worden, kranen, shovels, trilpaten end ingezet. Een deel van het straatwerk gebeurt met de hand maar veelal wordt gebruikt gemaakt van machinaal aanleg ivm Arbo wetgeving.

### Gebruik/onderhoud

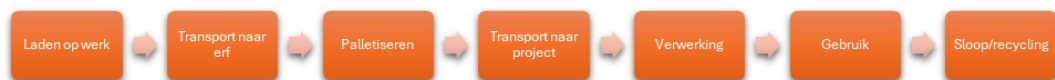
- Tijdens het gebruik/onderhoud veroorzaken betonstraatstenen geen CO2 uitstoot.

### **Sloop (/recycling)**

Na een aantal decennia moeten veelal leidingen in de weg weer worden vervangen. Dat is voor veel gemeentes vaak een aanleiding om ook over het straatbeeld na te denken. Een opdrachtgever beslist of de betonstraatstenen worden verwijderd en vervangen voor nieuw of dat ze gebruik maken al dan niet deels door herbruikbaar materiaal.

Als een opdrachtgever beslist om de straatstenen te verwijderen dan gaan deze naar een puinbreker. Hier worden de straatstenen gebroken tot kleine puinresten beton. Dit granulaat krijgt dan een tweede leven als functie materiaal voor wegen. Meestal komt dit terecht onder asfalt wegen. Zeker bij wegen waar veel zwaar transport op rijdt is een fundatie van granulaat een mooie toevoeging om verzakkingen te voorkomen. Deze vorm van hergebruik wordt als recycling gezien. Echter gebruikt ook de puinbreker veel energie en kan het hergebruik van stenen een veel grotere besparing opleveren. Immers waar stenen hergebruikt worden, hoeven geen nieuwe stenen geleverd en geproduceerd te worden. Dus levert dit een besparing op vanaf de winning.

### **Productieketen herbruiken van gebakken klinkers :**



Zodra er besloten wordt om straatstenen voor hergebruik beschikbaar te stellen bewandelen de stenen een andere route. In ons voorbeeld maken we gebruik van gebakken stenen. Deze hebben wat meer duurzame eigenschappen en zijn vanwege hun traditionele rode kleur ook bruikbaar voor specifiek inrichtingsplan waarbij kleurindeling een rol kan spelen.

#### **Laden op werk**

- Op de projectlocatie worden de gebakken klinkers verwijderd en met een shovel op de vrachtwagen geladen.

#### **Transport naar erf**

- De klinkers worden elektrisch getransporteerd naar ons eigen erf.

#### **Palletiseren**

- Op ons erf worden de gebakken klinkers gesorteerd en gereinigd, waarna ze worden gepalletiseerd. Dit proces is volledig handmatig.

#### **Transport naar project**

- De klinkers worden getransporteerd naar het project met een knijperauto. Zodat de pallets weer gelost kunnen worden.

#### **Verwerking**

- Bij de verwerking van de stenen krijgen we exact dezelfde inzet van materieel als nieuwe straatstenen. Dit kost niet meer CO2 en levert tegelijk geen besparing op. Dit onderdeel maakt dan ook geen verschil in de keten.

#### **Gebruik/onderhoud**

- Tijdens het gebruik/onderhoud veroorzaken gebakken klinkers geen CO2 uitstoot.

#### **Verwijderen/ sloop**

Na een aantal decennia zal opnieuw naar het straatbeeld gekeken worden bij de volgende vervangingsopdracht. Stenen kunnen niet oneindig hergebruikt worden en zullen uiteindelijk terecht komen bij de puinbreker voor hergebruik als fundatie materiaal. Het percentage uitval zal dan drastisch hoger liggen dan bij de eerste keer hergebruik. Gegevens hiervan zijn nog niet beschikbaar. Voor deze keten zijn we uitgegaan van 100% sloop na het tweede leven. Als in de praktijk dit minder dan 100% zou zijn, dan levert dit nog een besparing op waar we nu niet vanuit zijn gegaan.

## **3.2. CO<sub>2</sub> Berekening**

Referentie project is Rivierenbuurt Rozenburg (Rotterdam).

Op dit project zijn bij het schrijven van dit project 842.34 m<sup>2</sup> straatstenen verwijderd voor hergebruik. Dit is een equivalent van 37.905 st straatstenen met een totaal gewicht van 151.242 kg.

Om te bepalen wat de besparing zou zijn voor here hergebruik van deze stenen gaan we eerst (gebruikmakend van diverse bronnen) berekenen wat de productie van 37.905st nieuwe Betonklinkers aan CO2 productie zou hebben gekost.

Hiervoor volgen we de stappen van de workflow uit paragraaf 3.1.

### 3.2.1. Berekening CO2 productie van nieuwe betonstraatstenen

#### Winning

Voor de productie van beton zijn diverse grondstoffen nodig die een ieder op verschillende locaties worden gewonnen. Energie die daarvoor nodig is hebben we uit diverse bronnen opgehaald om de CO2 productie hiervan te bepalen.

<i>Grondstoffen</i>		<i>Hoeveelheid ton</i>		<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (ton)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Betonstraatstenen</b>		151,24			
Cement CEM I	* (13,1%)	19,81	**	818	16,21
Zand	* (27,0%)	40,83	***	2,42	0,10
Grind	* (53,0%)	80,16	***	3,12	0,25
Plastificeerder	* (0,3%)	4,54	***	1000	4,54
Water	* (6,6%)	9,98	***	0,00026	0,00
<b>Winning stenen</b>					<b>21,09</b>

\* Bron: 20-12-2010 GMB Ketenanalyse prefab betonproducten, 24-04-2014 Roseboom Ede Ketenanalyse betonklinker.

\*\* Bron: 05-02-05 Stimular/SBK-database; (cradle-to-gate) CEM I 0,818. CEM II 0,486. CEM III 0,296 kg CO2/kg cement. Stimular/SBK-database2011; Productie (cradle-to-gate): 0,0703 kg CO2/kg straatstenen.

\*\*\* Bron: 17-04-2012 Schagen Groep Beheer Ketenanalyse beton en afvalverwerking.

#### Transport van de grondstoffen naar de fabriek

<i>Transport (grondstof) naar fabriek</i>	<i>Hoeveelheid ton</i>		<i>Transportafstand (km)</i>		<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (tonkm)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Mbt betonstraatstenen</b>	151,24					
Cement	19,81	*	250	**	0,11	0,54
Zand	40,83	*	250	**	0,11	1,12
Grind	80,16	*	500	**	0,11	4,41
Plastificeerder	4,54	*	100	**	0,11	0,05
Water	9,98	*	0	**	0,11	0,00
<b>Transport fabr. stenen</b>						<b>6,13</b>

\* Bron: 20-12-2010 GMB Ketenanalyse prefab betonproducten, 24-04-2014 Roseboom Ede Ketenanalyse betonklinker. De transportafstanden zijn ingeschat op basis van herkomst van de producten per land.

\*\* Bron: [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl)

#### Fabricage

Voor de productie van de betonstraatstenen zijn mallen nodig die gevuld worden met beton. Het mengen van Beton en het vullen van de mallen hebben een relatief lage impact op de CO2 productie

<i>Fabricage</i>		<i>Hoeveelheid ton</i>		<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (ton)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Betonstraatstenen</b>		151,24	*	4,45	0,67
<b>Fabricage stenen</b>					<b>0,67</b>

\* Bron: 2013 Struyck Verwo Infra.

## Transport naar het project

Zodra de stenen uitgehard zijn dan worden deze gepelletiseerd en op vrachtvervoer gezet richting de projecten. In deze analyse hebben we gebruik gemaakt van de uitkomende stenen uit project Rivierenbuurt Rozenburg (Rotterdam). Meeste straatwerk rojecten liggen bij ons in regio Rotterdam. In dit rekenmodel zijn we uitgegaan van de afstand vanuit Struyck Verwo naar Rotterdam.

Transport naar project	Hoeveelheid (ton is 1000kg)		Transportafstand (km)		Conversiefactor kg CO2/eenh. (tonkm)	Ton CO2
Betonstraatstenen	151,24	*	75	**	0,11	1,25
<b>Transport proj. stenen</b>						<b>1,25</b>

\* Afstand Struyck Verwo naar Rotterdam

\*\* Bron: [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl)

## Verwerking

Eenmaal aangekomen op het project gaat een stratenmakers ploeg aan de gang. Hierbij zijn diverse machines nodig die diesel verbruiken

Verwerking	Hoeveelheid (...)		Eenheid		Conversiefactor kg CO2/eenh. (...)	Ton CO2
Mbt betonstraatstenen	842,34	m2			Diesel	
Transport bus, materieel		*	45	km	** 3,256 kg/liter	0,33
Aanbrengen product m.b.v. 1 mobiele kraan,			11,2	dag	** 3,256 kg/liter	3,22
<b>Verwerking stenen</b>						<b>3,55</b>

Aanleg 75 m2 straatwerk per dag

Mobiele kraan gebruikt 10 liter diesel per uur

Triplaat 1 liter per uur

Stratenmakers ploeg 3 man

\* transportafstanden ingeschat vanuit kantoor naar Rotterdam

\*\* Bron: [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl)

## Verwijderen/ uitbreken

Aan het einde van de levensduur van de leidingen die in de grond zitten wordt er vaak voor gekozen om ook gelijk het straatbeeld opnieuw in te richten.

Dat betekent dat de oude straatstenen verwijderd worden en geladen op vrachtwagens.

Uitbreken	Hoeveelheid (...)		Hoeveelheid (...)		Conversiefactor kg CO2/eenh. (...)	Ton CO2
Mbt betonstraatstenen	842,34	m2			Diesel	
Transport bus, materieel		*	45	km	3,256 kg/liter	0,08
Verwijderen product m.b.v. 1 mobiele kraan, 2 medewerkers			2,8	dag	3,256 kg/liter	0,73
<b>Sloop stenen</b>						<b>0,891</b>

Verwijderen straatwerk 300 m2 per dag



Mobile kraag gebruikt 10 liter diesel per uur

Stratenmakers ploeg 3 man

\* transportafstanden ingeschat vanuit kantoor naar Rotterdam

\*\* Bron: [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl)

### Afval verwerking

In de meeste gevallen gaan oude straatstenen naar de puinbreker. Daar worden de stenen gebroken tot fijn puin. Het materiaal dat daarbij ontstaat noemen we menggranulaat.

Afval (recycling)	Hoeveelheid m <sup>2</sup>		Conversiefactor kg CO <sub>2</sub> /eenh. (tonkm)	Ton CO <sub>2</sub>
<b>Mbt betonstraatstenen</b>				
Transport naar verwerk.	842,34	*	2,41	2,03
Afvalverwerking	842,34	*	0,22	0,19
<b>Afval stenen</b>				<b>2,22</b>

\* Bron: Ketenanalyse Reduton® in het werk van Broekema Wegenbouw april 2021

### 3.2.2. Samengevat CO<sub>2</sub> productie van nieuwe betonstraatstenen

Ketenfase	ton is 1000kg		% CO <sub>2</sub>	Ton CO <sub>2</sub>
Winning stenen			58,9	21,09
Transport fabr. stenen			17,1	6,13
Fabricage stenen			1,9	0,67
Transport proj. stenen			3,5	1,25
Verwerking stenen			9,9	3,55
Uitbreken stenen			2,5	0,891
Afval stenen			6,2	2,22
<b>Totaal betonstr.stenen</b>	<b>151,24</b>		<b>100</b>	<b>35,79</b>

### 3.2.3. Berekening van de CO<sub>2</sub> productie voor het hergebruik van straatstenen

Het proces van het hergebruik van de straatstenen start bij de sloop cq. het verwijderen van de straatstenen op een project.

Dit verloopt op een zelfde wijze. Of deze nu naar de puinbreker toe gaan of voor hergebruik worden ingezet er is eenzelfde hoeveelheid materieel nodig om deze stenen te verwijderen en te vervoeren.

In ons geval hebben we de stenen vervoerd naar onze locatie op Oud Gastel middels elektrische trailer. Deze trailer geladen op groene Nederlands gecertificeerde stroom op en stoten daarmee geen CO<sub>2</sub> uit.

Een maal gestort op onze locatie in Oud Gastel worden de stenen handmatig gepelletiseerd. Hiervoor hebben we een tweetal werknemers op huur basis ingezet. Zij kwamen uit Rotterdam en hebben van ons een elektrische Dacia te leen gekregen voor woonwerk vervoer.

Nadat de stenen op pallets zijn gezet, kunnen deze vervoerd worden naar een project en opnieuw verwerkt. Dit vervoeren gaat echter niet elektrisch omdat de pallets geladen en gelost moeten worden. Hiervoor wordt een knipper auto ingezet.

Het aanbrengen van de straatstenen gaat wederom met dezelfde inzet van materieel en personeel als voor het aanbrengen van nieuwe straatstenen. Daar zit geen verschil in.

We beginnen met het verwijderen van de stenen dat dus gelijk is aan het verwijderen aan het voorgaande proces:

<i>Uitbreken</i>	<i>Hoeveelheid (...)</i>	<i>Hoeveelheid (...)</i>	<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (...)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Mbt betonstraatstenen</b>	842,34	m2	Diesel	
Transport bus, materieel		*	45 km	0,08
Verwijderen product m.b.v. 1 mobiele kraan, 2 medewerkers			2,8 dag	0,73
<b>Sloop stenen</b>				<b>0,891</b>

Vervolgens worden de stenen elektrisch vervoerd naar onze locatie in Oud Gastel en handmatig gepelletiseerd. Dit levert geen CO2 uitstoot op.

Nadat dit proces gereed is worden de pallets geladen en terug vervoerd naar een project. De gemiddelde route naar een project in Rotterdam is 45 km

<i>Transport naar project</i>	<i>Transport afstand (km)</i>	<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (tonkm)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Betonstraatstenen</b>	151,24	* 45	** 0,11
<b>Transport proj. stenen</b>			<b>0,75</b>

<i>Verwerking</i>	<i>Hoeveelheid (...)</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (...)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Mbt betonstraatstenen</b>	842,34	m2	Diesel	
Transport bus, materieel		*	45 km	0,33
Aanbrengen product m.b.v. 1 mobiele kraan,			11,2 dag	3,22
<b>Verwerking stenen</b>				<b>3,55</b>

Na de aanleg volgt een periode van in gebruik name van enkele decennia. Hierop zullen net als bij nieuwe stenen het straatwerk weer verwijderd worden en zoals eerder aangegeven zijn we in deze keten analyse vanuit gegaan dat dan de stenen alsnog naar de puinbreker gaan.

Uiteraard mist nog de ervaring uit de praktijk om te kunnen stellen dat dan inderdaad alle stenen voor 100% afgekeurd worden voor hergebruik. Het kan dus zijn dat er minder dan 100% wordt afgekeurd en dus nog een derde leven aan kunnen met de daarbij behorende CO2 besparing.

Daar zijn we nu, met gebrek aan kennis hieromtrent niet vanuit gegaan.

En dus volgt nog de volgende twee tabellen:

<i>Uitbreken</i>	<i>Hoeveelheid (...)</i>	<i>Hoeveelheid (...)</i>	<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (...)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Mbt betonstraatstenen</b>	842,34	m2	Diesel	
Transport bus, materieel		*	45 km	0,08
Verwijderen product m.b.v. 1 mobiele kraan, 2 medewerkers			2,8 dag	0,73
<b>Sloop stenen</b>				<b>0,891</b>

<i>Afval (recycling)</i>	<i>Hoeveelheid m2</i>		<i>Conversiefactor kg CO2/eenh. (tonkm)</i>	<i>Ton CO2</i>
<b>Mbt betonstraatstenen</b>				
Transport naar verwerk.	842,34	*	2,41	2,03
Afvalverwerking	842,34	*	0,22	0,19
<b>Afval stenen</b>				<b>2,22</b>

### 3.2.4. Samengevat CO2 productie van hergebruik straatstenen

Onderstaand samengevat de hoeveelheid Co2 productie voor het hergebruik/ opnieuw inzetten van de straatstenen

<i>Ketenfase</i>	<i>ton is 1000kg</i>		<i>% CO2</i>	<i>Ton CO2</i>
Uitbreken stenen			10,7	0,891
Transport proj. stenen			9,0	0,75
Verwerking stenen			42,8	3,55
Uitbreken stenen			10,7	0,891
Afval stenen			26,7	2,22
<b>Totaal betonstr.stenen</b>	<b>151,24</b>		<b>100</b>	<b>8,29</b>

De levenscyclus van nieuwe straatstenen tot aan sloop kost 35.79 Ton CO2 per ton geleverde straatstenen.

Zodra de uitkomende stenen niet vervangen worden maar hergebruikt dan levert dit een besparing op van 27.5 ton CO2 per ton straatstenen.

Straatstenen wegen 3.99 kg per stuk en er gaan 45 st in een m2. Dit houdt in dat hergebruik een besparing oplevert van 326.47 Kg Co2 per m2

## 4. Conclusie

Veel klinkers gaan nu bij projecten nog standaard in de puinbreker. Door de klinkers bij het verwijderen direct op te halen, te reinigen en sorteren is 90% herbruikbaar.

Er zou gesteld kunnen worden dat als herbruikbaar materiaal beschikbaar is, het nieuw produceren per definitie tot een onnodige CO2 uitstoot leidt.

De circulaire economie wordt door steeds meer opdrachtgevers als belangrijk ervaren. Het hergebruik van klinkers past helemaal in het concept van de circulaire economie.

### 4.1. Bevindingen

Herbruiken van straatstenen loont. Het levert namelijk een aanzienlijke besparing op van CO2 productie elders in de keten. Echter is het proces arbeids intensief (stenen pelletiseren) en opdrachtgevers moeten bereid zijn dit herbruikbare stenen mee te nemen in het ontwerp.

### 4.2. Verbeterpunten

Belangrijkste verbeterpunt is dat er meer aandacht moet komen voor de besparing die dit proces oplevert. Voor de besparing is het noodzakelijk dat opdrachtgevers er zich van bewust zijn van de ontwerpkeuzes die ze maken. Nog te veel speelt prijs een rol bij de keuzes van de inrichting van een project. Calculatie op basis van CO2 zou standaard meegenomen moeten worden in het bepalen van een inrichting van een project. Dit verdient de aandacht de komende jaren.