

Memo

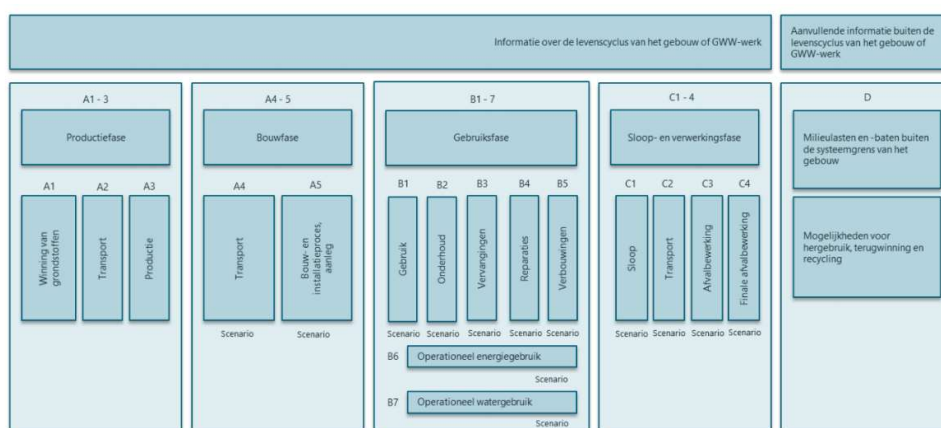
onderwerp Rijkswaterstaat - Update Ketenanalyse Wegverbreiding **datum** 22 oktober 2021
bestemd voor Rijkswaterstaat
ter attentie van Jan Klein Kranenburg **referentie** 205111_M_CRN_0158
opgesteld door Kamiel Jansen, Valerie Lushpa **projectnummer** 205111
gecontroleerd door Christine Wortmann

1 Inleiding

In deze memo lichten we de update van de bestaande ketenanalyse van Rijkswaterstaat voor wegverbreiding A4 Burgerveen-Leiden toe. Rijkswaterstaat heeft besloten om de bestaande ketenanalyse uit 2017 te laten actualiseren en de update te laten uitvoeren door Primum. Deze memo beschrijft de werkwijze en de resultaten van deze update. Het doel van deze opdracht is een actualisatie van het inzicht over de CO₂-impact en waar de belangrijkste reductiekansen liggen bij een wegverbreiding, waarbij er gebruikt wordt gemaakt van de meest recente gegevens m.b.t. tot de CO₂-emissies.

Deze ketenanalyse omvat de volgende vier fasen van een product/ project, tevens weergegeven in Figuur 1:

- Winning, productie en constructiefase (A);
- Gebruiksfase/ onderhoudsfase (B): buiten beschouwing gelaten vanwege de geringe impact;
- Einde levensfase/ sloop en afvalverwerkingsfase (C);
- Winst buiten de scope door recycling/ hergebruik (D).



Figuur 1. Levenscyclusfasen.



2 Werkwijze

Om zoveel mogelijk inzicht te verkrijgen in de verschillen tussen de oude en de geactualiseerde ketenanalyse, is besloten om te werken vanuit het basis-bestand van de oude ketenanalyse, opgesteld door Arcadis. Dit betrof een Excel-bestand¹. Hier is een extra tabblad aan toegevoegd: "Dashboard met Primum update". In dit tabblad zijn voor ieder gebruikt materiaal, materieel en transport de meest actuele conversiefactoren voor CO₂-uitstoot opgenomen. Aan de hand van deze nieuwe factoren is de berekening geactualiseerd. De resultaten hiervan staan in onderstaande paragraaf.

Voor de data is de meest actuele versie van de nationale Milieudatabase gebruikt (versie 3-1-2021). Alle resultaten zijn weergegeven in kilogram CO₂-equivalenten.

3 Resultaten

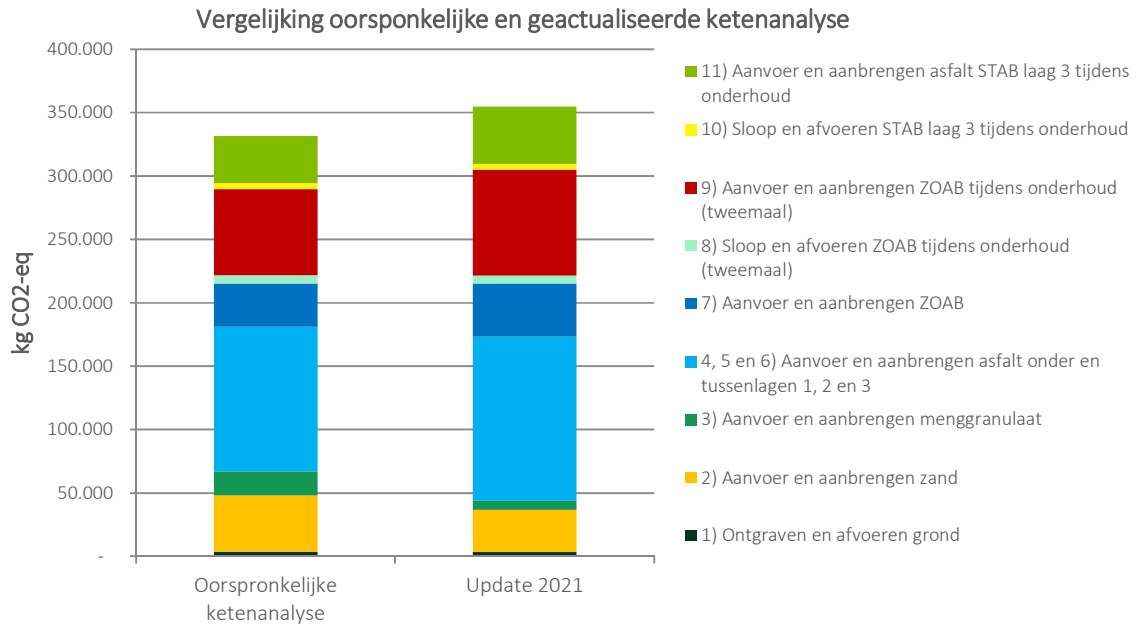
3.1 Resultaten ketenanalyse

Om inzicht te krijgen in de verschillen tussen de oorspronkelijke analyse uit 2017 en de geactualiseerde ketenanalyse, zijn eerst de resultaten op hoofdlijnen met elkaar vergeleken in Tabel 1. Aansluitend zijn de verschillen in resultaten visueel weergegeven in Figuur 2 en uiteengezet per ketenstap in Figuur 3.

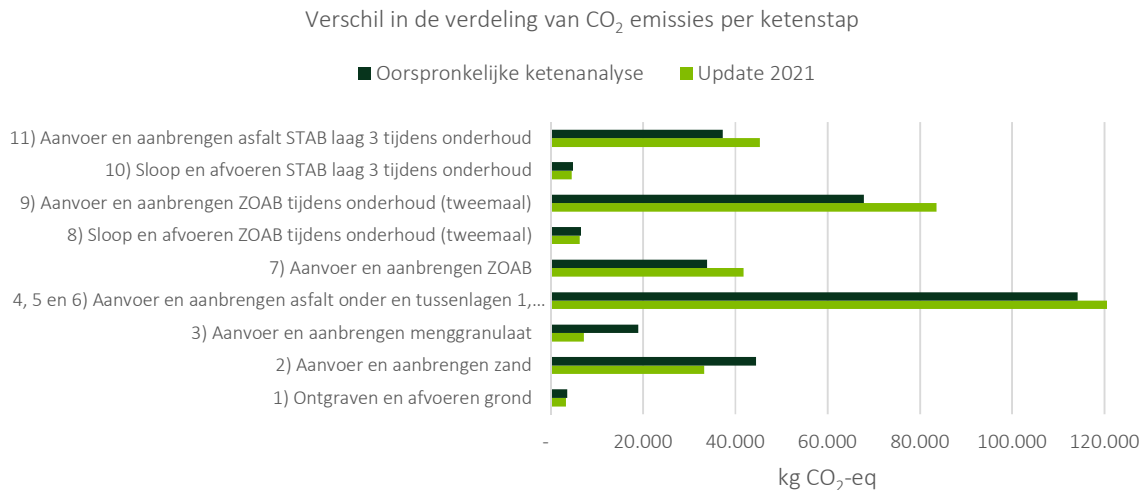
Tabel 1: Vergelijking oorspronkelijke en geactualiseerde ketenanalyse

Onderdeel	CO ₂ -uitstoot analyse 2017 (kg CO ₂ -eq)	CO ₂ -uitstoot geactualiseerde analyse (kg CO ₂ -eq)	Vershil in CO ₂ -uitstoot (kg CO ₂ -eq)	Vershil (%)
1) Ontgraven en afvoeren grond	3.578	3.344	-234	-7%
2) Aanvoer en aanbrengen zand	44.525	33.241	-11.284	-25%
3) Aanvoer en aanbrengen menggranulaat	18.970	7.194	-11.776	-62%
4, 5 en 6) Aanvoer en aanbrengen asfalt onder en tussen lagen 1, 2 en 3	114.151	129.625	15.475	14%
7) Aanvoer en aanbrengen ZOAB	33.911	41.798	7.887	23%
8) Sloop en afvoeren ZOAB tijdens onderhoud (tweemaal)	6.605	6.282	-322	-5%
9) Aanvoer en aanbrengen ZOAB tijdens onderhoud (tweemaal)	67.821	83.595	15.774	23%
10) Sloop en afvoeren STAB laag 3 tijdens onderhoud	4.857	4.538	-319	-7%
11) Aanvoer en aanbrengen asfalt STAB laag 3 tijdens onderhoud	37.265	45.277	8.012	22%
TOTAAL	331.682	354.895	23.213	+7%

¹ Document naam: Rekenblad CO₂-ketenanalyse viaduct N261A59 20170223 definitief



Figuur 2. Grafiek met het verschil in de resultaten (in kg CO₂-eq)



Figuur 3. Grafiek met het verschil in de resultaten (in kg CO₂-eq)

Zoals weergegeven in Tabel 1 is er sprake van een toename van 23.213 kg CO₂-eq in de geactualiseerde ketenanalyse. Dit komt overeen met een toename van 7%. Deze toename in CO₂-uitstoot is met name te wijten aan de verandering in het bitumenprofiel, als gevolg van een nieuwe conversiefactoren met een hogere impact. Deze profielverandering van bitumen heeft geresulteerd in een toename van 47.148 kg CO₂-eq (58%) in de berekende CO₂-uitstoot verdeeld over de ketenstappen waarin bitumen toegepast wordt (4 t/m 7, 9 en 11). Daarentegen is een forse afname van de CO₂-impact 11.776 kg CO₂-eq (-62%) van menggranulaat te zien. Menggranulaat wordt nu als afvalproduct gezien, waardoor hier geen



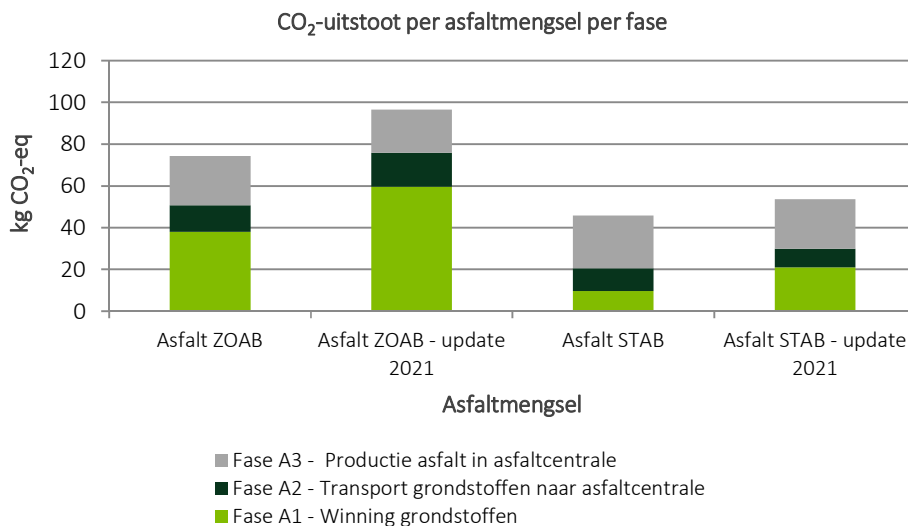
emissies meer aan toe worden gerekend in fase A1-A3. Aansluitend is de CO₂-impact van zand met 11.284 kg CO₂-eq (-25%) afgenomen door de geactualiseerde emissiefactor, waarmee het profiel van zand beter scoort. Dit geldt ook voor dieselverbruik in materieel, met een afname van 875 kg CO₂-eq (-18%) in de ketenstappen waar grondstoffen aan- en afgevoerd worden (1, 8 en 10) tot gevolg.

3.2 Analyse asfalt

Het grootste aandeel van CO₂-uitstoot in de keten is te wijten aan het STAB en ZOAB-asfalt, zowel in de oorspronkelijke als de geactualiseerde ketenanalyse. Om deze reden is een verdiepende analyse uitgevoerd waarin een onderverdeling gemaakt wordt naar de winning van de grondstoffen (fase A1), transport van de grondstoffen naar de asfaltcentrale (fase A2) en de productie van asfalt in de asfaltcentrale (fase A3). De CO₂-uitstoot in de oorspronkelijke ketenanalyse van de STAB en ZOAB-materialen in de genoemde levensfasen is geactualiseerd aan de hand van een LCA Achtergrondrapport voor branche representatieve Nederlandse asfaltmengsels 2020 van TNO. De vergelijking van het de totale uitstoot voor de materialen in fase A1 tot en met A3 is gemaakt in Tabel 2 en gevisualiseerd in Figuur 3.

Tabel 2. Verschil in totale CO₂-uitstoot van de asfaltmengsels ZOAB en STAB in de fase A1 tot en met A3.

Asfaltmengsel	Oorspronkelijke ketenanalyse Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Update 2021 Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Vershil (%)
Asfalt ZOAB (Regulier)	74,4	96,50	-38%
Asfalt STAB (AC bin/ base 50% PR)	45,9	53,56	17%



Figuur 3: Grafiek met de CO₂-uitstoot per type asfaltmengsel per fase.

Zoals af te lezen van Tabel 2 is de CO₂-uitstoot van de winning, transport en productie (fasen A1-A3) van één ton STAB-asfaltmengsel toegenomen met 7,66 kg CO₂-eq (17%). De uitstoot van één ton ZOAB-asfaltmengsel is met 28,50 kg CO₂-eq (38%) afgenomen na de toepassing van actuele emissiefactoren. Deze verschillen wordt verklaard aan de hand van de onderstaande verdiepende tabellen.



Tabel 3. Verschil totale CO₂-uitstoot in fase A1

Asfaltmengsel fase A1 (winning grondstoffen)	Oorspronkelijke ketenanalyse Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Update 2021 Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Vershil (%)
Asfalt ZOAB (Regulier)	38,02	59,70	57%
Asfalt STAB (AC bin/ base 50% PR)	9,69	20,90	116%

Zoals weergegeven in Tabel 3 resulteert het toepassen van actuele emissiefactoren in een toename van 11,21 kg CO₂-eq (116%) in de CO₂-uitstoot die vrijkomt bij de winning van grondstoffen (fase A1) voor de productie van één ton STAB-asfaltmengsel en 21,00 kg CO₂-eq (57%) voor één ton ZOAB-asfaltmengsel. Deze actuele emissiefactoren hebben een hogere impact door de aanpassing van het bitumen profiel, dat in 2021 een hogere CO₂-uitstoot per ton asfaltmengsel kent. Tevens leiden verbeteringen in de profielen voor steenslag en de afdruiptremmende stof in fase A1 respectievelijk tot een kleine afname en een kleine toename in de CO₂-uitstoot.

Tabel 4. Verschil totale CO₂-uitstoot in fase A2.

Asfaltmengsel fase A2 (transport naar producent)	Oorspronkelijke ketenanalyse Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Update 2021 Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Vershil (%)
Asfalt ZOAB (Regulier)	12,77	16,10	26%
Asfalt STAB (AC bin/ base 50% PR)	10,82	8,96	-17%

In fase A2 (Tabel 4) wordt gekeken naar de uitstoot die vrijkomt als gevolg van transport naar de producent door middel van diesel-aangedreven vrachtwagens. De toename van 3,34 kg CO₂-eq (26%) als gevolg van het transport van één ton ZOAB-asfaltmengsel wordt voornamelijk veroorzaakt door additioneel vrachtwagentransport en updates van de Nationale Milieu Database (NMD) en de EcoInvent Database. De afname van 1,86 kg CO₂-eq (17%) als gevolg van het transporteren van één ton STAB-asfaltmengsel is te verklaren door een methodische wijziging in het toerekenen van transport voor secundair materiaal.

Tabel 5. Verschil totale CO₂-uitstoot fase A3

Asfaltmengsel fase A3 (productie)	Oude ketenanalyse Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Update 2021 Totale CO ₂ -uitstoot in A1-A3 (kg CO ₂ -eq per ton materiaal)	Vershil (%)
Asfalt ZOAB (Regulier)	23,58	20,70	-12%
Asfalt STAB (AC bin/ base 50% PR)	25,35	23,70	-6%

Het toepassen van actuele emissiefactoren voor het berekenen van de CO₂-uitstoot als gevolg van de productie (fase A3) van zowel het ZOAB- als het STAB-asfaltmengsel resulteert in een afname van respectievelijk 2,88 kg CO₂-eq (12%) en 1,65 kg CO₂-eq (6%) per ton asfaltmengsel. Deze afname is te verklaren doordat de asfaltcentrales energiezuiniger zijn geworden.



4 Conclusie

De geactualiseerde ketenanalyse wegverbreding geeft een totale CO₂-uitstoot van 354.895 kg. Dit is een toename van 7%, wat overeenkomt met 23.213 kg CO₂-eq ten opzichte van de eerdere CO₂-analyse. Dit verschil is toe te wijzen aan de actualisatie van de gebruikte CO₂-data voor de verschillende processen en materialen.

De actualisatie van de CO₂-data resulteert met name in een toename in de CO₂-uitstoot als gevolg van het verslechterde bitumen profiel. Daarentegen wordt deze toename gecompenseerd met een afname in de uitstoot door verbeterde profielen van menggranulaat, zand en dieselvebruik.

Tevens is gebleken dat het toepassen van actuele emissiefactoren met betrekking tot de winning van grondstoffen voor de productie (A1) van zowel het ZOAB- als het STAB-asfaltmengsel een hogere CO₂-uitstoot tot gevolg heeft ten opzichte van fase A2 (transport) en A3 (productie). Deze toename is ook te wijten het verslechterde bitumen profiel. In fase A2 is er sprake van een kleine toename in de CO₂-uitstoot als gevolg van het transport van het ZOAB-asfaltmengsel naar de producent, wat veroorzaakt wordt door additioneel vrachtwagentransport en verbeterde profielen voor dieselvebruik van vrachtwagens in de databases van de NMD en Ecolnvent. Tot slot resulteert de actualisatie van de emissiefactoren voor de productie (fase A3) van het ZOAB- en STAB-asfaltmengsel in een afname in CO₂-uitstoot, wat verklaard kan worden door energiezuinigere productie van asfaltcentrales.

Geconcludeerd kan worden dat deze update heeft niet geleid tot een ander inhoudelijk inzicht over waar de impact en verbeterkansen zitten, ten opzichte van de vorige analyse.



Bijlage 1 Gebruikte profielen

Vergelijking CO₂-emissiefactoren voor toegepaste materialen in kg CO₂/hoeveelheid materiaal

Materialen	Oude CO ₂ -emissie factor	Nieuwe CO ₂ -emissie factor	Eenheid	Profiel	Vershil nieuw t.o.v. oud (%)
Asfalt AC surf zonder PR	66,80	97,8	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200928	46%
Asfalt AC surf met 30% PR	61,60	83,7	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200929	36%
Asfalt AC surf met gemodificeerd bitumen zonder PR	79,00	114,1	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200930	44%
Asfalt AC surf met gemodificeerd bitumen met 30% PR	71,30	96,6	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200931	35%
Asfalt AC bin/base 50% PR	45,90	53,56	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200932	17%
Asfalt AC bin/base 50% PR met gemodificeerd bitumen	50,10	59,16	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200933	18%
Asfalt ZOAB Regulier	74,40	96,5	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200934	30%
Asfalt ZOAB Regulier +	75,90	102,4	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200935	35%
Asfalt 2L-ZOAB toplaag*	75,60	* niet meer geproduceerd in NL	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200936	N.v.t.



Asfalt 2L-ZOAB toplaag met gemodificeerd bitumen	86,60	116,2	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200937	34%
Asfalt 2L-ZOAB onderlaag	77,40	97,3	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200938	26%
Asfalt 2L-ZOAB onderlaag met gemodificeerd bitumen*	85,80	*niet meer geproduceerd in NL	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200939	N.v.t.
Asfalt SMA	64,20	99,9	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200940	56%
Asfalt Waterbouwasfaltbeton	61,80	95,7	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200941	55%
Asfalt Open steenasfalt	57,00	72,3	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200942	27%
Asfalt Gietasfalt	72,50	126,5	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200943	74%
Asfalt Asfaltmastiek	84,30	167,1	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200944	98%
Bitumen emulsie tussenlaag	277,32	355,81	kg CO ₂ / ton	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	28%
Themoplatische markering	2.566,76	2620,00	kg CO ₂ / ton	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	2%
Grond (per as) ²	-	0,00	kg CO ₂ / m ³	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	0%
Landzand (per as)	2,72	2,24	kg CO ₂ / m ³	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-18%

² Grond (per as) wordt gezien als hergebruik en is voor fase A1-A3 op nul gezet.



Zeezand- ophoogzand ³	8,59	4,49	kg CO ₂ / m ³	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-48%
Menggranulaat 250 mm ⁴	2,81	0,00	kg CO ₂ / m ²	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-100%
Gr.mach.hydr. (gemiddeld)	52,59	46,66	kg CO ₂ / uur	LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase, Hoofdstuk 1000 t/m 8000 Processen	-11%
Wiellaadschop	43,49	67,10	kg CO ₂ / uur	LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase, Hoofdstuk 1000 t/m 8000 Processen	54%
Wals	49,50	34,40	kg CO ₂ / uur	LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase, Hoofdstuk 1000 t/m 8000 Processen	-31%
Afwerkmaschine asfalt (gemiddeld, per type)	46,14	46,14	kg CO ₂ / uur	LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase, Hoofdstuk 1000 t/m 8000 Processen	0%
Sproeiwagen (gemiddeld)	9,92	9,76	kg CO ₂ / uur	LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase, Hoofdstuk 1000 t/m 8000 Processen	-2%
Wals (gemiddeld)	49,50	34,40	kg CO ₂ / uur	DuboCalc versie 4.01.2 bibliotheek 4.03.04062015	-31%
Koudfrees (gemiddeld, per type)	3,28	3,24	kg CO ₂ / ton	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-1%
Vr. auto reiniging veeg/zuig 6-8m ³	74,18	73,00	kg CO ₂ / uur	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-2%
Mark. Strepentrekmaschine	56,29	51,70	kg CO ₂ / uur	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-8%
Transport bulk (over de weg)	0,27	0,13	kg CO ₂ / tonkm	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-50%
Transport vrachtwagen bulkgoederen < 20 ton	0,30	0,26	kg CO ₂ / tonkm	CO2emissiefactoren.nl	-14%
Transport vrachtwagen bulkgoederen > 20 ton	0,12	0,11	kg CO ₂ / tonkm	CO2emissiefactoren.nl	-9%

³ In de huidige NMD is geen categorie 3 data voor zeezand, om deze reden is gekozen om categorie 1 data te gebruiken als meest representatieve data.

⁴ Menggranulaat wordt als afvalproduct gezien, waardoor hier geen emissie aan te alloceren zijn en emissiefactor op 0 is gezet.



Transport bulk trekker + oplegger	0,08	0,08	kg CO ₂ / tonkm	CO2emissiefactoren.nl	0%
Diesel (NL) ⁵	3,23	3,26	kg CO ₂ / liter	CO2emissiefactoren.nl	1%
Asfaltauto 34t: 270kW: 10X4	83,46	82,10	kg CO ₂ / uur	Dubocalc 6.0 (15-09-2021)	-2%
Asfalt AC surf zonder PR	66,80	97,8	kg CO ₂ / ton	lca-achtergrondrapport-voor-nederlandse-asfaltmengsels-2020_v200928	46%

⁵ Diesel blend (B7) is gebruikt.