

MKI en CO₂-Berekening

N321 – Provincie Noord-Brabant

Verantwoording

Titel MKI-berekening N321 Noord-Brabant
Onderwerp: MKI-referentieberekening
Projectnummer: 51004750
Klant: Provincie Noord-Brabant

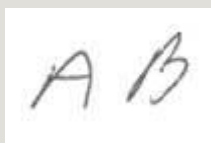
Referentienummer : NL23-648800269-45143
Versie: Definitieve versie

Datum: 09-03-2023

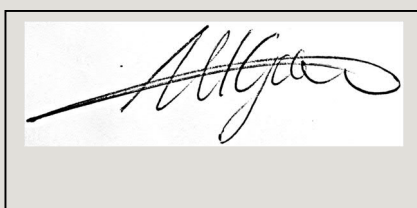
Auteurs Tamara Monster
Romy Mathôt
E-mailadres tamara.monster@sweco.nl
romy.mathot@sweco.nl

Gecontroleerd door:

Anne Bonthuis



Goedgekeurd



Inhoud

Berekening MKI.....	4
1.1 Doel van de berekening.....	4
1.1.1 Leeswijzer	4
1.2 Software	4
1.3 Gehanteerde data.....	5
1.4 Scope begrenzing.....	5
1.5 Milieu-impact	7
 2 Resultaten	8
 3 Analyse	9
3.1 Analyse totale werk	9
3.2 Specificering impactvolle posten	9
3.2.1 Hoofdrijbaan	9
3.2.2 Fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen	11
3.2.3 Flora en Fauna	13
 4 Conclusie.....	14
 5 Bijlage	15

Berekening MKI

1.1 Doel van de berekening

De verharding van de provinciale weg N321 Grave-Cuijk is aan het eind van haar technische levensduur. In het kader van het streven om wegen zo integraal mogelijk aan te pakken wanneer groot onderhoud aan de verharding noodzakelijk is, wordt er nagedacht over de mogelijkheden betreffende duurzaamheid in het onderhoud.

Om tot een zo duurzaam mogelijk projectresultaat te komen is er een referentieberekening van de milieu-impact van het werk opgesteld om mee te nemen in de aanbesteding. Op basis van de referentieberekening worden inschrijvers uitgedaagd om zowel het primaire grondstoffenverbruik evenals de CO₂-emissies te beperken, om zodoende de milieu-impact van de werkzaamheden aan de N321 te beperken.

De milieu-impact wordt inzichtelijk gemaakt door middel van de milieukostenindicator (MKI), een indicator die de schaduwkosten van 11 milieueffecten uitdrukt in euro's. Ook CO₂-emissies maken onderdeel uit van de MKI. Voor de N321 is er specifieke interesse in de CO₂ footprint van het werk. De CO₂ -equivalent zal daarom ook apart van de MKI berekend worden en centraal staan in de analyse.

De opdracht behelst het realiseren van het groot onderhoud aan de N321. De berekening is gebaseerd op het VO, en de bijbehorende SSK-raming.

1.1.1 Leeswijzer

In de hiernavolgende paragrafen van hoofdstuk 1 volgt informatie over hoe de MKI en CO₂-berekening is opgesteld. In Hoofdstuk 2 worden de resultaten uiteengezet. In Hoofdstuk 3 analyseren we welke onderdelen de grootste bijdrage hebben aan de MKI en CO₂ equivalent. Resultierend in de conclusie in hoofdstuk 4. In Bijlage 1 staan alle posten uitgesplitst naar de SSK-raming.

1.2 Software

Voor deze berekening is 'DuboCalc versie 6.0' toegepast. Er is gebruik gemaakt van data uit de Nationale Milieudatabase met publicatiedatum tot en met '23 nov. 2022'. Voor aanbesteding wordt geadviseerd de berekening uit te voeren in dezelfde versie van DuboCalc. Het werken met dezelfde versie voorkomt het meten met twee maten, en zorgt ervoor dat aanbestedingen volgens identieke criteria beoordeeld worden.

Belangrijk om te vermelden is dat er in DuboCalc 6.0 een fout in de software zit. "In de berekening van CO₂-uitstoot van vrijkomende materialen zit een fout. Bij het aanvinken van vrijkomend materiaal wordt de volledige uitstoot van het product getoond in plaats van alleen de CO₂-uitstoot die van toepassing is voor vrijkomend materiaal. Deze fout zal niet in DuboCalc 6.0 worden gecorrigeerd."

Dit houdt in dat het de CO₂-equivalent van vrijkomende materialen hoger uitvalt dan daadwerkelijk het geval is omdat alle levensfasen worden meegenomen in plaats enkel de eindelevensduur. Hierom is besloten om de vrijkomende materialen buiten de berekening van de CO₂-equivalent te laten. De fout heeft alleen betrekking op de CO₂-berekening, voor MKI voor vrijkomend materiaal worden de juiste waarden getoond.

1.3 Gehanteerde data

De MKI en CO₂-emissies zijn bepaald aan de hand van de standaarddetails, hoeveelheden en producttypen afkomstig uit de volgende documenten, aangeleverd op 22/11/2022 en 30/11/2022:

- Prob. 51004750-W503-10-SSK-03-A Variant 2
- 6.6.753 Hoeveelhedenstaten PS Variant 2
- Deelraming rotondes in beton hoeveelheden

De materialen uit de ramingen zijn aan de hand van data afkomstig uit de Nationale Milieu Database gekoppeld aan overeenkomende items in DuboCalc. In bijlage 1 is uitgewerkt hoe de hoeveelheden uit de raming zijn omgezet tot materiaalhoeveelheden zoals die gebruikt worden in de productkaarten in DuboCalc. Indien er niet een exact overeenkomend item beschikbaar is, is gezocht naar een item dat zoveel mogelijk lijkt op het bedoelde materiaal.

Deze berekening is voor het grootste gedeelte opgesteld op basis van categorie 3 data afkomstig uit de Nationale Milieu Database. Dit betreft data opgesteld op basis van branchegemiddelden. Door onzekerheid in de data is er in de MKI van deze productkaarten een standaard foutmarge van 30% opgenomen. Bij een aantal materialen hebben we categorie 1 of 2 data kunnen gebruiken. Dit type data behoeft geen ophoogmarge. Welke materialen dit betreft is aangegeven in de bijgeleverde Excel (bijlage 1).

Voor de berekening zijn we uitgegaan van een projectlevensduur van 60 jaar. Indien onderdelen van het project een levensduur korter dan 60 jaar hebben, worden vervangingen meegerekend. In de berekening zullen alle vier de fases van de levenscyclus-benadering mee worden genomen. Dit betreft de productie- en bouwphase (respectievelijk A1-A3 en A4-A5), de gebruiksfase (B) en de sloop- en de hergebruiksfase (C-D).

DuboCalc 6.0 geeft geen mogelijkheid om de transportafstand van de productkaarten aan te passen. We zijn daarom uitgegaan van al ingevulde standaardwaarden.

1.4 Scope begrenzing

De scope van de ontwikkeling van de weg betreft verschillende wegvakken, specifiek wegvak 5-1, 6-1 (inclusief het aanbrengen van de rotonde), 7-2, 8-2, 9-2 (inclusief het aanbrengen van de rotonde) en 10-2. Voor de berekening zijn de hoeveelheden uit de verschillende wegvakken bij elkaar opgeteld, waardoor er één MKI en CO₂ score voor het gehele werk is opgezet.

Het uitgangspunt van de berekening is het opstellen van een complete MKI en CO₂-footprint, en dus het doorrekenen van het gehele werk. Op basis van de volgende criteria is er echter besloten om een gedeelte van het werk niet in de berekening op te nemen.

1. Materialen zijn niet (onder de juiste voorwaarden) in de DuboCalc bibliotheek beschikbaar
2. Materialen hebben geen onderscheidend vermogen voor inschrijvers door specificatie product of beperkte alternatieven
3. Significatie van de materialen is zeer beperkt

De volgende onderdelen van de raming zijn opgenomen in de berekening:

1. Grondwerk
2. Wegverharding hoofdrijbaan/fietsbaan (m.u.v. onderstaande posten)
3. Elementenverhardingen (m.u.v. onderstaande posten)
4. Bebakening en markering
5. Groenvoorzieningen, flora en fauna
6. Grondkerende constructie
7. Tellussen

Onderstaande elementen vallen buiten de scope van de berekening.

1. Opruimwerkzaamheden en voorbereiding
2. Hoofdrijbaan
 - a. Verwijderen asbesthoudende uitzetvoegen door gecertificeerde asbestverwijderaar
 - b. Herstraten inritconstructies
3. Fietspad
 - a. Verwijderen onderlaag verhardingsconstructie fietspaden 125mm beton, verwijderen d.m.v. beuken (170m³)
 - b. Verwijderen funderingsconstructie zijwegen 200mm (puingranulaat, asbesthoudend)
4. Openbare verlichting

Van onderstaande elementen valt de CO₂-eq buiten de scope van de berekening gezien het hier om vrijkomende materialen gaat. Zoals eerder aangegeven nemen we door een fout in Dubocalc 6.0 de CO₂-equivalent niet mee in de berekening.

1. Hoofdrijbaan
 - a. Grond afvoeren vanuit depot
 - b. Frezen bovenlaag verhardingsconstructie 200mm asfalt (teervrij)
 - c. Frezen bovenlaag verhardingsconstructie 75mm asfalt teervrij
 - d. Frezen bovenlaag verhardingsconstructie 30mm asfalt teervrij
 - e. Frezen onderlaag verhardingsconstructie 200mm beton (verwijderen d.m.v. beuken)
 - f. Verwijderen markering van thermoplastisch materiaal
2. Fietspad
 - a. Grond afvoeren vanuit depot
 - b. Frezen bovenlaag verhardingsconstructie (op beton) fietspaden 100mm asfalt teervrij
 - c. Verwijderen onderlaag verhardingsconstructie fietspaden 150mm beton, verwijderen d.m.v. beuken (52,5m³)
 - d. Verwijderen onderlaag verhardingsconstructie fietspaden 125mm beton, verwijderen d.m.v. beuken (170m³)
 - e. Sloopfrezen verharding fietspaden 100mm (teervrij)
 - f. Sloopfrezen verharding fietspaden 200mm (teervrij)
 - g. Sloopfrezen verharding zijwegen en/of parallelweg 160mm (teervrij)
 - h. Verwijderen funderingsconstructie fietspaden 200mm (puingranulaat/ grind/ slakken)

- i. Verwijderen funderingsconstructie zijwegen 200mm (menggranulaat)
- j. Verwijderen funderingsconstructie zijwegen 200mm (puingranulaat/ grind/ slakken)
- k. Verwijderen markering van thermoplastisch materiaal

1.5 Milieu-impact

De MKI-berekening van de N321 betreft de totale MKI-waarde van €805.426,88 en CO₂equivalent van 7.727.728,81 kg. Deze totale scores zijn opgebouwd uit de optelde wegvakken, en de rotondes die onderdeel zijn van wegvak 6-2 en 9-2. In de tabellen in hoofdstuk 2 worden de MKI-waarden en CO₂-equivalent per onderdeel gespecificeerd.

	MKI (€)	CO ₂ -eq (kg)
Totaal (incl. 2 rotondes)	805.426,88	7.727.728,81

Tabel 1. MKI en CO₂ equivalent totaalscore

2 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de uitkomsten van de berekening inzichtelijk gemaakt. De tabel geeft de opbouw van de MKI-waarde en de CO₂-equivalent van het aanleggen van het totaal van de wegvakken weer, inclusief de rotondes als onderdeel van wegverharding hoofdrijbaan. In Hoofdstuk 3 gaan we dieper in op onze bevindingen in relatie tot de uitkomsten.

N321 wegvakken

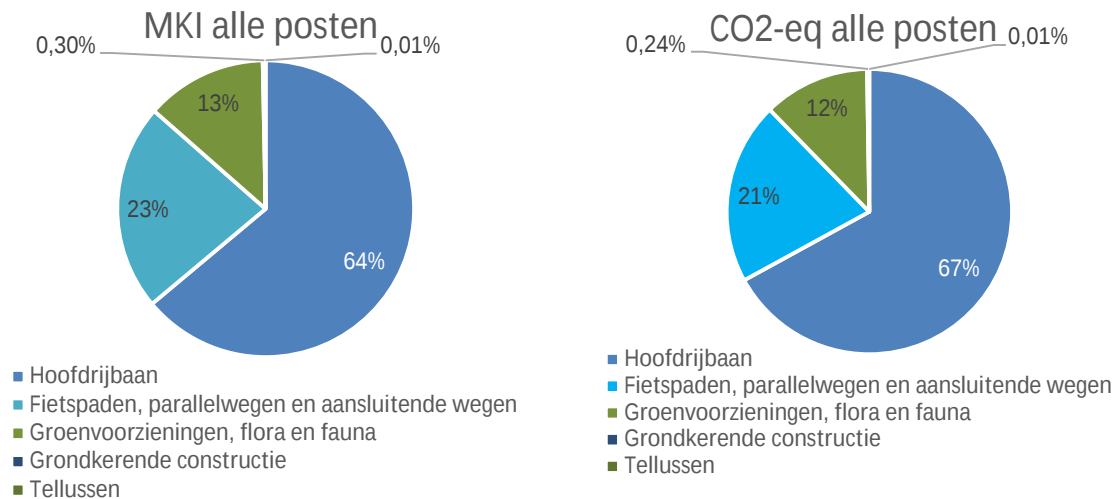
	Materiaal	MKI (€)	CO ₂ -eq (kg)
252,00	Hoofdrijbaan	513.827,57	5.166.660,34
252.0	Grondwerk	15.108,62	86.561,60
252.1	Wegverharding hoofdrijbaan (verhardingsconstructie A)	323.789,89	3.736.197,07
252.180	Aanbrengen rotonde in beton (2x) (Onderbouwing zie Excel: Rtonde)	146624,40	166.7800,62
252.3	Elementenverhardingen	13.697,50	162.271,14
252.4	Bebakening en markering	161.231,56	1.181.630,53
253,00	Fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen	182.681,03	1.613.240,41
253.0	Grondwerk	7.112,27	40.253,05
253.1	Wegverharding fietspaden/ parallelwegen (verhardingsconstructie in asfalt)	172.494,84	1.535.907,09
253.2	Elementenverhardingen	3.073,92	37.080,27
254.1	Groenvoorzieningen, flora en fauna	106.472,09	928.583,88
256.1	Grondkerende constructie	2.399,04	18.835,28
257.1	Tellussen	47,15	408,90
	TOTAAL	805.426,88	7.727.728,81
	TOTAAL ZONDER ROTONDES	658.802,48	6.059.928,19

Tabel 2. MKI en CO₂-equivalent per post

3 Analyse

Om de milieu-impact en footprint van de verschillende onderdelen van het werk inzichtelijk te maken zijn de resultaten van de berekening aan een zwaartepuntanalyse onderworpen. In dit hoofdstuk bespreken we de belangrijkste bevindingen die uit deze analyse naar voren zijn gekomen.

3.1 Analyse totale werk



Figuur 1a. MKI verdeeld over alle posten

Figuur 1b. CO₂ equivalent verdeeld over alle posten

Het grootste gedeelte van de milieu-impact en footprint is afkomstig van het werk aan de hoofdrijbaan en daarna de fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen. Dat is een logisch gevolg van de aard van de werkzaamheden en de hoeveelheid materialen binnen deze posten. Ten opzichte van het totaal is 87% van de MKI afkomstig van het aanleggen van de wegvakken (figuur 1a – hoofdrijbaan, fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen). Als we kijken naar de CO₂-equivalent zien we dat de wegvakken een vergelijkbaar deel voor zich nemen, namelijk 88% (figuur 1b - hoofdrijbaan, fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen). Flora & fauna draagt als derde post voor 12% aan het CO₂ equivalent en 13% aan de MKI bij aan het totale werk. In het volgende subhoofdstuk zullen we de impactvolle posten in het werk van de N321 verder specificeren.

3.2 Specificering impactvolle posten

3.2.1 Hoofdrijbaan

Als eerste beschouwen we de hoofdposten van de hoofdrijbaan, zie figuur 2a en 2b. Uit figuur 2a komt naar voren dat de wegverhardingen het grootste aandeel van de MKI (63%) en CO₂-eq (72%) levert, gevolgd door bebakening en markeringen in de hoofdrijbaan (MKI 31%, CO₂-eq 23%). Dit laatste is voornamelijk te wijden aan het thermoplastisch materiaal dat ten behoeve van wegmarkering wordt gebruikt. De overige onderdelen – elementenverhardingen en grondwerk – leveren relatief gezien een zeer kleine bijdrage aan de MKI en CO₂ equivalent.

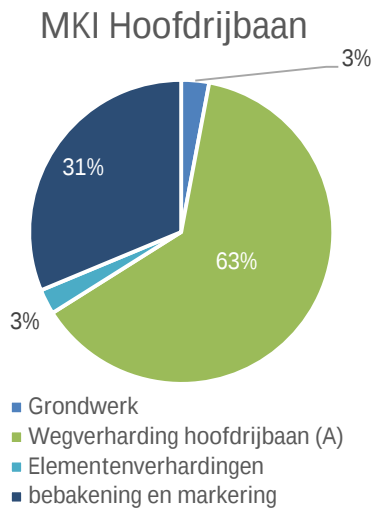


Fig. 2a MKI verdeeld over posten Hoofddrijbaan

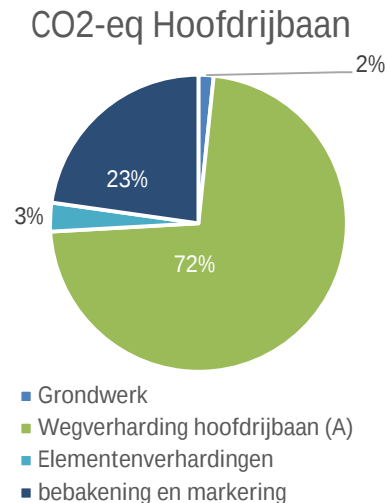


Fig. 2b. CO2-eq verdeeld over posten Hoofddrijbaan

Uit bovenstaande figuren blijkt dat de grote slag in de verduurzaming van het werk gemaakt kan worden binnen de wegverharding. Figuren 3a en 3b geven de specificering weer van de verschillende materialen en processen die ten grondslag liggen aan dit onderdeel van het werk.

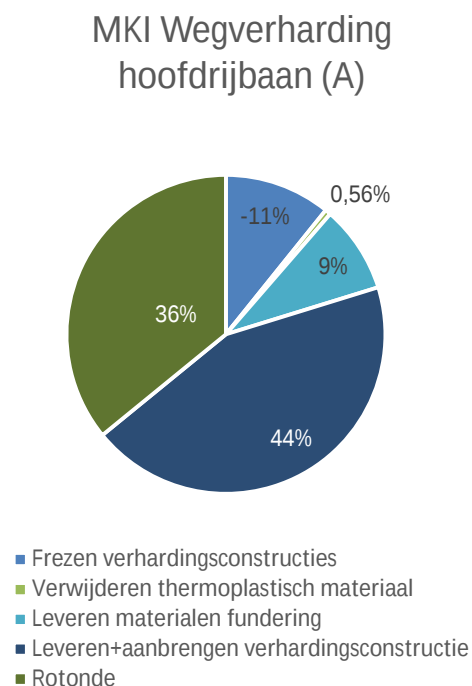


Fig. 3a. MKI verdeeld over post wegverharding

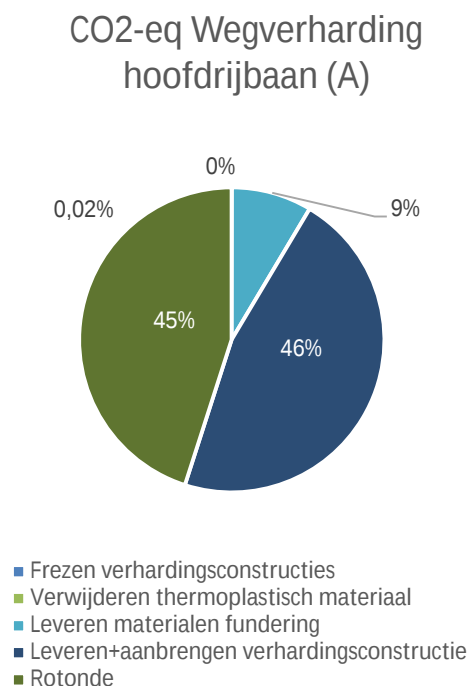


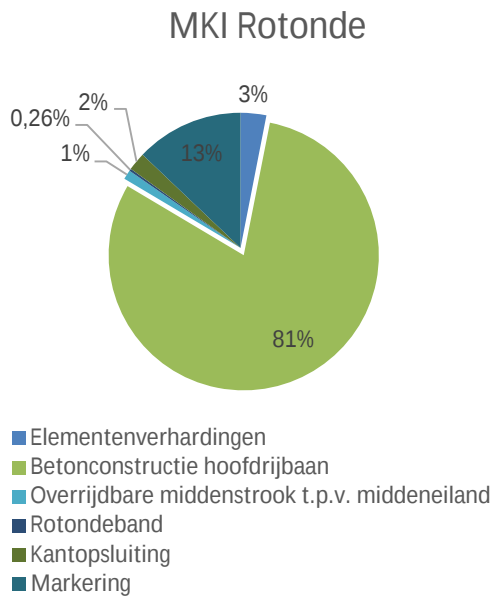
Fig. 3b. CO2-eq verdeeld over post wegverharding

Uit de figuur 3b blijkt dat de grootste CO₂-equivalent impact gemaakt wordt in de dat leveren + aanbrengen verhardingsconstructies (46%), nauw gevolgd door de rotonde (45%). Een vergelijkbaar beeld is te zien in de MKI.

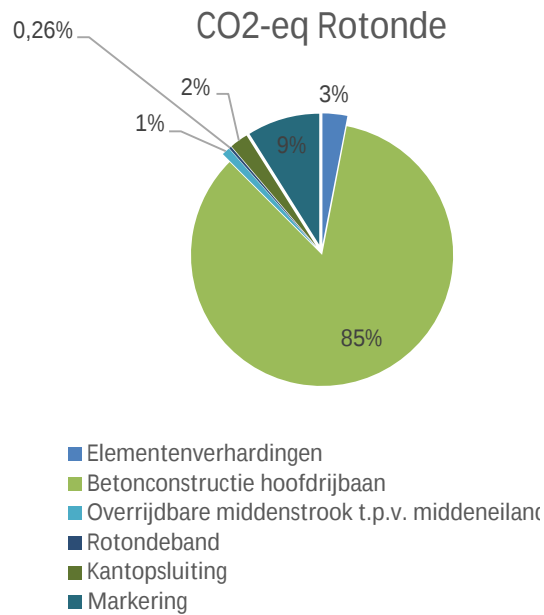
Uit de MKI-waarde blijkt dat frezen verhardingsconstructies (-11%) een negatieve impact heeft. Dit betekent een positieve bijdrage aan de MKI, wat het gevolg is van het hergebruik van de materialen die vrijkomen bij het frezen. Dit ontbreekt in de CO₂-equivalent omdat de vrijkomende materialen niet meegenomen zijn in deze berekening.

Kijkend naar de MKI en CO₂-equivalent van de hoofddrijbaan, is er voornamelijk veel te winnen in het duurzamer aanleggen van de rotonde en de wegverhardingen. Voor de wegverhardingen kan gedacht worden aan duurzamere verhardingselementen, door bijvoorbeeld hergebruik of materiaal met een hoog recycling percentage.

De rotonde op zichzelf is weer een verzameling van werkzaamheden. Met vier-vijfde deel wordt de milieu-impact van de rotonde bepaald door aanbrengen van de betonconstructie van de hoofddrijbaan (MKI: 81%, CO₂-eq: 85%). Binnen deze post wordt de milieu-impact voor bijna driekwart bepaald door wapeningstaal. Ten behoeve van verduurzaming kan er voor de rotonde kan er gekeken worden naar innovatieve wapeningsmethodes of de mogelijkheid van het verminderen van wapeningsmateriaal.



Figuur 3c. MKI verdeeld over post rotonde



Figuur 3d. CO₂-eq verdeeld over post rotonde

3.2.2 Fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen

In onderstaande afbeeldingen beschouwen we de hoofdpoten van het fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen (respectievelijk FP, PW, AW). Uit figuur 4a en 4b komt naar voren dat de wegverhardingen ook bij het fietspad het grootste aandeel aan de MKI (94%) en CO₂-eq (95%) levert. De overige onderdelen grondwerk en elementenverharding leveren nauwelijks een bijdrage.

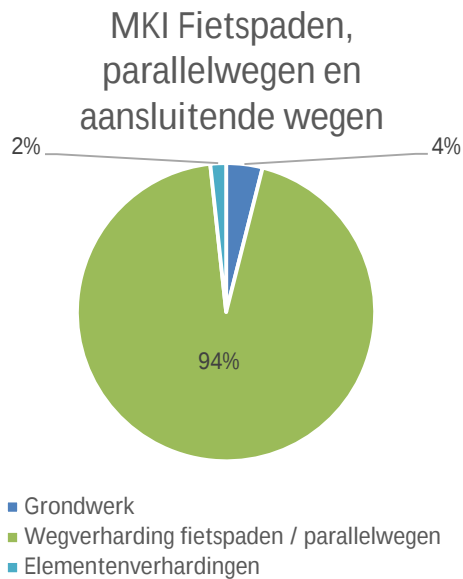


Fig. 4a. MKI verdeeld over posten FP, PW, AW

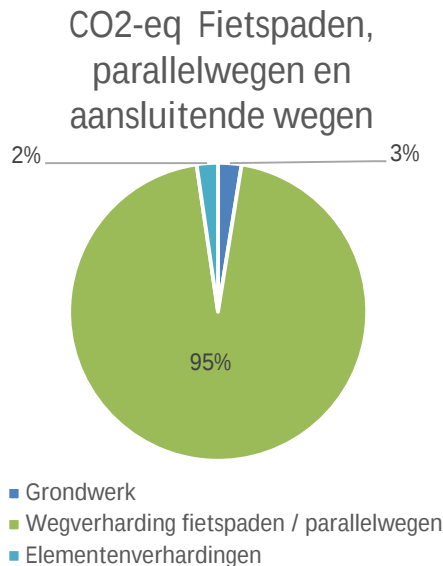


Fig. 4b. CO₂-eq verdeeld over posten FP, PW, AW

Figuren 5a en 5b geven de specificering weer van de verschillende materialen en processen die ten grondslag liggen aan het onderdeel wegverhardingen van de fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen.

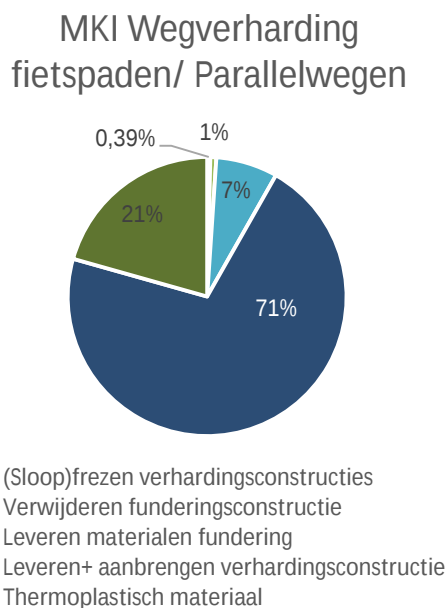


Fig. 5a. MKI verdeeld over posten WV, FP, PW

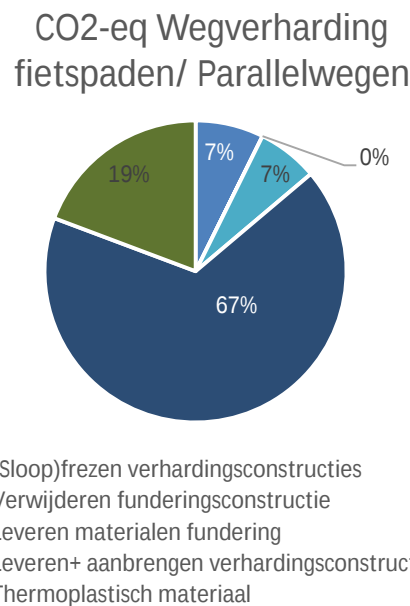


Fig. 5b. CO₂-eq verdeeld over posten WV, FP, PW

Ook hierbij draagt leveren + aanbrengen verhardingsmateriaal het meeste bij aan de MKI (71%, fig. 5a) en CO₂-equivalent (67%, fig. 5b). In de fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen draagt het verwijderen, leveren en aanbrengen van thermoplastisch materiaal als tweede post het meeste bij aan MKI (21%) en CO₂-eq (19%).

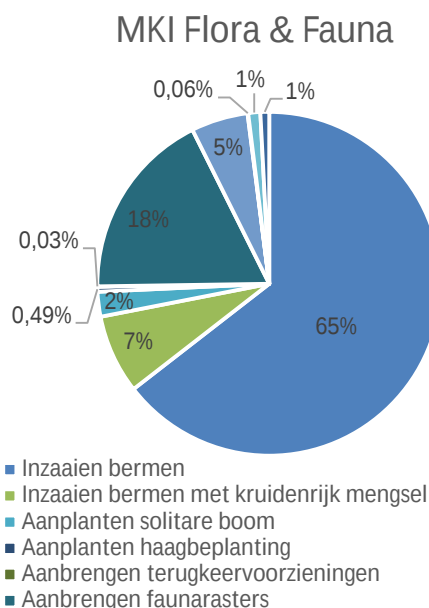
In de post sloopfrezen van verhardingsconstructies is een afwijking tussen CO₂-eq (7%, fig 5b.) en MKI (0,37%, fig. 5a) zichtbaar. Dit is te verklaren omdat er bij de MKI-waarde ook vrijkomende materialen met een positieve milieu impact worden meegenomen in de berekening. Bij de CO₂-equivalent zijn deze buiten de berekening gelaten.

Voor de fietspaden, parallelwegen en aansluitende wegen is zoals getoond voornamelijk veel te winnen in het duurzamer aanleggen van de wegverhardingen. Hiervoor kan gedacht worden aan duurzamere verhardingselementen, door bijvoorbeeld hergebruik of materiaal met een hoog recycling percentage. Daarnaast is er relatief veel verduurzaming te behalen in het leveren + aanbrengen van thermoplastisch materiaal. Er kan onderzocht worden welke duurzamere variant voor de wegmarkering gebruikt kan worden, bijvoorbeeld koud plastische wegmarkering.

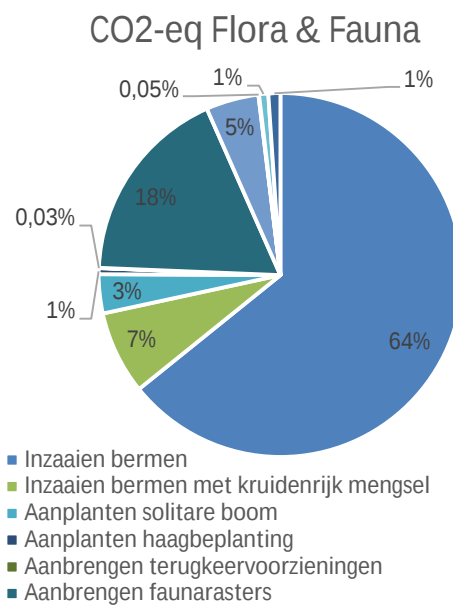
3.2.3 Flora en Fauna

Flora en Fauna draagt slechts 12% aan de CO₂-eq en voor 13% aan de totale MKI (fig. 1b en 1a). Ten opzichte van de hoofdrijbaan en fietspaden, parallelwegen aansluitende wegen valt de impact dus enorm mee. Echter willen we graag specificeren waar de impact van de flora en fauna vandaan komt. Dit om te voorkomen dat er bespaard gaat worden op deze post, terwijl het toevoegen van groen en biodiversiteitsmaatregelen juist ten goede komt aan het milieu.

Het inzaaien van het gras en kruidenrijk mengsel kent in totaal de grootste CO₂-equivalent en MKI-waarde binnen deze post (MKI: 72%, fig. 6a en CO₂-eq: 71%, fig. 6b). Dit wordt veroorzaakt door de hoge frequentie van maaien waar in een standaard scenario vanuit wordt gegaan. Om de milieu-impact van groenvoorzieningen te verlagen, kan de Provincie Noord-Brabant overwegen het groen minder vaak te maaien, dan wel een mengsel te zaaien wat minder onderhoud behoeft. Dit heeft bovendien voordelen voor de biodiversiteit.



Figuur 6a. MKI van flora en fauna.



Figuur 6b. CO₂ equivalent van flora en fauna

4 Conclusie

De milieu-impact en CO₂-equivalent van de N321 is als volgt:

	MKI (€)	CO ₂ -eq (kg)
Totaal (incl. 2 rotondes)	805.426,88	7.727.728,81

Uit de zwaartepuntanalyse blijkt dat de grootste winst behaald kan worden op de wegverhardingen en dan met name de verhardingsconstructie. Het inzetten op verduurzaming van deze werkzaamheden zal dus leiden tot de grootste milieu-impact. Hierbij kan gedacht worden aan het inzetten op hergebruik van materialen, verhardingsmaterialen met een hoog recyclingpercentage en/of lage temperatuur asfalt. Daarnaast kan er CO₂ en MKI-winst behaald worden door het gebruik van een duurzamere vorm van wegmarkering zoals koudplast en het anders omgaan met het beheer van het groen. Het inzetten op duurzame processen zoals het werken met elektrisch materieel en transport zijn stappen die relatief makkelijk te zetten zijn.

In deze berekening zijn we bij de meeste posten uitgegaan van categorie 3 data afkomstig uit de Nationale Milieu Database. Dit betreft data opgesteld op basis van branchegemiddelden, en door onzekerheid in de data dient er een standaard foutmarge van 30% opgenomen te worden. Wanneer de aannemer ervoor kiest een LCA uit te voeren op (onderdelen van) het werk, zal de milieukostenindicatie lager uitvallen met het wegvallen van deze toeslag van 30%. Hiermee dient rekening gehouden te worden in het in het opstellen van een bovengrens en eventuele ondergrens wanneer er uitgevraagd wordt met milieu impact als BPKV-criterium.

5 Bijlage

- Bijlage 1: MKI-berekening N321 (Excel): Materialen en hoeveelheden