

MKI-berekening

N34 Knooppunt Gieten Provincie Drenthe

27 december 2024 - Internal

Contactpersoon

DEWI PAARDEKOOPE
MSC
Adviseur Duurzaamheid en
Circulaire Economie

T 06 1143 8575
E dewi.paardekooper@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Algemeen	4
1.2	Milieukostenberekening	4
1.3	Scope	4
2	MKI-BEREKENINGEN	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Resultaat MKI-berekening en CO ₂ -uitstoot	19
2.3	Risico en omissies	23
	Colofon	24

1 Inleiding

Duurzaam materiaal- en grondstoffengebruik is een belangrijk duurzaamheidsthema voor Provincie Drenthe. In veel projecten zijn aanzienlijke besparingen mogelijk van het energie- en grondstoffenverbruik. Hierbij kunnen keuzes gemaakt worden in o.a. hoeveelheden materiaal, het type materiaal en transportafstanden. Om duurzaam materiaalgebruik een extra stimulans te geven, wordt het gunningscriterium duurzaam materiaalgebruik gehanteerd in de aanbesteding van het realisatiecontract.

Om de duurzaamheid van materialen in een dergelijk project weer te kunnen geven, kan een MKI (Milieu Kosten Indicator) score van het werk inzicht geven. De MKI geeft de milieubelasting weer van het materiaal- en energieverbruik dat nodig is om het aangeboden ontwerp te realiseren en te laten functioneren, beschouwd over de gehele projectlevensduur. Hiertoe behoren ook eventuele vervangingen van objecten of onderdelen daarvan, tijdens het in stand houden van het project.

1.1 Algemeen

Deze rapportage presenteert de Dubocalc-berekening van de vier varianten van een fly-over op knooppunt Gieten, waar de N34 en de N33 elkaar kruisen.

In grote lijnen houdt het project de volgende onderdelen in, conform het overzicht in de SSK raming N34 knooppunt Gieten VO v02.

- Fly-over 2x1
- Fly-over 2x2
- Verschoven fly-over 2x1
- Verschoven fly-over 2x2

1.2 Milieukostenberekening

De milieubelastendheid van elk van de ontwerpvarianten is bepaald door de uitkomst van de LCC / TCO-berekening in te voeren in een DuboCalc. DuboCalc is een analysemethode die is ontwikkeld door Rijkswaterstaat om de milieueffecten van een materiaal of werk vanaf grondstoffenwinning tot sloop of einde levensduur in beeld te brengen. Deze milieueffecten worden uitgedrukt in een zogeheten Milieukosten Indicator (oftewel MKI-waarde). De MKI is de standaard output van DuboCalc en omvat 11 verschillende milieu-effecten, waaronder de uitstoot van het broeikasgas CO₂. De MKI zegt iets over de gehele levenscyclus van het project/werk, dus naast de aanlegfase heeft de MKI ook betrekking op onderhoud, gebruiksfase en einde levensduur.

De methode is gebaseerd op de methodiek van Levenscyclusanalyse (LCA) volgens ISO14040-44, EN15804 en de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en Bouwwerken. DuboCalc geeft dus inzicht in de totale milieubelasting van een ontwerpvariant, uitgedrukt in de MKI-score – en ook in CO₂-equivalente emissies.

1.3 Scope

Om de CO₂- en MKI-waarde van het werk duidelijk inzichtelijk te maken, is het belangrijk om de scope van het project voor de berekening duidelijk af te bakenen. De scope van de berekening voor onderhavig project is conform het overzicht in de SSK raming N34 knooppunt Gieten VO v02 met daarin de volgende onderdelen:

- Opbrekwerkzaamheden
- Grondwerk
- Verharding
- Constructies
- Inrichting
- Riolering/HWA

Voor een nadere scope van het werk met de relevante meegenomen en uitgesloten onderdelen, wordt doorverwezen naar hoofdstuk 2.

2 MKI-BEREKENINGEN

2.1 Inleiding

Dubocalc maakt gebruik van een uitgebreide database waarin de meeste gangbare materialen en processen in de grond,- weg- en waterbouw zijn opgenomen. Hierbinnen zijn echter nog verschillende keuzemogelijkheden die effect kunnen hebben op de berekening. Het is belangrijk om duidelijk aan te geven welke uitgangspunten zijn genomen bij het kiezen van de juiste items. Hieronder worden deze uitgangspunten toegelicht.

Uitgangspunten van de berekening

De hoeveelheden en materialen die in de berekening zijn gebruikt komen rechtstreeks uit de SSK raming N34 knooppunt Gieten VO v02. In onderstaande tabel zijn de activiteiten van het project weergegeven (linker kolom), met in de middelste kolom de gekozen LCA referentie (uit DuboCalc). In de rechterkolommen zijn de meeteenheid en de hoeveelheid opgenomen.

Tabel 1: Uitgangspunten CO₂- en MKI berekening in Dubocalc

Flyover 2x1

Item in raming	Referentie in Dubocalc	Hoeveelheid	Eenheid
Vorbereidende- en opbrekwerkzaamheden			
Verwijderen asfaltverharding (bijbaan) incl afvoeren teervrij	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	84	kg
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	45000	kg
Opbreken en afvoeren fundering	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	294	m ³
Slopen kunstwerk - betonnen fieterstunnel	Wapeningsstaal	59	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	280	m ³
	Wapeningsstaal	56	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	443	m ³
	Wapeningsstaal	80	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	295	m ³
	Wapeningsstaal	44	ton
	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	294	m ²
slopen kunstwerk - SPIROsol verkeersduiker	Duiker, staal	55	m ¹

Item in raming	Referentie in Dubocalc	Hoeveelheid	Eenheid
Grondwerk			
Grond ontgraven - cunet	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	316 uur	
Grond ontgraven - watergang	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	91 uur	
Grond ontgraven - watercomensatie 80 l/m2 nieuwe verharding	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	18 uur	
Vervoeren grond van depot en verwerken	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	424 uur	
Vervoeren grond van depot en ontgraven	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	117 uur	
Aanvullen grond - naast rijbaan	Ophoogmateriaal, grond	13500 m ³	
Aanbrengen ophoogzand	Ophoogmateriaal, grond	57960 m ³	
Aanbrengen cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	53648 m ³	
Profileren cunet			
Leveren ophoogzand	Ophoogmateriaal, zand	14175 m ³	
Leveren cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	53648 m ³	
Afvoeren en storten grond	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	1073 uur	
Verharding			
Leveren en aanbrengen hydraulisch menggranulaat	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	97112 m ²	
aanbrengen asfaltconstructie rijbaan	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR-asfalt 2.0	22486500 kg	
	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	7495500 kg	
	SMA 811 met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	6558563 kg	
aanbrengen asfalt fietspad - rood	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	84375 kg	
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	45000 kg	
Aanbrengen grasbetonstenen - passeerstrook	Grasbetontegels per m2	12090 m ²	

Item in raming	Referentie in Dubocalc	Hoeveelheid	Eenheid
Constructies			
geleiderail	Nieuwe stalen geleiderails type VLP2DL 13380	5450	m ¹
grondwapening - terra armee	Polypropyleen weefsel gewapend 0,58 kgm2	1620	m ²
viaduct b=30	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	12000	m ³
	Wapeningsstaal	3000	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	1620	m ³
	Wapeningsstaal	324	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	1440	m ³
	Wapeningsstaal	288	ton
	Betonstraatsteen deklaagsteen 210x105x80mm grijs	84	m ²
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	220	m ³
	Wapeningsstaal	5	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	443	m ³
	Wapeningsstaal	80	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	295	m ³
	Wapeningsstaal	44	ton
fietsonderdoorgang - open gedeelte	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	294	m ³
	Wapeningsstaal	59	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	280	m ³
	Wapeningsstaal	56	ton
Inrichting			

Item in raming	Referentie in Dubocalc	Hoeveelheid	Eenheid
Lichtmasten h=8m	Lichtmast aluminium schaalbaar	109	st
markering	Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend	24500	m ¹
Egaliseren en inzaaien bermen	Aanleg, inzaaien gras	127545	m ²

Flyover 2x2

Item in raming	Referentie in Dubocalc	Hoeveelheid	Eenheid
Vorbereidende- en opbrekwerkzaamheden			
Verwijderen asfaltverharding (bijbaan) incl afvoeren teervrij	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	84	kg
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	45000	kg
Opbreken en afvoeren fundering	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	294	m ³
Slopen kunstwerk - betonnen fieterstunnel	Wapeningsstaal	59	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	280	m ³
	Wapeningsstaal	56	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	443	m ³
	Wapeningsstaal	80	ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	295	m ³
	Wapeningsstaal	44	ton
	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	294	m ²
Slopen kunstwerk - SPIROsol verkeersduiker	Duiker, staal	55	m ¹
Grondwerk			
Grond ontgraven - cunet	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	571	uur
Grond ontgraven - watergang	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	91	uur

Grond ontgraven - watercomensatie 80 l/m2 nieuwe verharding	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	32 uur
Vervoeren grond van depot en verwerken	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	694 uur
Vervoeren grond van depot en ontgraven	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	117 uur
Aanvullen grond - naast rijbaan	Ophoogmateriaal, grond	13500 m ³
Aanbrengen ophoogzand	Ophoogmateriaal, grond	66302 m ³
Aanbrengen cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	53648 m ³
Profileren cunet		
Leveren ophoogzand	Ophoogmateriaal, zand	14175 m ³
Leveren cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	53648 m ³
Afvoeren en storten grond	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	1110 uur
Verharding		
Leveren en aanbrengen hydraulisch menggranulaat	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	115295 m ²
Aanbrengen asfaltconstructie rijbaan	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	32475300 kg
	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	10825100 kg
	SMA 811 met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	9471963 kg
Aanbrengen asfalt fietspad - rood	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	84375 kg
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	45000 kg
Constructies		
Geleiderail	Nieuwe stalen geleiderails type VLP2DL 13380	5450 m ¹
Grondwapening - terra armee	Polypropyleen weefsel gewapend 0,58 kgm ²	1620 m ²
Viaduct b=30	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm ³ compleet	12000 m ³

	Wapeningsstaal	3000 ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	1620 m ³
	Wapeningsstaal	324 ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	1440 m ³
	Wapeningsstaal	288 ton
	Betonstraatsteen deklaagsteen 210x105x80mm grijs	84 m ²
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	220 m ³
	Wapeningsstaal	5,166 ton
Fietsonderdoorgang - open gedeelte	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	443 m ³
	Wapeningsstaal	80 ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	295 m ³
	Wapeningsstaal	44 ton
Fietsonderdoorgang - gesloten gedeelte	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	294 m ³
	Wapeningsstaal	59 ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	280 m ³
Inrichting		
Lichtmasten h=8m	Lichtmast aluminium schaalbaar	109 st
Markering	Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend	24500 m ¹
Egaliseren en inzaaien bermen	Aanleg, inzaaien gras	127545 m ²

Verschoven flyover 2x1

Item in raming	Referentie in Dubocalc	Hoeveelheid	Eenheid
Verwijderen asfaltverharding (bijbaan) incl afvoeren teevrij	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	262500	kg
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	140000	kg
Opbreken en afvoeren fundering	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	1400	m ²
Slopen kunstwerk - SPIROsol verkeersduiker	Duiker, staal	55	m ¹
Grondwerk			
Grond ontgraven - cunet	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	543	uur
Grond ontgraven - grondlichaam	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	379	uur
Grond ontgraven - watergang	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	176	uur
Grond ontgraven - watercomensatie 80 l/m ² nieuwe verharding	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	27	uur
Vervoeren grond van depot en verwerken	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	925	uur
Vervoeren grond van depot en ontgraven		197	uur
Aanvullen grond - naast rijbaan	Ophoogmateriaal, grond	16900	m ³
Aanbrengen ophoogzand	Ophoogmateriaal, grond	66047	m ³
Aanbrengen cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	57966	m ³
Profileren cunet			
Leveren ophoogzand	Ophoogmateriaal, zand	57966	m ³
Leveren cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	133018	m ³
Afvoeren en storten grond	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	694	uur
Riolering/ HWA			

HWA afvoerleiding, PVC 315	PVC 3 laags Rioolbuis SN8 315mm Bureauleiding	168 st van 5m
	Sleuf, aanleg van leidingwerk of duiker per m1	840 m ¹
Straatkolk; incl. Aansluiting	Kolk PVC Gietijzer met deksel	48 st
Verharding		
Leveren en aanbrengen hydraulisch menggranulaat	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	103900 m ²
Aanbrengen asfaltconstructie rijbaan	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	23013600 kg
	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	7671200 kg
	SMA 811 met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	6712300 kg
Aanbrengen asfalt fietspad - rood	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	262500 kg
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	140000 kg
Constructies		
Geleiderail	Nieuwe stalen geleiderails type VLP2DL 13380	1500 m ¹
Viaduct b=17	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	1568 m ¹
	Wapeningsstaal	392 ton
	Prefab Beton Ligger: Koker 20 m1 Overspanning Schaalbaar tot 30 m1	60 m ³
	Wapeningsstaal	12 ton
	Funderingspaal, onderdeel renovatie verkeersportaal staal, 450x450 mm, per strekkende meter, met een technische levensduur van 50 jaar.	180 m ¹
	Betonstraatsteen deklaagsteen 210x105x80mm grijs	84 m ²
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	220 m ³
	Wapeningsstaal	5 ton
Viaduct b=25	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	560 m ³

	Wapeningsstaal	140 ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	60 m ³
	Wapeningsstaal	12 ton
	Funderingspaal, onderdeel renovatie verkeersportaal staal, 450x450 mm, per strekkende meter, met een technische levensduur van 50 jaar.	180 m ¹
	Betonstraatsteen deklaagsteen 210x105x80mm grijs	84 m ²
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	220 m ³
	Wapeningsstaal	5 ton
Inrichting		
Lichtmasten h=8m	Lichtmast aluminium schaalbaar	307 st
Markering	Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend	33850 m ¹
Egaliseren en inzaaien bermen	Aanleg, inzaaien gras	176788 m ²

Verschoven flyover 2x2

Item in raming	Referentie in Dubocalc	Hoeveelheid	Eenheid
Vorbereidende- en opbrekwerkzaamheden			
Verwijderen asfaltverharding (bijbaan) incl afvoeren teervrij	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	262500 kg	
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	140000 kg	
Opbreken en afvoeren fundering	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	1400 m ²	
Slopen kunstwerk - SPIROsol verkeersduiker	Duiker, staal	55 m ¹	
Grondwerk			
Grond ontgraven - cunet	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	490 uur	

Grond ontgraven - grondlichaam	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	231 uur
Grond ontgraven - watergang	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	126 uur
Grond ontgraven - watercomensatie 80 l/m2 nieuwe verharding	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	33 uur
Vervoeren grond van depot en verwerken	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	1080 uur
Vervoeren grond van depot en ontgraven		147 uur
Aanvullen grond - naast rijbaan	Ophoogmateriaal, grond	16900 m ³
Aanbrengen ophoogzand	Ophoogmateriaal, grond	133018 m ³
Aanbrengen cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	66838 m ³
Profileren cunet		
Leveren ophoogzand	Ophoogmateriaal, zand	133018 m ³
Leveren cunetzand	Ophoogmateriaal, zand	66838 m ³
Afvoeren en storten grond	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	916,25 uur
Riolering/ HWA		
HWA afvoerleiding, PVC 315	PVC 3 laags Riolerbuis SN8 315mm Bureauleiding	168 st van 5m
	Sleuf, aanleg van leidingwerk of duiker per m1	840 m ¹
Straatkolk; incl. Aansluiting	Kolk PVC/Gietijzer met deksel	48 st
Verharding		
Leveren en aanbrengen hydraulisch menggranulaat	Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm	118176 m ²
Aanbrengen asfaltconstructie rijbaan	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	32497800 kg
	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	10832600 kg
	SMA 811 met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	9478525 kg

Aanbrengen asfalt fietspad - rood	AC binbase 50% PR met gemodificeerd bitumen PCR asfalt 2.0	262500 kg
	AC surf rood, met blank bindmiddel PCR asfalt 2.0	140000 kg
Constructies		
Geleiderail	Nieuwe stalen geleiderails type VLP2DL 13380	1500 m ¹
Viaduct b=17	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	1568 m ¹
	Wapeningsstaal	392 ton
	Prefab Beton Ligger: Koker 20 m1 Overspanning Schaalbaar tot 30 m1	60 m ³
	Wapeningsstaal	12 ton
	Funderingspaal, onderdeel renovatie verkeersportaal staal, 450x450 mm, per strekkende meter, met een technische levensduur van 50 jaar.	180 m ¹
	Betonstraatsteen deklaagsteen 210x105x80mm grijs	84 m ²
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	220 m ³
	Wapeningsstaal	5 ton
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	560 m ³
	Wapeningsstaal	140 ton
Viaduct b=25	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	60 m ³
	Wapeningsstaal	12 ton
	Funderingspaal, onderdeel renovatie verkeersportaal staal, 450x450 mm, per strekkende meter, met een technische levensduur van 50 jaar.	180 m ¹
	Betonstraatsteen deklaagsteen 210x105x80mm grijs	84 m ²
	Betonmortel voor GWW C4555 CEM III 2387 kgm3 compleet	220 m ³
	Wapeningsstaal	5 ton

Inrichting

Lichtmasten h=8m	Lichtmast aluminium schaalbaar	307,296 st
Markering	Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend	45540 m ¹
Egaliseren en inzaaien bermen	Aanleg, inzaaien gras	145174 m ²

*Voor de fly-over constructie is uitgegaan van een lengte van 200 m. Hier worden voor de overspanning voorgespannen prefab liggers met maximale deklengte van 50 m gebruikt. Daarnaast is uitgegaan van 3 grote betonnen steunpunten, 3 steunpunten op staal en 2 landhoofden. De fietsonderdoorgang is ingeschat op 50 m lengte gesloten deel en 15+75 m open deel, en 7 m breedte. Voor de verschoven fly-over is uitgegaan van een constructie van 65 m lengte. Hier worden voor de overspanning voorgespannen prefab liggers met maximale deklengte van 32 m gebruikt. Daarnaast is uitgegaan van 1 steunpunt, prefab betonpalen voor steunpunten en 2 landhoofden. Naast de fly-over worden twee kleinere viaducten gebouwd met een lengte van 55 m, beide eveneens met 1 steunpunt en 2 landhoofden.

Algemene randvoorwaarden

Voor het bepalen van de MKI-waarde van het project zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De berekening is gebaseerd op materialen en grondstoffen uit de Nationale Milieu Database.
- De scope van de berekening betreft de levensfasen A t/m D uit de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken van Stichting Bouwkwiteit (www.milieudatabase.nl) en EN15804.
- Er is enkel gebruik gemaakt van de aanwezige materialen en grondstoffen uit de bibliotheek van DuboCalc versie 6.0, met datum tot 24 oktober 2024. Er zijn geen aanvullende berekeningen gedaan met andere programma's, zoals bijvoorbeeld SimaPro, zodat de berekeningen voor eenieder reproduceerbaar zijn.

Uitgangspunten:

- Aangaande opbouw
 - Vanuit ervaring met hoeveelheden en materialen in soortgelijke projecten bij de kostenramers, zijn in samenwerking met hen de hoeveelheden en materialen bepaald. Waar mogelijk, zijn materialen één op één overgenomen uit de raming en de nationale milieudatabase. Waar dit niet mogelijk was is een zo goed mogelijke inschatting gemaakt.
 - De hoeveelheden voor beton en wapening van de constructies zijn bepaald in samenwerking met de constructeurs van Arcadis. Dit betreft een **grove** inschatting.
 - De opbouw van de verhardingen is verkregen van de provincie Drenthe.
- Aangaande sloop en afvoer "oude" materialen

Indien er bij de aanleg van het werk eerst bestaande constructies moeten worden verwijderd kunnen Items worden aangemerkt als Vrijkomend materiaal. Als een Item als Vrijkomend materiaal wordt aangemerkt zullen in de DuboCalc methodiek alleen de milieueffecten worden berekend van de einde levensduur fase inclusief de afvalverwerking van dat item. Echter binnen de afvalverwerking van bijvoorbeeld het item staal wordt het grootste gedeelte weer hergebruikt in nieuwe projecten. Dat betekent dat dit nieuwe project geen gebruik hoeft te maken van 'nieuw' staal. De milieubelasting die **voorkomen** wordt door het gebruik van hergebruikte staal in plaats van nieuw staal, wordt ook meegenomen in de afvalverwerkingsfase. Dit resulteert in een negatieve MKI-score voor staal in enkel de afvalverwerkingsfase.
- Aangaande transportafstanden

Voor transportactiviteiten van de materialen is uitgegaan van de gegeven transportafstand in DuboCalc.
- Aangaande levensduur projecten

Binnen DuboCalc kan voor een project één levensduur worden aangegeven. Alle varianten en items binnen dat project volgen de levensduur van het overkoepelende project. Voor dit project is een projectlevensduur van **100 jaar** aangehouden.

Opmerking aangaande betrouwbaarheid MKI-waarden

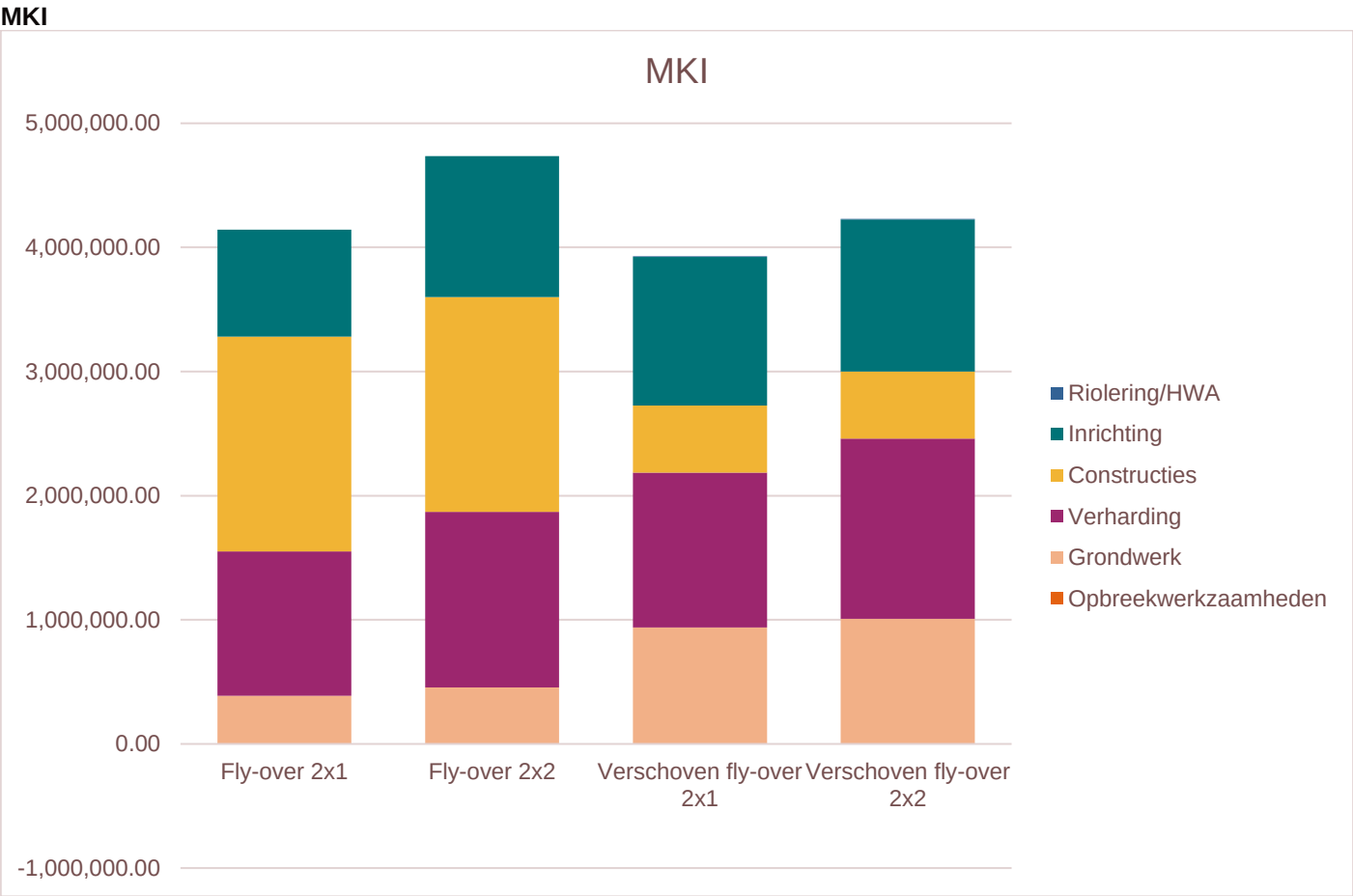
In DuboCalc zijn (naast categorie 1 (gevalideerd en bedrijfsspecifiek) en categorie 2 (branchegemiddelden en gevalideerd) zogenoemde categorie 3 data opgenomen. Dit zijn items gebaseerd op niet-gevalideerde LCA's (levenscyclusanalyses). Deze laatste krijgen een opslag van 30% conform de Nationale Milieudatabase en het onderliggende protocol. Deze data worden beheerd door de Stichting Bouwkwiteit (SBK, de beheerder van de Nationale Milieudatabase).

2.2 Resultaat MKI-berekening en CO₂-uitstoot

De totale MKI-waarde en CO₂-uitstoot van het project is uitgerekend voor de fasen A-D, inclusief categorie 3 data toeslag.

	MKI	CO ₂
Fly over 2x1:	€ 4.4142.381	36.392.487 kg CO ₂ eq
Fly-over 2x2:	€ 4.735.663	41.495.792 kg CO ₂ eq
Verschoven fly-over 2x1:	€ 3.927.385	34.687.741 kg CO ₂ eq
Verschoven fly-over 2x2:	€ 4.228.675	37.374.042 kg CO ₂ eq

In onderstaande diagrammen (figuur 1 en 2) is de bijdrage van ieder projectonderdeel aan de MKI-waarde en kg CO₂-eq weergegeven.



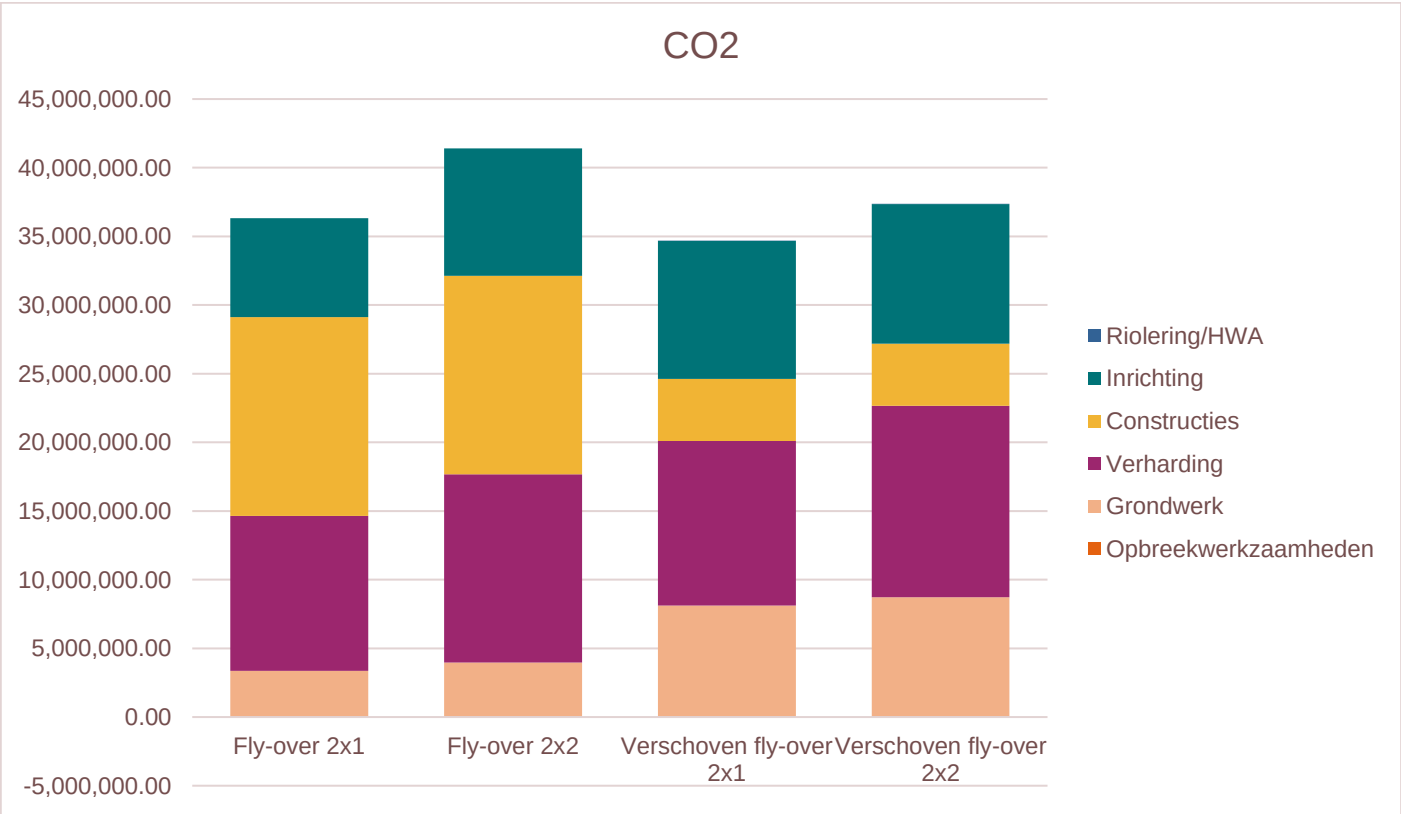
Figuur 1: MKI bijdrage per onderdeel aan de totale milieubelasting

Tabel 2: MKI per onderdeel, inclusief cat. 3 opslag

MKI	Fly-over 2x1	Fly-over 2x2	Verschoven fly-over 2x1	Verschoven fly-over 2x2
Opbrekwerkzaamheden	1.623	1.623	-527	-527

Grondwerk	386.359	454.316	939.441	1.008.626
Verharding	1.163.211	1.414.556	1.246.385	1.450.042
Constructies	1.729.919	1.729.919	540.400	540.400
Inrichting	861.269	1.135.249	1.197.931	1.226.380
Riolering/HWA			3.754	3.754
Totaal	4.142.381	4.735.663	3.927.3854	4.228.675

CO₂



Figuur 2: CO₂ bijdrage per onderdeel aan de totale milieubelasting

Tabel 3: CO₂-uitstoot per onderdeel

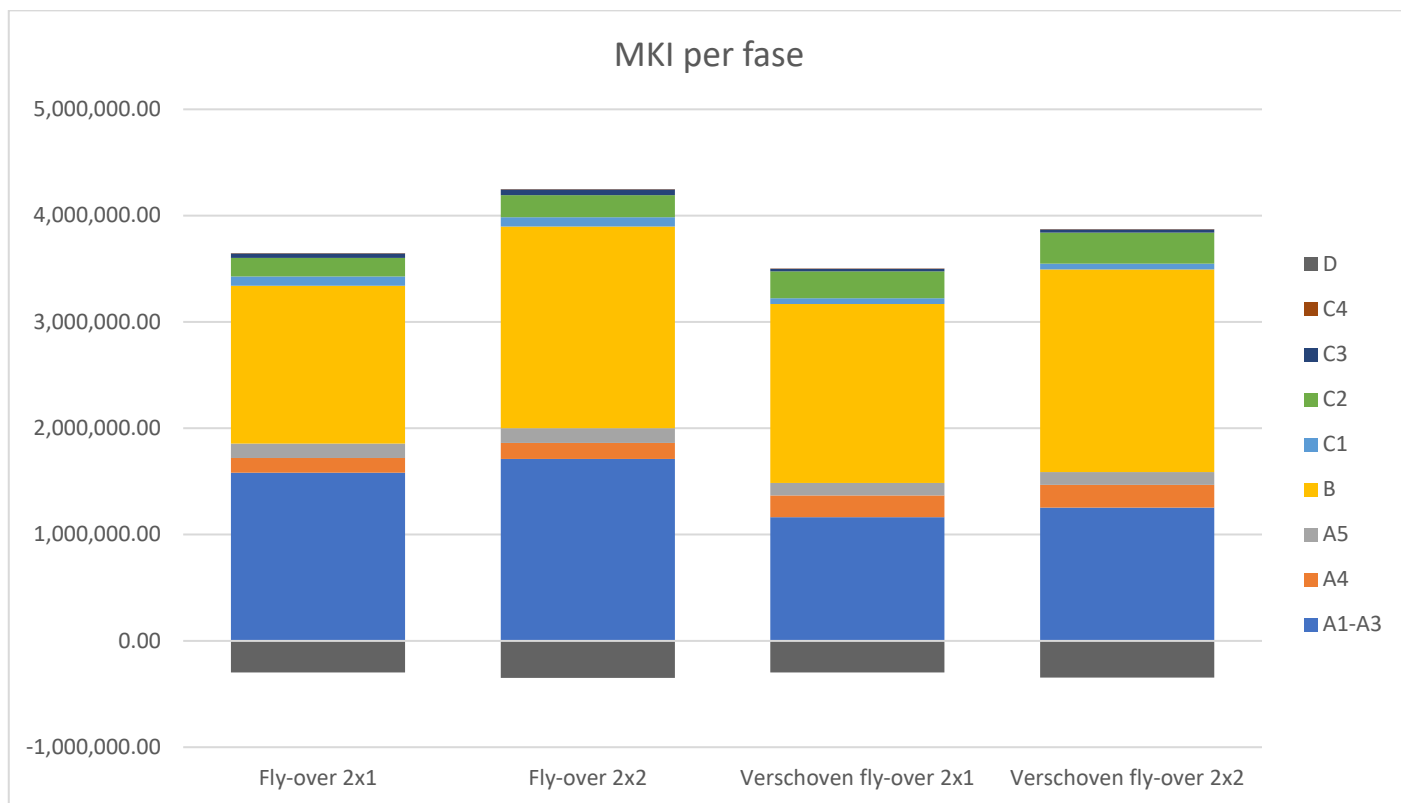
CO ₂	Fly-over 2x1	Fly-over 2x2	Verschoven fly-over 2x1	Verschoven fly-over 2x2
Opbreekwerkzaamheden	4.515	4.515	-1.949	-1.949

Grondwerk	3.368.397	3.965.382	8.109.824	8.716.872
Verharding	11.276.999	13.700.443	11.985.348	13.942.172
Constructies	14.466.436	14.466.436	4.533.097	4.533.097
Inrichting	7.213.140	9.269.016	10.030.105	10.152.533
Riolering/HWA			31.316	31.316
Totaal	36.329.487	41.405.792	34.687.741	37.374.042

Voor beide varianten van de fly-over geldt dat de constructies de hoogste MKI en CO₂-waarde hebben. Voor beide varianten van de verschoven fly-over geldt dat de verhardingen de hoogste MKI en CO₂-waarde hebben. De constructie van de fly-over is erg groot en moet (in delen) 200 meter overspannen, waardoor de dikte van de constructie toeneemt, en het aantal pijlers ook. De verschoven fly-over hoeft weliswaar minder meters te overspannen, maar is langer waardoor er meer verharding nodig is. In beide varianten telt de inrichting ook zwaar mee. Hieronder valt het plaatsen van lichtmasten, het inzaaien van de bermen en de lengtemarkering. De laatste twee onderdelen tellen zwaarder mee. Inzaaien van bermen gebeurt over een groot oppervlak en meerdere keren over de gehele levensduur, en het onderhoud hiervan telt door in de MKI-waarde. De lentemarkering wordt elke 12 jaar vervangen, conform de standaard objectlevensduur in Dubocalc en telt daarom zwaarder mee in de MKI-berekening.

Uitsplitsing in fasen

Naast de uitsplitsing in onderdelen kan het ook interessant zijn om de MKI waarde van het project te splitsen in de verschillende levensfasen van A1 t/m D. In onderstaande figuur en tabel is deze uitsplitsing te zien. Deze waarde is exclusief categorie 3 data opslag.



Figuur 3: MKI per fase

Tabel 4: MKI per fase, exclusief cat. 3 opslag

MKI per fase	Fly-over 2x1	Fly-over 2x2	Verschoven fly-over 2x1	Verschoven fly-over 2x2
A1-A3	1.583.578	1.711.346	1.162.580	1.253.681
A4	136.848	149.545	205.651	215.071
A5	135.024	140.872	117.283	118.081
B	1.485.814	1.895.224	1.684.747	1.906.729
C1	86.355	89.251	53.610	56.092
C2	174.670	207.033	251.165	291.164
C3	43.910	53.668	24.058	28.988
C4	2.486	2.937	3.993	4.557
D	-297.353	-348.172	-297.073	-344.157
Totaal	3.351.331	3.901.704	3.206.014	3.530.206

Fase A1 t/m A3 is de productiefase. CO₂-intensieve materialen zoals asfalt en beton (wat veel wordt gebruikt bij de fly-overs) worden hier geproduceerd. Daarnaast is de fase B erg hoog. Dat komt door een aantal vervangingen en onderhoud voor materialen zoals asfalt, lengtemarkering en het inzaaien van de bermen.

Uit de MKI-berekening blijkt dat met de huidige input van de provincie de verschoven fly-over met 2x1 rijbanen vanuit duurzaamheidsoogpunt de beste keuze is, gevolgd door de fly-over met 2x1 rijbanen.

2.3 Risico en omissies

De fundering van de fly-overs is niet meegenomen in berekening omdat deze niet in de raming stond. De fundering is vaak een groot en belangrijk onderdeel van de MKI-waarde. Wij verwachten dat de fundering dan ook in een volgende versie van de raming een groot onderdeel van de MKI-waarde zal zijn. De exacte verhouding tussen de varianten van de fly-over zal een resultaat zijn van welke fundering er gekozen wordt. Voor de MKI-berekening betekent dit dat de resultaten nog kunnen verschuiven.

Uit de gesprekken met de constructeurs van Arcadis voor het bepalen van de juiste hoeveelheden voor de fly-overs, viaducten en fietsonderdoorgang kwam naar voren dat het aanleggen van de fly-over (2x1 en 2x2) niet zonder risico is. Onder de constructie voor de fly-over ligt een folieconstructie:

- Hierdoor is geen bodemonderzoek mogelijk (anders prik je de folie lek)
- Fundering van de steunpunten zijn nodig en moet dan op staal (hier hebben we nu een inschatting voor gedaan), alleen is het erg onzeker hoe “sterk” de grond op de folie is (omdat je geen diepbodem onderzoek kan doen) en je moet er voorzorgen dat het gewicht van de poer en pijlers niet door de folie gaat drukken. Hier moet serieus nog goed naar gekeken worden of dit überhaupt wel kan. Want indien de folie lek raakt dan ligt de N33 er erg lang uit.
- Er is geen paalfundering mogelijk.

Indien een standaard betonnen dek niet kan dan moet de fly-over in een stalen brug of een tuibrug. Dat is een zeer grote en serieuze constructie, waarvan de provincie zich moet beraden of dat gewenst is.

Colofon

MKI BEREKENING
N34 FLY-OVER EN VERSCHOVEN FLY-OVER

KLANT
Provincie Drenthe

AUTEUR
Ing. Ashley Duker
Dewi Paardekooper MSc

DATUM
27 december 2024

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T [+31 \(0\)88 4261 261](tel:+3120884261261)

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](https://www.arcadis.com)