

# Milieukostenindicatie De Punt

Sweco Nederland B.V.  
Onderwerp  
Projectnummer

Handelsregister 30129769  
Bestek De Punt  
51006803

Klant  
Versie

Gemeente Dijk en Waard

Gecontroleerd door

.....  
Noor Gerretsen

Datum  
Auteur  
Documentnummer  
Document referentie

26-01-2023  
Henriette Hugenholtz

Vrijgegeven door

.....

# Inhoudsopgave

|       |                                                         |    |
|-------|---------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Berekening MKI .....                                    | 5  |
| 1.1   | Inleiding .....                                         | 5  |
| 1.1.1 | Leeswijzer .....                                        | 5  |
| 1.2   | Software .....                                          | 5  |
| 1.3   | Gehanteerde data .....                                  | 5  |
| 1.4   | Scope begrenzing .....                                  | 6  |
| 1.5   | MKI .....                                               | 6  |
| 2.    | Resultaten.....                                         | 7  |
| 2.1   | Fases.....                                              | 7  |
| 2.1.1 | Productie- en bouwfase (A) .....                        | 7  |
| 2.1.2 | Gebruiksfase (B).....                                   | 8  |
| 2.1.3 | Sloop- en verwerkingsfase (C) .....                     | 9  |
| 2.1.4 | Hergebruiksfase (D) .....                               | 9  |
| 2.2   | Onderdelen .....                                        | 10 |
| 2.2.1 | 1: Voorbereidende werkzaamheden en opruimingswerk ..... | 11 |
| 2.2.2 | 2: Grondwerk.....                                       | 13 |
| 2.2.3 | 3: Leidingwerk .....                                    | 14 |
| 2.2.4 | 4: Oever- en bouwwerken .....                           | 15 |
| 2.2.5 | 5: Verharding .....                                     | 15 |
| 2.2.6 | 7: Inrichting en bebakening .....                       | 17 |
| 3.    | Analyse .....                                           | 18 |
| 4.    | Conclusie .....                                         | 20 |
| 5.    | Bijlage 1 - MKI berekening De Punt .....                | 21 |



# 1. Berekening MKI

## 1.1 Inleiding

In de plaats Langedijk in Noord-Holland wordt een nieuwe ontsluitingsweg aangebracht. Voor deze nieuwe weg moet een bestaande rotonde op de Nauertogt worden aangepast en voorzien worden van een bypass. Tevens wordt een nieuwe rotonde gerealiseerd op de Spanjaardsdam. Om het grotere verkeersaanbod op de weg De Punt veilig te houden worden hier ook enkele maatregelen getroffen.

Om een eerste inzicht te krijgen in de hoofdcategorieën waar de milieu impact plaatsvindt, is deze MKI-rapportage opgesteld.

### 1.1.1 Leeswijzer

In de hiernavolgende paragrafen van Hoofdstuk 1 volgt informatie over hoe de MKI-berekening is opgesteld. In Hoofdstuk 2 worden de resultaten uiteengezet en in Hoofdstuk 3 analyseren we welke onderdelen de grootste bijdrage leveren aan de MKI. De rapportage eindigt met een conclusie in Hoofdstuk 4.

## 1.2 Software

Voor deze berekening is 'DuboCalc versie 6.0' toegepast, met gebruikte data met publicatiedatum tot en met '28 oktober 2022'. Voor aanbesteding wordt geadviseerd de MKI-berekening uit te voeren in dezelfde versie van DuboCalc. Dit is van belang omdat deze milieukostenindicatie als meetlat wordt gebruikt voor de BPKV-beoordelingen. Het werken met dezelfde versie voorkomt het meten met twee maten, en zorgt ervoor dat aanbestedingen volgens identieke criteria beoordeeld worden.

## 1.3 Gehanteerde data

De MKI-waarde is bepaald aan de hand van de standaarddetails, hoeveelheden en producttypen afkomstig uit het volgende document, aangeleverd op 16 augustus 2022:

- Bestek Verlenging de Punt Langedijk

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 per onderdeel van het project uitgewerkt hoe de hoeveelheden uit de raming zijn omgezet tot materiaalhoeveelheden zoals die gebruikt worden in DuboCalc. Indien er niet een exact overeenkomend item in de Database staat, is gezocht naar een item dat zoveel mogelijk lijkt op het bedoelde materiaal. Waar nodig worden de gemaakte keuzes in *Hoofdstuk 2.2; Onderdelen*, toegelicht.

Voor de berekening zijn we uitgegaan van een projectlevensduur van 50 jaar. Indien onderdelen van het project een levensduur korter dan 50 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 bouwfase (respectievelijk A1-A2-A3 en A4-A5), de gebruiksfase (B) en de sloop- en hergebruiksfase (C-D). Bij een groot deel van de materialen zijn de transportafstanden nog niet bekend. Daarbij komt dat Dubocalc 6.0 geen mogelijkheid geeft om de transportafstand van het materialen aan te passen. We zijn daarom uit gegaan van al ingevulde standaardwaarden. Dit betreft niet het volgende bestekspost:

- 22: Grond vervoeren - hier is bekend dat het te vervoeren materiaal 500 m binnen de projectbegrenzing vervoerd zal worden.

## 1.4 Scope begrenzing

De materialen die aan de basis staan van deze MKI-berekening zijn opgemaakt uit de aangeleverde data. We hebben enkel conventionele materialen in de berekening opgenomen omdat het om een referentieberekening gaat, en dus de standaard weergegeven dient te worden. De volgende onderdelen zijn niet in de DuboCalc bibliotheek beschikbaar:

- 140010: Tijdelijke afrastering (bouwhekken);
- 1583 / 543010: Schampblokken;
- 159: Te verwijderen groenvoorzieningen;
- 200010: Opschonen watergang;
- 522199: Hulpconstructies voor het plaatsen van damwand;
- 542260: Het vullen van voegen tussen betonstraatstenen.

De volgende onderdelen zijn buiten scope van de berekening gelaten:

- 1581 / 732: Bebording;
- 1584 / 743: Lichtmasten en armaturen;
- 6: Groenvoorzieningen;
- 741: Aanleggen van kabelwerk t.b.v. openbare verlichting;
- 8: Werken van algemene aard.

De berekening is uitgevoerd op de aan te brengen en te verwijderen onderdelen. Verplaatsingen van objecten binnen de projectgrenzen zijn niet opgenomen in deze berekening, behalve bij het hergebruik van zand en klei, hiervoor zijn de graafmachine uren en het vrachtwagen transport voor opgenomen.

## 1.5 MKI

De totale MKI-waarde wordt berekend op **€ 193.639,39**. In het volgende hoofdstuk is de totale MKI uitgezet in de verschillende objecten:

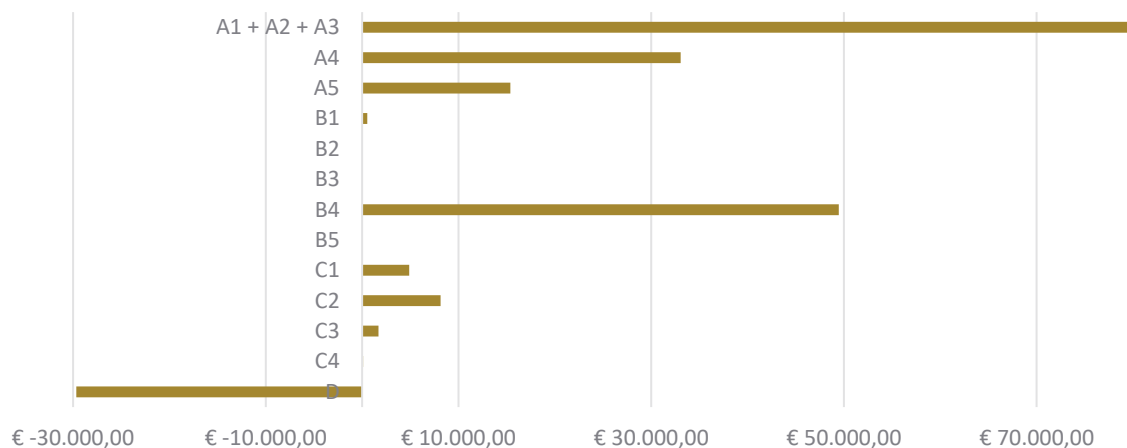
- 1: Voorbereidende werkzaamheden en opruimingswerk;
- 2: Grondwerk;
- 3: Leidingwerk;
- 4: Oever- en bouwwerken;
- 5: Verhardingen;
- 7: Inrichting en bebakening.

## 2. Resultaten

In dit hoofdstuk wordt de opbouw van de MKI inzichtelijk en wordt dieper in gegaan op de bevindingen die aan de uitkomsten opgehangen kunnen worden. Ook worden de keuzes die zijn gemaakt in DuboCalc toegelicht.

### 2.1 Fases

Het werk kan worden verdeeld in vier fases: productie- en bouwfase (A); gebruiksfase (B); sloop- en verwerkingsfase (C); en hergebruiksfase (D). In dit werk ligt het zwaartepunt op de productie- en bouwfase (totaal 76,2%) (figuur 1). De gebruiksfase (totaal 31,1%) draagt in mindere mate, maar nog steeds aanzienlijk, bij aan de milieu-impact. De sloop- en verwerkingsfase (totaal 9,0 %) draagt weinig bij aan de milieu-impact van het totale project.



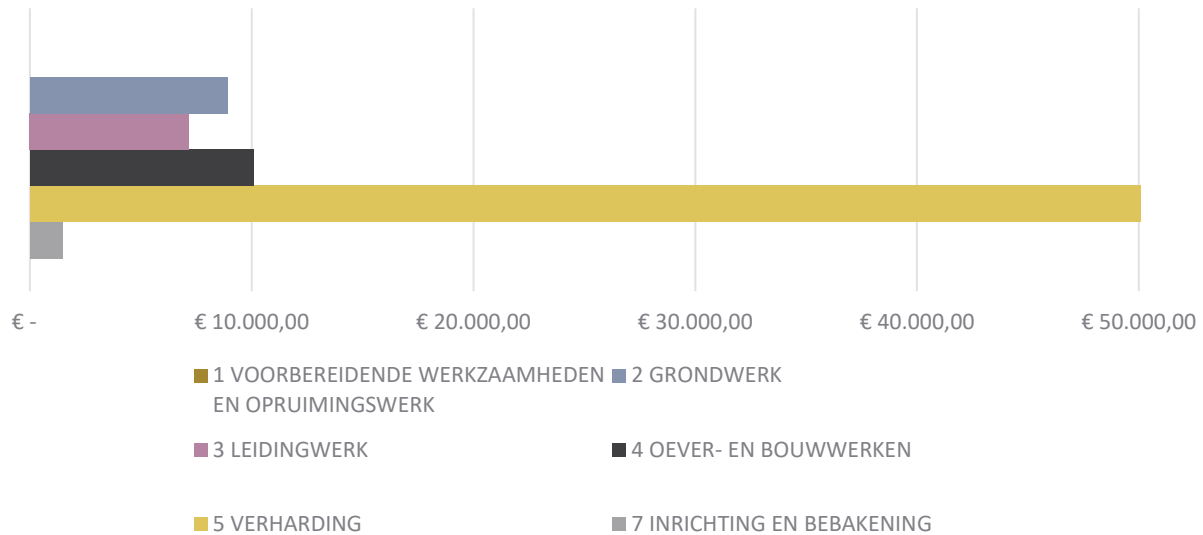
Figuur 1 - MKI per fase over totale werk

#### 2.1.1 Productie- en bouwfase (A)

Fase A is als volgt onderverdeeld:

- Productiefase (49,66% van totale MKI):
  - A1: Winning van grondstoffen;
  - A2: Transport naar producent;
  - A3: Productieprocessen.
- Bouwfase:
  - A4: Transport naar gebruikslocatie (19,91% van totale MKI);
  - A5: Bouw- en installatieproces (9,27% van totale MKI).

De milieu-impact in de productie- en bouwfase komt voor het overgrote deel door de productie van de verharding (figuur 2), denk hierbij aan bestrating en asfalt. Dit onderdeel levert een bijdrage van 63,36% van de totale MKI waarde in de productiefase. Andere onderdelen in het werk hebben kleinere impact binnen het werk.



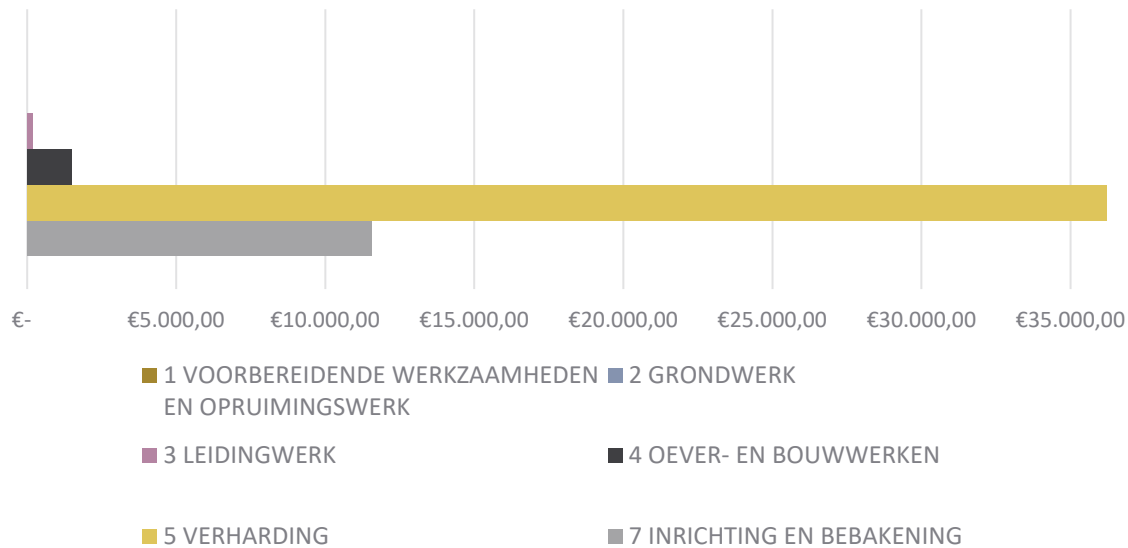
Figuur 2 - MKI in Productiefase (A1 t/m A3)

### 2.1.2 Gebruiksfase (B)

De gebruiksfase is onderverdeeld in vijf onderdelen:

- B1: Gebruik;
- B2: Onderhoud;
- B3: Reparaties;
- B4: Vervangingen;
- B5: Hernieuwing.

In de gebruiksfase van dit werk hebben vervangingen (B4) een grote milieu-impact (bijna 100%). Hiervan is 73,21% toe te schrijven aan de reparaties van verhardingen (figuur 3), waarbinnen de grootste impact geleverd wordt door de deklagen binnen de asfalt constructies. Dat komt waarschijnlijk doordat de deklagen een kortere levensduur hebben dan de totale projectlevensduur en sowieso twee keer vervangen moeten worden binnen 50 jaar. Een kleiner deel binnen de vervangingen van de gebruiksfase is toe te schrijven aan de inrichting en bebakening (23,39%), bestaande uit de wegmarkeringen, en oever- en bouwwerken (3,00%), bestaande uit het toevoegen van de nieuwe damwand.



Figuur 3 - MKI in gebruiksfase (B4)

### 2.1.3 Sloop- en verwerkingsfase (C)

Fase C wordt onderverdeeld in vier fases:

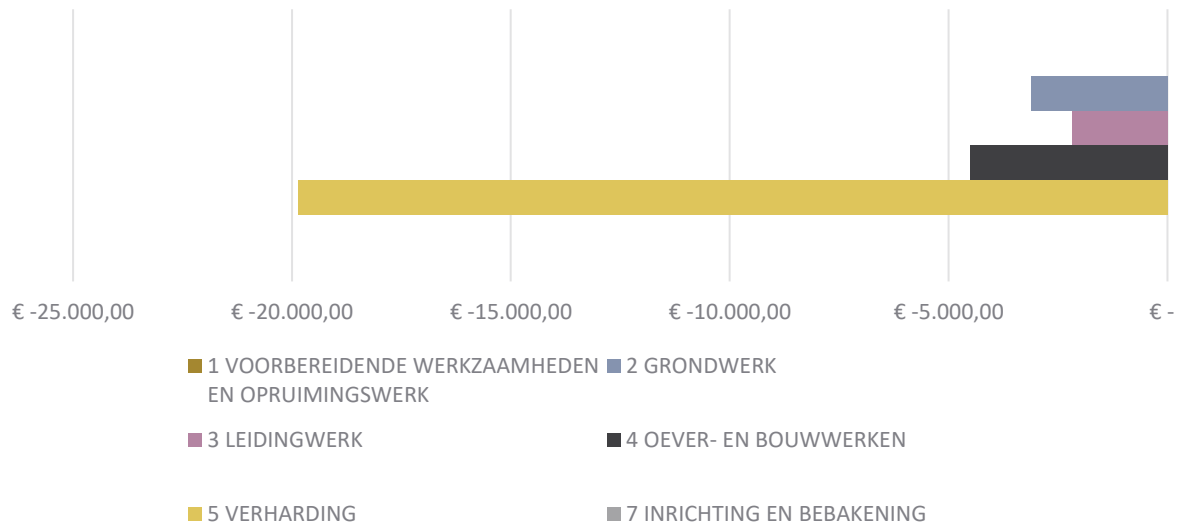
- C1: Sloop;
- C2: Transport naar afvalverwerking;
- C3: Afvalbewerking;
- C4: Finale afvalbewerking.

Binnen deze fase leveren transport (C2) (54,92%) en sloop (C1) (32,94%) de grootste bijdrage aan de milieu-impact. De impact door sloop wordt voor 52,68% veroorzaakt door het slopen van verharding en voor 28,10% door het slopen van oever- en bouwwerken. In mindere mate hebben het leidingwerk en grondwerk impact.

Wat betreft transport ligt het zwaartepunt wederom bij verharding (60,66%) en ook grondwerk levert weer een aanzienlijke bijdrage (34,59%). Leidingwerk (3,92%) en oever- en bouwwerken (0,78%) hebben in mindere mate impact.

### 2.1.4 Hergebruiksfase (D)

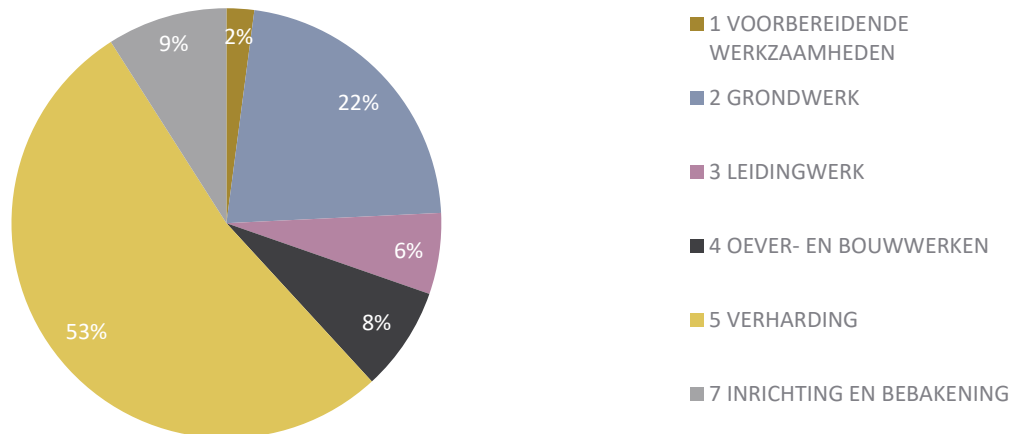
Fase D geeft een negatieve MKI-waarde, die kan worden toegeschreven aan de milieubaten aan het einde van het levensduur, met andere woorden de herbruikbaarheid van het materiaal. Het aandeel negatieve milieu-impact op dit werk is -17,85%. Hiervan is 66,93% toe te schrijven aan vrijkomende verharding en 15,18% aan materialen die vrijkomen van oever- en bouwwerken (figuur 4). Het vrijkomende grond binnen grondwerken, en materialen uit leidingwerk leveren ook een bijdrage aan de negatieve MKI-waarde binnen fase D.



Figuur 4 - MKI in Hergebruikfase (D)

## 2.2 Onderdelen

Het hele werk bestaat uit verschillende onderdelen, die in meer of mindere mate een milieu-impact hebben (figuur 5). In onderstaande paragraaf wordt verder toegelicht hoe deze onderdelen zijn opgebouwd en waar het zwaartepunt ligt.



Figuur 5 - Aandeel per projectonderdeel op totale MKI-waarde

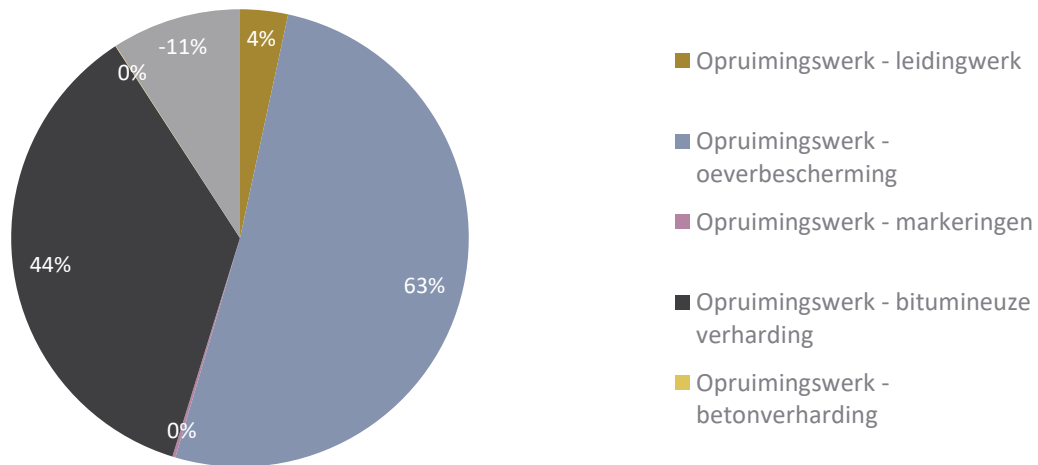
Voor het grootste gedeelte zijn de materialen zoals benoemd in de aangeleverde data overgenomen in DuboCalc. Voor veel materialen is een schaling doorgevoerd zodat de afmetingen van het item in het bestek overeenkomen met het item in DuboCalc. Deze schaling is toegepast op materiaal hoeveelheden omdat er in DuboCalc 6.0 geen mogelijkheid is om op een andere manier een schaling door te voeren. In Bijlage 1, kolom 'hoeveelheid na schaling' is te lezen wat de ingevoerde hoeveelheid is van een item in DuboCalc. Voor de volgende besteksposten is een

schaling toegepast, erachter is aangegeven welk DuboCalc item is gebruikt en eronder is aangegeven waarom en met welke hoeveelheid geschaald is:

- 152040: Verwijderen uitstroombak van beton --> Uitstroombak, groot
  - Dikte bestek = 800 mm ; dikte DuboCalc = 1000 mm -->  $dus \times 0,8$
- 154010: Volledig verwijderen markering --> Lengtemarkering, thermoplastisch
  - DuboCalc item gaat per 0,2 m2 -->  $dus \times 0,2$
- 155530: Verwijderen teervrije funderingslaag --> Funderingslaag Betongranulaat 2050 mm
  - Dikte bestek = 500 mm ; dikte DuboCalc = 250 mm -->  $dus \times 2$
- 322010: Aanbrengen ongewapend betonnen duiker --> Duiker; beton, vierkant 1000 x 1000 mm inw, incl console t.b.v. stootplaat
  - Oppervlakte bestek = 0,5 m2 ; oppervlakte DuboCalc = 1 m2, waarvan uitgegaan is dat 1 stuk 1 meter lang is -->  $dus \times 0,5$
- 323010: Aanbrengen paal van naaldhout --> Palen hout bebouwde omgeving
  - Diameter bestek = 120 tot 140 mm en lengte = 3 m ; diameter DuboCalc = 200 mm en gaat per stuk -->  $diameter\ bestek \times aantal \times lengte\ bestek / diameter\ DuboCalc$
- 323030: Aanbrengen prefab uitstroombak --> Uitstroombak, groot
  - Dikte bestek = 800 mm ; dikte DuboCalc = 1000 mm -->  $dus \times 0,8$
- 334010: Aanbrengen PVC-buis inclusief grondwerk --> PVC rioleringsbuis, klein
  - Diameter bestek = 125 mm ; diameter DuboCalc = 160 mm -->  $dus \times 1,98$
- 334030: Aanbrengen palen --> Palen voor afrastering Vuren, Grenen, Larix
  - Diameter bestek = 100 mm en lengte = 1,8 m ; diameter DuboCalc = 140 mm en lengte = 3 m -->  $dus \times 1,4 \times 1,67$
- 361010: Aanbrengen kabelbuis in sleuf --> Mantelbuis, HDPE 120mm, blijven zitten
  - Diameter bestek = 80 mm ; diameter Dubocalc = 120 mm -->  $dus \times 0,6$
- 411020: Aanbrengen damplanken --> Damwand; Europees naaldhout, damwandplanken
  - Dikte bestek = 40 mm ; dikte DuboCalc = 60 mm -->  $dus\ oppervlakte \times 0,67$
- 411110: Aanbrengen ankerstang --> Klapanker diameter = 75 mm
  - Lengte bestek = 4 m ; lengte DuboCalc = 5 m -->  $dus \times 0,8$
- 731110: Aanbrengen lengtemarkering -koudplastisch materiaal ---> Lengtemarkering, koudplastisch
  - Breedte bestek = 0,1 m ; breedte DuboCalc = 0,2 -->  $dus / 2$

### 2.2.1 1: Voorbereidende werkzaamheden en opruimingswerk

Deze activiteit (2,08%) bestaat uit opruimingswerken van leidingwerk, oeverbescherming, markeringen, bitumineuze verharding, betonverharding en elementverharding (figuur 6).



Figuur 6 - Milieu-impact verdeling voorbereidende werkzaamheden en opruimingswerk

Voor deze referentieberekening zijn de volgende items uit DuboCalc gebruikt om inzicht te krijgen in de milieu-impact, met erachter het aandeel van de milieu-impact binnen de activiteiten:

- 152: Leidingwerk (4,13% van totaal opruimingswerk)
  - Kolk, staal beton
  - Waterleiding gietijzer 100mm
  - Betonbuis, ongewapend
  - Uitstroombak, groot
- 153: Oeverbescherming (62,61% van totaal opruimingswerk)
  - Damwand, staal constructiestaal
  - Doorgaand Gewapend Beton C3037 CEM III
- 154: Markeringen (0,26% van totaal opruimingswerk)
  - Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend
- 155: Bitumineuze verharding (44,11% van totaal opruimingswerk)
  - Thermisch reinigen teerhoudend asfalt
  - Asfaltfrees (diesel)
  - AC binbase 50% PR PCR asfalt 2.0
  - Funderingslaag Betongranulaat 250mm
  - Funderingslaag Betongranulaat
- 156: Betonverharding (0,05% van totaal opruimingswerk)
  - Doorgaand Gewapend Beton C3037 CEM III
- 157: Elementverharding (-11,16% van totaal opruimingswerk)
  - Betonband, 200mm hoog, CEM III
  - Betonband, 250mm hoog, CEM III
  - Goot, betongoot molgoot
  - Betonstraatsteen 210x105x80mm door en door grijs
  - Straatbaksteen GWW, KNB
  - Betontegels 300x300x60mm grijs
  - Grasbetontegels
  - Betonplaat, gewapend

### Opmerkingen

In het aangeleverde bestek zijn het frezen, opbreken en verwerken apart opgenomen. In de bijbehorende DuboCalc items zijn deze drie stappen reeds opgenomen onder fase C. Voor het teervrije asfalt is het frezen en opbreken daarom als aparte post weg gelaten in de berekening en zijn alleen de hoeveelheden van het afvoeren

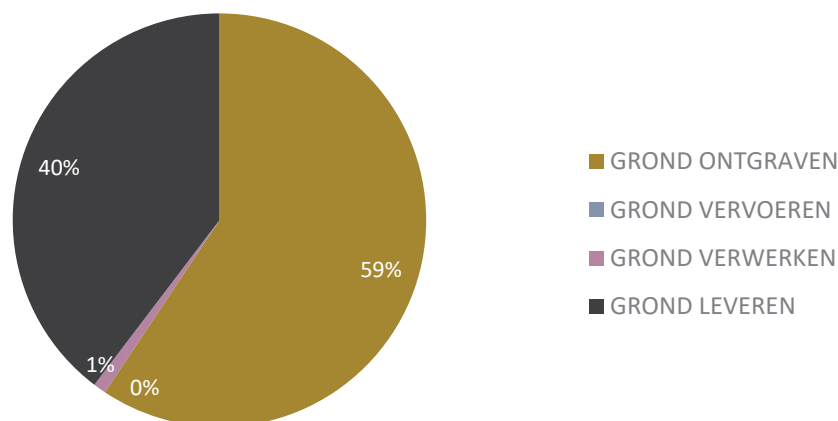
gebruikt. Voor het teerhoudend asfalt is naast het thermisch verwerken ook de hoeveelheid van het frezen aangehouden. Dit is daarna omgerekend naar te draaien uren voor een 'asfaltfrees (diesel)'. De omrekening is gedaan aan de hand van de hoeveelheid vierkante meter die de freesmachine type K-500 (type W50DC) kan frezen per dag<sup>1</sup>. Deze machine heeft een capaciteit van 600 m<sup>2</sup> per dag, over een oppervlakte van 240 m<sup>2</sup> resulteert dit in 9,6 uur te draaien uren.

Voor het verwijderen van de teervrije funderingslagen (bestekspost 155510, 155520 en 155530) dient in DuboCalc het desbetreffende mengsel gespecificeerd te worden en als vrijkomend item aangevinkt te worden, deze mengselspecificatie is echter niet bekend. Om deze reden is er voor een worst case scenario gekozen, waarbij de materialen in DuboCalc vergeleken zijn en het materiaal met de hoogste MKI waarde gekozen is om op te nemen in de berekening.

Van het totaal aantal betonbanden en grasbetontegels die opgebroken worden, wordt een deel hergebruikt in een ander bestekspost (541150 en 542120). De hoeveelheden hergebruik zijn met de totale hoeveelheden verrekend zodat deze niet mee gerekend worden als vrijkomend materiaal. Er is voor de hoeveelheid hergebruik geen materiaal opgenomen, omdat het hier vooral om handwerk gaat.

### 2.2.2 2: Grondwerk

Het grondwerk (22,16%) bestaat uit het ontgraven, vervoeren, verwerken en leveren van verschillende soorten grond (figuur 7):



Figuur 7 - Milieu-impact verdeling grondwerk

De volgende items zijn gebruikt (hier zijn de absolute MKI-waarden per onderdeel weergegeven in plaats van de percentages, door de min getallen geven percentages geen relevante waarden):

- 21: Grond ontgraven (59,14%)
  - Ophoogmateriaal, grond
  - Graafmachine, cat IV, diesel
- 22: Grond vervoeren (0,37%)
  - Transport met vrachtwagen, EURO 5, diesel
- 23: Grond verwerken (0,98%)
  - Graafmachine, cat IV, diesel
- 24: Grond leveren (39,51%)
  - Ophoogmateriaal, zand

<sup>1</sup> [Freesmij - Ons freesmaterieel](#)

## Opmerkingen

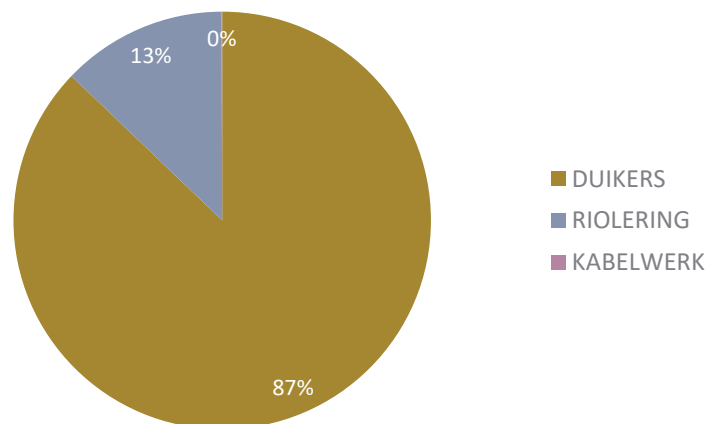
Binnen de grondverzet werkzaamheden worden klei en zand ontgraven wat deels wordt hergebruikt in het werk en deels wordt afgevoerd om verwerkt te worden. In de berekening wordt echter geen onderscheid gemaakt tussen klei en zand en is voor beide 'Ophoogmateriaal, grond' meegenomen in de berekening. Dit is gedaan omdat de materialen klei en zand, wanneer deze als vrijkomend materiaal worden mee gerekend, in DuboCalc een negatieve MKI-waarde krijgen. Dit heeft te maken met het feit dat fase A5 (Bouw- en installatieproces) een negatieve waarde krijgt. Dit geldt voor vrijkomend grond niet. Om deze reden is gekozen om met vrijkomende grond te rekenen, zodat een realistischer beeld geschetst wordt.

De hoeveelheden grond die niet worden hergebruikt zijn in de berekeningen opgenomen als vrijkomend materiaal. Voor het hergebruikte klei en zand zijn de draaiuren van de benodigde graafmachines en het transport met vrachtwagen opgenomen in de berekening.

De eenheid die benodigd is voor het transport met vrachtwagen is ton kilometer (tkm). De gegeven eenheid is kubieke meter (m<sup>3</sup>). Voor het omrekenen van m<sup>3</sup> naar ton, is gebruik gemaakt van het soortelijke gewicht van klei en zand. Voor klei is hier 1500 kg/m<sup>3</sup> gebruikt en voor zand is dit 1600 kg/m<sup>3</sup> (gegeven in DuboCalc). Het hergebruikte materiaal legt een afstand af van 500 m beter binnen de projectbegrenzing.

### 2.2.3 3: Leidingwerk

Het leidingwerk (6,10%) bestaat uit het herstelwerk aan eventueel aanwezige horizontale drainage (figuur 8).



Figuur 8 - Milieu-impact verdeling grondwerk

De volgende items zijn gebruikt:

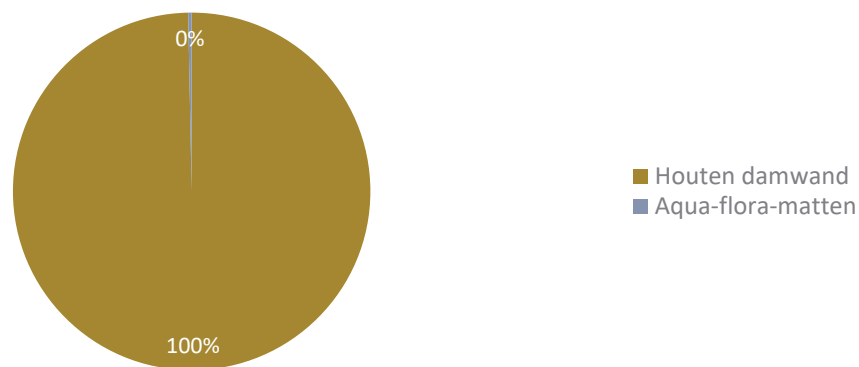
- 32: Duikers (87,16% van totaal)
  - Duiker; beton, vierkant 1000 x 1000 mm inw, incl. console t.b.v. stootplaat
  - Palen hout bebouwde omgeving
  - Uitstroombak, groot helling 1:2, diameter 1000 mm
- 33: Riolering (12,79% van totaal)
  - PVC rioleringsbuis, klein
  - Hulpstuk, PVC
  - Palen voor afrastering Vuren, Grenen, Larix
  - Kolk, staal beton
  - Ophoogmateriaal, zand

- 36: Kabelwerk (0,05% van totaal)
  - Mantelbuis, HDPE 120mm

#### 2.2.4 4: Oever- en bouwwerken

Deze post bestaat uit bomen- en taludvoorzieningen (7,84% van de totale MKI), hiervoor zijn de volgende items gebruikt:

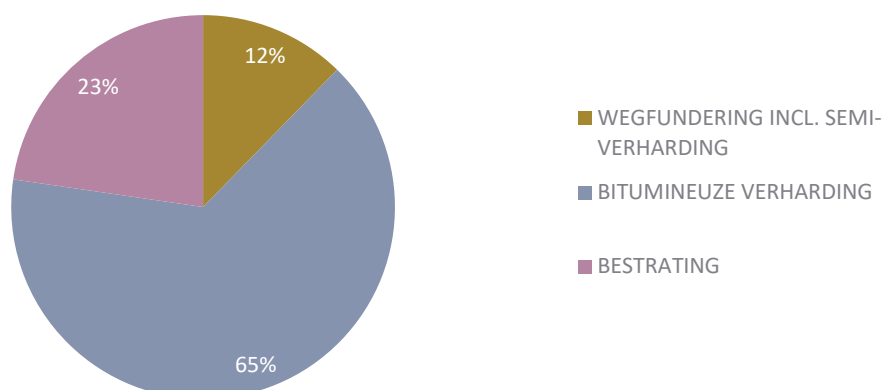
- 411: Houten damwand (99,69% van totaal bomen- en taludvoorzieningen)
  - Damwand; Europees naaldhout, damwandplanken
  - Klapanker diameter = 75mm
- 412: Aqua-flora matten (0,31% van totaal bomen- en taludvoorzieningen)
  - Kokosvezeldoek



Figuur 9 - Milieu-impact verdeling bomen en taludvoorzieningen

#### 2.2.5 5: Verharding

Zoals in figuur 5 te zien is, drukt de verharding flink op de totale milieu-impact van het werk (52,79% van het totaal). Verharding bestaat uit drie delen: wegfundering inclusief semi-verharding, bitumineuze verharding en bestrating (figuur 10).



Figuur 10 - Milieu-impact verdeling verharding

De verharding bestaat uit verschillende onderdelen:

- 51: Wegfundering en semi-verharding (12,31% van totale verharding)
  - Elementverharding, Zandbed
  - Straatzand
  - Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 300mm
  - Funderingslaag Hydraulisch menggranulaat 250mm
  - Funderingslaag Menggranulaat 250mm
- 53: Bitumineuze verharding (64,99% van totale verharding)
  - AC binbase 50% PR PCR asphalt 2.0
  - Bitumen emulsie kleeflaag
  - SMA 811 PCR asphalt 2.0
  - AC surf rood, met penbitumen PCR asphalt 2.0
  - AC surf zonder PR PCR asphalt 2.0
- 54: Bestrating (22,70% van totale verharding)
  - Opsluitband 100x200x1000mm grijs
  - RWSband 115 225x250x1000mm grijs
  - Trottoirband 180 200x250x1000mm grijs
  - Betontegels 300x300x45 mm grijs
  - Grasbetontegels
  - Goot, betongoot molgoot
  - Betonstraatsteen 210x105x80mm door en door grijs
  - Betonplaat, gewapend
  - Ophoogmateriaal, grond
  - Graafmachine, cat. IV, diesel
  - Elementverhardingen, zandbed
  - Straatzand
  - Opsluitband 100x200x1000mm grijs
  - Betontegels 300x300x45mm grijs
  - Grasbetontegels

## Opmerkingen

Zoals eerder aangegeven zijn een aantal betonbanden en betontegels hergebruikt uit het werk. De hoeveelheid betonband benodigd in het werk is 28 meter, de geschatte hoeveelheid hergebruik komt uit op 31 meter. Dit heft elkaar op en is daarom niet meegenomen in de berekening. De benodigde hoeveelheid grasbetontegels is 28 vierkante meter, de geschatte hoeveelheid hergebruik komt uit op 20 vierkante meter. Er is daarom met een hoeveelheid van 8 vierkante meter gerekend. Er is voor de hoeveelheid hergebruik geen materiaal opgenomen, omdat het hier vooral om handwerk gaat.

Het soort rotonde elementen dat beoogd gebruikt te gaan worden<sup>2</sup> is niet beschikbaar in DuboCalc. Om dit materiaal toch in de MKI-berekening op te kunnen nemen, is ervoor gekozen om gebruik te maken van een indicatiemateriaal. Hierbij is uitgegaan van de aard van het gebruikte materiaal. Er wordt daarom aangenomen dat deze een vergelijkbare milieu-impact kennen. In plaats van een rotonde element te gebruiken is ervoor gekozen 'Betonplaat, gewapend' te gebruiken in de berekening met het oppervlakte van de in het bestek opgegeven afmetingen.

<sup>2</sup> [Rondeplateaus 220 ribbelmotief | Ronde-elementen \(struykverwoinfra.nl\)](#)

### 2.2.6 7: Inrichting en bebakening

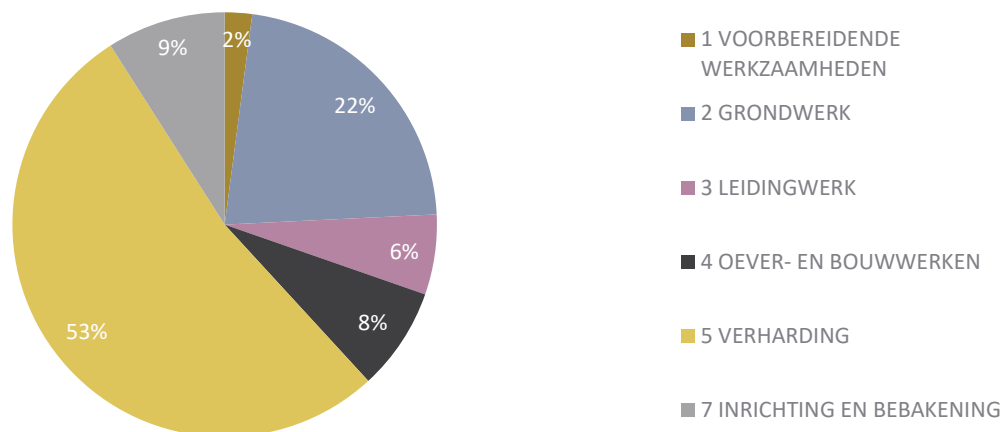
Binnen inrichting en bebakening (9,03%) gaat het over het aanbrengen van lengtemarkeringen, hiervoor is het volgende item gekozen:

- Lengtemarkering, koudplastisch

### 3. Analyse

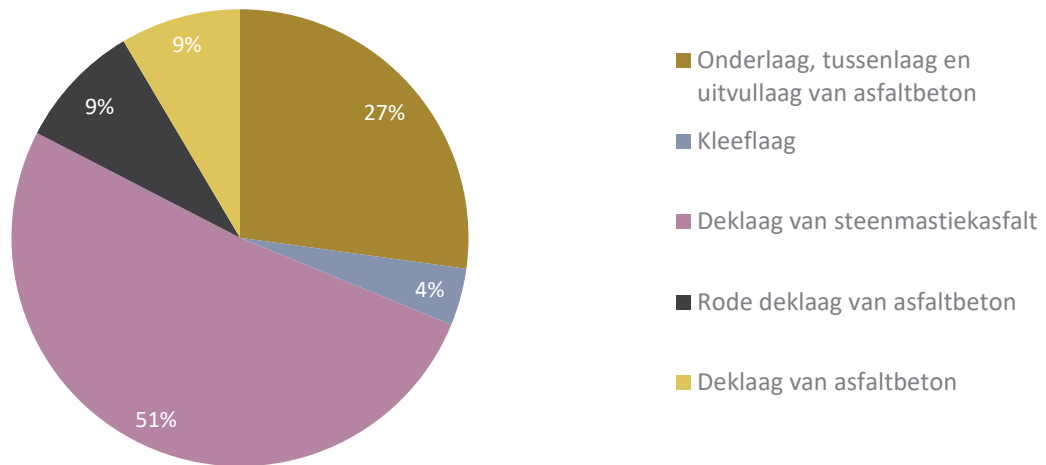
Om de milieu-impact van de verschillende materialen te kunnen achterhalen zijn de resultaten aan een zwaartepuntanalyse onderworpen. In deze paragraaf bespreken we de belangrijkste bevindingen die uit deze analyse naar voren zijn gekomen.

Zoals te zien in figuur 11 ligt het zwaartepunt op de aan te brengen verharding (52,79%). Grondwerk (22,16%) levert ook een aanzienlijke bijdrage. De overige onderdelen – inrichting en bebakening (9,03%), oever- en bouwwerken (7,84%), leidingwerk (6,10%) en voorbereidende werkzaamheden en opruimingswerk (2,08%) – leveren relatief gezien een kleine bijdrage aan de milieukosten. Om tot een zo duurzaam mogelijk resultaat te komen is het echter zaak om aannemers uit te dagen om ook duurzame materialen te gebruiken binnen deze posten.



Figuur 11 - MKI over totale werk per object

Uit bovenstaand figuur blijkt dat de grote slag in de verduurzaming van het werk gemaakt kan worden binnen de verharding. Zoals gebleken uit *paragraaf 2.2.5 5: Verharding*, levert de bitumineuze verharding de grootste bijdrage binnen verharding. Figuur 12 geeft de specificering weer van de verschillende materialen en processen die ten grondslag liggen aan dit onderdeel van het werk. De deklaag van steenmastiekasfalt levert voor iets meer dan de helft van de MKI-waarde binnen de bitumineuze verharding het aandeel. Dit komt onder andere door de grote hoeveelheid en de levensduur van het onderdeel. De levensduur van steenmastiekasfalt is 16 jaar, wat betekend dat binnen de totale levensduur van het project (50 jaar) de deklaag ongeveer twee keer vervangen moet worden. De deklaag van asfaltbeton levert in mindere mate een bijdrage, dit komt door de veel lagere gebruikte hoeveelheid. De bijdrage van de onderlaag, tussenlaag en uitvullaag van asfaltbeton is te verklaren door de grote hoeveelheid.



Figuur 12 - Milieu-impact verdeling binnen bitumineuze verharding

De bijdrage van het grondwerk is te verklaren door de grote hoeveelheden grond dat ontgraven gaat worden. Het betreft hier een vrijkomend materiaal, waardoor de milieu-impact voornamelijk afkomstig is van het transport van vervoersmiddelen naar de project locatie (fase A4) en vervolgens naar de afvalverwerking (fase C2). Een ander aanzienlijk deel is afkomstig van het te leveren grond, waarbij de impact te maken heeft met de productiefase van het grond (fase A1+A2+A3) en de transport naar de projectlocatie (A4) en naar de afvalverwerking (C2).

De in verhouding grote bijdrage van inrichting en bebakening komt door de toe te voegen wegmarkeringen die niet alleen een erg hoge MKI-waarde, maar ook een levensduur van maar 7 jaar hebben en dus ongeveer 6 keer vervangen dienen te worden. Binnen de wegmarkering levert het materiaal zelf de grootste bijdrage, het aanbrengen ervan is in verhouding te verwaarlozen.

Binnen oever- en bouwwerken ligt het zwaartepunt bij de klapankers, specifiek de ankerstang van de klapankers. Binnen het leidingwerk gaat het om het aanbrengen van de duikers. De duikers zijn in DuboCalc opgebouwd uit taluds kopbalk, wand en vloer en het duikerelement. Het laatste levert de grootste bijdrage aan de MKI-waarde van het totaal, waarna de talud wand volgt. Talud kopbalk en vloer leveren min of meer dezelfde bijdrage.

## 4. Conclusie

De milieu-impact van het voorlopig ontwerp van de wegverlenging De Punt is als volgt:

**MKI** € 193.639,39

**CO2 (kg)** 3.872.787,72

Uit de zwaartepuntanalyse blijkt dat de grootste milieuwinst binnen de aan te brengen verharding behaald kan worden. Specifiek de asfaltconstructie levert binnen dit project voor een groot deel een bijdrage aan de totale MKI-waarde. Met name de deklagen hebben hier een groot aandeel in. Meer dan de helft van de impact van de asfaltconstructie is aan de deklagen toe te schrijven, terwijl dit in hoeveelheid een veel kleiner aandeel is dan de tussen- en onderlaag. De keuze voor een deklaag met een lagere milieu-impact kan daarmee dus het grootste verschil maken. Ook voor de andere asfaltlagen zal een duurzamer alternatief leiden tot een aanzienlijk lagere MKI.

Het onderdeel met de tweede grootste impact is het grondwerk, waarbinnen het ontgraven en leveren van grond de grootste bijdragen leveren. Grond moet nu eenmaal ontgraven worden, maar er kan hier bijvoorbeeld nagedacht worden over het inzetten van duurzaam (elektrisch) materieel. Om de impact van het leveren van grond zo minimaal mogelijk te houden, is het van belang zo veel mogelijk ontgraven grond her te gebruiken binnen het project.

Om de relatief hoge impact van wegmarkering binnen inrichting en bebakening te verlagen kan gekozen worden om minder materiaal te gebruiken en markeringen bijvoorbeeld minder breed of lang uit te voeren.

Als gevolg van de verduurzaming op de hierboven beschreven voorgestelde manieren, hebben de posten verharding, grondwerk en inrichting en bebakening een kleinere impact op het geheel, waardoor de overige materialen en activiteiten belangrijker zullen worden. Bij een groot deel van de posten kan gekeken worden naar hergebruik of het inzetten van elektrisch materieel.

## Bijlage 1 - MKI berekening De Punt

| BESTKS<br>POST<br>NUMMER | OMSCHRIJVING                                                     | EEN-<br>HEID | OPGEPOST<br>TOTAAL MINUS<br>HERGEBRUIK | DUBO/CALC MATERIAAL                                                         | VRIJKOMEND<br>MATERIAAL | EEN-<br>HEID | HOEFVEELHEID<br>NA SCHALEN | CO2          | MKI          | % MKI VAN<br>ONDERDEEL | % MKI VAN<br>GEHEEL |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|------------------------|---------------------|
| 1                        | VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN EN OPRUIMINGSWERK                   |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 17.812,26    | € 4.027,22   |                        | 2,08%               |
| 15                       | OPRUIMINGSWERK                                                   |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 37.812,26    | € 4.027,22   | 100,00%                |                     |
| 152                      | Opruimingswerk - leidingwerk                                     |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 1.775,52     | € 166,47     | 4,13%                  |                     |
| 152010                   | Verwijderen kolk.                                                | st           | 14                                     | Kolk, staal beton                                                           | x                       | st           | 14,00                      | -32,97       | € -2,13      | -1,28%                 |                     |
| 152020                   | Verwijderen kotteliding                                          | m            | 175                                    | Waterleiding gietijzer 100mm, schaalbaar                                    | x                       | m            | 175,00                     | 1.068,49     | € 141,09     | 84,75%                 |                     |
| 152030                   | Verwijderen betonbuis.                                           | m            | 44                                     | Betonbuis, ongewapend                                                       | x                       | m            | 44,00                      | 384,94       | € -2,72      | -1,63%                 |                     |
| 152040                   | Verwijderen uitstroombak van beton                               | st           | 2                                      | Uitstroombak, groot helling 1:2, diameter 1000 mm                           | x                       | st           | 1,60                       | 355,05       | € 30,23      | 18,16%                 |                     |
| 153                      | Opruimingswerk - oeverbescherming                                |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 19.251,42    | € 2.521,33   | 62,61%                 |                     |
| 153110                   | Verwijderen stalen damwand.                                      | m            | 23                                     | Damwand, staal constructiestaal                                             | x                       | m2           | 184,00                     | 19.229,29    | € 2.518,99   | 99,91%                 |                     |
| 153120                   | Skopen gewapend beton.                                           | m3           | 3                                      | Doorgaand Gewapend Beton C30/37 CEM III                                     | x                       | m3           | 3,00                       | 22,14        | € 2,34       | 0,09%                  |                     |
| 154                      | Opruimingswerk - markeringen                                     |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 189,77       | € 10,58      | 0,26%                  |                     |
| 154010                   | Volledig verwijderen markering.                                  | m2           | 204                                    | Lengtemarkering, thermoplastisch, doorlopend                                | x                       | m            | 40,80                      | 189,77       | € 10,58      | 100,00%                |                     |
| 155                      | Opruimingswerk - bitumineuze verharding                          |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 20.765,61    | € 1.776,58   | 44,11%                 |                     |
| 155410                   | Thermisch verwerken teerhoudend asfalt                           | ton          | 90                                     | Thermisch reinigen teerhoudend asfalt                                       | x                       | ton          | 90,00                      | 15.035,15    | € 1.175,19   | 66,15%                 |                     |
|                          | Frezen teerhoudend asfalt                                        | m2           | 240                                    | Asfaltfrees (diesel)                                                        | x                       | uur          | 9,60                       | 965,79       | € 89,49      | 5,04%                  |                     |
|                          | Opbreken/frezen/schroeven-verwerken teervrij asfalt              | ton          | 2.485                                  | AC binbase 50% PR PCR asfalt 2.0                                            | x                       | ton          | 2.485,00                   | -22,52       | € -3,81      | -0,21%                 |                     |
| 155510                   | Verwijderen teervrije funderingslaag.                            | m2           | 1.320                                  | Funderingslaag Betongranaulaat 250mm                                        | x                       | m2           | 1.320,00                   | 4.136,75     | € 449,23     | 25,29%                 |                     |
| 155520                   | Verwijderen teervrije funderingslaag.                            | m2           | 470                                    | Funderingslaag Betongranaulaat                                              | x                       | m2           | 470,00                     | 368,38       | € 35,85      | 2,02%                  |                     |
| 155530                   | Verwijderen teervrije funderingslaag.                            | m2           | 45                                     | Funderingslaag Betongranaulaat 250mm                                        | x                       | m2           | 90,00                      | 282,05       | € 30,63      | 1,72%                  |                     |
| 156                      | Opruimingswerk - betonverharding                                 |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 17,86        | € 1,89       | 0,05%                  |                     |
| 156010                   | Opbreken gewapende betonverharding.                              | m2           | 11                                     | Doorgaand Gewapend Beton C30/37 CEM II                                      | x                       | m3           | 2,42                       | 17,86        | € 1,89       | 100,00%                |                     |
| 157                      | Opruimingswerk - elementenverharding                             |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | -4.187,92    | € -449,62    | -11,16%                |                     |
| 157110                   | Opbreken betonbanden.                                            | m            | 32                                     | Betonband, 200mm hoog, CEM III, schaalbaar                                  | x                       | m            | 82,00                      | 80,51        | € 5,96       | -1,33%                 |                     |
| 157120                   | Opbreken betonbanden.                                            | m            | 843                                    | Betonband, 250mm hoog, CEM III, schaalbaar                                  | x                       | m            | 843,00                     | 807,09       | € 56,97      | -12,67%                |                     |
| 157140                   | Opbreken goot van betonelementen.                                | m            | 205                                    | Goot, betongoot molgoot                                                     | x                       | m            | 205,00                     | 303,04       | € -6,83      | -1,52%                 |                     |
| 157210                   | Opbreken betonstraatstenen.                                      | m2           | 925                                    | Betonstraatsteen 210x105x80mm door en door grijs                            | x                       | m2           | 925,00                     | 980,93       | € 164,49     | -36,58%                |                     |
| 157230                   | Opbreken straatbaksteen.                                         | m2           | 85                                     | Straatbaksteen GWW, KNB                                                     | x                       | m2           | 85,00                      | -2.500,27    | € -248,62    | 55,30%                 |                     |
| 157310                   | Opbreken betontegels.                                            | m2           | 45                                     | Betontegels 300x300x60mm grijs                                              | x                       | m2           | 45,00                      | 48,79        | € 7,71       | -1,71%                 |                     |
| 157320                   | Opbreken betontegels.                                            | m2           | 2                                      | Grasbetontegels per m2                                                      | x                       | m2           | 2,00                       | 83,63        | € 10,66      | -2,37%                 |                     |
| 157410                   | Opnemen verharding van prefab. betonplaten.                      | m2           | 80                                     | Betonplaat, gewapend                                                        | x                       | m2           | 80,00                      | -1.387,56    | € -439,98    | 97,86%                 |                     |
| 2                        | GRONDWERK                                                        |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 381.573,01   | € 42.904,16  |                        | 22,16%              |
| 21                       | GROND ONTGRAVEN                                                  |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 230.543,00   | € 25.371,74  | 59,14%                 |                     |
|                          | Zand ontgraven                                                   | m3           | 16.950                                 | Ophoogmateriaal, grond                                                      | x                       | m3           | 28.948,00                  | 225.657,62   | € 24.951,05  | 98,34%                 |                     |
|                          | Klei ontgraven                                                   | m3           | 11.998                                 |                                                                             |                         |              |                            |              |              |                        |                     |
|                          | Klei en zand ontgraven voor hergebruik                           | uren         | 80                                     | Graafmachine, cat. IV, diesel                                               | uur                     |              | 80,00                      | 4.885,38     | € 420,70     | 1,66%                  |                     |
| 22                       | GROND VERVOEREN                                                  |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 1.425,62     | € 159,96     | 0,37%                  |                     |
|                          | Hergebruikt grond vervoeren totaal                               |              |                                        | Transport met vrachtwagen, EURO 5, diesel                                   |                         | tkm          | 12.979,75                  | 1.425,62     | € 159,96     | 100,00%                |                     |
|                          | Hergebruikt zand vervoeren                                       | m3           | 3.950                                  |                                                                             |                         |              |                            |              |              |                        |                     |
|                          | Hergebruikt klei vervoeren                                       | m3           | 13.093                                 |                                                                             |                         |              |                            |              |              |                        |                     |
| 23                       | GROND VERWERKEN                                                  |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 4.885,38     | € 420,70     | 0,98%                  |                     |
|                          | Hergebruikt zand en klei verwerken                               | uur          | 80                                     | Graafmachine, cat. IV, diesel                                               | uur                     |              | 80,00                      | 4.885,38     | € 420,70     | 100,00%                |                     |
| 25                       | GROND LEVEREN                                                    |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 144.719,01   | € 16.951,77  | 39,51%                 |                     |
| 250010                   | Leveren zand                                                     | m3           | 3.916                                  | Ophoogmateriaal, zand (1.500 kg/m3)                                         |                         | m3           | 3.916,00                   | 144.719,01   | € 16.951,77  | 100,00%                |                     |
| 3                        | LEIDINGWERK                                                      |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 117.045,56   | € 11.808,49  |                        | 6,10%               |
| 32                       | DUIKERS                                                          |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 104.326,58   | € 10.291,79  | 87,16%                 |                     |
| 322                      | Aanbrengen duikers                                               |              |                                        | uitgaan van 1m lane                                                         |                         |              |                            | 96.650,40    | € 9.612,48   | 93,40%                 |                     |
| 322010                   | Aanbrengen ongewapend betonnen duiker - m-s buis -               | m            | 85                                     | Duiker; beton, vierkant 1000 x 1000 mm iww, incl. console t.b.v. stootplaat | st                      |              | 42,50                      | 96.650,40    | € 9.612,48   | 100,00%                |                     |
| 323                      | Aanbrengen uitstroombak                                          |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 7.676,18     | € 679,31     | 6,60%                  |                     |
| 323010                   | Aanbrengen paal van naaldbout.                                   | st           | 16                                     | Palen hout bebouwd omgeving                                                 | m                       |              | 31,20                      | 484,74       | € 52,91      | 7,79%                  |                     |
| 323030                   | Aanbrengen prefab uitstroombak                                   | st           | 4,00                                   | Uitstroombak, groot helling 1:2, diameter 1000 mm                           | st                      |              | 3,20                       | 7.191,44     | € 636,40     | 92,21%                 |                     |
| 33                       | RIOLERING                                                        |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 12.644,36    | € 1.510,55   | 12,79%                 |                     |
| 334                      | Huis- en kolkaansluitingen                                       |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 5.039,62     | € 545,62     | 36,12%                 |                     |
| 334010                   | Aanbrengen PVC-buis inclusief grondwerk.                         | m            | 460,0                                  | PVC rioleringsbuis, klein                                                   | m                       |              | 912,70                     | 3.616,84     | € 329,12     | 60,32%                 |                     |
| 334020                   | Aanbrengen PVC-hulpstuk.                                         | st           | 40                                     | Hulpstuk, PVC                                                               | st                      |              | 31,25                      | 230,22       | € 22,50      | 4,12%                  |                     |
| 334030                   | Aanbrengen palen.                                                | st           | 22                                     | Palen voor afrastering Vuren, Grenen, Larik                                 | st                      |              | 51,33                      | 1.192,57     | € 193,99     | 35,55%                 |                     |
| 337                      | Kolken                                                           |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 7.604,74     | € 964,93     | 63,88%                 |                     |
|                          | Aanbrengen kolk van beton/gietijzer combinatie. Totaal incl zand | st           |                                        | Kolk, staal beton, Ophoogmateriaal, zand                                    | st                      |              | 45,58                      | 7.295,85     | € 929,22     | 96,30%                 |                     |
|                          |                                                                  | m3           | 8,3                                    | Ophoogmateriaal, zand                                                       | m3                      |              | 8,25                       | 304,89       | € 35,71      | 3,70%                  |                     |
| 36                       | KABELWERK                                                        |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 74,61        | € 6,16       | 0,05%                  |                     |
| 361                      | Mantelbuizen                                                     |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 74,61        | € 6,16       | 100,00%                |                     |
| 361010                   | Aanbrengen kabelbuis in sleuf.                                   | m            | 55                                     | Mantelbuis, HDPE 120mm, blijven zitten                                      | m                       |              | 36,67                      | 74,61        | € 6,16       | 100,00%                |                     |
| 4                        | OEVER- EN BOUWWERKEN                                             |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 126.090,53   | € 15.175,84  |                        | 7,84%               |
| 41                       | BODEM- EN TALUDVOORZIENINGEN                                     |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 126.090,53   | € 15.175,84  | 100,00%                |                     |
| 411                      | Houten damwand                                                   |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 125.642,20   | € 15.128,40  | 99,69%                 |                     |
| 411020                   | Aanbrengen damplanken.                                           | m            | 425,0                                  | Damwand; Europees naaldbout, damwandplanken                                 | m2                      |              | 850,00                     | 28.016,39    | € 3.412,00   | 22,55%                 |                     |
| 411110                   | Aanbrengen ankerstang                                            | st           | 213                                    | Klanker diameter = 75mm                                                     | st                      |              | 170,40                     | 97.625,81    | € 11.716,39  | 77,45%                 |                     |
| 412                      | Aqua-flora-matten                                                |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 448,33       | € 47,44      | 0,31%                  |                     |
| 412010                   | Aanbrengen Aqua-flora-matten                                     | m2           | 175                                    | Kokosvezeldoek                                                              | m2                      |              | 175,00                     | 448,33       | € 47,44      | 100,00%                |                     |
| 5                        | VERHARDINGEN                                                     |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 1.007.515,92 | € 102.229,49 |                        | 52,79%              |
| 51                       | WEGFUNDERING INCL. SEMI-VERHARDING                               |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 113.947,61   | € 12.584,60  | 12,31%                 |                     |
| 511                      | Voorbereidende werkzaamheden                                     |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 14.403,98    | € 1.581,26   | 12,57%                 |                     |
| 511010                   | Afwerken zandbed.                                                | m2           | 720                                    | Elementverhardingen, Zandbed                                                | m2                      |              | 720,00                     | 7.095,33     | € 844,07     | 53,38%                 |                     |
| 511020                   | Aanbrengen straatlaag.                                           | m2           | 1.170,00                               | Straatzand                                                                  | m3                      |              | 58,50                      | 7.308,66     | € 737,19     | 46,62%                 |                     |
| 512                      | Funderingslaag                                                   |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 99.543,63    | € 11.003,33  | 87,43%                 |                     |
| 512010                   | Aanbrengen hydraulisch gebonden wegfundering.                    | m2           | 7.000                                  | Funderingslaag Hydraulisch menggranaulaat 300mm                             | m2                      |              | 7.000,00                   | 72.046,46    | € 7.986,19   | 72,58%                 |                     |
| 512020                   | Aanbrengen hydraulisch gebonden wegfundering.                    | m2           | 1.325                                  | Funderingslaag Hydraulisch menggranaulaat 250mm                             | m2                      |              | 1.325,00                   | 12.139,53    | € 1.335,15   | 12,10%                 |                     |
| 512030                   | Aanbrengen ongebonden wegfundering.                              | m2           | 1.700                                  | Funderingslaag Menggranaulaat 250mm                                         | m2                      |              | 1.700,00                   | 15.357,63    | € 1.685,60   | 15,32%                 |                     |
| 53                       | BITUMINEUZE VERHARDING                                           |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 625.927,92   | € 66.440,88  | 64,99%                 |                     |
| 531                      | Asfalt rijweg                                                    |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 625.927,92   | € 66.440,88  | 100,00%                |                     |
|                          | Onderlaag, tussenlaag en uitvulling van asfaltbeton              | ton          | 3.320                                  | AC binbase 50% PR PCR asfalt 2.0                                            | kg                      |              | 3.320.000,00               | 197.953,87   | € 18.050,72  | 27,17%                 |                     |
|                          | Kievelaag                                                        | m2           | 21.690                                 | Bitumen emulsië kievelaag                                                   | m2                      |              | 21.690,00                  | 18.093,99    | € 2.689,11   | 4,05%                  |                     |
|                          | Deklaag van steenmastickeasfalt                                  | ton          | 1.010                                  | SMA 811 PCR asfalt 2.0                                                      | kg                      |              | 1.010.000,00               | 307.755,68   | € 34.128,42  | 51,37%                 |                     |
|                          | Rode deklaag van asfaltbeton                                     | ton          | 75                                     | AC surf rood, met penbitumen PCR asfalt 2.0                                 | kg                      |              | 75.000,00                  | 48.027,54    | € 5.916,08   | 8,90%                  |                     |
|                          | Deklaag van asfaltbeton                                          | ton          | 160                                    | AC surf zonder PR PCR asfalt 2.0                                            | kg                      |              | 160.000,00                 | 54.096,84    | € 5.656,56   | 8,51%                  |                     |
| 54                       | BESTRATING                                                       |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 267.640,39   | € 23.204,01  | 22,70%                 |                     |
| 541                      | Kantopduilingen                                                  |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 46.322,05    | € 3.889,99   | 16,76%                 |                     |
| 541110                   | Aanbrengen opspuitbanden van beton.                              | m            | 25                                     | Opspuitband 100x200x1000mm grijs                                            | m                       |              | 25,00                      | 272,46       | € 23,71      | 0,63%                  |                     |
| 541210                   | Aanbrengen RWS-trottoirbanden van beton.                         | m            | 820                                    | RWSband 115 225 x 250 x 1000mm grijs                                        | m                       |              | 820,00                     | 45.140,99    | € 3.786,46   | 97,34%                 |                     |
| 541310                   | Aanbrengen trottoirbanden van beton.                             | m            | 49                                     | Trottoirband 180 200 x 250 x 1000mm grijs                                   | m                       |              | 49,00                      | 908,60       | € 79,82      | 2,05%                  |                     |
| 542                      | Elementenverharding                                              |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 208.932,12   | € 18.065,02  | 77,85%                 |                     |
| 542110                   | Aanbrengen betontegels.                                          | m2           | 20                                     | Betontegels 300x300x45mm grijs                                              | m2                      |              | 20,00                      | 898,61       | € 75,87      | 0,42%                  |                     |
| 542120                   | Aanbrengen betontegels.                                          | m2           | 8                                      | Grasbetontegels per m2                                                      | m2                      |              | 8,00                       | 636,09       | € 64,22      | 0,36%                  |                     |
| 542130                   | Aanbrengen goottegels 300 x 150 x 50 mm                          | m            | 420                                    | Goot, betongoot molgoot                                                     | m                       |              | 420,00                     | 8.422,94     | € 742,49     | 4,11%                  |                     |
| 542220                   | Aanbrengen betonstraatstenen.                                    | m2           | 484                                    | Betonstraatsteen 210x105x80mm door en door grijs                            | m2                      |              | 484,00                     | 37.182,28    | € 3.082,93   | 17,07%                 |                     |
| 542320                   | Leveren verharding van prefab. betonplaten                       | m2           | 360                                    | Betonplaat, gewapend                                                        | m2                      |              | 360,00                     | 56.531,17    | € 4.926,45   | 27,77%                 |                     |
| 542410                   | Aanbrengen rlonde elementen van beton                            | st           | 79                                     | Betonplaat, gewapend                                                        | m2                      |              | 670,34                     | 105.261,04   | € 9.173,05   | 50,78%                 |                     |
| 544                      | Realisatie terreinverharding trafo Westerdal                     |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 12.386,22    | € 1.249,00   | 5,38%                  |                     |
| 544110                   | Grond ontgraven uit cunet                                        | m3           | 30                                     | Ophoogmateriaal, grond                                                      | x                       | m3           | 30,00                      | 233,86       | € 25,86      | 2,07%                  |                     |
| 544210                   | Grond verwerken in terrein                                       | m3           | 30                                     | Graafmachine, cat. IV, diesel                                               | uur                     |              | 0,50                       | 30,53        | € 2,63       | 0,21%                  |                     |
| 544220                   | Grond verwerken in cunet                                         | m3           | 30                                     | Ophoogmateriaal, grond                                                      | m3                      |              | 30,00                      | 637,13       | € 69,71      | 5,58%                  |                     |
| 544310                   | Afwerken zandbed.                                                | m2           | 60                                     | Elementenverhardingen, Zandbed                                              | m2                      |              | 60,00                      | 591,28       | € 70,34      | 5,63%                  |                     |
| 544320                   | Aanbrengen straatlaag.                                           | m2           | 60                                     | Straatzand                                                                  | m2                      |              | 60,00                      | 7.496,06     | € 756,10     | 60,54%                 |                     |
| 544410                   | Aanbrengen opspuitbanden van beton.                              | m            | 25                                     | Opspuitband 100x200x1000mm grijs                                            | m                       |              | 25,00                      | 272,46       | € 23,71      | 1,90%                  |                     |
| 544510                   | Aanbrengen betontegels.                                          | m2           | 20                                     | Betontegels 300x300x45mm grijs                                              | m2                      |              | 20,00                      | 898,61       | € 75,87      | 6,07%                  |                     |
| 544610                   | Aanbrengen betontegels.                                          | m2           | 28                                     | Grasbetontegels per m2                                                      | m2                      |              | 28,00                      | 2.226,30     | € 224,78     | 18,00%                 |                     |
| 7                        | INRICHTING EN BEAKENING                                          |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 138.157,59   | € 17.494,18  |                        | 9,03%               |
| 73                       | WEG- EN WATERBEAKENING                                           |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 138.157,59   | € 17.494,18  | 100,00%                |                     |
| 731110                   | Aanbrengen lengtemarkering -koudplastisch materiaal- in n.       | m            | 6.197                                  | Lengtemarkering, koudplastisch                                              | m                       |              | 3.098,25                   | 138.157,59   | € 17.494,18  | 100,00%                |                     |
| TOTAAL                   |                                                                  |              |                                        |                                                                             |                         |              |                            | 3.872.787,22 | € 431.630,39 |                        | 100,00%             |

\* <https://www.freesmi.nl/asfalt/frezen-markering-frezen-bak-frezen-profiel-frezen-freesmi/materieel>  
600 m2/dag  
25 m2/uur  
240 m2  
9,60 uur