



## Handreiking 'DuboCalc in dijkversterkingsprojecten'

*Voor de verkennings- en planuitwerkingsfase*



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introductie .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>MKI en DuboCalc: berekenen van duurzaamheid .....</b>                   | <b>3</b>  |
| 2.1      | MKI: berekenen van de milieu-impact.....                                   | 3         |
| 2.2      | DuboCalc en de Nationale Milieudatabase .....                              | 4         |
| 2.3      | DuboCalc in Verkennings- en planuitwerkingsfase .....                      | 6         |
| <b>3</b> | <b>Standaardobjecten: bouwstenen voor duurzame dijkversterkingen .....</b> | <b>7</b>  |
| 3.1      | Standaardobjecten in dijkversterkingen .....                               | 7         |
| 3.2      | Grondoplossing .....   | 8         |
| 3.3      | Harde bekleding.....   | 13        |
| 3.4      | Zachte bekleding .....   | 15        |
| 3.5      | Damwand.....   | 16        |
| 3.6      | Heavescherm .....  | 18        |
| 3.7      | Filterscherm.....  | 18        |
| 3.8      | Drainage .....   | 20        |
| 3.9      | Kraag- of zinkstuk.....  | 20        |
| 3.10     | Weginfrastructuur .....  | 22        |
| <b>4</b> | <b>Toepassen van DuboCalc in dijkversterkingen .....</b>                   | <b>25</b> |
| 4.1      | Objectenbibliotheek .....  | 25        |
| 4.2      | Invoeren van informatie / objecten .....                                   | 25        |
| 4.3      | Projectspecifiek aanpassen van objecten.....                               | 27        |



## 1 Introductie

Duurzaamheid is een thema dat volop in ontwikkeling is binnen de dijkenwereld. Vanuit de behoefte bij de projectteams aan overzicht en handvatten om duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit beter te kunnen borgen, heeft WSRL subsidie aangevraagd bij de Kennis- en Innovatieagenda van het HWBP. De Handreiking DuboCalc is een van de drie projecten die uitgevoerd wordt met subsidie ten behoeve van deze "Kennis & innovatie voor duurzamere en vergunbare HWBP-dijkversterkingen". Waterschap Rivierenland is opdrachtgever van deze Handreiking en heeft hierbij samengewerkt met andere waterschappen en de programmadirectie HWBP.

Met het gebruik van DuboCalc kunnen gemaakte duurzaamheidsdoelstellingen op projectniveau concreet en meetbaar gemaakt worden. De handreiking heeft als doel om toelichting te geven op het gebruik van de objectenbibliotheek in DuboCalc, waarin specifieke objecten voor dijkversterkingen zijn uitgewerkt.

DuboCalc is een rekenprogramma om de milieu-impact van ontwerpen te berekenen. Het is één van de tools uit de Aanpak Duurzaam GWW. Met name in de verkennings- en planuitwerkingsfase is er behoefte aan een manier om ontwerpen te beoordelen en met elkaar te vergelijken op het gebied van duurzaamheid. Met DuboCalc en de onderliggende MKI-methodiek is het mogelijk om snel en efficiënt ontwerpen te beoordelen, met elkaar te vergelijken en af te wegen voor de duurzaamheidsthema's 'Energie & Klimaat' en 'Circulariteit', zie Figuur 1. De handreiking gaat specifiek in op DuboCalc in dijkversterkingen. Meer algemene informatie en uitleg over hoe DuboCalc werkt is [hier](#) te vinden.



Figuur 1: DuboCalc helpt om impact op thema's Energie en Klimaat en Circulariteit in beeld te brengen

De handreiking is bedoeld om duurzaamheid mee te nemen in de verkenningsfase en planuitwerkingsfase. In de verkenningsfase kan DuboCalc gebruikt worden om duurzaamheid mee te wegen in het bepalen van kansrijke oplossingsrichtingen (zeef 1) en het selecteren van het voorkeursalternatief (zeef 2). In de planuitwerkingsfase vindt er een iteratief proces plaats waarbij een aantal keer een ontwerpcyclus wordt doorlopen. Door bij elke ontwerpcyclus ook DuboCalc in te zetten wordt de milieu-impact van ontwerpkeuzes inzichtelijk. Dit ondersteunt het maken van duurzame keuzes.

Het detailniveau van de DuboCalc berekening kan aangepast worden aan het detailniveau van de projectfase en beschikbare informatie. In de verkenningsfase zal een berekening eerder op hoofdlijnen worden uitgevoerd terwijl in de planuitwerkingsfase over het algemeen een meer gedetailleerde berekening gewenst is.

In dit document staat achtereenvolgens beschreven:

- MilieuKostenIndicator (MKI), DuboCalc en Nationale Milieudatabase: hoe zijn deze met elkaar verbonden en hoe helpt het projecten om duurzaamheid inzichtelijk te maken;
- Een beschrijving van gebruik van DuboCalc in een een project
- Standaardobjecten voor dijkversterkingen: bouwstenen om op een snelle en efficiënte manier de milieu-impact of duurzaamheidswinst van alternatieven en ontwerpen te bepalen. Per object is beschreven hoe deze is opgebouwd, wat de uitgangspunten zijn en wat nog aandachtspunten zijn bij het gebruik;
- Toepassen en aanpassen van objectenbibliotheek: een korte handleiding waarin wordt beschreven hoe de objecten kunnen worden gebruikt binnen DuboCalc en ook kunnen worden aangepast op basis van projectspecifieke informatie.

## 2 MKI en DuboCalc: berekenen van duurzaamheid

### 2.1 MKI: berekenen van de milieu-impact

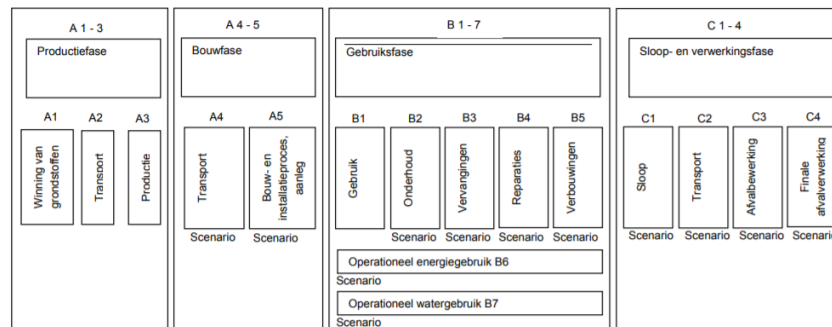
De milieu-impact van het materiaalgebruik en het energieverbruik in ontwerpen is te duiden door middel van de MilieuKostenIndicator (MKI). De MKI-waarde is een single score-indicator uitgedrukt in euro's. In deze MKI zitten alle milieueffecten, van het materiaal- en energieverbruik van winning tot aan de sloop- en hergebruikfase. Deze milieueffecten worden m.b.v. schaduwrijzen omgerekend naar een één-puntsscore: de MKI-waarde. De schaduwrijzen weerspiegelen de kosten die de maatschappij ervoor over heeft de betreffende milieudoelen te bewerkstelligen. Uiteindelijk geldt, hoe lager de MKI-waarde, hoe duurzamer het ontwerp.

Tabel 1: MKI-waarde per milieueffect equivalent (set A1)

| Milieueffectcategorie   | Equivalent eenheid                | Weefactor in € / kg eq. |
|---|-----------------------------------|-------------------------|
| Uitputting abiotisch grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) – ADP | Sb eq.                            | € 0,16                  |
| Uitputting fossiele energiedragers – ADP                                    | Sb eq.                            | € 0,16                  |
| Klimaatverandering – GWP 100 j.   | CO <sub>2</sub> eq.               | € 0,05                  |
| Aantasting ozonlaag – ODP   | CFK-11 eq.                        | € 30,00                 |
| Fotochemische oxidantvorming – POCP   | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq. | € 2,00                  |
| Verzuring – AP  | SO <sub>2</sub> eq.               | € 4,00                  |

|  |                     |           |
|--|---------------------|-----------|
| Vermesting – EP                            | PO <sub>4</sub> eq. | € 9,00    |
| Humane toxiciteit – HTP                    | 1,4-DCB eq.         | € 0,09    |
| Zoetwater aquatische ecotoxiciteit – FAETP | 1,4-DCB eq.         | € 0,03    |
| Mariene aquatische ecotoxiciteit – MAETP   | 1,4-DCB eq.         | € 0,00001 |
| Terrestrische ecotoxiciteit - TETP         | 1,4-DCB eq.         | € 0,06    |

De methodiek van MKI is gebaseerd op de rekenmethodiek van Levenscyclusanalyse (LCA) gespecificeerd in de [Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken](#). Door elf milieueffecten om te rekenen naar schaduwrijzen is het vergelijken van functionele eenheden mogelijk. In Tabel 1 zijn de schaduwrijzen per milieueffect (set A1) weergegeven. Momenteel bereidt stichting NMD de database voor op de overgang naar het gebruik van een nieuwe set schaduwrijzen (set A2) voor het berekenen van de milieueffecten. Totdat er parlementaire goedkeuring is, wordt er gerekend met set A1. Zodra set A2 in gebruik wordt genomen zullen de objecten een update krijgen.



Figuur 2: Fases als onderdeel van een levenscyclusanalyse

De milieueffecten worden berekend over de gehele levensduur van een product. In Figuur 2 zijn de verschillende fases van een levenscyclusanalyse weergegeven. In de fases A1 t/m A3 wordt de productiefase weergegeven: van winning van grondstoffen tot de

productie van een product. In fase A4 wordt het transport berekend van de productielocatie naar de projectlocatie, terwijl in fase A5 de constructie wordt weergegeven. In de fases B1 t/m B7 worden de gebruiks- en beheer- en onderhoudsfases weergegeven. In de fases C1 t/m C4 wordt de sloop en de verwerkingsfase van materialen weergegeven. Tot slot is er een fase D; deze fasen worden milieulasten en -baten buiten de systeemgrens van het bouwwerk gerekend.

## 2.2 DuboCalc en de Nationale Milieudatabase

DuboCalc is een rekenprogramma dat is ontwikkeld vanuit Rijkswaterstaat waarmee werken in de Grond- Weg- en Waterbouw (GWW) op een objectieve en gestandaardiseerde wijze kunnen worden beoordeeld op duurzaam materiaal- en energiegebruik. DuboCalc is gebaseerd op de methodiek van levenscyclusanalyse (LCA). Hierdoor worden alle relevante milieueffecten van het materiaal- en energieverbruik gedurende de totale levensloop van een werk meegenomen.

DuboCalc maakt voor de berekeningen gebruik van de Nationale Milieudatabase (NMD) die wordt beheerd door Stichting Nationale Milieudatabase. In deze database zijn productkaarten opgenomen met algemene informatie over het desbetreffende product, zoals naam, levensduur en functionele eenheid. Aanvullend daarop bevat het milieuinformatie die verkregen is uit een levenscyclusanalyse.

De data die in de database staan kunnen getoetst of niet-getoetst zijn. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt in drie categorieën:

- **Categorie 1:** Merk gebonden data van fabrikanten en toeleveranciers die is getoetst door een onafhankelijke, gekwalificeerde derde partij volgens het NMD-Toetsingsprotocol.

- **Categorie 2:** Merk ongebonden data (merkloos) van groepen van fabrikanten en/of toeleveranciers en branches die is getoetst door een onafhankelijke, gekwalificeerde derde partij volgens het NMD-Toetsingsprotocol, met vermelding van representativiteit (representatief voor bijvoorbeeld de Nederlandse markt of een groep van producenten).
- **Categorie 3:** Merk ongebonden data (merkloos) van Stichting Nationale Milieudatabase die niet is getoetst volgens het NMD-Toetsingsprotocol.
- **Categorie 3a:** Merk ongebonden data (merkloos) van extern geleverde energiedragers. Data is in eigendom en beheer van Stichting Nationale Milieudatabase. De 30% ophoogfactor aanwezig in categorie 3 is niet van toepassing. Categorie 3a data is niet opgenomen in deze handleiding en de bijbehorende objectenbibliotheek.



*Figuur 3: Plaatsen van boorpalen bij dijkversterking Kinderdijk- Schoonhovenseveer*

## 2.3 DuboCalc in Verkennings- en planuitwerkingsfase

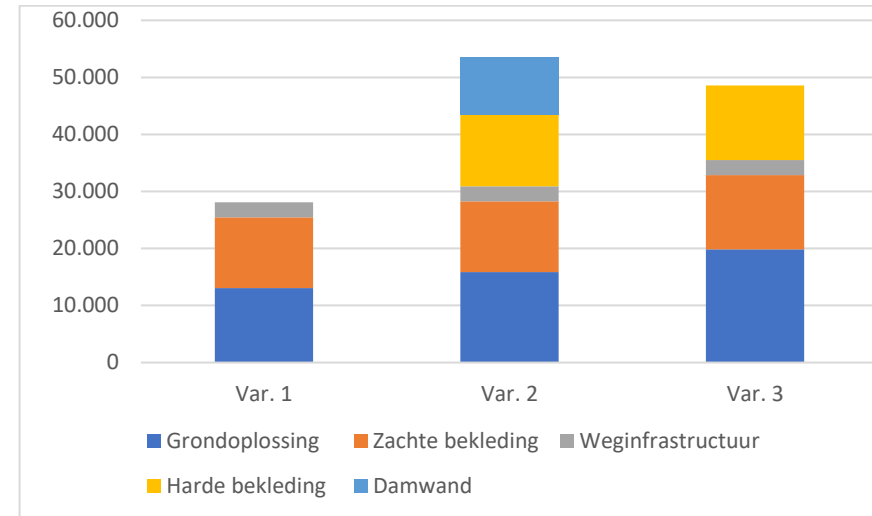
Met de objecten uit de objectenbibliotheek kunnen varianten en alternatieven voor de verkennings- en planuitwerkingsfase van een project worden doorberekend op duurzaamheid. Met DuboCalc kan zowel de MKI als de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de alternatieven en varianten worden bepaald.

In de verkenningsfase is het voldoende om de MKI van de oplossingsrichtingen op hoofdlijnen te bepalen, bijvoorbeeld aan de hand van 'bouwblokken'. In de planuitwerkingsfase kan meer detail in de MKI-berekening worden aangebracht.

In Figuur 4 is een voorbeeld gegeven voor een fictief dijkvak van 100 m lengte waarbij de MKI bepaald is voor drie varianten op basis van de objecten zoals die in deze handreiking zijn beschreven.

De alternatieven zijn onderstaand op hoofdlijnen beschreven:

- **Variant 1: binnendijks in grond.** 5.000 m<sup>3</sup> klei en zand aanvoeren en aanbrengen, zachte bekleding incl. 50 jaar onderhoud (maaïen). Verwijderen oud onderhoudspad en aanleg nieuw onderhoudspad.
- **Variant 2: damwand.** 6.900 m<sup>3</sup> klei en zand aanvoeren, harde bekleding (zetsteen) en betonnen damwand, zachte bekleding incl. 50 jaar onderhoud (maaïen). Verwijderen oud onderhoudspad en aanleg nieuw onderhoudspad.
- **Variant 3: buitenwaartse oplossing in grond.** 8.600 m<sup>3</sup> klei en zand aanvoeren, harde bekleding (zetsteen) en zachte bekleding (incl. 50 jaar onderhoud (maaïen)). Verwijderen oud onderhoudspad en aanleg nieuw onderhoudspad.



Figuur 4: Voorbeeld van een vergelijking van MKI-waardes per hoofdelement voor een dijkvak

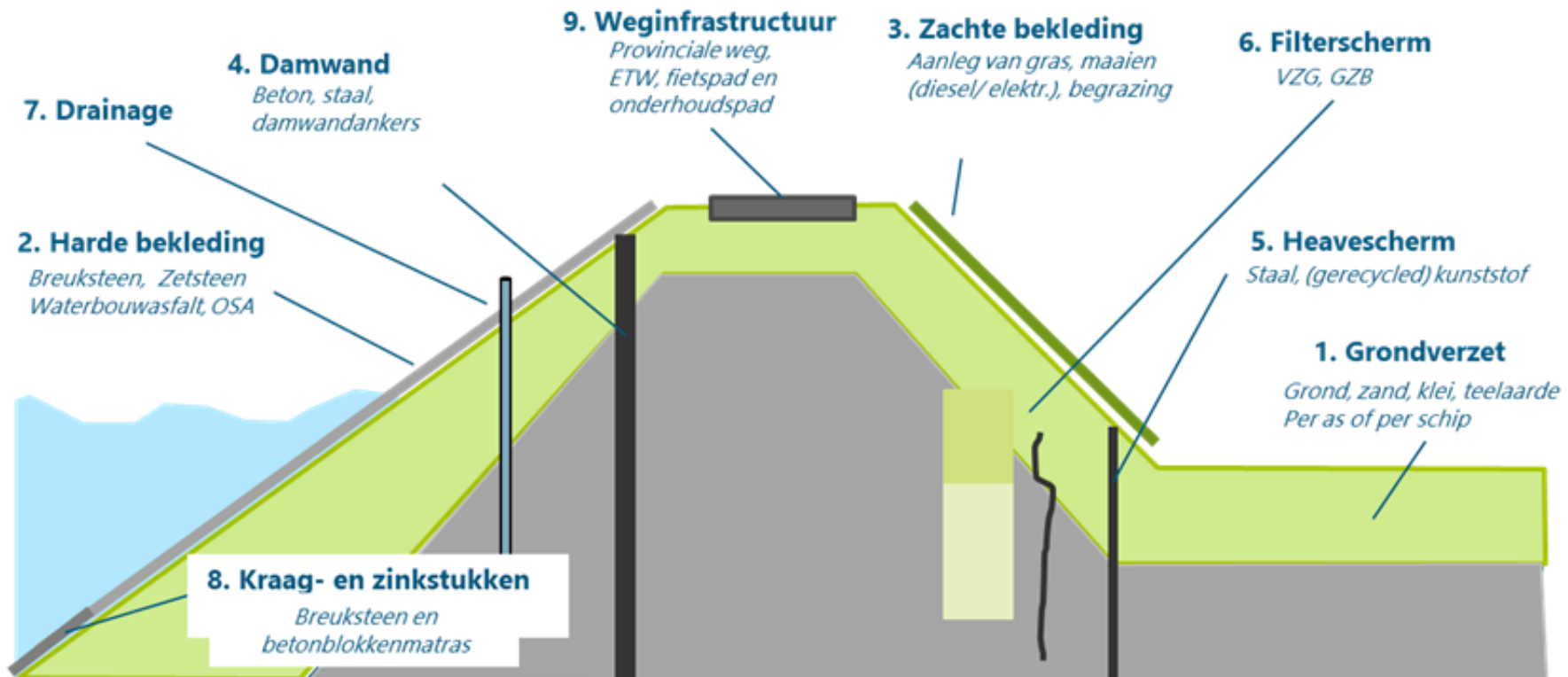
Met de berekening wordt inzichtelijk welk alternatief de laagste MKI heeft, en wat de posten zijn die het grootste deel van de milieu-impact veroorzaken. Dit zorgt ervoor dat bewuste, onderbouwde keuzes op gebied van duurzaamheid kunnen worden genomen. Ook geeft het de mogelijkheid om actief te sturen op het verminderen van de MKI en de CO<sub>2</sub>-uitstoot in het ontwerpproces.

## 3 Standaardobjecten: bouwstenen voor duurzame dijkversterkingen

### 3.1 Standaardobjecten in dijkversterkingen

Om de milieu-impact van dijkversterkingen in de verkennings- of planuitwerkingsfase snel uit te kunnen rekenen zijn standaardobjecten ontwikkeld die zijn onder te verdelen in totaal negen categorieën. In Figuur 5 zijn de categorieën met de bijbehorende objecten weergegeven.

Voor elk object zijn uitgangspunten gehanteerd op basis van referentieprojecten, geldende bepalingen of ervaringen van experts. In de volgende paragrafen staat per categorie beschreven uit welke objecten de categorie bestaat, wat de uitgangspunten zijn en wat de aandachtspunten zijn bij toepassing.



Figuur 5: De verschillende categorieën standaardobjecten die in DuboCalc zijn geprogrammeerd ten behoeve van dijkversterkingen

## 3.2 Grondoplossing

*Onder het standaardobject 'grondoplossing' wordt het transport, aanbrengen en afvoeren van gronden verstaan. Binnen het object wordt onderscheid gemaakt tussen de werkzaamheden binnen en buiten het projectgebied en is het mogelijk om de MKI-waarde voor verschillende gronden te berekenen: grond, zand, klei en teelaarde. Uitgangspunten voor de objecten, zoals hoeveelheden en tkm's transport zijn aanpasbaar in DuboCalc.*

### 3.2.1 Onderdelen van standaardobject

Binnen dit standaardobject zijn vier categorieën te onderscheiden qua grondoplossing:

- A. Leveren van gronden**
- B. Aanbrengen van gronden**
- C. Ontgraven van gronden**
- D. Afvoeren van gronden**

Er is gekozen voor deze categorieën om zo onderscheid te maken van de werkzaamheden binnen en buiten de projectgrenzen. Daarnaast is bij het leveren van gronden rekening gehouden met de milieu-impact van het toe te passen materiaal.



Figuur 6: Transport van zand over water bij dijkversterking

### A. Leveren van gronden

Leveren van gronden gaat om materialen die primair elders zijn gewonnen en uiteindelijk worden toegepast in het project. Er wordt 'gerekend' tot de projectgrenzen voor deze objecten.

| Subobject               | Omschrijving  | Eenheid        |
|-------------------------|---|----------------|
| <b>Grond per as</b>     | Grond wordt vanaf een externe locatie aangevoerd per vrachtwagen en gelost bij een projectdepot         | m <sup>3</sup> |
| <b>Grond per schip</b>  | Grond wordt vanaf een externe locatie aangevoerd per schip en gelost aan de wal                         | m <sup>3</sup> |
| <b>Klei per as</b>      | Klei wordt vanaf een externe locatie aangevoerd per vrachtwagen en gelost bij een projectdepot          | m <sup>3</sup> |
| <b>Klei per schip</b>   | Klei wordt vanaf een externe locatie aangevoerd per schip en gelost aan de wal                          | m <sup>3</sup> |
| <b>Zand per as</b>      | Zand wordt vanaf een externe locatie aangevoerd per vrachtwagen en gelost bij een projectdepot          | m <sup>3</sup> |
| <b>Zand per schip</b>   | Zand wordt vanaf een externe locatie aangevoerd per schip en gelost aan de wal                          | m <sup>3</sup> |
| <b>Teelaarde per as</b> | Teelaarde wordt van vanaf een externe locatie aangevoerd per vrachtwagen en gelost bij een projectdepot | m <sup>3</sup> |

### B. Aanbrengen van gronden

Aanbrengen van gronden gaat om materialen die zowel (nieuw) zijn aangevoerd als het hergebruik van materialen. Focus voor deze objecten ligt op de materieelinzet om de gronden aan te brengen.

| Subobject               | Omschrijving   | Eenheid        |
|-------------------------|--|----------------|
| <b>Grond per as</b>     | Grond wordt vanaf een projectdepot naar de plaats van verwerking gebracht per dumper en verwerkt binnen het project.     | m <sup>3</sup> |
| <b>Klei per as</b>      | Klei wordt vanaf een projectdepot naar de plaats van verwerking gebracht per dumper en verwerkt binnen het project.      | m <sup>3</sup> |
| <b>Zand per as</b>      | Zand wordt vanaf een projectdepot naar de plaats van verwerking gebracht per dumper en verwerkt binnen het project.      | m <sup>3</sup> |
| <b>Teelaarde per as</b> | Teelaarde wordt vanaf een projectdepot naar de plaats van verwerking gebracht per dumper en verwerkt binnen het project. | m <sup>3</sup> |

### C. Ontgraven van gronden

Ontgraven van gronden gaat om het afgraven van gronden voorafgaand aan de versterking. Deze gronden worden eerst tijdelijk naar een projectdepot gebracht, voordat een vervolgbestemming volgt (hergebruik binnen of buiten project, afvoeren of in depot laten liggen).

| Subobject               | Omschrijving  | Eenheid        |
|-------------------------|---|----------------|
| <b>Grond per as</b>     | Grond wordt ontgraven en met een dumper naar het projectdepot gebracht.     | m <sup>3</sup> |
| <b>Klei per as</b>      | Klei wordt ontgraven en met een dumper naar het projectdepot gebracht.      | m <sup>3</sup> |
| <b>Zand per as</b>      | Zand wordt ontgraven en met een dumper naar het projectdepot gebracht.      | m <sup>3</sup> |
| <b>Teelaarde per as</b> | Teelaarde wordt ontgraven en met een dumper naar het projectdepot gebracht. | m <sup>3</sup> |

### D. Afvoeren van gronden

Afvoeren van gronden focust zich op het afvoeren van de gronden van de projectlocatie. Deze zijn eerst al naar een projectdepot gebracht, waarna deze of per vrachtwagen of per schip worden afgevoerd naar een andere locatie.

| Subobject              | Omschrijving   | Eenheid        |
|------------------------|--|----------------|
| <b>Grond per as</b>    | Grond wordt eerst ontgraven en vanaf het projectdepot vervoerd met een vrachtwagen om te worden gelost bij een externe locatie.      | m <sup>3</sup> |
| <b>Grond per schip</b> | Grond wordt eerst ontgraven en vanaf het projectdepot vervoerd met een binnenvaartschip om te worden gelost bij een externe locatie. | m <sup>3</sup> |
| <b>Klei per as</b>     | Klei wordt eerst ontgraven en vanaf het projectdepot vervoerd met een vrachtwagen om te worden gelost bij een externe locatie.       | m <sup>3</sup> |
| <b>Klei per schip</b>  | Klei wordt eerst ontgraven en vanaf het projectdepot vervoerd met een binnenvaartschip om te worden gelost bij een externe locatie.  | m <sup>3</sup> |
| <b>Zand per as</b>     | Zand wordt eerst ontgraven en vanaf het projectdepot vervoerd met een vrachtwagen om te worden gelost bij een externe locatie.       | m <sup>3</sup> |
| <b>Zand per schip</b>  | Zand wordt eerst ontgraven en vanaf het projectdepot vervoerd met een binnenvaartschip om te worden gelost bij een externe locatie.  | m <sup>3</sup> |

## 3.2.2 Uitgangspunten voor standaardobject

Per subobject zijn uitgangspunten geformuleerd om het object samen te stellen in DuboCalc. Deze zijn hieronder per subobject geformuleerd. In DuboCalc zelf is het mogelijk om de objecten en uitgangspunten aan te passen, bijvoorbeeld het aanpassen van de hoeveelheden of tkm's transport voor grond.

### A. Leveren van gronden

Bij leveren van gronden wordt het materiaal uiteindelijk in een depot verwerkt. De 2<sup>e</sup> graafmachine voor het lossen is niet meegenomen, omdat voor de materialen in DuboCalc al materieel is inbegrepen.

| Subobject              | Uitgangspunten   |
|------------------------|--|
| <b>Grond per as</b>    | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Vrachtwagen EURO 5 (diesel)</li> <li>1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Soortelijk gewicht: 1,625 ton / m<sup>3</sup></li> <li>Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul> |
| <b>Grond per schip</b> | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Binnenvaartschip</li> <li>1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Soortelijk gewicht: 1,625 ton / m<sup>3</sup></li> <li>Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul>            |
| <b>Klei per as</b>     | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Vrachtwagen EURO 5 (diesel)</li> <li>1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Soortelijk gewicht: 1,6 ton / m<sup>3</sup></li> <li>Leverafstand van materiaal: 43 km<sup>1</sup></li> </ul>   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Klei per schip</b> | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Binnenvaartschip</li> <li>1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Soortelijk gewicht: 1,6 ton / m<sup>3</sup></li> <li>Leverafstand van materiaal: 43 km<sup>1</sup></li> </ul>            |
| <b>Zand per as</b>    | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Vrachtwagen EURO 5 (diesel)</li> <li>1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Soortelijk gewicht: 1,5 ton / m<sup>3</sup></li> <li>Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul> |
| <b>Zand per schip</b> | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Binnenvaartschip</li> <li>1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Soortelijk gewicht: 1,5 ton / m<sup>3</sup></li> <li>Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul>            |

### B. Aanbrengen van gronden

Bij aanbrengen wordt het materiaal niet meegenomen, omdat a) het materiaal vanaf een externe locatie is geleverd en de milieu-impact reeds bij *A. Leveren van gronden* is meegenomen of b) het gaat om grond die wordt hergebruikt waar geen milieu-impact over wordt gerekend.

| Subobject           | Uitgangspunten   |
|---------------------|--|
| <b>Grond per as</b> | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>2x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |
| <b>Klei per as</b>  | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>2x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Zand per as</b>      | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>• 2x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |
| <b>Teelaarde per as</b> | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>• 2x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |



Figuur 7: aanbrengen van klei bij dijkversterking Lauwersmeerdijk

### C. Ontgraven van gronden

Het ontgraven van gronden betreft gronden die moeten worden ontgraven ten behoeve van de dijkversterking. Uitgangspunt is dat deze gronden eerst tijdelijk worden opgeslagen in een projectdepot, voordat deze a) worden hergebruikt of b) worden afgevoerd. Wanneer gronden direct per as worden afgevoerd zonder gebruik te maken van een tijdelijk depot kan bij hoeveelheid '0' ingevuld worden.

| Subobject               | Uitgangspunten   |
|-------------------------|--|
| <b>Grond per as</b>     | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>• 1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |
| <b>Klei per as</b>      | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>• 1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |
| <b>Zand per as</b>      | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>• 1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |
| <b>Teelaarde per as</b> | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Dumper (diesel) (24 m<sup>3</sup> / uur)</li> <li>• 1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> |

### D. Afvoeren van gronden

Bij afvoeren van gronden gaat het om gronden die zijn ontgraven en niet meer worden gebruikt in de dijkversterking. Deze worden naar een externe locatie gebracht. Dit kan een depot zijn, maar ook een ander (dijkversterkings)project.

| Subobject              | Uitgangspunten   |
|------------------------|--|
| <b>Grond per as</b>    | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Vrachtwagen EURO 5 (diesel)</li> <li>• 1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soortelijk gewicht: 1,625 ton / m<sup>3</sup></li> <li>• Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul> |
| <b>Grond per schip</b> | <b>Materieel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Binnenvaartschip</li> <li>• 2x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <b>Overig</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soortelijk gewicht: 1,625 ton / m<sup>3</sup></li> <li>• Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul>            |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Klei per as</b>    | <p><b>Materieel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Vrachtwagen EURO 5 (diesel)</li> <li>• 1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <p><b>Overig</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soortelijk gewicht: 1,6 ton / m<sup>3</sup></li> <li>• Leverafstand van materiaal: 43 km<sup>1</sup></li> </ul> |
| <b>Klei per schip</b> | <p><b>Materieel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Binnenvaartschip</li> <li>• 2x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <p><b>Overig</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soortelijk gewicht: 1,6 ton / m<sup>3</sup></li> <li>• Leverafstand van materiaal: 43 km<sup>1</sup></li> </ul>            |
| <b>Zand per as</b>    | <p><b>Materieel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Vrachtwagen EURO 5 (diesel)</li> <li>• 1x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <p><b>Overig</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soortelijk gewicht: 1,5 ton / m<sup>3</sup></li> <li>• Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul> |
| <b>Zand per schip</b> | <p><b>Materieel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x Binnenvaartschip</li> <li>• 2x Graafmachine stage IV (diesel) (90 m<sup>3</sup> / uur)</li> </ul> <p><b>Overig</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soortelijk gewicht: 1,5 ton / m<sup>3</sup></li> <li>• Leverafstand van materiaal: 18 km<sup>1</sup></li> </ul>            |

### 3.2.3 Aandachtspunten voor standaardobject

Het standaardobject *Grondoplossing* bestaat uit verschillende subobjecten die gecombineerd dienen te worden toegepast in het project om de milieu-impact uit te rekenen. De volgende aandachtspunten zijn hier van belang:

- **Geen milieu-impact gronden bij aanbrengen** – Bij *aanbrengen van gronden (B)* wordt geen materiaal meegenomen in het bepalen van

de impact. Deze impact is óf reeds meegenomen bij *leveren van gronden* of het gaat om hergebruik van gronden waar geen impact hoeft te worden gerekend (*free of burden*).

- **90 m<sup>3</sup> per uur laden of lossen** – Voor de graafmachines is bij het laden of lossen van grond het uitgangspunt dat dit met een snelheid van 90 m<sup>3</sup> per uur gebeurt. Deze snelheid kan door gebruikers zelf nog worden aangepast.
- **Inzet materieel- graafmachine** - In DuboCalc 6 staat voornamelijk alleen een 50 kW graafmachine aangegeven, met een verbruik van 13,54 L/uur. In dijkversterkingen wordt over het algemeen gebruik gemaakt van zwaardere materieel (30-40 tons / 142-150 kW). De werkelijke impact is daardoor hoger.
- **Inzet materieel grondtransport** – In de objecten voor grondoplossing is voor extern transport uitgegaan van grondtransport met een vrachtwagen. Voor intern transport wordt uitgegaan van een dumper. Voor het vervoer met een dumper kan worden gerekend met de onderstaande uitgangspunten. Standaard is uitgegaan van 3 km transportafstand.

| Transportafstand op bouwlocatie (km) | Uitgangspunt transportsnelheid (m <sup>3</sup> /uur) | Invoerwaarde DuboCalc (uur/m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------------|--|---|
| 1                                    | 35   | 0.0286                                      |
| 3                                    | 24   | 0.0417                                      |
| 5                                    | 19   | 0.0526                                      |
| 10                                   | 11   | 0.0909                                      |

- **Gebruik depot** – Bij 'aanbrengen van gronden' wordt ervan uitgegaan dat de grond eerst in een depot wordt geplaatst. De impact van een dijkversterking kan verminderd worden door een slimme logistiek waarbij grond zo veel mogelijk direct op locatie wordt toegepast, zonder tussendepot. Grond die niet in een depot wordt

geplaatst en direct wordt toegepast hoeft alleen aangegeven te worden onder 'leveren van gronden' en niet bij 'aanbrengen van gronden'.

- **Verduurzamen materieel of brandstof** – Uitgangspunt in deze sub-objecten is de inzet van een Euro 5 vrachtwagen, een dumper of een stage IV-graafmachine, alle op diesel. Het is mogelijk om deze objecten te verduurzamen door materieel van een hogere klasse of andere brandstoffen/energiedragers te gebruiken.
- **Gehanteerde afstanden** – De gehanteerde afstanden, zowel naar de projectlocatie toe als binnen het projectgebied, zijn inschattingen op basis van eerdere projecten. Het is mogelijk om deze afstanden project specifiek te maken en dus aan te passen.

### 3.3 Harde bekleding

*Het standaardobject 'harde bekleding' bevat diverse types harde bekleding. Het is mogelijk om de MKI-waarde voor verschillende type harde bekleding te berekenen: onderwaterbeton, zetsteen, breuksteen, waterbouwasfalt en opensteenafalt (OSA).*

#### 3.3.1 Onderdelen van standaardobject

Binnen dit standaardobject zijn twee categorieën opgenomen:

- Verwijderen van harde bekleding**
- Aanbrengen van harde bekleding**

Bij beide categorieën kan gekozen worden uit verschillende soorten steenbekleding.

#### A. Verwijderen van harde bekleding

Bij verwijderen van bekleding gaat het om het verwijderen van bestaande typen harde bekleding.

| Subobject                          | Omschrijving   | Eenheid        |
|------------------------------------|--|----------------|
| <b>Verwijderen onderwaterbeton</b> | Het verwijderen en afvoeren van het bestaande onderwaterbeton.   | m <sup>2</sup> |
| <b>Verwijderen waterbouwasfalt</b> | Het verwijderen en afvoeren van het bestaande waterbouwasfalt.   | m <sup>2</sup> |
| <b>Verwijderen opensteenafalt</b>  | Het verwijderen en afvoeren van het bestaande opensteenafalt.    | m <sup>2</sup> |
| <b>Verwijderen breuksteen</b>      | Het verwijderen en afvoeren van de bestaande breuksteen.         | m <sup>2</sup> |
| <b>Verwijderen zetsteen</b>        | Het verwijderen en afvoeren van de bestaande zetsteen bekleding. | m <sup>2</sup> |

#### B. Aanbrengen van harde bekleding

Qua harde bekleding zijn onderwaterbeton, waterbouwasfalt (WBA), open steenafalt (OSA), breuksteen en zetsteen mogelijk opties. Per type steenbekleding zijn er ook verschillende diktes beschikbaar.

| Subobject                              | Omschrijving   | Eenheid        |
|--|--|----------------|
| <b>Aanbrengen onderwaterbeton</b>      | Aanbrengen van onderwaterbeton (C30/C37), keuze uit diktes variërend van 0,2 m tot 0,5 m | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen waterbouwasfalt</b>      | Aanbrengen van waterbouwasfalt, keuze uit diktes variërend van 0,2 m tot 0,5 m           | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen opensteenafalt (OSA)</b> | Aanbrengen van OSA, keuze uit diktes variërend van 0,2 m tot 0,5 m                       | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen breuksteen</b>           | Aanbrengen van breuksteen (laagdikte 0,4 m of 0,6 m)                                     | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen zetsteen</b>             | Aanbrengen van zetsteen, keuze uit diktes variërend van 0,2 m tot 0,5 m                  | m <sup>2</sup> |



Figuur 8: Aanbrengen van zetsteen als dijkbekleding

### 3.3.2 Uitgangspunten voor standaardobject

Per subobject zijn uitgangspunten geformuleerd om het object samen te stellen in DuboCalc. Deze zijn hieronder per subobject geformuleerd. In DuboCalc zelf is het mogelijk af te wijken als andere punten van toepassing zijn.

#### A. Verwijderen van harde bekleding

| Subobject                           | Uitgangspunten  |
|-------------------------------------|---|
| <b>Verwijderen onderwaterbeton</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwijderen onderwaterbeton 0,2 m dik</li> <li>• 'Vrijkomend materiaal' in DuboCalc</li> </ul>   |
| <b>Verwijderen waterbouwasfalt</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwijderen waterbouwasfalt 0,2 m dik</li> <li>• Verwijderen fundering menggranulaat 250 mm</li> <li>• 'Vrijkomend materiaal' in DuboCalc</li> </ul> |
| <b>Verwijderen opensteenafsluit</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwijderen OSA 0,2 m dik</li> <li>• Verwijderen fundering menggranulaat 250 mm</li> <li>• 'Vrijkomend materiaal' in DuboCalc</li> </ul>             |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Verwijderen breuksteen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwijderen breuksteen 0,4 m dik</li> <li>• 'Vrijkomend materiaal' in DuboCalc</li> </ul> |
| <b>Verwijderen zetsteen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwijderen zetsteen 0,2 m dik</li> <li>• 'Vrijkomend materiaal' in DuboCalc</li> </ul>   |

#### B. Aanbrengen van harde bekleding

Voor zetsteen en breuksteen wordt eerst een onderlaag van geotextiel en filtergrind gecreëerd, terwijl bij waterbouwasfalt en open steenasfalt een fundering m.b.v. menggranulaat wordt aangelegd.

| Subobject                         | Uitgangspunten  |
|-----------------------------------|---|
| <b>Aanbrengen onderwaterbeton</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geotextiel</li> <li>• Filtergrind als onderlaag (0,15 m dik)</li> <li>• Betonmortel C3037 CEM III B <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Dikte 0,2; 0,3; 0,4 of 0,5 m</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Aanbrengen waterbouwasfalt</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggranulaat als fundering (0,25 m dik)</li> <li>• Soortelijk gewicht WBA: 2,4 ton / m<sup>3</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 0,2 m dik: 480 kg / m<sup>2</sup></li> <li>◦ 0,3 m dik: 720 kg / m<sup>2</sup></li> <li>◦ 0,4 m dik: 960 kg / m<sup>2</sup></li> <li>◦ 0,5 m dik: 1200 kg / m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>• Waterbouwasfalt betreft cat. 2 data, zonder 30% opslag.</li> <li>• Met slijtlaag 'bitumenemulsie kleeflaag 0,4 kg / m<sup>2</sup>'. De slijtlaag moet elke 10 jaar vervangen worden. Omdat in DuboCalc een levensduur van 45 jaar wordt gehanteerd is een factor 4.5 toegepast op de hoeveelheid.</li> </ul> |
| <b>Aanbrengen OSA</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggranulaat als fundering (0,25 m dik)</li> <li>• Soortelijk gewicht OSA: 2,1 ton / m<sup>3</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 0,2 m dik: 420 kg / m<sup>2</sup></li> <li>◦ 0,3 m dik: 630 kg / m<sup>2</sup></li> <li>◦ 0,4 m dik: 840 kg / m<sup>2</sup></li> <li>◦ 0,5 m dik: 1050 kg / m<sup>2</sup></li> </ul> </li> </ul>  |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Aanbrengen breuksteen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geotextiel</li> <li>• Filtergrind als onderlaag (0,15 m dik)</li> <li>• Waterbouwsteen/ breuksteen/ natuursteen van 40 of 60 cm dikte.</li> <li>• Materiaal uit België of Duitsland: 200 km transport over water</li> </ul> |
| <b>Aanbrengen zetsteen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geotextiel</li> <li>• Filtergrind als onderlaag (0,15 m dik)</li> <li>• Bekleding, betonzuilen - hydroblocks (C3037 CEM III)</li> <li>• Dikte 0,2; 0,3; 0,4 of 0,5 m</li> </ul>   |

### 3.3.3 Aandachtspunten voor standaardobject

- **Geen separate materieelinzet bij objecten** – Voor deze objecten is geen separate materieelinzet meegenomen, omdat de materieelinzet verwerkt is in de items uit DuboCalc die zijn gebruikt bij het vormen van de objecten.

## 3.4 Zachte bekleding

*Het standaardobject 'zachte bekleding' bestaat uit de aanleg en het beheer van de grasbekleding. Qua onderhoud wordt onderscheid gemaakt tussen elektrisch maaien van gras, maaien met een dieseltractor en onderhoud door schapen.*

### 3.4.1 Onderdelen van standaardobject

Dit standaardobject is ingedeeld in twee categorieën.

#### A. Aanleg van grasbekleding

#### B. Onderhoud van grasbekleding (maaien)

##### A. Aanleg van grasbekleding (zaaien)

| Subobject            | Omschrijving      | Eenheid        |
|----------------------|-------------------|----------------|
| <b>Inzaaien gras</b> | Inzaaien van gras | m <sup>2</sup> |

Opgemerkt wordt dat wanneer teelaarde aangebracht wordt voor het inzaaien van het gras, dit bij de grondoplossing aangegeven moet worden.

##### B. Onderhoud van grasbekleding (maaien)

| Subobject                           | Omschrijving   | Eenheid                          |
|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| <b>Maaien met een dieseltractor</b> | Maaien van gras met een dieseltractor  | m <sup>2</sup>                   |
| <b>Elektrisch maaien</b>            | Maaien van gras met een elektrische tractor  | m <sup>2</sup>                   |
| <b>Begrazing</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrazen van het gras door schapen</li> <li>• Aanleg van hekwerk</li> </ul> | m <sup>2</sup><br>m <sup>1</sup> |

## 3.4.2 Uitgangspunten voor standaardobject

Voor het aanleggen van de grasbekleding en het onderhoud ervan zijn uitgangspunten opgenomen om de MKI-waarde voor de dijkversterking te berekenen.

### A. Aanleg van grasbekleding (zaaien)

| Subobject              | Uitgangspunten  |
|------------------------|---|
| <b>Aanleg van gras</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aanleg met kleine trekker 40kW (diesel)</li> <li>Inzaaien 1,2 ha / uur<sup>1</sup></li> <li>0,003 tonkm transport (150 km) graszaad<sup>1</sup></li> </ul> |

<sup>1</sup>gebaseerd op LCA Hoofdstuk 51: groenvoorzieningen, versie 1.6 - 3 oktober 2024

### B. Onderhoud van grasbekleding (maaieren)

De DuboCalc items voor onderhoud van gras zijn overgenomen uit de LCA H51 'groenvoorzieningen' van de NMD.

| Subobject                             | Uitgangspunten  |
|---------------------------------------|---|
| <b>Maaieren met een dieseltractor</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>2x per jaar maaieren met dieseltractor</li> <li>Afvoer en composteren van gemaaid gras</li> </ul>  |
| <b>Elektrisch maaieren</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>2x per jaar maaieren met elektrische tractor</li> <li>Afvoer en composteren van gemaaid gras</li> </ul>  |
| <b>Begrazing door schapen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt is 30 schapen per ha</li> <li>Alleen schapentransport naar locatie is opgenomen als impact van de schapen.</li> <li>Aanleg van hekwerk (palen voor afrastering Vuren, Grenen, Larix)</li> </ul> |

## 3.4.3 Aandachtspunten voor standaardobject

- Nieuw object voor 'aanleg van grasbekleding'** - Aanleg van gras is een item in DuboCalc, echter hierin wordt standaard het onderhoud meegenomen. Dit item is daarom niet gebruikt.
- Graszaad geen onderdeel van object** - Het graszaad zelf is niet meegenomen omdat dit niet beschikbaar is in DuboCalc. Dit is verwaarloosbaar is op het totaal van de dijkversterking.

## 3.5 Damwand

*Het standaardobject 'damwand' omvat de constructies die een constructieve functie hebben bij het versterken van de dijk ten gevolge van macrostabiliteit.*

### 3.5.1 Onderdelen van standaardobject

Dit standaardobject is ingedeeld in twee categorieën.

- Damwand
- Damwandankers

#### A. Damwand

De damwand is een langconstructie om de dijk constructief te versterken als gevolg van macrostabiliteit. Binnen dit standaardobject zijn een stalen en betonnen damwand uitgewerkt.

| Subobject             | Omschrijving  | Eenheid        |
|-----------------------|---|----------------|
| <b>Stalen damwand</b> | Stalen damwand met als doel de dijk constructief te versterken. | m <sup>2</sup> |

|                         |   |                |
|-------------------------|---|----------------|
| <b>Betonnen damwand</b> | Betonnen damwand met wapeningsstaal, bedoeld om de dijk constructief te versterken. | m <sup>2</sup> |
|-------------------------|---|----------------|

## B. Damwandankers

Damwandankers worden ingezet ter versteviging van de damwand wanneer de damwand zelf niet alle krachten kan opvangen.

| Subobject            | Omschrijving   | Eenheid                |
|----------------------|--|------------------------|
| <b>Damwandankers</b> | Groutanker(s) om de damwand te versterken wanneer de damwand zelf niet alle krachten kan opvangen. | m <sup>1</sup> damwand |



Figuur 9: Aanbrengen van een damwand in Spakenburg.

## 3.5.2 Uitgangspunten voor standaardobject

### A. Damwand

| Subobject               | Uitgangspunten   |
|-------------------------|--|
| <b>Stalen damwand</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type damwand is AZ24-700</li> <li>Invoer is in m<sup>2</sup> i.p.v. in ton staal</li> </ul>   |
| <b>Betonnen damwand</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dikte van damwand is 0,245 m<sup>1</sup></li> <li>Type betonmortel is C45/55 CEM III</li> <li>10 kg wapeningsstaal per 1 m<sup>2</sup> damwand</li> </ul> |

### B. Damwandankers

| Subobject            | Uitgangspunten   |
|----------------------|--|
| <b>Damwandankers</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ankers met groutelement</li> <li>Gehanteerde h.o.h. voor de ankers is 1,4 m</li> <li>Staal constructieprofiel, HE240B</li> <li>Gording is een HE240B element. Omrekenfactor van HE240B naar IPE600 is 0,6784 (84.4/125 kg/m1).</li> </ul> |

## 3.5.3 Aandachtspunten voor standaardobject

- **Damwandankers niet schaalbaar** – De groutankers in DuboCalc zijn niet schaalbaar. Er kan daardoor niet gevarieerd worden in de lengte van het anker en de hoeveelheid grout die wordt toegepast.
- **Methode van aanbrengen** – Damwanden kunnen worden aangebracht middels heien, trillen en drukken. In het DuboCalc items voor de damwanden is uitgegaan van heien/trillen. De aanbrengmethode wijzigen is (nog) niet mogelijk.

## 3.6 Heavescherm

*Het standaardobject heavescherm (kwelscherm) heeft de keus uit een stalen- of kunststof kwelscherm.*

### 3.6.1 Onderdelen van standaardobject

Voor dit standaardobject zijn twee varianten beschikbaar: een stalen kwelscherm of kunststof kwelscherm.

#### A. Heavescherm / kwelscherm

| Subobject                   | Uitgangspunten  |
|-----------------------------|---|
| <b>Stalen kwelscherm</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aanbrengen van een stalen kwelscherm</li> </ul>    |
| <b>Kunststof kwelscherm</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aanbrengen van een kunststof kwelscherm</li> </ul> |

### 3.6.2 Uitgangspunten voor standaardobject

#### A. Heavescherm / kwelscherm

| Subobject                   | Uitgangspunten  |
|-----------------------------|---|
| <b>Stalen kwelscherm</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stalen damwand AZ24700, 0,136 ton/ m<sup>2</sup></li> <li>Aanbrengmethode: heien/trillen</li> <li>Cat. 3 data H41: funderingsconstructies</li> </ul>   |
| <b>Kunststof kwelscherm</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kunststof damwand type GW590, 0,019 ton/m<sup>2</sup></li> <li>Uitgangspunt 90% gerecycled PVC</li> <li>Aanbrengmethode: voorboren + heien/trillen</li> <li>Cat. 3 data H52: kust- en oeverwerken</li> </ul> |

## 3.7 Filterscherm

*Binnen het standaardobject 'filterscherm' zijn een verticaal zanddicht geotextiel (VZG) en een grofzandbarrière (GZB) opgenomen.*

### 3.7.1 Onderdelen van standaardobject

Dit standaardobject is ingedeeld in drie categorieën.

- A. Verticaal zanddicht geotextiel (VZG)**
- B. Grofzandbarrière (GZB)**
- C. Kunststof filterscherm**

#### A. Verticaal zanddicht geotextiel (VZG)

| Subobject  | Omschrijving  | Eenheid        |
|------------|---|----------------|
| <b>VZG</b> | Het aanbrengen van een verticaal zanddicht geotextiel | m <sup>2</sup> |

#### B. Grofzandbarrière (GZB)

| Subobject  | Omschrijving   | Eenheid        |
|------------|--|----------------|
| <b>GZB</b> | Het aanbrengen van een grofzandbarrière bestaande uit grof zand, afgedekt met bentoniet. | m <sup>3</sup> |

#### C. Kunststof filterscherm

| Subobject                     | Omschrijving                                  | Eenheid        |
|-------------------------------|---|----------------|
| <b>Kunststof filterscherm</b> | Het aanbrengen van een kunststof filterscherm | m <sup>2</sup> |

## 3.7.2 Uitgangspunten voor standaardobject

### A. Verticaal zanddicht geotextiel (VZG)

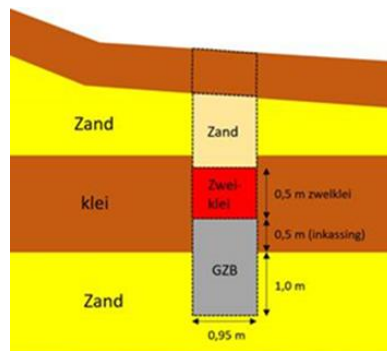
| Subobject | Uitgangspunten   |
|-----------|--|
| VZG       | <ul style="list-style-type: none"> <li>DuboCalc Item 'Verticaal zanddicht geotextiel VZG'</li> <li>Grondwerk voor plaatsen van VZG valt onder het object 'grondoplossing'</li> </ul> |

### B. Grofzandbarrière (GZB)

| Subobject | Uitgangspunten   |
|-----------|--|
| GZB       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grofzand barrières zijn typisch 1 tot 2 meter diep, en 0,3 tot 1,5m breed. Item gaat per m<sup>3</sup>.</li> <li>Toplaag van bentoniet, 0,25 m dik</li> </ul> |

### C. Kunststof filterscherm

| Subobject              | Uitgangspunten  |
|------------------------|---|
| Kunststof filterscherm | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgangspunt is een Delta filterscherm van Prolock, 0,014 ton/m<sup>2</sup></li> <li>Uitgangspunt 90% gerecycled PVC</li> <li>Aanbrengmethode: voorboren + heien/trillen</li> <li>Cat. 3 data H52: kust- en oeverwerken</li> </ul> |



Figuur 10: Principe ontwerp GZB uitgaande van een open sleuftechiek (bron: WSRL)

## 3.7.3 Aandachtspunten voor standaardobject

- Worst-case uitgangspunt voor grofzandbarrière** – De grofzand barrière is uitgewerkt per m<sup>3</sup>. Aangezien de kaart per kubieke meter wordt uitgewerkt neemt de hoeveelheid bentoniet verhoudingsgewijs af bij dunnere barrières, wat overeenkomt met de werkelijkheid. Diepere barrières gebruiken volgens de kaart meer bentoniet, wat eigenlijk niet overeenkomt met de werkelijkheid. Maar vanwege het worst-case principe wordt dat geaccepteerd.



Figuur 11: Aanbrengen van Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG)

## 3.8 Drainage

*Drainage heeft als doel de waterspanning te verlagen waardoor zand wordt tegengehouden. In dit standaardobject is een drainagebuis meegenomen.*

### 3.8.1 Onderdelen van standaardobject

Het standaardobject bestaat uit één object, een drainagebuis.

#### A. Drainagebuis

| Subobject           | Omschrijving   | Eenheid        |
|---------------------|--|----------------|
| <b>Drainagebuis</b> | Het aanbrengen van een drainbuis met uitwendige diameter van 125 mm met daaromheen PP450 vezels. | m <sup>1</sup> |

## 3.8.2 Uitgangspunten voor standaardobject

#### A. Drainagebuis

| Subobject           | Uitgangspunten   |
|---------------------|--|
| <b>Drainagebuis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PE-buis, uitwendige diameter 125 mm</li> <li>• PP450 vezels rondom de buis</li> <li>• Levensduur 15 jaar</li> </ul> |

### 3.8.3 Aandachtspunten voor standaardobject

- **Standaardmethodiek voor aanleggen drainage** – Standaard is een aanlegmethode door het graven van sleuven gehanteerd. De aanlegmethode in een dijk (en daarmee de MKI) kan bij een dijk hiervan verschillen.

## 3.9 Kraag- of zinkstuk

*Bij kraag- of zinkstukken gaat het om het aanbrengen van bodem- of oeverbescherming ten behoeve van de dijkversterking.*

### 3.9.1 Onderdelen van standaardobject

Het standaardobject kent twee varianten, één afgedekt met waterbouwsteen en één afgedekt met een betonblokkenmatras.

#### A. Kraag- of zinkstuk

| Subobject   | Omschrijving   | Eenheid        |
|---|--|----------------|
| <b>Kraag/zinkstuk afgedekt met waterbouwsteen</b>     | Het aanbrengen van rijshoutmatten op een geotextiel, met daarop een 15 cm dik grindfilter. Dit wordt afgedekt met een laag waterbouwsteen van 40 cm dik. | m <sup>2</sup> |
| <b>Kraag/zinkstuk afgedekt met betonblokkenmatras</b> | Het aanbrengen van rijshoutmatten op een geotextiel, met daarop een 15 cm dik grindfilter. Dit wordt afgedekt met een laag betonblokkenmat.              | m <sup>2</sup> |

### 3.9.2 Uitgangspunten voor standaardobject

#### A. Kraag- of zinkstuk

| Subobject   | Uitgangspunten   |
|---|--|
| <b>Kraag/zinkstuk afgedekt met waterbouwsteen</b>     | Per m <sup>2</sup> kraag -of zinkstuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 m<sup>2</sup> rijshoutmatten (wilg)</li> <li>• 1 m<sup>2</sup> geotextiel PE</li> <li>• 0,15 m<sup>3</sup> riviergrind</li> <li>• 0,4 m<sup>3</sup> (540 kg) waterbouwsteen/ breuksteen</li> </ul> |
| <b>Kraag/zinkstuk afgedekt met betonblokkenmatras</b> | Per m <sup>2</sup> kraag -of zinkstuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 m<sup>2</sup> rijshoutmatten (wilg)</li> <li>• 1 m<sup>2</sup> geotextiel PE</li> <li>• 0,15 m<sup>3</sup> riviergrind</li> <li>• 1 m<sup>2</sup> betonblokkenmatras</li> </ul>                    |

### 3.9.3 Aandachtspunten voor standaardobject

- **Variatie in afzinkmateriaal** – De variatie binnen dit standaardobject zit in het afzinkmateriaal. Bij het ene kraag- of zinkstuk wordt waterbouwsteen gebruikt en bij de andere een betonblokkenmatras.



Figuur 12: Geotextiel met daarop breuksteen in Schouwen-Duiveland

## 3.10 Weginfrastructuur

*Onder weginfrastructuur wordt de infrastructuur op de dijk bedoeld. Dit kan een erftoegangsweg (ETW) zijn, maar ook een fiets- of onderhoudspad vallen binnen dit standaardobject.*

### 3.10.1 Onderdelen van standaardobject

Voor dit standaardobject zijn twee categorieën vastgesteld:

- A. Verwijderen van weginfrastructuur**
- B. Aanbrengen van weginfrastructuur**

De eerste categorie heeft betrekking op het verwijderen en afvoeren van de bestaande infrastructuur, terwijl de 2<sup>e</sup> categorie zich richt op de nieuw aan te brengen weginfrastructuur.

#### A. Verwijderen van weginfrastructuur

Bij verwijderen van weginfrastructuur gaat het om het verwijderen van de aanwezige infrastructuur.

| Subobject                          | Omschrijving  | Eenheid        |
|------------------------------------|---|----------------|
| <b>Verwijderen provinciale weg</b> | Het verwijderen en afvoeren van de bestaande provinciale weg (incl. fundering en zandbed) | m <sup>2</sup> |
| <b>Verwijderen erftoegangsweg</b>  | Het verwijderen en afvoeren van de bestaande erftoegangsweg (incl. fundering en zandbed)  | m <sup>2</sup> |
| <b>Verwijderen fietspad</b>        | Het verwijderen en afvoeren van het bestaande fietspad (incl. fundering en zandbed)       | m <sup>2</sup> |

|  |   |                |
|--|---|----------------|
| <b>Verwijderen onderhoudspad</b>       | Het verwijderen en afvoeren van de bestaande onderhoudspad (incl. fundering en zandbed) | m <sup>2</sup> |
| <b>Verwijderen elementenverharding</b> | Het verwijderen en afvoeren van de bestaande elementenverharding van betonstraatstenen. | m <sup>2</sup> |

#### B. Aanbrengen van weginfrastructuur

Voor het object weginfrastructuur zijn vijf archetypes te onderscheiden: provinciale weg, erftoegangsweg (ETW), fietspad, onderhoudspad en elementenverharding.

| Subobject                             | Omschrijving  | Eenheid        |
|---------------------------------------|---|----------------|
| <b>Aanbrengen provinciale weg</b>     | Aanbrengen (incl. levering) van nieuwe provinciale weg (incl. fundering en zandbed)     | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen erftoegangsweg</b>      | Aanbrengen (incl. levering) van nieuwe erftoegangsweg (incl. fundering en zandbed)      | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen fietspad</b>            | Aanbrengen (incl. levering) van nieuwe fietspad (incl. fundering en zandbed)            | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen onderhoudspad</b>       | Aanbrengen (incl. levering) van nieuwe onderhoudspad (incl. fundering en zandbed)       | m <sup>2</sup> |
| <b>Aanbrengen elementenverharding</b> | Aanbrengen (incl. levering) van nieuwe elementenverharding (incl. fundering en zandbed) | m <sup>2</sup> |

## 3.10.2 Uitgangspunten voor standaardobject

### A. Verwijderen van weginfrastructuur

| Subobject                              | Uitgangspunten   |
|--|--|
| <b>Verwijderen provinciale weg</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Vrijkomend materiaal' aangevinkt in DuboCalc</li> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC Surf 30% PR: 35 mm (82,25 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 50 mm (117,5 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 115 mm (270,25 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 300 mm</li> <li>○ Zandbed: 500 mm</li> </ul> </li> </ul>      |
| <b>Verwijderen erftoegangsweg</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Vrijkomend materiaal' aangevinkt in DuboCalc</li> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC Surf 30% PR: 35 mm (82,25 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 45 mm (105,75 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 70 mm (164,5 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 250 mm</li> <li>○ Zandbed: 500 mm</li> </ul> </li> </ul>       |
| <b>Verwijderen fietspad</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Vrijkomend materiaal' aangevinkt in DuboCalc</li> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC Surf 30% PR: 30 mm (70,5 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 70 mm (164,5 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 250 mm</li> <li>○ Zandbed: 400 mm</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Verwijderen onderhoudspad</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Vrijkomend materiaal' aangevinkt in DuboCalc</li> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Waterbouwasfaltbeton: 35 mm (82,25 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 50 mm (117,5 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 95 mm (223,25 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 300 mm</li> <li>○ Zandbed: 500 mm</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Verwijderen elementenverharding</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Vrijkomend materiaal' aangevinkt in DuboCalc</li> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Betonstraatsteen 210x105x80 mm</li> </ul> </li> </ul>   |

|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Menggranulaat 250 mm</li> <li>○ Zandbed: 400 mm</li> </ul> |
|--|---|

### B. Aanbrengen van weginfrastructuur

| Subobject                             | Uitgangspunten  |
|---------------------------------------|---|
| <b>Aanbrengen provinciale weg</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC Surf 30% PR: 35 mm (82,25 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 50 mm (117,5 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 115 mm (270,25 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 300 mm</li> <li>○ Zandbed: 500 mm</li> </ul> </li> </ul>      |
| <b>Aanbrengen erftoegangsweg</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC Surf 30% PR: 35 mm (82,25 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 45 mm (105,75 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 70 mm (164,5 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 250 mm</li> <li>○ Zandbed: 500 mm</li> </ul> </li> </ul>       |
| <b>Aanbrengen fietspad</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC Surf 30% PR: 30 mm (70,5 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 70 mm (164,5 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 250 mm</li> <li>○ Zandbed: 400 mm</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Aanbrengen onderhoudspad</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opbouw van de weg (per m<sup>2</sup>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Waterbouwasfaltbeton: 35 mm (82,25 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 50 mm (117,5 kg)</li> <li>○ AC binbase 50% PR: 95 mm (223,25 kg)</li> <li>○ Menggranulaat: 300 mm</li> <li>○ Zandbed: 500 mm</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Aanbrengen elementenverharding</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opbouw van de weg: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Betonstraatsteen 210x105x80 mm</li> <li>○ Funderingslaag menggranulaat 250 mm</li> <li>○ Zandbed: 400 mm</li> </ul> </li> </ul>  |

### 3.10.3 Aandachtspunten voor standaardobject

- **Type asfalt en fundering bij aanbrengen** – Bij het opstellen van de objecten is uitgegaan van bepaalde asfaltmengsels, inclusief bijbehorend PR-percentages, type fundering. Als andere asfaltsoorten of funderingen worden toegepast, kan dit worden aangepast in de berekening.
- **Opbouw van wegotwerpen** – De subobjecten, afgezien van het fietspad en elementenverharding, hebben de opbouw van deklaag – tussenlaag – onderlaag – fundering – zandbed. Als andere opbouwen worden gehanteerd, kan hiervan worden afgeweken.
- **Zandbed onderdeel van wegverharding of dijkversterking** – Het zandbed is voor de volledigheid nu meegenomen in de MKI-berekening van de objecten. Als zand al zit verwerkt in het *grondoplossing* kan worden gekozen om het zandbed op 0 te zetten en zo niet mee te nemen.



Figuur 13: Asfalteren van het buitentalud van de Lauwersmeerdijk

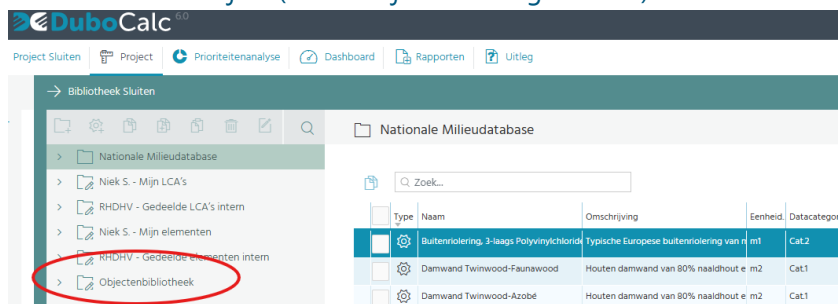
## 4 Toepassen van DuboCalc in dijkversterkingen

### 4.1 Objectenbibliotheek

In DuboCalc 6.0 zijn verschillende bibliotheken beschikbaar. Naast de bibliotheek 'Nationale Milieudatabase, waarin alle LCA-data zijn opgenomen, is sinds juni 2021 een nieuwe bibliotheek beschikbaar: de objectenbibliotheek. De objectenbibliotheek bevat objecten die veel in de GWW-projecten voorkomen, en is bedoeld om een eerste inzicht te krijgen in de MKI in projectfasen waarin de exacte uitwerking van de projecten nog niet bekend is. De standaardobjecten voor dijkversterkingen zijn toegevoegd in de objectenbibliotheek.



Een kort filmpje waarin het gebruik van de objectenbibliotheek wordt toegelicht is [hier](#) te vinden.

De objectenbibliotheek is te vinden door de bibliotheek van DuboCalc te openen. In de linker kolom staat een overzicht van de beschikbare bibliotheken. Onderaan de lijst staat 'Objectenbibliotheek', dit is de objectenbibliotheek. Zie onderstaande afbeelding, rood omcirkeld. De objecten zijn te bekijken door op het > teken te klikken en vervolgens op het betreffende object (HWBP Dijkversterking PU-fase).

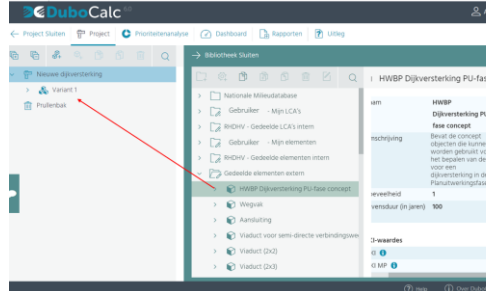


### 4.2 Invoeren van informatie / objecten

De elementen kunnen in een project toegevoegd worden. Dit kan door in een project de bibliotheek te openen, en vervolgens in de bibliotheek onder 'Objectenbibliotheek' 'HWBP Dijkversterking PU-fase' te selecteren en vervolgens naar het project te slepen. Hierbij worden alle onderliggende objecten automatisch mee gekopieerd. Onderstaand staan de verschillende stappen toegelicht.

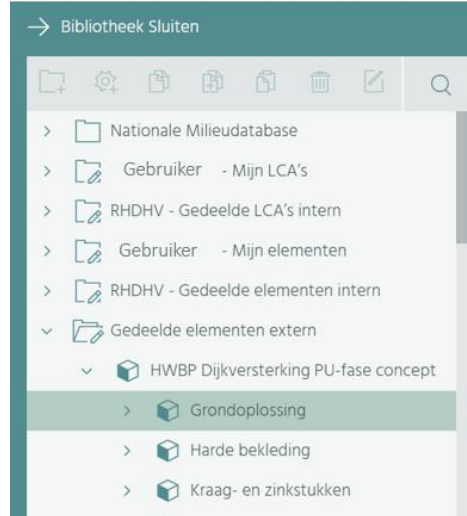
| Stap | Afbeelding   | Toelichting   |
|------|--|---|
| 1    |   | Open vanuit een project de bibliotheek door op het 'boek' icoon rechtsboven te klikken.                           |
| 2    |  | Open de objectenbibliotheek door op het > teken voor 'objectenbibliotheek' te klikken. De bibliotheek klapt open. |

3



Klik op 'HWBP Dijkversterkingen PU-fase', hou de muis ingedrukt en sleep de het naar links naar het project

2

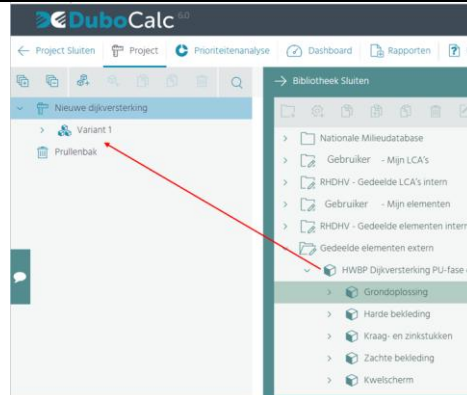


Open de objectenbibliotheek door op het > teken voor 'objectenbibliotheek' te klikken. De bibliotheek klapt open. Klap ook 'HWBP Dijkversterking PU-fase' open door op het > teken ervoor te klikken en selecteer het gewenste object (bijvoorbeeld 'Grondoplossing') door er op te klikken.

Wanneer u niet alle standaardobjecten wil selecteren maar slechts één object in uw project wil invoegen, dan kan dat ook. Dan kunt u het betreffende object (bijvoorbeeld 'harde bekleding') selecteren, vervolgens ctrl in gedrukt houden, op 'HWBP Dijkversterking PU-fase' gaan en dit naar het project slepen. Alleen het geselecteerde object wordt dan naar het project gekopieerd. Zie ook de toelichting in onderstaande tabel.

| Stap | Afbeelding   | Toelichting   |
|------|--|---|
| 1    |  | Open vanuit een project de bibliotheek door op het 'boek' icoon rechtsboven te klikken. |

3




Klik op 'HWBP Dijkversterkingen PU-fase', hou de ctrl-toets ingedrukt en sleep de het naar links naar het project.


## 4.3 Projectspecifiek aanpassen van objecten

De standaardobjecten van HWBP-dijkversterkingen staan niet vast, maar zijn aan te passen naar de project specifieke situaties. Als voorbeeld wordt onderstaand uitgelegd hoe het item 'grondoplossing' aan te passen is.

Stel dat bij een dijkvak van 100 m lang 25 m<sup>3</sup> per strekkende meter dijk wordt aangebracht. Dat gaat dus om 2500 m<sup>3</sup> klei. Hiervoor moeten de onderdelen 'leveren van gronden' en 'aanbrengen van gronden' worden ingevuld. Dit gaat als volgt:

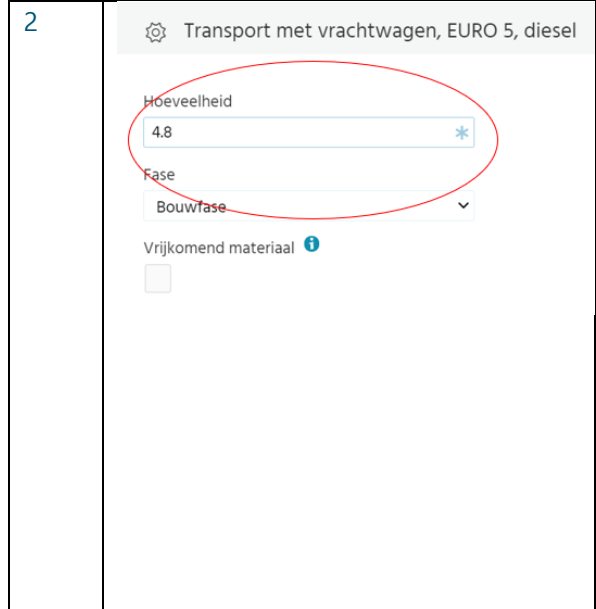
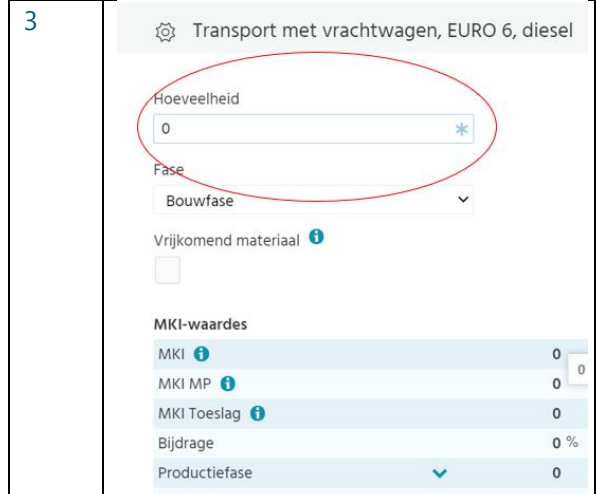
| Stap | Afbeelding   | Toelichting   |
|------|--|---|
| 1    |  | <p>Klap object 'grondoplossing' uit door op het &gt; teken ervoor te klikken en doe hetzelfde vervolgens voor 'leveren van gronden'. Klik op 'klei per as'.</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 2 |   | <p>Vul bij 'hoeveelheid' 2500 in en scrol de pagina naar beneden tot je de blauwe knop 'opslaan' ziet. Sla de wijziging op door op 'opslaan' te klikken.</p> |
| 3 |  | <p>Ga vervolgens naar 'aanbrengen van gronden' en 'klei per as'.</p>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 4 |  | <p>Vul ook hier bij hoeveelheid 2500 in en sla de wijziging op door naar beneden te scrollen en op de pagina op 'opslaan' te klikken.</p> |
|---|---|---|

Standaard wordt de MKI berekend met een dumper (diesel). Wanneer het wenselijk is om de MKI met een EURO 5/6 vrachtwagen te berekenen, dan kan dit aangepast worden in DuboCalc. Aandachtspunt is om dit dan voor alle grondoplossing waar het van toepassing is te wijzigen. Als voorbeeld wordt hieronder uitgelegd hoe het bij 'aanbrengen van gronden' gewijzigd kan worden (op dezelfde manier kan het voor alle grondoplossingen en type grond worden aangepast).

| Stap | Afbeelding  | Toelichting  |
|------|---|--|
| 1    | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓  Grondoplossing               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;  Leveren van gronden</li> <li>✓  Aanbrengen van gronden                   <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;  Grond per as</li> <li>✓  Klei per as                       <ul style="list-style-type: none"> <li> Transport met vrachtwagen, EURO 5,</li> <li> Graafmachine, cat. IV, diesel</li> <li> Graafmachine, cat. IV, diesel</li> <li> Transport met vrachtwagen, EURO 6,</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <p>Open het te wijzigen onderdeel (in dit geval 'leveren van gronden - klei per as) en klik op &gt; om het object uit te klappen</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 2 |   | <p>Klik op 'transport met vrachtwagen, EURO 5'. Bij hoeveelheid staat 4.8. Dit zijn de tonkm's die nodig zijn voor het transport van 1 m<sup>3</sup> klei over 3 km. Vul hier 0 in en sla de wijziging op door naar beneden te scrollen en op de pagina op 'opslaan' te klikken.</p> |
| 3 |  | <p>Klik op 'transport met vrachtwagen, EURO 6'. Vul bij 'hoeveelheid' 4.8 in en sla het op.</p>  |

## Colofon

Deze handreiking is opgesteld door Haskoning in opdracht van Waterschap Rivierenland met als doel om dijkwerkers te laten zien hoe DuboCalc ingezet kan worden en hoe op een snelle en efficiënte manier de milieu-impact van alternatieven en varianten kan worden berekend. Een update van de handreiking is uitgevoerd in maart 2026.

## Datum

Eerste versie: november, 2021

Update: maart, 2026

## Disclaimer

Niets uit deze specificaties/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HaskoningDHV Nederland B.V.; noch mogen zij zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor zij zijn vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor deze specificaties/drukwerk ten opzichte van anderen dan de personen door wie zij in opdracht is gegeven en zoals deze zijn vastgesteld in het kader van deze Opdracht. Het geïntegreerde QHSE-managementsysteem van HaskoningDHV Nederland B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 en ISO 45001:2018.

## Foto's

De foto's in deze uitgave zijn beschikbaar gesteld door het HWBP.

## Projectteam

Willemijn Drok (Haskoning)

Nine Engering (Haskoning)

Jan Bart Jutte (Haskoning)

Michiel Wolbers (Haskoning)

Met dank aan de volgende personen voor hun input tijdens het traject:

- Jacco Folkersma (Waterschap Rivierenland)
- Roos van Rhijn (Hoogwaterbeschermingsprogramma)
- Ben van der Meer (RPS)
- Edward Bruijn (Waterschap Rivierenland)
- Erik van Hoorn (GMB)
- Heike Gaasbeek (WSP)
- Koen van Gerven (Waterschap Rivierenland)
- Marten Hoeksema (Waterschap Vallei en Veluwe)
- Maurits van Dijk (Waterschap Drents Overijsselse Delta)

## Update team

Nynke Tack (Haskoning)

Niek Schemmekes (Haskoning)

Yvette Haverkamp (Haskoning)

Tahira Lee-On (Haskoning)

Heike Gaasbeek (Hoogwaterbeschermingsprogramma)

## Vragen

Bij vragen over de inhoud van deze uitgave kunt u contact opnemen met de duurzaamheidsadviseurs van het HWBP: [DuboCalc HWBP](#)

## Hoogwaterbeschermingsprogramma

Griffioenlaan 2

3526 LA Utrecht

E: [info@hwbp.nl](mailto:info@hwbp.nl)

W: [www.hwbp.nl](http://www.hwbp.nl)

Locatie 4B

Postbus 2232

3500 GE Utrecht

## Waterschap Rivierenland

De Blomboogerd 1

4003 BX Tiel

Telefoon: (0344) 64 90 90

E: [info@wsrl.nl](mailto:info@wsrl.nl)

W: [www.wsrl.nl](http://www.wsrl.nl)

Postbus 599

4000 AN Tiel

## Haskoning

Laan 1914 nr. 35

3818 EX Amersfoort

Telefoon: 088 348 2000

E: [info@haskoning.com](mailto:info@haskoning.com)

W: [www.haskoning.com](http://www.haskoning.com)

Postbus 1132

3800 BC Amersfoort

X: [@haskoning](#)

Facebook: [Haskoning](#)

LinkedIn: [Haskoning](#)