

De Circulaire Peiler Grebbedijk

Onderwerp	Overzicht bevindingen Circulaire Peiler Grebbedijk
Aan	M. Hoeksema – Waterschap Vallei & Veluwe
Auteur	Annemarie Weersink
Datum	25 maart 2020
Versie	1.0 def

1 Inleiding

Overbelasting van de aarde is één aspect van de duurzaamheidsopgave naast klimaatadaptatie en verlies aan biodiversiteit. Aandacht voor circulariteit is een onderdeel van de integrale duurzaamheidsopgave. De overheid heeft als doel om in 2050 een volledig circulaire economie te zijn, met een tussenstap in 2030 met als doelstelling 50% minder primair grondstofverbruik ten opzichte van 1990. Deze opgave geldt ook voor de dijkversterkingsprojecten van het HWBP. Bij de start van het dijkversterkingsproject “Grebbedijk” heeft Waterschap Vallei & Veluwe zich als doel gesteld bij te dragen aan verduurzaming van de GWW sector door circulariteit mee te nemen in het project. Omdat er geen pasklare normen zijn voor circulariteit, maar er wel behoefte is aan handelingsperspectief heeft Lievense in opdracht van het Waterschap Vallei & Veluwe een afwegingskader voor circulariteit ontwikkeld op basis van de 8 Circulaire Ontwerpprincipes uit het MIRT. Het resultaat is de Circulaire Peiler, een excel tool (“CirculairePeiler.XLS”) die via een multicriteria-analyse de circulariteit van een project beoordeelt op basis van de 8 Circulaire Ontwerpprincipes. Dit leidt per project (ontwerpalternatief) tot een ééngetalswaardering: de CPI (de index van het Circulair Peil), met index 100 als maximum, wat ongeveer gelijk staat aan het ambitieniveau circulariteit voor het jaar 2030. De wegingsfactoren verschillen per ontwerpprincipe en per fase van het ontwikkelingsproces, naargelang het relatieve belang van specifieke ontwerpprincipes.

2 Resultaten CPI score ontwerpalternatieven Grebbedijk

Voor de Grebbedijk zijn in de verkenningsfase 3 kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief ontwikkeld. Daarnaast is de CPI is berekend voor deze 4 alternatieven. In deze notitie is het resultaat van deze berekeningen samengevat. In het rapport van Lievense “De Circulaire Peiler van de Grebbedijk; verantwoordingsdocument” (WAB012435/01) wordt dieper ingegaan op achtergrondinformatie bij de berekeningen.

2.1 Korte beschrijving alternatieven

Het voorkeursalternatief (VKA) voor de Grebbedijk is een relatief compacte dijk die de Gelderse Vallei beschermt tegen overstromingen en die met het getrapte dijkprofiel de recreatieve route

tussen de stuwwallen versterkt. De uiterwaarden tussen Rhenen en Wageningen zijn onderdeel van een groter uiterwaardenlandschap met hoge actuele natuurwaarden. Met het voorkeursalternatief worden deze gebieden aaneengesloten tot één groot natuurgebied, met een afwisselend recreatief medegebruik voor wandelaars, hardlopers, natuurliefhebbers en waterrecreanten. Bij Wageningen vormen de dijk en de uiterwaarden een uitloopgebied vanuit de stad en er zijn routes vanuit de stad naar de dijk en de uiterwaarden. Bij de Rhenense kant heeft de Blauwe kamer een grote aantrekkende werking en worden aan de voet van de Grebbeberg de oude verdedigingslinies (het Hoornwerk) hersteld.

Kansrijke alternatieven

In kansrijk alternatief 1 wordt gekozen voor een dijk die alle landgebruiken doorsnijdt, daarbij zo compact mogelijk blijft en aansluit op het huidige profiel. De dijk blijft compact en steil. Het ruimtebeslag wordt geminimaliseerd door de toepassing van compacte verstevigingsmethoden. De interactie tussen dijk en landschap is gericht op natuurontwikkeling.

In kansrijk alternatief 2 heeft de dijk een breder profiel die zich naar zijn omliggende omgeving voegt door zijn ligging aan te passen. De Grebbedijk wordt vooral in grond verstevigd en zal waar nodig worden verlegd en verbreed. De ruimteclaim van de dijk is relatief groot waardoor er uitwisseling is met landgebruik op en rondom de dijk. Gebiedseigen grond komt vrij door het graven van een waterplas.

In kansrijk alternatief 3 anticipeert de dijk op een uniforme manier op de aangrenzende gebiedsambities. De kwaliteiten en potenties van zowel het landschappelijke – als stedelijke traject zijn uitgangspunt in dit alternatief. Er wordt voor beide trajecten een zo eenduidig mogelijk profiel nagestreefd en een inrichting die de gebruikswaarde en verblijfskwaliteit vergroot. De dijk anticipeert op ambities in het gebied en een katalysator voor gebiedsontwikkeling.

2.2 CPI berekeningen

Voor de 4 alternatieven zijn met de excel tool “CirculairePeiler.XLS” berekeningen gemaakt van het Circulaire Peil. Het resultaat is de CPI, de index van het Circulaire Peil.

In onderstaande tabel staan de belangrijkste aspecten met betrekking tot circulariteit die van invloed zijn op de input van de gerealiseerde doelstellingen in de Circulaire Peiler. De toelichting wordt gegeven per circulair ontwerpprincipie (MIRT). Dit is tevens de volgorde van input van de data in de Circulaire Peiler. Na deze toelichting wordt ingegaan op de berekeningsresultaten voor de varianten.

Tabel 1: Toelichting op gerealiseerde prestaties die van invloed zijn op de CPI

Principe	Toelichting op de gerealiseerde prestaties voor de 4 alternatieven in de Verkenningfase van de Grebbedijk, per circulair ontwerpprincipe/ subdoelstelling
1 1a	<p>Voorkómen: niet doen wat echt niet hoeft -Verklein de omvang van de opgave. Wees kritisch t.a.v. eisen/uitgangspunten. Hergebruik materialen/elementen of een nieuwe/dubbelfunctie</p> <p>Er is in de Verkenningfase onderzoek gedaan om de opgave te verkleinen. Dit betreft o.a. optimalisaties voor faalmechanismen hoogte, piping, macrostabiliteit en bekledingen. Zowel innovatieve rekentechnieken om de fysieke omvang van de versterkingsopgave te reduceren, als innovatieve versterkingsmaatregelen die minder materiaal en ruimtebeslag nodig hebben zijn onderzocht en geïmplementeerd. Optimalisaties en innovaties zijn actief verwerkt in alle alternatieven. Op basis van expert judgement is hiermee >20% opgaveverkleining bereikt.</p>
2a	<p>Verleng de levensduur van bestaande objecten of componenten -mogelijkheden voor verlenging van de levensduur van bestaande objecten</p> <p>Er wordt in alle alternatieven uitgegaan van het huidige dijklichaam als basis voor de dijkversterking. De levensduur van de dijk wordt verlengd door deze te versterken. Alleen in KA2 is er sprake van de mogelijkheid om de kruin te verschuiven, waardoor van een deel van het dijktraject geen gebruik wordt gemaakt van de bestaande dijk. Hierdoor scoort KA2 minder goed dan de andere alternatieven. In KA3 en het VKA wordt gebruik gemaakt van het Hoornwerk voor de waterveiligheid van de waterkering. Dit bestaande object wordt hersteld, waardoor de levensduur wordt verlengd en de ingrepen in de dijk minder zijn.</p>
3 3a	<p>Duurzaam gebruik van bestaande objecten, materialen, grondstoffen en natuurlijke processen -restwaarde voor hergebruik bepalen van bestaande objecten, componenten en materialen</p> <p>KA2 scoort positief door de bijna gesloten grondbalans, omdat in dit alternatief veel gebiedsambities zijn opgenomen waarbij grond vrijkomt. KA1 scoort neutraal omdat er relatief weinig grond nodig is, maar de uitwerking niet direct aanstuurt op een gesloten grondbalans (geen gebiedsambities waarbij grond vrijkomt). KA3 scoort ook positief, ook al heeft deze geen gesloten grondbalans. In KA3 breidt men het bestaande cultuurhistorische Hoornwerk uit om te dienen als volwaardige kering wat ook positief scoort onder dit criterium. Het VKA scoort positief vanwege de waterplas en het hergebruik van het cultuurhistorische hoornwerk.</p>
3b	<p>-gebruik van materialen(data)banken</p> <p>Er is geen materialen(data)bank voor het project opgesteld, waardoor alle alternatieven op dit ontwerpprincipe 0 punten scoren.</p>
3c	<p>-(potentiële kansen voor) inzet van aanwezige natuurlijke processen</p> <p>Kansen voor de inzet van aanwezige natuurlijke processen zijn binnen het project niet onderzocht. Daarom scoren alle alternatieven op dit ontwerpprincipe 0 punten.</p>

4 4a	<p>Ontwerp voor meerdere levenscycli -herbruikbaarheid van materialen/elementen (na einde levensduur) in ontwerp Herbruikbaarheid van materialen/elementen in het ontwerp is wel onderzocht. Dit gaat bijvoorbeeld over bestaande constructies zoals kistdammen en damwanden. Hergebruik van de gehele constructie blijkt niet mogelijk, omdat ze constructief niet meer aan de vereisten voldoen. Voor nieuwe constructies is de detaillering nog niet bepaald. Bij deze nadere detaillering kan rekening gehouden gaan worden met herbruikbaarheid aan het einde van de levensduur (losmaakbaarheid). Alle alternatieven scoren hier in de Verkenningsfase nog niet erg hoog (25%), maar hier ligt ruimte voor verbetering als het ontwerp nader gedetailleerd wordt in de Planuitwerkingsfase.</p>
4b	<p>-materialenpaspoort Er is geen materialenpaspoort voor het project opgesteld, waardoor alle alternatieven op dit ontwerp principe 0 punten scoren.</p>
5 5a	<p>Ontwerp toekomstbestendig -adaptief en toekomstgericht. Betrek omgeving bij planvorming Een toekomstbestendig alternatief borgt ambities en toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen in de projectdoelstellingen. Dit ontwerp principe is dan ook vooral beoordeeld aan de hand van de mate waarin gebiedsambities onderdeel zijn van het integrale ontwerp. De gebiedsambities zijn uitgebreid onderzocht middels een actief omgevingsproces. KA1 scoort gemiddeld. Gebiedsambities zijn wel onderzocht, maar buiten de natuurontwikkeling is er in KA1 geen ruimte voor extra gebiedsambities. KA2 scoort beter (75%) omdat hier een ruimere invulling is gegeven aan de gebiedsambities. Hierbij is gekozen voor een vervlechting van recreatie en natuurfuncties in de Plasserwaard en de Driehoek. De dijk bestaat vooral uit grondwerken, is daarom gemakkelijk aanpasbaar en sluit toekomstige ontwikkelingen niet uit. KA3 scoort nog beter (100%). Bij dit alternatief wordt maximaal ingezet op vervlechting van de ambities voor natuur, recreatie en duurzaamheid. KA3 speelt in op mogelijke toekomstige ontwikkelingen om thermische energie op te wekken uit oppervlaktewater. HetVKA geeft invulling aan de projectdoelstellingen en aan de ambities voor natuur, recreatie en duurzaamheid. Hierbij is met de waterplas en de KRWgeul extra aandacht voor waterrecreatie en klimaatadaptatie. (VKA100%). Het open houden van ruimte voor natuurontwikkeling of het graven van water voor natuurontwikkeling draagt bij aan biodiversiteit. Vergroting van biodiversiteit versterkt de natuur en draagt op deze wijze ook bij aan toekomstbestendigheid.</p>
6 6a	<p>Ontwerp voor optimaal beheer en onderhoud -beheer- en onderhoudsaspecten Een LCC-analyse is onderdeel geweest van het ontwerp proces en de ontwikkeling en afweging van alle alternatieven. Hiermee zijn de beheer- en onderhoudskosten van alle alternatieven in beeld gebracht. Er is niet expliciet gezocht naar besparingen door de materiaalkeuze af te stemmen op lage beheer- en onderhoudskosten. Alle alternatieven scoren voor dit ontwerp principe gelijk (50%). Door de LCC-kosten af te zetten tegen de investeringskosten is naar voren gekomen dat de oplossingen met de laagste investeringen tot de laagste LCC-kosten leidt. De flauwe taluds dragen bij aan eenvoudig beheer ondanks dat de oppervlakte iets is toegenomen bij deze alternatieven.</p>

7 7a	Duurzaam materiaalgebruik (hoeveel x milieubelasting) MKI berekening Voor alle alternatieven zijn MKI berekeningen uitgevoerd met DuboCalc. Er zijn zowel MKI berekeningen gemaakt voor de gebiedsontwikkeling als voor de dijken. De verhouding van de MKI van de ontwikkelde (dijk)alternatieven is vergeleken met een referentiedijk. Als referentiedijk is de dijk gehanteerd waarop in de initiatieffase kostencalculaties (KOSWAT) zijn gebaseerd van het Waterschap Vallei & Veluwe. Varianten die gebruik kunnen maken van gebiedseigen grond leiden scores het best (tot 50% van het referentieniveau). Alle alternatieven hebben een eindscore die minimaal 25% lager is dan de MKI van de referentiedijk. Uitzondering is KA2 die 100% scoort omdat de dijk meer dan de helft beter scoort dan de MKI van de referentiedijk. De oplossingen voor dijkversterking bestaan grotendeels uit grond met een minimum inzet aan kunstwerken, waarbij de vrijkomende grond uit realisatie van de gebiedsambities wordt benut voor de dijkversterking. Opwaardering van het Hoornwerk vanuit cultuurhistorisch perspectief en integratie in de dijkversterkingsopgave daarbij zorgt voor een relatief forse toename van de MKI van de alternatieven VKA en KA3.
7b	Circulariteitscorrecties in MKI / CirculariteitsIndex (CI) DuboCalc 6.0 is nog niet beschikbaar. Met de nu beschikbare versie 5.1 zijn vergaande circulariteitsmaatregelen nog onvoldoende te waarderen. Daarom is gekozen voor het opstellen van een massabalans van ingaande en uitgaande materialen, conform CB'23. Omdat grond aan het einde van de levensduur herbruikbaar is, scoren alle varianten hoog op circulariteit. Nader onderzoek naar hergebruik materialen in de kunstwerken is een aandachtspunt in de ontwerpfase.
8 8a	Ontwerp voor minimaal grondstof- en energiegebruik in de aanleg/gebruiksfase CO2 impact materialen en energiegebruik Voor de CO2 impact van materialen is gebruik gemaakt van de CO2 berekeningen volgens DuboCalc. De CO2 uitstoot van de alternatieven leveren in verhouding tot de CO2 impact van de referentiedijk hetzelfde beeld op als de MKI-berekeningen. Er zijn geen aanvullende energiebesparende maatregelen in het ontwerp ingezet en evenmin opwekking van duurzame energie. Een haalbaarheidsonderzoek naar opwekking van warmte uit oppervlaktewater is aanbevolen.

2.3 Resultaat CPI

De gerealiseerde prestaties van de 4 alternatieven zijn de “CirculairePeiler.XLS” ingevoerd. De factsheets met input en output staan in bijlage 1.

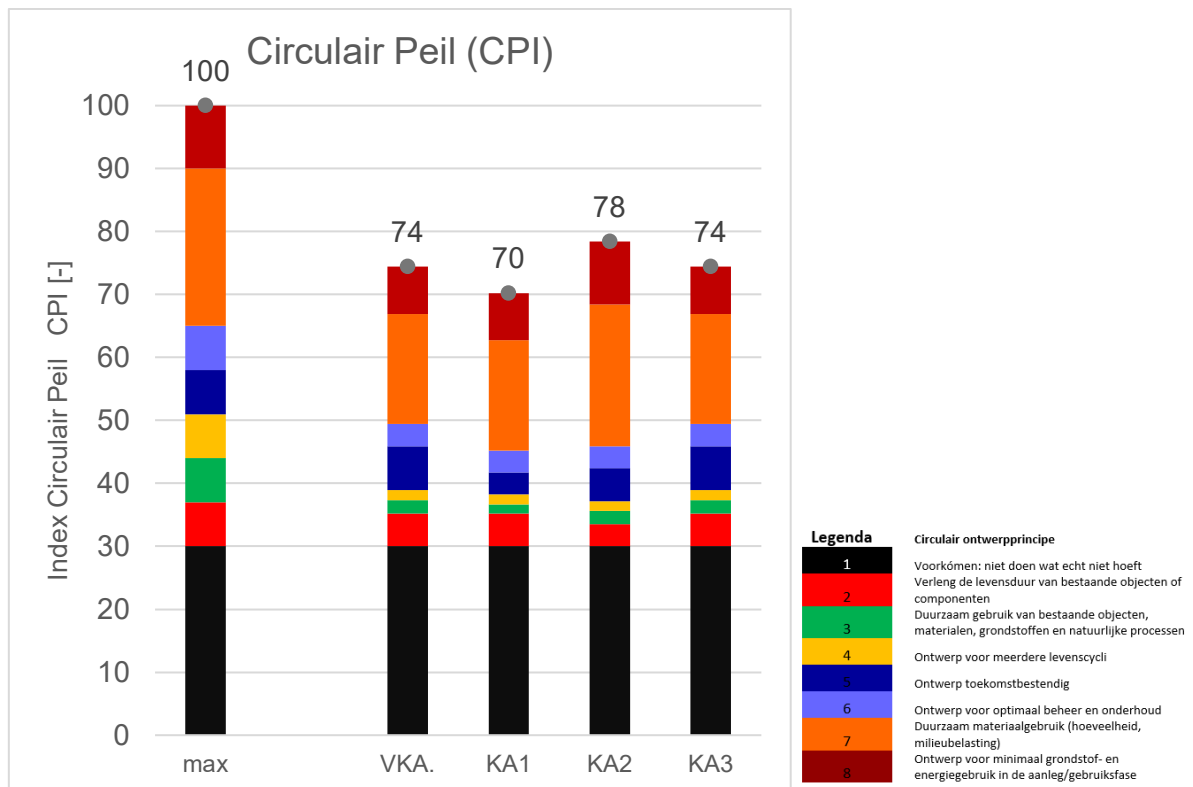
De CPI index (eindscore) van deze 4 alternatieven zijn:

Tabel 2: Overzicht CPI scores van 4 alternatieven voor de Grebbedijk (CPI max = 100)

variant	VKA.	KA1	KA2	KA3
CPI	74	70	78	74
Circulaire Peiler				

Tabel 2 laat zien dat alle varianten van de Grebbedijk tussen de 70 en 78 scoren. Daarmee zijn alle varianten ten aanzien van circulariteit te waarderen als ‘ruim voldoende’ tot ‘goed’.

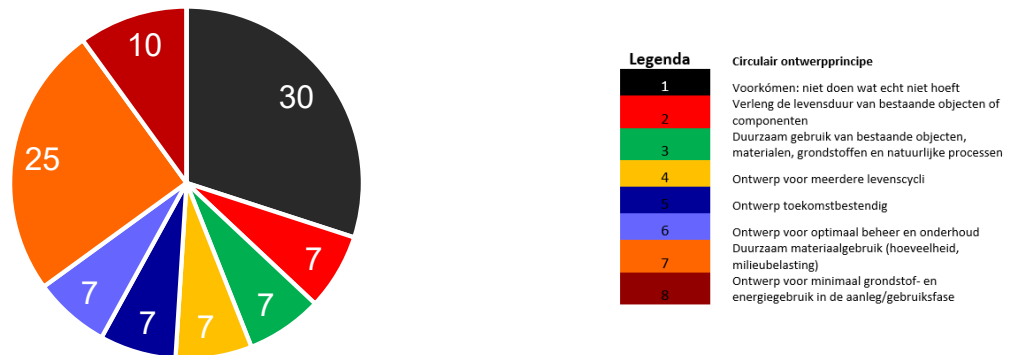
De opbouw van de CPI scores op basis van de (gewogen) subscores voor de 8 circulaire ontwerpprincipes wordt in figuur 1 getoond.



Figuur 1: Opbouw van de CPI – eindscore van de 4 alternatieven uit de Verkenningfase van de Grebbedijk voor de 8 circulaire ontwerpprincipes (MIRT)

Voor de CPI berekeningen in de Verkenningfase zijn de volgende weegfactoren aangehouden voor de 8 circulaire ontwerpprincipes:

De weegfactoren (in %) voor de Verkenningfase
Grebbedijk voor de 8 ontwerpprincipes



Figuur 2: Gehanteerde weegfactoren voor de 8 circulaire ontwerpprincipes in de Verkenningfase van project Grebbedijk

Grootste impact. Voor de Verkenningfase hebben de ontwerpprincipes Voorkómen (1 = 30%) en Kwantificering van de milieu impact (7 + 8 = 35%) de grootste impact op de CPI (eind)score. Tezamen bepalen deze aspecten 65% van de eindscore. Voor Grebbedijk scoren alle varianten het maximaal aantal te behalen punten op ontwerpprincipe 1. Hiermee is een goede basis gelegd voor een hoge (eind)score op de CPI. De grootste verschillen in de CPI eindscore zijn te verklaren op basis van de behaalde score in principes 7/8 (Duurzaam materiaal gebruik, Minimaal grondstof- en energieverbruik).

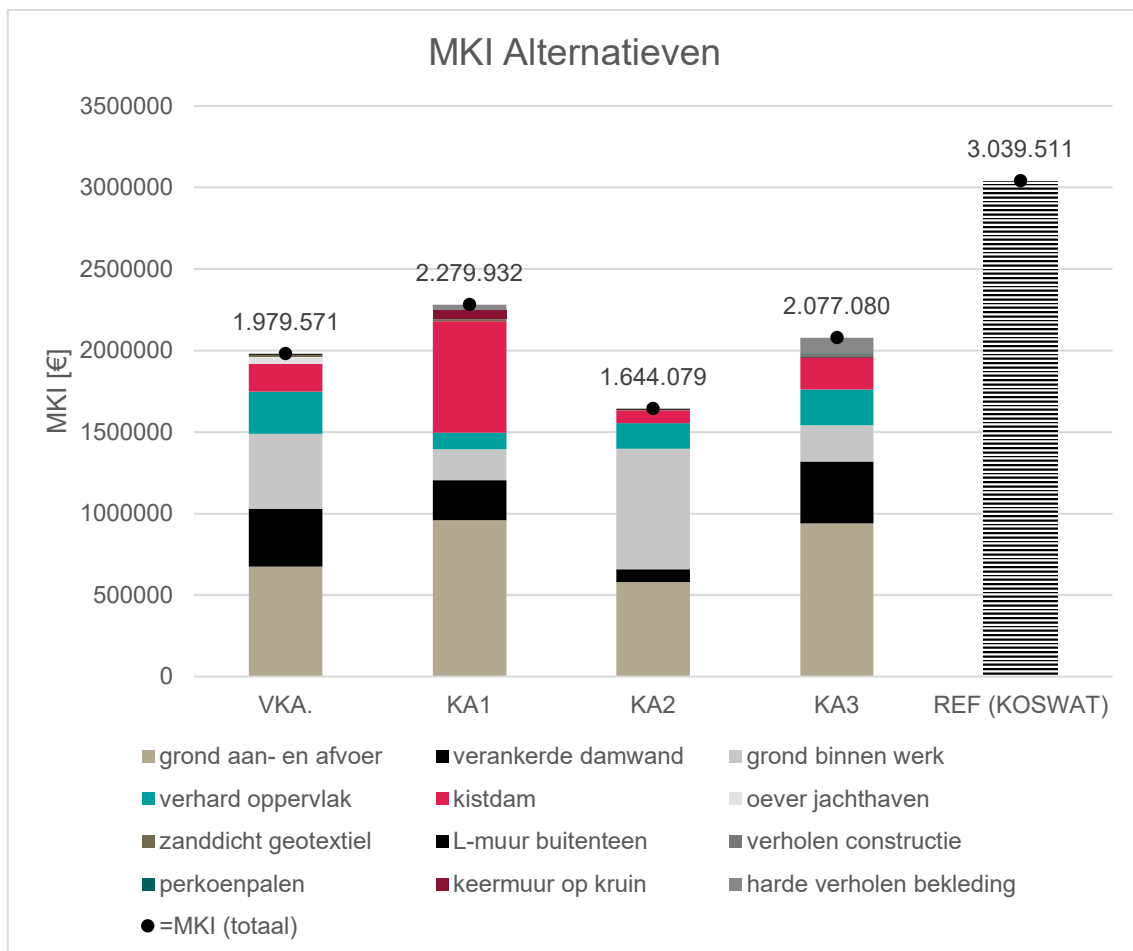
Beperkt impact. Voor de tussenliggende (kwalitatief te beoordelen) vijf ontwerpprincipes 2 t/m 6 wordt op een aantal onderdelen slecht gescoord. De impact hiervan is vanwege de lage weegfactor in de MCA (elk 7%) relatief beperkt. Vooral op de ontwerpprincipes 3 en 4 (gebruik bestaande objecten en meerdere levenscycli) wordt slecht gescoord. Bij de gebiedsontwikkeling Grebbedijk is maar beperkt ontworpen op restwaarde en inzet van hergebruikte materialen en het ontwerpen voor meerdere levenscycli. Dat komt in deze scores tot uitdrukking. Dit is een aandachtspunt voor volgende ontwerpfasen.

Kwantificering milieu impact materialen. Aan de beoordeling van de ontwerpprincipes 7 en 8 (materiaalgebruik en minimale grondstof- en energiegebruik) liggen berekeningen van de materiaalhoeveelheden en milieu impact van materialen ten grondslag. Voor alle alternatieven zijn MKI berekeningen in DuboCalc uitgevoerd. Omdat in de Verkenningfase deze twee onderdelen hoog scoren in de MCA, en dus belangrijk zijn voor het eindoordeel, lichten we deze onderdelen hier nader toe.

Voor de versterking van de Grebbedijk zijn in de initiatiefase verkennende kostenberekeningen gemaakt met KOSWAT. Die dijk fungeert als referentiedijk voor dit project. De MKI- prestaties van de 4 alternatieven worden vergeleken met de MKI van de referentiedijk. KA2 heeft het beste resultaat met een 50% betere MKI score dan de referentiedijk. Inzet van veel

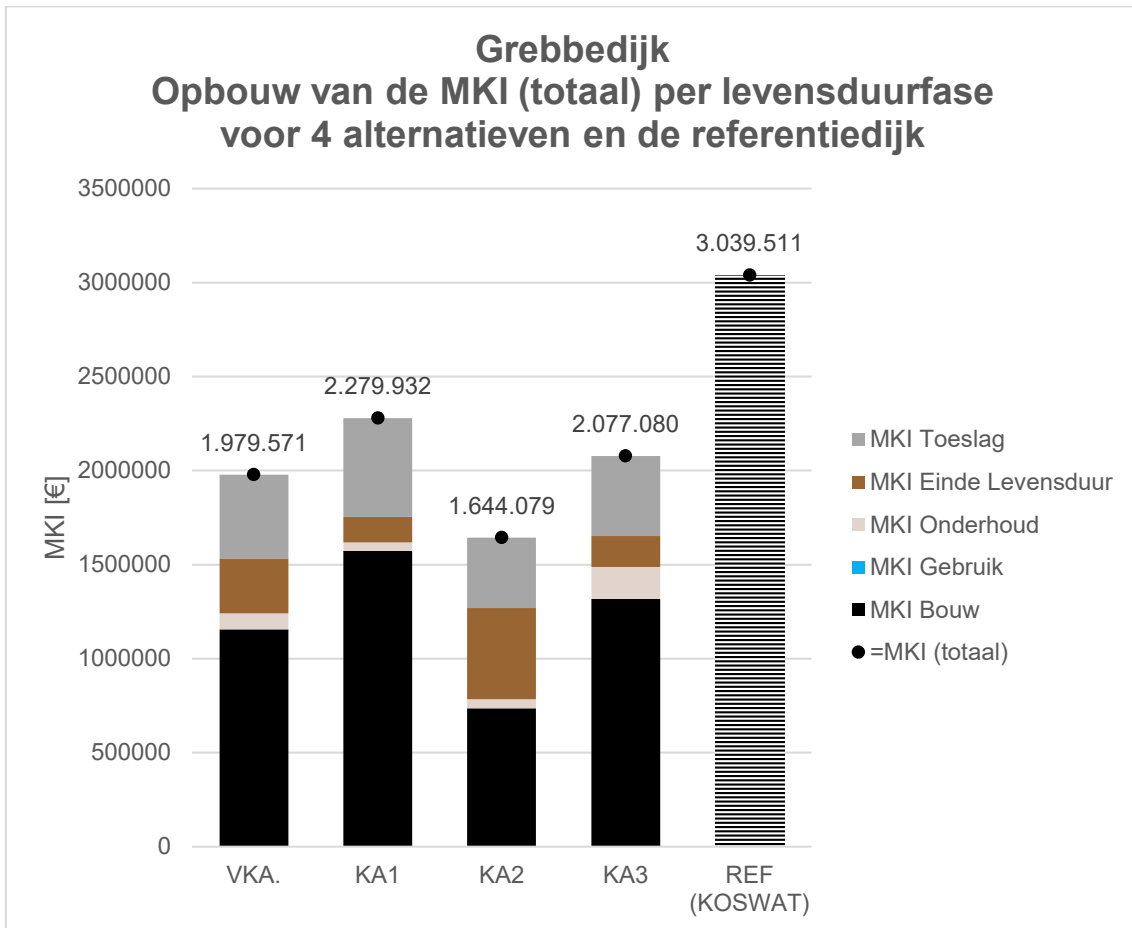
gebiedseigen grond uit gebiedsontwikkeling is hiervoor een belangrijke verklaring. Daarnaast heeft dit alternatief weinig kunstwerken (met een verhoudingsgewijs hoge milieu impact). Alle andere alternatieven hebben meer kunstwerken en minder inzet van gebiedseigen grond. Uiteindelijk leiden ook deze alternatieven tot >25% betere MKI score dan de referentiedijk, mede omdat in een deel van de dijk geen zware maatregelen nodig bleken te zijn. In de varianten VKA en KA3 wordt het cultuurhistorische Hoornwerk in ere hersteld en wordt integraal onderdeel van de dijkverzwaringsoopgave. Door deze combinatie van functies, waarbij het cultuurhistorische Hoornwerk ook een waterkerende functie krijgt, ontstaat een forse impact op de MKI over een relatief kort stukje dijk. Hier staat realisatie van de ambitie om het Hoornwerk in ere te herstellen tegenover. De alternatieven VKA en KA2 gaan uit van veel gebiedseigen grond door het graven van een waterplas en een KRW geul.

De milieu impact van toegepaste materialen, berekend volgens DuboCalc is weergegeven in figuur 3. Grondwerk (aan/afvoer en verplaatsen binnen het werk) heeft voor alle dijken de grootste impact. Kunstmatige dijkversterkende maatregelen zoals dammen (kistdam/damwand) hebben eveneens een grote impact op de milieuprestatie.



Figuur 3: De milieu impact van dijkverzwarende elementen volgens DuboCalc

Inzicht in de MKI per levensduurfase levert inzicht in kansen voor circulariteit. Figuur 4 laat zien dat het aandeel “MKI einde levensduur” relatief groot is. Dit toont dat er kansen zijn voor hergebruik van materialen. Dit aspect is in de Verkenningfase Grebbedijk niet verder uitgediept, maar biedt verbeterpotentieel voor de komende ontwerpfase. (In DuboCalc 5.1 zijn deze effecten voor hergebruik einde levensduur nog niet te berekenen. Het wachten is op de release van DuboCalc 6.0 die die optie wel zal krijgen.)



Figuur 4: Opbouw MKI per levensduurfase volgens DuboCalc

3 Leerpunten en aanbevelingen

3.1 Leerpunten

Oordeel CPI Alternatieven Verkenningfase Grebbedijk: ruim voldoende tot goed, mede door actieve inzet van monitoringstool.

Alle voorkeursalternatieven en kansrijke alternatieven van dijkverzwaringsopgave Grebbedijk scoren in de Circulaire Peiler ruim voldoende (CPI=70) tot goed (CPI=78). Varianten met inzet van veel gebiedseigen grond scoren het best.

Het gebruik van een voorloper van de Circulaire Peiler heeft eraan bijgedragen dat in de Verkenningfase van dijkverzwaringsoverheidsproject Grebbedijk bewuster met circulariteit is omgegaan. Een belangrijk aspect is het regulier tijdens het ontwikkelingsproces prestaties monitoren. Zowel het scoren op kwalitatieve als ook kwantitatieve prestaties maakt het mogelijk om tijdig bij te sturen gedurende de Verkenningfase. Alternatieven waren eenvoudig te vergelijken.

Werken met referentie maakt onderlinge vergelijking van dijken mogelijk. In de Circulaire Peiler wordt bij de beoordeling van de MKI score gewerkt met een referentiedijk. Belangrijk is een goede referentie te definiëren; dit werkt beter dan onderlinge vergelijking van alternatieven binnen een project. Werken met een generieke referentie maakt ook vergelijking met andere projecten mogelijk (zie ook aanbevelingen).

Grondverzet en kunstwerken. Een kritische blik om lokaal dijkverzwaringmaatregelen te minimaliseren en inzet van grond in plaats van kunstwerken, leverde voor de Grebbedijk een belangrijke bijdrage aan de circulariteit. Door waar mogelijk gebiedseigen grond in te zetten wordt een forse reductie op de milieuprestatie (MKI) verkregen. In dit project is ingezet op het creëren van meekoppelkansen bij gebiedsontwikkeling.

Wachten op circulariteit beoordelen met DuboCalc. Het project scoort laag op inzet van en hergebruik van materialen. Dit is een aandachtspunt voor de volgende Ontwerpfase. Verdere verbetering van de MKI is een inkopper voor dit project zodra hergebruik van materialen na einde levensduur in de MKI-DuboCalc berekeningen is te verdisconteren (DuboCalc 5.0 en 5.1 bieden deze optie nog niet). Circulariteitsberekeningen volgens bijv CB'23 zijn een alternatief, maar hier wordt het niet kunnen scoren op materiaalkwaliteit als gemis ervaren.

Wegingspercentage is stuurfactor. Ontwerpprincipes voorkómen(1), duurzaam materiaalgebruik(7) en minimaal grondstof en energiegebruik(8) zijn de belangrijkste ontwerpprincipes in de Verkenningfase. Dit inzicht heeft ertoe geleid dat deze onderdelen aanzienlijk zwaarder moeten wegen dan de overige ontwerpprincipes.

3.2 Aanbevelingen Circulaire Peiler

Verdere optimalisatie circulariteit. Circulariteit kan in de volgende ontwerpfase van Grebbedijk verder worden geoptimaliseerd door mogelijkheden voor hergebruik van materialen te onderzoeken, maar ook door optimalisatie van het dijkontwerp en beperking van de CO2 impact.

Toepassing bij andere (dijkversterkings)projecten. Aanbevolen wordt om Circulaire Peiler ook door andere dijkversterkingsprojecten binnen het HWBP te laten invullen. Zo kan gezamenlijk ervaring opgedaan worden met circulariteit en kan de Circulaire Peiler worden gevalideerd. De Circulaire Peiler levert voor het werkveld een tool op om de aandacht voor circulariteit te krijgen en vast te houden bij nieuwe ontwikkelingen, maar ook om te monitoren. Op deze wijze is tevens te monitoren in hoeverre wordt bijgedragen aan circulaire doelstellingen van de overheid. Wellicht zijn er naast de dijkverzwaringenprojecten ook andere typen project(en) die geschikt zijn om de circulariteit te monitoren met de Circulaire Peiler.

Referentiewaarden ontwikkelen. Voor Grebbedijk is een referentiedijk ontwikkeld op basis van KOSWAT. Dit is een projectspecifieke dijk. Aanbevolen wordt een uniforme methodiek te ontwikkelen voor bepaling van referentiewaarden voor MKI/Circulariteit/CO2.

Eenvoudige kwalitatieve beoordeling mogelijk. Kwantitatieve beoordeling door een MKI berekening is arbeidsintensief. Gebruik van bouwstenen is aan te bevelen in Verkenningsfase. Het beoordelen op kwalitatieve aspecten is relatief eenvoudig in de Circulaire Peiler. De kwantitatieve beoordeling is daarentegen arbeidsintensief. Het werken met bouwstenen werkt effectief in de Verkenningsfase en geeft inzicht. Werken met bouwstenen werkt alleen als er voldoende bouwstenen beschikbaar zijn.

BIJLAGE 1: FACTSHEETS ALTERNATIEVEN

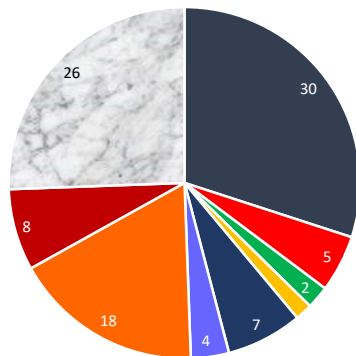
Factsheet Voorkeursalternatief (VKA)

De Circulaire Peiler Peilstok die circulariteit in projecten meetbaar maakt	Versie: 1.0	74
---	-------------	-----------

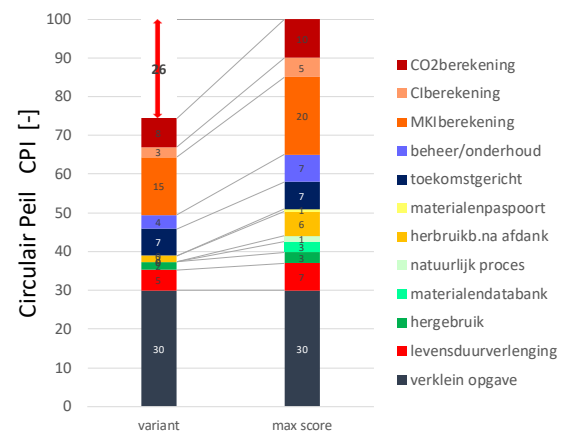
Projectnaam: Dijkverzwaring Grebbedijk	FASE
Plaats: Wageningen	1 initiatiefase
Variant: Voorkeursalternatief (VKA)	2 verkenningfase
Fase (t.b.v. weegfactoren): 7 <eigen weegfactoren> selectie via pull down	3 planuitwerkingsfase
Berekening uitgevoerd door: Lievense	4 contractvormingsfase
Datum: 17-03-2020	5 realisatiefase
	6 beheer/onderhoudsfase
	7 <eigen weegfactoren>

score voor de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT

Circulaire Peiler <eigen weegfactoren> CPI=74 (index CP2030=100)



Variant (links) en (rechts) Max-score (CPI=100)



Overzicht acties en maatregelen. Hoe invulling wordt gegeven aan de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT		Score in PNT (max 100)	weging	CPI [-]*
1	Voorakomen: niet doen wat echt niet hoeft		30%	30.0
a	>20% opgaveverkleining door efficiëntere oplossingen/mee-koppelkansen/functionaliiteitsverbetering/innovaties (MKI o.b.v. kentallen)	100	100%	
2	Verleng de levensduur van bestaande objecten of componenten		7%	5.3
a	Levensduurverlenging is systematisch onderzocht (10R); >80% van de haalbare maatregelen geïmplementeerd	75	100%	
3	Duurzaam gebruik van bestaande objecten, materialen, grondstoffen en natuurlijke processen		7%	2.1
a	Restwaarden in kaart gebracht (10-R); toepassingen zijn onderzocht; haalbare alternatieven zijn geïmplementeerd	75	40%	
b	Raadpleging van één of meer materialen(data)banken is niet overwogen voor het project	0	40%	
c	(Kansen voor) inzet van aanwezige natuurlijke processen zijn niet specifiek onderzocht voor het project	0	20%	
4	Ontwerp voor meerdere levenscycli		7%	1.6
a	Herbruikbaarheid van materialen, etc. na einde levensduur is systematisch onderzocht	25	90%	
b	Er is geen materiaalpaspoort opgesteld voor toegepaste materialen in het project	0	10%	
5	Ontwerp toekomstbestendig		7%	7.0
a	Gebiedsambities worden geïntegreerd; geanticipeerd wordt op mogelijke toekomstige sociale, ruimtelijke, klimatologische en natuurontwikkeling	100	100%	
6	Ontwerp voor optimaal beheer en onderhoud		7%	3.5
a	LCC is onderdeel van het ontwerpproces. LCC van circulaire alternatieven zijn niet hoger dan "conventioneel" (= referentie)	50	100%	
7	Duurzaam materiaalgebruik (hoeveel milieubelasting)		25%	17.5
a	De gerealiseerde MKI van het ontwerp is <75% MKIreferentie (referentie=conventioneel).	75	80%	
b	Input en output van materiaalstromen zijn in beeld gebracht voor het project; prioritering materiaalkeuze op basis van 10-R	50	20%	
8	Ontwerp voor minimaal grondstof- en energiegebruik in de aanleg/gebruiksfase		10%	7.5
a	De CO2 impact van het ontwerp is <75% x CO2 impact referentiewaarde	75	100%	
subtotaal index circulariteitspeil (CPI) (max=100)		100	100%	74
BONUS (additionele innovatieve circulaire maatregelen) (eigen waarde, max 10 pnt)		0	100%	0
totaal CPI				74
		Voorkeursalternatief (VKA)		

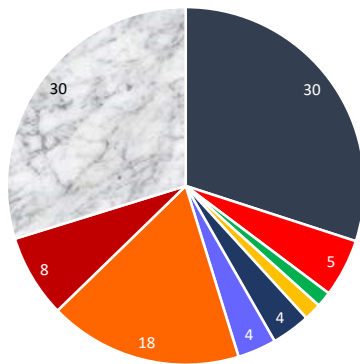
Factsheet Kansrijk Alternatief 1

De Circulaire Peiler Peilstok die circulariteit in projecten meetbaar maakt	Versie: 1.0	70
---	-------------	-----------

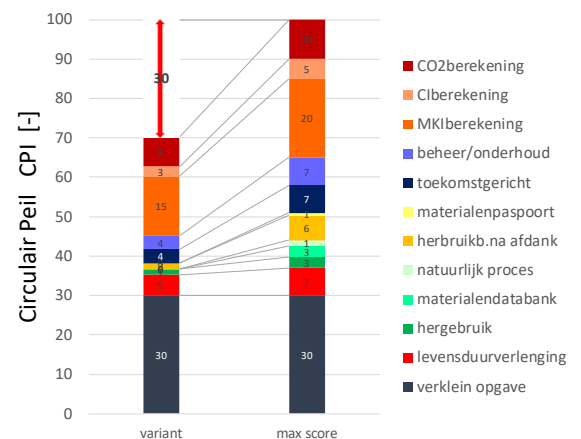
Projectnaam: Dijkverzwaring Grebbedijk	FASE 1 initiatiefase 2 verkenningfase 3 planuitwerkingsfase 4 contractvormingsfase 5 realisatiefase 6 beheer/onderhoudsfase 7 <eigen weegfactoren>
Plaats: Wageningen	
Variante: Kansrijk alternatief 1 (KA1)	
Fase (t.b.v. weegfactoren): 7	<eigen weegfactoren> selectie via pull down
Berekening uitgevoerd door: Lievense	
Datum: 17-03-2020	

score voor de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT

Circulaire Peiler <eigen weegfactoren> CPI=70 (index CP2030=100)



Variante (links) en (rechts) Max-score (CPI=100)



Overzicht acties en maatregelen. Hoe invulling wordt gegeven aan de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT		Score in PNT (max 100)	weging	CPI [-]*
1	Voorkómen: niet doen wat echt niet hoeft		30%	30.0
a	>20% opgaveverkleining door efficiëntere oplossingen/meekoppelkansen/functionaliiteitsverbetering/innovaties (MKI o.b.v. kentallen)	100	100%	
2	Verleng de levensduur van bestaande objecten of componenten		7%	5.3
a	Levensduurverlenging is systematisch onderzocht (10R); >80% van de haalbare maatregelen geïmplementeerd	75	100%	
3	Duurzaam gebruik van bestaande objecten, materialen, grondstoffen en natuurlijke processen		7%	1.4
a	Restwaarden in kaart gebracht (10-R); toepassingen in het project/gebied zijn onderzocht	50	40%	
b	Raadpleging van één of meer materialen(data)banken is niet overwogen voor het project	0	40%	
c	(Kansen voor) inzet van aanwezige natuurlijke processen zijn niet specifiek onderzocht voor het project	0	20%	
4	Ontwerp voor meerdere levenscycli		7%	1.6
a	Herbruikbaarheid van materialen, etc. na einde levensduur is systematisch onderzocht	25	90%	
b	Er is geen materialenpaspoort opgesteld voor toegepaste materialen in het project	0	10%	
5	Ontwerp toekomstbestendig		7%	3.5
a	Uitwerking projectdoelstellingen binnen de gestelde kaders; omgeving participeert actief; ruimtereservering tbv toekomstige ontwikkelingen / klimaatverandering/natuurontwikkeling	50	100%	
6	Ontwerp voor optimaal beheer en onderhoud		7%	3.5
a	LCC is onderdeel van het ontwerpproces. LCC van circulaire alternatieven zijn niet hoger dan "conventioneel" (= referentie)	50	100%	
7	Duurzaam materiaalgebruik (hoeveelxmilieubelasting)		25%	17.5
a	De gerealiseerde MKI van het ontwerp is <75% MKIreferentie (referentie=conventioneel).	75	80%	
b	Input en output van materiaalstromen zijn in beeld gebracht voor het project; prioritering materiaalkeuze op basis van 10-R	50	20%	
8	Ontwerp voor minimaal grondstof- en energiegebruik in de aanleg/gebruiksfas		10%	7.5
a	De CO2 impact van het ontwerp is <75% x CO2impact referentiewaarde	75	100%	
subtotaal index circulariteitspeil (CPI) (max=100)		100	100%	70
BONUS (additionele innovatieve circulaire maatregelen) (eigen waarde, max 10 pnt)		0	100%	0
 totaal CPI				70
		Kansrijk alternatief 1 (KA1)		

* CPI = index Circulaire Peiler

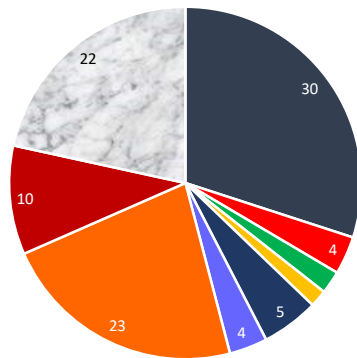
Factsheet Kansrijk Alternatief 2

De Circulaire Peiler Peilstok die circulariteit in projecten meetbaar maakt	Versie: 1.0	78
---	-------------	-----------

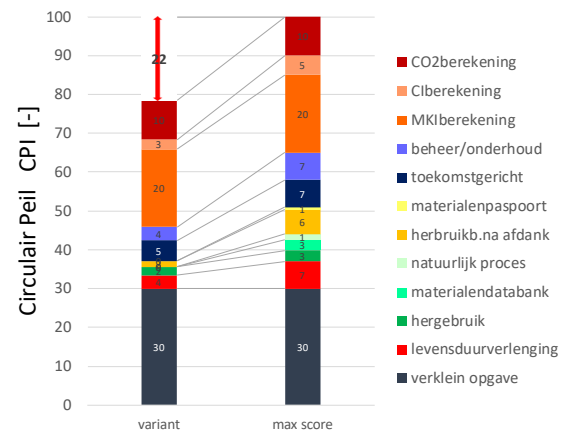
Projectnaam: Dijkverzwaring Grebbedijk Plaats: Wageningen Variant: Kansrijk alternatief 2 (KA2) Fase (t.b.v. weegfactoren): 7 <eigen weegfactoren> selectie via pull down	FASE 1 initiatiefase 2 verkenningfase 3 planuitwerkingsfase 4 contractvormingsfase 5 realisatiefase 6 beheer/onderhoudsfase 7 <eigen weegfactoren>
Berekening uitgevoerd door: Lievense Datum: 17-03-2020	

score voor de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT

Circulaire Peiler <eigen weegfactoren> CPI=78 (index CP2030=100)



Variant (links) en (rechts) Max-score (CPI=100)



Overzicht acties en maatregelen. Hoe invulling wordt gegeven aan de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT		Score in PNT (max 100)	weging	CPI [-]*
1	Voorkómen: niet doen wat echt niet hoeft		30%	30.0
a	>20% opgaveverkleining door efficiëntere oplossingen/meekoppelkansen/functionalietsverbetering/innovaties (MKI o.b.v. kentallen)	100	100%	
2	Verleng de levensduur van bestaande objecten of componenten		7%	3.5
a	Levensduurverlenging is systematisch onderzocht (10R); >50% van de haalbare maatregelen geïmplementeerd	50	100%	
3	Duurzaam gebruik van bestaande objecten, materialen, grondstoffen en natuurlijke processen		7%	2.1
a	Restwaarden in kaart gebracht (10-R); toepassingen zijn onderzocht; haalbare alternatieven zijn geïmplementeerd	75	40%	
b	Raadpleging van één of meer materialen(data)banken is niet overwogen voor het project	0	40%	
c	(Kansen voor) inzet van aanwezige natuurlijke processen zijn niet specifiek onderzocht voor het project	0	20%	
4	Ontwerp voor meerdere levenscycli		7%	1.6
a	Herbruikbaarheid van materialen, etc. na einde levensduur is systematisch onderzocht	25	90%	
b	Er is geen materiaalpaspoort opgesteld voor toegepaste materialen in het project	0	10%	
5	Ontwerp toekomstbestendig		7%	5.3
a	Gebiedsambities worden geïntegreerd; er is ruimte voor toekomstige ontwikkelingen/klimaatverandering/natuurontwikkeling	75	100%	
6	Ontwerp voor optimaal beheer en onderhoud		7%	3.5
a	LCC is onderdeel van het ontwerpproces. LCC van circulaire alternatieven zijn niet hoger dan "conventioneel" (= referentie)	50	100%	
7	Duurzaam materiaalgebruik (hoeveelxmilieubelasting)		25%	22.5
a	De gerealiseerde MKI van het ontwerp is <50% MKIreferentie (referentie=conventioneel).	100	80%	
b	Input en output van materiaalstromen zijn in beeld gebracht voor het project; prioritering materiaalkeuze op basis van 10-R	50	20%	
8	Ontwerp voor minimaal grondstof- en energiegebruik in de aanleg/gebruiksfase		10%	10.0
a	De CO2 impact van het ontwerp is <50% x CO2impact referentiewaarde	100	100%	
subtotaal index circulariteitspeil (CPI) (max=100)		100	100%	78
BONUS (additionele innovatieve circulaire maatregelen) (eigen waarde, max 10 pnt)		0	100%	0
totaal CPI		Kansrijk alternatief 2 (KA2)		78

* CPI = Index Circulaire Peiler

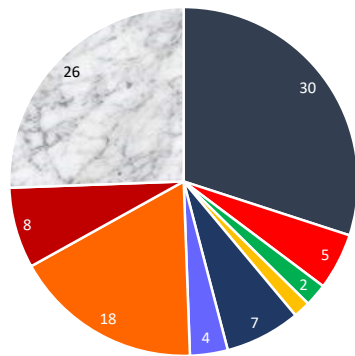
Factsheet Kansrijk alternatief 3

De Circulaire Peiler Peilstok die circulariteit in projecten meetbaar maakt	Versie: 1.0	74
---	-------------	-----------

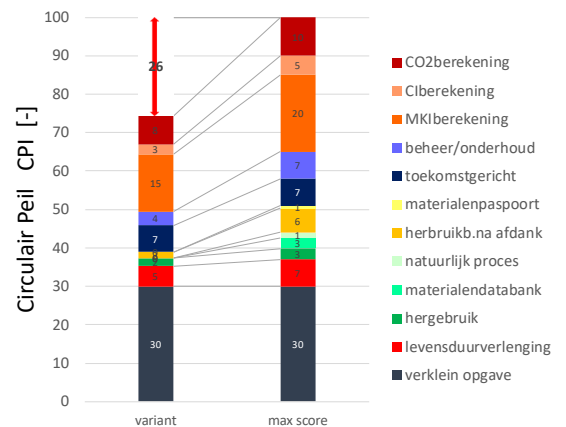
Projectnaam: Dijkverzwaring Grebbedijk Plaats: Wageningen Variant: Kansrijk alternatief 3 (KA3) Fase (t.b.v. weegfactoren): 7 <eigen weegfactoren> <small>selectie via pull down</small>	Berekening uitgevoerd door: Lievense Datum: 17-03-2020	FASE 1 initiatief fase 2 verkenning fase 3 planuitwerkings fase 4 contractvormings fase 5 realisatiefase 6 beheer/onderhouds fase 7 <eigen weegfactoren>
---	---	--

score voor de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT

Circulaire Peiler <eigen weegfactoren> CPI=74 (index CP2030=100)



Variant (links) en (rechts) Max-score (CPI=100)



Overzicht acties en maatregelen. Hoe invulling wordt gegeven aan de 8 ontwerpprincipes uit het MIRT	Score in PNT (max 100)	weging	CPI [-]*
1 Voorkómen: niet doen wat echt niet hoeft		30%	30.0
a >20% opgaveverkleining door efficiëntere oplossingen/meekoppelkansen/functionaliteitsverbetering/innovaties (MKI o.b.v. kentallen)	100	100%	
2 Verleng de levensduur van bestaande objecten of componenten		7%	5.3
a Levensduurverlenging is systematisch onderzocht (10R); >80% van de haalbare maatregelen geïmplementeerd	75	100%	
3 Duurzaam gebruik van bestaande objecten, materialen, grondstoffen en natuurlijke processen		7%	2.1
a Restwaarden in kaart gebracht (10-R); toepassingen zijn onderzocht; haalbare alternatieven zijn geïmplementeerd	75	40%	
b Raadpleging van één of meer materialen(data)banken is niet overwogen voor het project	0	40%	
c (Kansen voor) inzet van aanwezige natuurlijke processen zijn niet specifiek onderzocht voor het project	0	20%	
4 Ontwerp voor meerdere levenscycli		7%	1.6
a Herbruikbaarheid van materialen, etc. na einde levensduur is systematisch onderzocht	25	90%	
b Er is geen materiaalpaspoort opgesteld voor toegepaste materialen in het project	0	10%	
5 Ontwerp toekomstbestendig		7%	7.0
a Gebiedsambities worden geïntegreerd; geanticipeerd wordt op mogelijke toekomstige sociale, ruimtelijke, klimatologische en natuurontwikkeling	100	100%	
6 Ontwerp voor optimaal beheer en onderhoud		7%	3.5
a LCC is onderdeel van het ontwerpproces. LCC van circulaire alternatieven zijn niet hoger dan "conventioneel" (= referentie)	50	100%	
7 Duurzaam materiaalgebruik (hoeveel milieubelasting)		25%	17.5
a De gerealiseerde MKI van het ontwerp is <75% MKI referentie (referentie=conventioneel).	75	80%	
b Input en output van materiaalstromen zijn in beeld gebracht voor het project; prioritering materiaalkeuze op basis van 10-R	50	20%	
8 Ontwerp voor minimaal grondstof- en energiegebruik in de aanleg/gebruiks fase		10%	7.5
a De CO2 impact van het ontwerp is <75% x CO2 impact referentiewaarde	75	100%	
subtotaal index circulariteitspeil (CPI) (max=100)	100	100%	74
BONUS (additionele innovatieve circulaire maatregelen) (eigen waarde, max 10 pnt)	0	100%	0
totaal CPI			74

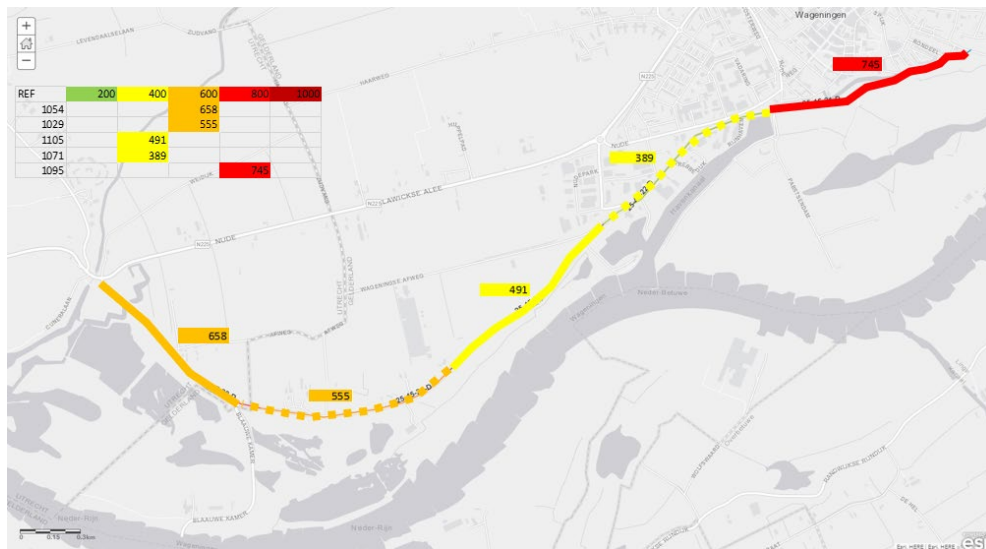
* CPI = index Circulaire Peiler

Bijlage 2: MKI dijkfragmenten

Voor de referentiedijk (KOSWAT) is de MKI per strekkende meter dijk bepaald. De MKI van alternatieven wordt in de Circulaire Peiler vergeleken met de MKI van de referentie.

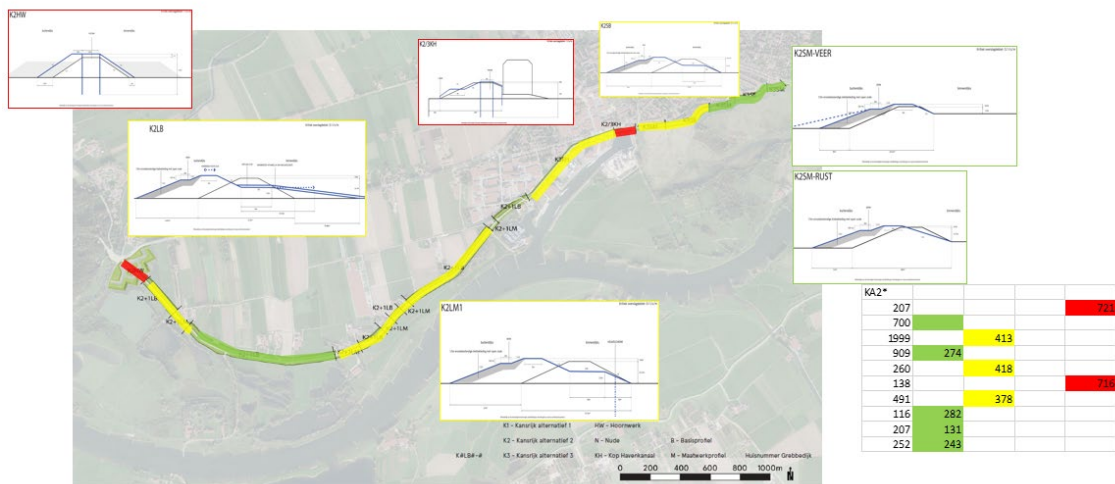
MKI referentiedijk

De MKI per m dijk is weergegeven in onderstaande plattegrond van de dijk. De kleur indiceert een bandbreedte van 200 MKI/m dijk.



Figuur 5: MKI/m² referentiedijk (KOSWAT), geprojecteerd op het verloop van de huidige dijk. (groen is MKI tussen 0-300€/m, geel 300-500€/m, oranje 500-700€/m, rood 700-900€/m en rood > €900/m).

Voor de 4 varianten zijn de MKI waarden per dijksectie berekend. Het resultaat is voor kansrijk alternatief 2 (beste MKI score) hieronder grafisch weergegeven.



Figuur 6: MKI/m'dijk van Kansrijk Alternatief 2 met inzet van veel gebiedseigen grond door het graven van een waterplas en KRWgeul naast de dijkontwikkeling. De waarde van de MKI/m' is geprojecteerd op dijk.

De vergelijking van de alternatieven met de referentiedijk leert dat de inzet van duurzame technieken (inzet van gebiedseigen grond) in plaats van technische oplossingen (kunstwerken) gunstig uitvalt voor de milieubelasting. Op de totale dijk is de milieubelasting bij alle beschouwde varianten gemiddeld 30% tot 50% lager dan de referentiedijk uit KOSWAT.