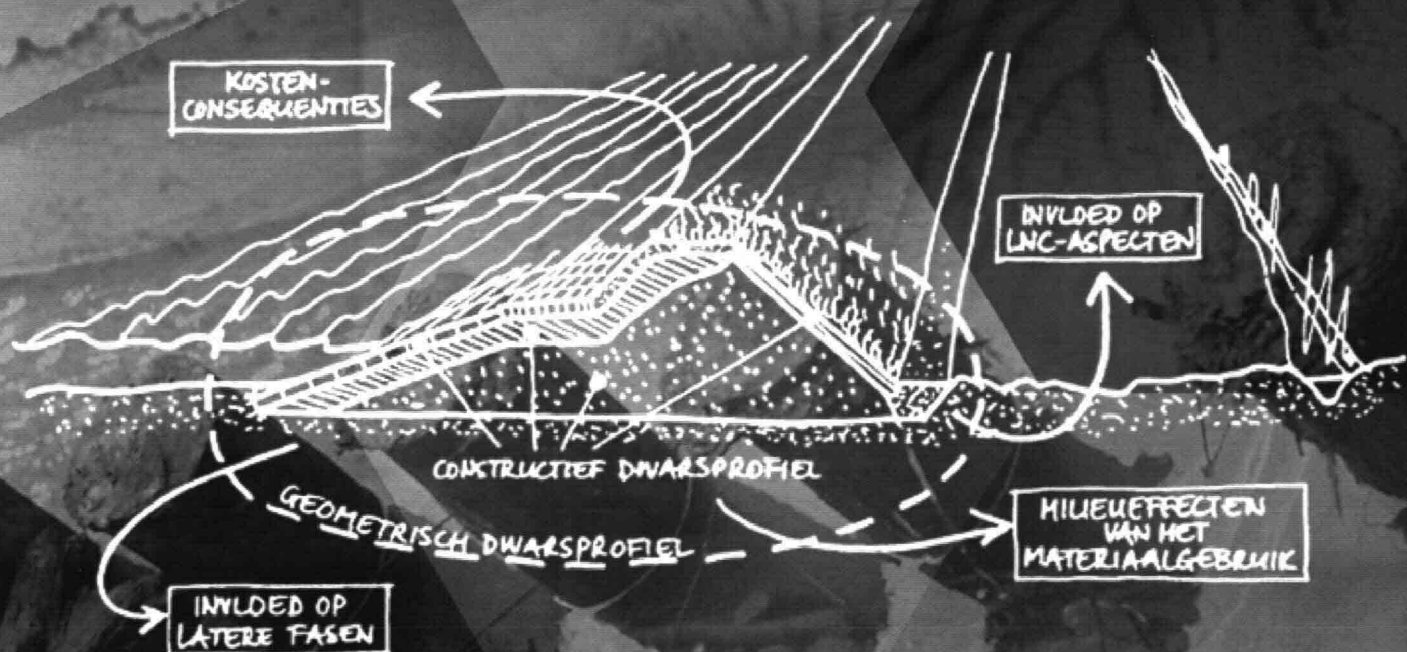


Keuzemodel kust- en oeverwerken

een ontwerpondersteunend model
voor de beoordeling van effecten op
milieu-, LCN- en kostenaspecten

Case 1: Dijken in Zeeland
Case 2: Kribben



Keuzemodel kust- en oeverwerken

ontwikkeling van een ontwerpondersteunend model voor de
beoordeling van effecten op milieu-, LNC- en kostenaspecten

Case 1 - Dijken in Zeeland



25 januari 2001

Rijkswaterstaat / Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft & NIBE Research, Naarden

project 586

Keuzemodel kust- en oeverwerken

projectnummer DWW

Case 1 - Dijken in Zeeland
1724

opdrachtgever:

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, afdeling AB
ir. W.S. de Vries
Postbus 5044
2600 GA Delft
Tel 015-2518423
Fax 015-2518555

opdrachtnemer:

Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie, NIBE Research bv
ir. R.M.M. van der Loos en ir. A.A.J.F. van den Dobbelsteen
Postbus 229
1400 AE Bussum
tel. 035-6948233
fax 035-6950042
e-mail: info@nibe.org
website: www.nibe.org

document:

586.01.01.111/rl

versie:

definitief, versie 1.1

datum:

25 januari 2001

opdrachtleider:

ir. R.M.M. van der Loos, divisiehoofd NIBE Research

medeverantwoordelijk:

ir. A.A.J.F. van den Dobbelsteen, divisiehoofd NIBE Consulting

projectgroep:

ir. W.S. de Vries (DWW, voorzitter)
W.J. Bak (DWW)
ir. J.W. Broers (DWW)
ir. A.A.J.F. van den Dobbelsteen (NIBE)
dr.ir. E.M. Haas (NIBE)
ir. R.M.M. van der Loos (NIBE)
A. Plooster (DWW)
ir. S. Nurmohamed (DWW)

klankbordgroep:

ir. A. Hoekstra (DZL, voorzitter)
ir. C.J. Dorst (BWD)
ing. N. van den Heuvel (DZH)
ing. C.E.A.M. Polman (DON)
ing. A. Provoost (Waterschap Zeeuws Vlaanderen)
ir. H.J. Verhagen (TU Delft)
ing. K. Tilma (DNN)
L. van Asperen (TAW en DWW)

INHOUD

1	INLEIDING.....	1
1.1	Achtergrond.....	1
1.2	Doelstelling.....	1
1.3	Leeswijzer.....	2
2	CONSTRUCTIES.....	3
2.1	Bestaande situatie.....	3
2.2	Ontwerpvariant 1, overlaging met breuksteen.....	4
2.3	Ontwerpvariant 2, geopenetreerde overlaging.....	5
2.4	Ontwerpvariant 3, gekantelde blokken.....	5
2.5	Ontwerpvariant 4, asfalt.....	6
3	BEOORDELINGSASPECTEN.....	9
3.1	LCA.....	9
3.1.1	Voorkeursvolgorde gebruikte LCA gegevens.....	9
3.1.2	Secundaire materialen.....	10
3.1.3	Transportafstanden.....	10
3.1.4	Uitval, onderhoud en afvalscenario's.....	10
3.1.5	Geluidhinder.....	11
3.2	LNC-waarden.....	12
3.3	Kosten.....	14
3.4	Overige aspecten.....	15
3.5	Nationaal pakket maatregelen.....	15
4	RESULTATEN.....	17
4.1	Milieubeoordeling.....	17
4.2	LNC-waarden.....	18
4.3	Kosten.....	19
4.4	Overige aspecten.....	20
5	ERVARINGEN KEUZEMODEL.....	21
5.1	Ervaringen.....	21
5.2	Benodigde of gewenste aanpassingen.....	22
5.2.1	Punten die (nog) niet verwerkt kunnen worden.....	22
5.2.2	Punten die onjuist verwerkt worden.....	23
5.2.3	Punten die eenvoudiger of anders aangegeven kunnen worden.....	23
5.2.4	Wijzigingen in de invoer van gegevens.....	24
5.3	Reeds gemaakte aanpassingen.....	24
6	CONCLUSIES.....	27
6.1	Case 1 – Dijken in Zeeland.....	27
6.2	Keuzemodel.....	28

BRONNENLIJST

AFKORTINGEN

BIJLAGEN

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

In de periode van juli 1999 tot en met augustus 2000 heeft het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) in opdracht van de Dienst Weg- en waterbouwkunde (DWW) een keuzemethodiek ontwikkeld waarmee milieueffecten, kosteneffecten, effecten op LNC-waarden en overige aspecten bij het ontwerp van waterbouwkundige constructies inzichtelijk worden gemaakt.

Afgelopen zomer zijn het eindrapport en de beta-versie van het computerprogramma gereed gekomen. Het vooronderzoek en de ontwikkeling en onderbouwing van het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken zijn vastgelegd in het eindrapport Keuzemodel kust- en oeverwerken, fase 1 & 2. Voor de achtergrond van reeds gemaakte keuzes wordt in zijn algemeenheid verwezen naar dit rapport.

Het vervolgtraject van het project keuzemodel kust- en oeverwerken is gestart om de beta versie van het computerprogramma te testen en te optimaliseren met behulp van twee case-studies en om uiteindelijk te komen tot een definitief computerprogramma in Excel.

Het doel van de vervolgwerkzaamheden is te komen tot de volgende producten:

1. een rapport over de toepassingsmogelijkheden van het keuzemodel en de resultaten voor twee case-studies (dijkvloeiing in Zeeland (A) en alternatieve kribben in Oost-Nederland (B)), indien gewenst in separate rapportages;
2. een workshop voor ingewijden van Rijkswaterstaat en externen, om het model te testen op gebruikersvriendelijkheid, om de ervaringen van potentiële gebruikers te inventariseren en eventuele onvolkomenheden van het model te identificeren;
3. een goed werkend computerprogramma met gevulde databases, zodat het breed toepasbaar is in de waterbouw, en een bij het programma behorende gebruikershandleiding (user-manual);
4. een leidraad groene versie van het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken, met een beschrijving van het model, de achtergronden ervan en de case-studies;
5. een voorstel voor vervolgactiviteiten en nazorg.

Onderhavig rapport behandelt alleen de eerste case-studie: dijken in Zeeland. Dit is deelproduct 1A.

1.2 Doelstelling

Het doel van de case in zijn algemeenheid is het testen en optimaliseren van de berekeningen in het keuzemodel en het beoordelen van de bruikbaarheid van de uitkomsten van het keuzemodel. Door het uitvoeren van de case komt er zicht op:

- de programmatische onvolkomenheden van het keuzemodel;
- de (on)mogelijkheden voor het invoeren van daadwerkelijke projectgegevens;
- de ontbrekende gegevens die nodig zijn voor de beoordeling met het keuzemodel;
- de eventuele nadere ontwikkeling die met het keuzemodel moet plaatsvinden voor het kan worden toegepast in de praktijk;
- de bruikbaarheid van resultaten.

In de huidige fase van de case zijn de resultaten nog niet bedoeld als resultaat op zich. Hiervoor is op dit moment de kwaliteit van de achterliggende data nog onvoldoende, zijn de gebruikte data onvolledig en zijn er misschien nog programmatische onvolkomenheden. De resultaten in deze rapportage hebben derhalve een intern karakter en zijn het bijkomend resultaat van het testen van het keuzemodel.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden allereerst de verschillende constructies besproken die in de eerste case zijn beoordeeld. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op de gebruikte gegevens en achtergronden voor de verschillende beoordelingsaspecten van het keuzemodel (LCA, LNC, kosten en overige criteria). Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de inhoudelijke resultaten van de case. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de ervaringen die er met het keuzemodel zijn opgedaan door het uitvoeren van de case. In hoofdstuk 6 staan de conclusies van de werkzaamheden specifiek voor de case en voor het keuzemodel in zijn algemeenheid.

2 CONSTRUCTIES

De ontwerpvarianten met de bijbehorende specificaties zijn aangeleverd door Cees Dorst van de Bouwdienst. Het zijn ontwerpvarianten die bij de renovatie van de dijkbekledingen van de Westerschelde praktisch toegepast hadden kunnen worden, maar op geen enkele plek daadwerkelijk zo zijn uitgevoerd. De weerbaarheid van de praktijk is op elke plek weer anders. Het gaat in deze case-studie dus om een fictieve ontwerpvarianten.

In de volgende paragrafen staat een beschrijving van de bestaande situatie en de verschillende constructievarianten met een afbeelding van de ontwerptekening. In bijlage 1 zijn de ontwerptekeningen op A4 formaat weergegeven.

Hieronder staat eerst een overzicht van de belangrijkste verschillen in de ontwerpvarianten.

Tabel 2.1: Overzicht van de belangrijkste verschillen in de ontwerpvarianten

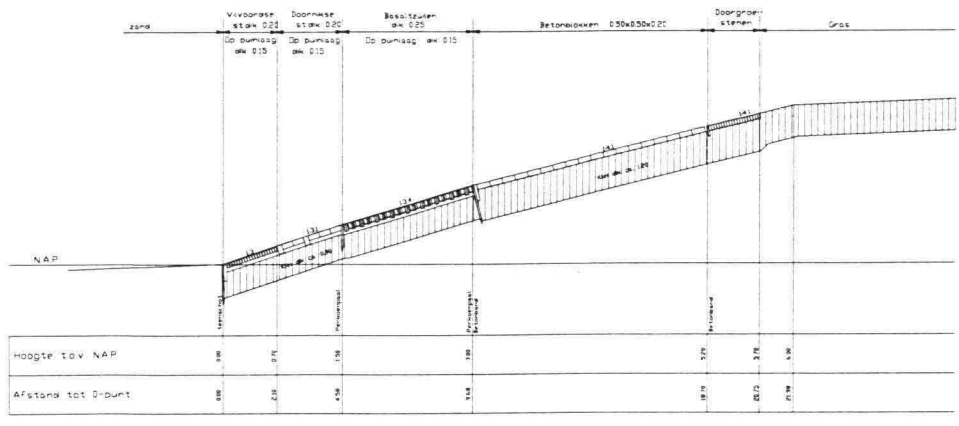
Variant	Onderste helft talud	Bovenste helft talud
Bestaand	Vilvoordse + Doornikse steen + basaltzuilen	betonblokken + doorgroei stenen
1	overlaging breuksteen 300-1000 kg	betonzuilen
2A	overlaging breuksteen 5-40 kg met gietasfalt	basaltzuilen
2B	overlaging breuksteen 5-40 kg met colloïdaal beton	basaltzuilen
3A	overlaging breuksteen 5-40 kg met gietasfalt	gekantelde betonblokken + basaltzuilen
3B	overlaging breuksteen 5-40 kg met colloïdaal beton	gekantelde betonblokken + basaltzuilen
3C	overlaging breuksteen 5-40 kg met gietasfalt	gekantelde betonblokken + betonzuilen
4A	breuksteen 10-60 kg met gietasfalt	w aterbouw asfaltbeton
4B	breuksteen 10-60 kg met colloïdaal beton	w aterbouw asfaltbeton

Alle constructievarianten krijgen voor de voet een kreukelberm bestaande uit 2 lagen breuksteen 60-300 kg met daaronder een laag geotextiel als filter. Op de kruin wordt bij alle varianten een onderhoudsstrook aangelegd van grindasfaltbeton op fosforlakken en geotextiel.

Bij de verschillende constructievarianten verandert er, afgezien van een eventuele overlaging met breuksteen, niets aan het dwarsprofiel.

2.1 Bestaande situatie

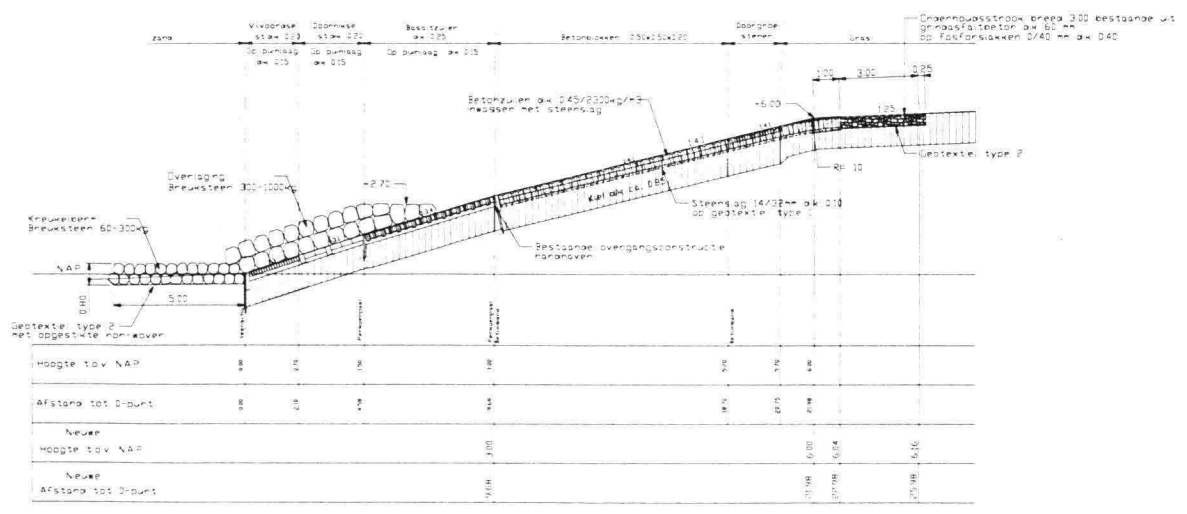
De bestaande situatie bestaat uit een doorlopend talud van teen tot kruin (geen buitenberm). Aan de teen bevindt zich een teenschot. De onderste helft bestaat achtereenvolgens uit een bekleding van Vilvoordse steen, Doornikse steen en Basaltzuilen. Alle drie op een puinlaag met daaronder klei. De overgangsconstructie tussen de Doornikse steen en de basaltzuilen wordt gevormd door een rij perkoenpalen. De bovenste helft van het talud bestaat uit betonblokken en een klein deel doorgroei stenen, beide direct op de klei. De overgangsconstructie tussen de basaltzuilen en de betonblokken bestaat uit een rij perkoenpalen en een betonband. De kruin is begroeid met gras.



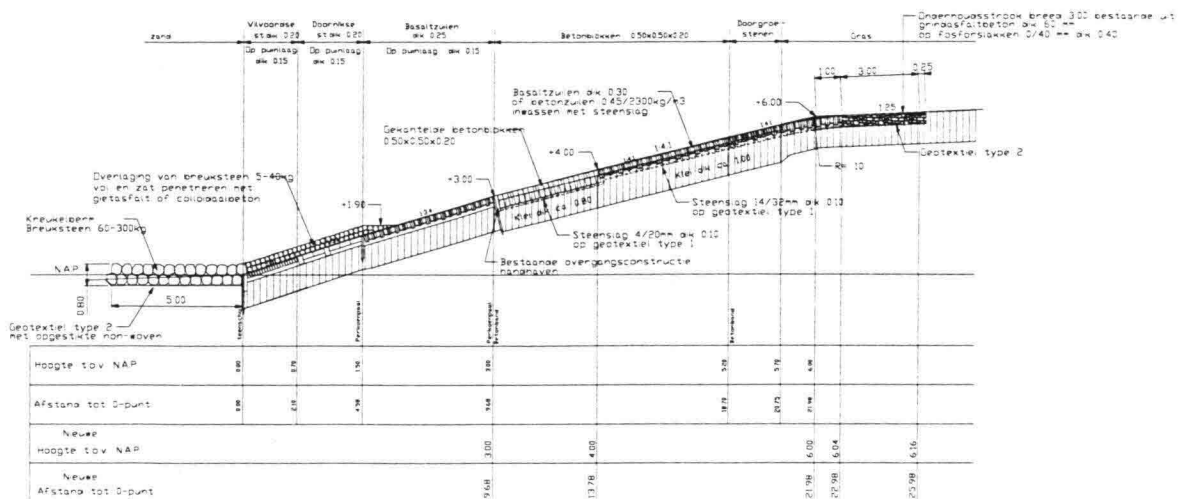
Figuur 2.1: Dwarsprofiel bestaande situatie

2.2 Ontwerpvariant 1, overlaging met breuksteen

Het onderste gedeelte van het talud krijgt een overlaging van 2 lagen breuksteen 300-1000 kg, tot ongeveer halverwege de bestaande bekleding van basalt. In het vervolg van dit verhaal zal er aan deze variant worden gerefereerd als de variant met breuksteen. De overgangsconstructie tussen het basalt en de betonstenen blijft gehandhaafd. De betonstenen worden vervangen door betonzuilen op steenslag en geotextiel. De bekleding met betonzuilen loopt door tot net op de kruin.



Figuur 2.2: Dwarsprofiel ontwerpvariant 1; de variant met breuksteen



Figuur 2.4: Dwarsprofiel ontwerpvariant 3; de variant met gekantelde blokken

2.5 Ontwerpvariant 4, asfalt

Ontwerpvariant 4 heeft evenals de andere varianten een kreukelberm van breuksteen 60-300 kg. Bij de teen wordt een rij azobe palen aangebracht met een teenschot. In de onderste helft van het talud wordt de bekleding vervangen door gepenetreerde breuksteen 10-60 kg op. De bovenste helft van het talud wordt bekleed met waterbouwasfaltbeton. Deze bekleding loopt door tot aan de onderhoudsstrook van grindsasfaltbeton. In het vervolg zal naar deze variant worden gerefereerd als de asfaltvariant.

Net als bij ontwerpvariant 2, 3 en 4 wordt er onderscheid gemaakt op basis van het materiaal waarmee de breuksteen onderaan het talud gepenetreerd wordt: met gietasfalt (ontwerpvariant 4A) of met colloidaal beton (ontwerpvariant 4B).

3 BEOORDELINGSASPECTEN

In dit hoofdstuk worden van de verschillende constructies een aantal aspecten op het gebied van de milieubeoordeling (LCA), LNC-waarden, kosten, overige criteria en het nationaal pakket voor de GWW besproken. Bij de milieubeoordeling gaat het met name om de aannames die in de berekeningen zijn gebruikt. Bij de de LNC-waarden is de inschaling op de verschillende waarde gemaakt.

3.1 LCA

Voor de toerekening van de milieu-effecten is uitgegaan van de knip-methode. Een uitgebreide omschrijving van de knip-methode en andere methodes voor toerekening staat vermeld in het eindrapport van fase 1 en 2.

3.1.1 Voorkeursvolgorde gebruikte LCA gegevens

Voor de LCA gegevens is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van openbare LCA data en LCA rapporten die voor eerdere opdrachten voor DWW zijn opgesteld. De gegevens over de voorraden van grondstoffen zijn ontleend aan de database van het NIBE. Het merendeel van deze gegevens is gepubliceerd in het Handboek Duurzame Bouwproducten (NIBE/VIBA, 2000). Normaliter heeft het gebruiken van specifieke LCA gegevens die geldig zijn voor een specifieke situatie binnen een LCA de voorkeur. Omdat het keuzemodel bedoeld is voor brede toepassing in uiteenlopende situaties heeft het opnemen van dergelijke specifieke gegevens geen zin.

Tabel 3.1: Voorkeursvolgorde van gebruikte LCA-data

Herkomst LCA data	Voorkeursvolgorde
Gevalideerde openbare databases	1
Openbare LCA data	2
LCA rapporten beschikbaar bij DWW	3
Database NIBE	3
Specifieke gegevens	N.v.t.

Voor achtergrondgegevens zoals vrachtwagen- en riviertransport, evenals electriciteit en afvalscenario's is uitgegaan van de VLCA-database (Vereniging voor LCA-bedrijven in de bouw). De data zijn gebaseerd op de meest recente data van ETH en bewerkt voor de Nederlandse situatie. Deze data vormen samen de eerste referentiedatabase met achtergrondgegevens voor de Nederlandse bouw. Er is uitgegaan van de gegevens waarin de kapitaalgoederen niet meegenomen zijn. Normaliter moet je kapitaalgoederen wel meenemen. Een vrachtwagen bijvoorbeeld kun je afschrijven over het aantal kilometers dat hij wordt gebruikt. De extra milieubelasting door het bijtellen van de productie van de vrachtwagen kan oplopen tot circa 20 tot 30 % van de milieubelasting per kilometer. Omdat bij de meeste LCA-gegevens die beschikbaar zijn van materialen de kapitaalgoederen buiten beschouwing laten, worden deze ook bij de beoordeling van energie en transport buiten beschouwing gelaten. Energie en transport zouden anders onevenredig zwaar in de beoordeling doorwegen. Zo snel als er LCA-data van materialen beschikbaar komen waar dit wel in meegenomen is, kan er overgeschakeld worden naar de gegevens inclusief kapitaalgoederen.

Omdat de huidige beschikbare gegevens over asfalt en bitumen zijn verouderd en niet representatief voor de Nederlandse situatie, zijn recentere LCA gegevens over asfalt opgevraagd bij VBW-asfalt. Inmiddels is een Europees concept LCA-rapport over wegasfalt ontvangen (Stripple, 2000). Het rapport geeft slechts voor beperkte emissies gegevens en is daardoor moeilijk te gebruiken in combinatie met de overige LCA gegevens. Wel kunnen de hoeveelheden energie die in de

verschillende processtappen gaan zitten vergeleken worden met de energiegegevens uit de gebruikte processen. Dit is nog niet gebeurd..

De gegevens uit de betondatabase van het Betonplatform zijn momenteel niet goed bruikbaar omdat dit geaggregeerde gegevens zijn. Dit betekent dat er in deze processen met andere milieugegevens voor vrachtwagentransport wordt gerekend dan in andere niet geaggregeerde processen. Voorlopig wordt daarom geen gebruik gemaakt van de milieugegevens uit de betondatabase. Wel zijn de gegevens over samenstellingen van materialen (bijvoorbeeld beton) en transportafstanden gebruikt.

De verschillende LCA gegevens zijn nog niet beoordeeld op datakwaliteit (in de breedste zin).

3.1.2 Secundaire materialen

Standaard is in deze case bij een aantal materialen uitgegaan van de volgende percentages secundaire materialen:

Gekantelde betonblokken	100%	secundair
Hergezet basalt	100%	secundair
Breksteen	0%	secundair
Fosforslakken	100%	secundair
Grindasfaltbeton	40%	secundair asfalt (naast vliegas) (branchepraktijk vlg. RWS)
Waterbouwasfaltbeton	0%	secundair asfalt (naast vliegas)

3.1.3 Transportafstanden

Voor de transportafstand van de productielocatie/overslag naar het werk is default 50 km aangehouden. Voor sommige materialen zijn afwijkende getallen in de database opgenomen. Deze default waarden zijn in het keuzemodel bij de invoer van de materialen per constructievariant te wijzigen.

Als transportafstand voor afvoer van de gesloopte of verwijderde materialen aan het eind van de levensduur is standaard 50 km aangehouden voor transport naar een breker of naar de stort, en een transportafstand van 100 km naar een AVI conform MRPI (Milieu Relevante Product Informatie). Voor de overige transportafstanden is 50 km aangehouden.

Voor het transport van materialen zoals basaltzuilen die in het werk worden hergebruikt is twee keer 25 km vrachtwagentransport aangehouden (transport van en naar een tijdelijke opbergplek). Deze afstand is als default afstand in het keuzemodel weergegeven en kan gewijzigd worden.

3.1.4 Uitval, onderhoud en afvalscenario's

Standaard zou in deze case bij een aantal materialen uitgegaan moeten worden van de onderstaande gegevens voor uitval en correctief onderhoud. Dit is materiaal dat je gedurende de levensduur extra nodig hebt. Deze gegevens zijn echter nog niet in de huidige beoordeling verwerkt.

Het afvalscenario bestaat uit de onderdelen hergebruik, recycling, gebruik in een andere toepassing en verlies. Samen zijn deze altijd 100%. De afvalscenario's voor de verschillende materialen zijn in onderstaande tabel vermeld. De gegevens zijn ingeschat met hulp van Adrie Provoost (lid klankbordgroep; Waterschap Zeeuwsch Vlaanderen). Allereerst een toelichting op de verschillende begrippen:

- *Uitval*: Bij het zetten van natuursteen moet rekening gehouden worden met uitvalpercentages van circa 15% bij natuursteenzuilen en circa 5% bij natuursteen blokken. Dit zijn de stenen waar de zetter niet mee uit de voeten kan;
- *Onderhoud correctief*: Dit is de vroegtijdige toevoeging van materiaal door benodigde aanvulling, door fouten in de aanleg of in de constructie, door onvoldoende kwaliteit van het materiaal of door vandalisme. Calamiteiten zijn hierin niet inbegrepen. Voor de voegvulling tussen basaltzuilen en

betonzuilen is het bijvoorbeeld nodig om na een aantal jaren na te vullen. Hiervoor is uitgegaan van een voegvulling van 2/3 na 1 jaar, 1/3 na 5 jaar en vervolgens periodiek 1/3 na 10 jaar;

- *Hergebruik*: Dit is hier bedoeld als het opnieuw toepassen van het materiaal in dezelfde toepassing zonder tussentijdse be- of verwerking aan het eind van de levensduur (bijvoorbeeld zetsteen);
- *Recycling*: Dit is bedoeld als opnieuw toepassen van het materiaal in dezelfde toepassing na verwerking via bijvoorbeeld granulaat (bijvoorbeeld warm of koud hergebruik van asfalt)
- *Andere toepassing*: Dit is bedoeld als het opnieuw toepassen van het materiaal in een andere toepassing na verwerking tot bijvoorbeeld granulaat (bijvoorbeeld betongranulaat als grindvervanger);
- *Verlies*: Een gedeelte van het materiaal is aan het eind van de levensduur niet meer toe te passen of vergt te veel inspanning om het te hergebruiken of te recycleren en belandt bijvoorbeeld in de kreukelberm. Dit is aangegeven als verlies aan het eind van de levensduur.

Tabel 3.2: Uitval, correctief onderhoud en gebruikte afvalscenario's voor verschillende materialen.

Materiaal	Uitval	Onderhoud correctief	Hergebruik *	Recycling	Andere toepassing	Verlies
Basalt zetsteen	15	10	95			5
Natuursteen op filter	5	5				
Betonblokken op filter		10	90			10
Betonzuilen		5				
Breksteen los		1,5	100			
Breksteen gepenetreerd		0,5	100**			
Fosforslakken (zout/brak milieu)		50	50			50
Grindasfaltbeton				40	60	
Voegvulling		100 + 33/10 j.				100
Waterbouwasfaltbeton				40	60	

* Het is wettelijk verplicht dat de toegepaste bouwstoffen in een werk voor 100% terugneembaar zijn. Theoretisch kan er ook 100% worden teruggewonnen, maar in de praktijk wordt soms maar 50 tot 80% teruggewonnen. Soms is het te ingewikkeld of te kostbaar om 100% terug te winnen, het resterende deel blijft daardoor in het werk achter en vervult geen functie meer. De hierboven weergegeven percentages zijn ramingen van wat er in de praktijk gebeurt.

** Gepenetreerd breksteen is nog nergens vrijgekomen uit een werk. Technisch is het scheiden van breksteen en gietasfalt geen probleem. De bitumenfractie kan gebruikt worden bij verwerking in nieuw gietasfalt door dit langzaam al roerende toe te voegen in een ketel warm gietasfalt. Wat er daadwerkelijk mee zal gebeuren is nog moeilijk in te schatten. Hier is het theoretisch afvalscenario weergegeven.

3.1.5 Geluidhinder

Voor geluidhinder zijn de gegevens aangehouden uit de studie van Müller-Wenk (1999) voor geluidhinder van wegtransport. Er is alleen gebruikt gemaakt van de gegevens voor vrachtwagentransport. Er is aangenomen dat alle vrachtwagentransport plaats vindt overdag tussen 6 en 22 uur. Voor de nachtelijke uren gelden hogere schade effecten voor de menselijke gezondheid dan hieronder weergegeven voor de periode overdag.

Tabel 3.3: Effecten van geluidhinder overdag door vrachtwagentransport op de menselijke gezondheid

Vrachtwagen type (ton)	Gemiddelde lading (ton)	Schade per 1000 km (DALY/1000km)	Schade (DALY/tonkm)
16	3.8	0.016	4.21E-6
28	7.0	0.016	2.29E-6
40	10.8	0.016	1.48E-6

De gegevens zijn ontwikkeld op basis van de situatie in Zwitserland. Aangegeven is echter dat ze zonder aanpassing ook gebruikt kunnen worden voor de situatie in Nederland.

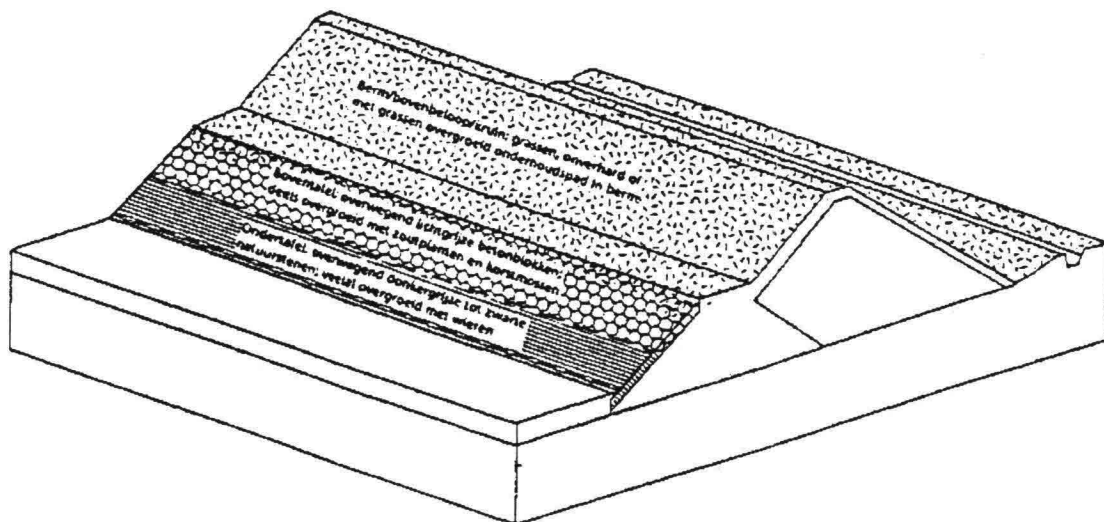
3.2 LNC-waarden

Bij een ontwerp moeten alle mogelijke alternatieven ontworpen worden die voldoen aan de eisen vanuit de milieu-inventarisatie. De toe te passen bekledingsmaterialen moeten voorkomen in de vereiste categorie vanuit de inventarisatie of in een hogere categorie. Indien er sprake is van significante verschillen in kosten mogen ook materialen uit een lagere categorie toegepast worden (met een hogere milieu- en natuurlast). Er moet dan wel onderzocht worden hoe waardevol de natuurwaarden ter plekke zijn.

Omdat het een fictieve case is, zijn er geen rapportages over LNC-waarden specifiek voor de ontwerpvarianten uit deze case aanwezig. Wel kan voor algemene beschrijvingen van de LNC-waarden gebruik gemaakt worden van de Landschapsvisie en Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde (Verbeek, 1998 resp. Van Boetzelaer en Bartels, 1998) die zijn gemaakt in zijn algemeenheid voor alle zeeweringen langs de Westerschelde.

In deze paragraaf worden de verschillende aspecten die een rol spelen bij de waarden landschap, natuur en cultuurhistorie kort aangestipt. Alleen die aspecten die een rol spelen bij deze case zijn genoemd. In de tekst staan ze aangegeven met een code die verwijst naar het LNC subcriterium in tabel 3.4. In deze tabel staat de inschaling weergegeven van de verandering van de LNC subcriteria waarmee rekening gehouden moet worden bij de aanleg van de verschillende constructievarianten. Wanneer er per LNC criterium meerdere aspecten een rol spelen is een totaalbeoordeling hiervan per LNC criterium weergegeven.

De inschaling is gemaakt op basis van de van belang zijnde waarden zoals die genoemd worden in de Landschapsvisie (subcriterium 1 t/m 8 en 10 t/m 20 in tabel 3.4). Voor de verschillen in natuurwaarden van verschillende bekledingsmaterialen is in de Milieu-inventarisatie een overzichtstabel met waardering weergegeven. De relatieve beoordeling hieruit is gebruikt bij de inschaling van het criterium diversiteit (subcriterium 9 in tabel 3.4) waarbij een onderscheid is gemaakt in de getijdzone en de zone boven GHW.



Figuur 3.1: Huidig beeld van de dijken langs de Westerschelde

Landschapswaarden

De dijk is met het oog te volgen en erfahrbaar als een continu lijnvormig element [6]. Dit continu lijnvormig beeld wordt langs vrijwel de gehele zeewering bepaald door drie zichtbare zones met verschillende visuele kenmerken parallel aan het wateroppervlak. Te onderscheiden zijn ondertafel, boventafel en berm/bovenloop/kruin [1]. De continuïteit wordt tevens bepaald door de vloedlijn [7] die de grens vormt tussen de donkere met wieren begroeide ondertafel en de licht met zoutplanten en

korstmossen begroeide boventafel [3]. De zoutplanten groeien vanuit de ruimtes tussen de betonblokken. Op de betonblokken hebben zich gele korstmossen gevestigd [5].

De donkere, 'zwaardere' kleur van het materiaal in de ondertafel verbeeldt als het ware de zware dragende constructie van die ondertafel. Voor een herkenbare en duidelijke opbouw van het toekomstig dijkbeeld is het belangrijk dat dit beeld behouden blijft [4].

Het huidige beeld van de dijk vanaf de berm tot aan de kruin wordt bepaald door de grasvegetatie. Door het aanbrengen van een asfalt onderhoudsweg/pad wordt de ononderbroken zone van grassen doorkliefd met een zeer nadrukkelijk aanwezig veelal donker pad [donkere (asfalt) onderhoudsweg]. Eveneens wordt het oppervlak waarop zich natuurwaarden kunnen vestigen kleiner en gaan de leefomstandigheden van micro-organismen achteruit. Voor het behoud van het landschapsbeeld met de ononderbroken zone met grassen speelt het onderhoudspad een voorname rol.

Tabel 3.4: inschaling van de verandering van waardering voor de LNC-subcriteria waarmee rekening gehouden moet worden bij de aanleg van constructievariant 1 tot en met 4

LNC criterium	code	subcriterium	zeer negatief	negatief	onvoldoende	neutraal	voldoende	positief	zeer positief
			--	-	- o	o	o +	+	++
Landschap samenhang waarneembaar		TOTAAL	2,3,4	1					
	1	zonering onder - boventafel		3,4	1,2				
	2	grens onder - boventafel		2	3,4	1			
	3	donkere (asfalt) onderhoudsweg	1,2,3,4						
	4	donkere ondertafel		1		2,3,4			
	5	zonering vegetatie	4	2,3	1				
		TOTAAL			2	1,2,3,4			
samenhang vorm en functie afleesbaarheid nat. systeem afleesbaarheid ontwikkeling visuele samenhang	6	continu lijnvorming element				1,2,3,4			
	7	voedlijn		2		1,3,4			
		TOTAAL				1,2,3,4			
	8	zoutvegetaties (boven GHW)	4	3	1,2				
		TOTAAL		4	3	2	1		
	9	natuurwaarde (getijdzone)		2,3,4		1			
	9	natuurwaarde (boven GHW)	4				3	1,2	
kansrijkheid		TOTAAL	4	3	1,2				
	10	bestortingen (getijdzone)	2,3	1		4			
	11	ruwheid materiaal (getijdzone)	4	2,3	1				
	12	watervasthoudend vermogen (getijdzone)	4	2,3	1				
	13	holten en spleten (getijdzone)	4	2,3	1				
	14	holten en spleten (boven GHW)	4				3	1,2	
	15	gewuld met grond (boven GHW)	4			1,2,3			
vervangbaarheid	16	materiaal fundering (boven GHW)	4	3	1,2				
	17	afstand tot fundering (boven GHW)	4	3	1,2				
Cultuurhistorie zeldzaamheid authenticiteit samenhang kenmerkendheid		TOTAAL		1,4	2,3				
	18	helling		1	2,3	4			
	19	donkergrijze/zwarte ondertafel		1	2,3,4				
	20	lichtgrijze boventafel	4	2	3	1			
symboliek					1,2,3,4				

Natuurwaarden

De ontwikkeling van de soortenrijkdom op de zeeoever in de getijdzone hangt af van verschillende factoren. Factoren die de flora en fauna negatief beïnvloeden zijn onder meer de aanwezigheid van bestortingen [10]. Ook het materiaal waarmee de dijk in de getijdzone bekleed is, heeft invloed op de ontwikkeling van de vegetatie. Voor een goede ontwikkeling van de flora en fauna is het belangrijk dat het dijkbekledingsmateriaal een ruw oppervlak [11], met voldoende holten en spleten [13] en een goed watervasthoudend vermogen heeft [12].

In de zone boven GHW hangt de plantengroei in sterke mate af van de ruimte tussen de stenen op de glooiing [14] en de mate waarin deze gevuld zijn met grond [15]. Tevens is de materiaal samenstelling van de fundering [16] en de afstand van de bovenzijde van de bekledingsmaterialen tot aan de fundering van invloed op de begroeiing [17]. Zoutvegetaties zijn zowel in Nederland als in Europa zeldzaam [8]. Onder meer door het op deltahoogte brengen van de steenglooiingen op dijken zijn zij in grote mate verdwenen. De ingegoten constructies zonder open ruimte en de betonblokken die hierbij zijn toegepast, bieden weinig mogelijkheden voor beworteling door de geringe aanwezigheid van open ruimtes. De aanwezigheid van holten en spleten is in de zone boven GHW dan ook van belang.

Cultuurhistorische waarden

Karakteristiek voor de huidige zeewering is het profiel van de hellingen dat bijna overal hetzelfde is [18]. Eveneens kenmerkend is de toepassing van veelal donkergrijs tot zwart gekleurde natuurstenen in de ondertafel [19], waarvan de bovengrens vrijwel samenvalt met de vloedlijn, en lichtgrijs gekleurde betonblokken in de boventafel [20].

In de getijdzone is er bij de inschaling vanuitgegaan van de basaltzuilen subvariant van de variant met gepenetreerde overlaging, de variant met gekantelde blokken en de asfaltvariant waarbij het breuksteen vol en zat is gepenetreerd met gietasfalt. Wanneer de penetratie echter plaatsvindt met colloidaal beton is de natuurwaarde hoger. Ook het afstrooien van de gietasfalt variant met steenslag is een optie die leidt tot dezelfde verbetering van de natuurwaarde. Voor de variant met gepenetreerde overlaging, de variant met gekantelde blokken en de asfaltvariant zou dit leiden tot een hogere inschaling van de verandering van de kansrijkheid en diversiteit. Wanneer echter gekeken wordt naar de landschapswaarde en de cultuurhistorische waarde scoren de variant met gepenetreerde overlaging, de variant met gekantelde blokken en 4 weer slechter doordat de ondertafel bij penetratie met colloidaal beton niet donker van kleur is. Dit zou bij subcriterium 4 en 19 leiden tot een lagere inschaling.

In de zone boven GHW wordt er geen verschil gemaakt in natuurwaarde tussen basaltzuilen en betonzuilen. Hierdoor wordt er bij de variant met gekantelde blokken binnen de beoordeling van natuurwaarden geen verschil in score veroorzaakt tussen de subvarianten met betonzuilen of basaltzuilen (C en A). Bij het toepassen van die lichtgrijsgekleurde betonzuilen in de zone boven GHW passen deze echter beter in het beeld dan de zwarte basaltzuilen. De inschaling op de bijbehorende L en C criteria zal van de subvariant met betonzuilen dan ook beter zijn.

3.3 Kosten

De kostengegevens voor de nieuwe te gebruiken materialen zijn opgesteld door de Bouwdienst. Het gaat hierbij om de kosten van de materialen (investering) en de kosten van het aanbrengen in het werk (aanleg). De kostengegevens over het (klein en groot) onderhoud van de constructie moeten door de gebruiker apart in het keuzemodel ingevoerd worden. Hierover zijn geen standaard gegevens opgenomen.

In de database is wel achterliggende informatie opgenomen over geldigheid van de kosten voor aanleg en aanschaf. Deze gegevens zijn voor de gebruiker momenteel niet in te zien.

Over de beschikbare gegevens is overleg geweest met Wim Bak (lid projectgroep). De gegevens zijn steekproefsgewijs gecontroleerd op basis van de Elsevier uitgave over kosten in de GWW van 2000 (Te Riele, 2000). Met name voor het zetten van basalt- en betonzuilen van 300 mm verschillen de prijzen aanzienlijk.

Voor de verschillende constructievarianten kunnen er geen kosten voor onderhoud aangegeven worden. Het ontwerp van de varianten is vanuit de veiligheidseis van 1/4000 en de golf-randvoorwaarde. Deze eis en voorwaarde zijn vastgesteld voor 50 jaar. De constructies zijn dan ook voor 50 jaar onderhoudsvrij. De verwachting is dat indien de veiligheidseis en de golf-randvoorwaarde niet worden bijgesteld, de constructie in zijn geheel langer meegaat dan 50 jaar.

De variant met breuksteen heeft een overlaging met (losliggend) breuksteen. Door het mogelijk wegspoelen van steen is deze constructie gevoeliger voor onderhoud. De ontwerpbasis is echter 50

jaar. De keus van het gewicht van de breuksteen is vanuit het ontwerp zo dat de breuksteen niet wegspoelt. Binnen het onderhoud wordt er geen rekening gehouden met onderhoud ten gevolge van calamiteiten.

De levensduur van het geotextiel is essentieel binnen de constructies. Er is uitgegaan van een levensduur van 50 jaar. Deze levensduur is echter ingeschat op basis van verouderingsproeven. Deze proeven kunnen geen definitief resultaat geven over de daadwerkelijke veroudering van het geotextiel. Indien het geotextiel eerder niet meer aan de functionele eisen voldoet, en er zand of kleideeltjes kunnen verdwijnen vanonder de bekleding vandaan, moet de constructie herzien worden. Ingeschat wordt echter dat dit niet nodig is gedurende de levensduur van 50 jaar.

3.4 Overige aspecten

Binnen deze case is er niet gekeken naar verschillen in overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten van toepassing zijn.

3.5 Nationaal pakket maatregelen

Bij de beoordeling van de Nationaal Pakket maatregelen is in dit keuzemodel alleen rekening gehouden met de materiaalgebonden maatregelen. Welke dit zijn is terug te vinden in het overzicht van Nationaal Pakket maatregelen zoals dat in het keuzemodel is opgenomen. Specifieke constructiegebonden maatregelen zijn afhankelijk van de combinatie van materialen die in het werk gebruikt wordt. Hoe de interactie is tussen die materialen (verkleefing, geen mogelijkheid tot hergebruik) is op materiaalniveau niet te beoordelen.

4 RESULTATEN

Hieronder staan voor de verschillende beoordelingsaspecten van het keuzemodel de inhoudelijke resultaten weergegeven van de case. Het overzicht van de resultaten en de invoer van het keuzemodel zijn als uitdraai te vinden in bijlage 3. Hier worden ze slechts besproken. Bij de beoordeling is uitgegaan van de subvariant met basaltzuilen (subvariant A) van de variant met gepenetreerde overlaging (variant 2), de variant met gekantelde blokken (variant 3) en de asfaltvariant (variant 4).

Allerhande praktische punten die naar voren zijn gekomen tijdens de invoer van de gegevens en waardoor aanpassingen aan het keuzemodel gemaakt zijn maar ook nog gemaakt moeten worden, zijn in het volgende hoofdstuk verwoord.

4.1 Milieubeoordeling

Randvoorwaarden resultaten

In de milieugegevens zijn de effecten van sloop en afvalverwerking nog niet meegenomen. De verwachting is dat als de milieugegevens er wel volledig in zitten dit een verschuiving van maximaal 10 a 20% zal geven op de huidige resultaten van de milieubeoordeling.

In de beoordeling is geen onderhoud als gevolg van calamiteiten weergegeven. Hierdoor wordt een winst verwacht bij de variant met breuksteen. Deze treedt echter pas op bij langere levensduur. Nu is de beschouwingsperiode 50 jaar. Eerder is al aangegeven dat een constructie meestal niet onderhoudsvrij is. Dit wordt veroorzaakt door kwaliteitsverschillen in het aangeleverde materiaal. De milieubelasting ten gevolge van het extra materiaal dat voor dit onderhoud nodig onder de noemer van correctief onderhoud meegenomen. Dit zijn echter ingeschatte gegevens die per partij materiaal aanzienlijk kunnen verschillen.

Humane gezondheid

De huidige resultaten laten een grote gevoeligheid zien voor geluid. Deze bepalen een groot deel van de score bij humane gezondheid. Ondanks het feit dat ze in dezelfde eenheid staan als de meeste criteria kunnen ze niet in de eindbeoordeling worden meegenomen omdat geluid niet in de normalisatiescores is opgenomen. Deze normalisatiescores moeten daarvoor eerst aangepast worden. Respiratie van anorganische stoffen speelt een nog grotere rol dan geluid. Dit score op dit criterium wordt voornamelijk bepaald door emissies van stof, NOx en SOx.

Grondstoffen

Voor de beoordeling van de uitputting van bulkgrondstoffen is voorlopig, totdat er een goede methode beschikbaar is, uitgegaan van uitputting is nul. De gegevens over de beoordeling van biotische grondstoffen zijn nog niet in de database opgenomen.

Voor de totale beoordeling van milieueffecten maakt dit niet uit omdat beide criteria in de weegmethode van de milieucriteria niet meegenomen kunnen worden. De individuele criteriascores ontbreken echter. Met name voor de asfaltvariant maakt dit uit. Alleen in deze constructie is een azobe teenschot met azobe palen opgenomen. Verwacht wordt dat dit een hoge score op uitputting biotische grondstoffen zal hebben.

Resultaten op hoofdcriteria

Binnen hierboven genoemde kanttekeningen van de beoordeling en weging van de sub- en hoofdcriteria wordt het verschil tussen de constructies voornamelijk veroorzaakt door de verschillen in humane gezondheid. De variant met breuksteen heeft een vier keer zo hoge score vergeleken met de variant met gepenetreerde overlaging en de variant met gekantelde blokken, en een half keer vergeleken met de asfaltvariant.

Op ecosysteemkwaliteit is er slechts beperkt onderscheid te maken tussen de constructies. Op uitputting van grondstoffen is er beperkt onderscheid tussen de variant met breuksteen, de variant met

gepenetreerde overlaging en de variant met gekantelde blokken. Met name de asfaltvariant scoort een stuk slechter. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de uitputting van aardolie die nodig is voor de productie van bitumen. Hier staat tegenover dat de uitputting van de bulkmaterialen in de variant met breuksteen, de variant met gepenetreerde overlaging en de variant met gekantelde blokken momenteel niet tot uiting komt in de beoordeling. De uitputting van bulkgrondstoffen is moeilijk operationeel te krijgen. Voorlopig is dit criterium op nul gezet.

De variant met gekantelde blokken heeft de laagste gewogen milieuscore, die vergelijkbaar is met de variant met gepenetreerde overlaging. Slechts wanneer humane gezondheid niet of nauwelijks wordt meegenomen in de weging van hoofdcriteria kan de variant met breuksteen beter gaan scoren.

Herkomst milieubelasting

Ruim de helft van de milieubelasting ten gevolge van materiaalgebruik (exclusief transport naar het werk) wordt in alle 4 de constructies veroorzaakt door breuksteen. In de variant met breuksteen, de variant met gepenetreerde overlaging en de variant met gekantelde blokken wordt ruim een kwart van de milieubelasting veroorzaakt door geotextiel, gevolgd door basalt- of betonzuilen (tussen de 15 en 20%). De variant met gekantelde blokken komt er iets beter uit door het herzetten van de gekantelde betonblokken. Het verschil met de variant met gepenetreerde overlaging is echter marginaal. Wanneer de basaltzuilen in het bovenste deel van het talud worden vervangen door betonzuilen (variant 3C) leidt dit tot een aanzienlijke verhoging van de score op humane gezondheid. Hierdoor krijgt de variant met gepenetreerde overlaging de laagste milieubelasting, gevolgd door de variant met gekantelde blokken bij een zware weging van grondstoffen en lage weging van humane gezondheid.

Bij de variant met breuksteen, de variant met gepenetreerde overlaging en de variant met gekantelde blokken wordt circa 15 tot 20% van de milieubelasting bepaald door het eindtransport naar het werk. Bij de asfaltvariant is dit slechts 5 procent. Hier wordt een belangrijk deel veroorzaakt door het waterbouwasfaltbeton.

4.2 LNC-waarden

Wanneer zoals nu alle hoofd- en subcriteria van van de LNC beoordeling even zwaar wegen, heeft de variant met breuksteen de laagste (en daarmee beste) score op het vlak van LNC. Bij de weging van de hoofdcriteria (L, N en C) gaan er pas verschillen optreden indien landschap of cultuurhistorie zeer zwaar worden gewogen. Dit betekent dat in dit geval de natuurwaardering doorslaggevend is voor het resultaat.

Over het algemeen zijn de verschillen tussen de constructies, zowel op het vlak van hoofdcriteria als bij de totale LNC beoordeling niet groot. Bij de landschapswaarden is er 10% verschil, bij de natuurwaarden 15% en bij de cultuurhistorische waarden slechts 3%. Nu zijn de verschillen in de constructies ook niet extreem groot.

Vergelijking beoordelingsresultaten met huidige ontwerpraktijk

Om een vergelijking te maken tussen de beoordeling van de LNC-waarden door de schrijver dezes en de huidige ontwerpraktijk, is er door een ontwerper uit de praktijk (Kees Dorst, lid klankbordgroep; RWS Bouwdienst) eveneens een beoordeling gemaakt van de verschillende ontwerpen op basis van de Landschapsvisie en de Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde. Bij de landschapsvisie heeft hij gekeken naar het algemeen beeld en bij de milieu-inventarisatie alleen naar natuurwaarde op basis van de toegepaste bekledingsmaterialen. Zijn beoordeling is weergegeven in bijlage 2.

Verschillen ontstaan met name doordat in deze beoordeling alleen is aangegeven of er sprake is van verbetering of verslechtering en niet in welke mate. In het keuzemodel kan er bij verslechtering onderscheid gemaakt worden naar onvoldoende, negatief en zeer negatief. De door de ontwerper aangegeven gegevens voor de natuurwaarde komen overeen met de beoordeling van diversiteit (in de getijdezone en boven GHW). Ook hier wordt alleen aangegeven of er sprake is van een verbetering of van een verslechtering, en niet in welke mate. In het keuzemodel (zie paragraaf 3.2) zijn veel meer criteria beoordeeld waardoor het totaal resultaat er voor natuurwaarden er heel anders uitziet. Tevens wordt er in het keuzemodel onderscheid gemaakt naar de mate van verandering.

In beide beoordelingen komt alternatief 4 er als slechtste uit. In het keuzemodel komen de variant met gekantelde blokken, de variant met gepenetreerde overlaging en de variant met breuksteen er steeds een beetje beter uit. Door de ontwerper wordt alleen aangegeven dat deze varianten er goed uitkomen indien uitgegaan wordt van betonpenetratie (zie ook 3.2 over betonpenetratie in plaats van gietasfalt). Bij de beoordeling op basis van de Landschapsvisie wordt er in de huidige praktijk alleen rekening gehouden met het onderscheid in donkere ondertafel en lichtgekleurde boventafel. Er spelen echter meerdere criteria een rol zoals het lijnvormig element, de vloedlijn en de helling. Bij de vergelijking met de beoordeling in paragraaf 3.2 speelt ook hierbij het probleem van het beoordelen van meerdere subcriteria en potentiële dubbeltellingen die daarbij kunnen optreden. Daarnaast komt binnen de totale LNC beoordeling een deel van de subcriteria ook terug onder de cultuurhistorische waarden (met bijbehorende gevolgen voor dubbeltellingen).

In de beoordeling door de ontwerper kan er uitgaande van de subvarianten met gietasfalt geen onderscheid gemaakt worden tussen de constructies. Ook in het keuzemodel is het onderscheid zowel op landschaps- als cultuurhistorische waarden nihil. Alleen de variant met gepenetreerde overlaging scoort in het keuzemodel slechter (ca 10%) op landschapswaarden.

Resultaten vergelijking

Door de ontwerper wordt er bij de beoordeling van de LNC-waarden soms een vereenvoudiging gebruikt door bijvoorbeeld bij natuurwaarden alleen te kijken naar diversiteit. Ook bij de landschapsbeoordeling is hiervan sprake. Door de structuur van de beoordeling met behulp van het keuzemodel is deze vereenvoudiging niet direct mogelijk.

Een complicerende factor bij de beoordeling met het keuzemodel is dat er dubbeltellingen kunnen optreden doordat verschillende subcriteria (deels) op hetzelfde neerkomen. Het blijkt erg moeilijk om dit als niet-expert zuiver te houden.

Verschillen in beide beoordelingen ontstaan doordat door de ontwerper alleen is aangegeven of er sprake is van verbetering of verslechtering en niet in welke mate. Verschillen tussen constructievarianten komen daardoor soms niet tot uiting. In het keuzemodel kan er bij een verslechtering onderscheid gemaakt worden naar onvoldoende, negatief en zeer negatief. Op deze manier kan er meer detail in de beoordeling gebracht worden. Indien men hier niet mee uit de voeten kan, kan men altijd gebruik maken van slechts één negatieve en één positieve categorie bij de inschaling.

4.3 Kosten

De kostengegevens hebben alleen betrekking op aanschaf en aanleg. Sloopkosten zijn nog niet verdisconteerd, niet van de bestaande constructie en niet van de nieuwe constructie. Er zijn momenteel geen onderhoudskosten meegenomen omdat de constructies geacht worden 50 jaar onderhoudsvrij te zijn. In de praktijk blijkt er echter dat er toch onderhoud gepleegd moet worden. Wanneer de extra hoeveelheid materiaal die nodig is door uitval en correctief onderhoud op basis van praktijkgegevens wordt meegenomen in de milieubeoordeling, moeten ook de extra kosten hiervan in de kostenbeoordeling worden meegenomen. Momenteel zijn de gevolgen hiervan zowel bij de milieubeoordeling als bij de kostenbeoordeling buiten beschouwing gelaten.

Voordelen van grote hoeveelheden en grote machines bij de aanleg kunnen vanuit de database moeilijk worden meegenomen. Dit aspect moet door de ontwerper zelf worden ingevoerd.

Tussen beide methodes voor beoordeling van de kosten (Netto contante waarde en Afschrijven en reserveren) zitten momenteel geen verschillen. Dit wordt veroorzaakt door het ontbreken van onderhoudskosten.

Momenteel heeft de variant met gekantelde blokken de laagste kosten. De asfaltvariant 10% meer en de variant met gepenetreerde overlaging weer 10% meer. De variant met breuksteen is ruim 75% duurder dan de variant met gekantelde blokken. In de variant met breuksteen, 2 en 3 worden de kosten voor circa 50 tot 60% bepaald door de beton- of basaltzuilen en voor circa 30 tot 40% door breuksteen. Bij de asfaltvariant is dit 50% breuksteen en 30% waterbouwasfaltbeton.

Wanneer voor het verwijderen van materialen een prijs ingevoerd wordt van fl 25,= per m³, bepaalt dit voor circa 12 tot 14% de kosten. Op de totale kosten die nu gemaakt worden is dit een aanzienlijk deel. De totale life-cycle kosten stijgen door het verwijderen van materialen met 10 tot 15%.

De gegevens uit de Elsevier publikatie geven voor betonzuilen van 30 cm circa 20% hogere kosten aan dan de gegevens die van de Bouwdienst zijn ontvangen. Er is vanuit gegaan dat dit voor zuilen van 45 cm anderhalf keer zoveel is. Voor de kosten van basaltzuilen van 40 cm zijn de kosten uit de Elsevier publikatie 250% hoger dan de gegevens van de Bouwdienst.

Wanneer er rekening gehouden wordt met deze prijzen en ook de sloopkosten in de beoordeling worden meegenomen, bepalen de beton- en basaltzuilen nu in de variant met breuksteen, de variant met gepenetreerde overlaging en de variant met gekantelde blokken tussen de 60 en 80% van de investeringskosten. De asfaltvariant is in prijs gelijk gebleven. De variant met gekantelde blokken is 80% duurder, de variant met breuksteen 120% en de variant met gepenetreerde overlaging 140%. Dit betekent een aanzienlijke verschuiving. De asfaltvariant komt hier nu als goedkoopste uit, met een groot verschil in kosten vergeleken met de andere varianten. De beschouwingsperiode van 50 jaar moet hierbij in het achterhoofd gehouden worden. Voor geen enkele constructie is er rekening gehouden met onderhoud.

4.4 Overige aspecten

Binnen deze case is er niet gekeken naar verschillen in overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten van toepassing zijn. Er zijn geen tests uitgevoerd om fouten of rekenkundige onregelmatigheden in dit onderdeel van het keuzemodel te ontdekken. Er zijn dus ook geen resultaten op dit vlak.

5 ERVARINGEN KEUZEMODEL

In paragraaf 1 zijn eerst de ervaringen weergegeven die zijn opgedaan tijdens het werken met het keuzemodel. Daarnaast zijn gedurende het inventariseren van alle benodigde informatie, het invoeren daarvan en het uitvoeren van de berekening een aantal praktische punten naar voren gekomen die gewijzigd moeten worden, en soms zijn aanpassingen gewenst. Deze punten staan omschreven in paragraaf 2. Een aantal praktische punten is reeds veranderd gedurende het uitvoeren van de case. Deze zijn in paragraaf 3 weergegeven.

5.1 Ervaringen

LCA

De mee te nemen hoeveelheden materiaal (zoals correctie voor uitval en correctief onderhoud, en de levensduur van de materialen) zijn van grote invloed op de milieubelasting. Met name de toerekening van de milieubelasting van de primaire productie (winning van grondstoffen, eventuele productie van het materiaal en het transport naar Nederland) is bij materialen die langer meegaan dan de levensduur van de constructie een belangrijk punt. Momenteel wordt deze milieubelasting volledig in de eerste levensfase toegerekend. De klankbordgroep heeft aangegeven dit niet terecht te vinden. Derhalve zal naar een andere manier van toerekening van de milieubelasting gezocht moeten worden. De discussie hierover is nog niet volledig uitgekristaliseerd.

LNC

In principe zou de totaalbeoordeling zoals weergegeven bij kansrijkheid in tabel 3.4 (natuurwaarden op basis van de Landschapsvisie) overeen moeten komen met de totaalbeoordeling zoals weergegeven bij diversiteit (natuurwaarden op basis van de Milieu-inventarisatie). Dit is nu niet zo, maar de volgorde is wel hetzelfde. Het probleem ontstaat deels door de handmatige optelsom van de verschillende subcriteria. Eigenlijk zouden deze ook gewogen moeten worden. Bij kansrijkheid hadden de subcriteria ook allemaal 1 schaal hoger ingeschat kunnen worden. Dan was de beoordeling beter overeengekomen.

De beoordeling op deze manier is door deze handmatige inschaling en optelling van subcriteria (zeer) kwalitatief van aard. Wanneer er geen sprake is van nauw omschreven subcriteria en grenzen voor de mate van verandering is de beoordeling daardoor tevens zeer gevoelig voor subjectiviteit.

De LNC-gegevens per constructievariant moeten nu in vier aparte tabellen ingevoerd worden. In het overzicht in deze rapportage staan alle veranderingen in de waardering naast elkaar. Voordat de beoordeling ingevoerd kan worden, is het handig om een dergelijk overzicht te maken. Het is dan direct inzichtelijk hoe de waardering van de verschillende constructies per subcriterium ten opzichte van elkaar is. Een dergelijke tabel wordt nu automatisch opgesteld op het tabblad met gedetailleerde resultaten. De beoordeling van LNC aspecten kan echter ook aan een dergelijke invoertabel gekoppeld worden waar de beoordeling van alle varianten is weergegeven is. Er hoeft dan maar één tabel ingevuld te worden. Het is momenteel niet duidelijk wat handiger is.

Bij de LNC-waarden blijkt het in eerste instantie heel moeilijk te zijn om een verschil in inschatting te maken tussen onvoldoende, negatief en zeer negatief bij de omschrijving van een verslechtering in LNC-waarden. Dit is wel handig wanneer het beoordeelde talud bijvoorbeeld bestaat uit twee verschillende bekledingsmaterialen waarvan de een een betere score heeft dan de andere. Maar bij veel van de subcriteria is er alleen sprake van een verbetering of verslechtering, en niet in welke mate. In sommige gevallen blijkt het dus handig te zijn om te beschikken over de onderverdeling onvoldoende/negatief/zeer negatief, maar soms kan ook volstaan worden met alleen negatief. In die gevallen kan de onderverdeling leiden tot onnodige keuzes of verwarring. In dat geval is het een aanbeveling om dit punt om voor de gebruiker duidelijk te maken (in de handleiding).

Bij de vergelijking met de resultaten van de beoordeling door de ontwerper, blijkt een complicerende factor dat er bij de beoordeling dubbeltellingen kunnen optreden door het onderscheid dat er gemaakt wordt in verschillende subcriteria. Deze subcriteria kunnen (deels) op hetzelfde neerkomen. Het blijkt erg moeilijk om dit als niet-expert zuiver te houden.

Kosten

De verschillen in kosten uit de verschillende bronnen (Bouwdienst versus Elsevier) zijn erg belangrijk voor het resultaat van de kostenvergelijking tussen de constructies. Vanuit oogpunt van gelijkheid verdient het aanbeveling om alle kosten uit één bron te betrekken. De publikatie van Elsevier heeft slechts voor een beperkte hoeveelheid materialen en activiteiten kostengegevens beschikbaar. Toch zijn de getallen voor beton- en basaltzuilen aannemelijk. De getallen van de Bouwdienst zijn aan de lage kant.

De grootte van het werk is van invloed op de kosten. Dit soort schaalvoordelen komen niet tot uiting en correctie hiervoor kan alleen door de gebruiker van het keuzemodel gemaakt worden.

Tussen beide methodes voor beoordeling van de kosten (Netto contante waarde en Afschrijven en reserveren) kan momenteel geen onderscheid gemaakt worden. Omdat er geen sprake is van onderhoudskosten, zijn er alleen aanschaf en aanleg kosten in jaar 0. De methodes gaan pas uiteen lopen op het moment dat er verschillende jaren naderhand kosten gemaakt moeten worden.

Het probleem met de defaultkosten is dat deze eigenlijk alleen geldig zijn voor de default afmetingen. Het keuzemodel geeft in eerste instantie aan wat de verwachte kosten zijn voor de default lengtes of diktes. Wanneer er andere diktes of lengtes ingevoerd worden, wordt de weergegeven kostprijs berekend op basis van rechtevenredige verhoudingen tussen de ingevoerde lengte of dikte en de default lengte of dikte uit de database. Dit is een benadering van de werkelijkheid. Voor basaltzuilen bijvoorbeeld gaat de kostprijs exponentieel omhoog bij langere zuilen.

Overige criteria

Binnen deze case is er niet gekeken naar verschillen in overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten van toepassing zijn. In principe is de beoordeling op dezelfde manier opgezet als voor de LNC-waarden. De conclusies over het methodische aspect van de beoordeling van de LNC-waarden zijn in zijn algemeenheid dus ook geldig voor de beoordeling van overige aspecten.

5.2 Benodigde of gewenste aanpassingen

Bij de hieronder opgesomde aanpassingen is een onderscheid gemaakt naar:

1. punten die momenteel nog niet in het keuzemodel verwerkt kunnen worden;
2. punten die onjuist verwerkt worden;
3. punten die eenvoudiger of anders door de gebruiker aangegeven kunnen worden;
4. wijzigingen in de invoer van de gegevens.

5.2.1 Punten die (nog) niet verwerkt kunnen worden

- Het aantal bij stuksgoederen zoals bijvoorbeeld palen met een hart op hart afstand.
- Op basis van onderhouds- en uitvalpercentages gedurende de levensduur kan een inschatting gemaakt worden van de onderhoudskosten. Momenteel wordt dit niet doorgerekend.
- De verschillende kosten voor aanschaf en aanleg kunnen nu niet apart gewijzigd worden. Deze worden in de database reeds bij elkaar opgeteld.
- Wanneer bepaalde (default)gegevens, die betrekking hebben op 'overige criteria', van toepassing zijn dan kunnen deze te voorschijn worden getoverd. Nu zijn dergelijke data niet in het keuzemodel opgenomen.
- Voor 'overige aspecten' kan default een aantal standaardcriteria worden gegeven middels een rolmenu. Voor een aantal van deze criteria kunnen er dan ook defaultgegevens beschikbaar zijn

(bijv. uit Matexpert). Gedacht kan worden aan criteria als gebruiksgeschiktheid (aanlegmogelijkheid, oeverrecreatie, sportvissen, fietspad e.d.) en complexiteit (aanlegsnelheid en -risico's, onderhouds- en inspectiemogelijkheden). Complexiteit kan bijvoorbeeld bepaald worden door een module die het aantal elementen berekent. Er mag geen koppeling zijn van 'overige aspecten' met materiaalscores.

5.2.2 Punten die onjuist verwerkt worden

- Alle kosten worden momenteel niet gecorrigeerd voor de levensduur. De kosten worden dus altijd maar 1 keer toegerekend. Voor deze case maakt dat niet uit omdat de levensduur voor alle materialen gelijk gesteld is aan de levensduur van de constructie.
- De restwaarde wordt nu altijd berekend als de materiaal levensduur anders is dan de constructielevensduur. Dit kan ondervangen worden door de restwaarde alleen te berekenen als de verhouding tussen de levensduur van het materiaal en de constructie geen heel getal is.
- De restwaarde wordt nu berekend op basis van rechtevenredige verhouding tussen de kosten en de resterende levensduur van het materiaal gedeeld door de totale levensduur van het materiaal. Dit is een matige benadering. Beter zou zijn om de restwaarde niet te berekenen en door de gebruiker te laten invoeren indien van toepassing. Ook zou de huidige restwaarde van een dergelijk materiaal ingevoerd kunnen worden. Momenteel voert het voor het project te ver om deze gegevens te verzamelen. Resteert als enige goede optie om dit als invoerruimte voor de gebruiker te laten staan en default de inschatting 0 te maken.
- De nationaal pakket scores worden onleesbaar en dubbel weergegeven. Bovendien moet het aantal maatregelen nog geteld worden.
- De berekening van volledigheid van de beoordeelde criteria bij milieubelasting klopt niet helemaal. Nu staat overal 100%. Bij ontbrekende scores staat nu overal nul. Dit wordt door excel herkend als waarde. De berekening van de volledigheid is gebaseerd op het ontbreken van waarden.
- De milieubelasting ten gevolge van de afvalfase is nog niet in de milieubeoordeling meegenomen.
- Als een LNC criterium niet wordt ingevuld, wordt hiervoor een waarschuwing gegeven op het constructieblad. Vervolgens wordt er een score berekend waarin de waardering ontbreekt (deze wordt dan op 0 gesteld). De constructie scoort dan beter in het resultatenoverzicht. In dit overzicht moet hiervoor een waarschuwing weergegeven worden. Dat is nu nog niet het geval. Nu is alleen aan de volledigheid te zien dat er iets ontbreekt. Wanneer er geen waardering ingevuld wordt kan er gerekend worden met de neutrale of een slechtere waarde. Ook kan er voor gezorgd worden dat de berekening niet kan plaatsvinden, waardoor er alsnog gegevens ingevuld moeten worden.
- uit de nieuwe LCA gegevens van asfalt moeten de hoeveelheden energie die in de verschillende processtappen gaan zitten nog vergeleken worden met de energiegegevens uit de gebruikte processen.

5.2.3 Punten die eenvoudiger of anders aangegeven kunnen worden

- Bij houten producten moet er een keus gemaakt kunnen worden tussen de verschillende houtsoorten. De milieu-impact van verschillende houtsoorten kan namelijk behoorlijk verschillen. Wanneer gebruikt gemaakt wordt van duurzaam geproduceerd hout, moet dit als houtsoort apart worden opgenomen, of aangevinkt kunnen worden (FSC en keurhout). In dat geval wordt direct voldaan aan de maatregelen G016 en G087 uit het Nationaal Pakket. De bijbehorende scores van de milieubeoordeling kunnen dan ook aangepast worden
- De keuze voor de houtsoort geldt ook voor betonnen producten. Afhankelijk van de toepassing moet er soms een andere betonsoort gebruikt kunnen worden.
- Materialen als planken voor een teenschot en betonbanden werken op een andere manier met dikte en lengte dan de overige materialen. Dit is voor de gebruiker niet inzichtelijk maar moet wel duidelijk zijn. Dit geldt eigenlijk voor alle producten die per meter worden beoordeeld.
- Voor de transportafstand is het aantal kilometers niet altijd even inzichtelijk. De herkomst van het product is meestal wel bekend. Voor de gebruiker lijkt het invoeren van de herkomst eenvoudiger.

- Bij de eindresultaten moet een overzicht weergegeven worden van de criteria die niet zijn meegenomen en de scores daarvan.
- Wanneer een materiaal na verloop van tijd vervangen wordt kan ook direct de hoeveelheid onderhoudskosten berekend worden (NCW + A&R). Momenteel moet de gebruiker dit volledig zelf invoeren.
- Bij de ontwerper is de dichtheid van het materiaal en het percentage holle ruimte bekend. Nu is alleen de dichtheid in situ aanpasbaar en aangegeven. Handiger en inzichtelijker is het om de soortelijke massa van het materiaal en het percentage holle ruimte te laten zien en aanpasbaar te laten zijn. De massa in situ kan dan op de achtergrond berekend worden.
- Het is handig als de ingevoerde gegevens van een defaultconstructie of ingevoerde gegevens van een ontwerpvariant gekopieerd kunnen worden naar een (andere) ontwerpvariant (bijvoorbeeld met een macro).
- Wanneer default waardes aangepast worden moet de originele default waarde eenvoudig hersteld kunnen worden (macro).
- Het aandeel van de milieubelasting van de gebruikte materialen per ontwerp is nu relatief aangegeven. Inzichtelijker is het om ook de absolute waarde zichtbaar te maken. Interessant is het ook om de (relatieve) milieubelasting van de ene constructie direct te kunnen vergelijken met die van een andere constructie. De belangrijkste scores kunnen continu zichtbaar zijn, op alle bladen.
- In de tekeningen is soms een minimale dikte en soms een minimaal gewicht per vierkante meter aangegeven. Nu kan alleen het soortelijk gewicht ingevoerd worden. Bij steenachtige materialen wordt meestal uitgegaan van te storten massa, terwijl het bij asfaltering logischer is om een laagdikte aan te geven. Het model moet zo werken dat het overeenstemt met de werkwijze in de praktijk: hoe worden materialen besteld? Dus: optie maken voor invoer van materialen op basis van laagdikte of massa/m².
- Bij de bedragen is het handig om de geldeenheid in de tabel zelf aan te geven (euro).
- De milieubelasting van het transport naar het werk staat niet bij het materiaal weergegeven. Het wordt nu dus niet duidelijk in welke mate het eindtransport van een materiaal bijdraagt aan de milieubelasting van het materiaal. Dit moet voor de gebruiker duidelijk zijn of anders worden weergegeven.
- De betrouwbaarheid moet op het invulblad ook per constructie zichtbaar zijn, niet alleen als eindresultaat.
- Gevraagd wordt om bepaalde criteria, die misschien wel in een handleiding worden uitgelegd maar onduidelijkheid kunnen oproepen bij gebruik van het model, kort toe te lichten in de tabellen met resultaten. Dit geldt o.a. voor stank en DALY's.
- Bij de figuren moet aangegeven worden of hoog/laag goed/slecht is.
- Weergave van alle wegingsfactoren op een apart tabblad

5.2.4 Wijzigingen in de invoer van gegevens

- Voor de koppeling van de gegevens uit het geometrisch dwarsprofiel moet bij de verschillende constructievarianten nog een invoermodule komen waarop aangegeven wordt of je gebruikt wilt maken van de gegevens uit het geometrisch dwarsprofiel. Middels een handig overzicht moet dan een koppeling tussen materialen en een aantal verschillende segmenten gemaakt kunnen worden met daarbij een percentage voor het aandeel (nu gebeurt dat nog handmatig).
- Uitbreiding van het aantal coördinaten is gewenst. Het aantal coördinaten dat momenteel ingegeven kan worden is 13. Dat is aan de krappe kant, zeker wanneer bij dezelfde afstand twee hoogte coördinaten gegeven moeten worden. Dit vraagt dan twee coördinaatposities. Een uitbreiding van het aantal coördinaten is vereist voor grotere en omvangrijkere constructies.

5.3 Reeds gemaakte aanpassingen

Van de ingevoerde materialen is het relatieve aandeel van de milieubelasting en de kosten in de totale constructie weergegeven.

Invoer van gegevens

- De invoer van twee dezelfde x coördinaten (afstand tot de voet) geeft problemen bij de automatische berekeningen van volumes en lengte van de bekledingsmaterialen. Soms is het invoeren van twee dezelfde x coördinaten nodig omdat de constructie daar verticaal omhoog loopt, bijvoorbeeld bij een uitgraving ten behoeve van nieuwe bekleding. Voor dit moment is dat opgelost door de tweede coördinaat automatisch met 0,1 mm op te hogen.
- Verwijderen en/of afvoeren van bestaande materialen. Bij het concept rekenmodel was alleen rekening gehouden met een bestaande en een nieuwe situatie, waarbij de bestaande situatie altijd intact zou blijven. Voor de nieuwe situatie moet er soms echter materiaal verwijderd worden van de bestaande situatie. Dit is meestal afhankelijk van het nieuwe materiaal dat toegepast gaat worden in de nieuwe constructie en derhalve verschillend per constructievariant. Er is geen rekening gehouden met afwijkende afstand coördinaten omdat het verwijderen van materiaal meestal gerelateerd is aan het nieuw te plaatsen materiaal. Voor de vier constructievarianten is daarom een extra regel voor hoogtecoördinaten toegevoerd.
- Voor de koppeling van de gegevens uit het geometrisch dwarsprofiel is een overzicht ingevoerd van de lengte, dikte en volume van de verschillende segmenten op de bladen met de details van de constructievarianten. Hier moet vervolgens handmatig een koppeling gemaakt worden tussen de hoeveelheden en de gebruikte materialen.
- Van elk materiaal wordt de massa per m³ of m² aangegeven. Eerst was alles per m³. Sommige materialen zoals bijvoorbeeld geotextiel gaan nu eenmaal per m².

Kosten

- Verrekening van de weergegeven kosten op basis van de prijs per m, m², m³, ton of stuk gerelateerd aan respectievelijk de lengte en breedte, de lengte, het volume, de massa of 1 stuks (meerdere kan nog niet). Eerst werden de prijzen alleen op volumebasis doorgerekend.
- Correctie voor de defaultkosten bij afwijkende afmetingen: bijvoorbeeld bij basalt als dit fl 80,- kost per m² bij een dikte van 30 cm. Als er sprake is van basalt van 40 cm wordt dit nu omgerekend op basis van de extra lengte, dus bij een gelijkblijvende prijs per lengte.
- Mogelijkheid voor invoer van werkzaamheden die gerelateerd zijn aan het hergebruik van aanwezige materialen.
- Bij elke constructie is per materiaal aangegeven wat het relatieve aandeel van de kosten (alleen voor aanleg en aanschaf. Eventuele kostenvoordelen door het uitblijven van onderhoud of vervanging zijn hier niet in verwerkt).

Wijzigingen in de database

- Van veel eenheden zoals dikte en dichtheid zijn er minimale en maximale waarden. In de database van het keuzemodel is bij het verzamelen van alle benodigde gegevens hiervoor ruimte gemaakt. Voor het weergegeven default getal ligt de waarheid altijd in het midden. Default wordt het meest gebruikte en indien dat niet bekend is een gemiddelde aangegeven dat aan de hoge kant ligt (worst-case benadering). Indien de door de gebruiker ingevoerde waarde niet overeenkomt met de range zoals die bekend is, kan een waarschuwing gegeven worden (dit laatste is niet verwerkt)
- De achterliggende informatie, in de zin van opmerkingen of kanttekeningen bij de gebruikte informatie hoeft niet altijd beschikbaar te zijn voor de gebruiker van het keuzemodel. Deze informatie kan in een aparte database opgeslagen zijn. Het heeft hierbij de voorkeur om de basisgegevens allemaal in te voeren in een database die ook deze opmerkingen bevat. Uiteindelijk kunnen de voor het keuzemodel belangrijke gegevens in de database van het keuzemodel gekopieerd worden. Hiervoor is een apart bestand aangemaakt van waaruit de benodigde gegevens gekopieerd kunnen worden.

6 CONCLUSIES

Zowel inhoudelijk voor de case als voor de opbouw en de werking van het keuzemodel zijn er een aantal eindconclusies.

6.1 Case 1 – Dijken in Zeeland

Inhoudelijke deelconclusies

In de milieugegevens zijn de effecten van sloop en afvalverwerking nog niet meegenomen. De verwachting is dat als de milieugegevens er wel volledig in zitten dit een verschuiving van maximaal 10 a 20% zal geven op de huidige resultaten van de milieubeoordeling. Dit is echter niet met zekerheid vast te stellen.

In de beoordeling is uitval en correctief onderhoud meegenomen. Onderhoud als gevolg van calamiteiten is niet meegenomen. De verwachting is dat dit zeker bij langere levensduren van de constructie dan de huidige beoordelingsperiode van 50 jaar verschuivingen zal geven in de milieubelasting en kostenbeoordeling van de verschillende constructies.

Hoe om te gaan met de milieubelasting van materialen die (veel) langer meegaan dan de constructie moet nog definitief vorm krijgen. Dit kan leiden tot een verschillende voorkeursvolgerde vergeleken met de huidige beoordeling. Om de invloed hiervan zichtbaar te maken moet hiervoor een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd worden.

De sloopkosten blijken een aanzienlijk deel (ruim 10%) van de totale investeringskosten op dit moment uit te maken. De totale kosten van de bekledingsmaterialen worden voor het overgrote deel bepaald door het gebruik van beton- of basaltzuilen.

Bij de vergelijking van de kosten en de milieubelasting tussen de constructies moet de beschouwingsperiode van 50 jaar in het achterhoofd gehouden worden. Daarnaast is er voor geen enkele constructie rekening gehouden met onderhoud en extra materiaalbehoefte door uitval bij de aanleg.

Conclusies ontwerpvarianten

Uit de milieubeoordeling komen bij gebruikmaking van de aanbevolen weegset de constructievariant met gepenetreerde breuksteen en de variant met gekantelde blokken samen als beste naar voren. Het verschil tussen deze constructies is minimaal. De uitputting van basalt komt in de beoordeling niet tot uiting. Dit zou een voorkeur geven voor de variant met gekantelde blokken. De asfaltvariant en de variant met breuksteen komen samen als slechtste uit de beoordeling naar voren. De asfaltvariant scoort slechter op uitputting van grondstoffen en beter op humane gezondheid. Bij de variant met breuksteen is dat andersom. Bij een lagere weging van het criterium grondstoffen, is dat in het voordeel van de asfaltvariant.

De totale LNC-beoordeling geeft weinig significante verschillen. De weging van alle subcriteria en hoofdcriteria was daarbij gelijk. De variant met gepenetreerde breuksteen heeft een circa 10% slechtere score op landschap, de asfaltvariant op natuur. De verschillen bij cultuurhistorie zijn minimaal. Voor zover de getallen het toelaten heeft de variant met breuksteen de voorkeur, met name door de beste score op natuur. De constructie variant met gepenetreerde breuksteen en gekantelde blokken hebben een matige voorkeur.

Bij gebruikmaking van de kostengegevens uit de Elsevierpublicatie zijn de kosten van de asfalt variant het laagst. De variant met gekantelde blokken, de variant met breuksteen en de variant met gepenetreerd breuksteen hebben respectievelijk 80%, 120% en 140% meerkosten. De gevoeligheid voor de ingevoerde kosten per m² basalt zijn daarbij sterk van invloed. Wanneer de kostengegevens van de Bouwdienst worden gebruikt is de variant met breuksteen veruit de duurste. De overige varianten verschillen 10 tot 20%.

Op basis van de milieubeoordeling en de kostenbeoordeling kan er een keuze gemaakt worden tussen de ontwerpvarianten. Beide beoordelingen hebben echter een gebrek. In de milieubeoordeling mist vooral nog de extra hoeveelheid materiaal die nodig is door uitval en correctief onderhoud. De kostenbeoordeling is erg gevoelig voor de ingevoerde kostengegevens voor basalt. Deze bepalen het verschil in voorkeur voor de variant met gepenetreerde breuksteen of gekantelde blokken of voor de asfaltvariant. De variant met breuksteen behoort altijd tot de dure oplossingen.

6.2 Keuzemodel

LCA

Momenteel wordt de milieubelasting van materialen volledig in de eerste levensfase toegerekend. De klankbordgroep heeft echter aangegeven dit niet terecht te vinden. Derhalve zal naar een andere manier van toerekening van de milieubelasting gezocht moeten worden. De mogelijkheden hiervoor en de praktische consequenties voor het keuzemodel moeten nog nader onderzocht worden.

De LCA beoordeling toont een grote gevoeligheid voor geluidhinder en stof als onderdeel van humane gezondheid. Juist in de ernst van de gezondheidseffecten van geluid zit de grootste zwakte van de methode die is gebruikt voor de beoordeling van geluidhinder. In de eindbeoordeling van de milieueffecten is geluidhinder niet meegenomen. Bij stof wordt het effect op de humane gezondheid met name bepaald door de grootte van de stofdeeltjes. Fijn stof is zeer schadelijk, terwijl grof stof dit nauwelijks is. Juist op dit vlak is in de onderliggende LCA gegevens weinig onderscheid gemaakt (vroeger werd dit verschil namelijk niet of nauwelijks onderkend. Wanneer het in de LCA-gegevens blijkt te gaan om grof stof in plaats van gewoon (middelmatig) stof dan heeft dit grote consequenties voor de milieuscore. Om dit risico te verkleinen zou van alle onderliggende processen nauwkeurig bekeken moeten worden hoe groot het aandeel van de stofemissies is in de karakterisering van het criterium respiratie anorganisch (als onderdeel van humane gezondheid).

LNC

De huidige beoordeling met inschaling op zeven niveaus is zeer kwalitatief van aard en soms door het aantal schalen verwarrend. Wanneer er geen sprake is van nauw omschreven subcriteria en grenzen voor de mate waarin de desbetreffende waarde verandert, is de beoordeling zeer gevoelig voor subjectiviteit. Om goed gebruik te kunnen maken van de huidige methodiek is een goede toelichting bij de invoer van gegevens en in de gebruikershandleiding van belang. De dubbeltellingen die kunnen optreden door meerdere keren een zelfde eigenschap onder verschillende criteria te beoordelen zijn een belangrijk aandachtspunt.

De deskundigheid die aanwezig is bij het invoeren (keuze) van de verschillende subcriteria en de beoordeling en afweging daarvan speelt waarschijnlijk een belangrijke rol. In hoeverre deskundigheid vereist is om gebruik te kunnen maken van de systematiek is nog onvoldoende duidelijk. In de volgende case moet dit een extra aandachtspunt zijn.

Kosten

Het belang van goede kostengegevens wordt onderstreept door de verschuiving in kosten die er plaatsvindt bij het invoeren van de gegevens uit de Elsevier publicatie. Verschillen in kosten van 10 tot 20% kunnen ook optreden bij de aanbesteding van een project.

Tussen beide methodes voor beoordeling van de kosten (Netto contante waarde en Afschrijven en reserveren) kan momenteel geen onderscheid gemaakt worden door het ontbreken van onderhoudskosten. Hier moet bij de 2^e case aandacht aan besteed worden.

Overige aspecten

Binnen deze case is er niet gekeken naar verschillen in overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten van toepassing zijn. In principe is de beoordeling op dezelfde manier opgezet als voor de LNC-waarden. De conclusies over het methodische aspect van de beoordeling van de LNC-waarden zijn in zijn algemeenheid dus ook geldig voor de beoordeling van overige aspecten.

In case 2 moet er nader naar overige aspecten gekeken worden zodat eventuele onvolkomenheden in de berekeningen ook aan het licht komen.

BRONNENLIJST

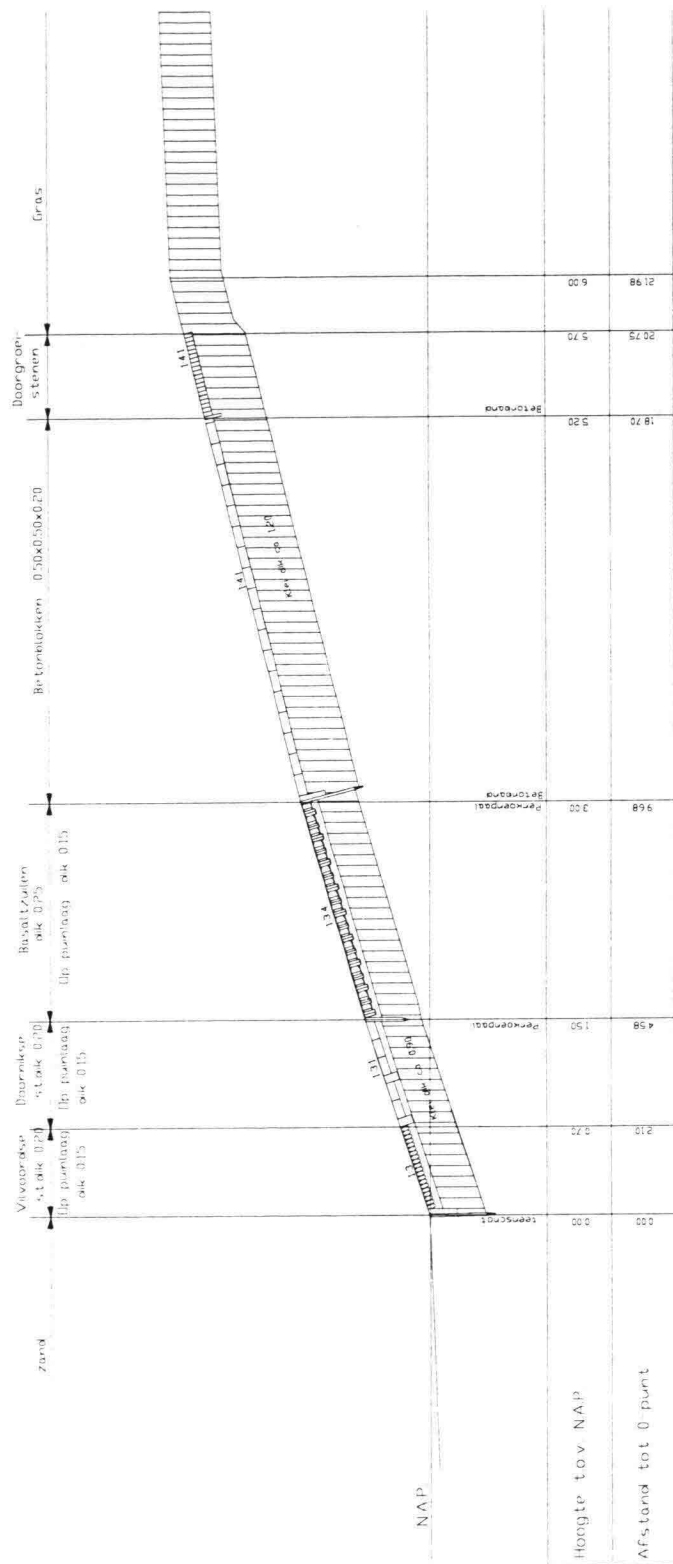
- Müller-Wenk, R. Life cycle impact assessment of road transport noise
IWÖ discussion paper no. 77, december 1999
- NIBE/VIBA Handboek Duurzame Bouwproducten.
December 2000, WEKA, Amsterdam
- Stripple, H. Life Cycle Inventory of asphalt pavements; For the European asphalt
pavement association (EAPA) and Eurobitume. Draft 4
september 2000, IVL Swedish environmental research institute Ltd,
Gothenburg
- Te Riele, J.L.M., e.a. GWW Kosten; Kust- en oeverwerken, werk algemene aard
2000, Elsevier bedrijfsinformatie, Doetinchem
- Van Boetzelaer, M./ Bartels, A. Milieu inventarisatie zeeweringen Westerschelde
(Bouwdienst RWS, waterbouw) (versie 13 definitief, ZEEW-R-98018)
augustus 1999, RWS/BWD, Utrecht
- Verbeek, J. Landschapsvisie zeeweringen Westerschelde
November 1998, Dienst landelijk gebied Zeeland

AFKORTINGEN

A&R	Afschrijven en reserveren
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
ETH	Eidgenössige Technische Hochschule Zürich
FSC	Forest Stewardship Council
GHW	Gemiddeld hoog water
LCA	levenscyclusanalyse
LNC	landschap, natuur en cultuurhistorie
MRPI	Milieu Relevante Product Informatie
NCW	Netto contante waarde
VBW	Vereniging ter bevordering van Bitumineuze Werken
VLCA	Vereniging voor LCA-bedrijven in de bouw

BIJLAGEN

1. Dwarsprofielen
 - 1.1: bestaande situatie
 - 1.2: ontwerpvariant 1; de variant met breuksteen
 - 1.3: ontwerpvariant 2; de variant met gepenetreerde overlaging
 - 1.4: ontwerpvariant 3; de variant met gekantelde blokken
 - 1.5: ontwerpvariant 4; de asfaltvariant
2. LNC beoordeling Kees Dorst
3. Uitdraai invoer en resultaten keuzemodel



Bijlage 1.1: Dwarsprofiel bestaande situatie

Bijlage 2 LNC beoordeling Kees Dorst

Beoordeling alternatieven op natuurwaarden op basis van milieu-inventarisatie

Kees Dorst

Opmerking

Ik wil opmerken dat deze beoordeling uitsluitend geldt voor de Westerschelde. Voor de Oosterschelde is er één in de maak. Er zijn geen algemene regels te geven voor de rest van Nederland. Zo heeft het IJsselmeer bijvoorbeeld geen zout water en getijbeweging, waardoor milieu-belangen nauwelijks een rol spelen.

Bestaande situatie

Plaats in dwarsprofiel	Bekleding	Categorie
Zone onder GHW Tabel 2	Vilvoordse Doornikse Basalt	voldoende voldoende voldoende
Zone boven GHW Tabel 2	Betonblokken	voldoende

Alternatieven

Voor herstel moet dus een bekleding uit de categorie "voldoende" gekozen worden, voor verbetering uit de categorie "redelijk goed" of hoger.

Alternatief	Zone	Categorie	dus uitgaand van	Score
1	Onder GHW: overlaging Boven GHW: betonzuilen	voldoende redelijk goed	herstel verbetering	o +
2	Onder GHW: overlaging beton overlaging asfalt Boven GHW: basalt	voldoende matig slecht redelijk goed	herstel verslechtering verbetering	o - +
3	Onder GHW: overlaging Boven GHW: gekantelde betonblokken basalt	zie altern. 2 voldoende redelijk goed	herstel verbetering	- o +
4	Onder GHW: gepenetreerde steen Boven GHW: waterbouw-asfalt-beton	zie. altern. 2 matig slecht	verslechtering	- +

Normaal krijgen we nog een lokatie-afhankelijk detailadvies, dat ons vertelt of eco-tops zin hebben of niet en of het zin heeft om voor verbetering te zorgen; dit op basis van lokaal veldonderzoek.

Conclusie

Alternatief 4 scoort slecht, Alternatief 1-3 kunnen goed zijn, als van betonpenetratie wordt uitgegaan (alternatief 2, 3).

Toch kan op basis van kosten (waterbouw-asfalt-beton is goedkoop) gekozen worden voor alternatief 4, als lokaal veldonderzoek aangeeft dat de milieuwaarden zeer gering en van generlei betekenis zijn.

Beoordeling alternatieven op natuurwaarden op basis van landschapsvisie

Kees Dorst

Globaal streeft de landschapsvisie naar een donkere ondertafel en een licht gekleurde boventafel. Verder moeten verticale overgangen vermeden worden, maar dit laatste hangt af van de vakverdeling en kan in deze beschouwing dus niet worden meegewogen.

Alternatief	Locatie in dwarsprofiel	Omschrijving	Score
1	Ondertafel	Niet zo goed, vanwege grote losse stenen	-
	Boventafel	Goed, kleur grijs	+
2	Ondertafel	Goed bij asfalt	+
	Boventafel	Minder bij beton Slecht (kleur is zwart)	- -
3	Ondertafel	6.3 Idem alternatief 2 betonblokken goed, basalt slecht	+
	Boventafel		-
4	Ondertafel	Goed bij asfalt	+
	Boventafel	Minder goed bij beton Slecht (Wel mogelijk indien afgedekt met grijze slijtlaag)	- - o/+

Je merkt dat dit alles wat "vager" is en er mogelijkheden zijn om de negatieve effecten te beperken.

Bijlage 3 Uitdraai invoer en resultaten keuzemodel

Keuzemodel kust- en oeverwerken

versie: 1.4
datum: 15 december 2000

in opdracht van: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, afdeling AB
geschreven door: Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie

Projectnummer DWW: 1724
Projectnummer NIBE: 586

Basisgegevens

gegevens project

naam	Dijken in Zeeland - case 1	betrokkenen	W.J. Bak
nummer			J.W. Broers
code			N. Nurmohamed

gegevens opdrachtgever

opdrachtgever	Dienst Weg- en Waterbouwkunde	functie	
contactpersoon	ir. W.S. de Vries	telefoon	015-2518518
postadres	Postbus 5044	fax	015-2518555
postcode, plaats	2600 GA Delft	E-mail adres	w.s.dvries@dww.nws.minvenw.nl
bezoekadres		doorkiesnummer	015-2518423
postcode, plaats			

type ontwerp

zeedijk

Factoren, correctiegetallen en defaultwaarden

ontwerplevensduur in jaren voor vergelijkingsbasis	50
financiële rekeneenheid voor kosten	<input checked="" type="radio"/> Gulden <input type="radio"/> Euro
discontenningsvoet voor kostenbeoordeling	4,75 %
indexcijfer voor prijspeil (2000 = 100)	100
BTW - percentage	17,5 %
Default transportafstand naar werk	50 kilometer

Weging hoofdcriteria LCA

het gaat hier om de wegingsfactoren die gebruikt worden voor de afweging van de 3 hoofdcriteria van de LCA
de meeste subcriteria zijn op te tellen tot deze 3 hoofdcriteria behalve stank en uitputting van biotische en bulk grondstoffen

voor de LCA wordt gebruik gemaakt van de Eco-indicator 99 (H) methode
aanbevolen wordt om gebruik te maken van de gemiddelde weegset (EI99(A)) uit deze methode

weegset:

Humane gezondheid	40%	0%
Ecosysteemkwaliteit	40%	50%
Grondstoffen	20%	50%

Weging LNC - waarden, hoofdcriteria en subcriteria

het gaat hier in eerste instantie om de waarden waarmee tijdens het ontwerp rekening gehouden moet worden
alleen de waarden die betrekking hebben op het profielniveau kunnen meegenomen worden
waarden die spelen op regionaal of traject niveau kunnen niet door het keuzemodel beoordeeld worden

hieronder kan de weging van de hoofdcriteria en de onderlinge weging van de subcriteria worden vastgesteld

bij de weging gaat het in eerste instantie om de waarden waarmee tijdens het ontwerp rekening gehouden moet worden
daarnaast moet ook waarden die inherent zijn aan een constructievariant meebeoordeeld worden
het is derhalve af te raden het relatieve belang op nul te zetten, deze waarden worden anders namelijk niet meer beoordeeld

Relatieve belang van de LNC sub- en hoofdcriteria en waardering van bestaande elementen

wegingsfactoren LNC		wegingsfactoren subcriteria	
Landschap	10	10	samenhang waarneembare elementen en patronen
		10	samenhang vorm en functie
		10	afleesbaarheid natuurlijk systeem
		10	afleesbaarheid ontwikkelingsgeschiedenis
		10	visuele samenhang
Natuur	10	10	kenmerkendheid
		10	zeldzaamheid
		10	diversiteit
		10	kansrijkheid
		10	vervangbaarheid
Cultuurhistorie	10	10	zeldzaamheid
		10	authenticiteit
		10	samenhang
		10	kenmerkendheid
		10	symboliek

berekende weegset:

Landschap	33%
Natuur	33%
Cultuurhistorie	33%

Overige beoordelingsaspecten

het gaat hier om beoordelingsaspecten anders dan LCA, LNC en kosten waarmee tijdens het ontwerp rekening gehouden moet worden
hieronder kan de beschrijving van de beoordelingsaspecten (maximaal 10) en de onderlinge weging worden vastgesteld

	wegingsfactoren	berekende weegset
Geennaam1	10	0%
Geennaam2	10	0%
Geennaam3	10	0%
Geennaam4	10	0%
Geennaam5	10	0%
Geennaam6	10	0%
Geennaam7	10	0%
Geennaam8	10	0%
Geennaam9	10	0%
Geennaam10	10	0%

Keuzemodel kust- en oeverwerken

Resultatenoverzicht en optionele MCA

LCA, LNC en overige criteria

Hieronder zijn de per constructie de eindresultaten per criterium weergegeven. Deze scores zijn dus al genormaliseerd en gen met de weegfactoren voor LCA, LNC en overige criteria. Een meer gedetailleerd overzicht van de afzonderlijke scores van de (on)gewogen subcriteria staat op het tabblad resultaten.

Eindscore

Criterium	Constructie			
	1	2	3	4
LCA	0,50	0,25	0,24	0,50
LNC	91%	95%	93%	97%
overige	0%	0%	0%	0%

Kosten

De kosten hieronder zijn aangegeven in duizenden Gulden inclusief 17,5 % BTW. Er is gerekend met een discontovoet van 4,75 %, een prijsindexcijfer van 100 en een constructie levensduur van 50 jaar.

Netto contante waarde

Kosten levensduur	Constructie			
	1	2	3	4
Totaal	5,6	6,0	4,6	2,5

Afschrijven en reserveren

Kosten in jaar	0	Constructie			
		1	2	3	4
Totaal		0,112	0,121	0,093	0,050

Nationaal Pakket Grond-, Weg- en Waterbouw

Er is alleen beoordeeld aan welk deel van de materiaal- en constructie gebonden de constructies voldoen. De maatregelen die betrekking hebben op de voorbereiding van het project, of het beheer naderhand zijn niet beoordeeld.

Aandeel voldaan

Maatregel	Constructie			
	1	2	3	4
Vast	PM	PM	PM	PM
Variabel	PM	PM	PM	PM

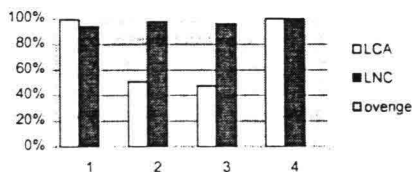
Multicriteria-analyse

De multicriteria-analyse (MCA) is een instrument waarmee de eindscores van de verschillende beoordelingsaspecten ten opzichte van elkaar gewogen kunnen worden. De MCA is optioneel. De verschillende constructies kunnen ook worden afgewogen door gebruik te maken van het overzicht van de resultaten per constructie. Om de hier weergegeven scores binnen een MCA met elkaar te kunnen vergelijken is het nodig om de gegevens in vergelijkbare eenheden uit te drukken. Dit is gedaan door per criterium de score te delen door de maximale score van de alternatieven. Het alternatief met de hoogste score scoort daardoor 1 op een schaal van 0 tot 1. Voor het overzicht is een percentuele schaal gehanteerd voor deze gestandaardiseerde scores.

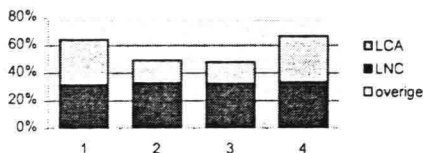
Gestandaardiseerde eindscore

Criterium	Relatief belang	Berekende weegset	Constructie			
			1	2	3	4
LCA	10	33%	99%	51%	47%	100%
LNC	10	33%	94%	97%	96%	100%
overige	10	33%	#####	#####	#####	#####
Gewogen gestandaardiseerd			#####	#####	#####	#####

Gestandaardiseerde eindscore



Gewogen gestandaardiseerde eindscore



Welk alternatief als beste uit de MCA komt is sterk afhankelijk van de gebruikte standarisatie methode en de wegingsmethode. Voor de MCA hierboven is uitgegaan van de gewogen gesommeerde methode.

Keuzemodel kust- en oeverwerken

Verzamelde ongewogen en gewogen resultaten van de constructies

LCA

Criterium	Eenheid	Constructie			
		1	2	3	4
Humane gezondheid		1,3E-02	3,2E-03	3,1E-03	8,2E-03
Carcinogenen	DALY	5,1E-05	4,0E-05	3,9E-05	6,1E-05
Respiratie organisch	DALY	9,9E-06	7,9E-06	7,5E-06	1,3E-05
Respiratie anorganisch	DALY	1,2E-02	2,8E-03	2,7E-03	7,6E-03
Klimaatverandering	DALY	6,8E-04	4,2E-04	3,8E-04	5,0E-04
Straling	DALY	1,4E-07	1,3E-07	1,0E-07	7,2E-08
Ozonlaag	DALY	1,2E-06	6,5E-07	6,4E-07	1,1E-06
Geluid	DALY	2,7E-03	2,9E-03	2,6E-03	2,6E-03
Stank	m ³	5,7E+06	1,5E+07	1,3E+07	2,2E+07
Ecosysteemkwaliteit		483,846	388,732	356,57	427,957
Ecotoxiciteit	PDF*m ² jr	301,8	276,3	250,5	284,8
Verzuring/vermesting	PDF*m ² jr	173,6	101,9	97,4	135,9
Landgebruik	PDF*m ² jr	8,5	10,6	8,6	7,3
Grondstoffen		5145,27	5856,47	5432,05	10703,1
Mineralen	MJ surplus	0,9	0,3	0,3	0,4
Fossiele brandstoffen	MJ surplus	5144,4	5856,2	5431,8	10702,7
Bulkgrondstoffen	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Biotische grondstoffen	1/jr	0,0	0,0	0,0	0,0

Datakwaliteit ongewogen	Constructie			
	1	2	3	4
Betrouwbaarheid	0%	0%	0%	0%
Volledigheid	100%	100%	100%	100%

transportlawaai
PM aantal kuub vieze lucht

Bij de normalisatie en de weging zijn een aantal subcriteria buiten beschouwing gelaten. De (eventuele) score hiervan is dus niet meegewogen. Het gaat om de volgende criteria: stank, uitputting biotische grondstoffen en uitputting bulkgrondstoffen.

De scores zijn opgeteld voor de drie hoofdcriteria. Vervolgens zijn ze genormaliseerd op basis van de normalisatiewaardes zoals die horen bij de Eco-indicator 99 methode (hierarchy perspective).

Genormaliseerde score

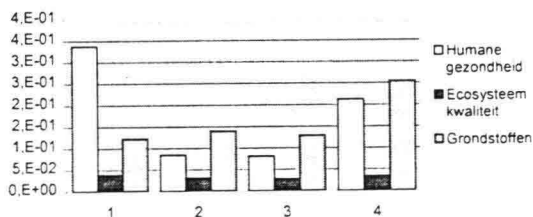
Criterium	eenheid	weging	Constructie			
			1	2	3	4
Humane gezondheid	DALY	40%	8,43E-01	2,10E-01	2,02E-01	5,31E-01
Ecosysteemkwaliteit	PDF*m ² jr	40%	9,4E-02	7,6E-02	7,0E-02	8,3E-02
Grondstoffen	MJ surplus	20%	6,1E-01	7,0E-01	6,5E-01	1,3E+00
Gewogen genormaliseerde score			5,0E-01	2,5E-01	2,4E-01	5,0E-01

Gewogen genormaliseerde score

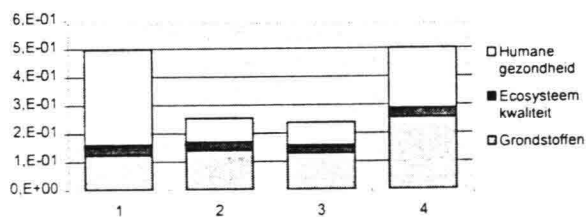
Datakwaliteit gewogen	Constructie			
	1	2	3	4
Betrouwbaarheid	0%	0%	0%	0%
Volledigheid	100%	100%	100%	100%

Doordat een aantal criteria niet in de beoordeling is meegenomen is de ongewogen volledigheid van Humane gezondheid en Grondstoffen beperkt tot maximaal 87,5% respectievelijk 50%. Uiteindelijk leidt dit tot de bovenstaande gewogen scores:

Genormaliseerde score



Gewogen genormaliseerde score



LNC

De criteria zijn beoordeeld op een relatieve schaal van zeer positief (1) tot zeer negatief (7), neutraal is 4.

Criterium	eenheid	sub weging	Constructie			
			1	2	3	4
Landschap			840,0%	940,0%	840,0%	860,0%
samenhang waareembaar		20,0%	6	7	7	7
samenhang vorm en functie		20,0%	6	4	4	4
afleesbaarheid nat. systeem		20,0%	5	6	6	7
afleesbaarheid ontwikkeling		20,0%	4	4	4	4
visuele samenhang		20,0%	4	5	4	4
Natuur			760,0%	780,0%	840,0%	900,0%
kenmerkendheid		20,0%	4	4	4	4
zeldzaamheid		20,0%	5	5	6	7
diversiteit		20,0%	3	4	5	6
kansrijkheid		20,0%	5	5	6	7
vervangbaarheid		20,0%	4	4	4	4
Cultuurhistorie			780,0%	760,0%	760,0%	780,0%
zeldzaamheid		20,0%	4	4	4	4
authenticiteit		20,0%	4	4	4	4
samenhang		20,0%	4	4	4	4
kenmerkendheid		20,0%	6	5	5	6
symboliek		20,0%	4	4	4	4

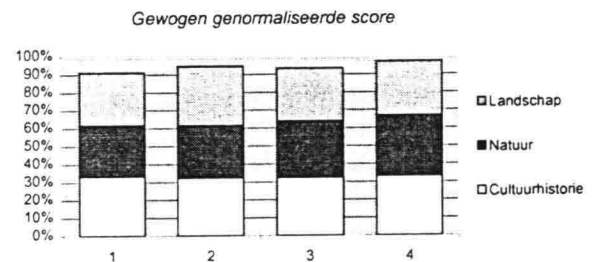
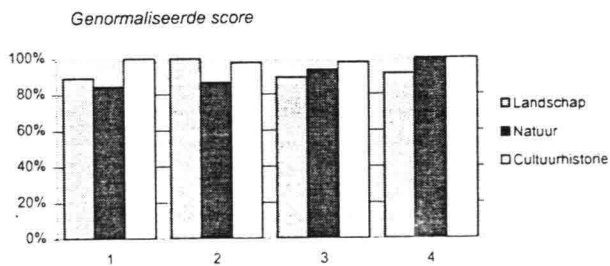
Datakwaliteit	Constructie			
	1	2	3	4
ongewogen				
Volledigheid	100%	100%	100%	100%

De scores zijn gewogen opgeteld voor de drie hoofdcriteria. Vervolgens zijn ze genormaliseerd op basis van de maximale scores.

Genormaliseerde score

Criterium	weging	Constructie			
		1	2	3	4
Landschap	33%	89%	100%	89%	91%
Natuur	33%	84%	87%	93%	100%
Cultuurhistorie	33%	100%	97%	97%	100%
Gewogen genormaliseerde score		91%	95%	93%	97%

Datakwaliteit	Constructie			
	1	2	3	4
gewogen				
Volledigheid	100%	100%	100%	100%

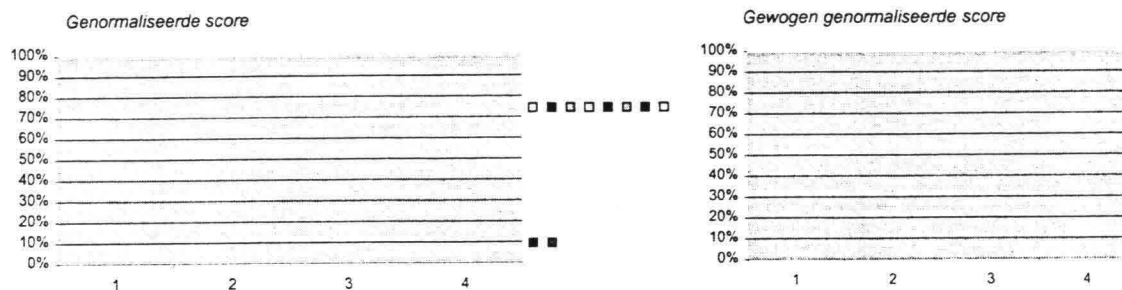


Overige aspecten

De criteria zijn beoordeeld op een relatieve schaal van zeer positief (1) tot zeer negatief (7)

Criterium	niet genormaliseerd				genormaliseerd					
	Constructie				genormaliseerd	weging	Constructie			
	1	2	3	4			1	2	3	4
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
	0	0	0	0		0%	0%	0%	0%	0%
Gewogen genormaliseerde score							0%	0%	0%	0%

De scores zijn genormaliseerd op basis van de maximale score per criterium.



Kosten

De kosten hieronder zijn aangegeven in duizenden Gulden inclusief 17,5 % BTW. Er is gerekend met een discontovoet van 4,75 %, een prijsindexcijfer van 100 en een constructie levensduur van 50 jaar.

	Constructie			
	1	2	3	4
Netto Contante waarde				
Investering	5,6	6,0	4,6	2,5
Exploitatie	0,0	0,0	0,0	0,0
Restwaarde	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal over levensduur	5,6	6,0	4,6	2,5
Afschrijven en Reserveren				
Investering	0,112	0,121	0,093	0,050
Exploitatie	0,000	0,000	0,000	0,000
Restwaarde	0,000	0,000	0,000	0,000
Totaal per jaar op basis van jaar	0	0,112	0,121	0,093

Nationaal Pakket Grond-, Weg- en Waterbouw

De constructies voldoen aan de volgende vaste en variabele maatregelen:

1. PM nationaal pakket maatregelen 1
2. PM nationaal pakket maatregelen 2
3. PM nationaal pakket maatregelen 3
4. PM nationaal pakket maatregelen 4

Aandachtspunten

Bij de constructies moet rekening gehouden worden met de volgende aandachtspunten:

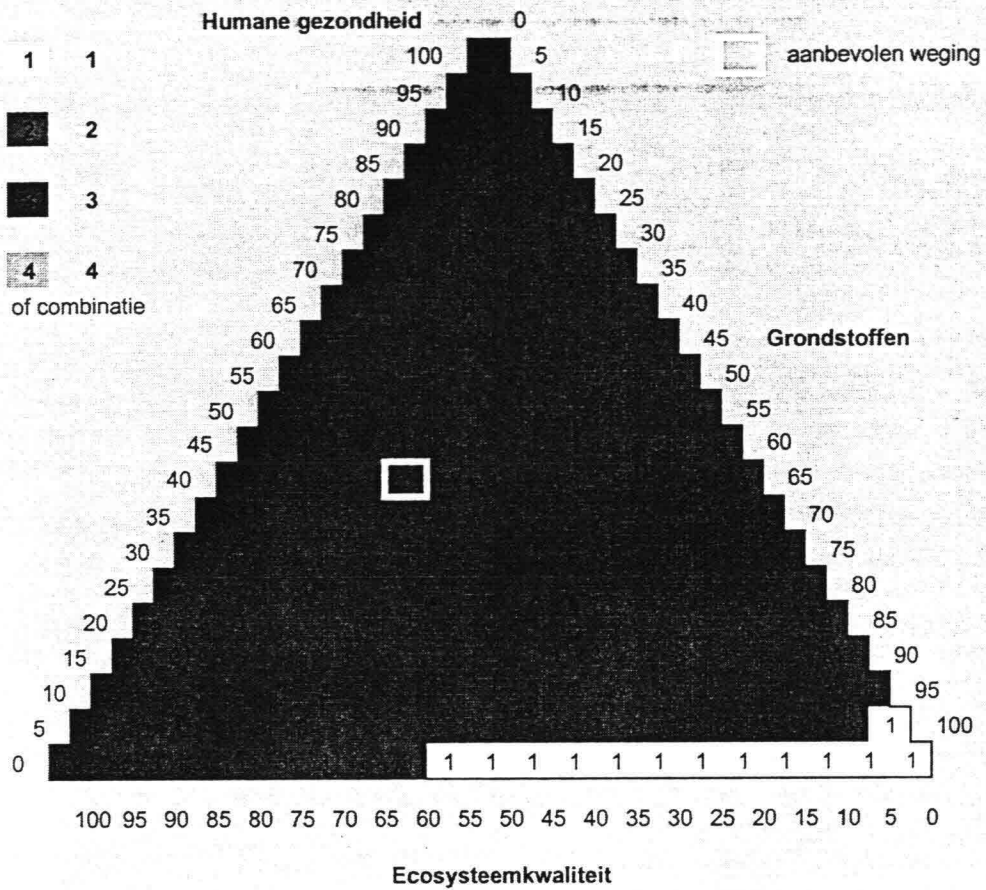
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Keuzemodel kust- en oeverwerken

Gevoeligheidsanalyse gebruikte weegset LCA

Ongewogen genormaliseerd	gebruikte weegset	Constructie			
		1	2	3	4
Humane gezondheid	40%	0,84	0,21	0,20	0,53
Ecosysteemkwaliteit	40%	0,09	0,08	0,07	0,08
Grondstoffen	20%	0,61	0,70	0,65	1,27

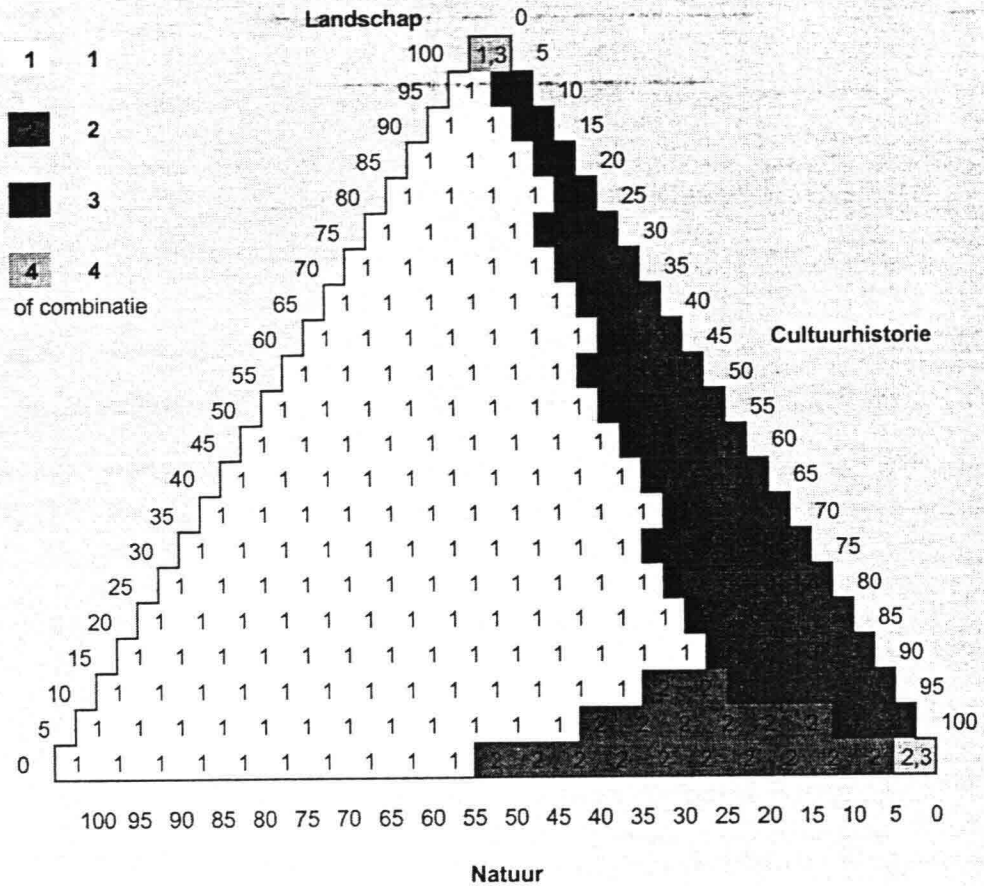
Constructie met laagste LCA-score bij verschillende wegingssets



Gevoeligheidsanalyse gebruikte weegset LNC

Ongewogen genormaliseerd	gebruikte weegset	Constructie			
		1	2	3	4
Landschap	33%	0,89	1,00	0,89	0,91
Natuur	33%	0,84	0,87	0,93	1,00
Cultuurhistorie	33%	1,00	0,97	0,97	1,00

Constructie met laagste LNC-score bij verschillende wegingssets



Keuzemodel kust- en oeverwerken

Geometrisch dwarsprofiel

Bij de basisgegevens is aangegeven dat het gaat om de beoordeling van een zeedijk. In de database zijn hiervoor 4 standaard varianten voor het geometrisch dwarsprofiel beschikbaar. Het is mogelijk om een eigen profiel in te voeren.

Type zeedijk constructie 3

Profieldoorsnede

Renovatie of uitbreiding van een bestaande situatie?

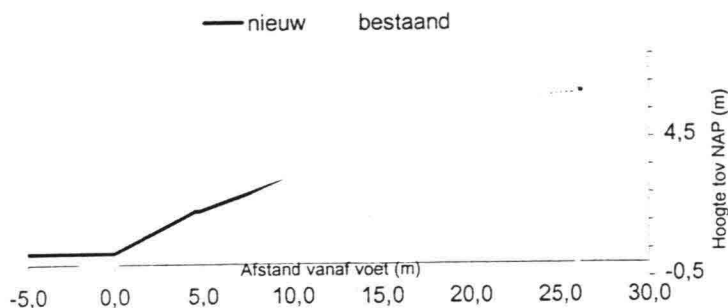
nieuw

Afstand tot voet (m)	-5,00	0,00	0,00	4,58	4,83	9,68	9,68	13,78	13,78	21,98	22,98	22,98	26,23
Hoogte NAP (m)	0,40	0,40	0,40	1,90	1,90	3,00	3,00	4,00	4,00	6,00	6,04	6,04	6,17

bestaand

Afstand tot voet (m)	-5,00	0,00	2,10	4,58	9,68	18,70	20,75	21,98	22,98	25,98	25,98	25,98	25,98
Hoogte NAP (m)	-0,20	0,00	0,70	1,50	3,00	5,20	5,70	6,00	6,04	6,16	0,00	0,00	0,00

Afstand tussen de voet van de bestaande en de nieuwe constructie: 0,00 meter
0,40



Volume minimaal benodigd materiaal 4 m³
Minimaal te verwijderen oud materiaal 0 m³

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
<i>bestaand</i>																
Afstand tot voet (m)	-5,00	0,00	2,10	4,58	9,68	18,70	20,75	21,98	22,98	25,98						tot aan
Hoogte NAP (m)	-0,20	0,00	0,70	1,50	3,00	5,20	5,70	6,00	6,04	6,16						oude voet
<i>constructie 1</i>																
Afstand tot voet (m)	-5,00	-0,80	-0,80	0,00	0,00	4,58	8,70	9,68	9,68	21,98	22,98	22,98	26,23	0		
Hoogte NAP (m) nieuw	0,40	0,40	1,00	1,20	1,20	2,70	2,70	3,00	3,00	6,00	6,04	6,04	6,17	-0,2	21,3 m3 nie	
Laagdikte	0,80	0,80	1,40	1,60	1,20	1,20	0,00	0,00	0,55	0,55	0,55	0,46	0,46			
Hoogte NAP (m) na verwijdering	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	0,00	1,50	2,70	3,00	2,45	5,45	5,49	5,58	5,71		10,4 m3 te	
Toelichting materiaal	60/30	60/30	300/1	300/1	300/1	300/1	300/1000		beton	beton	beton	GAB/ff	GAB/ff			
<i>constructie 2</i>																
Afstand tot voet (m)	-5,00	0,00	0,00	4,58	4,83	9,68	9,68	21,98	22,98	22,98	26,23	0				
Hoogte NAP (m) nieuw	0,40	0,40	0,40	1,90	1,90	3,00	3,00	6,00	6,04	6,04	6,17	-0,2	12,7 m3 nie			
Laagdikte	0,80	0,80	0,40	0,40	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,46	0,46					
Hoogte NAP (m) na verwijdering	-0,40	-0,40	0,00	1,50	1,90	3,00	2,60	5,60	5,64	5,58	5,71		8,3 m3 te			
Toelichting materiaal	60/30	60/30	5/40	5/40	5/40		basalt/	basalt/	basalt/	GAB/ff	GAB/ff					
<i>constructie 3</i>																
Afstand tot voet (m)	-5,00	0,00	0,00	4,58	4,83	9,68	9,68	13,78	13,78	21,98	22,98	22,98	26,23	0		
Hoogte NAP (m) nieuw	0,40	0,40	0,40	1,90	1,90	3,00	3,00	4,00	4,00	6,00	6,04	6,04	6,17	-0,2	13,5 m3 nie	
Laagdikte	0,80	0,80	0,40	0,40	0,00	0,00	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,46	0,46			
Hoogte NAP (m) na verwijdering	-0,40	-0,40	0,00	1,50	1,90	3,00	2,40	3,40	3,60	5,60	5,64	5,58	5,71		9,2 m3 te	
Toelichting materiaal	60/30	60/30	5/40	5/40	5/40		gek B	gek B	basalt/	basalt/	basalt/	GAB/ff	GAB/ff			
<i>constructie 4</i>																
Afstand tot voet (m)	-5,00	0,00	0,00	9,68	9,68	21,15	21,15	21,98	22,98	22,98	22,98	25,23	0			
Hoogte NAP (m) nieuw	0,40	0,40	0,00	3,00	3,00	5,75	5,75	6,00	6,04	6,04	6,04	6,13	-0,2	13,4 m3 nie		
Laagdikte	0,80	0,80	0,50	0,50	0,20	0,20	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46				
Hoogte NAP (m) na verwijdering	-0,40	-0,40	-0,50	2,50	2,80	5,55	5,29	5,54	5,58	5,58	5,58	5,67		11,6 m3 te		
Toelichting materiaal	60/30	60/30	10/60	10/60	WBA	WBA	WBA	WBA	WBA	WBA	GAB/ff	GAB/ff				

Nationaal Pakket

De constructie voldoet aan de volgende vaste en variabele maatregelen van het Nationaal Pakket Grond- Weg- en Waterbouw

PM nationaal pakket maatregelen 1

G005, G065G005, G065G005, G065G021G020

Aandachtspunten

Bij de constructies moeten de volgende aandachtspunten in ogenschouw worden genomen:

Nationaal Pakket

De constructie voldoet aan de volgende vaste en variabele maatregelen van het Nationaal Pakket: Grond- Weg- en Waterbouw

PM nationaal pakket maatregelen 2

G005, G065G005, G065G021G020

Aandachtspunten

Bij de constructies moeten de volgende aandachtspunten in ogenschouw worden genomen:

Nationaal Pakket

De constructie voldoet aan de volgende vaste en variabele maatregelen van het Nationaal Pakket Grond- Weg- en Waterbouw

PM nationaal pakket maatregelen 3

G005, G065G005, G024, G065G005, G065G021G020

Aandachtspunten

Bij de constructies moeten de volgende aandachtspunten in ogenschouw worden genomen

Nationaal Pakket

De constructie voldoet aan de volgende vaste en variabele maatregelen van het Nationaal Pakket: Grond- Weg- en Waterbouw

PM nationaal pakket maatregelen 4

G005, G0E5G020G021G020

Aandachtspunten

Bij de constructies moeten de volgende aandachtspunten in ogenschouw worden genomen:

Keuzemodel kust- en oeverwerken

Maatregelenlijst Nationaal Pakket Grond-, Weg- en Waterbouw Alleen de maatregelen die van toepassing zijn voor de waterbouw

code	omschrijving maatregel	vast	var	fase
G001	Baseer het bouwplan op een gesloten grondbalans		X	constructie
G002	Bescherm aanwezige landschaps-, natuur- en cultuurhistorische waarden tijdens werkzaamheden	X		constructie
G003	Gebruik geluid-, geur-, stof- en trillingsarme uitvoeringsmethoden		X	constructie
G004	Ontwikkel nieuwe verbindingzones voor flora en fauna		X	constructie
G005	Zorg dat de bij reconstructie, onderhoud en sloop van objecten vrijkomende materialen geschikt zijn voor de technisch meest hoogwaardige vorm van hergebruik	X		constructie
G006	Ontwerp civiele werken zodanig dat geschikte vestigings- en verblijfplaatsen voor flora en fauna ontstaan		X	constructie
G007	Creëer passagemogelijkheden voor fauna		X	constructie
G009	Voer natuurtechnisch beheer uit voor het gehele (dijk)profiel		X	beheer
G010	Laat bij watergangen natuurlijke processen hun gang gaan en herstel natuurlijke profielen		X	constructie
G011	Pas in cementbetonwegen, betonelementenverhardingen en funderingslagen uitgevoerd in beton secundaire grondstoffen (toeslagmaterialen) toe		X	matenaalgebruik
G012	Pas in beton voor kunstwerken secundaire grondstoffen (toeslagmaterialen) toe		X	matenaalgebruik
G013	Pas in ophogingen en aanvullingen secundaire materialen toe		X	matenaalgebruik
G015	Stem de duurzaamheidsklasse van het hout per geval af op de beoogde toepassing	X		constructie
G016	Indien hout wordt toegepast, pas dan duurzaam geproduceerd hout toe		X	matenaalgebruik
G017	Realiseer natuurvriendelijke oevers		X	constructie
G018	Stel een beheerplan op voor groenvoorzieningen	X		beheer
G019	Stel een inrichtings- en inpassingsplan op voor civieltechnische en/of cultuurtechnische werken	X		constructie
G020	Pas in wegverhardingen secundaire materialen toe	X		matenaalgebruik
G021	Pas in asfaltverhardingen secundaire materialen toe	X		matenaalgebruik
G024	Gebruik secundair materiaal voor de bekleding van oevers		X	matenaalgebruik
G029	Voer maaiwerkzaamheden zodanig uit dat de aanwezige fauna kans heeft zich te handhaven en de diversiteit van de vegetatie niet afneemt		X	beheer
G030	Beperk het afvoeren van groenrestproducten		X	beheer
G032	Zorg voor afstemming met andere werken op of nabij de locatie van het werk		X	voorbereiding
G035	Pas bij ondermoud materialen toe die afgestemd zijn op de verwachte (rest)levensduur van de totale constructie	X		constructie
G037	Stel een milieuzorgplan verplicht bij de uitvoering van werken	X		constructie
G053	Minimaliseer de uitvoeringstijd en het ruimtebeslag van een werk, teneinde overlast te beperken		X	constructie
G056	Gebruik voor beton waar dit mogelijk is klinkerarme cementsoorten	X		matenaalgebruik
G057	Pas een open planproces toe		X	voorbereiding
G058	Gebruik tijdens de uitvoering ontkistingsmiddelen op plantaardige basis; gebruik deze producten zuinig	X		constructie
G059	Inventariseer de natuurlijke, landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden in de omgeving van het GWW-object		X	voorbereiding
G060	Integreer de bekistingsfunctie in de constructie		X	constructie
G061	Optimaliseer de levensduur door planmatig onderhoud	X		beheer
G063	Gebruik bij oeverbeschoeiingen vernieuwbare of gerecyclede materialen		X	matenaalgebruik
G064	Gebruik voor oever- en bodembeschermingen zink- en kraagstukken van vernieuwbare grondstoffen		X	matenaalgebruik
G065	Zorg dat de onderdelen van civiele werken herbruikbaar zijn	X		constructie
G066	Gebruik gras als bekleding van dijken	X		matenaalgebruik
G067	Win herbruikbaar zand uit verontreinigde baggerspecie		X	matenaalgebruik
G068	Voorzoek overdimensionering door toepassen van risicoanalyse/ probabilistisch ontwerpen		X	voorbereiding
G069	Hergebruik waterbouwkundige elementen		X	constructie
G070	Gebruik in zoute wateren bekledingsblokken voor glooiingen met een aangepaste, aangroeibare toplaag ('ecoblokken')		X	matenaalgebruik
G071	Voer grondwerk natuurtechnisch uit		X	constructie
G072	Maak gebruik van verdedigende eigenschappen van oeverplanten in oeverbeschermingen	X		matenaalgebruik
G087	Pas zoveel mogelijk vernieuwbare grondstoffen toe		X	matenaalgebruik
G088	Veranker duurzaam bouwen in de projectorganisatie		X	voorbereiding

Aantal vaste en variabele maatregelen

16 28

Keuzemodel kust- en oeverwerken

ontwikkeling van een ontwerpondersteunend model voor de
beoordeling van effecten op milieu-, LNC- en kostenaspecten

Case 2 – Kribben

14 juni 2001

Rijkswaterstaat / Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft & NIBE Research, Naarden

project 586 **Keuzemodel kust- en oeverwerken**
Case 2 – Kribben
projectnummer DWW 1724

opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, afdeling AB
ir. W.S. de Vries
Postbus 5044
2600 GA Delft
Tel 015-2518423
Fax 015-2518555

opdrachtnemer: Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie, NIBE Research bv
ir. R.M.M. van der Loos en ir. A.A.J.F. van den Dobbelsteen
Postbus 229
1400 AE Bussum
tel. 035-6948233
fax 035-6950042
e-mail: info@nibe.org
website: www.nibe.org

document: 586.01.06.045/rl
versie: definitief werkdocument, versie 1.1
datum: 14 juni 2001

opdrachtleider: ir. R.M.M. van der Loos, divisiehoofd NIBE Research
medeverantwoordelijk: ir. A.A.J.F. van den Dobbelsteen, divisiehoofd NIBE Consulting

projectgroep: ir. W.S. de Vries (DWW, voorzitter)
W.J. Bak (DWW)
ir. J.W. Broers (DWW)
ir. A.A.J.F. van den Dobbelsteen (NIBE)
dr.ir. E.M. Haas (NIBE)
ir. R.M.M. van der Loos (NIBE)
A. Plooster (DWW)
ir. S. Nurmohamed (DWW)

klankbordgroep: ir. A. Hoekstra (DZL, voorzitter)
ir. C.J. Dorst (BWD)
ing. N. van den Heuvel (DZH)
ing. C.E.A.M. Polman (DON)
ing. A. Provoost (Waterschap Zeeuws Vlaanderen)
ir. H.J. Verhagen (TU Delft)
ing. K. Tilma (DNN)
L. van Asperen (TAW/DWW)

INHOUD

1	INLEIDING.....	1
1.1	Achtergrond.....	1
1.2	Doelstelling.....	1
1.3	Leeswijzer.....	2
2	ONTWERPVARIANTEN.....	3
2.1	Ontwerpvariant 1, zetsteenkrib.....	4
2.2	Ontwerpvariant 2, stortsteenrib.....	4
2.3	Ontwerpvariant 3, schanskorfkrib.....	5
2.4	Ontwerpvariant 4, paalkrib.....	5
3	BEOORDELINGSASPECTEN.....	7
3.1	LCA.....	7
3.2	LNC-waarden.....	7
3.3	Kosten.....	8
3.4	Overige aspecten.....	8
3.5	Nationaal pakket maatregelen.....	9
4	RESULTATEN.....	11
4.1	Milieubeoordeling.....	11
4.2	LNC-waarden.....	14
4.3	Kosten.....	14
4.4	Overige aspecten.....	15
4.5	Nationaal Pakket.....	15
5	CONCLUSIES.....	17
5.1	Case 2 – Kribben.....	17
5.2	Keuzemodel.....	18

BRONNENLIJST

AFKORTINGEN

BIJLAGEN

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

In de periode van juli 1999 tot en met augustus 2000 heeft het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) in opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) een keuzemethodiek ontwikkeld waarmee milieueffecten, kosteneffecten, effecten op LNC-waarden en overige aspecten bij het ontwerp van waterbouwkundige constructies inzichtelijk worden gemaakt.

Afgelopen zomer zijn het eindrapport en de beta-versie van het computerprogramma gereed gekomen. Het vooronderzoek en de ontwikkeling en onderbouwing van het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken zijn vastgelegd in het eindrapport Keuzemodel kust- en oeverwerken, fase 1 & 2 (Van den Dobbelen en Van der Loos, 2000). Voor de achtergrond van reeds gemaakte keuzes wordt in zijn algemeenheid verwezen naar dit rapport.

Het vervolgtraject van het project keuzemodel kust- en oeverwerken is gestart om de beta versie van het computerprogramma te testen en te optimaliseren met behulp van twee case-studies en om uiteindelijk te komen tot een definitief computerprogramma in Excel.

Het doel van de vervolgwerkzaamheden is te komen tot de volgende producten:

1. een rapport over de toepassingsmogelijkheden van het keuzemodel en de resultaten van twee case-studies (dijkglooiing in Zeeland (A) en alternatieve kribben in Oost-Nederland (B)), indien gewenst in separate rapportages;
2. een workshop voor ingewijden van Rijkswaterstaat en externen, om het model te testen op gebruikersvriendelijkheid, om de ervaringen van potentiële gebruikers te inventariseren en eventuele onvolkomenheden van het model te identificeren;
3. een computerprogramma met gevulde databases, dat breed toepasbaar is in de waterbouw, en een bij het programma behorende gebruikershandleiding (user-manual);
4. een leidraad groene versie van het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken, met een beschrijving van het model, de achtergronden ervan en de case-studies;
5. een voorstel voor vervolgactiviteiten en nazorg.

Onderhavig rapport behandelt alleen de tweede case-studie: kribben. Dit is deelproduct 1B.

1.2 Doelstelling

Het doel van de case in zijn algemeenheid is het testen en optimaliseren van de berekeningen in het keuzemodel en het beoordelen van de bruikbaarheid van de uitkomsten van het keuzemodel. Door het uitvoeren van de case komt er zicht op:

- de programmatische onvolkomenheden van het keuzemodel;
- de (on)mogelijkheden voor het invoeren van daadwerkelijke projectgegevens;
- de ontbrekende gegevens die nodig zijn voor de beoordeling met het keuzemodel;
- de eventuele nadere ontwikkeling die met het keuzemodel moet plaatsvinden voor het kan worden toegepast in de praktijk;
- de bruikbaarheid van resultaten.

In de huidige fase van de case zijn de resultaten nog niet bedoeld als resultaat op zich. Hiervoor is op dit moment de kwaliteit van de achterliggende data nog onvoldoende, zijn de gebruikte data onvolledig en zijn er misschien nog programmatische onvolkomenheden. De resultaten in deze rapportage

hebben derhalve een intern karakter en zijn het bijkomend resultaat van het testen van het keuzemodel.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden allereerst de verschillende ontwerpvarianten besproken die in de tweede case zijn beoordeeld. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op de gebruikte gegevens en achtergronden voor de verschillende beoordelingsaspecten van het keuzemodel (LCA, LNC, kosten en overige criteria). Voor meer algemene achtergronden wordt verwezen naar het werkdocument van de eerste case (DWW/NIBE 01). Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de inhoudelijke resultaten van de case. In hoofdstuk 5 staan de conclusies van de werkzaamheden specifiek voor de case en voor het keuzemodel in zijn algemeenheid.

2 ONTWERPVARIANTEN

Normaliter moet er gezien de vorm van een krib een beoordeling gemaakt worden in 3 dimensies. Een krib bestaat uit een kop die niet als platte projectie (2 dimensies) kan worden afgebeeld en een staart die wel als platte projectie kan worden geprojecteerd. Binnen het keuzemodel kunnen nu alleen platte projecties verwerkt worden. De beoordeling van een totale krib kan met platte projecties gemaakt worden door een onderscheid te maken tussen de kop en de staart van de krib en deze gegevens te combineren.

De varianten in de kop zitten met name in het verschil in helling en kopvorm. Normaal wordt er in het keuzemodel van uitgegaan dat de dwarsdoorsnede die is ingevoerd, representatief is voor elke dwarsdoorsnede van het ontwerp. Bij een kribkop is dit alleen mogelijk door in plaats van de dwarsdoorsnede van een strekkende meter uit te gaan van de dwarsdoorsnede op het symmetrisch vlak van het lichaam. Bij een rond voorwerp kan dit elke dwarsdoorsnede zijn (taartpunt dwarsdoorsnede), maar bij alle parabolische voorwerpen moet het duidelijk zijn waar de dwarsdoorsnede zich bevindt, en wat de parabool vorm is. Het invoeren van dergelijke ronde voorwerpen in het keuzemodel is op dit moment alleen mogelijk door een extra module toe te voegen voor ronde of parabolische voorwerpen.

Binnen het tijdsbestek van het huidige project is het opstellen en integreren van een module voor ronde voorwerpen echter niet te realiseren en behoort dit derhalve tot de aanbevelingen voor nader onderzoek (aanbeveling). Het is momenteel bij de beoordeling van kribben dus alleen mogelijk om te kijken naar de beoordeling van een strekkende lengte meter uit het middendeel (de staart). Door alleen een strekkende meter uit het middendeel te beoordelen, wordt tevens voorkomen dat de case in dit stadium onnodig gecompliceerd wordt. De beperking is echter wel dat er geen volledige beoordeling gemaakt kan worden. Een groot deel van de kosten bijvoorbeeld die wordt gemaakt bij de aanleg of renovatie wordt veroorzaakt door de constructie van de kop. Bij de beoordeling van de kosten van verschillende varianten op basis van een strekkende lengtemeter moet dus bedacht worden dat op basis van deze beoordeling eigenlijk niets gezegd kan worden over de kosten van een volledige krib.

De vergelijkingsbasis wordt gevormd door één strekkende meter uit het middendeel van de krib. Voorwaarde voor een vergelijkingsbasis is dat de verschillende ontwerpen op dezelfde plek dezelfde functie kunnen vertolken. Dit betekent dat het veelal onmogelijk is om ontwerpen van verschillende locaties te vergelijken. Op verschillende plekken is de rivier niet even diep, is er een binnen of buitenbocht, spelen er andere stromingsproblemen waardoor de krib afwijkend moet zijn.

Een probleem bij deze case is de beschikbaarheid van ontwerptekeningen voor verschillende varianten op één locatie. Die zijn er niet. Als er al een ontwerptekening is, dan is hierop de bestaande constructie en het renovatie-alternatief weergegeven (2 varianten dus). Om toch meer varianten te kunnen vergelijken is voor deze case uitgegaan van de principeschetsen en schetsontwerpen zoals die voorkomen in de publicatie "Vernieuwend ontwerp kribverlenging Midden-Waal" van Ariëns (1995). In deze publicatie zijn voor de beoordeling van 24 varianten de functie-eisen aan kribben uit het Beheersplan voor de Rijkswateren vertaald in technische eisen op het vlak van sterkte, geometrie en kwaliteit. Uit de beoordeling van de functie-eisen zijn 9 veelbelovende varianten naar voren gekomen, die in aanmerking komen voor de kribverlenging. Van deze 9 varianten is eveneens een kostenbepaling gemaakt.

Met het keuzemodel kunnen momenteel maximaal 4 verschillende varianten tegelijkertijd doorgerekend worden. Er is uitgegaan van de volgende varianten:

- zetsteenkrib (uitgewerkt als principeontwerp);
- stortsteenkrib (uitgewerkt als principeontwerp);
- schanskorfkrib (uitgewerkt als principeschets);
- paalkrib (uitgewerkt als schetsontwerp).

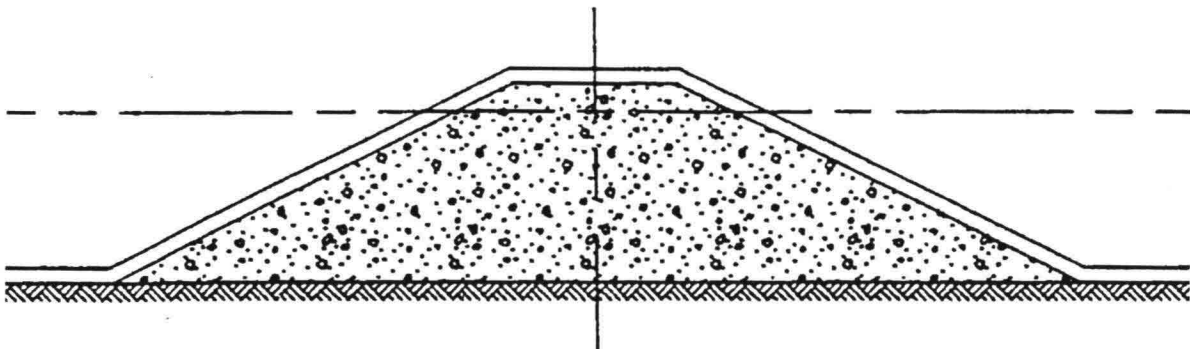
Het zijn alle vier ontwerpvarianten die bij kribverlenging in de Midden-Waal praktisch toegepast hadden kunnen worden. De weerbaarheid van de praktijk is echter op elke plek weer anders. Net als in de eerste case-studie gaat het in deze case-studie dus om fictieve ontwerpvarianten.

In de volgende paragrafen staat een beschrijving van de verschillende ontwerpvarianten met een afbeelding van het principeontwerp. Voor alle varianten is uitgegaan van een gemiddelde insteekhoogte ten opzichte van de bodem van 6 meter. In de beoordeling is geen bestaande constructie betrokken.

2.1 Ontwerpvariant 1, zetsteenrib

De kern van de krib bestaat uit zand. De kruin en het bovenste deel van het (zij-)talud hebben een bekleding van basalt zetsteen of betonzuilen. Er is uitgegaan van betonzuilen. De taludhelling bedraagt 1:2,5. Onder de bekleding bevindt zich een laag gebroken grind (10-40 mm) van 400 kg/m². Daaronder bevindt zich een geotextiel die het onderliggende zandpakket opsluit. Het geotextiel is vastgezet met perkoenpalen. Het gezette bovengedeelte van de krib wordt ondersteund door een steunberm van 1 meter breed. De steunberm gaat over in een talud met helling 1:3. Zowel de steunberm als het onderliggende talud bestaan uit een kraagstuk met een breuksteen bestorting van 500 kg/m². Deze bestaat uit een laag van 300 kg/m² breuksteen 10-60 kg met daarop 200 kg/m² breuksteen 10-40 kg. De kraagstukken zijn gemaakt van een wiepenrooster met geotextiel. Op de rivierbodem loopt het kraagstuk met bestorting horizontaal door: stroomopwaarts 2 meter en stroomafwaarts 5 meter. In tegenstelling tot hetgeen bij de principeschets in de rapportage over kribverlenging is weergegeven is er uitgegaan van een breedte van de kruin van 2 meter in plaats van 1 meter. Een kribkopbreedte van 2 meter is standaard bij de principeontwerpen van zetsteen kribben en stortsteenkribben met een zandkern.

In de principeschets (figuur 2.1) is de steunberm weggelaten.

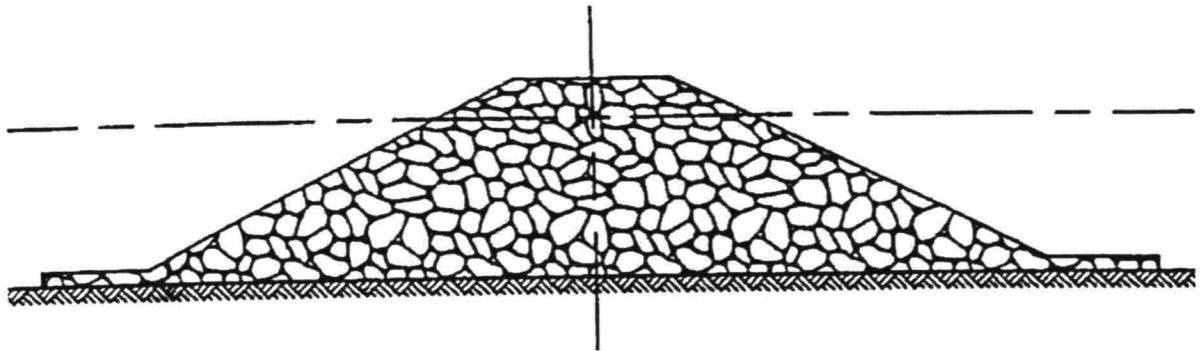


Figuur 2.1: Principeschets dwarsprofiel ontwerpvariant 1; de zetsteenrib

2.2 Ontwerpvariant 2, stortsteenkrib

De buitenmaat van ontwerpvariant 2 is grotendeels gelijk aan ontwerpvariant 1. De steunberm ontbreekt echter. De taludhelling bedraagt 1:3 van de kruin tot aan de rivierbodem. De krib bestaat volledig uit breuksteen 10-60 kg.

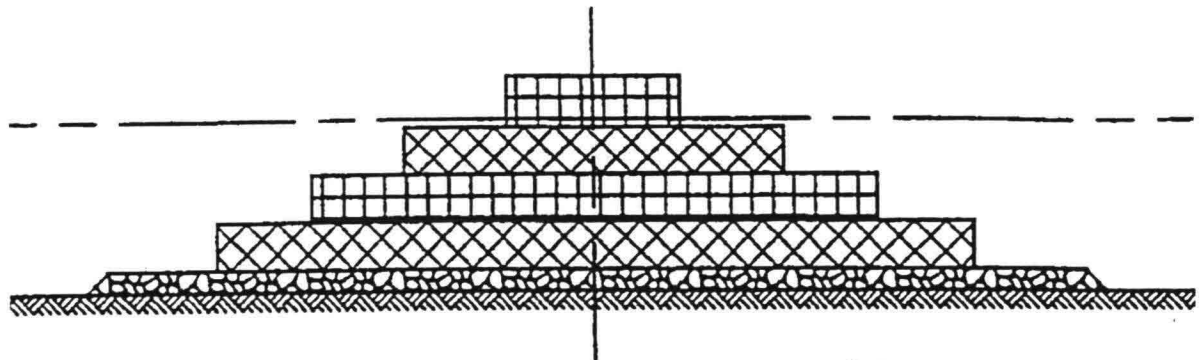
In tegenstelling tot hetgeen bij de principeschets in de rapportage over kribverlenging is weergegeven is er uitgegaan van een breedte van de kruin van 2 meter in plaats van 1 meter. Ook voor de zetsteenrib is uitgegaan van een kruinbreedte van 2 meter. Een kribkopbreedte van 2 meter is standaard bij de principeontwerpen van zetsteen kribben en stortsteenkribben met een zandkern. Er is uitgegaan van een krib zonder inkassing.



Figuur 2.2: Principeschets dwarsprofiel ontwerpvariant 2; de stortkrib

2.3 Ontwerpvariant 3, schanskorfkrib

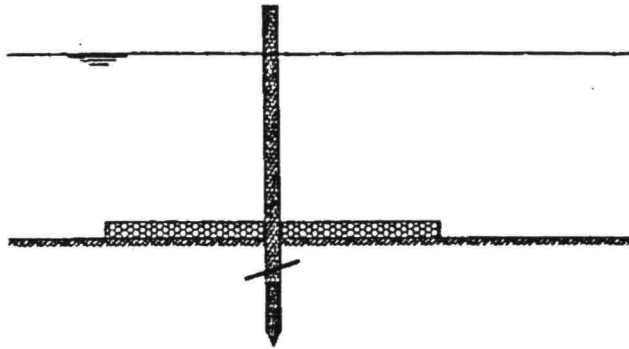
Er is uitgegaan van schanskorven van 2 x 1 x 0,5 meter met een gaaswerk van gegalvaniseerd stalen draden met een maaswijdte van 7 centimeter. De levensduur van schanskorven is ongeveer 30 jaar. De bestorting op de rivierbodem zoals die in de figuur is weergegeven is niet in de beoordeling meegenomen.



Figuur 2.3: Principeschets dwarsprofiel ontwerpvariant 3; de schanskorfkrib

2.4 Ontwerpvariant 4, paalkrib

De paalkrib bestaat uit ronde houten palen van 10 meter lengte met een diameter van 23 centimeter. Er is uitgegaan van palen van tamme kastanje met een levensduur van 25 jaar. Op de rivierbodem wordt boven op een geotextiel een bestorting van een halve meter met breuksteen 5-40 aangebracht. Bij het ontwerp van een paalkrib varieert de blokkering van het doorstroomoppervlak. De blokkering loopt op van 20% aan de kant van de kop tot 50% aan de kant van de oever. In deze beoordeling is er uitgegaan van de situatie met de grootste blokkering (50%), omdat hiermee het grootste materiaalgebruik is gemoeid. Bij palen van 25 cm diameter staan er 2 palen per meter.



Figuur 2.4: Principeschets dwarsprofiel ontwerpvariant 4, de paalkrib

3 BEOORDELINGSASPECTEN

In dit hoofdstuk wordt van de verschillende ontwerpvarianten een aantal aspecten op het gebied van de milieubeoordeling (LCA), LNC-waarden, kosten, overige criteria en het nationaal pakket duurzaam bouwen voor de GWW besproken.

3.1 LCA

Voor de toerekening van de milieueffecten is uitgegaan van de knipmethode. Alleen voor materialen die langer meegaan dan twee keer de levensduur van de constructie is gerekend met slechts 40% van de totale milieubelasting. Een uitgebreide omschrijving van de knipmethode en andere methodes voor toerekening staat vermeld in het eindrapport van fase 1 en 2 (Van den Dobbelen en Van der Loos, 2000).

Voor een toelichting op de voorkeursvolgorde van gebruikte LCA-gegevens en de gehanteerde transportafstanden, afvalscenario's en percentages uitval en correctief onderhoud wordt verwezen naar het werkdocument van case 1 (DWW/NIBE 01).

Momenteel is gebruik gemaakt van percentages uitval en correctief onderhoud die over het algemeen geldig waren voor dijken en dijkbekledingen. Deze percentages zijn echter niet zonder meer geldig voor kribben. Gedetailleerde gegevens over onderhoud van kribben in een binnenbocht, buitenbocht of op een specifieke locatie (kribvak, sluis, waterwegkruising) zijn waarschijnlijk beschikbaar via de dienstkringen. Omdat van de kribben in deze case niet aangegeven kan worden op welke plek ze worden aangelegd, is er geen navraag gedaan naar meer specifieke gegevens.

3.2 LNC-waarden

Ondanks de situatie dat de verschillende LNC-waarden voor de ontwerpvarianten uitgezocht waren, is er momenteel binnen deze case niet gekeken naar de verschillen hiertussen. Reden hiervoor is, dat op de laatste klankbordgroepvergadering besloten is om de beoordeling van de LNC-waarden en overige aspecten zoveel mogelijk in detail uit te voeren voor case 1.

Voorlopig is er dus afgezien van de beoordeling van LNC-waarden voor deze case. Eventueel zal er na de workshop invulling worden gegeven aan de beoordeling van de LNC-aspecten voor deze case. Dit zal afhangen van het belang dat hieraan gehecht wordt in de voortgang van het project.

Hieronder worden de verschillende aspecten die een rol kunnen spelen bij de waarden landschap, natuur en cultuurhistorie kort aangestipt.

Landschapswaarden

De belangrijkste landschapswaarde die genoemd kan worden is de verschijningsvorm. Deze hangt direct samen met het landschapsbeeld, waarbij onderscheid gemaakt kan worden naar eenheid, samenhang en ruimtelijkheid.

Natuurwaarden

Op het vlak van natuurwaarden kan er onderscheid gemaakt worden op basis van verschillen in begroeiings- en aanhechtingsmogelijkheden. Ook kunnen er verschillen ontstaan door de differentiatie in dynamiek in het kribvak.

Cultuurhistorische waarden

In de rapportage Cultuurhistorische waarden in het Gelders Rivierenlandschap, wordt geen melding gemaakt van expliciete cultuurhistorische waarden van kribalternatieven (Kooiman en Prins, 1994 volgens Ariëns 1995).

Omdat het een fictieve case is, zijn er geen rapportages over LNC-waarden specifiek voor de ontwerpvarianten uit deze case aanwezig.

3.3 Kosten

Voor de kostengegevens is gebruik gemaakt van de gegevens uit de eerste case. Deze gegevens zijn opgesteld door de Bouwdienst. Voor de nieuwe te gebruiken materialen is gebruik gemaakt van kostengegevens uit de Elsevier uitgave over kosten in de GWW van 2000 (Te Riele, 2000). Het gaat hierbij om de kosten van de materialen (investering) en de kosten van het aanbrengen in het werk (aanleg).

Op basis van de defaultpercentages voor vast onderhoud (in de vorm van extra materiaalgebruik) zijn de onderhoudskosten berekend. Kosten voor onderhoud anders dan materiaalkosten zijn momenteel niet in de beoordeling meegenomen. Dergelijke kostengegevens kunnen door de gebruiker apart in het keuzemodel ingevoerd worden. Hierover zijn geen defaultgegevens opgenomen.

Voor de verschillende ontwerpvarianten zijn de onderstaande globale onderhoudskosten bekend (als jaarlijks percentage ten opzichte van de aanleg- en investeringskosten). De onderhoudskosten zijn berekend door de totale onderhoudskosten per kribtype per jaar te delen door het aantal strekkende meters van het desbetreffende kribtype in het beheergebied.

Tabel 3.1: jaarlijkse onderhoudskosten (excl. inspectiekosten) per kribtype ten opzichte van de aanleg- en investeringskosten.

Type	Jaarlijkse onderhoudskosten
Zetkrib	2 %
Stortkrib	2 %
Schanskorfkrib	4 %
Paalkrib	2 %

In de gebruikte rapportage over de kribverlenging (Ariëns, 1995) zijn voor de verschillende principeontwerpen de investerings- aanlegkosten begroot. De begroting heeft als peildatum 1 december 1994. In de tabel hieronder zijn de kosten weergegeven. Op basis van een inflatiecijfer van jaarlijks 2% zijn de kosten omgezet naar kosten van 1 december 2000.

Tabel 3.2: investerings- en aanlegkosten voor een strekkende meter uit het kriblichaam

Type	Investerings- en aanlegkosten (per m)
Zetkrib	fl. 3.613
Stortkrib	fl. 3.045
Schanskorfkrib met stortsteen	fl. 7.834
Paalkrib	fl. 2.787

De schanskorven in deze case zijn gevuld met betongranulaat. In bovenstaande kostenbegroting is uitgegaan van vulling met breuksteen 10-60 kg.

3.4 Overige aspecten

Gerelateerd aan kribben kan aan de volgende overige aspecten gedacht worden: effecten voor scheepvaart, recreatie, vast beheer en onderhoud, onderhoud ten gevolge van calamiteiten, uitvoering en materiaalaspecten zoals verkrijgbaarheid, verwerkbaarheid en herstelbaarheid. Voor de scheepvaart kan onderscheid gemaakt worden tussen aanleghinder, effecten op het (lokale) stroombeeld en de zichtbaarheid of herkenbaarheid van de kribben. Bij recreatie gaat het om aspecten zoals sportvisserij, toegankelijkheid en vandalisme gevoeligheid. Bij vast beheer en onderhoud kan

onderscheid gemaakt worden tussen bijvoorbeeld de tijdsduur van het onderhoud, de periode waarin het onderhoud moet plaatsvinden en de ligging van de te onderhouden onderdelen. Onderhoud ten gevolge van calamiteiten heeft betrekking op bijvoorbeeld schade na een aanvaring. Voor uitvoering kan gedacht worden aan ruimtebeslag en het aantal werkbare dagen.

Momenteel is er binnen case twee evenals case één niet gekeken naar verschillen in overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten van toepassing zijn. Omdat de beoordeling van overige aspecten wel een wezenlijk onderdeel is van het keuzemodel, moet dit onderdeel in het keuzemodel nog nader uitgewerkt worden. In overleg met de klankbordgroep is afgesproken om hiervoor de focus op case één te laten liggen (zie ook onder 3.2).

3.5 Nationaal pakket maatregelen

Bij de beoordeling van de maatregelen uit het Nationaal Pakket duurzaam bouwen is in dit keuzemodel alleen rekening gehouden met de materiaal- en constructiegebonden maatregelen. Welke dit zijn is terug te vinden in het overzicht van maatregelen uit het Nationaal Pakket duurzaam bouwen zoals dat in het keuzemodel is opgenomen.

Specifieke constructiegebonden maatregelen zijn afhankelijk van de combinatie van materialen die in het werk gebruikt wordt. Hoe de interactie is tussen die materialen (verkleving, geen mogelijkheid tot hergebruik) is op materiaalniveau niet te beoordelen.

4 RESULTATEN

Hieronder staan voor de verschillende beoordelingsaspecten van het keuzemodel de inhoudelijke resultaten weergegeven van de case. Het overzicht van de resultaten en de invoer van het keuzemodel zijn als uitdraai te vinden in de bijlagen. Hier worden ze slechts besproken.

4.1 Milieubeoordeling

Randvoorwaarden resultaten

Er is geen rekening gehouden met een bestaande constructie. Alle materialen die nodig zijn, zijn dus als nieuwe materialen beoordeeld. Wanneer er sprake is van een bestaande constructie waaruit materiaal hergebruikt kan worden, kunnen de milieu- en kostenvoordelen zeer groot zijn.

De milieubelasting ten gevolge van het extra materiaal dat voor onderhoud nodig is, is onder de noemer van correctief onderhoud meegenomen. Dit zijn echter ingeschatte gegevens op basis van gemiddelden uit case 1 (dijken in Zeeland). Bovendien kunnen de onderhoudsgegevens per partij materiaal door kwaliteitsverschillen aanzienlijk verschillen.

Tabel 4.1: resultaten milieubeoordeling in detail (per halve strekkende meter krib)

Criterium	Eenheid	Constructie			
		1: Zetkrib	2: Storkrib	3: Schanskorfkrib	4: Paalkrib
Humane gezondheid (exclusief geluid en stank)	DALY	1,7E-03	2,4E-03	4,2E-04	3,4E-04
Carcinogenen	DALY	2,2E-05	1,6E-04	1,5E-05	9,3E-06
Respiratie organisch	DALY	4,0E-06	5,4E-06	5,1E-07	1,1E-06
Respiratie anorganisch	DALY	8,8E-04	1,9E-03	2,3E-04	2,5E-04
Klimaatverandering	DALY	8,1E-04	2,9E-04	1,7E-04	7,6E-05
Straling	DALY	2,4E-07	3,4E-08	2,9E-07	3,8E-08
Ozonlaag	DALY	4,8E-07	1,0E-06	8,6E-08	7,0E-08
Geluid	DALY	1,3E+00	6,6E+00	2,0E-02	1,3E+00
Stank	m ³	1,1E+07	1,8E+06	1,0E+07	6,3E+05
Ecosysteemkwaliteit	PDF*m ² jr	6,5E+02	8,7E+02	2,1E+03	7,4E+02
Ecotoxiciteit	PDF*m ² jr	1,4E+02	7,5E+02	1,7E+03	1,1E+02
Verzuring/vermesting	PDF*m ² jr	4,9E+01	8,9E+01	1,2E+01	1,4E+01
Landgebruik	PDF*m ² jr	4,6E+02	3,5E+01	4,3E+02	6,1E+02
Grondstoffen	MJ surplus	2,5E+03	2,4E+03	1,0E+03	4,8E+02
Mineralen	MJ surplus	4,7E-01	1,7E+00	2,5E+01	7,9E-02
Fossiele brandstoffen	MJ surplus	2,5E+03	2,4E+03	1,0E+03	4,8E+02
Bulkgrondstoffen	-	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Biotische grondstoffen	1/jr	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00

Humane gezondheid

De huidige resultaten laten een grote gevoeligheid zien voor geluid. De score op geluid is een factor vijftig tot vierduizend keer hoger dan het totaal van de overige subcriteria uitgedrukt in DALY's. Geluid is dus bepalend voor de opgetelde score bij humane gezondheid. Ook in case 1 was dit het geval. Ondanks het feit dat geluid in dezelfde eenheid staat als de meeste andere criteria wordt geluid op dit moment niet in de eindbeoordeling meegenomen omdat geluid niet in de normalisatiescores is opgenomen. Deze normalisatiescores moeten daarvoor eerst aangepast worden. Respiratie van anorganische stoffen en klimaatverandering veroorzaken, indien geluid buiten beschouwing gelaten wordt, samen vrijwel de gehele score van humane gezondheid. Respiratie van anorganische stoffen is verantwoordelijk voor circa 50 tot 80%.

Ecosysteemkwaliteit

Op landgebruik scoren de zetsteenkrib en de paalkrib vrij hoog ondanks het lage materiaalgebruik bij de paalkrib. Dit wordt veroorzaakt door het gebruik van hout in beide ontwerpvarianten. Het produceren van hout gaat gepaard met het in beslag nemen van grote oppervlaktes gedurende een lange tijd.

De schanskorfkrib scoort het slechtst op ecotoxiciteit. Het langzaam maar zeker oplossen van het zink van het verzinkte staal dat is verwerkt in de schanskorven is hier debet aan.

De volledig gestorte krib met breuksteen scoort het slechtst op ecotoxiciteit en verzuring/vermesting.

Grondstoffen

Voor de beoordeling van de uitputting van bulkgrondstoffen is voorlopig, totdat er een goede methode beschikbaar is, uitgegaan van uitputting nul. De gegevens over de beoordeling van biotische grondstoffen zijn niet in de database opgenomen.

Voor de beoordeling van milieueffecten met behulp van de Eco-indicator 99 maakt dit niet uit omdat beide criteria in de Eco-indicator 99 niet meegenomen kunnen worden. Dit neemt niet weg dat deze criteria bij een "totale beoordeling van alle milieueffecten" achterwege worden gelaten. Met name voor de paalkrib maakt dit uit. In deze constructie worden grote houten palen gebruikt. Ook in de zetsteenkrib wordt een aantal houten perkoenpalen gebruikt.

Op uitputting van fossiele brandstoffen scoort de paalkrib het laagst. Voor deze constructie is ook weinig materiaal nodig. Hierdoor is er weinig transport van materiaal naar Nederland en naar het werk. De zetsteenkrib en de volledig gestorte krib met breuksteen scoren het slechtst. Het storten van breuksteen uit bijvoorbeeld Noorwegen kan logischer wijs nooit op tegen lokaal gewonnen zand voor de kern of hergebruikt materiaal uit Nederland zoals bij de schanskorfkrib.

Op uitputting van mineralen scoort de schanskorfkrib beduidend hoger dan de overige alternatieven. Dit wordt veroorzaakt door het gebruik van verzinkt metaal.

Tabel 4.2: genormaliseerde en gewogen resultaten milieubeoordeling (per halve strekkende meter)

Criterium	eenheid	weging	Constructie			
			1: Zetkrib	2: Stortkrib	3: Schanskorfkrib	4: Paalkrib
Humane gezondheid	DALY	40%	1,11E-01	1,53E-01	2,72E-02	2,18E-02
Ecosysteemkwaliteit	PDF*m ² jr	40%	1,3E-01	1,7E-01	4,1E-01	1,4E-01
Grondstoffen	MJ surplus	20%	3,0E-01	2,9E-01	1,2E-01	5,8E-02
Gewogen genormaliseerde score			1,6E-01	1,9E-01	2,0E-01	7,8E-02

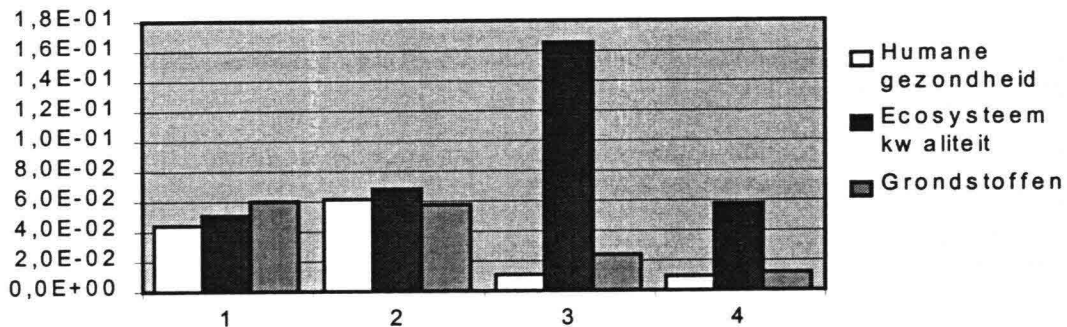
Resultaten op hoofdcriteria

Binnen de hierboven genoemde kanttekeningen van de beoordeling en weging van de sub- en hoofdcriteria wordt het verschil tussen de ontwerpvarianten voornamelijk veroorzaakt door de verschillen in de hoeveelheid gebruikt (nieuw) materiaal. Op grondstoffen scoren de zetsteenkrib en de stortsteenkrib ongeveer even goed. Op humane gezondheid en ecosysteemkwaliteit scoort de stortsteenkrib licht hoger dan de zetsteenkrib. De schanskorfkrib scoort vergeleken met de zetsteen- en de stortsteenkrib op humane gezondheid en grondstoffen beduidend lager, maar op ecosysteemkwaliteit fors hoger. De paalkrib scoort door het lage materiaal verbruik op humane gezondheid en grondstoffen lager dan de zetsteenkrib of de schanskorfkrib en op ecosysteemkwaliteit ongeveer even hoog.

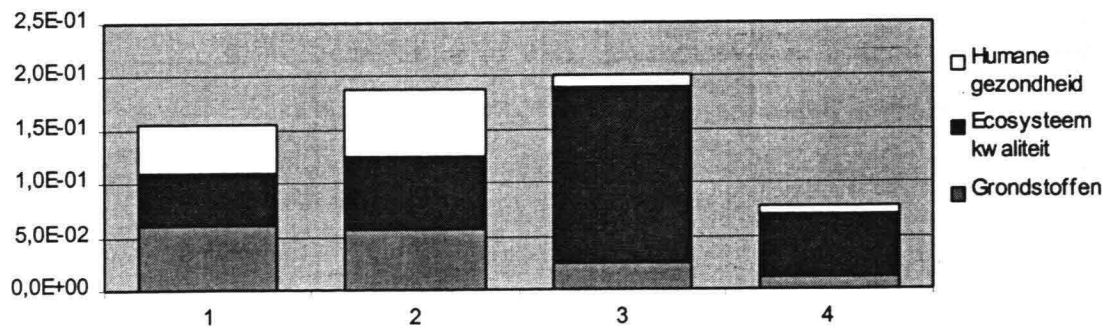
De paalkrib scoort bij bijna alle weegsets het laagst, tenzij ecosysteemkwaliteit zeer zwaar wordt gewogen binnen de weegset. De zetsteen- en stortsteenkrib ontlopen elkaar maximaal 20% bij de default wegingsset. De schanskorfkrib scoort zeer hoog op ecosysteemkwaliteit. Alleen wanneer het aandeel binnen de wegingsset van ecosysteemkwaliteit lager is dan circa 30%, scoort de schanskorfkrib beter dan de zetsteenkrib. De zetsteenkrib heeft bijna bij alle wegingssets een lagere score dan de stortsteenkrib.

Ongeveer de helft van de milieubelasting van de schanskorfkrib wordt veroorzaakt door transport naar het werk. Voor betongranulaat worden grote afstanden over weg en water als default gebruikt. Het van dichtbij halen van het betongranulaat leidt tot een aanzienlijk lagere milieubelasting. Hierdoor kan de schanskorfkrib beter gaan scoren dan de zetsteenkrib.

De stortsteenkrib heeft relatief weinig milieubelasting door transport naar het werk over water. Het transport van de breuksteen zit bij de milieubelasting van het materiaal inbegrepen en komt dus niet tot uiting bij het transport naar het werk. Indien dat wel het geval zou zijn, dan zou breuksteen nog een veel hoger aandeel van de milieubelasting hebben als gevolg van transport.



Figuur 4.1: genormaliseerde resultaten milieubeoordeling (per halve strekkende meter krib)



Figuur 4.2: genormaliseerde gewogen resultaten milieubeoordeling (per halve strekkende meter krib)

4.2 LNC-waarden

De verschillen in LNC-waarden die bij de verschillende ontwerpvarianten optreden zijn niet in het keuzemodel ingevoerd (zie ook paragraaf 3.2). Hierdoor zijn er geen resultaten te melden.

4.3 Kosten

De investeringskosten hebben alleen betrekking op aanschaf van materialen, aanleg en sloop van eventuele onderdelen van de bestaande constructie. Er is echter bij alle varianten vanuit gegaan dat er geen bestaande constructie is.

De schansorkrib en de paalkrib hebben de laagste investeringskosten. De schansorkrib moet na 30 jaar echter volledig vervangen worden. De palen van de paalkrib worden na 25 jaar vervangen. De zetsteenrib is qua investeringskosten 2 tot 3 keer zo duur en de stortsteenrib weer 2 tot 3 keer zo duur als de zetsteenrib.

Voor het onderhoud is er gerekend met de percentages uit paragraaf 3.3. Hier was aangegeven dat de jaarlijkse onderhoudskosten exclusief inspectiekosten circa 2% zijn van de investeringskosten (aanschaf- en aanlegkosten) voor de zetsteenrib, de stortsteenrib en de paalkrib.

In de beoordeling is geen onderhoud als gevolg van calamiteiten weergegeven. Hierdoor komt het eventuele voordeel van de stortsteenrib niet tot uiting, omdat deze eenvoudig en met lage kosten te repareren is.

Voor de sloopkosten is er uitgegaan van de huidige kosten, die er ook nu bij sloop van de volledige constructie gemaakt zouden worden.

Alle kosten zijn gecorrigeerd voor het verschil tussen de discontovoet en de inflatie. De peildatum van de kostengegevens voor investering is 1 juli 2000.

Tabel 4.3: Netto contante kosten voor verschillende kribben (per strekkende meter krib, excl. BTW)

	Constructie									
	1: Zetkrib		2: Stortkrib		3: Schansorkrib betongranulaat		Schansorkrib stortsteen		4: Paalkrib	
Materiaal inclusief aanbrengen	fl	3.367	fl	9.418	fl	1.050	fl	1.932	fl	1.251
Vervangingen	fl	546	fl	-	fl	473	fl	870	fl	432
Onderhoudskosten	fl	1.839	fl	5.162	fl	1.135	fl	2.088	fl	679
Sloopkosten	fl	302	fl	268	fl	177	fl	177	fl	11
Restwaarde	fl	-	fl	-	fl	-	fl	-	fl	-
Bijkomende kosten	fl	-	fl	-	fl	-	fl	-	fl	-
Totaal over levensduur	fl	6.054	fl	14.848	fl	2.834	fl	5.067	fl	2.373

Wanneer gekeken wordt naar de totale netto contante kosten over de levensduur zijn de paalkrib en de schanskorfkrib met betongranulaat het goedkoopst. De zetsteenkrib is ruim 2 keer zo duur en de stortsteenkrib ruim 5 keer.

De vaste percentages onderhoudskosten dragen bij constructies met hoge investeringskosten extra bij aan een de hoge totaalkosten. Bij de schanskorfkrib is bovendien gerekend met 4% jaarlijks onderhoud in tegenstelling tot de 2% bij de andere constructies.

De schanskorfkrib heeft hellingen van 1:1. De zetsteen- en stortsteenkrib hebben taludhellingen van circa 1:3. Hierdoor heeft de schanskorfkrib slechts 1/3 van het volume van de zetsteen- en stortsteenkrib. Wanneer er gerekend zou worden met hetzelfde volume materiaal, zou de schanskorfkrib er veel slechter uitkomen.

Voordelen van grote hoeveelheden en grote machines bij de aanleg kunnen vanuit de database moeilijk worden meegenomen. Dit aspect moet door de ontwerper zelf worden ingevoerd.

Wanneer de materiaalkosten (inclusief aanbrengen) vergeleken worden met de gegevens uit tabel 3.2 (op basis van Ariëns 1995), dan zijn deze voor de zetkrib ongeveer gelijk, voor de stortkrib 3 keer zo hoog, voor de schanskorfkrib met stortsteen 4 keer zo laag en voor de paalkrib iets minder dan de helft.

De verschillen tussen Ariëns en de resultaten uit de casus worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in opbouw van de desbetreffende kribben. De kostengegevens zijn daardoor eigenlijk niet vergelijkbaar.

Bij de stortkrib bijvoorbeeld wordt het verschil veroorzaakt doordat in casus 2 gerekend is met een krib die volledig is opgebouwd uit stortsteen. Per strekkende meter is hiervoor circa 230 ton stortsteen nodig. In Ariëns is slechts 25 ton per strekkende meter meegenomen. Daarnaast is er echter een kraagstuk in rekening gebracht. De prijs die voor het stortsteen is gerekend is in beide gevallen ongeveer gelijk.

Bij de schanskorfkrib wordt het verschil veroorzaakt door dat de prijs van de schanskorven nogal uiteenloopt. In het keuzemodel is er uitgegaan van de prijs van betongranulaat of stortsteen met een kleine opslagpercentage. In Ariëns is de kostprijs een factor 3 tot 4 hoger in het geval van vulling met betongranulaat. Daarnaast is er in Ariëns rekening gehouden met extra benodigd betongranulaat, stortsteen en kraagstukken. In het keuzemodel is alleen gekeken naar de schanskorven.

Bij de paalkrib wordt het verschil veroorzaakt door de prijs van de houten palen. In het keuzemodel wordt de prijs bepaald op basis van het gebruikte volume hout. De daadwerkelijke prijs voor dergelijke dikke en lange stammen is echter veel hoger dan op basis van een generieke prijs per kubieke meter verwacht wordt.

4.4 Overige aspecten

Binnen deze case is er niet gekeken naar verschillen in overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten van toepassing zijn (zie paragraaf 3.2). Er kunnen dus ook geen resultaten vermeld worden.

4.5 Nationaal Pakket

De ontwerpvarianten voldoen door het materiaalgebruik aan de in tabel 4.4 genoemde constructie- en materiaalgebonden maatregelen uit het Nationaal Pakket duurzaam bouwen voor de Grond-, Weg- en Waterbouw.

Tabel 4.4: Maatregelen uit het nationaal pakket duurzaam bouwen waaraan de zetsteenkrib (1), de stortsteenkrib (2), de schanskorfkrib (3) en de paalkrib (4) voldoen

code	omschrijving maatregel	vast	var	fase	1	2	3	4
G005	Zorg dat de bij reconstructie, onderhoud en sloop van objecten vrijkomende materialen geschikt zijn voor de technisch meest hoogwaardige vorm van hergebruik	X		constructie	X	X	X	X
G013	Pas in ophogingen en aanvullingen secundaire materialen toe		X	materiaalgebruik			X	
G016	Indien hout wordt toegepast, pas dan duurzaam geproduceerd hout toe		X	materiaalgebruik	X			
G065	Zorg dat de onderdelen van civiele werken herbruikbaar zijn	X		constructie	X	X		X
G087	Pas zoveel mogelijk vernieuwbare grondstoffen toe		X	materiaalgebruik	X			

In tabel 4.5 is vermeld aan welk aandeel van de vaste en variabele maatregelen de constructies voldoen. De percentages zijn van toepassing op het totale aantal materiaal- en constructiegebonden maatregelen. Bedacht moet worden dat niet alle vaste en variabele maatregelen op deze ontwerpvarianten van toepassing zijn. Hier kan binnen de geautomatiseerde beoordeling echter geen rekening gehouden worden. Welke maatregelen bij de ontwerpvarianten van toepassing zijn moet handmatig beoordeeld worden.

Tabel 4.5: Aandeel van de vaste en variabele materiaal- en constructiegebonden maatregelen uit het nationaal pakket duurzaam bouwen waaraan de verschillende kribtypen voldoen

Type krib	zetsteen	stortsteen	schanskorf betongranulaat	paal
Vaste maatregelen	14%	14%	7%	14%
Variabele maatregelen	10%	0%	5%	0%

In zijn algemeenheid kan een checklist een goed hulpmiddel zijn bij de beoordeling van verschillende alternatieven, maar de waarde ervan is slechts indicatief. Het aantal maatregelen waaraan een constructie voldoet zegt in absolute zin namelijk niets over de milieuvriendelijkheid. Relatief gezien kan een product dat voldoet aan 5 maatregelen beter zijn dan een product dat slechts voldoet aan 4 van de maatregelen, maar dat hoeft niet.

5 CONCLUSIES

Zowel inhoudelijk voor de case als voor de opbouw en de werking van het keuzemodel is er een aantal eindconclusies.

5.1 Case 2 – Kribben

Bij de vergelijking van de kosten en de milieubelasting tussen de ontwerpvarianten moet de beschouwingsperiode van 50 jaar in het achterhoofd gehouden worden. Alleen voor de schanskorfkrib is er rekening gehouden met totale vervanging van de constructie na 30 jaar. Bij de paalkrib is er rekening gehouden met vervanging van de houten palen na 25 jaar. Voor de overige ontwerpvarianten is er door het ontbreken van gegevens over onderhoud afhankelijk van het materiaal dat toegepast is, geen rekening gehouden met extra milieubelasting door materiaalgebruik tijdens onderhoud. De invloed hiervan is niet goed in te schatten. Wel kan aangegeven worden dat de schanskorfkrib extra gevoelig is voor de kwaliteit van het materiaal dat is gebruikt voor de korven. Indien het metaal bezwijkt, valt direct een deel van de constructie in elkaar. Voor de onderhoudskosten is gerekend met de globale gemiddelde waarden die daarvoor bekend waren. Er kon geen terugkoppeling gemaakt worden met de gebruikte materialen.

Met name wanneer er tussen de verschillende ontwerpvarianten verschillen in levensduur van (een deel van) de materialen optreden ontstaat er een verbeterd inzicht in de kosten en de milieubelasting over de levenscyclus. Dikwijls wordt er alleen gekeken naar de investeringskosten en de milieubelasting ten gevolge van de aanleg. Wanneer de levensduur van de constructie en/of onderdelen daarvan in de beschouwing wordt meegenomen ontstaat een meer realistisch beeld van de totale kosten en milieubelasting.

De beoordeling van ontwerpvarianten voor kribben is met het keuzemodel goed en eenvoudig mogelijk wanneer alleen naar het middenstuk van de krib wordt gekeken. Voor een totale beoordeling is het echter nodig om handmatig de benodigde hoeveelheden materiaal die in de kop verwerkt zitten mee te nemen. Doordat het merendeel van de kosten bij de aanleg van een krib gaan zitten in de kop, zal dit een cruciale rol spelen in de kostenvergelijking tussen de verschillende ontwerpvarianten. Nu is er alleen een vergelijk gemaakt op basis van een strekkende meter uit het middendeel van de krib.

Ook het detail waarmee de ontwerpvarianten worden ingevoerd speelt een belangrijke rol. De kostenvergelijking tussen de resultaten uit het keuzemodel en de resultaten uit Ariëns is nu niet goed mogelijk doordat de opbouw van de ontwerpvarianten sterk verschillen. Dit wordt men name veroorzaakt door een groter detail in de beoordelingen van Ariëns.

Conclusies ontwerpvarianten

Uit de milieubeoordeling komt bij bijna alle weegsets de paalkrib als beste naar voren. Daarna scoren de zetkrib en de schanskorf (met betongranulaat) als beste. De schanskorfkrib scoort pas beter als humane gezondheid zwaarder dan 70% wordt meegewogen en/of ecosysteemkwaliteit minder dan 35% bij de beoordeling van de LCA.

De paalkrib scoort het beste doordat hiervoor weinig materiaal nodig is. Ook hierdoor blijven de kosten laag. De kosten van de schanskorfkrib zijn ook laag, maar de default kosten voor schanskorven zijn waarschijnlijk minimaal een factor drie te laag. Daarnaast heeft de schanskorfkrib taludhellingen van 1:1. De zetsteen en stortsteenkrib hebben taludhellingen van circa 1:3. Hierdoor heeft de schanskorfkrib slechts 1/3 van het volume van de zetsteen- en stortsteenkrib.

Wanneer er gerekend zou worden met een zelfde volume materiaal, zou de schanskorfkrib er slechter uitkomen zowel qua milieubelasting als qua kosten. Bij bijna alle weegsets zou de zetsteenrib dan beter uit de milieubeoordeling komen dan de schanskorfkrib.

Momenteel is uitgegaan van een schanskorfkrib die gevuld is met betongranulaat. Wanneer de schanskorfkrib gevuld zou worden met breuksteen, scoort deze qua milieubelasting in alle gevallen slechter dan de drie ontwerpvarianten. De kosten verdubbelen bij de toepassing van stortsteen, maar waarschijnlijk is dit ook te laag omdat ook hier is uitgegaan van de kosten van stortsteen met een opslagpercentage.

Voor de zetsteenrib is uitgegaan van gezette betonzuilen. Wanneer basalt toegepast zou worden treden er veranderingen op, zowel qua kosten als qua milieubelasting. Beide worden ongeveer 10% hoger. De kosten voor basaltzuilen kunnen echter nogal uiteenlopen. Bij bovengenoemde 10% is uitgegaan van circa 100 gulden per vierkante meter (zie ook rapportage case 1 in verband met prijsverschillen)

5.2 Keuzemodel

LCA

De beoordeling van humane gezondheid toont een grote gevoeligheid voor geluidhinder en respiratie van anorganische stoffen.

Juist in de ernst van de gezondheidseffecten van geluid zit de grootste zwakheid van de methode die is gebruikt voor de beoordeling van geluidhinder. Mede omdat de integratie van geluidhinder van wegverkeer in de LCA nog in een experimenteel stadium verkeert, zijn de milieueffecten van geluidhinder niet meegenomen in de eindbeoordeling.

De problemen met grof stof als veroorzaker van respiratie anorganisch (case 1) zijn inmiddels verholpen. Toch verdient het aanbeveling om de bijdrage van stofemissies aan respiratie anorganisch in alle onderliggende processen van de database nader te onderzoeken.

Kosten

De onderhoudskosten zijn verantwoordelijk voor 30 tot 40% van de netto contante kosten over de levensduur. Dit is een belangrijk, niet te veronachtzamen deel.

LNC en overige aspecten

Binnen deze case is er niet gekeken naar verschillen in LNC-waarden en overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten van toepassing zijn. Er kunnen op dit vlak dus ook geen conclusies getrokken worden.

BRONNENLIJST

Ariëns, E. e.a.	Vernieuwend ontwerp kribverlenging Midden-Waal Augustus 1995, Bouwdienst RWS Dienst Weg en Waterbouwkunde
Van den Dobbelsteen, A.A.J.F. en Van der Loos, R.M.M.	Keuzemodel kust- en oeverwerken; Ontwikkeling van een ontwerp- ondersteunend model voor de beoordeling van effecten op LNC-, Milieu en kostenaspecten. Eindrapport fase 1 & 2, versie 3.3. W-DWW-2000-053. Juli 2000, RWS-DWW, Delft.
DWW/NIBE 01	Keuzemodel kust- en oeverwerken; Werkdocument Case 1 – Dijken in Zeeland. Definitief, versie 1.1 Januari 2001, RWS-DWW/NIBE, Delft/Naarden
Te Riele, J.L.M., e.a.	GWW Kosten; Kust- en oeverwerken, werk algemene aard 2000, Elsevier bedrijfsinformatie, Doetinchem

AFKORTINGEN

A&R	Afschrijven en reserveren
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
ETH	Eidgenössige Technische Hochschule Zürich
FSC	Forest Stewardship Council
GHW	Gemiddeld hoog water
GWW	grond-, weg- en waterbouw
LCA	levenscyclusanalyse
LNC	landschap, natuur en cultuurhistorie
MRPI	Milieu Relevante Product Informatie
NCW	Netto contante waarde
VBW	Vereniging ter bevordering van Bitumineuze Werken
VLCA	Vereniging voor LCA-bedrijven in de bouw

BIJLAGEN

Uitdraai invoer en resultaten keuzemodel

Keuzemodel kust- en oeverwerken - Inhoud

Overzicht tabbladen

Algemeen	
Inhoud	Dit tabblad
Basisgegevens	Ruimte voor algemene projectgegevens en instellen van een aantal standaardwaarden zoals de levensduur van de constructie, de rentevoet en de inflatie
Invoer gegevens	
Invoer geometrisch dwarsprofiel	Invoer van het geometrisch dwarsprofiel van de verschillende ontwerpvarianten
Ontwerpvariant 1	Per ontwerpvariant:
Ontwerpvariant 2	- Invoer van de gebruikte materialen, aanpassen van materiaalparameters
Ontwerpvariant 3	- Invoer van onderhoudsfrequentie en kosten
Ontwerpvariant 4	- Inschaling van de verandering ten opzichte van de huidige situatie voor de verschillende LNC-waarden en overige aspecten
Weging	Invoer van de weging van de LCA- en LNC-criteria en van de overige beoordelingsaspecten
Resultaten	
Resultaten detail	Overzicht van kosten en scores op hoofd- en subcriteria van LCA, LNC en overige criteria.
Resultaten kort	Eindresultaten LCA, LNC, kosten en overige aspecten. Met de resultaten van de LCA, LNC en overige aspecten kan een multicriteria-analyse uitgevoerd worden
Analyse gebruikte weegset	Invoed van de gebruikte weegfactoren op het eindresultaat van de LCA- en LNC-beoordeling
NP DuBo GWW	Overzicht van maatregelen uit het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen voor de Grond-, Weg- en Waterbouw, waaraan de verschillende constructies voldoen op basis van materiaal- en constructiegebonden eigenschappen

Keuzemodel kust- en oeverwerken - Basisgegevens

versie: 3.0b
datum: 26 april 2001

in opdracht van: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, afdeling AB
geschreven door: Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie

Projectnummer DWW: 1724
Projectnummer NIBE: 586

Gegevens project

naam	casus 2 - Kribben in Oost-Nederland	betrokkenen	W.J. Bak
nummer			J.W. Broers
code			N. Nurmohamed

Gegevens opdrachtgever

opdrachtgever	Dienst Weg- en Waterbouwkunde	functie	
contactpersoon	ir. W.S. de Vries	telefoon	015-2518518
postadres	Postbus 5044	fax	015-2518555
postcode, plaats	2600 GA Delft	E-mail adres	w.s.dvries@dww.rws.minvenw.nl
bezoekadres		doorkiesnummer	015-2518423
postcode, plaats			

Factoren, correctiegetallen en defaultwaarden

ontwerplevensduur constructie voor vergelijkingsbasis	50	jaar
disconteringsvoet voor kostenbeoordeling	4,75	%
gemiddelde jaarlijkse inflatie	2,00	%
indexcijfer voor prijspeil (2000 = 100)	100	
Default transportafstand naar werk	50	kilometer

Overige beoordelingsaspecten

het gaat hier om beoordelingsaspecten anders dan LCA, LNC en kosten waarmee tijdens het ontwerp rekening gehouden moet worden hieronder kan de beschrijving van de beoordelingsaspecten (maximaal 10) worden vastgesteld het eerste beoordelingsaspect "Arbo" kan niet gewijzigd worden; arbo-aspecten moeten altijd in de beoordeling worden meegenomen

	Eigen omschrijving
1 Arbo	
2 - Niet van toepassing	Omschrijving 1
3 - Niet van toepassing	Omschrijving 2
4 - Niet van toepassing	Omschrijving 3
5 - Niet van toepassing	Omschrijving 4
6 - Niet van toepassing	Omschrijving 5
7 - Niet van toepassing	Omschrijving 6
8 - Niet van toepassing	Omschrijving 7
9 - Niet van toepassing	Omschrijving 8
10 - Niet van toepassing	Omschrijving 9

Keuzemodel kust- en oeverwerken - Geometrisch dwarsprofiel

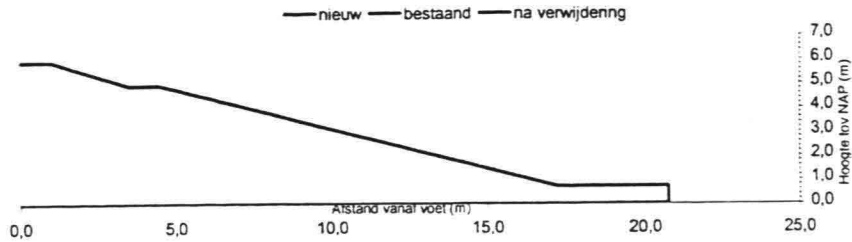
Weergegeven ontwerpvariant:

1: Zetkrib

Volume nieuw boven bestaand 64 m³
 Volume bestaand boven nieuw 0 m³

Kopieer de gegevens uit de grafiek voor bewerking naar invoer:

bestaand nieuw

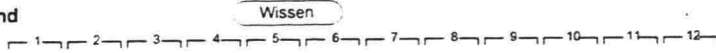


Invoer buitenlijn bestaand

Segment

Afstand tot voet (m)

Hoogte NAP (m)



Invoer buitenlijn nieuw

Afstand tot voet (m)

Hoogte NAP (m) nieuw

Dikte matenaalpakket nieuw (m)

Hoogte NAP (m) na verwijdering

Toelichting bij matenaalpakket

Wissen Kopieer deze gegevens naar 1 2 3 4

Overzicht gegevens ontwerpvarianten

Ontwerpvariant 1

Zetkrib

Wissen

Alle varianten wissen

Afstand tot voet (m)	0,00	1,00	3,50	4,50	17,25	20,75	20,75
Hoogte NAP (m) nieuw	6,00	6,00	5,00	5,00	0,75	0,75	0,00
Dikte matenaalpakket nieuw (m)	6,00	6,00	5,00	5,00	0,75	0,75	0,00
Hoogte NAP (m) na verwijdering	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toelichting bij matenaalpakket	zetsteen	200 kg/m ² fijn stort kraagstuk			perkoen 1,6m		
		gnnd 400kg/m ² -G		300 kg/m ² 10-60			

64 m³ nieuw
0,0 m³ te verwijderen

Ontwerpvariant 2

Storkrib

Wissen

Afstand tot voet (m)	0,00	1,00	16,75	20,25	20,25
Hoogte NAP (m) nieuw	6,00	6,00	0,75	0,75	0,00
Dikte matenaalpakket nieuw (m)	6,00	6,00	0,75	0,75	0,00
Hoogte NAP (m) na verwijdering	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toelichting bij matenaalpakket	alles stortsteen 10-60kg				

61,8 m³ nieuw
0,0 m³ te verwijderen

Ontwerpvariant 3

Schanskorfkrib

Wissen

Afstand tot voet (m)	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00
Hoogte NAP (m) nieuw	6,00	6,00	5,00	5,00	4,00	4,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00	0,00
Dikte matenaalpakket nieuw (m)	6,00	6,00	5,00	5,00	4,00	4,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00	0,00
Hoogte NAP (m) na verwijdering	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toelichting bij matenaalpakket													

21 m³ nieuw
0,0 m³ te verwijderen

Ontwerpvariant 4

Paalkrib

Wissen

Afstand tot voet (m)	0,00	0,01	0,01	5,01	5,01
Hoogte NAP (m) nieuw	6,00	6,00	0,50	0,50	0,00
Dikte matenaalpakket nieuw (m)	10,00	10,00	0,50	0,50	0,00
Hoogte NAP (m) na verwijdering	-4,00	-4,00	0,00	0,00	0,00
Toelichting bij matenaalpakket	houten palen 25 cm breuksteen 5-40				

2,6 m³ nieuw
0,1 m³ te verwijderen

Geef hemaat voor de verschillende LNC aspecten met een 'x' de verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'.

	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'
Landschap									
toegankelijkheid									
aanpakbaarheid									
afschikbaarheid									
visuele samenhang									
Natuur									
veiligheid									
overzicht									
kenbaarheid									
vervraagbaarheid									
Cultuurhistorie									
redzaamheid									
aanpakbaarheid									
samenhang									
vervraagbaarheid									
symboliek									

Overige aspecten

	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'	verandering in de mate waarin de situatie hiervoor nodig is schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'
Arbo									

Resultaat beoordeling vanuit materiaalschikking

Geef hemaat voor de overige aspecten met een 'x' de verandering weer ten opzichte van de bestaande situatie. Hiervoor wordt een schied gebuikt in 7 stappen van 'x' tot 'x'.

De constructie voldoet aan de volgende constructie- en materiaalgelonden maatregelen:
 vast, G016 en G087
 variabel, G016 en G087

LNC

Geef hernaast voor de volgende LNC aspecten met een 'x' de verandering weer ten opzichte van de bestaande situatie. Hiervoor wordt een schaal gebruikt in 7 stappen van '+' tot '-'.

	++	+	0	-	--
Landelijk			X		
Samenhang waaneembaar			X		
Samenhang vorm en functie			X		
Aflesbaarheid net systeem			X		
Aflesbaarheid ontvaker			X		
Nieuw samenhang			X		
Herkenbaarheid			X		
Redzaamheid			X		
Diversiteit			X		
Kansrijke			X		
Samenhang			X		
Authenticiteit			X		
Samenhang			X		
Herkenbaarheid			X		
Vrijblijfs			X		

Overige aspecten

Resultaat beoordeling vanuit materiaalgebruik

Alto					
------	--	--	--	--	--

Geef hernaast voor de volgende aspecten met een 'x' de verandering weer ten opzichte van de bestaande situatie. Hiervoor wordt een schaal gebruikt in 7 stappen van '+' tot '-'.

	++	+	0	-	--
Landelijk					
Samenhang waaneembaar					
Samenhang vorm en functie					
Aflesbaarheid net systeem					
Aflesbaarheid ontvaker					
Nieuw samenhang					
Herkenbaarheid					
Redzaamheid					
Diversiteit					
Kansrijke					
Samenhang					
Authenticiteit					
Samenhang					
Herkenbaarheid					
Vrijblijfs					

Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen Grond, Weg en Waterbouw

De constructie voldoet aan de volgende constructie- en materiaalgebonden maatregelen vast G05 en G065 variabel G016 en G067

Keuzemodel kust- en oeverwerken - Weging

Weging LCA - hoofdcriteria

het gaat hier om de wegingsfactoren die gebruikt worden voor de afweging van de 3 hoofdcriteria van de LCA
de meeste subcriteria zijn zonder weging op te tellen tot deze 3 hoofdcriteria behalve stank en uitputting van biotische en bulk grondstoffen

voor de LCA wordt gebruik gemaakt van de Eco-indicator 99 (H) methode
aanbevolen wordt om gebruik te maken van de gemiddelde weegset (EI99(A)) uit deze methode

weegset:

Humane gezondheid	40%	30
Ecosysteemkwaliteit	40%	20
Grondstoffen	20%	10

Weging LNC - waarden, hoofdcriteria en subcriteria

het gaat hier in eerste instantie om de LNC-waarden waarmee tijdens het ontwerp rekening gehouden moet worden
alleen de LNC-waarden die betrekking hebben op het profielniveau kunnen meegenomen worden
LNC-waarden die spelen op regionaal of traject niveau kunnen niet door het keuzemodel beoordeeld worden

hieronder kan de weging van de hoofdcriteria en de onderlinge weging van de subcriteria worden vastgesteld

bij de weging gaat het in eerste instantie om de LNC-waarden waarmee tijdens het ontwerp rekening gehouden moet worden
daarnaast moeten ook waarden die inherent zijn aan een constructievariant beoordeeld worden
het is derhalve af te raden het (onderlinge) gewicht op nul te zetten, deze waarden worden anders namelijk niet meer beoordeeld

Relatieve gewicht van de LNC sub- en hoofdcriteria en waardering van bestaande elementen

	gewicht LNC	onderlinge gewicht subcriteria	eventuele toelichting beoordeelde subcriteria
Landschap	10	10 samenhang waarneembare elementen en patronen 10 samenhang vorm en functie 10 afleesbaarheid natuurlijk systeem 10 afleesbaarheid ontwikkelingsgeschiedenis 10 visuele samenhang	
Natuur	10	10 kenmerkendheid 10 zeldzaamheid 10 diversiteit 10 kansrijkheid 10 vervangbaarheid	
Cultuurhistorie	10	10 zeldzaamheid 10 authenticiteit 10 samenhang 10 kenmerkendheid 10 symboliek	

berekende weegset:

Landschap	33%
Natuur	33%
Cultuurhistorie	33%

Overige beoordelingsaspecten

hieronder kan de onderlinge weging van de overige beoordelingsaspecten worden vastgesteld
criteria die niet benoemd zijn op het tabblad basisgegevens worden niet in de beoordeling meegenomen

	gewicht	weegset	eventuele toelichting
Arbo	10	100%	
-	10	-	
-	10	-	
-	10	-	
-	10	-	
-	10	-	
-	10	-	
-	10	-	
-	10	-	
-	10	-	

Keuzemodel kust- en oeverwerken - Resultaten in detail

Alle gegevens zijn per strekkende meter constructie. De vergelijking is op basis van een constructielevensduur van 50 jaar.
Bij alle criteria geldt: des te hoger de score, des te slechter het resultaat

LCA

Criterium	Eenheid	Constructie			
		Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
Humane gezondheid <small>(exclusief geluid en stank)</small>	DALY	1,7E-03	2,4E-03	4,2E-04	3,4E-04
Carcinogenen	DALY	2,2E-05	1,6E-04	1,5E-05	9,3E-06
Respiratie organisch	DALY	4,0E-06	5,4E-06	5,1E-07	1,1E-06
Respiratie anorganisch	DALY	8,8E-04	1,9E-03	2,3E-04	2,5E-04
Klimaatverandering	DALY	8,1E-04	2,9E-04	1,7E-04	7,6E-05
Straling	DALY	2,4E-07	3,4E-08	2,9E-07	3,8E-08
Ozoniaag	DALY	4,8E-07	1,0E-06	8,6E-08	7,0E-08
Geluid	DALY	1,3E+00	6,6E+00	2,0E+02	1,3E+00
Stank	m³	1,1E+07	1,8E+06	1,0E+07	6,3E+05
Ecosysteemkwaliteit	PDF*m²jr	6,5E+02	8,7E+02	2,1E+03	7,4E+02
Ecotoxiciteit	PDF*m²jr	1,4E+02	7,5E+02	1,7E+03	1,1E+02
Verzuring/vermesting	PDF*m²jr	4,9E+01	8,9E+01	1,2E+01	1,4E+01
Landgebruik	PDF*m²jr	4,6E+02	3,5E+01	4,3E+02	6,1E+02
Grondstoffen	MJ surplus	2,5E+03	2,4E+03	1,0E+03	4,8E+02
Mineralen	MJ surplus	4,7E-01	1,7E+00	2,5E+01	7,9E-02
Fossiele brandstoffen	MJ surplus	2,5E+03	2,4E+03	1,0E+03	4,8E+02
Bulkgrondstoffen	-	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Biotische grondstoffen	1/jr	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00

Datakwaliteit	Constructie			
	Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
ongewogen				
Betrouwbaarheid	88%	88%	85%	87%
Volledigheid	87%	87%	87%	86%

Effecten t.g.v. wegverkeer
Lucht verontreinigd tot aan de geurdrempel

Bij de normalisatie en weging van de LCA-criteria zijn een aantal subcriteria buiten beschouwing gelaten. De (eventuele) score hiervan is dus niet meegewogen. Het gaat om de volgende criteria: geluid, stank, uitputting biotische grondstoffen en uitputting bulkgrondstoffen.

De scores zijn opgeteld voor de drie hoofdcriteria. Vervolgens zijn ze genormaliseerd op basis van de normalisatiewaarden zoals die horen bij de Eco-indicator 99 methode (hierarchical perspectief).

Genormaliseerde score

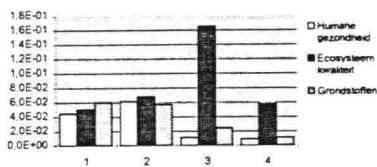
Criterium	eenheid	weging	Constructie			
			Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
Humane gezondheid	DALY	40%	1,11E-01	1,53E-01	2,72E-02	2,18E-02
Ecosysteemkwaliteit	PDF*m²jr	40%	1,3E-01	1,7E-01	4,1E-01	1,4E-01
Grondstoffen	MJ surplus	20%	3,0E-01	2,9E-01	1,2E-01	5,8E-02
Gewogen genormaliseerde score			1,6E-01	1,9E-01	2,0E-01	7,8E-02

Gewogen genormaliseerde score

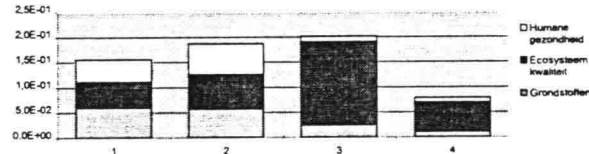
Datakwaliteit	Constructie			
	Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
gewogen				
Betrouwbaarheid	88%	88%	85%	87%
Volledigheid	87%	87%	87%	86%

Doordat een aantal criteria niet in de beoordeling is meegenomen is de ongewogen volledigheid van Humane gezondheid en Grondstoffen beperkt tot maximaal 87,5% respectievelijk 50%. Uiteindelijk leidt dit tot de bovenstaande gewogen scores.

Genormaliseerde score



Gewogen genormaliseerde score



LNC

De criteria zijn beoordeeld op een relatieve schaal van zeer positief (++) tot zeer negatief (-), neutraal is "0".

Criterium	subweging	Constructie			
		Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
Landschap					
samenhang waarneembaar	20%	0	0	0	0
samenhang vorm en functie	20%	0	0	0	0
afleesbaarheid nat systeem	20%	0	0	0	0
afleesbaarheid ontwikkeling	20%	0	0	0	0
visuele samenhang	20%	0	0	0	0
Natuur					
kenmerkendheid	20%	0	0	0	0
zeldzaamheid	20%	0	0	0	0
diversiteit	20%	0	0	0	0
kansrijkheid	20%	0	0	0	0
vervangbaarheid	20%	0	0	0	0
Cultuurhistorie					
zeldzaamheid	20%	0	0	0	0
authenticiteit	20%	0	0	0	0
samenhang	20%	0	0	0	0
kenmerkendheid	20%	0	0	0	0
symboliek	20%	0	0	0	0

De scores zijn gewogen opgeteld voor de drie hoofdcriteria. Vervolgens zijn ze genormaliseerd op basis van de uitgangssituatie. De uitgangssituatie (neutrale score) is daarbij op 100 geïndexeerd, "-" resulteert daarbij in 175 en "++" in 25.

Genormaliseerde score

Criterium	weging	Constructie			
		Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
Landschap	33%	100	100	100	100
Natuur	33%	100	100	100	100
Cultuurhistorie	33%	100	100	100	100

Datakwaliteit	Constructie			
	Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
ongewogen				
Betrouwbaarheid	100%	100%	100%	100%
Volledigheid	100%	100%	100%	100%

Datakwaliteit	Constructie			
	Zakris	Storkris	Paalkris	Paalkris
gewogen				
Betrouwbaarheid	100%	100%	100%	100%
Volledigheid	100%	100%	100%	100%

Keuzemodel kust- en oeverwerken - Resultatenoverzicht

Alle gegevens zijn per strekkende meter constructie. De vergelijking is op basis van een constructielevensduur van 50 jaar. Bij alle criteria geldt: des te hoger de score, des te slechter het resultaat.

LCA, LNC en overige criteria

Hieronder zijn de per constructie de eindresultaten per criterium weergegeven. Deze scores zijn al genormaliseerd en gewogen met de weegfactoren voor LCA, LNC en overige criteria. Een meer gedetailleerd overzicht van de afzonderlijke scores van de (on)gewogen subcriteria staat op het tabblad resultaten detail.

Eindscore

Criterium	Constructie			
	Ziekte	Storings		Paalkrib
LCA	0,16	0,19	0,20	0,08
LNC	100	100	100	100
overige	100	100	100	100

Gebruikte weegsets op hoofdcriteria:

LCA: Humane gezondheid 40%, Eco-systeemkwaliteit 40%, Grondstoffen 20%
LNC: Landschap 33%, Natuur 33%, Cultuurhistorie 33%
overige: Alleen airbo voor 100%

Bij de normalisatie en weging van de LCA-criteria zijn een aantal subcriteria buiten beschouwing gelaten. De (eventuele) score hiervan is dus niet meegewogen. Het gaat om de volgende criteria: geluid, stank, uitputting biotische grondstoffen en uitputting bulkgrondstoffen.

Datakwaliteit	Constructie			
	Ziekte	Storings		Paalkrib
betrouwbaarheid				
LCA	88%	88%	85%	87%
LNC	100%	100%	100%	100%
overige	100%	100%	100%	100%
volligheid				
LCA	87%	87%	87%	86%
LNC	100%	100%	100%	100%
overige	100%	100%	100%	100%

Kosten

De kosten hieronder zijn berekend met een discontovoet van 4,75 %, een prijsindexcijfer van 100. Staartkosten en BTW zijn niet in de beschouwing meegenomen.

Netto contante waarde

	Constructie			
	Ziekte	Storings		Paalkrib
Matenaal inclusief aanbrengen	764	2.137	238	284
Vervangingen	124	-	107	98
Onderhoudskosten	417	1.171	257	154
Sloopkosten	68	61	40	3
Restwaarde	-	-	-	-
Bijkomende kosten	-	-	-	-
Totaal over levensduur	1.374	3.369	643	538

Afschrijven en reserveren voor jaar 0

	Constructie			
	Ziekte	Storings		Paalkrib
	15	43	5	6
	2	-	2	2
	8	23	5	3
	1	1	1	0
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Totaal	27	67	13	11

Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen Grond-, Weg- en Waterbouw

Er is alleen beoordeeld aan welk deel van de materiaal- en constructiegebonden maatregelen de constructies voldoen. De maatregelen die betrekking hebben op de voorbereiding van het project, of het beheer nademaal zijn niet beoordeeld.

Aandeel

Maatregel	Constructie			
	Ziekte	Storings		Paalkrib
voldaan				
Vast	14%	14%	7%	14%
Vanabel	10%	0%	5%	0%

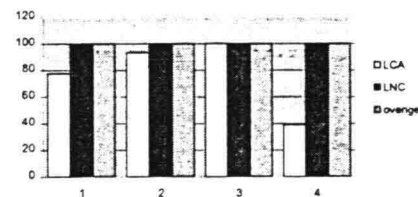
Optionele multicriteria-analyse

De multicriteria-analyse (MCA) is een instrument waarmee de eindscores van de verschillende beoordelingsaspecten ten opzichte van elkaar gewogen kunnen worden. De MCA is optioneel. De verschillende constructies kunnen ook worden afgewogen door gebruik te maken van het overzicht van de resultaten per constructie. Om de hier weergegeven scores binnen een MCA met elkaar te kunnen vergelijken is het nodig om de gegevens in vergelijkbare eenheden uit te drukken. Dit is gedaan door per criterium de score te delen door de maximale score van de alternatieven. Het alternatief met de slechtste score is daarbij op 100 gezet. De andere alternatieven zijn ten opzichte van hiervan geïndexeerd.

Gestandaardiseerde eindscore

Criterium	Relatief gewicht	Berekende weegset	Constructie			
			Ziekte	Storings		Paalkrib
LCA	10	33%	77	93	100	39
LNC	10	33%	100	100	100	100
overige	10	33%	100	100	100	100
Gewogen gestandaardiseerd			92	98	100	80

Gestandaardiseerde eindscore



Welk alternatief als beste uit de MCA komt is sterk afhankelijk van de gebruikte standansatie methode en de wegingsmethode. Voor de MCA hierboven is uitgegaan van de gewogen gesommeerde methode.

Gewogen gestandaardiseerde eindscore

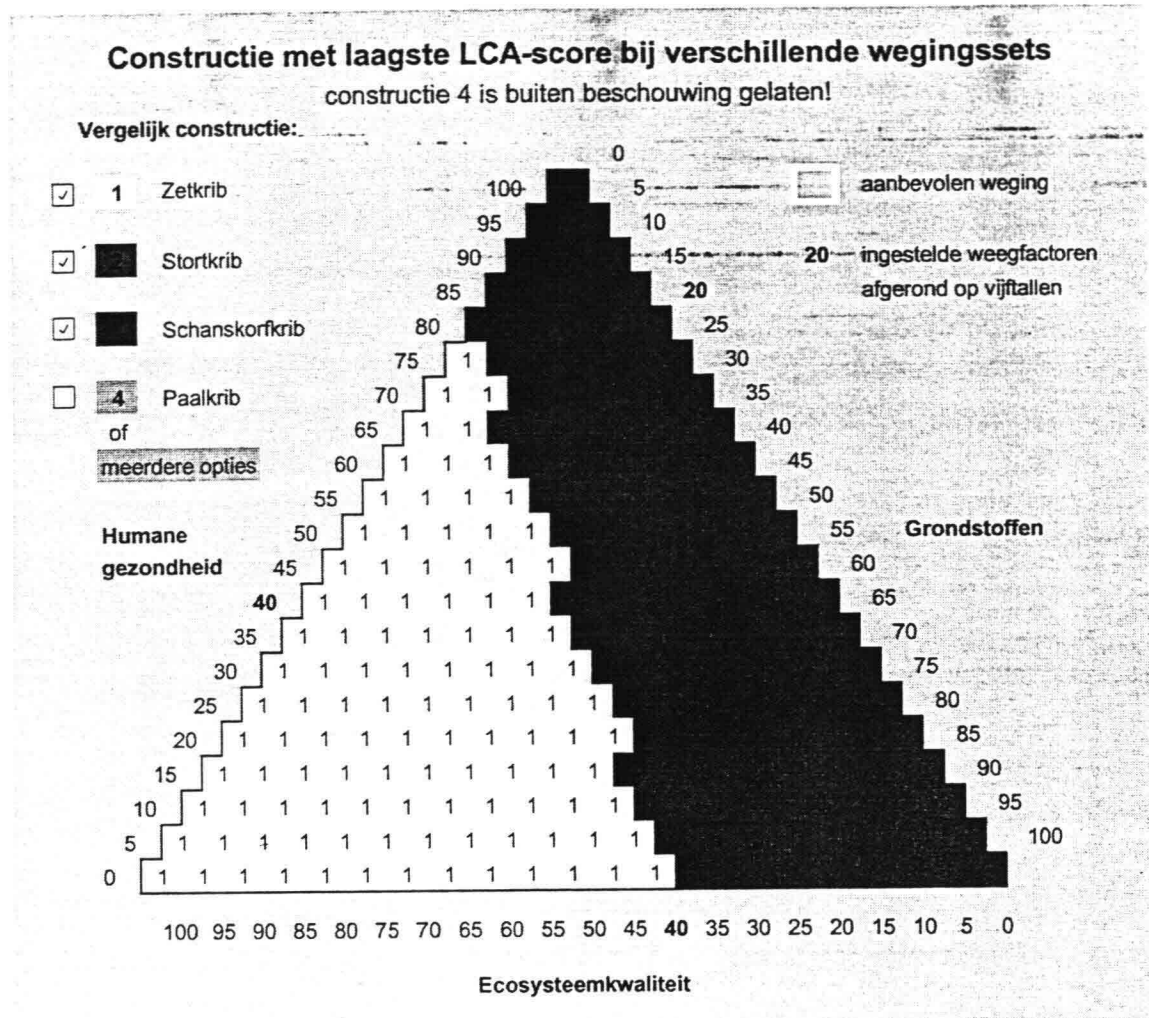


Keuzemodel kust- en oeverwerken - Analyse gebruikte weegset LCA

Ongewogen genormaliseerd	gebruikte weegset	Constructie			
		1	2	3	4
Humane gezondheid	40%	0,11	0,15	0,03	0,02
Ecosysteemkwaliteit	40%	0,13	0,17	0,41	0,14
Grondstoffen	20%	0,30	0,29	0,12	0,06

Een toelichting treft u onderaan de figuur

Hiernaast zijn de scores op hoofdcriteria te zien van de beoordeelde ontwerpvarianten. De gebruikte weegset is hiernaast en -onder in rood weergegeven.



Toelichting gebruik weegdriehoek

In de driehoek zijn alle mogelijke weegsets weergegeven waarmee de drie genoemde hoofdcriteria gewogen kunnen worden. Vervolgens is voor elke weegset berekend en in kleur en cijfers weergegeven welke van de linksbovenaan geselecteerde ontwerpvarianten als laagste (en daarmee als beste) scoort. Met de groene kleur wordt zowel weergegeven dat variant 4 de laagste score heeft als de situatie waarin verschillende varianten dezelfde beste score hebben. Rechtsbovenaan is aangegeven hoeveel ontwerpvarianten er maximaal zijn die dezelfde beste score hebben.

Met het witte vierkant is de aanbevolen weegset voor de LCA-beoordeling aangegeven. Met de rode cijfers is aangegeven welke weegset (afgerond op vijftallen) door u is gebruikt. De ontwerpvariant die het beste scoort bij deze weegset vindt u op het kruispunt van de lijnen vanaf de rode scores. Vanaf links gaat u horizontaal naar rechts, vanaf rechts schuin naar linksonder parallel aan de linkerzijlijn en vanaf de onderzijde schuin naar linksboven parallel aan de rechterzijlijn.

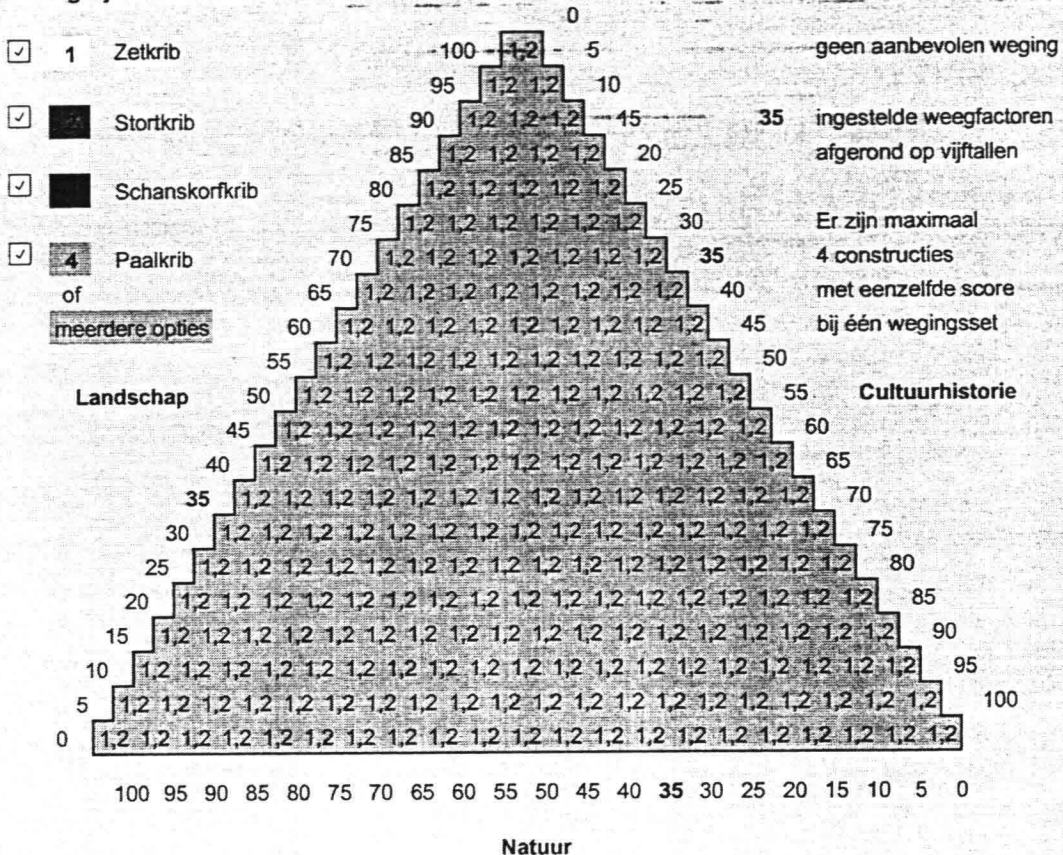
Toelichting op weergegeven resultaat >>

Analyse gebruikte weegset LNC

Ongewogen genormaliseerd	gebruikte weegset	Constructie			
		1	2	3	4
Landschap	33%	100	100	100	100
Natuur	33%	100	100	100	100
Cultuurhistorie	33%	100	100	100	100

Constructie met laagste LNC-score bij verschillende wegingssets

Vergelijk constructie:



Toelichting weergegeven resultaten

- n. Indien de hele driehoek met één kleur is gevuld, maakt het niet uit welke weegset je gebruikt. Bij alle mogelijke weegsets heeft dit ontwerp de laagste gewogen score en is daarmee het beste. Indien er echter meerdere kleuren in de driehoek zichtbaar zijn, zijn er afhankelijk van de weegset meerdere beste ontwerpen. Wanneer de door u gebruikte weegset zich in het midden van een gekleurd vlak bevindt, doet de gekozen weegset er niet zo veel toe. Een iets andere weegset zal namelijk niet tot een ander beste ontwerp leiden. Indien de gekozen weegset echter dichtbij het grensvlak met een andere kleur of waarde ligt, zijn de verschillende ontwerpen bijna gelijk. De ontwerpvariant die op het tabblad resultaten (kort of detail) als beste uit de bus komt, is dan niet zonder meer de b

Keuzemodel kust- en oeverwerken - Nationaal Pakket DuBo GWW

Maatregelenlijst Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen Grond-, Weg- en Waterbouw Alleen de maatregelen die van toepassing zijn voor de waterbouw

code	omschrijving maatregel	vast	variabel	fase	1: Zetkrib	2: Stortkrib	3: Schanskorfkr	4: Paalkrib
	Percentage materiaal- en constructiegebonden maatregelen waaraan is voldaan	X		matenaalgebruik en constructie	14%	14%	7%	14%
			X	constructie	10%	0%	5%	0%
G001	Baseer het bouwplan op een gesloten grondbalans		X	constructie				
G002	Bescherm aanwezige landschaps-, natuur- en cultuurhistorische waarden tijdens werkzaamheden	X		constructie				
G003	Gebruik geluid-, geur-, stof- en trillingsarme uitvoeringsmethoden		X	constructie				
G004	Ontwikkel nieuwe verbindingzones voor flora en fauna		X	constructie				
G005	Zorg dat de bij reconstructie, onderhoud en sloop van objecten vrijkomende materialen geschikt zijn voor de technisch meest hoogwaardige vorm van hergebruik	X		constructie	X	X	X	X
G006	Ontwerp civiele werken zodanig dat geschikte vestigings- en verblijfplaatsen voor flora en fauna ontstaan		X	constructie				
G007	Creëer passagemogelijkheden voor fauna		X	constructie				
G009	Voer natuurtechnisch beheer uit voor het gehele (dijk)profiel		X	beheer				
G010	Laat bij watergangen natuurlijke processen hun gang gaan en herstel natuurlijke profielen		X	constructie				
G011	Pas in cementbetonwegen, betonelementenverhardingen en funderingslagen uitgevoerd in beton secundaire grondstoffen (toeslagmaterialen) toe		X	materiaalgebruik				
G012	Pas in beton voor kunstwerken secundaire grondstoffen (toeslagmaterialen) toe		X	materiaalgebruik				
G013	Pas in ophogingen en aanvullingen secundaire materialen toe		X	materiaalgebruik			X	
G015	Stem de duurzaamheidsklasse van het hout per geval af op de beoogde toepassing		X	constructie				
G016	Indien hout wordt toegepast, pas dan duurzaam geproduceerd hout toe		X	materiaalgebruik	X			
G017	Realiseer natuurvriendelijke oevers		X	constructie				
G018	Stel een beheerplan op voor groenvoorzieningen		X	beheer				
G019	Stel een inrichtings- en inpassingsplan op voor civieltechnische en/of cultuurtechnische werken		X	constructie				
G020	Pas in wegverhardingen secundaire materialen toe		X	materiaalgebruik				
G021	Pas in asfaltverhardingen secundaire materialen toe		X	materiaalgebruik				
G024	Gebruik secundair materiaal voor de bekleding van oevers		X	materiaalgebruik				
G029	Voer maaiwerkzaamheden zodanig uit dat de aanwezige fauna kans heeft zich te handhaven en de diversiteit van de vegetatie niet afneemt		X	beheer				
G030	Beperk het afvoeren van groenrestproducten		X	beheer				
G032	Zorg voor afstemming met andere werken op of nabij de locatie van het werk		X	voorbereiding				
G035	Pas bij onderhoud materialen toe die afgestemd zijn op de verwachte (rest)levensduur van de totale constructie		X	constructie				
G037	Stel een milieuzorgplan verplicht bij de uitvoering van werken		X	constructie				
G053	Minimaliseer de uitvoeringstijd en het ruimtebeslag van een werk, teneinde overlast te beperken		X	constructie				
G056	Gebruik voor beton waar dit mogelijk is klinkerarme cementsoorten		X	materiaalgebruik				
G057	Pas een open planproces toe		X	voorbereiding				
G058	Gebruik tijdens de uitvoering ontkistingsmiddelen op plantaardige basis; gebruik deze producten zuinig		X	constructie				
G059	Inventariseer de natuurlijke, landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden in de omgeving van het GWW-object		X	voorbereiding				
G060	Integreer de bekistingsfunctie in de constructie		X	constructie				
G061	Optimaliseer de levensduur door planmatig onderhoud		X	beheer				
G063	Gebruik bij oeverbeschoeiingen vernieuwbare of gerecyclede materialen		X	materiaalgebruik				
G064	Gebruik voor oever- en bodembeschermingen zink- en kraagstukken van vernieuwbare grondstoffen		X	materiaalgebruik				
G065	Zorg dat de onderdelen van civiele werken herbruikbaar zijn		X	constructie	X	X		X
G066	Gebruik gras als bekleding van dijken		X	materiaalgebruik				
G067	Win herbruikbaar zand uit verontreinigde baggerspecie		X	materiaalgebruik				
G068	Voorkom overdimensionering door toepassen van risicoanalyse/ probabilistisch ontwerpen		X	voorbereiding				
G069	Hergebruik waterbouwkundige elementen		X	constructie				
G070	Gebruik in zoute wateren bekledingsblokken voor glooiingen met een aangepaste, aangroeibare toplaag ('ecoblokken')		X	materiaalgebruik				
G071	Voer grondwerk natuurtechnisch uit		X	constructie				
G072	Maak gebruik van verdedigende eigenschappen van oeverplanten in oeverbeschermingen		X	materiaalgebruik				
G087	Pas zoveel mogelijk vernieuwbare grondstoffen toe		X	materiaalgebruik	X			
G088	Veranker duurzaam bouwen in de projectorganisatie		X	voorbereiding				



De Dienst Weg- en Waterbouwkunde is de adviesdienst van Rijkswaterstaat voor techniek en milieu voor de weg- en waterbouw.

De dienst adviseert, onderzoekt en draagt kennis over in de constructieve weg- en waterbouw, de natuur- en milieutechniek van fysieke infrastructuur, waterkeringen en watersystemen, en de grondstoffenvoorziening voor de bouw, inclusief de milieu-aspecten.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Rijkswaterstaat,

Postadres: Postbus 5044
2600 GA Delft

Bezoekadres: Van der Burghweg 1
2628 CS Delft,

telefoon (015) 251 83 08
Telefax: (015) 251 85 55
E-mail: dwwmail@dww.rws.minvenw.nl
Internet: www.minvenw.nl/rws/dww/home/

DWW-2001-052