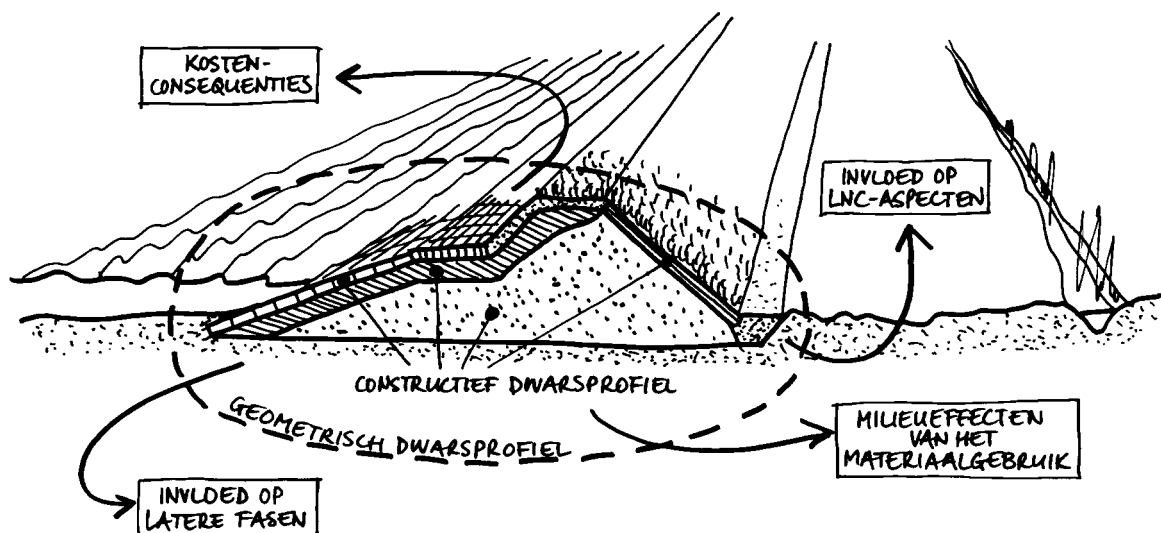


Keuzemodel kust- en oeverwerken

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

eindrapport definitief versie 1.0



25 juni 2001

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

“De Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat (DWW), en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de in deze publicatie opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Het rijk sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien.”

© Het auteursrecht van deze publicatie berust bij Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

project 586 **Keuzemodel Kust- en Oeverwerken**
eindrapport
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: 586.01.06.042/rl&ad
versie: definitief, versie 1.0
datum: 25 juni 2001

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

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)
ir. B.W.A.H. Parmet (DWW)
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

SAMENVATTING

DEFINITIES

1	INLEIDING	11
1.1	Achtergrond	11
1.2	Doelstelling	12
1.3	Gebruik	12
1.4	Technisch inhoudelijke aspecten.....	15
1.5	Leeswijzer	17
2	WERKING VAN HET MODEL.....	19
2.1	Basisgegevens	19
2.2	Invoer geometrisch dwarsprofiel.....	20
2.3	Ontwerpvarianten.....	20
2.4	Resultaten kort.....	21
2.5	Resultaten detail	21
2.6	Weging.....	22
2.7	Analyse gebruikte weegset	23
2.8	Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW	23
3	DATA	25
3.1	Herkomst van defaultdata.....	25
3.2	Verzamelen van aanvullende gegevens	28
4	WEGING VAN CRITERIA	29
4.1	Weegfactoren	29
4.2	Multicriteria-analyse	30
4.3	Gevoeligheidsanalyse van gebruikte weegsets	30
5	VOORBEELDEN VAN RESULTATEN.....	33
5.1	Casus 1 – Dijken in Zeeland.....	33
5.2	Casus 2 – Kribben in Oost-Nederland	36
6	SLOTOPMERKINGEN EN AANBEVELINGEN.....	39

BRONNENLIJST

BIJLAGEN

SAMENVATTING

Milieuaspecten, natuurwaarden en de landschappelijke impact van een werk spelen een steeds grotere rol in het ontwerp en de realisatie van projecten van Rijkswaterstaat. De Leidraad Keuzemethodiek Dijk- en Oeverbekledingen I en II, die eind jaren tachtig verscheen, was een eerste aanzet tot het afweegbaar maken van milieuaspecten bij waterbouwkundige constructies. Sindsdien zijn er verschillende onderzoeken gedaan en publicaties verschenen waarin het ontwikkelen van een integrale afwegingsmethodiek centraal staat. Als voorbeeld kan ook de Leidraad Zee- en Meerdijken genoemd worden waarin milieuaspecten, met name natuurwaarden, standaard opgenomen zijn als aandachtspunt bij de ontwikkeling van zee- en meerdijken.

In opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) heeft het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) een keuzemethodiek ontwikkeld waarmee milieueffecten, kosteneffecten, effecten op landschappelijke, natuur- en cultuurhistorische (LNC-) waarden en overige aspecten bij het ontwerp van waterbouwkundige constructies inzichtelijk worden gemaakt.

Het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken richt zich op het ontwerp van waterbouwkundige constructies langs en in zee, meren, rivieren en kanalen. Het gaat om de fase waarin het geometrisch dwarsprofiel wordt vastgesteld en waarin het kust- en oeverwerk constructief wordt ontworpen. Er kunnen maximaal vier ontwerpvarianten tegelijkertijd beoordeeld worden.

De structuur en afwegingsmethodiek van het model zijn zo inzichtelijk dat ontwerpers, beleidsmedewerkers, beslissers en beheerders het keuzemodel kunnen raadplegen. Bij maatschappelijke discussies kan het keuzemodel gebruikt worden om effecten van keuzes inzichtelijk te maken of om standpunten te onderbouwen.

Van de beoordeelde ontwerpvarianten wordt door het keuzemodel inzicht verschaft in:

- milieueffecten van de toegepaste materialen beoordeeld over de gehele levenscyclus;
- effecten op LNC-waarden (vastliggende deelaspecten, beoordeling door de gebruiker);
- kosteneffecten over de gehele levenscyclus;
- effecten op overige aspecten (keuze van deelaspecten en beoordeling door de gebruiker);

Het keuzemodel laat scores op deze verschillende onderdelen zien, waardoor zichtbaar is hoe de verhoudingen liggen en op welke punten mogelijke verbeteringen doorgevoerd kunnen worden. Eventuele specifieke gevolgen voor aanleg, beheer en onderhoud zijn eveneens inzichtelijk.

Het keuzemodel is in verschillende lagen opgebouwd zodat een gebruiker afhankelijk van zijn informatiebehoefte voor zichzelf een vergelijking kan maken tussen een aantal ontwerpvarianten. Voor deskundige gebruikers van het model is voor de beoordeelde LNC-waarden en LCA-aspecten middels wegingsdriehoeken snel inzichtelijk hoe de gevoeligheid van de uitkomsten afhankelijk is van de gekozen weegfactoren. Tevens wordt voor de milieubeoordeling (bij de geselecteerde weegset) en voor de kostenbeoordeling automatisch een zwaartepuntanalyse uitgevoerd ("welke onderdelen uit de constructie bepalen het resultaat?"). Deskundigen kunnen ook uit de voeten met de tabellen met uitkomsten, waarin nog geen normalisatie of weging van de resultaten is toegepast. Gebruikers die minder gespecialiseerd zijn zullen vooral naar de samenvatting van de resultaten kijken.

DEFINITIES EN AFKORTINGEN

A&R (-methode)	(methode van) <i>afschrijven en reserveren</i>
Afschrijven en reserveren	Het uitsmeren van alle <i>levensduurkosten</i> tot vaste jaarlijkse kosten
Arbo	Arbeidsomstandigheden
Betaversie	Nog niet uitontwikkeld prototype (van toepassing op een computerprogramma)
Constructief dwarsprofiel	<i>Dwarsprofiel</i> waarin alle in het ontwerp gebruikte materialen zijn aangegeven
Constructieonderdeel	Elk afzonderlijk te onderscheiden <i>materiaal</i> dat in een constructie wordt gebruikt
Default (waarde)	Een standaardwaarde die wordt gebruikt als de gebruiker geen aanpassingen doet
Disconteringsvoet	De rentevoet die gebruikt wordt om toekomstige kosten te berekenen volgens <i>A&R</i> of <i>NCW</i>
Dubo	Afkorting van <i>duurzaam bouwen</i>
Dubo-maatregelen	Maatregelen die passen binnen de definitie van <i>duurzaam bouwen</i>
Duurzaam	Passend binnen de definitie van <i>duurzame ontwikkeling</i> of <i>duurzaam bouwen</i>
Duurzaam bouwen	Een manier van bouwen waarbij de milieu- en gezondheidseffecten ten gevolge van het bouwen en de gebouwde omgeving tot een minimum worden beperkt
Duurzame ontwikkeling	Een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie zonder daarmee voor toekomstige generaties de mogelijkheden in gevaar te brengen om ook in hun behoeften te voorzien
Dwarsprofiel	Dwarsdoorsnede van een ontwerp, platte projectie
Effectscore	Getal dat de potentiële bijdrage van een proces, groep processen of <i>productsysteem</i> aan een gekozen <i>I</i> weergeeft.
Functionele eenheid	De specificatie van de (niet-materiële) functie van een <i>product (systeem)</i> , als basis voor de selectie van één of meer producten die deze functie kunnen vervullen; de functievervulling is gerelateerd aan een bepaalde levensduur (in het keuzemodel wordt voor de functionele eenheid uitgegaan van één strekkende meter van de constructie haaks op het dwarsprofiel. De constructie moet voldoen aan de functie-eisen; de levensduur is aanpasbaar)
Geometrisch dwarsprofiel	<i>Dwarsprofiel</i> waarin alleen de buitenlijn van het ontwerp zichtbaar is
Gevoeligheidsanalyse	Een analyse waarbij het resultaat van een berekening wordt geanalyseerd op zijn gevoeligheid voor kleine veranderingen in de aannames, of voor varianten binnen het veronderstelde geldigheidsbereik van de aannames
Gewicht	(in geval van multicriteria-analyses:) de zwaarte die aan een criterium wordt toegekend bij een beoordeling met meerdere criteria (gelijk aan 'weegfactor')
GWW	Grond-, weg- en waterbouw
LCA	(milieugerichte) <i>levenscyclusanalyse</i>
LCC	Life cycle costing oftewel <i>levensduurkosten</i>
Levenscyclusanalyse	(milieugerichte) gedeelte van een (omvattende) levenscyclusanalyse, waarbij alleen de gevolgen voor het milieu in beschouwing worden genomen. (omvattende) beschouwing over één of meer aspecten van een product, proces, etc., waarbij de gehele levenscyclus van het onderzochte in de beschouwing voorkomt en verschillende aspecten (zoals milieu, kosten en veiligheid) worden betrokken; fasen in de levenscyclus zijn winning, productie, gebruik en verwerking na afdanking, inclusief de afvalverwerking uit deze fasen. (eenvoudiger gesteld:) een analyse van alle <i>milieueffecten</i> die tijdens de gehele levensduur (<i>van wieg tot graf</i>) van een materiaal of product optreden
Levensduurkosten	Alle kosten die gedurende de gehele levensduur ten behoeve en ten gevolge van een object optreden; hieronder vallen o.a. de aanschaf- en aanlegkosten, onderhoudskosten en verwijderingskosten bij sloop
LNC	Landschap, natuur en cultuurhistorie
Materiaal	Bouwstof zoals die wordt toegepast in een werk
Milieueffecten	De doorwerking van een <i>milieuingreep</i> binnen het <i>milieusysteem</i>
Milieuingreep	De fysieke wisselwerking tussen een <i>productsysteem</i> en het <i>milieusysteem</i> , in termen van onttrekkingen van grondstoffen, emissies van stoffen naar de verschillende milieucompartimenten, het ruimtebeslag van afval en installaties, etc.
Milieuprofiel	De lijst met de <i>effectscores</i> op alle <i>milieueffecten</i> behorende bij de levenscyclus van het onderzochte product
Milieusysteem	Het milieu inclusief alle processen die er in het milieu spelen.
Multicriteria-analyse	Methode voor beoordeling van alternatieven, met meer dan één criterium, waarbij door <i>weging</i> van de verschillende criteria per alternatief een eindscore wordt berekend
NCW (-methode)	<i>Netto contante waarde(-methode)</i>

Netto contante waarde	De omgerekende waarde van kosten op een later tijdstip naar de prijs van nu
Normalisatie	Het door deling relateren van een <i>effectscore</i> aan de omvang van het desbetreffende effect zoals dat in een bepaald gebied gedurende een bepaalde tijdperiode op grond van dezelfde methode voorspeld wordt
Productsysteem	Het geheel van processen, met stromen van goederen en diensten, die bijdragen aan de totstandkoming van de levenscyclus van een functionele eenheid; het productsysteem omvat de gehele levenscyclus
Van wieg tot graf	De gehele levensduur: van exploratie en winning tot en met sloop- en afvalfase
Weging	Het proces van toekenning van <i>weegfactoren</i> of <i>gewichten</i> aan criteria
Weegfactor	De zwaarte die aan een criterium wordt toegekend bij een beoordeling met meerdere criteria (als 'gewicht')

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

De ruimtelijke inpassing van werken is al enkele decennia een belangrijk vraagstuk voor de civiel ingenieur. In de waterbouw is hiervoor de term 'LNC-waarden' ingeburgerd, waarin LNC staat voor landschap, natuur en cultuurhistorie. Naast bescherming van deze waarden is het beleid ook gericht op stimuleren van de LNC-waarden.

Het belang hiervan is ook in beleidsnota's weergegeven. Het in 1990 vastgestelde Natuurbeleidsplan heeft als hoofddoelstelling duurzame instandhouding, herstel en ontwikkeling van natuurlijke en landschappelijke waarden. Het Structuurschema Groene Ruimte (1994) geeft aan dat planning en vormgeving van ruimtelijke structuren mede gebaseerd dienen te worden op de landschappelijke kenmerken, die bepalend zijn voor de identiteit van de verschillende landschapstypen en voor specifieke gebieden en elementen in het landschap. De nota 'Natuur voor mensen, mensen voor natuur' (2000) benadrukt dat naast aandacht voor ecologie en soortenrijkdom ook de bijdrage van natuur aan het menselijk welzijn. De nota Belvédère (1999) handelt over het belang van de cultuurhistorische identiteit voor de inrichting van de ruimte.

In de jaren '90 heeft men de opkomst van de term duurzaam bouwen gezien, die naast bovengenoemde aspecten het gebruik van energie en materialen omvat. In tegenstelling tot verbeteringen van de LNC-waarden is vermindering van het beslag op energie en materialen niet direct zichtbaar. Op het totaal van de milieueffecten in Nederland, of zelfs de hele wereld, is het effect van een individuele beslissing klein. Tal van individuele keuzes om de milieubelasting te verminderen leiden echter gezamenlijk tot vermindering van de milieudruk: vele kleintjes maken een grote. Door bij individuele beslissingen over bouwwerken de milieuaspecten mee te laten wegen worden de milieueffecten van de bouw als geheel verminderd.

Door de werkgroep 'milieumaten in de bouw' van het Milieuberaad voor de bouw (MBB) is in 1994 gekozen voor het gebruik van levenscyclusanalyse voor het operationaliseren van een indicator voor de milieudruk van bouwwerken. Men streeft naar het stimuleren van duurzaam materiaal- en grondstoffengebruik door een integrale benadering van de milieukwaliteit van bouwwerken. Dit wordt bijvoorbeeld bevestigd door het Beleidsprogramma Duurzaam Bouwen 2000-2004, waarin de ontwikkeling van instrumenten voor duurzaam beslissen in de bouw één van de projecten is.

In de B&U-sector is dit opgepakt via de ontwikkeling van keuzemodellen zoals EcoQuantum en GreenCalc en de ontwikkeling van een standaardmethode voor het verzamelen aan gegevens, het project MRPI (milieurelevante productinformatie). In opdracht van VROM wordt momenteel gewerkt aan het opstellen van een op LCA gebaseerde NEN-norm die gebruikt kan worden voor het reguleren van duurzaam bouwen via het Bouwbesluit. Veel van de ontwikkelingen uit de B&U-sector zijn aanpasbaar voor de GWW-sector.

De praktische uitwerking van het beleid is onder meer terug te vinden in de Leidraad Keuzemethodiek Dijk- en Oeverbekledingen I en II [TAW, 1986]. Dit was een eerste aanzet tot het afweegbaar maken van milieuaspecten bij waterbouwkundige constructies. Sindsdien zijn er verschillende onderzoeken gedaan en publicaties verschenen waarin het ontwikkelen van een integrale afwegingsmethodiek centraal staat. Als voorbeeld kan ook de Leidraad Zee- en Meerdijken [TAW, 1999] genoemd worden waarin milieuaspecten, met name natuurwaarden, standaard opgenomen zijn als aandachtspunt bij de ontwikkeling van zee- en meerdijken.

Het ontbreekt in Nederland niet aan ervaring met het ontwerpen van kust- en oeverwerken. Er zijn dan ook vele beproefde constructies denkbaar, waarmee het water buiten gehouden of in banen geleid kan worden: van zee- en meerdijken tot aan kribben en damwanden. In de waterbouw zijn er vaak veel mogelijke oplossingen die voldoen aan technische randvoorwaarden, zoals sterkte. Deze verschillende oplossingen kunnen goed met elkaar vergeleken worden als het gaat om aanlegkosten. Maar de keuze blijkt heel wat ondoorzichtiger te zijn op het moment dat er andere factoren meespelen, zoals

onderhoudskosten, milieueffecten of de effecten op landschappelijke, natuur- en cultuurhistorische waarden (LNC-waarden).

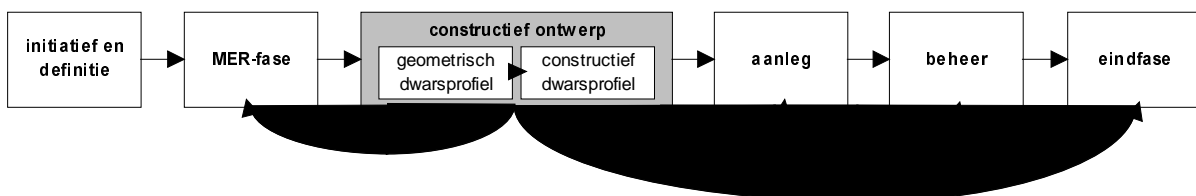
In dit kader is in mei 1999 door DWW het project Keuzemodel Kust- en Oeverwerken gestart (aanvankelijk met de projectnaam 'Keuzemethodiek Waterbouwkundige Constructies'). In de periode van juli 1999 tot en met juli 2001 heeft het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) een keuzemethodiek ontwikkeld waarmee milieueffecten, kosteneffecten, effecten op LNC-waarden en overige aspecten bij het ontwerp van waterbouwkundige constructies inzichtelijk worden gemaakt. In de zomer van 2000 zijn het eindrapport van de te hanteren keuzemethodiek en de betaversie 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 (DWW/NIBE 1) Tussen juli 2000 en juli 2001 is de betaversie van het computerprogramma getest en geoptimaliseerd met behulp van twee casestudies (DWW/NIBE 2 en 3) en een workshop (DWW/NIBE 4).

In het onderhavige rapport wordt uitgelegd hoe de integrale beoordelingsmethodiek voor kust- en oeverwerken werkt en wat de resultaten zijn.

1.2 Doelstelling

Het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken is een handzaam instrument voor ontwerpers, beheerders en beslissers in de waterbouw waarmee zij milieutechnische en financiële consequenties van de ontwerpen van kust- en oeverwerken kunnen meenemen en inzichtelijk kunnen maken.

Het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken richt zich op het ontwerp van waterbouwkundige constructies langs en in zee, meren, rivieren en kanalen. Het gaat om de fase waarin het geometrisch dwarsprofiel wordt vastgesteld en waarin het kust- en oeverwerk constructief wordt ontworpen (zie figuur 1.1). Daarbij wordt zowel gekeken naar de bovenlokale effecten van het ontwerp op het mondiale milieu als naar lokale effecten op de omgeving en latere fasen als aanleg, beheer en eindfase. Ook de kosten die optreden in alle levensfasen worden in de beoordeling meegenomen (levensduurkosten).



figuur 1.1: Plaatsing van het keuzemodel in het bouwproces van een kust- en oeverwerk

1.3 Gebruik

Beoordelingsaspecten

Van de gekozen ontwerpvarianten wordt door het keuzemodel inzicht verschaft in:

- milieueffecten van de toegepaste materialen (berekend door het programma);
- effecten op landschappelijke, natuur- en cultuurhistorische waarden (op vastliggende deelaspecten te beoordelen door de gebruiker en verder berekend door het programma);
- effecten op overige aspecten (keuze van deelaspecten en beoordeling door de gebruiker, berekening door het programma);
- kosteneffecten (berekend door het programma);

Het keuzemodel laat scores op deze verschillende onderdelen zien, waardoor zichtbaar is hoe de verhoudingen liggen en op welke punten mogelijke verbeteringen doorgevoerd kunnen worden. Eventuele specifieke gevolgen voor aanleg, beheer en onderhoud zijn eveneens inzichtelijk.

Gebruikers

De structuur en afwegingmethodiek van het model zijn zo inzichtelijk dat ontwerpers, beleidsmedewerkers, beslissers en beheerders het keuzemodel kunnen raadplegen.

Bij maatschappelijke discussies over kosten, milieuaspecten, LNC-waarden en eventuele overige aspecten kan het keuzemodel gebruikt worden om effecten van keuzes inzichtelijk te maken en om standpunten te onderbouwen.

Verantwoordelijkheid

Op dit moment moet de gebruiker zich zelf op de hoogte houden van de laatste ontwikkelingen met het keuzemodel. De gegevens die zijn gebruikt in de databases zijn met zo nauwkeurig mogelijk samengesteld, maar kunnen desalniettemin niet of slechts in beperkte mate representatief zijn voor de situatie die de gebruiker in het keuzemodel beoordeelt. De verantwoordelijkheid voor de gebruikte gegevens ligt volledig bij de gebruiker van het keuzemodel.

Benodigde deskundigheid

De ontwerper kan op vrij eenvoudige wijze de verschillende geometrische ontwerpen, gebruikte materialen, materiaalgegevens en kostengegevens in het model invoeren en/of aanpassen. De LCA-resultaten die daar uit voortkomen zijn in beginsel gebaseerd zijn op de aanbevolen weegset van LCA-gegevens in het keuzemodel. Indien de weegset voor LCA-gegevens wordt gewijzigd of handmatig wordt aangepast, strekt het tot de aanbeveling om een LCA-deskundige te raadplegen.

Bij de invoer van de LNC-gegevens kan door de ontwerper gebruik gemaakt worden van de "Handreiking inventarisatie en waardering LNC-aspecten – een methode voor beschrijving van en betekenistoekenning van LNC-aspecten" (TAW, 1994) waar meer achtergrond wordt gegeven over de beschrijving, inventarisatie en waardering van LNC-aspecten die een rol spelen bij het ontwerp. Voor het merendeel zullen de relevante LNC-aspecten echter al vastgelegd zijn in de MER-fase indien deze heeft plaats gevonden. Indien deze handreiking onvoldoende houvast biedt zal voor de waardering van LNC-aspecten een LNC-deskundige geraadpleegd moeten worden. Voor de aanpassing van de weegset van de LNC-gegevens is het noodzakelijk om een LNC-deskundige te raadplegen.

Voor een beleidsmaker of beslisser is met behulp van weegdriehoeken inzichtelijk gemaakt wat het effect is van de gekozen weegset (voor LCA en LNC) op het eindresultaat. De weegdriehoek is een automatische gevoeligheidsanalyse op de weging van de hoofdcriteria.

Voor een beslisser is het van belang te weten welke weegset bij de beoordeling gebruikt is. Voor de LCA kan in eerste instantie uitgegaan worden van de aanbevolen weegset. Welke weegset echter gebruikt wordt bij de definitieve afweging zal door de beslissers in samenspraak met een LCA- of LNC-deskundige bepaald moeten worden.

Een overzicht van de benodigde deskundigheid voor de verschillende onderdelen van het keuzemodel staat vermeld in tabel 1.1.

Tabel 1.1: Benodigde deskundigheid voor verschillende onderdelen van het keuzemodel

Onderdeel	Deskundigheid
Invoer ontwerpvarianten	Ontwerper
Invoer/aanpassen materiaal- en kostengegevens	Ontwerper
Invoer LNC waarderingen	Ontwerper en/of LNC-deskundige
Aanpassen weegset LCA	Beslisser in overleg met LCA-deskundige
Aanpassen weegset LNC	Beslisser in overleg met LNC-deskundige

Belang van weging

Weging van criteria roept nogal eens weerstand op. Het subjectieve karakter ervan wordt dan gebruikt als argument tegen iedere vorm van weging. Er vindt echter altijd een weging plaats. Weging zonder weegfactoren is een weging met alle weegfactoren gelijk aan 1.

Voor de LCA beoordeling is er in het keuzemodel een aantal standaard weegsets opgenomen. Voor de beoordeling van LNC-waarden en overige aspecten moet altijd een eigen weegset ingevoerd worden. Ook voor de LCA-beoordeling is dit echter mogelijk.

De vergelijking van verschillende constructies levert bij verschillende weegsets niet altijd een eenduidige voorkeur op voor één ontwerpvariant. Het eindoordeel hangt af van het gewicht dat men geeft aan de afzonderlijke criteria. Er bestaat geen methode om aan te geven wat 'beter' en wat 'slechter' is. De afwegingen zijn normatief. De samenleving bepaalt de manier waarop wij omgaan met het milieu en

LNC-waarden. Twintig jaar geleden werden andere accenten gelegd dan nu. Ook over twintig jaar zullen weer andere accenten worden gelegd. De afweging tussen verschillende criteria is dus niet objectief uit te rekenen. Dat geldt voor elke afweging die plaatsvindt, zowel voor de beoordeling van LCA-criteria, LNC-waarden, overige aspecten als voor de (optionele) multicriteria-analyse waarin het eindresultaat van de beoordeling op LCA, LNC en overige aspecten afgewogen kan worden.

Er rollen uit de verschillende beoordelingen dus geen absolute resultaten. Het keuzemodel is dan ook geen beslismodel, het is zuiver en alleen bedoeld als beslisondersteunend instrument.

Omdat er bij verschillende wegingen verschillende resultaten kunnen ontstaan lijkt een dergelijke afweging van criteria wellicht nutteloos. De kracht van een wegingsmethode ligt echter vooral in het feit dat de gebruiker gedwongen wordt om de keuzes en de wegingen expliciet te maken.

Juist omdat er nooit sprake is van één beste weging is het verstandig om de beoordeling van de verschillende criteria met meerdere weegsets uit te voeren. Door de verschillende resultaten met elkaar te vergelijken ontstaat er zicht op de mate waarin het eindresultaat afhankelijk is van de gehanteerde weegset. Soms treedt er nauwelijks of slechts in beperkte mate verschil op bij beoordelingen met verschillende weegsets. Er kan dan geconcludeerd worden dat de weging met de geselecteerde weegsets nauwelijks van invloed is op het eindresultaat. De verschillen in standpunten over hoe de verschillende onderdelen te wegen zijn dan niet van belang.

Een wegingsdriehoek is een hulpmiddel bij de beoordeling van verschillende wegingen. De wegingsdriehoek geeft automatische een gevoeligheidsanalyse van de gebruikte weging op het eindresultaat. De werking van een wegingsdriehoek wordt in paragraaf 4.3 nader uitgelegd.

Ook het uitvoeren van een gevoeligheids- en/of zwaartepuntanalyse kan bij de beoordeling nadere informatie verschaffen over de belangrijkste variabelen.

Toepasbaarheid

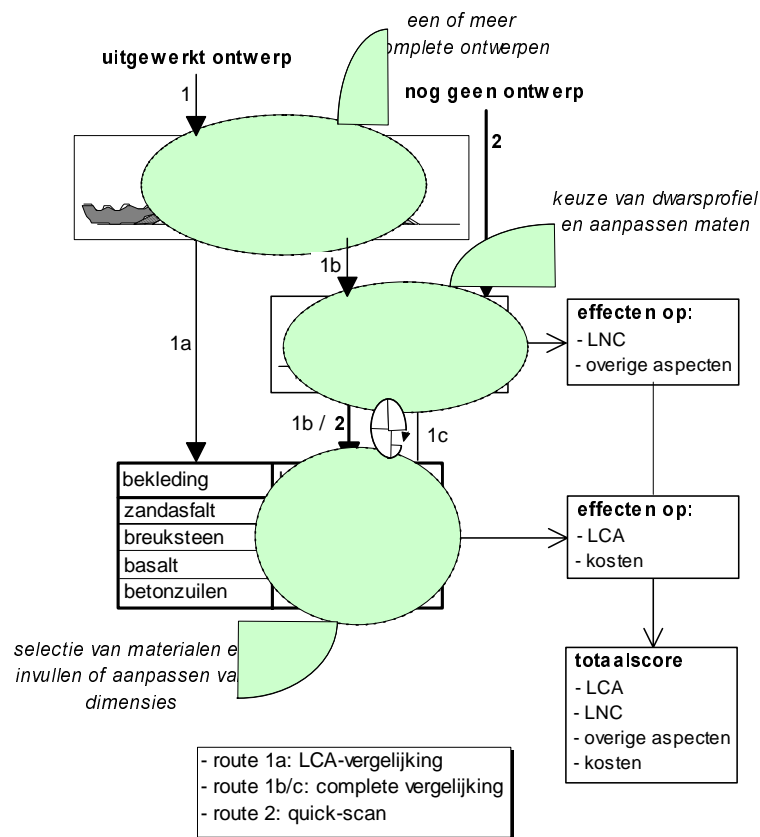
Het keuzemodel is voor alle kust- en oeverwerken te gebruiken:

- tijdens de ontwerpfase van een kust- of oeverwerk, waarin de geometrie en constructieve uitwerking wordt vastgesteld;
- bij evaluaties van al bestaande constructies.

Werking

Met het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken kan, op basis van vooraf gestelde functionele eisen, op twee wijzen worden gewerkt (zie ook figuur 1.2):

1. De gebruiker heeft al één of meer *uitgewerkte ontwerpen* klaarliggen, die hij wil vergelijken. In dat geval bepaalt hij de dimensies van de verschillende constructieonderdelen en volgt twee mogelijke subroutes: (a.) hij slaat het geometrisch dwarsprofiel over, selecteert de materialen en voert de hoeveelheden in; (b.) hij voert de geometrie van zijn ontwerp(en) in, selecteert de materialen en kan meerdere varianten laten doorrekenen. In het laatste geval is het gemakkelijk om vanuit het constructief dwarsprofiel terug te schakelen naar het geometrisch dwarsprofiel (c.) en weer terug, zodat meerdere varianten kunnen worden onderzocht op hun effecten. In geval van route a moet elke keer opnieuw de hoeveelheid materialen bij een nieuwe variant worden ingevoerd; deze weg is dus vooral geschikt voor een LCA-beoordeling van een al vastliggend of bestaand kust- of oeverwerk.
2. De gebruiker is zich nog aan het *oriënteren* en wil een aantal varianten op het geometrisch dwarsprofiel en de materiaalinvulling van constructieonderdelen invullen. In dit geval kan gekozen worden uit een aantal standaard geometrische dwarsprofielen, waarvan de dimensies aangepast kunnen worden aan een specifieke situatie. Het programma berekent daaruit de benodigde hoeveelheden. Vervolgens kunnen voor de verschillende constructieonderdelen materialen geselecteerd worden en daarvan desgewenst de dimensies aangepast worden. Wanneer er geen dimensies aangepast worden, dan gebruikt het keuzemodel de berekende dimensies van het gekozen geometrische dwarsprofiel en de bij de materiaalkeuzen behorende 'default' oftewel standaard(laag)dikten. Het keuzemodel berekent vervolgens de LCA-, LNC-, overige en kosteneffecten van de ingevoerde varianten. De gebruiker kan terugschakelen tussen het geometrisch dwarsprofiel en de materiaalkeuzen en daarbij de selecties aanpassen.



figuur 1.2: De routes in het keuzemodel

De door het keuzemodel berekende dimensies en gehanteerde 'defaultwaarden' kunnen altijd worden aangepast. Zo zijn voor de constructies en bekledingen de verwachte technische levensduur en eindverwijdering door het model vastgelegd, maar deze kunnen worden aangepast aan de lokale omstandigheden. Ook kan op basis van standaard onderhoudswerkzaamheden een onderhoudsplanning worden aangeven.

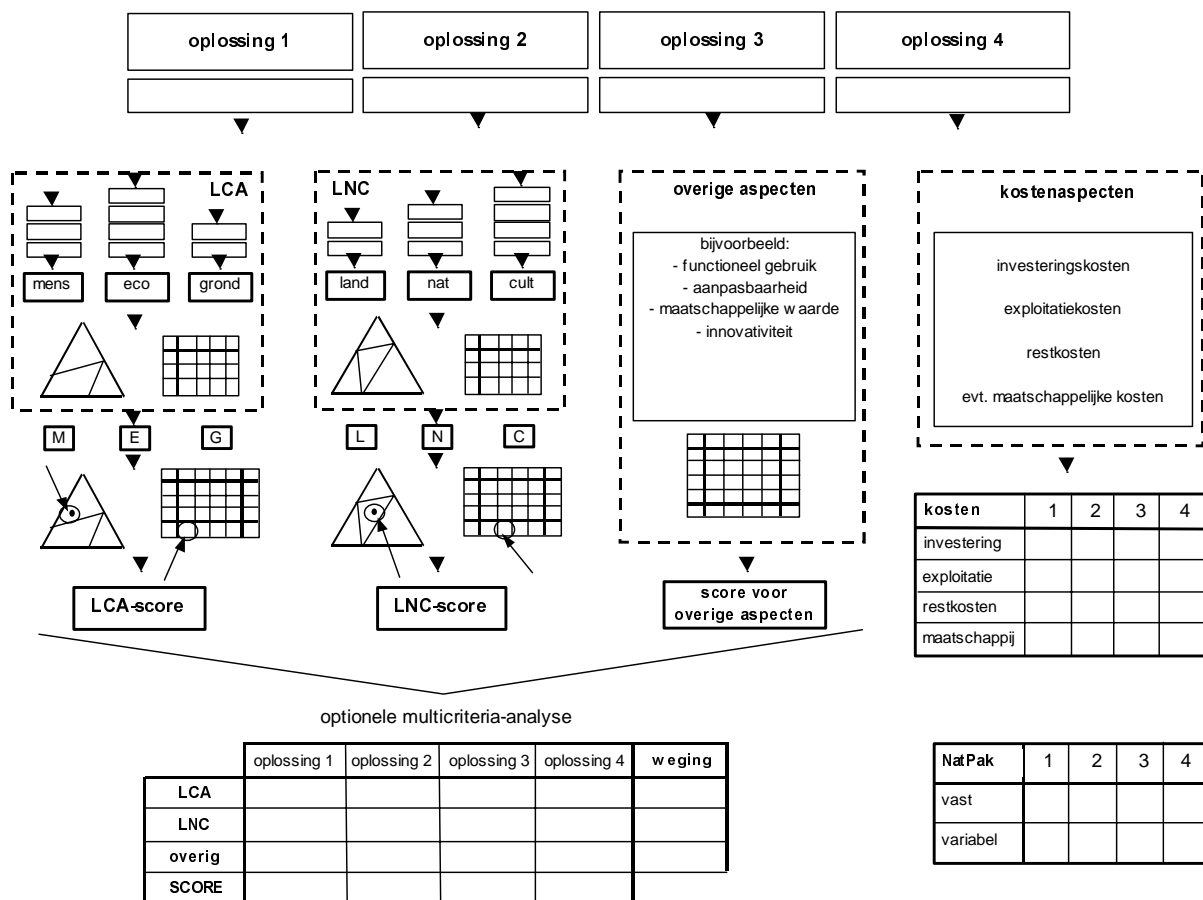
1.4 Technisch inhoudelijke aspecten

Beoordelingsmethodiek

Het model is opgebouwd uit vier onderdelen van beoordelingsaspecten:

- LCA-aspecten;
- LNC-aspecten;
- overige aspecten;
- kostenaspecten.

De eerste drie beoordelingsaspecten zijn onderverdeeld in hoofdcriteria en eventueel in subcriteria. Binnen een hoofdcriterium wordt stapsgewijs tot een beoordeling van een constructie of het constructief dwarsprofiel daarvan gekomen. Deze stappen staan schematisch in figuur 1.3.



figuur 1.3: Overzicht van beoordelingsstappen in het keuzemodel

Voor de gehanteerde milieubeoordelingsmethode is aangesloten bij de methode van de milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA-methode) van het Centrum voor Milieukunde in Leiden (CML) (Heijungs, 1992) en de Eco-indicator 99 (Goedkoop en Spriensma, 1999).

De Eco-indicator 99 vormt de basis voor de beoordeelde milieueffecten in het keuzemodel. De milieubeoordeling is uitgebreid met de beoordeling van geluidhinder uit de methode van Müller-Wenk (1999) en stankhinder uit de CML-methode van Heijungs (1992). Zowel geluidhinder als stankhinder zijn in de normalisatie en weging van de milieueffecten niet meegenomen.

Een tweetal milieuaspecten zijn buiten beschouwing gelaten. Hiervoor is momenteel geen exacte beoordelingsmethode beschikbaar. Het gaat om de uitputting van biotische grondstoffen (zoals niet duurzaam geproduceerd hout) en bulkgrondstoffen (zoals zand en grind).

In het model zijn de te beoordelen LCA- en LNC-criteria vastgelegd; onder de noemer van overige aspecten kunnen handmatig willekeurige criteria worden toevoegen.

De afweging van milieu- en kosteneffecten geschiedt op basis van functionele eenheden, dat wil zeggen op basis van de hoeveelheid materiaal die nodig is om een bepaalde gelijkwaardige ontwerpvarianten naar behoren te laten functioneren gedurende een bepaalde levensduur.

Normalisatie van resultaten

De resultaten van de verschillende criteria van een beoordeling worden voordat ze met elkaar gewogen kunnen worden eerst genormaliseerd.

Bij de milieubeoordeling vindt normalisatie plaats door de veroorzaakte milieubelasting te delen door de totale milieubelasting die gedurende (bijvoorbeeld) een jaar wordt veroorzaakt door bijvoorbeeld één Nederlander, alle Nederlanders samen, één Europeaan of de gehele wereldbevolking. In het keuzemodel wordt uitgegaan van de milieubelasting die wordt veroorzaakt door één Europeaan gedurende één jaar. Deze milieubelasting wordt bepaald met (dezelfde) Eco-indicator '99 methode.

Voor de normalisatie van de scores die ontstaan bij de kwalitatieve beoordeling van LNC-waarden en overige aspecten wordt gebruik gemaakt van de beoordelingswaarde van de uitgangssituatie. Omdat

er sprake is van een kwalitatieve beoordeling in plussen en minnen worden deze scores eerst omgezet in getalswaarden. Een sterke verbetering ('++') correspondeert daarbij met de waarde 25, neutraal ('o') met 100 en een sterke verslechtering met 175. Omdat er in de uitgangssituatie geen verbetering of verslechtering optreedt is de normalisatie waarde altijd 1 of 100 wanneer gebruik gemaakt wordt van een index.

In de multicriteria-analyse vindt normalisatie plaats door de scores te delen door de hoogste score op dat criterium. Dit betekent dat de variant met de hoogste score op 1 uitkomt of op 100 wanneer gebruik gemaakt wordt van een index. De andere ontwerpvarianten hebben dan een gelijke of lagere score.

Welk alternatief als beste uit de multicriteria-analyse naar voren komt is echter sterk bepaald door de gehanteerde normalisatiemethode.

Software

Het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken is uitgewerkt als spreadsheetprogramma in Excel versie 7.0 (Excel 97). Met het prototype zijn twee casestudies verricht en is een workshop gehouden (zie DWW/NIBE 2, 3 en 4).

Het model is flexibel van opzet, zodat op termijn uitbreidingen mogelijk zijn. Het is wel beveiligd tegen onbedoelde aanpassingen in de structuur.

Gegevens

Er wordt in het keuzemodel gebruik gemaakt van beschikbare data en kennis. De gegevens in de database zijn afkomstig van het uitvoerend bureau, de DWW en de Bouwdienst.

De gegevens (LNC, LCA en kosten) kunnen periodiek worden geüpdate, maar zijn op dit moment alleen beschikbaar voor de situatie zoals die bekend was in 2000. De verantwoordelijkheid voor de juistheid van de gebruikte (default) gegevens is voor de gebruiker.

Interactie over de gegevens in de database met toeleveranciers heeft tot op heden nauwelijks plaatsgevonden.

1.5 Leeswijzer

In dit technische rapport wordt de werking van het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken uitgelegd en wordt de methodiek die erin zit onderbouwd. In de eerste hoofdstukken wordt het keuzemodel bondig toegelicht:

- hoofdstuk 2: een uitgebreidere toelichting op de werking van het keuzemodel;
- hoofdstuk 3: een uitleg van de in het keuzemodel gebruikte data;
- hoofdstuk 4: een verhandeling over de achtergrond en mogelijkheden van weging van criteria in de gehanteerde beoordelingsmethoden;
- hoofdstuk 5: voorbeelden van resultaten, op basis van twee uitgevoerde casestudies;
- hoofdstuk 6: slotopmerkingen en aanbevelingen.

Het rapport wordt afgesloten met een bronnenlijst en uitdraaien van de verschillende tabbladen van het keuzemodel.

2 WERKING VAN HET MODEL

Het keuzemodel is opgezet als rekenprogramma in Excel 7.0 (Excel 97). De verschillende onderdelen van het keuzemodel zijn verwerkt in de volgende tabbladen:

- inhoudsopgave;
- basisgegevens;
- invoer geometrisch dwarsprofiel;
- ontwerpvariant (1 t/m 4);
- resultaten kort;
- resultaten detail;
- weging;
- analyse gebruikte weegset;
- nationaal pakket duurzaam bouwen GWW.

Voor het werken met het keuzemodel is een aparte gebruikershandleiding geschreven. Hierin is in detail uitgelegd hoe een vergelijking tussen verschillende ontwerpvarianten te maken. In dit hoofdstuk wordt slecht in het kort een beschrijving gegeven van bovenstaande tabbladen uit het keuzemodel.

In het eerste tabblad (inhoudsopgave) staat bovenstaand overzicht van de tabbladen met een korte omschrijving. Met behulp van een dubbelklik kan naar de verschillende tabbladen gegaan worden. Naast bovenstaande tabbladen bevinden zich in het keuzemodel nog een aantal tabbladen met alle databasegegevens en tabbladen waarop berekeningen worden uitgevoerd. Deze tabbladen zijn voor de gebruiker niet zichtbaar en worden hier verder niet besproken.

2.1 Basisgegevens

In het eerste tabblad kunnen diverse projectgegevens worden ingevoerd en kunnen voor de berekeningen belangrijke factoren worden vastgelegd.

Basisgegevens

Allereerst kunnen de projectgegevens, de naam- en adresgegevens van de betrokkenen en de opdrachtgever van het project worden ingevoerd.

Factoren, correctiegetallen en defaultwaarden

In dit onderdeel moeten factoren worden gekozen die van belang zijn voor de latere berekeningen. Het gaat om:

- de (economische) ontwerplevensduur voor de vergelijkingsbasis;
- de disconteringsvoet voor de kostenbeoordelingen;
- het jaarlijkse (gemiddelde) inflatiecijfer
- het indexcijfer voor het prijspeil ten opzichte van het jaar 2000;
- de defaultafstand voor het transport van materialen naar het werk.

Overige beoordelingsaspecten

Binnen het keuzemodel is ook invoerruimte geboden voor overige beoordelingscriteria die meegenomen worden bij de uitwerking van de verschillende ontwerpvarianten.

Arbo is het eerste overige beoordelingsaspect dat bij de beoordeling wordt meegenomen. Dit aspect kan niet worden veranderd, maar kan desgewenst binnen de weging op nul worden gezet waardoor Arbo buiten beschouwing gelaten wordt.

Daarnaast kunnen 9 andere aspecten worden gekozen. Hiervoor is een aantal benoemde defaultcriteria aanwezig, maar ook eigen omschrijvingen kunnen worden opgegeven.

2.2 Invoer geometrisch dwarsprofiel

In dit tabblad worden de te beoordelen geometrische ontwerpen vastgelegd. Behalve de doorsnede van een al bestaande constructie kan hier een ontwerpvariant als geometrisch dwarsprofiel worden ingevoerd. Het keuzemodel biedt in dit tabblad standaard dwarsprofielen (die van toepassing zijn bij het eerder vastgelegde kust- of oeverwerken) waaruit een keuze gemaakt kan worden. Het is echter ook mogelijk om handmatig de coördinaten van punten in het dwarsprofiel van een ontwerp, waar een verandering in de doorsnede optreedt (andere taludhelling, andere bekleding), in te voeren of op basis van een standaardontwerp aan te passen. De coördinaten zijn gedefinieerd als afstanden tot de voet (X-waarde) en hoogten ten opzichte van NAP (Y-waarde).

Er zijn maximaal 4 verschillende geometrische dwarsprofielen te definiëren. Het programma berekent op basis van de ingevoerde coördinaten de lengten per onderdeel (teenconstructie, berm, kruin, etc.) en het volume van het materiaal. Later kunnen deze berekende waarden eventueel nog worden aangepast. Het ingevoerde dwarsprofiel wordt meteen grafisch weergegeven.

2.3 Ontwerpvarianten

Voor elke ontwerpvariant (maximaal 4) bestaat een tabblad voor de invoer van de vier beoordelingsonderdelen: materialen, veranderingen in LNC-waarden, veranderingen in eventuele overige aspecten en kosten en onderhoud.

Materialen (voor de LCA-berekening)

Met een keuzemenu per constructieonderdeel zijn de materialen te selecteren. De hoeveelheden materiaal (volumes) worden door het keuzemodel berekend en kunnen aan de verschillende segmenten worden gekoppeld of handmatig worden aangepast. Ook materiaaleigenschappen zoals dichtheid en gehalte holle ruimte kunnen aangepast worden, evenals de transportafstanden en het transportmiddel dat nodig is voor het (eind)transport van de materialen naar het werk. Alle gegevens worden in de milieubeoordeling doorgerekend. De milieubeoordeling is gebaseerd op de Eco-indicator 99 methode (Goedkoop en Spiensma).

LNC-waarden

Voor de constructie als geheel kan aangegeven worden wat voor veranderingen er optreden in de LNC-waarden ten opzichte van de Ausgangssituatie. Het keuzemodel rekent dus niet zelf uit wat de gevolgen van de verschillende constructies zijn op LNC-aspecten; dat is onmogelijk. Dit onderdeel moet daarom met zorg worden ingevuld door iemand die bekend is met LNC-beoordelingen en met de situatie ter plekke.

De LNC beoordeling vindt kwalitatief plaats met een 7-punts schaal. Er wordt onderscheidt gemaakt in sterk verslechterd/verbeterd (--/++), verslechterd/verbeterd (-/+), enigszins verslechterd/verbeterd (o-/o+) en ongewijzigd (o). Voor de weging van de kwalitatief beoordeelde criteria is gebruik gemaakt van een cijfermatige benadering met een lineaire schaal waarbij -- gelijk staat aan 7 en ++ aan 1, neutraal is daarbij de waarde 4.

Overige aspecten

Ook voor overige aspecten kan aangegeven worden wat voor veranderingen er ten opzichte van de Ausgangssituatie optreden. De beoordeling vindt plaats analoog aan de beoordeling van LNC-waarden.

Kosten en onderhoud

Van alle materialen die ingevoerd zijn bij de LCA worden op basis van defaultgegevens uit de database de aanschaf-, aanleg- en sloopkosten berekend. Tevens wordt een default onderhoudspercentage (als percentage van het materiaalgebruik) en een verwachte levensduur van het materiaal in de beoordeling meegenomen. Alle waarden zijn aanpasbaar.

Daarnaast is er ruimte om andere onderhoudskosten (per materiaal), een eventuele restwaarde (per materiaal) en eventuele bijkomende kosten voor de constructie als geheel aan te geven.

Alle kosten worden doorerekend op basis van de netto contante waarde (NCW) en afschrijven en reserveren (A&R).

2.4 Resultaten kort

In dit verkorte resultatenoverzicht worden, in tabelvorm, de eindresultaten van de diverse beoordelingen weergegeven:

- een overzicht van de scores per alternatief voor LCA-, LNC- en overige aspecten;
- een overzicht van kostenuitkomsten, verdeeld in investerings-, vervangings- onderhouds-, sloop- en restkosten. De kosten worden op twee wijzen weergegeven: berekend volgens de netto-contante-waardemethode en volgens de methode van afschrijven en reserveren;
- de score als percentage van het totale aantal materiaal- en constructiegebonden maatregelen van het Nationaal Pakket duurzaam bouwen Grond-, Weg- en Waterbouw, verdeeld naar vaste en variabele maatregelen.

Na het overzicht van deze uitkomsten is het mogelijk om een optionele multicriteria-analyse te doen. Hiervoor moet een weegset bepaald worden voor de vergelijking van LCA-, LNC- en overige aspecten. Het programma geeft in diagrammen de verdeling van de scores, ongewogen en gewogen.

Binnen de multicriteria-analyse worden de scores na normalisatie gewogen gesommeerd bij elkaar opgeteld. Normalisatie vindt plaats door de scores te delen door de hoogste score per criterium. Door bij de normalisatie bijvoorbeeld gebruik te maken van de laagste score worden andere eindresultaten verkregen. De gehanteerde normalisatiemethode is dus deels bepalend voor het eindresultaat van de multicriteria-analyse.

2.5 Resultaten detail

Op dit tabblad worden in uitgebreidere vorm de resultaten van de verschillende beoordelingen weergegeven.

LCA

In het gedeelte over de LCA-beoordeling wordt een uitgebreide tabel getoond met de uitkomsten van de verschillende hoofd- en subcriteria die binnen een LCA-beoordeling worden meegenomen. Daarnaast wordt aangegeven wat de kwaliteit is geweest van de verschillende gebruikte data en hoeveel criteria percentueel zijn meegenomen (volledigheid). In paragraaf 3.1 wordt nader ingegaan op de betrouwbaarheid en volledigheid bij LCA en LNC.

In een tweede overzichtstabel zijn de genormaliseerde scores per hoofdcriterium (humane gezondheid, ecosysteemkwaliteit en grondstoffen) zichtbaar, met daarnaast een overzicht van de daarbij horende gewogen genormaliseerde datakwaliteit.

In grafiekvorm worden de gewogen en ongewogen score van de verschillende ontwerpalternatieven getoond.

LNC

Ook hier wordt een uitgebreide tabel getoond met de ingevoerde data ten aanzien van de verschillende subcriteria van de LNC-beoordeling. Dit zijn echter geen resultaten die door het programma worden berekend, maar de gegevens die bij de invoer van de alternatieven zijn ingegeven; het model kan zelf niet de LNC-beoordeling doen, maar de ingevoerde gegevens wel inzichtelijk maken. Het programma laat daarom een overzicht van de scores zien, evenals een genormaliseerde score, waarbij is gerekend met de opgegeven weegset.

In twee diagrammen worden tot slot op dezelfde wijze als bij de LCA beoordeling op grafische wijze overzichten gegeven van de gewogen en ongewogen resultaten van de LNC-beoordeling.

Overige aspecten

Op basis van de vooraf geselecteerde overige beoordelingsaspecten wordt hier een overzicht gegeven van de bij het ontwerp ingevulde scores per criterium. Ook hier kan het model zelf niet de beoordeling

doen; het geeft alleen het overzicht en de gewogen resultaten van de geselecteerde overige aspecten. Ook deze resultaten worden grafisch weergegeven.

Kosten

Van kosten worden de effecten van de verschillende ontwerpalternatieven op investerings-, vervangings-, onderhouds-, sloop- en restkosten weergegeven. Deze uitkomsten zijn op twee wijzen berekend: met de netto-contante-waardemethode (NCW-methode) en de methode van afschrijven en reserveren (A&R-methode). De resultaten worden daarom ook op twee wijzen weergegeven, waarbij de NCW-methode vooral van belang is voor de investeerder, terwijl de A&R-methode een beter beeld geeft van de lasten voor de beheerder.

Bij 'NCW' worden de kosten weergegeven over de totale levensduur. Bij 'A&R' worden de kosten per jaar weergegeven, berekend op basis van de prijsindex in het jaar dat is geselecteerd.

Nationaal Pakket duurzaam bouwen Grond-, Weg- en Waterbouw

Door de gebruikte materialen kan zijn voldaan aan bepaalde maatregelen uit het Nationaal Pakket duurzaam bouwen voor de Grond- Weg- en Waterbouw. Het keuzemodel geeft aan de hand van de nationaal-pakketcodering aan aan welke maatregelen is voldaan. In het tabblad Nationaal Pakket in het keuzemodel kan worden opgezocht welke maatregelen uit het Nationaal Pakket duurzaam bouwen voor de Grond-, Weg- en Waterbouw van toepassing zijn op de waterbouw en aan welke maatregelen is voldaan.

2.6 Weging

In dit tabblad wordt vastgesteld op welke wijze de door het keuzemodel berekende effecten op LCA, LNC en overige aspecten moeten worden gewogen. Aangezien de weging van essentieel belang is voor de uiteindelijke uitkomst moet dit onderdeel met zorg worden uitgevoerd.

LCA-hoofdcriteria

Hier kunnen de weegfactoren voor de hoofdcriteria humane gezondheid, ecosysteemkwaliteit en grondstoffen bepaald worden. Er wordt een aantal standaard weegsets gegeven die met behulp van een panel-methode zijn bepaald binnen het Eco-indicator 99 project. Eén weegset wordt als standaard aanbevolen. Tevens kan de weegset handmatig bepaald worden. Voor de aanpassing van de LCA-weegset wordt aangeraden een LCA-deskundige te raadplegen.

LNC-waarden: hoofdcriteria en subcriteria

Hier kunnen de weegfactoren voor de waarden op het gebied van landschap, natuur en cultuurhistorie geven worden. Tevens is het mogelijk om de weging op subcriteria (de onderliggende beoordelingscriteria voor landschap, natuur en cultuurhistorie) in te stellen.

Omdat het niet mogelijk is om een goede default weging te geven, is de weging standaard voor alle criteria op nul gezet. Per geval zal met hulp van een LNC-deskundige uitgezocht moeten worden hoe de verschillende LNC-waarden ten opzichte van elkaar gewogen moeten worden. Het keuzemodel berekent met de ingevoerde weegfactoren de gewogen gesommeerde score.

Overige beoordelingsaspecten

Er is ook invoerruimte geboden voor overige beoordelingscriteria die in de beoordeling meegenomen kunnen worden bij de uitwerking van de verschillende ontwerpen. De waardering voor deze criteria moet handmatig ingevoerd worden. Standaard is de waardering voor alle criteria op 0 gezet. Het keuzemodel berekent met de ingevoerde weegfactoren de gewogen gesommeerde score.

Bij de beoordeling van overige beoordelingsaspecten moet gewaakt worden voor onbedoelde overlap met onderdelen van de LNC-beoordeling.

2.7 Analyse gebruikte weegset

In het tabblad weging is aangegeven wat de weging voor LCA-, LNC- en overige aspecten is. In het tabblad analyse gebruikte weegset wordt voor de LCA- en LNC-beoordeling middels weegdriehoeken grafisch weergegeven welk alternatief bij alle mogelijke weegsets als beste naar voren zou komen.

2.8 Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW

In dit tabblad wordt een overzicht gegeven van de verschillende maatregelen uit het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen voor de Grond-, Weg- en Waterbouw, de codes van deze maatregelen en of deze vast of variabel zijn. Alleen die maatregelen die van toepassing zijn op de waterbouw zijn weergegeven.

Op basis van de geselecteerde materialen per ontwerpvariant houdt het programma bij in hoeverre een ontwerp voldoet aan de materiaal- en constructiegebonden maatregelen. De maatregelen die betrekking hebben op de ontwerpfase en de beheerfase kunnen door het keuzemodel niet automatisch gekoppeld worden.

3 DATA

In paragraaf 3.1 is voor de verschillende beoordelingsonderdelen aangegeven waar de gebruikte defaultdata vandaan komen. Waar aanvullende data verzameld kunnen worden is weergegeven in paragraaf 3.2.

Getracht is met het keuzemodel een zo volledig mogelijk beoordeling te maken van alle milieueffecten die bij een milieubeoordeling horen. Van de milieucriteria is echter aangegeven dat twee van de vijftien milieucriteria niet in het keuzemodel beoordeeld konden worden. Hierdoor is de (ongewogen) volledigheid bij de beoordeling van het aantal milieucriteria direct kleiner dan 100%. Afhankelijk van de weging die de gebruiker selecteert kan de gewogen volledigheid stijgen of dalen.

Bij de resultaten van de LCA- en LNC-beoordeling is aangegeven wat de datakwaliteit is van de gebruikte data op een schaal van 0% (heel slecht) tot 100% (heel goed). In paragraaf 3.1 wordt aangegeven hoe de datakwaliteitsbeoordeling tot stand is gekomen.

3.1 Herkomst van defaultdata

LCA

Voor de LCA-gegevens is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van openbare LCA-data en LCA-rapporten die voor eerdere opdrachten voor DWW zijn opgesteld (zie tabel 3.1).

Normaliter heeft het de voorkeur om specifieke LCA-gegevens te gebruiken die geldig zijn voor een specifieke situatie binnen een LCA. Omdat het keuzemodel bedoeld is voor brede toepassing in uiteenlopende situaties heeft het opnemen van dergelijke specifieke gegevens echter 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 riviervracht, evenals elektriciteitsherkomst en afvalscenario's is uitgegaan van de VLCA-database (Vereniging voor LCA's in de bouw). Deze database is gebaseerd op de meest recente milieudata van ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) in Zürich, die zijn bewerkt voor de Nederlandse situatie. Deze gegevens vormen samen de eerste referentiedatabase met achtergrondgegevens voor de Nederlandse bouw.

Er is uitgegaan van de gegevens waarin de kapitaalgoederen niet zijn meegenomen. Normaliter moeten kapitaalgoederen wel worden meegenomen. Een vrachtwagen kan bijvoorbeeld milieutechnisch worden afgeschreven 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 à 30 % van de milieubelasting per kilometer. Omdat de meeste beschikbare LCA-gegevens 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. Zodra er LCA-data van materialen beschikbaar komen waarin kapitaalgoederen wel zijn meegenomen, kan er integraal worden overgeschakeld naar de gegevens inclusief kapitaalgoederen.

De gegevens uit de betondatabase van het Betonplatform zijn momenteel niet gebruikt. Deze gegevens zijn niet goed bruikbaar omdat de transportgegevens bij de milieugegevens van de materialen zijn opgeteld zonder daarbij aan te geven welk deel van de gegevens van het transport afkomstig is. Doordat er in de betonprocessen met andere milieugegevens voor vrachtwagentransport wordt gerekend dan in andere in de database gebruikte materiaalprocessen zijn de gegevens niet vergelijkbaar.

Voor zover mogelijk zijn de gegevens over samenstellingen van materialen (zoals van beton) en transportafstanden gebruikt.

Voor de transportafstand van de productie- of overslaglocatie naar het werk is default 50 km aangehouden. Voor sommige materialen zijn afwijkende getallen in de database opgenomen. Deze defaultwaarden zijn in het keuzemodel bij de invoer van de materialen per ontwerpvariant 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 (afvalverbrandinginrichting) 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). Alle transportafstanden naar het werk zijn in het keuzemodel als defaultafstand weergegeven en kunnen centraal en per materiaal worden gewijzigd.

Kosten en onderhoud

De kostengegevens voor de nieuw te gebruiken materialen zijn voor het merendeel opgesteld door de Bouwdienst (G.A. Smit) en voor het overige ontleend aan de Elsevier-uitgave over kosten in de GWW-sector (Te Riele, 2000). Het gaat hierbij om de kosten van de materialen (investering) en de kosten van het aanbrengen in het werk (aanleg).

De onderhoudskosten worden default ingeschat op basis van de kosten voor aanschaf en aanleg van materiaal dat voor onderhoud nodig is gedurende de levensduur. Het onderhoud wordt daarbij uitgedrukt als percentage van het benodigde materiaal bij aanleg van de constructie. Het extra materiaalgebruik voor onderhoud wordt automatisch in de LCA meegenomen. De onderhoudsgegevens in het keuzemodel zijn gebaseerd op (praktijk)onderhoudsgegevens voor dijken in Zeeland. Het daadwerkelijke onderhoud hangt echter sterk af van de locatie (blootstelling) en kwaliteit van het materiaal en/of de constructie.

LNC-waarden

Voor LNC-waarden zijn geen defaultgegevens opgenomen in het keuzemodel.

Overige

Voor de overige aspecten zijn geen defaultgegevens opgenomen in het keuzemodel.

Nationaal Pakket

Voor de beoordeling van de maatregelen uit het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen voor de Grond-, Weg- en Waterbouw (1^e versie) [CUR/CROW, 1999] is een selectie gemaakt van alleen die maatregelen die geldig zijn voor de waterbouw. Daarbij is er een onderscheid gemaakt naar de fase waarop de maatregel betrekking heeft: voorbereiding, materiaalgebruik, constructie en beheer.

Bij de automatische beoordeling van de maatregelen in het keuzemodel is alleen rekening gehouden met de materiaal- en constructiegebonden maatregelen (voor zover deze materiaal gerelateerd zijn). Specifieke constructiegebonden maatregelen zijn afhankelijk van de combinatie van materialen die in het werk worden gebruikt. Hoe de interactie is tussen die materialen (verkleefing, geen mogelijkheid tot hergebruik etc.) is op materiaalniveau niet te beoordelen.

Volledigheid

Het keuzemodel maakt bij een vergelijking van alternatieven inzichtelijk op welke plaats in de database witte vlekken of ontbrekende gegevens bestaan. Als van een criterium geen score kan worden bepaald, dan is er misschien wel een totaalscore mogelijk, maar die is dan onvolledig. In dat geval wordt dat duidelijk doordat de volledigheid kleiner is dan 100%.

De volledigheid geeft weer hoe voorzichtig moet worden omgegaan met de uitkomsten van een vergelijking. Hoe kleiner de volledigheid, des te groter is de kans dat een vergelijking tot andere resultaten zou leiden bij 100% volledigheid van gegevens.

De volledigheid kan op twee wijzen worden bepaald: wegingonafhankelijk of wegingafhankelijk

Wegingonafhankelijke volledigheid

De wegingonafhankelijke volledigheid wordt bepaald door het aantal criteria waarmee een score kan worden bepaald te delen door het totale aantal criteria. Als van de 8 criteria bij 3 criteria, door ontbrekende gegevens, geen score mogelijk is, dan is de wegingonafhankelijke volledigheid 62,5%.

Deze volledigheid geeft een goede indicatie van het percentage bij de vergelijking ontbrekende criteria, maar daarmee is nog niet gezegd in hoeverre de ontbrekende criteria voor de vergelijking essentieel zijn of niet. De wegingafhankelijke volledigheid beantwoordt aan dit vraagstuk.

Wegingafhankelijke volledigheid

De wegingafhankelijke volledigheid - die ook eenvoudig volledigheid kan worden genoemd - wordt bepaald door te kijken naar de bijdrage van de ontbrekende criteria in de totale weging van de vergelijking. Als alle criteria even zwaar tellen (standaard ingesteld bij LNC-waarden en overige aspecten) dan is deze volledigheid gelijk aan de wegingonafhankelijke volledigheid.

Wanneer bijvoorbeeld een relatief onbelangrijk (laag weegpercentage) criterium in de database niet is vastgesteld en daardoor in de beoordeling ontbreekt, dan zal dit niet leiden tot een lagere volledigheid. Was de weging echter bijvoorbeeld 40%, dan leidt dit direct tot een volledigheid van maar 60%.

Binnen de huidige gehanteerde methode van de Eco-indicator 99 was het niet mogelijk om een beoordeling van 'biotische grondstoffen' en 'bulkgrondstoffen' te maken. Hierdoor is de volledigheid van het aantal beoordeelde milieucriteria beperkt tot 13 van de in totaal 15 criteria. Dit komt neer op een ongewogen volledigheid van de LCA van maximaal 87%.

Bij normalisatie en weging zijn bovendien de criteria 'stank' en 'geluid' buiten beschouwing gelaten. Hierdoor is de volledigheid van de LCA nog kleiner, tenzij 'humane gezondheid', waarvan 'stank' en 'geluid' deel uitmaken, met een weegfactor 0 wordt gewogen.

Datakwaliteit

Voor de beoordeling van de datakwaliteit van de gebruikte gegevens is er een verschil in de beoordeling tussen de LCA-data en de LNC-data.

Datakwaliteit van LCA-data

Voor de LCA-data is gebruik gemaakt van de door Van Oorschot [1999] voorgestelde procedure voor de beoordeling van de betrouwbaarheid van milieugegevens die ten grondslag liggen aan de milieukenngetallen. Gedachte achter de systematiek is dat de methode zelf inzichtelijk is en eenvoudig uit te voeren.

Bij de beoordeling worden vier datakwaliteitsparameters gehanteerd:

- compleetheid (materiaalbalans);
- betrouwbaarheid (ouderdom literatuur, eigen/officialle metingen);
- representativiteit (onderscheid naar cluster, branche en individueel);
- afbakening (compleetheid van procesboom).

Binnen deze parameters worden indicatoren gehanteerd, waarbij telkens 'scores' worden toegekend tussen 0,1 en 1,0. De scores zijn semi-kwantitatief. Er is geen sprake van een absolute schaal. De waardering van de indicatoren is subjectief. Er is van uitgegaan dat alle vier de datakwaliteitsparameters even relevant zijn. De totale datakwaliteitsscore wordt bepaald door de score van de vier datakwaliteitsparameters te sommeren en door vier te delen.

De vier datakwaliteitsparameters zijn alleen voor het hoofdproces per materiaal beoordeeld. De onderliggende processen (van bijvoorbeeld elektriciteit, transport of grondstofwinning) zijn buiten beschouwing gelaten. De score op de datakwaliteitsparameters is kwalitatief ingeschat door het uitvoerende bureau. Er is geen gebruik gemaakt van de beschreven semi-kwantitatieve indicatoren uit de beoordelingsmethode.

De datakwaliteitsscore per ontwerpvariant wordt bepaald door de datakwaliteitsscore van de toegepaste materialen te vermenigvuldigen met het relatieve massa-aandeel in de totale aanlegmassa die nodig is over de levensduur.

Voor de betrouwbaarheid van de LCA-data is er geen onderscheid gemaakt tussen wegingafhankelijke en wegingonafhankelijke betrouwbaarheid omdat er momenteel voor alle subcriteria dezelfde datakwaliteit geldt. Hierin komt pas verandering als de LCA-data voor de verschillende criteria uit verschillende bronnen worden betrokken.

Datakwaliteit van LNC-data

Voor de betrouwbaarheid van de ingevoerde LNC-data wordt alleen gecontroleerd of er geen verschillende waarderingen zijn ingevoerd op 1 criterium. Het keuzemodel rekent altijd met de slechtste waardering, maar geeft in dat geval aan dat de betrouwbaarheid lager is dan 100%.

Voor de betrouwbaarheid kan er evenals bij de volledigheid onderscheid worden gemaakt tussen wegingafhankelijke en wegingonafhankelijke betrouwbaarheid. Het gehanteerde principe hierin is hetzelfde als bij de volledigheid.

3.2 Verzamelen van aanvullende gegevens

LCA

Het is op dit moment niet mogelijk om aanvullende LCA-gegevens in het keuzemodel in te voeren of bestaande LCA-gegevens te wijzigen. Wel kunnen fysieke materiaalgegevens zoals dichtheid, gehalte holle ruimte en transportafstand naar het werk kunnen worden aangepast. Voor deze fysieke materiaalgegevens kan gebruik gemaakt worden van de bouwstoffenkaarten uit de Leidraad Bouwstoffen Rijkswaterstaat (Duzijn, 2000).

Kosten en onderhoud

Zowel de Bouwdienst als de Elsevier-uitgave over kosten in de GWW van 2000 [Te Riele, 2000] zijn goede bronnen voor kostengegevens over investering en aanleg. In de Elsevier-publicatie wordt standaard voor verschillende aantallen of partijgrootten aangegeven wat de prijzen zijn. Deze kunnen worden gewijzigd door de aangepast.

Voor onderhoudsgegevens zijn er geen referentie databases. Specifieke praktijkgegevens zijn over het algemeen beschikbaar via de Dienstkringen.

LNC-waarden

Voor LNC-waarden zijn geen defaultgegevens opgenomen in het keuzemodel. Dit betekent dat LNC-gegevens per keer opnieuw opgesteld moeten worden. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van inventarisaties van LNC-waarden voor bepaalde landschappen of gebieden. Deze data kunnen soms ook worden verkregen uit bijvoorbeeld een landschaps- of gebiedsvisie. LNC-effecten - de positieve dan wel negatieve verandering ten opzichte van de aanvangssituatie - dienen door een deskundige te worden ingeschat.

Overige aspecten

Voor de overige aspecten zijn geen defaultgegevens opgenomen in het keuzemodel. Deze gegevens zijn sterk afhankelijk van de samenhang van de materialen in de constructie en de opbouw van de constructie in totaliteit. Het is aan de gebruiker om over de overige aspecten op constructieniveau een oordeel te vellen.

Nationaal Pakket maatregelen

Om constructiegebonden maatregelen en maatregelen uit de voorbereidingfase en de beheerfase te scoren die niet automatisch door het keuzemodel worden gescoord, kan gebruik worden gemaakt van het overzicht van Nationaal-Pakketmaatregelen zoals dat in het keuzemodel is opgenomen. In het keuzemodel zijn alleen die maatregelen weergegeven die van toepassing zijn voor de waterbouw. Een volledig overzicht van maatregelen is te vinden in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen voor de Grond-, Weg- en Waterbouw [CUR/CROW, 1999]. In het keuzemodel is gebruik gemaakt van de 1^e versie. Bij het Nationaal pakket worden er periodiek updates gemaakt. De eerste update wordt in de loop van 2001 verwacht.

4 WEGING VAN CRITERIA

Voor de LCA beoordeling is er een aantal standaard weegsets gegeven die geselecteerd kunnen worden. Tevens is het mogelijk een eigen weegset in te voeren. Voor de beoordeling van LNC-waarden en overige aspecten moet altijd een eigen weegset ingevoerd worden. Hiervoor zijn geen defaults gegeven. Hieronder is aangegeven hoe de verschillende weegfactoren zijn vastgesteld.

4.1 Weegfactoren

LCA

De Eco-indicator 99 beperkt het eventuele probleem van subjectieve gevoeligheid bij weging zoveel mogelijk door slechts drie eindscores (humane gezondheid, ecosysteemkwaliteit en grondstoffen) te genereren, die niet direct bij elkaar op te tellen zijn. De weging van deze drie criteria is echter één van de laatste problemen, die alleen maar kan worden opgelost door een deskundigenpanel. Een dergelijke weging is weliswaar subjectief maar doordat het om slechts drie criteria gaat, nog voldoende transparant. Een wegingsdriehoek (zie paragraaf 4.3) kan bij de afweging van drie criteria een belangrijk hulpmiddel zijn.

Binnen de methode van de Eco-indicator 99 wordt een onderscheid gemaakt tussen drie verschillende perspectieven op basis waarvan de milieubeoordeling kan worden uitgevoerd. Hierin zijn zaken als houding en visie op de maatschappij verwerkt. Voor het onderscheid is gebruik gemaakt van de culturele theorie. De drie perspectieven zijn:

<i>Individueel</i>	Tijdshorizon korte termijn (100 jaar of minder). Stoffen worden alleen meegenomen in de beoordeling als er voldoende wetenschappelijk bewijs is over het effect ervan;
<i>Hiërarchisch</i>	Tijdshorizon lange termijn. Stoffen worden alleen meegenomen wanneer er consensus is over het effect ervan;
<i>Egalitair</i>	Tijdshorizon extreem lang. Stoffen worden al meegenomen in de beoordeling als er slechts enige indicatie is over een mogelijk effect.

In het keuzemodel is voor de milieubeoordeling standaard uitgegaan van het hiërarchische perspectief omdat dat het beste aan lijkt te sluiten bij het Rijksbeleid.

Ook bij de selectie van de weegset kan gekozen worden voor een individuele, hiërarchische of egalitaire benadering. Deze weegsets zijn binnen het Eco-indicator 99 project middels een panel-procedure ontwikkeld. Daarnaast is er uit de panelprocedure een gemiddelde set weegfactoren bepaald. Hierbij worden 'humane gezondheid' en 'ecosysteemkwaliteit' bijna met een gelijk gewicht beoordeeld. 'Grondstoffen' wordt maar als half zo zwaar beoordeeld. Deze weging wordt in het keuzemodel aangegeven als de aanbevolen weging.

Daarnaast is er nog de mogelijkheid om te kiezen voor een weegset waarbij alle drie de criteria even zwaar wegen of om een volledig eigen weegset in te voeren.

LNC

Voor de weging van de verschillende LNC-criteria zijn geen standaard weegsets in het keuzemodel opgenomen. De weging van LNC-criteria zal per situatie verschillen, afhankelijk van welke aspecten op dat moment een rol spelen.

Standaard staan de gewichten voor alle hoofd- en subcriteria op nul. Per situatie moet de weegset voor afweging van de LNC-criteria worden vastgesteld.

Overige aspecten

Ook de gewichten van de verschillende overige aspecten staan standaard op nul. Per geval zal moeten worden vastgesteld, wat het onderlinge belang van de meegenomen aspecten in de beoordeling is.

4.2 Multicriteria-analyse

In een multicriteria-analyse kunnen alternatieven op basis van meerdere criteria worden vergeleken. Naast duidelijk kwantificeerbare zaken kunnen ook kwalitatieve zaken worden beschouwd.

Voor de vergelijking tussen verschillende criteria wordt gewerkt met een multicriteriatabel (zie tabel 4.1). Het keuzemodel geeft hierin de scores van de ontwerpvarianten weer op LCA-, LNC- en overige aspecten. De beoordeling van kosten is buiten de multicriteria-analyse gehouden.

In tabel 4.1 is links de ingevoerde weging van de drie beoordelingsonderdelen weergegeven; het programma heeft zelf berekend dat met deze weging LCA voor 2/11, LNC voor 3/11 en overig voor 6/11 meetelt in de weging. Onderaan staan de uitkomsten. Oplossing 1 scoort in dit geval het laagst en is daarmee het best. Bij alle beoordelingsonderdelen is er vanuit gegaan dat hoger slechter is. Hogere waarden corresponderen met een grotere milieubelasting, een grotere aantasting van LNC-waarden en een grotere verslechtering van overige beoordelingsaspecten. Ook hogere kosten brengen een groter financiële belasting met zich mee

tabel 4.1: Voorbeeld van een multicriteriatabel

	weging	score variant 1	score variant 2	score variant 3	Score variant 4
LCA	2	10	6	0	4
LNC	3	2	5	10	8
Overig	6	4	6	9	8
som: 11					
Uitkomst		4,5	5,7	7,6	7,3

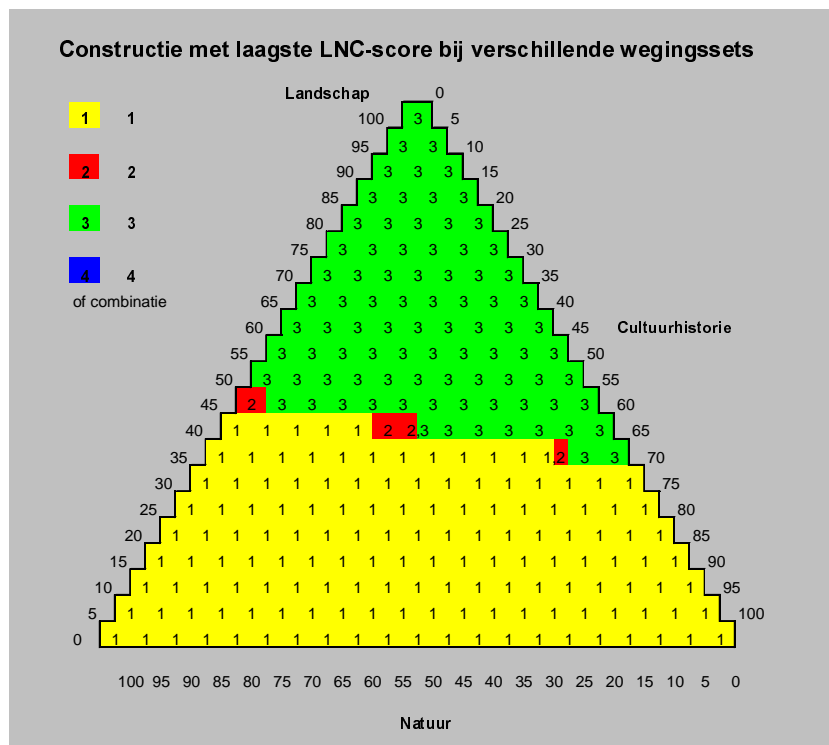
4.3 Gevoeligheidsanalyse van gebruikte weegsets

Op basis van berekeningen aan de ontwerpvarianten, bij verschillende basiswegingen, kan een wegingsdriehoek worden weergegeven.

De wegingsdriehoek, een driehoek met drie hoofdcriteria, geeft aan welke ontwerpvariant de beste score heeft bij elke weging van de drie criteria. De driehoek is bruikbaar voor een multicriteria-analyse met drie hoofdcriteria.

Een weegdriehoek laat voor elke mogelijke weegset zien welke ontwerpvariant het gunstigst uit de vergelijking naar voren komt (zie figuur 4.1). De driehoek bestaat in feite uit oneindig veel mogelijke wegingen. In het keuzemodel is de weegdriehoek vereenvoudigd tot alle mogelijke wegingen met stappen van 5%. De drie hoofdcriteria staan aan de drie zijden van de driehoek. Door op het geselecteerde wegingscijfer per criterium te gaan staan en van daaruit (bij tegengestelde klokrichting, parallel aan de vorige zijde van de driehoek) naar het kruispunt van de drie wegingscijfers (samen 100%) te gaan, wordt het gunstigste alternatief gevonden.

Zo is inzichtelijk of het resultaat bij de geselecteerde weging in sterke of zwakke mate afhankelijk is van een lichte aanpassing van de weging. Snel is duidelijk welk alternatief dominant is bij het geheel aan mogelijke wegingen.



figuur 4.1: Wegingsdriehoek voor LNC-waarden

Wanneer de gehanteerde weging zich nu midden in een groter vlak bevindt, wordt hiermee aangegeven dat ook bij een iets andere weging deze ontwerpvariant als beste scoort. Wanneer de gehele driehoek één vlak vormt, scoort de desbetreffende ontwerpvariant bij alle weegsets het beste. Het maakt dan dus niet uit hoe de criteria gewogen worden; er is één duidelijke beste variant.

Wanneer een alternatief ontwerp echter op alle drie de criteria net iets minder goed scoort, zal deze in de wegingsdriehoek nooit tevoorschijn komen. Desalniettemin kan het verschil met de ontwerpvariant die het beste scoort zeer klein zijn. Dit is in de driehoek niet zichtbaar.

Binnen het keuzemodel worden twee wegingsdriehoeken automatisch gegenereerd:

- de weging van de hoofdcriteria binnen de LCA: aantasting van humane gezondheid, aantasting van ecosysteemkwaliteit en uitputting van grondstoffen;
- de weging van de hoofdcriteria binnen de LNC-beoordeling: landschapswaarde, natuurwaarde en cultuurhistorische waarde.

Bij de beoordeling van overige aspecten kunnen er meer dan drie criteria een rol spelen. Het is niet mogelijk hiervan een wegingsdriehoek weer te geven.

De multicriteria-analyse van het eindresultaat van LCA, LNC en overige aspecten heeft wel betrekking op drie criteria. Omdat de multicriteria-analyse optioneel is, is er geen wegingsdriehoek weergegeven.

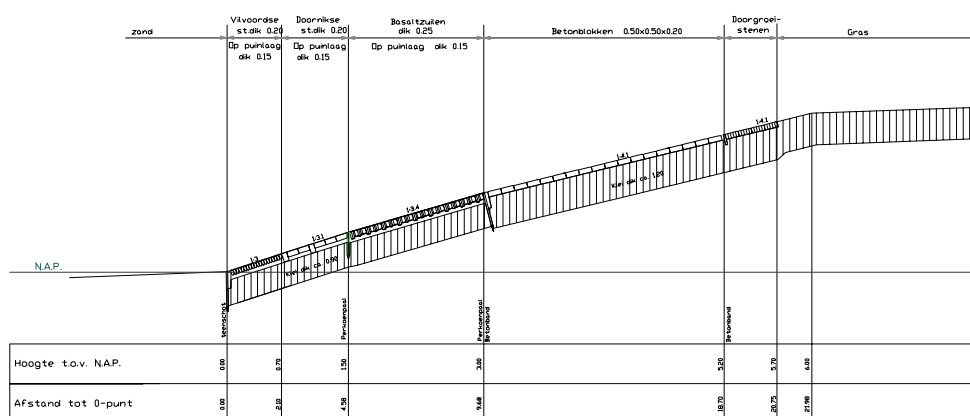
5 VOORBEELDEN VAN RESULTATEN

Om het keuzemodel uit te testen zijn tussen september 2000 en april 2001 twee casestudies uitgevoerd en is in april 2001 een workshop gehouden met potentiële toekomstige gebruikers van het keuzemodel. In dit hoofdstuk worden kort de resultaten van de twee casestudies besproken. Meer informatie over beide casussen en de workshop is terug te vinden in de werkdocumenten die hiervan zijn gemaakt (DWW/NIBE 2, 3 en 4).

5.1 Casus 1 – Dijken in Zeeland

In deze casus zijn vier ontwerpvarianten beoordeeld 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 details van het ontwerp zijn op elke plek weer anders. Het gaat in deze casestudie daarom om fictieve ontwerpvarianten voor een zelfde stuk zeedijk.

In figuur 5.1 wordt allereerst een overzicht gegeven van de bestaande constructie waarop de ontwerpvarianten voor de renovatie betrekking hebben.



figuur 5.1: Dwarsprofiel van de bestaande constructie

Alle ontwerpvarianten 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 onderhoudstrook van grindasfaltbeton aangelegd op fosforslakken en geotextiel. Bij de verschillende ontwerpvarianten verandert er, afgezien van een eventuele overlaging met breuksteen, niets aan het dwarsprofiel.

In tabel 5.1 staat eerst een overzicht van de belangrijkste verschillen in de ontwerpvarianten.

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

tabel 5.1: Overzicht van de belangrijkste verschillen in de beoordeelde ontwerpvarianten

Variant	Onderste helft talud	Bovenste helft talud
Bestaand	Vilvoordse + Doornikse steen + basaltzuilen	betonblokken + doorgroeienden
Breksteen	overlaging breksteen 300-1000 kg	betonzuilen
Gepentreeerde breksteen	overlaging breksteen 5-40 kg met gietasfalt	basaltzuilen
Gekantelde blokken	overlaging breksteen 5-40 kg met gietasfalt	gekantelde betonblokken + basaltzuilen
Asfalt	breksteen 10-60 kg met gietasfalt	waterbouwasfaltbeton

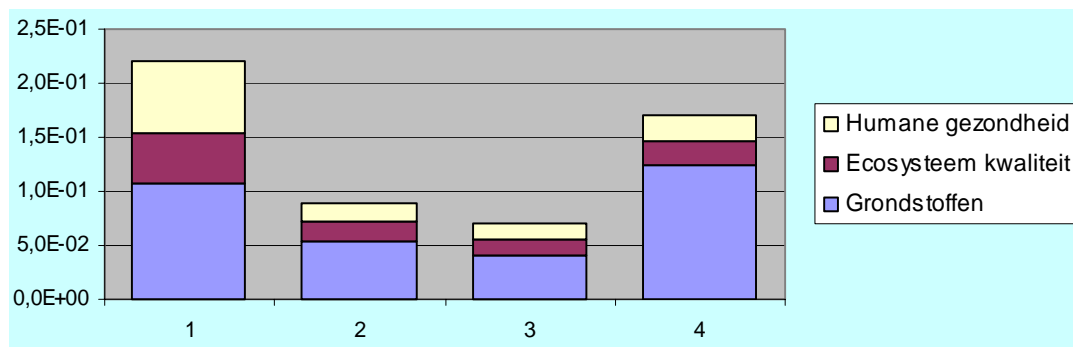
Genormaliseerde resultaten

De resultaten van de verschillende criteria van een milieubeoordeling worden voordat ze met elkaar gewogen kunnen worden eerst genormaliseerd. Normalisatie vindt plaats door de veroorzaakte milieubelasting te delen door de totale milieubelasting die gedurende (bijvoorbeeld) een jaar wordt veroorzaakt door bijvoorbeeld één Nederlander, alle Nederlanders samen, één Europeaan of de gehele wereldbevolking. In het keuzemodel wordt uitgegaan van de milieubelasting die wordt veroorzaakt door één Europeaan gedurende één jaar.

Resultaten op hoofdcriteria

Uit de milieubeoordeling komen bij gebruikmaking van de aanbevolen weegset de ontwerpvariant met gepentreeerde breksteen en de variant met gekantelde blokken samen als beste naar voren (zie tabel 5.2). Het verschil tussen deze twee constructies is klein. De uitputting van basalt komt in de beoordeling niet tot uiting doordat uitputting van bulkgrondstoffen (nog) niet in het model beoordeeld kan worden. Indien de uitputting van basalt wel beoordeeld zou worden, zou dit een grotere voorkeur opleveren voor de variant met gekantelde blokken. De asfaltvariant en de variant met breksteen komen samen als slechtste uit de beoordeling naar voren. Bij de asfaltvariant wordt dit met name veroorzaakt door de hoge score op uitputting van grondstoffen. Dit wordt veroorzaakt door de grote hoeveelheid energie (uitputting van energiedragers) en bitumen die nodig zijn. Bij de variant met breksteen is veel energie nodig voor het transport van breksteen uit Noorwegen. Dit vertaalt zich in de relatief hoge score voor uitputting van grondstoffen. De emissies die ontstaan ten gevolge van het energieverbruik hebben vervolgens effect op de humane gezondheid. Wanneer de asfaltvariant en de variant met breksteen worden vergeleken zal een lagere weging van het criterium grondstoffen in het voordeel uitpakken van de asfaltvariant.

tabel 5.2: gewogen genormaliseerde resultaten van de milieubeoordeling (variant 1=variant met breksteen, 2 = gepentreeerde breksteen, 3 = gekantelde blokken, 4 = asfalt)



Een overzicht van de ingevoerde veranderingen in LNC-waarden staat in tabel 5.3. De totale LNC-beoordeling geeft weinig significante verschillen. De weging van alle subcriteria en hoofdcriteria was daarbij gelijk. De verschillen bij 'landschap' en 'cultuurhistorie' zijn minimaal (<5%). De variant met gekantelde blokken en de asfaltvariant hebben een circa 20% respectievelijk 30% slechtere score op natuur vergeleken met beide andere ontwerpvarianten. Voor zover de getallen het toelaten hebben de variant met breksteen, met gepentreeerde breksteen en gekantelde blokken de voorkeur, met name door de betere score op natuurwaarde.

Bij gebruikmaking van de kostengegevens van de bouw dienst zijn de kosten van de asfaltvariant het laagst (zie tabel 5.4). De variant met gekantelde blokken, de variant met gepentreeerd breksteen en de variant met breksteen hebben respectievelijk 15%, 45% en 95% meerkosten. De gevoeligheid voor de ingevoerde kosten per m² basalt zijn daarbij sterk van invloed. Wanneer hiervoor de

kostengegevens van Elsevier worden gebruikt zijn de variant met gepenetreerde breuksteen en met gekantelde blokken veruit het duurste. Ten opzichte van de asfaltvariant liggen de totale kosten dan op 260 respectievelijk 160% meerkosten. De kostenbeoordeling is echter erg gevoelig voor de ingevoerde kostengegevens voor basalt.

tabel 5.3: overzicht van de ingevoerde veranderingen in LNC-waarden

Criterium	rel. wgtg	Constructie			
		1: Overlaging	2: Gepen. breuksteen	3: Gekantelde blokken	4: Asfalt
Landschap					
samenhang waarneembaar	20%	-	-	-	-
samenhang vorm en functie	20%	-	o	o	o
afleesbaarheid nat. systeem	20%	- / o	-	-	-
afleesbaarheid ontwikkeling	20%	o	o	o	o
visuele samenhang	20%	o	- / o	o	o
Natuur					
kenmerkendheid	20%	o	o	o	o
zeldzaamheid	20%	- / o	- / o	-	-
diversiteit	20%	+	o	- / o	-
kansrijkheid	20%	- / o	- / o	-	-
vervangbaarheid	20%	o	o	o	o
Cultuurhistorie					
zeldzaamheid	20%	o	o	o	o
authenticiteit	20%	o	o	o	o
samenhang	20%	o	o	o	o
kenmerkendheid	20%	-	- / o	- / o	-
symboliek	20%	o	o	o	o

De verschillen in kosten uit de verschillende bronnen 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. In Te Riele (2000) zijn slechts voor een beperkte hoeveelheid materialen en activiteiten kostengegevens beschikbaar. Toch zijn de waarden voor beton- en basaltzuilen aannemelijk. De getallen die door de Bouwdienst zijn verzameld lijken aan de lage kant.

tabel 5.4: resultaten van de kostenbeoordeling (in euro)

	Constructie			
	1: Overlaging	2: Gepen. breuksteen	3: Gekantelde blokken	4: Asfalt
Materiaal inclusief aanbrengen	€ 1.355	€ 2.505	€ 1.833	€ 724
Vervangingen	€ -	€ -	€ -	€ -
Onderhoudskosten	€ 54	€ 156	€ 111	€ 3
Sloopkosten	€ 32	€ 25	€ 27	€ 27
Restwaarde	€ -	€ -	€ -	€ -
Bijkomende kosten	€ -	€ -	€ -	€ -
Totaal over levensduur	€ 1.441	€ 2.687	€ 1.971	€ 754

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

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.

5.2 Casus 2 – Kribben in Oost-Nederland

Het was bij de beoordeling van kribben alleen mogelijk om te kijken naar de beoordeling van een strekkende meter lengte uit het middendeel (de staart), en dus niet van de kop en de overgang aan landzijde. Het nadeel daarvan is dat er geen volledige beoordeling kan worden gemaakt. Een groot deel van de kosten die wordt gemaakt bij de aanleg of renovatie wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door de constructie van de kop. Bij de beoordeling van de kosten van verschillende varianten op basis van een strekkende lengtemeter moet dus worden bedacht dat op basis van deze beoordeling eigenlijk niets kan worden gezegd 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 vervullen. 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.

Voor de vergelijking is voor deze case uitgegaan van de principeschetsen en schetsontwerpen zoals die voorkomen in de publicatie 'Vernieuwend ontwerp kribverlenging Midden-Waal' van Ariëns [1995]. Er is uitgegaan van principeontwerpen en principeschetsen van de volgende varianten:

- zetsteenkrib;
- stortsteenkrib;
- schanskorfkrib;
- paalkrib.

De kern van de zetsteenkrib bestaat uit zand. De kruin en het bovenste deel van het (zij-)talud hebben een bekleding van betonzuilen. Onder de bekleding bevindt zich een laag gebroken grind en geotextiel. Het geotextiel omsluit het zandlichaam en is vastgezet met perkoenpalen. Het gezette bovengedeelte van de krib wordt ondersteund door een steunberm. Zowel de steunberm als het onderliggende talud bestaan uit een kraagstuk (wiepenrooster met geotextiel) met een breuksteen bestorting.

De stortsteenkrib bestaat volledig uit breuksteen 10-60 kg.

De schanskorfkrib bestaat volledig uit schanskorven. 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.

Voor de levensduur van schanskorven is uitgegaan van 30 jaar.

De paalkrib bestaat uit ronde houten palen van 10 meter lengte met een diameter van 23 centimeter.

Er is uitgegaan van 2 palen per strekkende meter. De palen zijn van tamme kastanje en hebben een levensduur van ongeveer 25 jaar. Op de rivierbodem wordt boven op een geotextiel een bestorting van een halve meter met breuksteen 5-40 kg aangebracht.

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. De verschillen in LNC-waarden en overige aspecten die bij de verschillende ontwerpvarianten optreden zijn niet in het keuzemodel ingevoerd.

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 kan worden hergebruikt, 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 casus 1 (dijken in Zeeland). Daarnaast kunnen de onderhoudsgegevens per partij materiaal door kwaliteitsverschillen aanzienlijk verschillen.

LCA-resultaten op hoofdcriteria

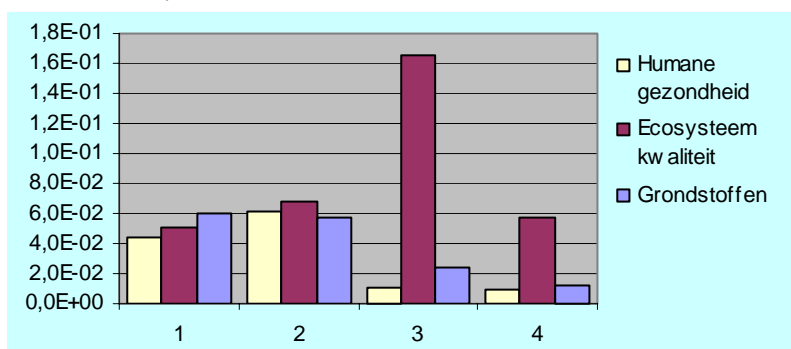
Binnen de hierboven genoemde kanttekeningen van de beoordeling en weging van de sub- en hoofdcriteria wordt het verschil tussen de ontwerpvarianten voornamelijk veroorzaakt door de verschillen in de hoeveelheid gebruikt (nieuw) materiaal. Op 'grondstoffen' scoren de zetsteenkrib en de stortsteenkrib ongeveer even goed (zie tabel 5.5). 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 (waarbij hoger net als bij kosten een grotere last is, in dit geval voor het milieu).. Het langzaam maar zeker oplossen van het zink van het verzinkte staal dat is verwerkt in de schanskorven veroorzaakt de hoge score op 'ecosysteemkwaliteit'.

De paalkrib scoort door het geringe materiaalgebruik 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.

tabel 5.5: *genormaliseerde resultaten van de milieubeoordeling per halve strekkende meter van het kriblichaam (variant 1 = zetkrib, 2 = stortsteenkrib, 3 = schanskorfkrib, 4 = paalkrib)*



Ongeveer de helft van de milieubelasting van de schanskorfkrib wordt veroorzaakt door transport naar het werk. Voor betongranulaat zijn de default afstanden voor transport over weg en water 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.

Kosten

De schanskorfkrib en de paalkrib hebben de laagste investeringskosten (zie tabel 5.6). De schanskorfkrib moet na 30 jaar echter volledig worden vervangen. De palen van de paalkrib worden na 25 jaar vervangen. De zetsteenkrib is qua investeringskosten 2 tot 3 keer zo duur en de stortsteenkrib weer 2 tot 3 keer zo duur als de zetsteenkrib.

Voor onderhoud is er gerekend met vaste percentages. Er is van uitgegaan dat de jaarlijkse onderhoudskosten exclusief inspectiekosten circa 2% zijn van de investeringskosten (aanschaf- en aanlegkosten) voor de zetsteenkrib, de stortsteenkrib en de paalkrib. Voor de schanskorfkrib is rekening gehouden met 4%. In de beoordeling is geen onderhoud als gevolg van calamiteiten weergegeven. Hierdoor komt het eventuele voordeel van de stortsteenkrib niet tot uiting; deze is immers eenvoudig en met lage kosten te repareren.

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

Wanneer wordt gekeken 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 hoge totaalkosten. Bij de schanskorfkrib is bovendien gerekend met 4% jaarlijks onderhoud in tegenstelling tot de 2% bij de andere constructies.

tabel 5.6: resultaten van de kostenbeoordeling (in euro)

	Constructie			
	1: Zetkrib	2: Stortkrib	3: Schanskorfkrib	4: Paalkrib
Materiaal 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

De schanskorfkrib heeft hellingen van 1:1. De zetsteen- en stortsteenrib hebben taludhellingen van circa 1:3. Hierdoor heeft de schanskorfkrib slechts 1/3 van het volume van de zetsteen- en stortsteenrib. 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) worden vergeleken met de gegevens uit 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 is gerekend 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 doordat de prijs van de schanskorven nogal uiteenloopt. In het keuzemodel is uitgegaan van de prijs van betongranulaat of stortsteen met een klein opslagpercentage. In Ariëns is de kostprijs een factor 3 tot 4 hoger in het geval van vulling met betongranulaat. Daarnaast is 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 wordt verwacht.

6 SLOTOPMERKINGEN EN AANBEVELINGEN

De doelstelling van het keuzemodel is vooral dat een gebruiker voor zichzelf een vergelijking kan maken tussen een aantal ontwerpvarianten voor een kust- of oeverwerk. Het keuzemodel biedt daartoe de gelegenheid. Voor deskundige gebruikers van het model is voor LNC- en LCA-aspecten middels wegingsdriehoeken snel inzichtelijk hoe de gevoeligheid van de uitkomsten afhankelijk is van de gekozen weegfactoren. Tevens wordt voor de milieubeoordeling (bij de gekozen weegset) en voor de kostenbeoordeling automatisch een zwaartepuntanalyse uitgevoerd ("welke onderdelen bepalen het resultaat?"). Deskundigen kunnen ook uit de voeten met de tabellen met uitkomsten (in het tabblad 'resultaten detail'), waarin nog geen normalisatie of weging is toegepast. Gebruikers die minder gespecialiseerd zijn zullen vooral naar het tabblad 'resultaten kort' kijken.

De beoordeling van milieueffecten die binnen een levenscyclusanalyse (LCA) worden geïnventariseerd is het meest gedetailleerd uitgewerkt van de verschillende beoordelingsonderdelen in het keuzemodel. Er bestaan echter verschillende methoden waarmee de milieuprofielen, die het resultaat zijn van een LCA-beoordeling, kunnen worden gewogen tot een eindscore. Duidelijk moet zijn dat aan elke methode waarbij een weging wordt toegepast bezwaren kleven. Zonder wegingmethodiek zijn echter geen eindscores en afwegingen mogelijk; wat dat betreft is bij het keuzemodel zoveel mogelijk aangesloten bij recente en goed onderbouwde methodieken.

Getracht is zoveel mogelijk essentiële milieuaspecten mee te nemen, maar helaas bestaat niet voor alle aspecten een breed gedragen beoordelingsmodel. Het keuzemodel is wat dat betreft afhankelijk van ontwikkelingen die elders plaatsvinden maar kan recente methoden meenemen bij de beoordeling van milieuaspecten. De structuur van het model biedt daartoe voldoende flexibiliteit. In de toekomst zal scherp zicht moeten worden gehouden op ontwikkelingen, die in de wereld van de milieubeoordeling snel gaan.

Essentieel bij de beoordeling van LCA-aspecten is de database, die voor een eerlijke beoordeling volledig moet zijn en gebaseerd op verantwoorde bronnen. Daartoe is in het keuzemodel de datakwaliteit weergegeven.

Gedurende het ontwikkelen van het keuzemodel is gebleken dat het vooralsnog niet mogelijk is om via een computerprogramma te komen tot een waardering van LNC-aspecten. De materie en reguliere werkwijze bij de inventarisatie en waardering van LNC-aspecten zijn te complex om de beoordeling door een programma te laten doen. Het keuzemodel laat de waardering van de verschillende LNC-aspecten dan ook over aan de gebruiker. Een LNC-scorekaart zou voor ontwerpers een hulpmiddel kunnen zijn bij de beoordeling van LNC-aspecten. LNC-waarden verschillen echter sterk van plek tot plek en laten zich waarschijnlijk niet vatten in een scorekaart.

De deskundigheid die aanwezig is bij het waarderen van de verschillende subcriteria en de weging daarvan lijkt een belangrijke rol te spelen. In hoeverre deskundigheid echter is vereist om gebruik te kunnen maken van het keuzemodel is nog onvoldoende duidelijk. Dit moet in het vervolg middels praktijkervaringen worden onderzocht.

Voor de LNC-beoordeling kan momenteel geen standaardprocedure worden gegeven voor het vaststellen van de weegfactoren. De ontwerper is hierdoor sterk afhankelijk van een deskundiger iemand op dit vlak. Door een standaardprocedure voor de vaststelling van de weegset te maken kan de zelfstandigheid van de ontwerper bij het gebruik van het keuzemodel worden vergroot.

De gebruikte weegset is bij de verschillende beoordelingen deels bepalend voor het resultaat. Bij elke beoordeling waar geen gebruik gemaakt wordt van de aanbevolen weging (alleen bij de LCA) zou vastgelegd moeten worden hoe men is gekomen tot die weegset. De motivatie van de gebruikte weegset is van groot belang voor de acceptatie van de beoordelingsresultaten.

Aanvullingen en verbeteringen in het vervolg

Verbeteringen in het keuzemodel

De correctheid (typefouten), juistheid (afwijking ten opzichte van mogelijke grenswaarden) en compleetheid (of alle benodigde gegevens zijn ingevoerd) van de invoer is momenteel nog volledig de verantwoordelijkheid van de gebruiker. In de toekomst kan het keuzemodel zo worden opgezet dat de invoer wordt getoetst op correctheid, juistheid en compleetheid.

Momenteel is het mogelijk alle invoer en resultaten te printen door gebruik te maken van de standaard printmogelijkheden binnen Excel. In de toekomst kan hiervoor een keuzemenu gemaakt worden waarin de gebruiker kan aangeven welke onderdelen wel of niet geprint moeten worden.

Tevens zou het handig zijn om de ingevoerde ontwerpvarianten te kunnen opslaan en terughalen. Dit wordt gezien als een softwaretechnisch onderdeel van de verdere optimalisering van het Keuzemodel Kust- en Oeverwerken, dat gepland staat voor de rest van 2001.

Databases

De LCA- en kostengegevens in de database zijn met zorg samengesteld, maar zullen in de loop van de tijd verouderen en zijn niet altijd voldoende representatief voor de situatie die de gebruiker in het keuzemodel beoordeelt. In de praktijk kan niet van de gebruiker worden verwacht dat hij actuele gegevens verzamelt. Daarbij komt dat de beschikbare LCA-gegevens naar de indruk van de DWW niet allemaal van voldoende kwaliteit zijn om daarop dagelijks beslissingen te baseren.

Dit betekent dat de database in het keuzemodel steeds opnieuw moet worden geüpdate met gegevens uit databases binnen en buiten RWS met kosten en LCA-gegevens van bouwmaterialen. Eventueel kan er in de toekomst gebruik worden gemaakt van directe links via intranet/internet. Bij het updaten moeten beschikbare gevalideerde LCA-gegevens van leveranciers van bouwstoffen in de database worden opgenomen. Uiteindelijk zijn leveranciers de enigen die goede LCA-gegevens kunnen verzamelen. Rijkswaterstaat zal leveranciers actief moeten benaderen om ze te stimuleren actuele en betrouwbare LCA-gegevens te verstrekken.

Geluidhinder en fijn stof in de milieubeoordeling

De LCA-beoordeling toont momenteel 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 wordt 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 moeten worden bekeken hoe groot het aandeel van de stofemissies is in de karakterisering van het criterium 'respiratie anorganisch' (als onderdeel van 'humane gezondheid').

Beperkte geldigheid default kostengegevens.

In de database met kostengegevens zijn nu globale gegevens opgenomen. Prijzen van bouwstoffen kunnen door het jaar heen, van plaats tot plaats en afhankelijk van de grootte van het werk echter sterk verschillen. Bij de kostenbeoordeling moet tevens in het achterhoofd worden gehouden dat ook bij de aanbesteding van een project verschillen in kosten van 10 tot 20% kunnen optreden.

De huidige defaultkosten in de database zijn geldig voor het materiaal met de default afmetingen. Bij afwijkende afmetingen worden er op basis van een lineariteitsaannname tussen de prijs en de dikte en/of de lengte van het materiaal afwijkende defaultkosten berekend. Deze aanname gaat bij een aantal materialen zoals houten palen en basaltsteen zuilen echter niet op. Om dit probleem goed te ondervangen is het nodig om een uitgebreide database met kostengegevens aan het keuzemodel te koppelen.

Invoer en deskundigheid

De deskundigheid die aanwezig is bij het invoeren (keuze) van de verschillende subcriteria en de beoordeling en afweging daarvan speelt een belangrijke rol. In hoeverre deskundigheid bij bijvoorbeeld de beoordeling van LNC-waarden vereist is om gebruik te kunnen maken van het keuzemodel is nog onvoldoende duidelijk. Dit moet in het vervolg middels praktijkervaringen worden onderzocht.

BRONNENLIJST

Ariëns, E. e.a.	Vernieuwend ontwerp kribverlenging Midden-Waal Augustus 1995, Bouwdienst RWS Dienst Weg en Waterbouwkunde
CUR/CROW (DHV)	Nationaal pakket Duurzaam bouwen GWW juli 1999, CROW/CUR, Gouda
Duzijn, R.F. e.a.	Leidraad Bouwstoffen Rijkswaterstaat; Praktische informatie over bouwstoffen en materiaalkeuzes voor wegenbouw en natte waterbouw. DWW rapport nr.: P-DWW-99-055 Maart 2000, DWW, Delft.
DWW/NIBE 1	Keuzemodel Kust- en Oeverwerken; Ontwikkeling van een ontwerpondersteunend 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 2	Keuzemodel Kust- en Oeverwerken; Case 1 – Dijken in Zeeland. Definitief werkdokument, versie 1.1. Januari 2001, RWS-DWW/NIBE, Delft/Naarden
DWW/NIBE 3	Keuzemodel Kust- en Oeverwerken; Case 2 – Kribben in Oost-Nederland. Definitief werkdokument, versie 1.1. Juni 2001, RWS-DWW/NIBE, Delft/Naarden
DWW/NIBE 4	Keuzemodel Kust- en Oeverwerken; Verslag Workshop. Definitief werkdokument, versie 1.0. Mei 2001, RWS-DWW/NIBE, Delft/Naarden
Goedkoop, M./ Spriensma, R.	The Eco-indicator 99 - A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment (Methodology report) preliminary internet version, 5 oktober 1999, Pré Consultants bv
Heijungs, R. (ed.)	Milieugerichte levenscyclusanalyses van producten - handleiding en achtergronden (NOH rapport 9253 en 9254) oktober 1992, CML, Leiden
Müller-Wenk, R.	Life cycle impact assessment of road transport noise IWÖ discussion paper no. 77, december 1999
Oorschot, G.F. van	Datakwaliteit milieukeurgetallen - innovatieve methode voor de beoordeling artikel in Bouwadviseur nr. 4 1999, blz. 34-36
Riemsdijk van Eldik, J. (TAW)	Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen deel I en II 1986, TAW
Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen	Handreiking Inventarisatie en waardering LNC-aspecten - een methode voor beschrijving van en betekenisgeving van de LNC-aspecten in de planvorming van de dijkversterking april 1994, TAW, Utrecht
Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen	Leidraad Zee- en Meerdijken - Basisrapport december 1999, TAW, Den Haag
Te Riele, J.L.M., e.a.	GWW Kosten; Kust- en oeverwerken, werk algemene aard 2000, Elsevier bedrijfsinformatie, Doetinchem

BIJLAGEN

Overzicht keuzemodel (uitdraaien)