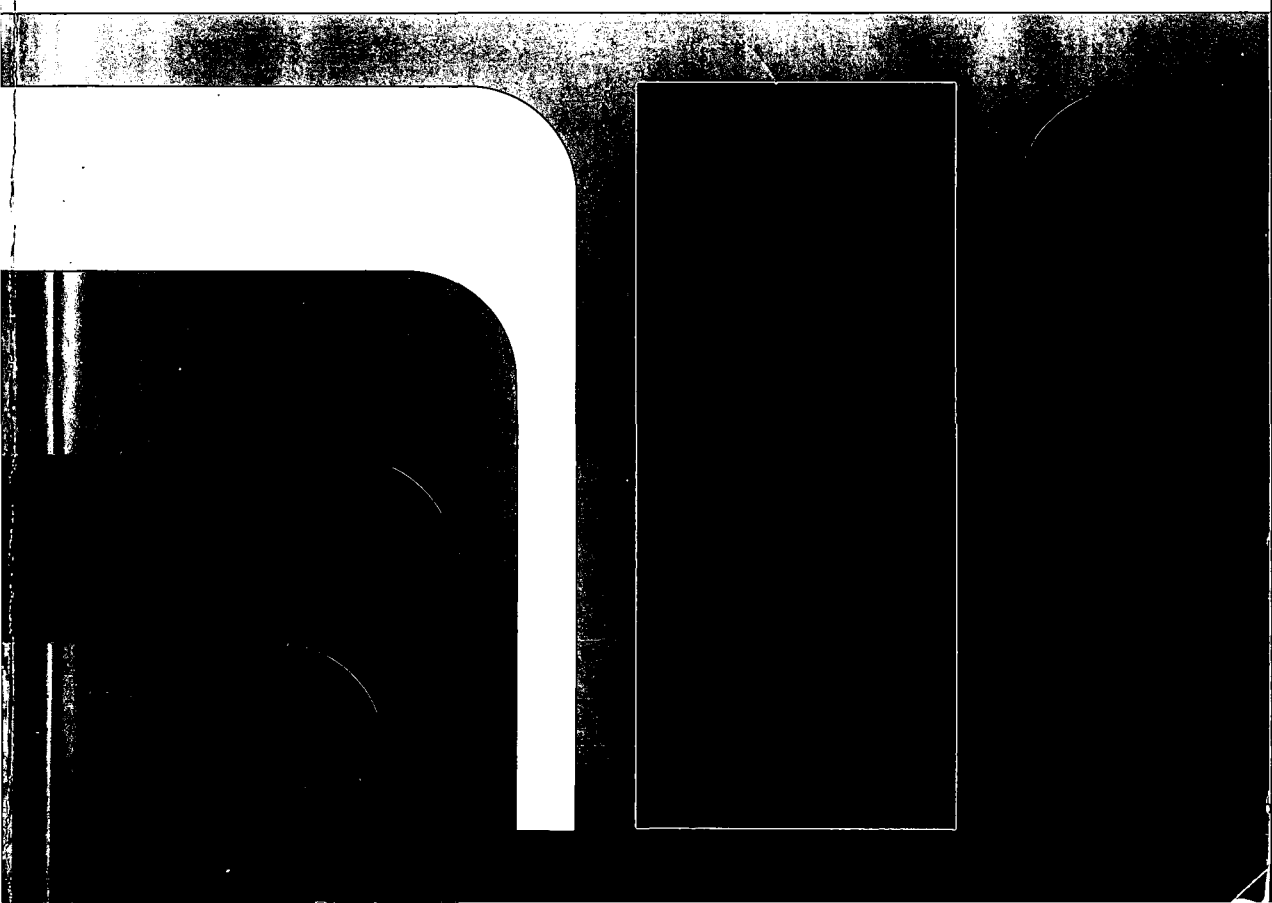
TR-6-1

LEIDRAAD KEUZEMETHODIEK DIJK- EN OEVERBEKLEDINGEN

DEEL I

technische adviescommissie voor de waterkeringen



INHOUD

DEEL I

Hoofdstuk 1		ALGEMENE INLEIDING	7
	1.1	Aanleiding en doel	7
	1.2	Opzet van de leidraad	8
	1.3	Samenstelling werkgroep	9
Hoofdstuk 2		BEHEERSYSTEMEN	11
	2.1	Inleiding	11
	2.2	Beschrijving van een beheersysteem	12
	2.2.1	Algemeen	12
	2.2.2	Vaste gegevens	14
	2.2.3	Variabele gegevens	14
	2.2.4	Gegevensbestand	14
	2.2.5	Voorselectie alternatieven	15
	2.2.6	Toetsen aan criteria	15
	2.2.7	Toetsen aan gedragsmodellen	15
	2.2.8	Waarderen van alternatieve constructies	17
	2.2.9	Alternatieven, beleid, uitvoering, controle, inspectie	17
		Literatuur	19
Hoofdstuk 3		BEKLEDINGSMATERIALEN	20
	3.1	Inleiding	20
	3.2	Toelichting op het gebruik van deel II	21
	3.3	Beschrijving van materialen	22
		Literatuur	52
Hoofdstuk 4		AAN DE BEKLEDING TE STELLEN EISEN	53
	4.1	Inleiding	53
	4.2	Functionele eisen	53
	4.3	Uitvoeringstechnische eisen	54
	4.4	Inspectie-, onderhouds- en hersteleisen	57
	4.5	Eisen vanuit de leefomgeving	58
	4.5.1	Milieu	58
	4.5.2	Landschap en ecologie	59
	4.5.3	Recreatie	59
	4.5.4	Landverkeer	60
	4.5.5	Menselijke activiteiten	61
		Literatuur	62

Hoofdstuk 5 BELASTINGEN EN DIMENSIONERINGEN 63
5.1 Inleiding 63
5.2 Belastingen 64
5.2.1 Hydraulische belastingen 64
5.2.2 Opgelegde vervormingen t.g.v. zettingen en ontgrondingen 66
5.2.3 Overige belastingen 67
5.3 Dimensioneringen 68
5.3.1 Gras 68
5.3.2 Losgestorte materialen 70
5.3.3 Verpakte bekledingen 77
5.3.4 Gezette bekledingen 77
5.3.5 Asfalt 81
5.3.6 Opsluit- en overgangsconstructies 81
Literatuur 81

Hoofdstuk 6 KOSTEN 83
6.1 Inleiding 83
6.2 Begripsomschrijvingen 83
6.3 Het vergelijken van kosten 87
Literatuur 91

Hoofdstuk 7 TOE TE PASSEN KEUZEMETHODE 92
7.1 Inleiding 92
7.2 Voorselectie 93
7.3 Keuzecriteria 94
7.3.1 Algemeen 94
7.3.2 Aanbevolen hoofd- en subcriteria 94
7.3.3 Omschrijving van hoofd- en subcriteria 94
7.4 Weegmethoden 102
7.4.1 Weging van hoofdcriteria 102
7.4.2 Weging van subcriteria 105
7.5 Score alternatieve oplossingen 107
7.6 Kwantitatieve beoordeling 110
7.7 Definitieve keuze 111
7.8 Rekenprogramma 'CHOICE' 111
Literatuur 112

Hoofdstuk 8 PRAKTIJKVOORBEELDEN 113
8.1 Inleiding 113
8.2 Waddenzeedijk 114
8.2.1 Situatieschets en randvoorwaarden 114

8.2.2 Voorselectie materiaalcombinaties 117
8.2.3 Verklaring weging hoofdcriteria 120
8.2.4 Verklaring weging subcriteria 122
8.2.5 Score materiaalcombinaties en conclusies 123
8.2.6 Invoergegevens en resultaten CHOICE 124
8.3 IJsselbandijk 131
8.3.1 Situatieschets en randvoorwaarden 131
8.3.2 Voorselectie materiaalcombinaties 131
8.3.3 Verklaring weging hoofdcriteria 131
8.3.4 Verklaring weging subcriteria 135
8.3.5 Score materiaalcombinaties en conclusies 135
8.3.6 Invoergegevens en resultaten CHOICE 136
8.4 Waalbandijk 139
8.4.1 Situatieschets en randvoorwaarden 139
8.4.2 Voorselectie materiaalcombinaties 139
8.4.3 Verklaring weging hoofdcriteria 142
8.4.4 Verklaring weging subcriteria 143
8.4.5 Score materiaalcombinaties en conclusies 143
8.4.6 Invoergegevens en resultaten CHOICE 144

Bijlage 1 ONTWIKKELINGEN OP HET GEBIED VAN BEHEERSYSTEMEN VAN WATERKERINGEN EN VAARWEGEN 148
Bijlage 2 LISTING REKENPROGRAMMA 'CHOICE' 150

Samenvatting 165
Résumé 166
Summary 167
Zusammenfassung 168

DEEL II

TOELICHTING OP HET GEBRUIK VAN DEEL II
Sectie A ZEE- EN ESTUARIADIJKEN
Sectie B BOVENRIVIERDIJKEN EN OEVERS
Sectie C MEERDIJKEN EN OEVERS
Sectie D SCHEEPVAARTKANAALDIJKEN EN OEVERS

HOOFDSTUK 1

ALGEMENE INLEIDING

1.1 Aanleiding en doel

In 1984 en 1985 verschenen de TAW-leidraden voor de toepassing van asfalt in de waterbouw, cementbetonnen dijkbekledingen en voor het ontwerpen van rivierdijken (deel 1 – bovenrivierengebied). In deze leidraden wordt beschreven hoe bekledingsconstructies voor dijken en oevers kunnen worden ontworpen met de materialen asfalt, cementbeton en klei.
Deze leidraden zijn echter gericht op de afzonderlijke materialen. Na het gereedkomen van de leidraden ontstond daarom de behoefte om te komen tot een methodiek om voor een bepaalde situatie een zo objectief mogelijke keuze te kunnen maken uit het gehele scala van bekledingsalternatieven, dat voor de betreffende situatie volgens de afzonderlijke leidraden geschikt zou zijn. Daarom is in 1985 de TAW-werkgroep 'Keuzecriteria Dijkbekledingen' ingesteld, vanwege het werkterrein al snel omgedoopt tot de werkgroep 'Keuzecriteria Dijk- en Oeverbekledingen'.
Deze werkgroep kreeg tot taak een dergelijke methodiek te ontwikkelen en deze te omschrijven in een TAW-leidraad. Dit heeft geresulteerd in de voor u liggende leidraad 'Keuzemethodiek Dijk- en Oeverbekledingen'.

Deze leidraad is vooral bedoeld voor technici, die direct betrokken zijn bij het ontwerpen of bij het onderhoudsbeleid van dijken of oevers. De leidraad is niet bedoeld als wetenschappelijk werk, waarin theoretische grondslagen uitputtend worden behandeld; voor zover mogelijk wordt daarvoor verwezen naar de andere TAW-leidraden. Wel zijn enige ontwerpregels opgenomen voor materialen, waarvoor (nog) geen leidraden beschikbaar waren.

De ontwikkelde keuzemethodiek kan worden toegepast zowel bij nieuwbouw als bij reconstructie. De uiteindelijke keuze is gebaseerd op een combinatie van technische en economische afwegingen.

De leidraad behandelt uitsluitend de bekleding van taluds en hellende oevers. Verticale, grondkerende constructies zijn buiten beschouwing gelaten.

1.2 Opzet van de leidraad

De leidraad bestaat uit twee delen.
In deel I wordt de keuzemethodiek omschreven en wordt aangegeven hoe deze methodiek kan worden toegepast.
In deel II wordt per dijktype en per zone van de dijk (b.v. beneden, in en boven de tijzone) aangegeven in welke mate de diverse materialen, in combinatie met eventuele onderlagen en kernmateriaal, toepasbaar zijn als dijk- of oeverbekleding.

Deel I bestaat uit de volgende hoofdstukken:
na het inleidende hoofdstuk 1 wordt in hoofdstuk 2 een algemene beschrijving gegeven van een beheersysteem, dat zowel in de aanlegfase als in de gebruiksfase van een dijk of oever kan worden gebruikt.
In hoofdstuk 3 wordt een overzicht en beschrijving gegeven van materialen die toegepast kunnen worden voor het bekleden van dijken en oevers.
In hoofdstuk 4 worden eisen behandeld die, locatie-afhankelijk, aan een dijk- of oeverbekleding kunnen worden gesteld. Deze eisen vormen de basis van de criteria waaraan materialen kunnen worden getoetst.
In hoofdstuk 5 worden belastingen beschreven die op bekledingsconstructies kunnen werken. Voor dimensioneringsregels wordt waar mogelijk naar leidraden verwezen en in bepaalde gevallen worden daarop aanvullingen gegeven.
Uitdrukkelijk moet worden vermeld dat de sterkte van een constructie geen criterium is, maar een primaire eis. Iedere constructie moet immers zijn gedimensioneerd op de te verwachten belastingen. In deze leidraad wordt ervan uitgegaan dat alleen bekledingen die voldoende zwaar zijn te dimensioneren voor de te verwachten belastingen in de keuzemethode worden meegenomen.
Hoofdstuk 6 behandelt de diverse kosten en de methode waarop deze kunnen worden beschreven.
Een methode, waarmee een keuze kan worden gemaakt t.a.v. de toe te passen materialen voor een dijk- of oeverbekleding, wordt uitvoerig besproken in hoofdstuk 7. Voor het werken met deze keuzemethode is een computerprogramma ontwikkeld, waarvan de listing is vermeld in bijlage 2 van deel I.
In hoofdstuk 8 wordt een aantal praktijkvoorbeelden met deze methode uitgewerkt.

Door het nog ontbreken van een totale beheermethodiek voor en voldoende overzicht over mogelijke onderhoudsmaatregelen voor waterbouwkundige constructies, ligt het accent van deze leidraad nog op keuzes ten aanzien van nieuwbouw. De aangereikte keuzemethodiek kan echter zonder meer toegepast worden voor afweging van onderhoudsmaatregelen.

Er is naar gestreefd om de achtergrondinformatie algemeen te houden. Het geven van specifieke oplossingen is bewust achterwege gelaten.

Hoewel overgangsconstructies van groot belang zijn voor de sterkte van de constructie, worden deze in de leidraad buiten beschouwing gelaten. De reden hiervan is, dat het wel in de beschouwing betrekken het aantal af te wegen varianten onwerkbaar groot zou maken, terwijl in de praktijk de overgangsconstructie vrijwel nooit maatgevend is voor de keuze van de bekleding.

1.3 Samenstelling werkgroep

De samenstelling van de werkgroep was als volgt:

PROF. IR. A. GLERUM, *voorzitter*	*Technische Universiteit Delft, faculteit der Civiele Techniek*
IR. J. RIEMSDIJK VAN ELDIK, *projectleider/secretaris*	*Technische Universiteit Delft, faculteit der Civiele Techniek*
IR. E.H. EBBENS	*Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde*
ING. P.J. EVERSDIJK	*Rijkswaterstaat Directie Sluizen en Stuwen*
IR. G.J. FLÓRIÁN	*Heidemij Adviesbureau B.V./ Technische Universiteit Delft*
H.J.A.J. GRUIS	*Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde*
IR. J.P.J. VAN DER HEIDE	*Vereniging tot Bevordering van Werken in Asfalt*
ING. A.M. HENDRIKSMA	*Vereniging Nederlandse Cement industrie*
ING. T.J. LEENKNEGT	*Provinciale Waterstaat in Zeeland Dienstkring Noord- en Zuid-Beveland*
IR. W. MEERMANS	*Technische Universiteit Delft, faculteit der Civiele Techniek*
IR. H.E. VAN DER MOST	*Vereniging Nederlandse Cement industrie*
ING. L.A. PHILIPSE	*Waterschap Fryslân*
IR. K.W. PILARCZYK	*Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde*
IR. H. ROOS	*Bitumarin B.V.*

De leidraad is geschreven door de projectleider, ir. J. Riemsdijk van Eldik, die door de werkgroep is aangesteld. Het project is mede mogelijk gemaakt door financiële bijdragen van de Rijkswaterstaat, de Vereniging tot Bevordering van Werken in Asfalt en de Vereniging Nederlandse Cementindustrie.

HOOFDSTUK 2

BEHEERSYSTEMEN

2.1 Inleiding

Enorme inspanningen zijn verricht om Nederland beter tegen het water te beschermen. Waar nodig zijn nieuwe constructies gebouwd of bestaande constructies verbeterd om te voldoen aan een toenemend aantal en steeds scherper gestelde eisen en normen.
Veel van deze projecten zijn intussen gereed gekomen waardoor nu meer de nadruk komt te liggen op klein en groot onderhoud. Ook om beschikbare middelen (geld, mensen, materiaal en materieel) efficiënter te gebruiken is bij de beheerders van waterbouwkundige werken meer behoefte ontstaan aan beheermethoden voor onderhoud en herstel.

In het kader van deze leidraad is beheer als volgt gedefinieerd:
beheer is een geheel van activiteiten dat noodzakelijk is om te waarborgen dat de functies van een constructie op zowel korte, middellange als lange termijn blijven voldoen aan de daarvoor vastgestelde, eventueel tijdsafhankelijke eisen en normen.
Gedurende de laatste jaren zijn diverse instellingen actief met het ontwikkelen van beheersystemen voor toepassing in de waterbouw. Bijlage 1 geeft de huidige stand van zaken betreffende de genoemde ontwikkelings-activiteiten.

In het begin van de jaren zeventig werd in Nederland begonnen met het ontwikkelen van een beheersysteem voor de wegenbouw. Dit systeem is thans operationeel en kan wellicht van nut zijn voor de ontwikkeling van een beheersysteem dat toepasbaar is in de waterbouw. In paragraaf 2.2 is een voorbeeld vermeld van een systeem, dat mogelijk voor de waterbouw zou kunnen worden gebruikt. De ontwikkeling van dit (of een soortgelijk) systeem staat echter nog in de kinderschoenen. Als eerste stap naar het ontwikkelen van een beheersysteem zal in deze leidraad een methode worden behandeld waarmee in het stadium van nieuwbouw of renovatie van dijken of oevers de meest geschikte bekledingstypen kunnen worden geselecteerd en afgewogen.
Deze methode kan dan ook gezien worden als een onderdeel van een beheersysteem. In paragraaf 2.2 wordt aangegeven hoe deze keuze-methode past in een totaal beheersysteem.

2.2 Beschrijving van een beheersysteem

2.2.1 Algemeen

Werkzaamheden die aan een dijk- of oeverbekleding kunnen worden verricht zijn in 4 categorieën te verdelen:

- aanleg (éénmalig)
- klein onderhoud (semi-continu)
- groot onderhoud (cyclisch)
- herstel (onregelmatig)

In het kader van deze leidraad worden de volgende begripsomschrijvingen gehanteerd:

Klein onderhoud heeft tot doel het in goede staat houden van de constructie.

Groot onderhoud is nodig om de kwaliteit van de constructie op een dusdanig niveau te brengen dat deze weer voldoet aan dezelfde eisen met betrekking tot sterkte en duurzaamheid als gesteld is bij de aanleg van die constructie, of zoals die op dat moment gelden.

Herstel is nodig om bij niet te plannen schaden de kwaliteit van de constructie weer op een aanvaardbaar peil te brengen.

De omvang van onderhouds- en herstelwerkzaamheden is sterk afhankelijk van het ontwerp van de constructie en de kwaliteit van de nieuwbouw of van eerder verrichte onderhouds- en herstelwerkzaamheden. Omdat het beheer in principe al begint bij het ontwerp en de aanleg van de constructie, omvat het beheer alle vier genoemde categorieën.
Een beheersysteem zal moeten voldoen aan de volgende eisen:

- met het systeem moet het mogelijk zijn om zowel een korte, een middellange als een lange termijn-onderhoudsplanning op te stellen;
- het systeem moet snel en objectief de financiële en technische consequenties kunnen aangeven van alternatieve onderhoudsvoorstellen;
- het systeem moet prioriteiten toekennen aan de verschillende onderhoudsactiviteiten, gebaseerd op de hoogte van het effect van de maatregel in relatie tot de kosten.

Figuur 2.1 geeft de elementen waaruit een beheersysteem bestaat en de onderlinge relatie hiertussen. In de volgende paragrafen worden deze elementen besproken.

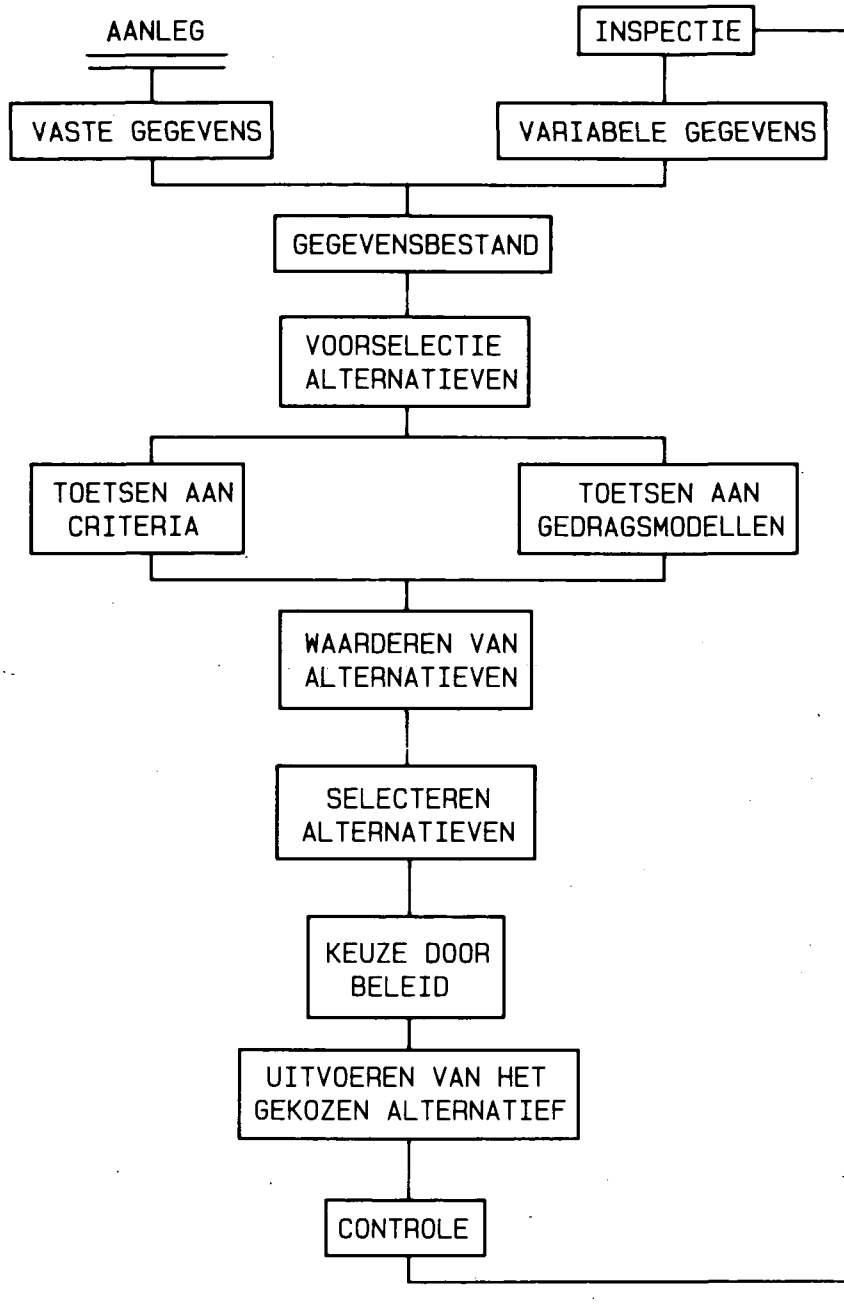


Fig. 2.1. Schema van een beheersysteem.

2.2.2 *Vaste gegevens*

De tijdsonafhankelijke of vaste gegevens kunnen worden verdeeld in de volgende categorieën:

- Algemene gegevens: type waterkering, lengte dijkvak of oever, classificatie, enz.;
- Plaatselijke gegevens: locatie, grondmechanische/hydraulische/hydrologische gegevens, enz.;
- Constructie gegevens: geometrie, materialen, enz.

2.2.3 *Variabele gegevens*

Variabele gegevens kunnen als volgt worden verkregen:

- globale visuele inspectie (bijv. classificatie in goed, matig, slecht met bijbehorende definities);
- gedetailleerde visuele inspectie op een klein gedeelte van het gehele dijkvak (informatie over ernst en omvang van individuele schaden);
- metingen (zettingen, ontgrondingen, materiaaleigenschappen, enz.).

Variabele gegevens kunnen verder betrekking hebben op:

- tussentijdse wijzigingen van de constructie;
- tussentijdse wijzigingen van de randvoorwaarden.

Variabele gegevens veranderen in de tijd. Het regelmatig opnieuw verzamelen en bijwerken van deze gegevens is daardoor noodzakelijk. De genoemde visuele inspecties zullen regelmatig moeten worden uitgevoerd ter voorbereiding op het meerjarenonderhoudsprogramma.

2.2.4 *Gegevensbestand*

De vaste en variabele gegevens worden opgeslagen in een gegevensbestand. Voor de vaste gegevens gebeurt dit eenmalig, terwijl de variabele gegevens regelmatig bijgewerkt zullen moeten worden. Om effectief met de gegevens te kunnen omgaan zal een (micro-)computersysteem noodzakelijk zijn.
De vaste en variabele gegevens dienen om:

- voor de gehele constructie en onderdelen ervan gedragsmodellen op te stellen;
- de constructie voortdurend te toetsen aan deze gedragsmodellen;
- de constructie te toetsen aan een aantal criteria waaraan deze moet voldoen.

2.2.5 *Voorselectie alternatieven*

Voorselectie heeft tot doel om het aantal bekledingsmaterialen en -typen, die in beschouwing genomen kunnen worden in de selectieprocedure in een vroeg stadium te reduceren om zodoende overbodig werk te voorkomen en het keuzeproces te versnellen. In paragraaf 7.2 wordt hierop nader ingegaan.

2.2.6 *Toetsen aan criteria*

Iedere constructie zal moeten voldoen aan een aantal eisen.
Eisen die aan dijk- en oeverbekledingen kunnen worden gesteld zijn in de volgende categorieën onder te brengen:

- Functionele eisen (paragraaf 4.2)
- Uitvoeringstechnische eisen (paragraaf 4.3)
- Inspectie-, onderhouds- en hersteleisen (paragraaf 4.4)
- Eisen vanuit de leefomgeving (paragraaf 4.5)

Uit de gestelde eisen kunnen diverse criteria worden afgeleid, waaraan de constructie moet worden getoetst. Deze worden behandeld in hoofdstuk 7.

2.2.7 *Toetsen aan gedragsmodellen*

Onder een gedragsmodel wordt verstaan een mathematisch model waarmee de verandering van de kwaliteit van de constructie als functie van de tijd beschreven kan worden. Voorwaarde bij het gebruik van gedragsmodellen is dat enkele kenmerken van de constructie of van het constructiedeel, die een goede maat vormen voor de kwaliteit van de constructie, kunnen worden gedefinieerd en dat deze goed meetbaar zijn. Met behulp van een gedragsmodel wordt ook het toekomstig verloop van het schadebeeld voorspeld en kan de tijdsduur worden bepaald dat de schade een bepaald normniveau zal overschrijden.

Het brede scala aan gedragsmodellen kan vanuit diverse invalshoeken in verschillende soorten worden ingedeeld. Genoemd wordt slechts de indeling naar de volgende twee gedragsmodellen:

- extrapolatiemodel (zie figuur 2.2a)
- probabilistisch gedragsmodel (deterministisch versus stochastisch; zie figuur 2.2b)

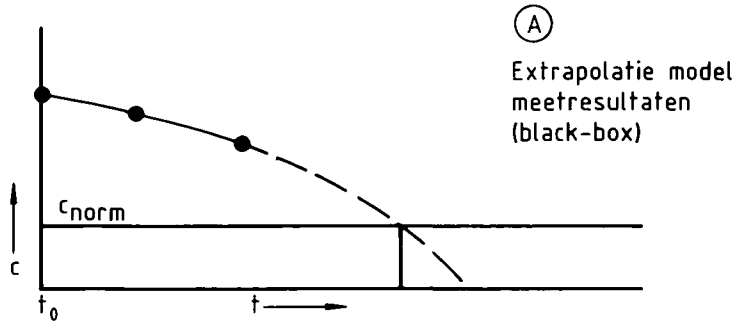


Fig. 2.2a. Grafische weergave van extrapolatiemodel meetresultaten (black box).

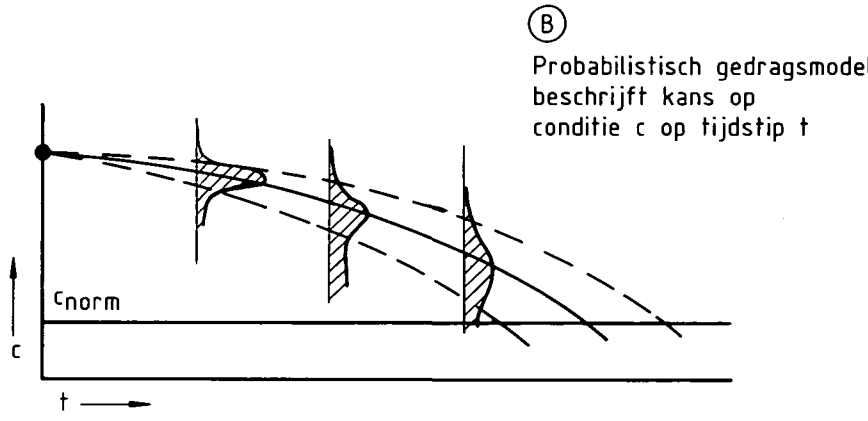


Fig. 2.2b. Grafische weergave van probabilistisch gedragsmodel (beschrijft kans op conditie c en tijdstip t).

Figuur 2.2a, het extrapolatiemodel, toont het gedragsmodel van een conditieparameter 'c' waarmee, uitgaande van meetresultaten, een eenduidige voorspelling kan worden gegeven van het verloop hiervan in de tijd.

Doorgaans echter zal bij het voorspellen van de toekomstige waarden van de conditieparameter een zekere spreiding moeten worden ingebouwd. Dit wordt getoond in figuur 2.2b. De spreiding is het gevolg van het stochastisch karakter van de conditieparameter, van de beperktheid van het gedragsmodel voor het beschrijven van de fysische werkelijkheid, maar ook van het ontbreken van gegevens betreffende de omstandigheden waaronder de constructie in de toekomst moet functioneren.

Gelet op de talrijke onderhoudsnormen, waarmee met de voorspelling van het toekomstige gedrag van de waterbouwkundige constructie rekening moet worden gehouden, lijkt de toepassing van probabilistische gedragsmodellen in de waterbouw voordelen te bieden. Bovendien hebben probabilistische technieken als extra voordeel dat deze direct gebruikt kunnen worden bij risico-analytische beschouwingen. Bij deze laatste beschouwingen worden ook de gevolgen van het overschrijden van een grenstoestand beschouwd.
In beide figuren wordt tevens de minimumwaarde (c norm) van de conditieparameter aangegeven.

Het moge duidelijk zijn dat het ideale gedragsmodel bij voorkeur gerelateerd is aan direct waarneembare (uiterlijke) constructiekenmerken, dimensieloos, niet locatie gebonden (en dus uitsluitend constructietype afhankelijk) en zeer betrouwbaar. Deze modellen betreffen feitelijk verouderingsmodellen onder invloed van min of meer duurbelastingen.

Voor de waterbouwinfrastructuur zijn gedragsmodellen in dergelijke eenvoudige vorm nog niet beschikbaar. Het grote aantal min of meer locatie gebonden belasting-, sterkte- en geometrie parameters dat bij de verschillende waterbouwkundige constructies het gedrag van de – in fysische zin – complexe faalmechanismen bepaalt is hier debet aan. Ook het feit dat waterbouwkundige constructies behalve tegen duurbelastingen ook bestand moeten zijn tegen extreme belastingen (waarvan geen of vrijwel geen meetgegevens uit de gebruiksfase beschikbaar zijn) is een complicerende factor.

2.2.8 Waarderen van alternatieve constructies

Bij de waardering worden de constructies afzonderlijk getoetst aan de gestelde criteria, resulterend in een score per constructie. Met toekenning van weegcijfers aan de onderdelen, wordt aan de totale constructie een cijfer toegekend dat de totale waardering van de constructie weergeeft. Via deze methode kunnen verschillende alternatieven gewogen en vergeleken worden en is een meer objectieve keuze mogelijk.
Dit onderwerp wordt uitvoerig behandeld in hoofdstuk 7.

2.2.9 Alternatieven, beleid, uitvoering, controle, inspectie

Aan de hand van de score, volgend uit de waarderingsprocedure, kan een aantal alternatieven worden geselecteerd. Deze worden voorgelegd aan de beslissingsbevoegde instanties, die de definitieve oplossing c.q. constructie vaststellen.
Nadat het aldus gekozen ontwerp gerealiseerd is, dient direct na aanleg te worden nagegaan of de beoogde kwaliteit van de constructie is verkregen.

Dit gebeurt door middel van een controlesysteem. Indien het werkelijke gedrag van de constructie afwijkt van het voorspelde gedrag, zal het gedragsmodel moeten worden aangepast.
De aldus verkregen nieuwe gedragsinformatie wordt gebruikt voor het beoordelen van de kwaliteit van het gerealiseerde ontwerp en dient als invoergegeven bij het maken van de onderhouds- en herstelplanning en bij het ontwerpen. Hiermee is in fig. 2.1 teruggekeerd naar het begin van het stroomschema.

De in deze leidraad uitgewerkte keuzemethode omvat de volgende blokken:

- vaste gegevens
- gegevensbestand
- voorselectie van alternatieven
- toetsen aan criteria
- waarderen van alternatieven
- selecteren van alternatieven

In deze leidraad zullen de elementen 'criteria' en 'waarderen' uitvoerig behandeld worden. Hierbij wordt veel aandacht geschonken aan de te hanteren criteria en de methoden van selecteren van geschikte bekledingsmaterialen.
Met behulp van de nodige vaste en variabele gegevens zullen in hoofdstuk 8 enkele praktijkvoorbeelden worden uitgewerkt.

Literatuur hoofdstuk 2

(1) HAAS, R., HUDSON, W.R.
'Pavement Management Systems',
Advanced Book Program, 1978.

(2) 'Rationeel Wegbeheer, Toelichting op de handleiding',
Stichting Studie Centrum Wegenbouw, Mededeling 60 deel A
Ede, Maart 1987.

(3) CUR commissies A27/A28
Concept deelrapport 'Inventarisatie normen en gedragsmodellen met betrekking tot onderhoud van waterkeringen en oeverbeschermingsconstructies'.
Gouda, augustus 1987.

(4) Stichting C.R.O.W.,
'Nederlandse bijdragen 18e internationaal wegencongres',
Brussel 1987, Publikatie 1.

(5) POLAK, B.M., HORSTMEIER, TH.W., SWEENY, D.J.
'Ontwerpmethodieken', collegedictaat bb26.
Technische Hogeschool Delft, Afdeling der Civiele Techniek,
Vakgroep Civiele Bedrijfskunde, Delft, februari 1985.

(6) Projectgroep Mertij, CONSEMULDER, J.
Nota 'Systematische analyse sturingsmiddelen morfologie'.
Rijkswaterstaat, Deltadienst, november 1984.

HOOFDSTUK 3

BEKLEDINGSMATERIALEN

3.1 Inleiding

Het komt geregeld voor dat voor het bekleden van een nieuw aan te leggen dijkvak wordt gekozen voor een bepaald materiaal met als enige reden, dat in de omgeving van het dijkvak dit materiaal al van oudsher wordt toegepast. Ook bij reconstructie wordt vaak op soortgelijke wijze gehandeld. Het zal duidelijk zijn dat dit materiaal niet beslist het meest geschikte of economische behoeft te zijn.
Teneinde een meer verantwoorde keuze te kunnen maken wordt in paragraaf 3.3 een beschrijving gegeven van nagenoeg alle materialen die in aanmerking komen voor het bekleden van dijken en oevers met per materiaal een overzicht van de karakteristieken en toepassingsbeperkingen. Bovendien is in deel II van deze leidraad, waarvan het gebruik wordt toegelicht in paragraaf 3.2, een overzicht gegeven in hoeverre deze bekledingsmaterialen kunnen worden toegepast voor verschillende dijk- en oevertypen (zee-, bovenrivierdijk etc.) en bepaalde zones daarvan (beneden, in en boven tijzone etc.).

Aan de hand van deze informatie kan een ontwerper nu een voorselectie maken van materialen, die in principe in aanmerking komen voor het betreffende dijk- of oevervak. Hieruit zal dan met de in deze leidraad behandelde methode een materiaalcombinatie (bekleding plus eventuele onderlagen) moeten worden gekozen die een zo goed mogelijk compromis vormt tussen een aantal te stellen eisen en criteria enerzijds en de kosten anderzijds.

Bij de opzet van deel II en paragraaf 3.3 is evenals in de rest van deze leidraad vooral aandacht besteed aan zogenaamde statische verdedigingen en slechts in beperkte mate aan dynamische (bij een statische verdediging verandert het profiel niet door hydraulische belastingen, bij dynamische wèl).

Overgangsconstructies vormen een essentieel deel van de gehele dijkbekleding. Zij zijn echter niet in beschouwing genomen in deze leidraad, omdat:

- het ondoenlijk is voor alle op elkaar aan te sluiten materialen alle mogelijke overgangsconstructies weer te geven;
- voor vrijwel iedere overgang een degelijke constructie kan worden ontworpen;
- de kosten van overgangsconstructies slechts een fractie zijn van de kosten van de gehele bekledingsconstructie.

3.2 Toelichting op het gebruik van deel II

Deel II is verdeeld in 4 secties:

A. Zee- en estuariadijken
B. Bovenrivierdijken en oevers
C. Meerdijken en oevers
D. Scheepvaartkanaaldijken en oevers

Voor ieder van de bekledingsmaterialen genummerd 1 t/m 28 uit paragraaf 3.3 vindt men in elk van de secties twee tabellen: één op de linker- en één op de rechterpagina. In de tabel op de linkerpagina is met symbolen aangegeven of het betreffende bekledingsmateriaal al dan niet toepasbaar is voor de verschillende dijk- en oeverzones. In de tabel op de rechterpagina wordt gemotiveerd waarom de linkerpagina aldus is ingevuld.

De nummering van bijvoorbeeld de tabellen 5C slaat op bekledingsmateriaal 5 (open steenasfalt in situ) toegepast op meerdijken en oevers (sectie C).

In de eerste kolom van een tabel op de linkerpagina is het bekledingsmateriaal vermeld, in de tweede de daarbij (eventueel) toegepaste onderlagen en in de derde het materiaal, waaruit de kern van het dijklichaam of de oever is opgebouwd (zand of klei). Is in de tweede kolom een horizontale streep vermeld dan betekent dit, dat de bekleding direct op de kern wordt aangebracht, dus zonder onderlaag. Zoals uit de tabellen blijkt, zijn bij bepaalde bekledingsmaterialen meerdere typen onderlaag mogelijk. Bij een aantal bekledingsmaterialen is tussen de kolom bekleding en de kolom onderlagen een kolom ingelast voor een uitvullaag (zie bijvoorbeeld tabel 10A).
In de kolommen volgend op die genoemd in de voorgaande alinea is met een symbool aangegeven of de combinatie omschreven in de voorgaande kolommen (bekleding, onderlaag en kern) toepasbaar is voor het beschouwde type dijk of oever en de zone daarvan. Onderaan iedere bladzijde worden de gebruikte symbolen toegelicht. Indien geen symbool voorkomt, betekent dit dat de combinatie niet realistisch is.

De tabellen op de rechterpagina motiveren de invulling van die op de linkerpagina met een overeenkomstige nummering. Daarbij wordt onder andere ook gemotiveerd waarom een bepaald bekledingsmateriaal (of onderlaag) in een bepaalde zone niet kan worden toegepast (en er dus in het betreffende vakje van de tabel op de linkerpagina niets is ingevuld). De tabellen zijn in grote lijnen op dezelfde wijze ingedeeld als die op de linkerpagina en behoeven uit dien hoofde geen nadere toelichting.

3.3 Beschrijving van de materialen

In deze paragraaf wordt van de meest voorkomende dijkbekledingsmaterialen een overzicht gegeven van de karakteristieke eigenschappen en toepassingsbeperkingen. Dit zal een belangrijk hulpmiddel zijn bij het selecteren van materialen die op een bepaald dijkvak kunnen worden toegepast.

De volgende materialen zullen worden behandeld:

1. Asfaltbeton.
2. Mastiek.
3. Dicht steenasfalt.
4. Open geprefabriceerde steenasfaltmatten (eventueel) met wapening, op een geotextiel als drager.
5. Open steenasfalt (in situ).
6. Zandasfalt (tijdelijke constructie).
7. Breuksteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat).
8. Baksteen/betonsteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat).
9. Breuksteen, gepenetreerd met asfalt (patroonpenetratie).
10. Betonblokken met afgeschuinde hoeken of gaten erin.
11. Betonblokken zonder openingen.
12. Open blokkenmatten met of zonder geotextiel als drager, afgestrooid met granulair materiaal.
13. Blokkenmatten zonder openingen met of zonder geotextiel als drager.
14. Betonplaten van cementbeton of gesloten colloïdaal beton (in situ gestort).
15. Colloïdaal beton (open structuur).
16. Betonplaten (prefab).
17. Betonnen doorgroeistenen.
18. Breuksteen, gepenetreerd met cementbeton of colloïdaal beton (vol en zat).
19. Breuksteen, gepenetreerd met cementbeton of colloïdaal beton (patroonpenetratie).
20. Gezaaid gras.
21. Graszoden en graszaad/zoden in kunststofmatten.
22. Bestorting van grof grind en andere granulaire materialen.
23. Grove granulaire materialen c.q. breuksteen verpakt in metaalgaas.
24. Fijne granulaire materialen c.q. zand/grind verpakt in geotextiel.
25. Breuksteen (stortsteen).
26. Gezette basalt.
27. Gezette polygoonvormige betonzuilen.
28. Gezette natuursteen.

De gehanteerde kenmerken bij het beschrijven van materialen zijn:

1. Type bekleding (open, dicht, meer dicht dan open).
2. Gangbare laagdikten (de werkelijke dikte is een functie van de belastingen).
3. Mate van bestendigheid tegen overdrukken vanuit het dijklichaam.
4. Mate van bestendigheid tegen golf- en stroomaanval.
5. Onderlaag nodig of niet.
6. Mate van bestand zijn tegen zettingsverschillen.
7. Toepassingsmogelijkheid onder en boven water.
8. Hoedanigheid onderlaag.
9. Methode van verwerking (machinaal of handwerk).
10. Begrenzing taludhelling.
11. Inspecteerbaarheid constructie.
12. Herstel (eenvoudig of moeilijk c.q. tempo ervan).
13. Eventueel bereikbaarheid bij schade(n).

De nummering van de genoemde uitgangspunten correspondeert met de nummering zoals die gebruikt wordt bij de volgende beschrijving van de materialen.

Aangenomen wordt dat de materialen binnen de dimensioneringsregels die daarvoor gelden geen toepassingsbeperkingen hebben.
Alleen wanneer een materiaal t.a.v. een bepaald aspect niet of slechts onder bepaalde condities kan worden toegepast, zal dit worden vermeld.

1. Asfaltbeton.

1. Dichte bekleding.
2. In de praktijk aangebracht in laagdikten van 0.15 tot 0.40 m.
3. In het algemeen niet toepasbaar in de tijzone, mede om uitvoeringstechnische redenen.
4. –
5. Door gesloten karakter is een onderlaag, om uitspoeling van de kern te voorkomen, niet nodig.
6. Het materiaal kan zekere ongelijke zettingen van de ondergrond volgen.
7. Het materiaal is niet geschikt om onder water te worden verwerkt.
8. Niet op slecht verdicht zand of klei toe te passen.
9. Kan met behulp van hydraulische kranen snel op de glooiing worden verwerkt.
10. Kan zonder hulpmiddelen worden toegepast tot een helling van 1:3.
11. De conditie waarin de laag zich bevindt, is goed waarneembaar.
12. Beschadigingen zijn via asfaltbetonbekleding zelf goed bereikbaar en eenvoudig te herstellen.
13. De asfaltbeton wordt afgedekt met een dichtingslaag en/of een oppervlakbehandeling.

2. Mastiek

1. Dichte bekleding, voornamelijk toegepast als bodem- en teenbescherming.
2. In de praktijk toegepast in dikten van 0.08 tot 0.20 m.
3. –
4. –
5. Er is geen onderlaag vereist.
6. Zeer goed bestand tegen zettingsverschillen.
7. Kan zowel onder als boven water worden toegepast.
8. –
9. Wordt zowel onder als boven water met speciaal materieel aangebracht.
10. Onder water niet verwerken op hellingen steiler dan ca. 1:7, boven water niet steiler dan ca. 1:10.
11. Constructie is redelijk goed te inspecteren boven water, onder water moeilijk te inspecteren.
12. Schaden zijn boven water snel en eenvoudig te herstellen, onder water afhankelijk van bereikbaarheid (via water- of landzijde).
13. –

3. Dicht steenasfalt

1. Dichte bekleding, voornamelijk toegepast als teenbescherming.
2. In het algemeen toegepast in dikten van 0.25 m.
3. –
4. –
5. Er is geen onderlaag vereist.
6. Goed bestand tegen zettingsverschillen.
7. Kan zowel onder als boven water worden toegepast.
8. –
9. Wordt zowel onder als boven water met hydraulische kranen aangebracht.
10. Zowel onder als boven water niet verwerkbaar op hellingen steiler dan 1:4.
11. Constructie is redelijk goed te inspecteren boven water, onder water moeilijk te inspecteren.
12. Schaden zijn boven water snel en eenvoudig te herstellen, onder water afhankelijk van bereikbaarheid (via water- of landzijde).
13. –

4. Open geprefabriceerde steenasfaltmatten (eventueel met wapening) op een geotextiel als drager.

1. Open bekleding.
2. In de praktijk in het algemeen aangebracht in dikten van 0.10 tot 0.15 m.
3. Door open structuur wordt opbouw van overdrukken vanuit dijklichaam voorkomen.
4. Afhankelijk van de dikte van de bekleding en een juiste/goede naadafdichting tussen de matten onderling, meer dan wel minder bestand tegen stroom- en golfaanval.
5. Door de open structuur is, ter bescherming tegen uitspoeling van de kern van de dijk, een drager van geotextiel noodzakelijk.
   Om uitvoeringstechnische redenen kan in de tijzone onder het geotextiel een extra onderlaag toegepast worden, zeker bij steile hellingen.
6. Het materiaal kan, mits niet verankerd, een zekere ongelijke zetting van de ondergrond volgen.
7. Het materiaal wordt voornamelijk onder water toegepast, doch ook wel in de tijzone.
8. Onderlaag moet redelijk zijn afgevlakt om 'klapperen' onder golfaanval te voorkomen.
9. Wordt machinaal aangebracht, tot ca. 20 m lengte met een hijskraan en evenaar.
   De kromtestraal bij 0.12 m dikke matten $\geq$ 4 m.
   Bij de uitvoering dient speciale aandacht te worden geschonken aan het grondicht aansluiten en/of overlappen van de matten.
10. Maximaal toelaatbare taludhelling is afhankelijk van de wrijving tussen de drager en de onderlaag en de wijze van verankering van de mat.
    Bij onverankerde mat is 1:3 mogelijk; verankerde matten kunnen tot een helling van 1:1 worden toegepast.
11. Conditie waarin de matten zich bevinden, is in tijzone goed waarneembaar; onder water alleen met behulp van duikers en/of monitoring systemen.
12. In het tijgebied wel, maar onder water niet of nauwelijks met dezelfde materialen te herstellen.
13. –

5. Open steenasfalt (in situ).

1. Open bekleding.
2. In de praktijk aangebracht in dikten van 0.10 tot 0.25 m.
3. Door open structuur wordt opbouw van overdrukken vanuit dijklichaam voorkomen.
4. –
5. Door open structuur is, ter bescherming tegen uitspoeling van de kern van de dijk, een geotextiel, een ongebonden granulaire filter of een gebonden bitumineus filter als onderlaag noodzakelijk.
6. Het materiaal zelf kan zetting van de ondergrond volgen maar de mate waarin is afhankelijk van het type onderlaag (gebonden of niet gebonden).
7. Het materiaal is niet geschikt om onder water te worden verwerkt.
8. –
9. Kan d.m.v. hydraulische kranen snel op de glooiing worden verwerkt en behoeft niet te worden verdicht.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:1.
11. Conditie waarin de constructie zich bevindt is bij toepassing van flexibele onderlagen goed waarneembaar.
12. Schaden zijn goed en eenvoudig te herstellen.
13. –

6. Zandasfalt (tijdelijke constructie).

1. Afhankelijk van samenstelling meer of minder dichte bekleding.
2. In de praktijk aangebracht in dikten van 0.10 tot 0.30 m boven water en 0.50 tot 0.70 m onder water.
3. –
4. Matig bestand tegen stroomaanval, doch door het geven van een overdikte voor tijdelijke constructies geschikt. Redelijk bestand tegen golfaanval.
5. Kan zonder onderlaag worden toegepast. In tijzone kan, afhankelijk van stabiliteit ondergrond, een geotextiel als scheidings/onderlaag noodzakelijk zijn.
6. Kan geen zettingsverschillen volgen.
7. Kan, als tijdelijk verdedigingsmateriaal, zowel onder als boven water worden toegepast.
8. Niet op slecht verdicht zand of klei toe te passen.
9. Materiaal kan machinaal worden aangebracht en verwerkt.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:3.
11. Boven water goed te inspecteren qua oppervlaktestructuur. Onder water moeilijk te inspecteren.
12. Schaden zijn boven water snel en eenvoudig te herstellen. Onder water afhankelijk van bereikbaarheid (via water- of landzijde).
13. –

7. Breuksteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat).

1. Dichte bekleding.
2. In de praktijk aangebracht in dikten van 0.30 tot 0.50 m.
   In bijzondere situaties zijn nog grotere dikten toegepast.
3. –
4. –
5. Om inzanden of inslibben vanuit het dijklichaam in de uitvoeringsfase te voorkomen is een onderlaag noodzakelijk.
6. Het materiaal zelf kan een ongelijke zetting van de ondergrond volgen maar de mate waarin is afhankelijk van het type onderlaag (gebonden of niet gebonden of geotextiel).
7. Kan zowel onder als boven water worden toegepast.
8. –
9. Breuksteen en penetratiemortel kunnen beide met behulp van hydraulische kranen worden verwerkt.
10. Steilere hellingen dan 1:3 zijn niet of nauwelijks vol en zat te penetreren als gevolg van lage viscositeit van de penetratiemortel.
11. Constructie is boven water goed te inspecteren, onder water moeilijk te inspecteren.
12. Schaden zijn boven water snel en op eenvoudige wijze te herstellen, onder water afhankelijk van bereikbaarheid (via water- of landzijde).
13. –

8. Baksteen/betonsteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat).

1. Dichte bekleding.
2. In de praktijk aangebracht in dikten van 0.50 tot 0.70 m.
3. –
4. –
5. Om inzanden of inslibben vanuit het dijklichaam in de uitvoeringsfase te voorkomen is een onderlaag noodzakelijk.
6. Het materiaal zelf kan een ongelijke zetting van de ondergrond volgen maar de mate waarin is afhankelijk van het type onderlaag (gebonden of niet gebonden of geotextiel).
7. Moet bij voorkeur niet onder water worden toegepast bij lokaties met stroomaanval en/of golfaanval van enige betekenis, vanwege kwetsbaarheid tijdens uitvoeringsfase.
8. –
9. Stenen en penetratiemortel kunnen beide met behulp van hydraulische kranen worden verwerkt.
   Penetratiemortel in meerdere fasen aanbrengen, anders kans dat de stenen tijdens uitvoering in mortel gaan drijven waardoor instabiliteit van het talud optreedt.
10. Steilere hellingen dan 1:3 zijn niet of nauwelijks vol en zat te penetreren als gevolg van de lage viscositeit van de penetratiemortel.
11. Constructie is boven water goed te inspecteren, onder water moeilijk te inspecteren.
12. Schaden zijn boven water snel en eenvoudig te herstellen, onder water afhankelijk van bereikbaarheid (via water- of landzijde).
13. –

9. Breuksteen, gepenetreerd met asfalt (patroonpenetratie).

1. Open bekleding.
2. In de praktijk aangebracht in dikten van 0.30 tot 0.50 m. In bijzondere situaties zijn nog grotere dikten toegepast.
3. Door open structuur wordt opbouw van overdrukken vanuit dijklichaam voorkomen.
4. –
5. Door open structuur is, ter bescherming tegen uitspoeling van de kern van de dijk, een onderlaag noodzakelijk.
6. Het materiaal zelf kan een ongelijke zetting van de ondergrond volgen, maar de mate waarin is afhankelijk van het type onderlaag (gebonden of niet gebonden of geotextiel).
7. Kan zowel onder als boven water worden toegepast.
8. –
9. Breuksteen en penetratiemortel kunnen beiden met behulp van hydraulische kranen worden verwerkt.
   De breuksteenlaag wordt niet over de volle oppervlakte gepenetreerd maar vastgelegd door volgens een bepaald patroon, bijv. ca. 40% van de oppervlakte te penetreren.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:3.
11. Constructie is boven water goed te inspecteren, onder water moeilijk te inspecteren.
12. Schaden zijn boven water snel en eenvoudig te herstellen, onder water afhankelijk van bereikbaarheid (via water- of landzijde).
13. –

10. Betonblokken met afgeschuinde hoeken of gaten erin.

1. Open bekleding.
2. Wordt meestal toegepast in een dikte van 0.10 tot 0.25 m.
3. Door open structuur wordt opbouw van overdrukken uit dijklichaam voorkomen.
4. –
5. Vanwege open structuur is een onderlaag noodzakelijk.
6. Kan normale zettingsverschillen volgen; gevaar voor gewelfwerking bij erosie van de onderlagen.
7. Kan alleen boven water worden toegepast.
8. –
9. Kan machinaal worden aangebracht, herzetten bij onderhoud is uitsluitend handwerk.
10. Machinaal tot hellingen 1:1 te verwerken. Met de hand moeilijk te verwerken op hellingen steiler dan 1:1½.
11. Boven tijzone goed te inspecteren qua oppervlak, in tijzone niet of nauwelijks beloopbaar dus visueel zeer moeilijk te inspecteren.
    Holtes onder bekleding moeilijk te constateren.
12. Schaden zijn in het algemeen met zelfde prefabmateriaal moeilijk en daardoor niet snel te herstellen. Herstel met andere (meestal tijdelijke) materialen is wel snel en eenvoudig mogelijk.
13. –

11. Betonblokken zonder openingen.

1. Meer dichte dan open bekleding.
2. Wordt toegepast in een dikte van 0.15 tot 0.30 m.
3. –
4. –
5. In het algemeen is op de zandkern een onderlaag noodzakelijk.
   Bij toepassing van een kleionderlaag gevaar van uitspoelen door naden tussen blokken.
6. Kan normale zettingsverschillen volgen; gevaar voor gewelfwerking bij ontgrondingskuilen.
7. Kan alleen boven water worden toegepast.
8. Bij toepassen op een onderlaag van klei moet in de tijzone deze laag worden afgedekt met een geotextiel en een vlak-/stellaag van steenslag of grind.
9. Kan machinaal worden aangebracht. Herzetten bij onderhoud is uitsluitend handwerk.
10. Machinaal tot hellingen 1:1 te verwerken. Met de hand moeilijk te verwerken op hellingen steiler dan 1:1½.
11. Boven tijzone goed te inspecteren qua oppervlak, in tijzone niet of nauwelijks beloopbaar dus moeilijk te inspecteren. Holtes onder bekleding moeilijk te constateren.
12. Schaden zijn in het algemeen met zelfde prefabmateriaal moeilijk en daardoor niet snel te herstellen. Herstel met andere (meestal tijdelijke) materialen is wel snel en eenvoudig mogelijk.
13. –

12. Open blokkenmatten, afgestrooid met granulair materiaal, met of zonder geotextiel als drager.

1. Open bekleding.
2. Toegepast in dikten van 0.08 tot 0.25 m.
3. Door open structuur wordt opbouw van overdrukken uit dijklichaam voorkomen.
4. Afhankelijk van de dikte van de bekleding en een juiste/goede naad afdichting tussen de matten onderling, meer dan wel minder bestand tegen stroom- en golfaanval.
5. Door open structuur is, ter bescherming tegen uitspoeling van de kern van de dijk, een geotextiel noodzakelijk. Afhankelijk van de zwaarte van de golf- en/of stroomaanval wordt in tijzone onder het geotextiel een extra onderlaag toegepast.
6. Het materiaal zelf kan ongelijke zetting van de ondergrond volgen maar de mate waarin is afhankelijk van het type onderlaag.
7. Het materiaal wordt zowel onder als boven water toegepast.
8. Onderlaag moet redelijk zijn afgevlakt, om 'klapperen' onder golfaanval te voorkomen.
9. Wordt machinaal aangebracht.
   Bij de uitvoering dient speciale aandacht te worden geschonken aan het grondicht aansluiten en/of overlappen van de matten.
10. Maximaal toelaatbare helling is afhankelijk van materiaal eigenschappen onderlaag en wijze van verankering van de mat.
    Kan worden toegepast tot een helling van 1:1.
11. Conditie waarin de matten zich bevinden is boven water goed waarneembaar, onder water alleen met behulp van duikers en/of side scanning sonar-systemen.
12. In het tijgebied wel, maar onder water niet of nauwelijks met dezelfde materialen te herstellen.
13. –

13. Blokkenmatten zonder openingen, met of zonder geotextiel als drager.

1. Meer dichte dan open bekleding.
2. Toegepast in dikten van 0.08 tot 0.25 m.
3. –
4. Afhankelijk van de dikte van de bekleding en een goede naadafdichting tussen de matten onderling, meer dan wel minder bestand tegen stroom- en golfaanval.
5. Afhankelijk van de zwaarte van de golf- en/of stroomaanval wordt in tijzone onder het geotextiel een extra onderlaag toegepast.
6. Het materiaal zelf kan ongelijke zettingen van de ondergrond volgen maar de mate waarin is afhankelijk van het type onderlaag.
7. Het materiaal wordt zowel onder als boven water toegepast.
8. Onderlaag dient redelijk te zijn afgevlakt, om 'klapperen' onder golfaanval te voorkomen.
9. Wordt machinaal aangebracht.
   Bij de uitvoering dient speciale aandacht te worden geschonken aan het grond-dicht aansluiten en/of overlappen van de matten.
10. Maximaal toelaatbare helling is afhankelijk van materiaal eigenschappen onderlaag en wijze van verankering van de mat.
    Kan worden toegepast tot een helling van 1:1.
11. Conditie waarin de matten zich bevinden is boven water goed waarneembaar, onder water alleen met behulp van duikers of side scanning sonar-systemen.
12. In het tijgebied wel, maar onder water niet of nauwelijks met dezelfde materialen te herstellen.
13. –

14. Betonplaten van cementbeton of gesloten colloïdaal beton (in situ gestort).

1. Dichte bekleding.
2. Toe te passen in dikten van 0.15 tot 0.30 m.
3. –
4. –
5. In tijzone een onderlaag gewenst; boven tijzone niet noodzakelijk.
   Bij toepassing van gesloten colloïdaal beton is ook in de tijzone geen onderlaag nodig.
6. Niet in staat zettingsverschillen in de ondergrond te volgen.
7. Colloïdaal beton kan onder water worden aangebracht omdat hierbij nauwelijks uitspoeling en geen ontmenging optreedt van de verse betonspecie. In tegenstelling tot andere betonsoorten kan colloïdaal beton wel in de tijzone worden toegepast, zij het dat het risico van uitspoeling groter is dan bij rustig water.
8. –
9. Kan machinaal op dijktalud worden aangebracht.
10. Cementbeton kan worden toegepast op een helling van maximaal 1:3. Voor gesloten colloïdaal beton geldt een maximale helling van 1:4.
11. Oppervlakte is eenvoudig te inspecteren, eventuele holtes onder bekleding zijn moeilijk te constateren.
12. Schaden kunnen betrekkelijk snel en eenvoudig met hetzelfde type materiaal worden hersteld.
13. Eventuele schade is via talud van betonplaten gemakkelijk bereikbaar.

15. Colloïdaal beton (open structuur).

1. Open bekleding.
2. Toe te passen in dikten van 0.15 tot 0.30 m.
3. Door de open structuur worden overdrukken voorkomen.
4. –
5. Wegens open karakter is toepassen van fiterconstructie noodzakelijk.
6. Kan geen ongelijke zettingen volgen.
7. Zowel onder als boven water goed toepasbaar.
8. –
9. Machinaal te verwerken.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:1.5.
11. Oppervlakte is eenvoudig te inspecteren, eventuele holtes onder bekleding zijn moeilijk te constateren.
12. Beschadigingen zijn eenvoudig te herstellen.
13. Ook onder water is de schade snel en eenvoudig te herstellen.

16. Betonplaten (prefab).

1. Vrijwel dichte bekleding van grote betonelementen.
2. In dikte variërend van ca. 0.10 tot 0.20 m.
3. –
4. –
5. In tijzone een onderlaag gewenst; boven tijzone niet noodzakelijk.
6. Ongelijke zettingen van de ondergrond worden slecht gevolgd.
7. Vrij incidenteel toegepast in de tijzone en daarboven tot de ontwerphoogte van de harde bekleding.
8. Om een goede aansluiting op de onderlagen te verzekeren dienen deze nauwkeurig te worden afgereid.
   Kan niet onder water worden toegepast.
9. Vanwege de grote eenheden zal vrijwel uitsluitend mechanische verwerking mogelijk zijn.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:1.
11. Schade aan de elementen zelf valt goed te constateren; schade aan de constructie, bijvoorbeeld door uitspoelen van kernmateriaal, is moeilijk waar te nemen.
12. Schade is te herstellen door vervangen van beschadigde elementen of door aanvullen met betonspecie.
13. –

17. Betonnen doorgroeistenen.

1. Open bekleding van betonelementen die voor ca. 40% van de oppervlakte voorzien zijn van gaten en groeven.
2. In dikte variërend van 0.10 tot 0.15 m.
3. Geen overdrukken onder de bekleding.
4. Is bestand tegen beperkte golf- of stroomaanval.
5. Worden rechtstreeks op de klei verwerkt.
6. Zettingen in de ondergrond worden goed gevolgd.
7. Kan uitsluitend boven de tijzone worden verwerkt.
   In de praktijk aangebracht in de overgangszone tussen harde bekleding en de grasmat, meestal in elementen van 0.40 m x 0.60 m. Worden ook gebruikt voor het versterken van steile belopen.
8. –
9. Wordt zowel met de hand als machinaal aangebracht.
   Na het zetten worden gaten en groeven aangevuld met goede teelaarde en het geheel ingezaaid met graszaad.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:1.
11. De staat waarin de bekleding zich bevindt is goed te controleren, schade is direct waarneembaar.
12. Schade is eenvoudig te repareren.
13. –

18. Breuksteen, gepenetreerd met cementbeton of colloïdaal beton (vol en zat).

1. Gesloten bekleding; door toepassen van colloïdaal beton kan zowel een open als een gesloten bekleding worden verkregen.
2. –
3. –
4. –
5. Door gesloten karakter van cementbeton en dicht colloïdaal beton zijn onderlagen, ter voorkoming van uitspoeling van kernmateriaal niet nodig. Bij open colloïdaal beton is een onderlaag bestaande uit een geotextiel, al of niet in combinatie met een granulair filter, wel noodzakelijk.
6. Ongelijke zettingen van de ondergrond worden slecht gevolgd en kunnen aanleiding zijn tot scheurvorming.
7. Cementbeton bij voorkeur niet toepassen in de tijzone en onder water wegens gevaar van uitspoeling. Bij colloïdaal beton bestaat minder gevaar voor uitspoeling van de verse betonspecie, waardoor dit materiaal geschikt is voor toepassing boven en onder water.
8. –
9. Zowel het aanbrengen van de breuksteen als van de penetratiemortel geschiedt machinaal.
10. Penetratie met zowel cementbeton als met open of gesloten colloïdaal beton kan worden toegepast tot een helling van maximaal 1:2.
11. De staat waarin de constructie zich bevindt is slechts oppervlakkig te controleren.
    Uitspoelingen etc. onder de bekleding zijn slecht waarneembaar.
12. Schade is met gelijksoortige materialen eenvoudig te repareren.
13. –

19. Breuksteen, gepenetreerd met cementbeton of colloïdaal beton (patroonpenetratie).

1. Open bekleding.
2. –
3. –
4. –
5. Om verlies van kernmateriaal te voorkomen is een geotextiel al of niet in combinatie met een granulair filter noodzakelijk.
   Grovere gradaties lenen zich beter voor deze methode.
6. Zettingen in de ondergrond kunnen afhankelijk van het type penetratie meer of minder goed worden gevolgd.
7. Kan in de tijzone (beperkt) en daarboven worden toegepast. Bij colloïdaal beton bestaat minder gevaar voor uitspoeling van de verse betonspecie, waardoor dit materiaal geschikt is voor toepassing boven en onder water.
8. –
9. Het aanbrengen van breuksteen en het verwerken van penetratiemortel geschieden machinaal.
10. Penetratie met zowel cementbeton als met open of gesloten colloïdaal beton kan worden toegepast tot een helling van 1:2.
11. De staat waarin de constructie zich bevindt is goed te controleren.
12. Schade is met gelijksoortige materialen eenvoudig te repareren.
13. –

20. Gezaaid gras.

1. Dichte bekleding.
2. –
3. –
4. Is bestand tegen beperkte golf- of stroomaanval.
5. –
6. Zettingen van de ondergrond worden probleemloos gevolgd.
7. Kan niet onder en in de tijzone worden toegepast.
8. De kleikern of -bekleding moet voldoen aan bepaalde eisen t.a.v. samenstelling en dikte.
9. Bekleding met een grasmat wordt gerealiseerd door inzaaien van een daarvoor speciaal samengesteld graszaadmengsel voor dijken.
   Moet bij voorkeur worden gezaaid in de daarvoor als laatste afwerklaag aangebrachte teelaarde.
   Kan met de hand of machinaal worden ingezaaid.
   Afhankelijk van de bemestingstoestand van de verwerkte klei, is na het zaaien bemesting met kunstmest noodzakelijk.
   De maximale sterkte wordt geleidelijk bereikt; het inzaaien moet daarom zo vroeg mogelijk in het groeiseizoen gebeuren en indien nodig moet de grasmat voor de eerste winterperiode beschermd worden, bijv. door het aanbrengen van een krammat.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:3.
11. De conditie van de grasmat is eenvoudig te inspecteren; schade is direct waarneembaar.
12. Schade door golf- of stroomaanval is in principe eenvoudig te repareren maar succes is seizoensgebonden.
13. –

21. Graszoden en graszaad/zoden in kunststofmatten.

1. Dichte bekleding.
2. –
3. –
4. Is bestand tegen beperkte golf- of stroomaanval.
5. –
6. Zettingen van de ondergrond worden probleemloos gevolgd.
7. Kan niet onder en in de tijzone worden toegepast.
8. Moet bij voorkeur worden aangebracht op een onderlaag (afwerklaag) van goede teelaarde.
9. Bekleding met graszoden al of niet versterkt met kunststofmatten of kunststofmatten waarin reeds graszaad is verwerkt.
   Wordt met de hand verwerkt.
   Toevoegen van kunstmest kan nodig zijn.
   Kunststofmat geeft extra sterkte in de periode dat de graszode nog onvoldoende is ontwikkeld.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:3.
11. De conditie van de grasmat is eenvoudig te inspecteren; schade is direct waarneembaar.
12. Schade door golf- of stroomaanval is eenvoudig te herstellen maar is seizoensgebonden en zal zich hoogstwaarschijnlijk herhalen.
13. –

22. Bestorting van grof grind en andere granulaire materialen.

1. Open bekleding van ongebonden grind of andere granulaire materialen van 40 mm tot 200 mm.
2. Wordt aangebracht in laagdikten van 0.20 m tot 0.50 m.
3. –
4. Is weinig bestand tegen golf- en stroomaanval.
5. Om verlies van kern- of bodemmateriaal te voorkomen zal in het algemeen een onderlaag van geotextiel of een kraagstuk noodzakelijk zijn.
6. Zettingen van de ondergrond worden goed gevolgd.
7. Wordt onder water en deels ook in het tijgebied toegepast.
8. –
9. Kan volledig mechanisch worden verwerkt met bijv. steenstorters en kranen.
10. Kan afhankelijk van meer of minder hoekige vorm van het materiaal worden toegepast tot een helling van 1:3.
11. Schade onder water kan slechts door peilen, side scanning sonar en inspectie door duikers worden geconstateerd.
12. Schade is eenvoudig te herstellen.
13. –

23. Grove granulaire materialen c.q. breuksteen verpakt in metaalgaas.

1. Open bekleding.
2. Laagdikten van 0.2 m. tot 1.0 m.
3. –
4. Goed bestand tegen stroming, minder tegen golven.
5. Zeer doorlatend; zonodig voorzien van filter van geotextiel.
6. Buigzame elementen die in beperkte mate ongelijke zettingen kunnen volgen.
7. Toepasbaar zowel boven als onder water.
8. Ondergrond dient voldoende draagkrachtig te zijn.
9. Wordt mechanisch verwerkt met hydraulische kraan.
10. Wegens trapsgewijze stapeling vormt de taludhelling geen belemmering; zelfs vertikale wanden zijn mogelijk.
11. Gaas aan onder- en zijkanten moeilijk te inspecteren.
12. Herstel van schade slechts mogelijk door vervangen.
13. Bereikbaarheid van een eventuele schade is afhankelijk van ligging.

24. Fijne granulaire materialen c.q. zand/grind verpakt in geotextiel.

1. Open bekleding.
2. Toegepast als matten of als stapeling van kleine elementen.
3. De houdbaarheid van de constructie is sterk afhankelijk van de mate waarin het geotextiel bestand is tegen ultraviolette straling en chemische verontreiniging.
4. –
5. Goed doorlatend, filtereigenschappen afhankelijk van gekozen geotextiel.
6. Ongelijke zettingen worden goed gevolgd.
7. Toepasbaar zowel onder als boven water.
8. –
9. Wordt mechanisch verwerkt.
   Bij de uitvoering dient speciale aandacht te worden geschonken aan het grondicht aansluiten en/of overlappen van de matten.
10. Wegens trapsgewijze stapeling vormt de taludhelling geen belemmering; zelfs vertikale wanden zijn mogelijk.
11. De staat waarin de constructie zich bevindt is slechts oppervlakkig te controleren.
12. Herstel van schade slechts mogelijk door vervangen.
13. –

25. Breuksteen (stortsteen).

1. Open bekleding.
2. Wordt aangebracht in lagen van 0.30 m tot 1.00 m en meer.
3. –
4. –
5. Omdat de bestorting niet als filter is opgebouwd zal, om verlies van kern- of bodemmateriaal te voorkomen, een granulair filter – al of niet in combinatie met geotextiel – of een kraagstuk noodzakelijk zijn.
6. Ongelijke zettingen in de ondergrond worden goed gevolgd.
7. Kan zowel onder als boven water worden toegepast.
8. –
9. Wordt mechanisch verwerkt o.a. met steenstorters en knijperkranen.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:2.
11. Schade onder water kan slechts door peilen, side scanning sonar of duikeronderzoek worden geconstateerd.
12. Schade is eenvoudig te herstellen.
13. –

26. Gezette basalt.

1. Open bekleding van basaltzuilen of basaltzetsteen.
2. Afhankelijk van de plaats van verwerking kunnen zuilen worden aangebracht variërend in lengte van 0.20 m tot 0.50 m.
3. Door open structuur wordt opbouw van overdrukken onder de bekleding voorkomen.
   Door eventueel penetreren met gietasfalt of aanvulling met beton, verliest de constructie zijn open karakter en bestaat gevaar voor het opbouwen van overdrukken.
4. –
5. Door open structuur is, ter voorkoming van uitspoeling van de kern van de dijk, het gebruik van een geotextiel of een granulair filter noodzakelijk.
6. Ongelijke zettingen in de ondergrond worden meestal goed gevolgd.
7. Kan niet onder water, wel in het tijgebied worden verwerkt.
8. Vanwege de binnen bepaalde grenzen variërende lengte van de basalt ligt het gebruik van een bitumineuze onderlaag minder voor de hand.
9. Kan uitsluitend met de hand worden verwerkt.
   Na het zetten wordt de glooiing ingewassen met grind, steenslag of slakken.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:1, indien grondmechanisch verantwoord.
11. De staat waarin de constructie zich bevindt is goed te controleren; schade tekent zich snel af.
12. Schade is goed te herstellen.
13. –

27. Gezette polygoonvormige betonzuilen.

1. Open bekleding van onregelmatig gevormde betonzuilen.
2. Afhankelijk van de plaats van verwerking kunnen zuilen worden gebruikt die in lengte variëren van 0.15 m tot 0.40 m.
3. Door open structuur wordt opbouw van onderdrukken onder de bekleding voorkomen.
4. Goed bestand tegen golf- en stroomaanval.
5. Door open structuur is, ter voorkoming van uitspoeling van de kern van de dijk, het gebruik van een geotextiel of een granulair filter noodzakelijk.
6. Ongelijke zettingen in de ondergrond worden goed gevolgd.
7. Kan niet onder water, wel in de tijzone worden verwerkt.
8. –
9. Wordt vooral mechanisch aangebracht in speciaal samengestelde paketten maar kan ook handmatig worden verwerkt.
   Na het zetten wordt de glooiing ingewassen met grind, steenslag of slakken.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:1, indien grondmechanisch verantwoord.
11. De staat waarin de constructie zich bevindt is goed te controleren, schade tekent zich snel af.
12. Schade is goed te herstellen.
13. –

28. Gezette natuursteen.

1. Min of meer open bekleding van natuursteen zoals Lessinese en Vilvoordse steen of bloksteen van graniet, porfier of kalksteen.
2. In het algemeen wordt deze bekleding aangebracht in dikten variërend van 0.15 m tot 0.25 m.
3. Door vrij open structuur wordt opbouw van overdrukken onder de bekleding voorkomen.
4. –
5. De open structuur maakt het gebruik van een geotextiel of een granulair filter, ter voorkoming van uitspoeling van de kern van de dijk, noodzakelijk.
6. Ongelijke zettingen in de ondergrond worden meetal goed gevolgd.
7. Kan niet onder water, wel in het tijgebied worden verwerkt.
8. Vanwege de vrij ruime variatie in de dikte van de blokken of hoogte van de stenen ligt het gebruik van een bitumineuze onderlaag minder voor de hand.
9. Kan uitsluitend handmatig worden verwerkt.
   Lessinese en Vilvoordse steen wordt na het zetten ingewassen met steenslag of slakken, bloksteen in het algemeen niet.
10. Kan worden toegepast tot een helling van 1:2, indien grondmechanisch verantwoord.
11. De staat waarin de constructie zich bevindt is goed te controleren, schade tekent zich snel af.
12. Schade is goed te herstellen.
13. –

Literatuur hoofdstuk 3

(1) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw, 1984.

(2) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad Cementbetonnen Dijkbekledingen, 1984.

(3) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken,
Deel 1 – Bovenrivierengebied, 1985.

(4) KANT, J.A.
De steenzetter en de materialen waarmee hij werkt.

(5) 'Sterkte van het buitenbeloop van een 'groene dijk' tijdens een superstorm,
rapport M 1980, band A, B.
Waterloopkundig Laboratorium, Delft, mei 1984.

(6) HUISMAN, P.J. EN SELIFFERT, J.J.W.
Grasmatbekledingen.
Orgaan voor postacademisch onderwijs in de Technische Wetenschappen (PATO), Sectie Civiele Techniek en Geodesie.
Cursus Oever- en dijkbekleding, 1986.

HOOFDSTUK 4

AAN DE BEKLEDING TE STELLEN EISEN

4.1 Inleiding

De primaire functie van een dijk al of niet in samenhang met de oever is het achterliggende gebied beschermen tegen overstroming. Om het dijklichaam, dat meestal opgebouwd is uit grond, te beschermen tegen erosie wordt een bekleding aangebracht. Aangezien de bekleding tevens onderdeel van de waterkering is kan deze eveneens enkele functies van de waterkering vervullen, zoals waterdichtheid. Daarom dienen 'functionele eisen' aan de bekleding te worden gesteld.
Daarnaast kunnen nog eisen worden gesteld vanuit de uitvoering, inspectie, onderhoud, herstel en de leefomgeving. Daar de diverse eisen betrekking hebben op verschillende eigenschappen van de bekleding moet vaak een compromis worden gezocht.

Samengevat kunnen de volgende eisen aan de bekledingsconstructie worden gesteld:

- functionele eisen
- uitvoeringstechnische eisen
- inspectie, onderhouds- en hersteleisen
- eisen uit de leefomgeving

In de paragrafen 4.2 t/m 4.5 wordt nader ingegaan op de diverse eisen.

Om een evenwichtige keuze tussen alternatieve oplossingen mogelijk te maken worden in hoofdstuk 7 uit de bovengenoemde eisen criteria afgeleid, waaraan de alternatieven worden getoetst.

4.2 Functionele eisen

Aan de bekleding op een waterkering dienen de volgende functionele eisen te worden gesteld:

a. De bekleding moet bestand zijn tegen:

   - de combinatie van golf- en stroomaanval;
   - de belastingen uitgeoefend door onder meer drijfijs, aanvriezend ijs en aanvaringen;

- de overdrukken vanuit het dijklichaam ten gevolge van een verhoogde freatische lijn (alleen bij een relatief waterdichte bekleding).

b. De onderliggende gronddeeltjes moeten worden vastgehouden; de bekleding moet mede met een eventueel aanwezige filterconstructie voorkomen dat deze gronddeeltjes worden uitgespoeld en meegevoerd. Ook de filterconstructie zelf moet door de bekleding tegen uitspoeling worden beschermd. Soms wordt geëist dat een bekleding waterdicht is.

c. De bekleding moet duurzaam zijn, dat wil zeggen bestand zijn tegen erosie door overspoelend materiaal (zand, grind, stukken natuursteen e.d.), wind, extreme temperaturen, temperatuurswisselingen, chemische invloeden en licht (met name ultraviolette straling).

d. Om volledig aan haar doel te blijven beantwoorden, is het van belang dat een bekleding eventuele vormveranderingen van het talud kan volgen (zettingen en/of ontgrondingen). Wanneer de ondergrond plaatselijk verzakt, wordt onderspoeld of door graafwerkzaamheden van dieren wordt ondermijnd en de bekleding niet kan volgen, ontstaan holten onder de bekleding, waardoor de constructie wordt verzwakt.

e. Het geheel van de bekleding en ondergrond moet stabiel zijn tegen afschuiven.

Afhankelijk van de lokale omstandigheden zal de dijk- of oeverbekleding aan een aantal van bovengenoemde eisen moeten voldoen. Deze eisen worden gehanteerd bij de voorselektie van alternatieve oplossingen; hierop wordt nader ingegaan in hoofdstuk 5. Van de overige eisen worden criteria afgeleid die gebruikt worden in de weegprocedure.

4.3 Uitvoeringstechnische eisen

De uiteindelijke kwaliteit van een bekledingsconstructie wordt behalve door het ontwerp bepaald door de kwaliteit van de toe te passen materialen en de wijze van uitvoering.
Voor de materiaaleisen wordt verwezen naar de daarvoor bestaande voorschriften.

Hierna worden enkele aspecten gegeven waaruit uitvoeringstechnische eisen volgen waarmee bij het ontwerp rekening moet worden gehouden:

a. Bereikbaarheid
b. Plaats van verwerking

c. Wijze van verwerking
d. Bouwfase
e. Overgangsconstructies

Ad a. Bereikbaarheid

- De constructie moet zowel in de aanlegfase als in de gebruiksfase begaanbaar zijn voor het te gebruiken materieel: de ondergrond dient voldoende draagkrachtig te zijn, er moet voldoende ruimte aanwezig zijn en de helling van de taluds mogen geen belemmering vormen.

- De bekledingsconstructie dient voldoende bereikbaar te zijn; de aanvoerroutes moeten berekend zijn op de te verwachten verkeerslast.

Ad b. Plaats van verwerking

De te gebruiken materialen moeten geschikt zijn om er, onder de locale condities en randvoorwaarden, het werk mee te kunnen uitvoeren. In hoofdstuk 3 worden van de meest voorkomende bekledingsmaterialen de toepassingsbeperkingen gegeven.
Soms kan door het aanleggen van een hulpconstructie de locale situatie geschikt gemaakt worden voor de toepassing van een bepaald materiaal.
Een aantal voorbeelden, waarbij de plaats van verwerking van belang is voor de keuze van de toe te passen materialen, wordt hierna genoemd:

- toepassing onder water en in de tijzone.
  Indien nodig kan m.b.v. een hulpconstructie de locatie drooggelegd worden waarna een materiaal, dat slechts in den droge kan worden verwerkt, toch in de genoemde zone kan worden toegepast. Bij deze oplossing moet rekening worden gehouden met de extra kosten van de hulpconstructie;
- steile taluds kunnen een belemmering vormen voor het verwerken van materialen;
- op gekromde belopen moet het toepassen van grote geprefabriceerde elementen worden vermeden, teneinde aansluitproblemen en holtevorming te voorkomen.

Ad c. Wijze van verwerking

Door de ontwikkeling en toepassing van materialen als beton, bitumen en kunststof en door het stijgen van de loonkosten worden dijkbekledingen tegenwoordig vrijwel uitsluitend machinaal aangebracht. Natuurstenen zuilen of elementen die met de hand moeten worden geplaatst, worden toegepast bij herstel van glooiingen, wegens hergebruik van deze materialen, in bochten en op overgangsstukken.
Hiermee dient in de ontwerpfase rekening te worden gehouden.

Ad d. Bouwfase

- bij het dimensioneren moet er rekening mee worden gehouden dat in de uitvoeringsfase een tussenlaag tijdelijk als toplaag moet fungeren. Enig materiaalverlies in die fase wordt over het algemeen als acceptabel beschouwd.
  Belastingen die in deze periode op de tussenlaag werken kunnen worden veroorzaakt door wind, golven, stroming, maar ook door verkeer ten behoeve van de uitvoering van het werk;

- afhankelijk van de wijze van uitvoering (machinaal of handwerk; in den droge of in den natte) kunnen in verband met een juiste filteropbouw zwaardere tussenlagen aangebracht moeten worden dan voor de gebruiksfase noodzakelijk is;

- de methode van uitvoering en toelevering moeten zodanig op elkaar zijn afgestemd dat het werk binnen de gestelde periode uitgevoerd kan worden.

Ad e. Overgangsconstructies

Overgangsconstructies zijn bedoeld om verschillende bekledingstypen- en materialen zodanig op elkaar aan te sluiten dat de stabiliteit van de gehele bekledingsconstructie wordt gewaarborgd.

We onderscheiden hierbij:

- teenconstructie
- bovenbegrenzing van de harde bekleding
- overgang van de ene naar een andere bekleding

De ervaring van veel beheerders is dat ter plaatse van de overgangsconstructies de meeste schade optreedt. De overgangsconstructie mag geen afbreuk doen aan de eisen die aan de gehele bekleding worden gesteld, maar moet minstens net zo sterk zijn als de bekledingsconstructie zelf.

In de TAW publikaties 'Leidraad cementbetonnen dijkbekledingen' en 'Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw' wordt hieraan meer aandacht geschonken.

Vanuit de uitvoering kunnen de volgende eisen aan het ontwerp worden gesteld:

- de constructie moet zodanig uitgevoerd kunnen worden dat de voortgang van het werk er niet door wordt belemmerd;

- de constructie moet doelmatig en betrouwbaar kunnen worden uitgevoerd, zonder dat concessies behoeven te worden gedaan aan de kwaliteit van de gehele bekleding.

Hierbij wordt opgemerkt dat voor de keuze tussen alternatieve bekledingsconstructies vanwege de grote aantallen van mogelijke combinaties uit het bovenstaande geen criteria worden afgeleid, zie verder hoofdstuk 7.

4.4 Inspectie-, onderhouds- en hersteleisen

In deze paragraaf wordt volstaan met het beknopt beschrijven van de eisen waaraan vanwege inspectie, onderhoud en herstel moet worden voldaan. Deze begrippen worden als volgt gedefinieerd:

Inspectie: Werkzaamheden met het doel om vast te stellen in welke conditie de bekledingconstructie verkeert en om eventuele schaden op te sporen.

Onderhoud: Werkzaamheden om de bekledingsconstructie in goede staat te houden zodat deze kan blijft voldoen aan de gestelde eisen.

Herstel: Werkzaamheden noodzakelijk om bij niet te plannen schaden de kwaliteit van de constructie weer op een aanvaardbaar peil te brengen.

Eisen te stellen aan de constructie of materialen, met betrekking tot:

Inspectie:

- gebreken en kans op falen dienen bij voorkeur duidelijk en tijdig waarneembaar te zijn;
- de te inspecteren constructie moet voor inspectie bereikbaar zijn.
  Inspectie onder water verdient daarbij speciale aandacht.

Onderhoud:

- de gehele bekleding moet goed bereikbaar zijn voor transportmiddelen, materieel en materialen waarmee onderhoud wordt uitgevoerd;
- onderhoud moet doelmatig uitgevoerd kunnen worden.

Herstel:

- de gehele bekleding moet goed bereikbaar zijn voor transportmiddelen, materieel en materialen waarmee herstel wordt uitgevoerd;

- opgetreden schade moet snel en eenvoudig hersteld kunnen worden, waarbij een rol speelt of het herstelde deel direct voldoende sterkte heeft (een probleem bij bijv. gras);
- om discontinuïteiten zoveel mogelijk te voorkomen en om esthetische redenen moet een schade bij voorkeur volgens de oorspronkelijke constructie en met dezelfde materialen hersteld kunnen worden.

4.5 Eisen vanuit de leefomgeving

Naast de in de paragrafen 4.2, 4.3 en 4.4 beschreven eisen kan de constructie nog worden getoetst aan de functie ervan in de leefomgeving. Hierbij kan worden gedacht aan:

- milieu
- landschap
- recreatie
- landverkeer
- menselijke activiteiten

4.5.1 Milieu

Door de algemene erkenning van het belang van een optimaal milieu moet hiermee in toenemende mate rekening worden gehouden bij het ontwerpen en beheren van dijk- en oeverbeschermingen. Hierbij kunnen de volgende aspecten in overweging worden genomen:

- schadelijke stoffen

Voorkomen moet worden dat schade wordt toegebracht aan het milieu door stoffen of materialen die worden toegepast. Schade kan worden veroorzaakt door het verdampen, oplossen, uitspoelen, uitlogen van of chemische reacties met gebruikte materialen.

- grondstoffen

Om milieutechnische redenen is het aantrekkelijk te streven naar hergebruik van materialen. Hiermee wordt de winning van grondstoffen en opslag van (bulk)reststoffen beperkt. Voor het hergebruik van (bulk)reststoffen zijn de volgende wetten van toepassing:

Wet verontreiniging oppervlaktewater – Reguleert onder andere het in het oppervlaktewater brengen van stoffen.

Wet chemische afvalstoffen – Reguleert het verwijderen van chemisch afval.

Wet afvalstoffen – Reguleert via vergunningen de verwerking van afval.

Wet bodembescherming – Reguleert via verboden de bescherming van de bodem.

4.5.2 Landschap en ecologie

In het algemeen is het wenselijk dat een dijk of oever zodanig wordt ontworpen dat deze zo goed mogelijk in het landschap past.

In gebieden met landschappelijke waarde kan worden getracht het aanzien van de dijk- of oeverconstructie dat van de natuurlijke oever zo goed mogelijk te laten benaderen, niet alleen om visuele redenen, maar ook om de groei van de oorspronkelijke flora en fauna te handhaven of te ontwikkelen.

In bepaalde situaties kan een natuurlijk uiterlijk van een dijk- of oeverconstructie worden verkregen door:

- gebruik te maken van natuurlijke middelen (zand- of grindoevers, begroeide taluds, enz.);
- de eigenlijke oeverconstructie te camoufleren d.m.v. een natuurlijke bekleding die op de eigenlijke bekledingconstructie wordt aangebracht;
- toepassing van doorgroeidoeken, -matten of -stenen.

4.5.3 Recreatie

Kusten en oevers zijn in het algemeen gebieden die veel recreatie aantrekken. Bij het ontwerp en beheer van een dijk- of oeverbescherming moet met de wenselijkheid hiervan dan ook rekening worden gehouden. De inrichting van een dijk of oever kan in dit verband zijn:

a. Recreatie-vriendelijk
b. Recreatie-onvriendelijk

ad a. Bij recreatie-vriendelijke oevers kan worden gedacht aan:

- recreatief verkeer over de buitenberm en het buitentalud van de dijk of oever (wandelaars, fietsers, auto's met boottrailers, enz.).
  De bekleding moet hierop zijn ingericht en gedimensioneerd. Eventueel kunnen wegen, paden of trappen worden aangebracht om het verkeer te concentreren.

- recreatief verblijf op en langs de (dijk)oever.
  Behalve het buitentalud dient ook het onderwatertalud hierop te zijn ontworpen. Het toepassen van recreant-onvriendelijke materialen (bijvoorbeeld grof loskorrelig materiaal) of schadegevoelige materialen (bijvoorbeeld rietkragen) moet zoveel mogelijk worden voorkomen.
- recreatief verblijf op het water.
  Bij het ontwerp van dijk- en oeverbekledingen moet rekening worden gehouden met bijvoorbeeld:
  - afmerende vaartuigen
  - ankerworpen
  - staken voor vissersboten
  - zwemmers
  - surfers

ad b. Recreatie-onvriendelijke oevers:

Langs veel oevers zullen bepaalde vormen van recreatie moeten worden geweerd, afhankelijk van de lokatie of het gebruik van zowel het land als het water.
Enkele voorbeelden:

- watersport kan beperkt toegestaan zijn in waterwingebieden, bij drukke scheepvaartroutes, nabij sluizen en stuwen, enz.
- oeverrecreatie kan om verschillende redenen beperkt toegestaan zijn in natuurgebieden, industriegebieden, enz.

Het selectief bevorderen of weren van recreatie en de intensiteit ervan kunnen worden beïnvloed door hiermee rekening te houden zowel bij de geometrie van de dijk of oever als bij de keuze van de bekledingsmaterialen (taluds met een bekleding van stortsteen zullen weinig uitnodigend zijn voor zwemmers).

4.5.4 Landverkeer

Landverkeer over dijken en oevers kan plaatsvinden om diverse redenen:

- inspectie: weinig en licht verkeer;
- herstel en onderhoud: weinig voorkomend middelzwaar tot zwaar verkeer;
- recreatie: frequent en licht verkeer;
- verbinding: afhankelijk van de functie (hoofdrijbaan, parallelweg, fietspad).

De eisen die door het verkeer worden gesteld, hebben alle betrekking op het in voldoende mate toegankelijk zijn van de dijk of oever.
Deze toegankelijkheid kan worden verdeeld in twee categorieën:

a. Ruimte:
- op de dijk of oever moet voldoende ruimte zijn om met de benodigde voertuigen te kunnen werken en manoeuvreren.

b. Begaanbaarheid:
- de ondergrond moet voldoende draagkrachtig zijn voor de benodigde voertuigen.
- het talud mag niet te steil zijn.

4.5.5 Menselijke activiteiten

Als gevolg van menselijke activiteiten kan schade ontstaan aan dijk- of oeverbekledingen zowel boven als onder water. Hiermee moet al in de ontwerpfase rekening worden gehouden.

Schade door menselijke activiteiten kan worden veroorzaakt door:

- recreatie
  Hierbij hoeft geen sprake te zijn van opzet.
  Voorbeelden hiervan zijn: schade aan een grasmat door vertrapping, afmerende vaartuigen die oeverbeschermingen beschadigen, enz.;
- ongelukken
  Voorbeelden hiervan zijn: verkeersongevallen, aanvaringen, ankerworpen. Ook door het water meegevoerde voorwerpen of chemicaliën kunnen schade veroorzaken;
- vernielingen
  Hiermee wordt bedoeld het bewust aanbrengen van schade.

In welke mate rekening gehouden moet worden met bovengenoemde aspecten is afhankelijk van de lokatie van de constructie.

Literatuur hoofdstuk 4

(1) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw, 1984.

(2) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad Cementbetonnen Dijkbekledingen, 1984.

(3) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken,
Deel 1 – Bovenrivierengebied, 1985.

(4) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
'Landbouwkundig en natuurtechnisch beheer van rivierdijkgrasland'

(5) HYUM, E. VAN
'Milieuvriendelijke bekledingen'
Cursus 'Oever- en dijkbekleding', OD 21, februari 1986.
Orgaan voor postacademisch onderwijs in de technische wetenschappen.

(6) Samenwerkingsverband 'Asjeblieft ... niet in 't riet'
'Literatuurrapport Rietoevers', oktober 1986.

(7) 'Constructieve Aspekten Milieuvriendelijke Oevers', 1987
CUR preadviescommissie PC59.

HOOFDSTUK 5

BELASTINGEN EN DIMENSIONERINGEN

5.1 Inleiding

Het doel van een bekleding op een dijk of oever is, in samenhang met de onderlaag, het grondlichaam te beschermen tegen erosie als gevolg van daarop optredende belastingen.
Belastingen die op een dijk- of oeverbekleding kunnen werken, zijn te onderscheiden in drie categorieën:

1. Hydraulische belastingen, o.a.: golven, stroming en over-/onderdrukken door waterstandverschillen;
2. Opgelegde vervormingen t.g.v. zettingen en ontgrondingen;
3. Overige belastingen, b.v.: biologische, chemische en klimatologische aantasting, drijvende voorwerpen, verkeer, recreatie, vernielingen en ongelukken.

Een dijk- of oeverbekleding moet gedimensioneerd worden op de hydraulische belastingen.
Indien zettingen, ontgrondingen of één van de overige belastingen een rol kunnen spelen dient ook hierop te worden gedimensioneerd.

In paragraaf 5.2 wordt globaal aangegeven welke parameters nodig zijn voor het berekenen van een aantal belastingen. Voor de berekeningsmethoden wordt zoveel mogelijk verwezen naar de bestaande leidraden. Bij de beschrijvingen van de belastingen wordt een aantal voorbeelden gegeven van kenmerkende schaden. Uitdrukkelijk dient te worden vermeld dat deze voorbeelden niet uitputtend zijn en derhalve geen totaal overzicht geven van de mogelijke bezwijkvormen en schaden.

In paragraaf 5.3 worden de algemeen aanvaarde dimensioneringsmethoden voor de materialen asfalt, steenzettingen, stortsteen en gras behandeld.
Ook hier wordt zoveel mogelijk verwezen naar de bestaande TAW-leidraden. Voor de overige materialen zijn ontwerpregels in ontwikkeling. De vermelde dimensioneringsregels hebben betrekking op statische situaties en niet op dynamische, waarbij het profiel wordt gevormd door golfwerking.

5.2 Belastingen

5.2.1 Hydraulische belastingen

Bij het dimensioneren van zeedijken is de maatgevende storm van belang, bij rivierdijken de afvoergolf, wind- en scheepsgolven alsmede stroomsnelheden, terwijl voor de oeverbescherming van vaarwegen de belasting door het maatgevende schip (primaire en secundaire golven) van belang is.

Golfbelasting

Een golf kan worden beschreven door de volgende parameters:

- golfhoogte H (m)
- golfperiode T (s)
- voortplantingssnelheid c (m/s)

Naar golfperiode kunnen worden onderscheiden:

- hoogfrequente golven: windgolven, deining, primaire en secundaire scheepsgolven;
- laagfrequente golven: getijgolven, hoogwatergolven, opwaaiingsverhangen, seiches en bui-oscillaties.

Laagfrequente golven bepalen de gemiddelde waterstand. Wanneer deze in korte tijd daalt, kan bij gesloten of slecht doorlatende bekledingstypen een drukverschil over de bekleding ontstaan dat leidt tot opwaartse krachten.
Hoogfrequente golven kunnen op diverse wijzen krachten uitoefenen op de bekleding.

Figuur 5.1 geeft een kwalitatief overzicht van mogelijke bezwijkmechanismen, maatgevende belastingen en sterkte parameters voor diverse materialen van de toplaag.

Voor een verdere beschrijving van golven en golfkrachten zij verwezen naar:

- hoofdstuk 19 van de 'Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw';
- hoofdstuk 11 van de 'Leidraad cementbetonnen dijkbekledingen';
- voor scheepsgolven en de daarbij behorende dimensioneringsmethoden zij verwezen naar literatuur 11.

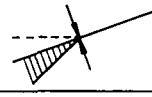
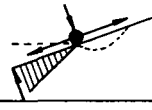
toplaag	bezwijk mechanismen	maatgevende belasting	sterkte
zand/grind	● begin van beweging ● materiaal-transport ● profiel vervorming	● snelheidsveld stroom en/of golven ● grondwater stroming 	● diameter ● wrijving ● dynamische stabiliteit
klei/gras	● erosie ● vervorming	● max. snelheid ● golfklap 	● cohesie ● gras-wortels ● klei/gras kwaliteit
steen bestorting (breuksteen)	● begin van beweging ● vervorming ● profiel vervorming	● max. snelheid ● golfkrachten ● grondwater stroming 	● gewicht/diameter ● wrijving ● doorlatendheid onderlagen ● dynamische stab.
verpakte systemen (gabions, geotextiel-matten enz.)	● begin van beweging vulmateriaal ● vervorming ● aantasting/verwering draden en/of weefsel ● rand-effecten	● max. snelheid ● golfklap ● vandalisme 	● gewicht/dikte ● draden en/of weefsel ● doorlatendheid incl. onderlagen
gezette steen incl. blokken-matten	● oplichten ● uitbuigen ● vervorming ● afschuiving ● opsluitingen/ overgangen	● overdruk ● golfklap 	● dikte ● wrijving/inklemming ● doorlatendheid incl. onderlagen/ en geotextiel ● kabels/pennen
asfalt/asfalt-penetratie	● erosie ● vervorming ● opdrijven ● afschuiven	● golfklap ● overdruk 	● mechanische sterkte ● gewicht ● doorlatendheid

Fig. 5.1. Overzicht bekledingssystemen en dimensioneringsaandachtspunten.

Belasting door stroming

Stromend water kan op meerdere wijzen krachten uitoefenen op een bekledingslaag. Het water zelf, maar ook meegevoerde materialen of objecten kunnen een eroderende werking hebben op de bekleding; stroomkrachten kunnen losse stortstenen meevoeren en de randen van kraagstukken en/of matten kunnen worden opgelicht en omgeklapt waardoor de onderliggende lagen worden blootgesteld aan erosie.

Belasting door overdrukken

Wanneer de freatische lijn in een dijklichaam hoger ligt dan het waterpeil erbuiten ontstaan overdrukken indien de dijkbekleding geheel of gedeeltelijk gesloten is. Indien een bekleding niet hierop is gedimensioneerd kan deze plaatselijk opgelicht worden, afschuiven of kunnen bekledingselementen worden uitgedrukt.

Overdrukken kunnen ook ontstaan wanneer onder een luchtdichte kruinbekleding de grondwaterstand stijgt. Hierdoor wordt de lucht samengeperst en kan de bekleding bezwijken.

Voor verdere informatie over het dimensioneren op overdrukken wordt verwezen naar hoofdstuk 20 van de 'leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw'.

5.2.2 Opgelegde vervormingen t.g.v. zettingen en ontgrondingen

De dijk- of oeverbekleding dient waar nodig onregelmatige zettingen en ontgrondingen te volgen zonder dat de samenhang verloren gaat. Indien het bekledingsmateriaal deze zakkingen niet kan volgen zal het breken of scheuren. Indien de toplaag de zakkingen niet kan volgen, maar wel zijn samenhang bewaart, zal gewelfvorming optreden. Dit kan zich voordoen zowel bij monolietbekledingen als bij elementenbekledingen. Het gevaar van gewelfvorming is dat de schade in een laat stadium zal worden waargenomen en dat uitspoeling van de onderlagen kan optreden, waardoor de bekleding verder wordt ondermijnd.
Voor een verdere toelichting aangaande zettingen en ontgrondingen wordt verwezen naar hoofdstuk 19.2 van 'Leidraad voor toepassing van asfalt in de waterbouw' en het in 1988 te verschijnen eindrapport van het onderzoek naar 'Taludbekledingen van gezette steen' (Literatuur 10).

5.2.3 Overige belastingen

Bijzondere belastingen worden o.a. veroorzaakt door:

- drijvende voorwerpen
- drijvend en kruiend ijs
- recreatie
- ongelukken
- vandalisme
- biologische aantasting
- chemische aantasting
- klimatologische aantasting

Voor een beschrijving van enige van deze bijzondere belastingsoorten kan worden verwezen naar hoofdstuk 12 van de 'Leidraad cementbetonnen dijkbekledingen', terwijl de laatste drie hieronder worden toegelicht.

Biologische aantasting

Waterplanten en dieren kunnen zich op en tussen de bekleding hechten maar richten hier in het algemeen weinig schade aan. Aangroei van waterplanten en dieren op een gladde bekleding kan soms de ruwheid vergroten, waardoor de belasting door golven en stroming kan toenemen. Bitumineuze bekledingen kunnen in lichte mate worden aangetast door uitwerpselen van schapen en runderen. Dieren die gangen of holen graven, zoals ratten, muskusratten en mollen, kunnen een talud of oever ondermijnen, waardoor ernstige verzakkingen en uitspoelingen kunnen plaatsvinden. Op plaatsen waar gevaar van ondergraving dreigt, dienen zo mogelijk bekledingsmaterialen te worden toegepast die het ingraven door dieren niet toelaten. Vertrappen van grastaluds, vaak een gevolg van ongeoorloofd beweiden, veroorzaakt ontoelaatbare schade.

Chemische aantasting

Hoewel constructiematerialen door oxidatie, zout water en door stoffen die in vervuild water voorkomen, kunnen worden aangetast, levert chemische aantasting doorgaans weinig problemen. Een bitumineuze bekleding kan door een olieverontreiniging worden aangetast. Omdat echter deze aantasting vooral veroorzaakt wordt door de lichte fractie in de olie, die tevens het snelst verdampt, is ook deze aantasting doorgaans van ondergeschikt belang. Chemische aantasting kan bij geotextiel-matten wel een belangrijke invloed hebben.
Ook dient aandacht te worden besteed aan het optreden van een combinatie van belastingen. Door erosie bijvoorbeeld kan een betonbekleding worden aangetast

waardoor eventuele wapening van platen bereikbaar wordt voor zuurstof, water en daarin meegevoerde verontreinigingen met corrosie als gevolg. Hetzelfde geldt voor de blokkenmatten met kabels als draagelement.
Gras is gevoelig voor chemische aantasting. Daarom dient op plaatsen waar een redelijke kans is op chemische verontreiniging geen gras als bekledingsmateriaal te worden toegepast.

Klimatologische aantasting

Sommige materialen zijn gevoelig voor extreme klimatologische omstandigheden. Water dat in een bekledingsmateriaal zit opgesloten, zal door bevriezing uitzetten en kan zodoende het materiaal aantasten. Doorgaans zijn harde materialen en asfalt redelijk bestand tegen klimatologische invloeden. Evenals voor chemische aantasting is ook gras gevoelig voor klimatologische invloeden. Door langdurige droogte kan een te dunne kleilaag op een dijktalud zodanig uitdrogen dat de grasmat hiervan ernstige schade ondervindt.
Een geotextiel moet in het algemeen beschermd worden tegen ultraviolette straling (u.v.).

5.3 Dimensioneringen

In deze paragraaf wordt slechts een globaal overzicht gegeven van de bestaande dimensioneringscriteria. Voor het gebruik van deze criteria en de benodigde aanleghoogte wordt aangeraden de oorspronkelijke bronnen te raadplegen, waar zowel de wijze van gebruik als ook de beperkingen van deze criteria zijn te vinden. Voor de dimensionering van bekledingen belast door waterbewegingen veroorzaakt door schepen zij verwezen naar literatuur 11.

5.3.1 Gras

Voor dijk- of oeverbekledingen bestaande uit gras zijn tot nu toe (nog) geen ontwerpregels opgesteld.

In de 'Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 1', worden in hoofdstuk 12 enkele aanbevelingen gegeven waaraan moet worden voldaan om een dichte grasmat zonder kale plekken te krijgen. Deze eisen zijn:

- het gras moet een goed gesloten plantendek vormen.
- de mat moet het gehele jaar groen blad houden.
- grassen of kruiden die in de winter bovengronds of geheel afsterven, mogen slechts in beperkte mate voorkomen.

- de plantensoorten in de grasmat moeten redelijk bestendig zijn tegen droogte en vorst.
- de kleilaag moet de juiste samenstelling en dikte hebben.

Voor een nadere omschrijving van ontwerp- en beheercondities t.a.v. grastaluds voor rivierdijken kan worden verwezen naar genoemd hoofdstuk 12 van de 'Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 1', en literatuur 12.

Ook op zeedijken kunnen geheel groene buitentaluds worden toegepast. Dit is mogelijk bij een voldoend breed en hoog voorland.
Om de haalbaarheid en betrouwbaarheid van deze grastaluds te bepalen, heeft het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst hiernaar oriënterend onderzoek verricht. Hiertoe werden uit een zeedijk zoden gesneden en in de deltagoot op golfaanval belast. Het model bestond uit een zandkern met daarop een kleilaag met een helling van 1:8. Hierop kwamen de 40 cm dikke graszoden te liggen. Gedurende de tests werden de golfhoogten en perioden voortdurend gevarieerd volgens de randvoorwaarden die gelden tijdens de beschouwde ontwerpstorm, waarbij H_s = 1,85 m en T_p = 5,6 s (brekende golven).
De maximale stroomsnelheid langs het talud (1:8) was ongeveer 2 m/s.
Na 30 uur continue golfaanval was de grasmat in een nog buitengewoon goede conditie. De erosiesnelheid van de door het gras beschermde kleilaag was minder dan 1 mm/uur.
Voor een aantal vervolgproeven werden enkele gaten van 50 bij 20 cm en een diepte van 7 cm in de grasmat gegraven. Deze gaten werden door de golfaanval in betrekkelijk korte tijd aanzienlijk vergroot.

Uit dit en andere onderzoeken blijkt dat de sterkte van grastaluds sterk afhankelijk is van de kwaliteit van de kleilaag en de conditie van het gras en het wortelstelsel. Algemene ontwerpregels zijn hieruit echter niet af te leiden en extrapolatie naar andere gebieden, met name steilere taluds, moet daarom zonder nader onderzoek worden afgeraden.
Reparatie of herstel van een grastalud is sterk seizoen-afhankelijk; het duurt ca. 3 jaar voordat zich uit graszaad een dichte en gezonde zode heeft gevormd. Indien een beschadiging wordt opgevuld met een graszode zal het in het groeiseizoen minstens enige weken duren voordat de zode zich heeft gehecht aan de ondergrond. In de wintermaanden slaan zoden niet meer aan. Bij rivierdijken wordt getracht de aanhechting te verbeteren door het inzaaien van winterrogge voordat de zode wordt gelegd.

5.3.2 Losgestorte materialen

Aanval door windgolven

Het ontwerp van zandsuppleties bij golfaanval is in het handboek 'Zandsuppleties' behandeld (Literatuur 13).
In Nederland is uitgebreid onderzoek verricht naar de statische en dynamische stabiliteit van losgestorte steenmaterialen op een talud, golfbrekers en grind-stranden (Literatuur 5, 6, 7).
Onder dynamische stabiliteit wordt verstaan profielvorming door golfwerking (Literatuur 6).
Deze bekledingstypen zijn proefondervindelijk bestudeerd om de relatie tussen de kritieke sterkteparameter $H_s/\Delta D_{n50}$ en de parameter ξ, die het brekertype aangeeft, vast te stellen (zie fig 5.2). In figuur 5.3 zijn, gebruikmakend van de parameter $H_s/\Delta D_{n50}$, de toepassingsgebieden van losgestorte materialen weergegeven.

In figuur 5.4 is voor taludverdedigingen van breuksteen een voorbeeld weergegeven van het algemene stabiliteitscriterium, waarin alle ontwerpvariabelen zijn betrokken. Dit criterium is geldig voor grovere materialen met $H_s/\Delta D_{n50} < 10$.

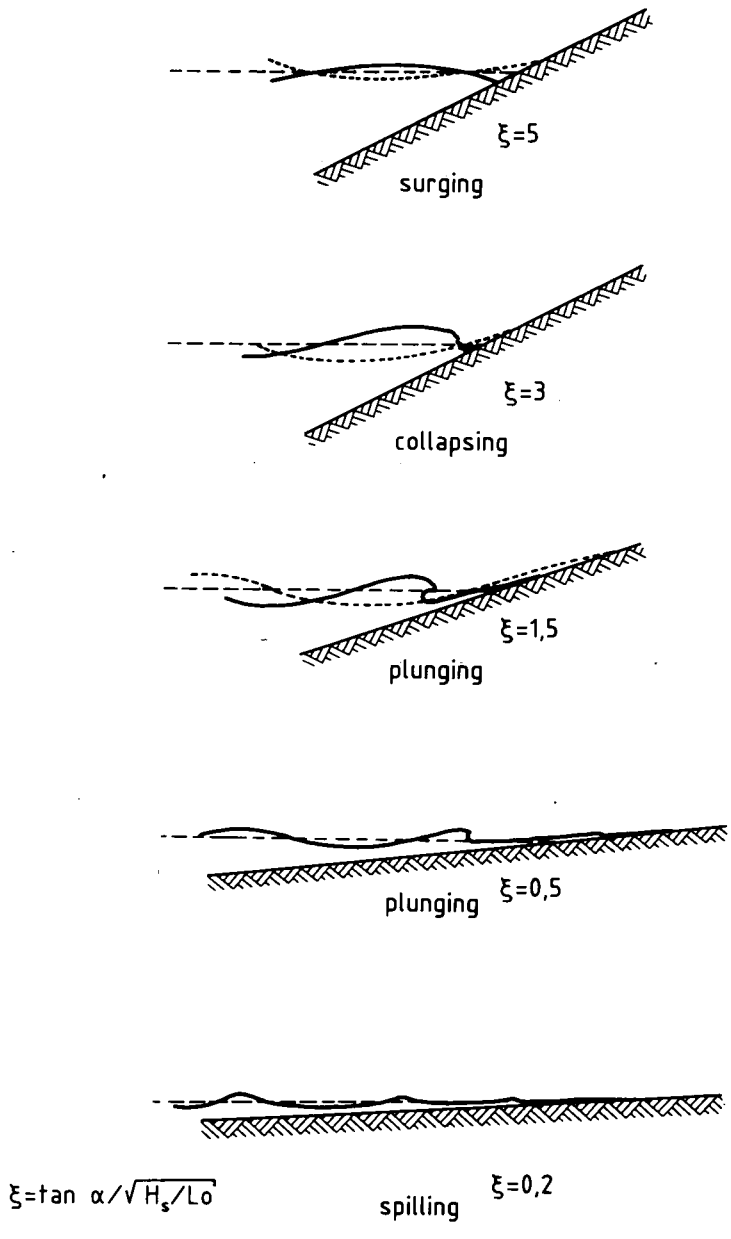


Fig. 5.2. Typen brekers (voorbeeld van ξ – waarden).

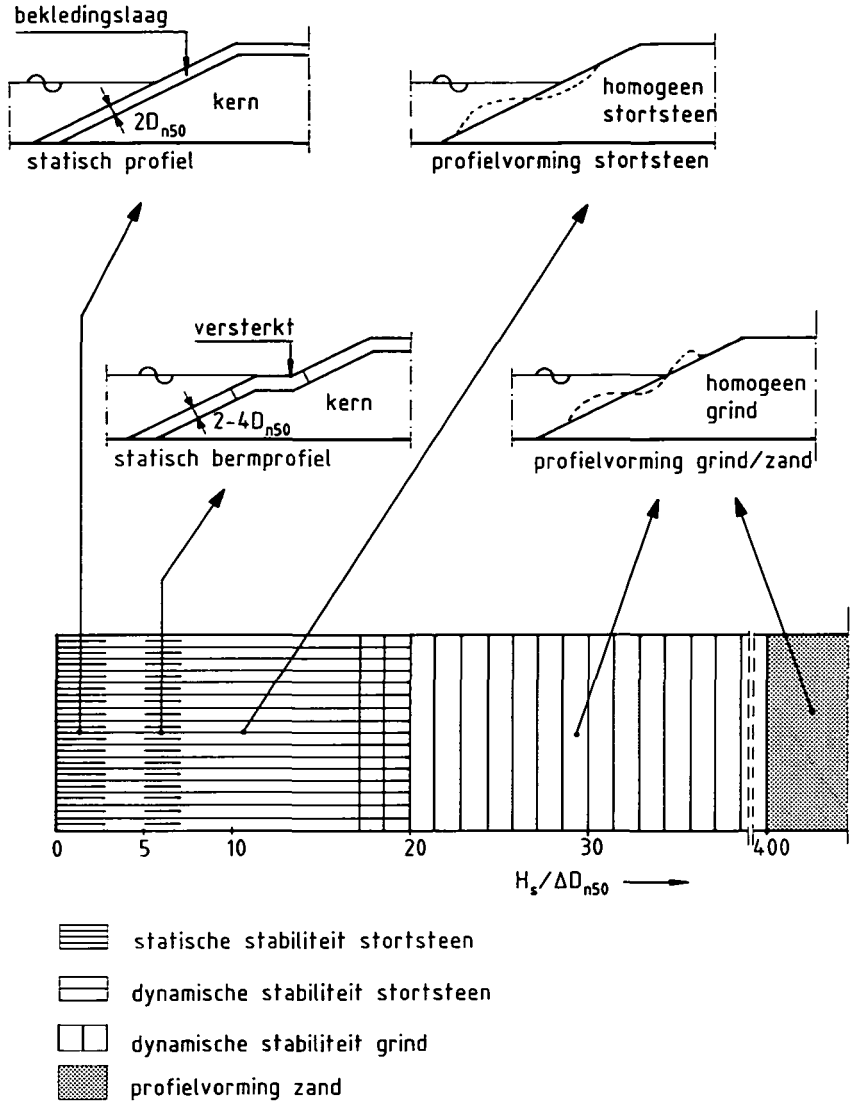


Fig. 5.3. Toepassingsgebied losgestorte materialen.

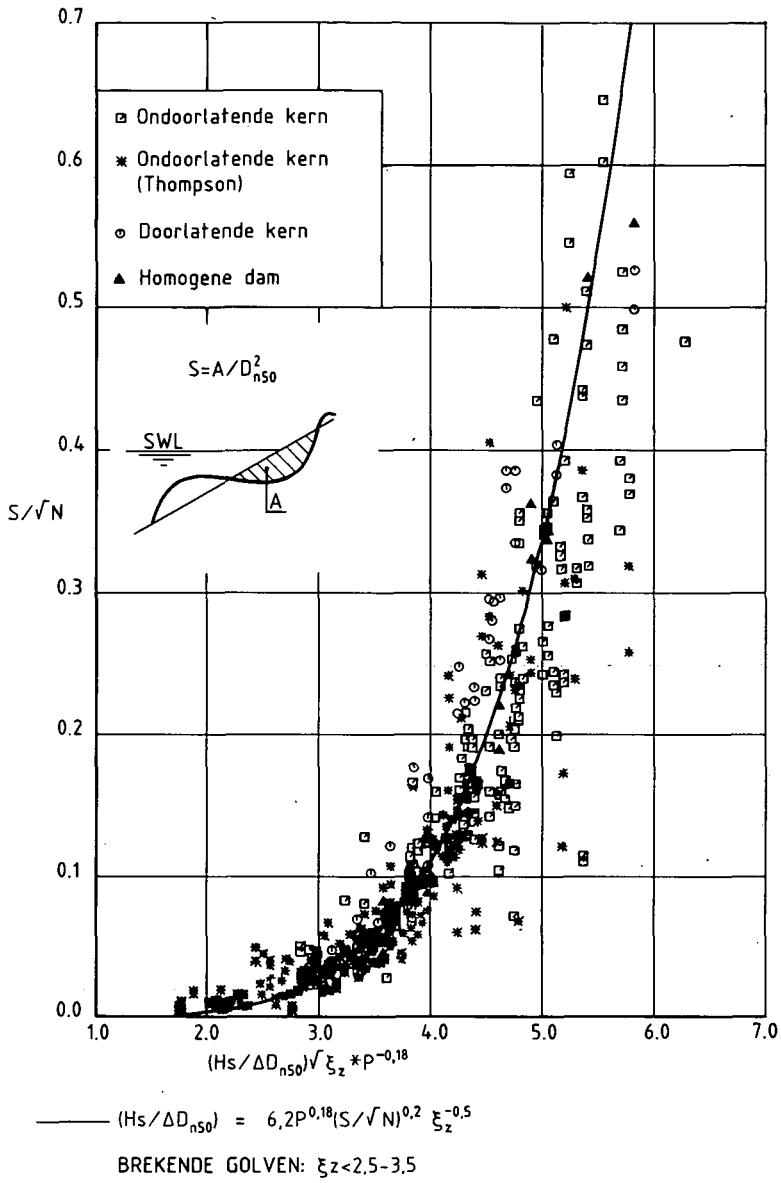


Fig. 5.4. Weergave van de stabiliteit van stortsteenbekledingen bij aanval door windgolven.

Op basis hiervan is voor diverse toepassingen een nieuwe stabiliteitsformule samengesteld, formule 5.1.

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 6{,}2 \,.\, P^{0.18} \,.\, (S/\sqrt{N})^{0.2} \,.\, \xi_z^{-0.5} \qquad (5.1)$$

waarin:

$$\xi_z = (2\pi . H_s/g \,.\, T_z^2)^{-0,5} . \tan\alpha$$

$$D_{n50} = (\frac{M_{50}}{\varrho_s})^{1/3}$$

$$S = \frac{A}{D_{n50}^2}$$

A	= schade oppervlak (zie figuur 5.4)	(m^2)
D_{n50}	= nominale steendiameter	(m)
H_s	= significante golfhoogte	(m)
M_{50}	= 50% waarde van de massaverdeling	(kg)
N	= aantal golven	(–)
P	= doorlatendheidscoëfficiënt	(–)
S	= schadefactor (toelichting hieronder)	(–)
T_z	= gemiddelde golfperiode	(s)
g	= versnelling van de zwaartekracht	(m^2/s)
α	= hellinghoek van het talud	(°)
Δ	= relatieve dichtheid van het materiaal = $(\varrho_s - \varrho_w)/\varrho_w$	(–)
ϱ_s	= dichtheid materiaal	(kg/m^3)
ϱ_w	= dichtheid water	(kg/m^3)
ξ_z	= breker index	(–)

Een fysische beschrijving voor S is het aantal kubusvormige stenen met een afmeting van D_{n50}, dat in een strook van 1 x D_{n50} breedte erodeert. Over het algemeen wordt voor het geen-schade criterium aangehouden dat S ligt tussen 1 en 3.
Toelating van een hogere schadefactor (S) is alleen verantwoord bij de toepassing van meer-lagen systemen.

Om de doorlatendheid van de bekleding in de stabiliteitsformule te betrekken is de coëfficiënt P ingevoerd. Voor een ondoorlatende kern is P=0,1 gevonden en voor een doorlatende homogene opbouw P=0,6 (Literatuur 5).
Bij toepassing van breuksteen als taludbekleding voor dijken en oevers is meestal sprake van een ondoorlatende kern. Hierbij kan het bovengenoemde criterium gesimplificeerd worden tot de vorm die in figuur 5.5 wordt weergegeven. Hierbij is het aantal golven gelijk aan N = 3000 aangehouden. In deze figuur zijn ook de stabiliteits-relaties voor niet-brekende golven aangegeven (ξ_z>3).

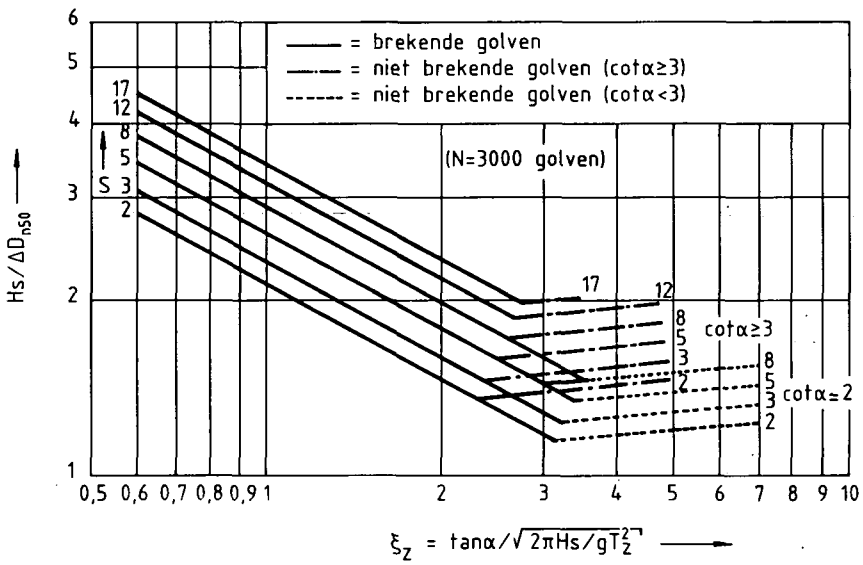


Fig. 5.5. Samenvatting stabiliteit stortsteen met ondoorlatende kern bij aanval door windgolven.

Stroomaanval

In sommige gevallen, speciaal wat betreft de bodemverdediging, de teen van het talud en het talud zelf kan het nodig zijn de stabiliteit van losgestorte materialen op stroomaanval te controleren. Voor dit doel kan formule 5.2 worden gebruikt die is ontwikkeld door Pilarczyk (Literatuur 8).

$$\frac{D_{n50}}{h} = \left(\frac{U}{B_1.\sqrt{(k.\psi_{cr}.g.\Delta.h)}}\right)^{2.5} \qquad (5.2)$$

waarin:

B_1	= stabiliteitscoëfficiënt	(–)
D_{n50}	= nominale steendiameter	(m)
	$(M_{50}/\varrho_s)^{1/3} > 1$ mm (toepassingsbeperking)	
g	= versnelling zwaartekracht	(m/s^2)
h	= waterdiepte	(m)
k	= taludreduktiefaktor	(–)
	$(1\text{-}\sin^2\alpha/\sin^2\phi)^{0,5}$	
M_{50}	= 50% waarde van de massaverdeling	(kg)
U	= gemiddelde stroomsnelheid	(m/s)
α	= hellingshoek van het talud	(°)
Δ	= relatieve dichtheid van het materiaal	(–)
ϕ	= hoek van inwendige wrijving van het materiaal	(°)
ϱ_s	= dichtheid materiaal	(kg/m^3)
ψ_{cr}	= kritieke Shields parameter	(–)

De waarden van ψ_{cr} en B_1 kunnen worden afgelezen in de tabellen 5.1 en 5.2.

Staat van materiaal	ψ_{cr}
– geen beweging	0,03
– begin van beweging	0,04
– verplaatsing	0,06

Tabel 5.1. Waarden van de kritieke Shields parameter.

Stroomomstandigheden	B_l
erg turbulente stroom, incl. plaatselijke verstoringen en vernauwingen; geldt ook voor buitenbochten van rivieren	5-6
normale turbulentie van rivieren en kanalen	7-8
minimale turbulentie; uniforme stroom in een gladde rivierbedding	8-10

Tabel 5.2. Stabiliteitscoëfficiënt bij verschillende stroomomstandigheden.

Mede omdat formules en coëfficiënten een betrekkelijke waarde hebben, wordt benadrukt dat, welke methode ook wordt toegepast, voor een goed ontwerp van een verdedigingsconstructie de ervaring en het inzicht van de ontwerper erg belangrijk zijn.

5.3.3 Verpakte bekledingen

Er is een grote verscheidenheid van verpakte bekledingen, zoals gabions, steenmatrassen, geotextielmatten gevuld met zand, grind of cement. De op dit moment beschikbare dimensioneringsregels voor deze systemen zijn te vinden in literatuur 8, 12 en 14.

5.3.4 Gezette bekledingen

In figuur 5.6 zijn diverse methoden voor de verbetering van de stabiliteit van losgestorte materialen en de ontwikkeling vanuit gestorte glooiingen naar die van gezette steen of blokken weergegeven, zie ook literatuur 7 en literatuur 12.

Voor de berekening van de stabiliteit van gezette bekledingen kan worden verwezen naar hoofdstuk 13 van de 'Leidraad cementbetonnen dijkbekledingen' en het rapport van het steenzettingsonderzoek (literatuur 10).
Als aanvulling hierop wordt tabel 5.3 gegeven (uit literatuur 4) waarin de stabiliteit van diverse blokkenbekledingen wordt vergeleken met die van stortsteen.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van formule 5.3a voor de sterkte van stortsteen en blokkenbekledingen (literatuur 4):

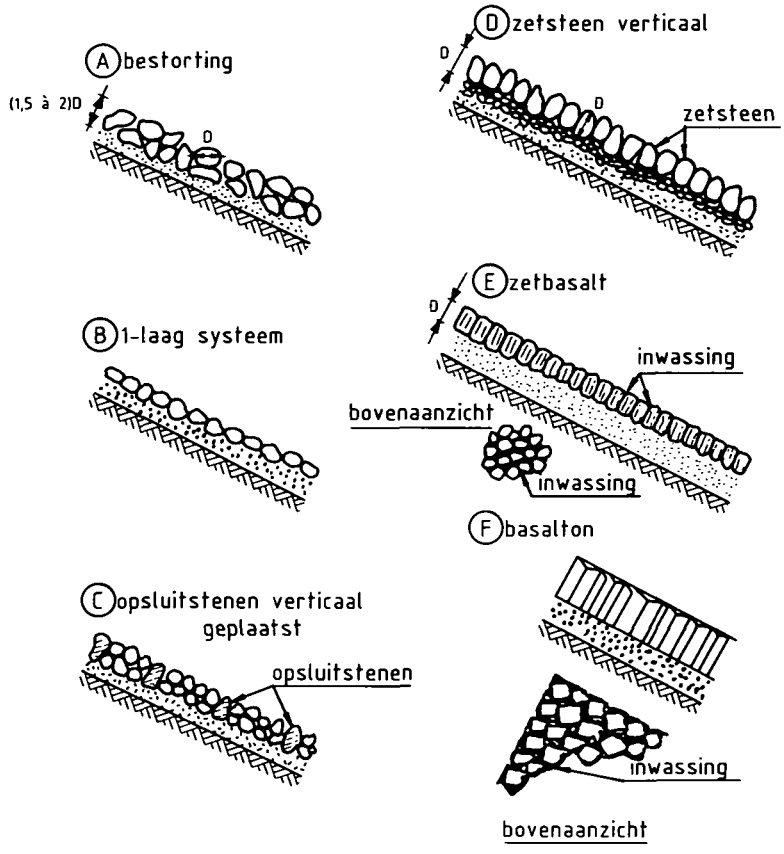


Fig. 5.6. Overgang van breuksteen naar steenzetting.

$$\frac{H_s}{\Delta D} = \phi \cdot \frac{\cos\alpha}{\sqrt{\xi_z}} \approx \frac{\phi}{\sqrt{\xi_z}} \qquad (5.3a)$$

(voor $\xi_z < 3$, brekende golven en cotg$\alpha \geq 2$)

De sterkte coëfficiënt ϕ wordt gedefinieerd als:

$$\phi = \frac{H_s}{\Delta D} \quad \text{waarbij } \xi_z = 1$$

D is de blokdikte (voor losgestort materiaal $D = D_{n50}$).

Uit recent grootschalig onderzoek in de Delta-goot (1987) blijkt dat voor steenzettingen bestaande uit losse blokken (categorie II in tabel 5.3) gefundeerd op een granulaire onderlaag, de stabiliteitsfunctie veiligheidshalve beter kan worden uitgedrukt als:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = \frac{\phi}{\xi_z} \quad (\text{voor } 1 \leq \xi_z < 5 \text{ en } \cot\alpha > 2) \qquad (5.3b)$$

waarbij:

$\phi = 3{,}5$ voor relatief minder doorlatende toplagen (dichte blokken), en
$\phi = 4{,}0$ voor relatief doorlatende toplagen (open blokken met 5 à 20% open ruimte).

De open blokken bezitten meer reserve in stabiliteit (het verschil tussen het begin van beweging en het uitlichten van een blok). Daarom zou een waarde van $\phi = 5$ als toelaatbare bovengrens kunnen worden aangehouden voor open blokken. In een dergelijk geval is er sprake van enige beweging van de blokken, zij het dat er slechts een kleine kans is op het uitlichten van een blok.

categorie	toplaag	omschrijvingen
I $2 < \phi < 3$	losgestort materiaal (2 lagen) $N \leq 3000$ golven; $\phi = 3$ impliceert maximaal toelaatbare schade	
II $3{,}5 \leq \phi \leq 4$	Gezette steen; losse blokken; blokken verbonden door een geotextiel	• De onderlaag is een granulair filter of een geotextiel met steenslag
III $4 < \phi < 5$	Blokken die zijn ingeklemd en/of ingewassen; Blokken die duurzaam onderling zijn verbonden door kabels	• Geotextielen en granulaire materialen moeten voldoen aan de thans geldende filtereisen/normen • Blokken die direkt zijn geplaatst op geotextiel en goed verdicht zand: max. $H_s = 1{,}2$ m
IV $5 < \phi < 6$	Losse blokken, direkt geplaatst op klei van goede kwaliteit	• Goede klei is klei die voldoet aan de eisen die zijn opgenomen in de TAW-leidraad 'Cementbetonnen dijkbekledingen'
V $\phi \geq 6$	Blokken die onderling duurzaam door kabels zijn verbonden en ingewassen. Mechanisch ingeklemde blokken	• Cat. V moet zeer zorgvuldig worden ontworpen en onderzocht

Tabel 5.3. Stabiliteit van diverse blokkenbekledingen in vergelijking met die van stortsteen.

Toelichting bij tabel 5.3: De genoemde ϕ-waarden gelden voor een doorlopende homogeen opgebouwde taludbekleding.
Voor de overgangs- en opsluitconstructies gelden lagere ϕ-waarden tenzij voorzieningen worden getroffen om dezelfde sterkte als van het aansluitende glooiingsvlak te bereiken.
Bij inwassing is controle en zonodig bijvulling noodzakelijk.
Bloksystemen met een goed gedefinieerde inklemming kunnen een zeer hoge stabiliteit hebben (cat. V). Het gedrag van de filter/tussenlaag kan echter een beperkende

faktor vormen. Geschikte ontwerpcriteria voor de interne stabiliteit van de filter/tussenlaag, gerelateerd aan het niveau van de hydraulische belasting, zijn daarbij nodig. Bij langdurige extreme belastingen (meerdere hoogwaters tijdens een storm) moet voor gezette blokkenbekledingen de dikte D met 25% worden vermeerderd.
In alle gevallen speelt de ervaring en het inzicht van de ontwerper bij het toepassen van de gegeven ontwerpregels ook hier weer een grote rol.

5.3.5 Asfalt

Voor het dimensioneren van asfaltbekledingen wordt verwezen naar hoofdstuk 20 van de 'Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw'. Hierin worden methoden gegeven voor het dimensioneren van een asfaltbekleding op enkele veel voorkomende belastingen: overdrukken, golfklappen, stroming, zettingen en ontgrondingen.
Tevens wordt verwezen naar paragraaf 11.6 van de 'Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 1', waarin de stabiliteit van gesloten bekledingen wordt behandeld.

5.3.6 Opsluit- en overgangsconstructies

Opsluit- en overgangsconstructies vormen een constante bron van zorg. De ontworpen oplossing dient in ieder geval zanddicht te zijn en te blijven. Indien waterdichtheid een functionele eis is dienen de opsluit- en overgangsconstructies ook waterdicht te zijn en te blijven teneinde het gevaar van een geconcentreerde in- en uitstroming van water, met uitspoeling als gevolg, te voorkomen. Vanwege bovengenoemde eisen moeten opsluit- en overgangsconstructies met grote zorg worden ontworpen en uitgevoerd, waarbij een nauwkeurige maatvoering een grote rol speelt.

Voor het ontwerpen van bitumineuze overgangsconstructies kan worden verwezen naar hoofdstuk 29 van de 'Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw'.
Opsluit- en overgangsconstructies in steenachtige materialen worden behandeld in hoofdstuk 8 van de 'Leidraad cementbetonnen dijkbekledingen'.

Literatuur hoofdstuk 5

(1) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw, 1984.

(2) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad Cementbetonnen Dijkbekledingen, 1984.

(3) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken,
Deel 1 – Bovenrivierengebied, 1985.

(4) PILARCZYK, K.W.
Sea Defences, Dutch guidelines on dike protection,
Rijkswaterstaat, Dutch Ministry of Transport and Public Works, Road and Hydraulic Engineering Department, Report WB-NO-87110, 1987.

(5) Waterloopkundig Laboratorium
Taluds van losgestorte materialen
Statische stabiliteit van stortsteen taluds onder golfaanval
Ontwerpformules. Verslag modelonderzoek M 1983 deel I, september 1987.

(6) Waterloopkundig Laboratorium
Taluds van losgestorte materialen
Dynamische stabiliteit van grind- en stortsteen taluds onder golfaanval. Model voor profielvorming.
Verslag modelonderzoek
M 1983 deel II, oktober 1987.

(7) PILARCZYK, K.W. AND DEN BOER, K.
Stability and profile development of coarse materials and their application in coastal engineering.
International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, Sri Lanka, D.H.L. Publ. no. 293, 1983.

(8) Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC, 1986). Guidelines for the design and construction of flexible revetments incorporated geotextiles for inland waterways.

(9) The Closure of Tidal Basins, Delft University Press, The Netherlands, 1984.

(10) Waterloopkundig Laboratorium, Laboratorium voor Grondmechanica, Rijkswaterstaat. Taludbekleding van gezette steen. Overzicht onderzoek 1980-1984; samenvattend verslag, M 1795/M 1881 deel XV, oktober 1984.
(N.B. Eindrapport van dit onderzoek verschijnt eind 1988)

(11) Waterloopkundig Laboratorium, Aantasting dwarsprofielen in vaarwegen. Technische aanbevelingen. Samenvattend verslag M 1115- onderzoek M 1115 deel XIX, 1987.

(12) PATO, Cursus Oever en Dijkbekledingen, OD 17 Grasmatbekledingen,
HUESMEN, P.J. EN SEUFFERT, J.J.W., TU Delft, 1986.

(13) Handboek Zandsuppleties, Rijkswaterstaat, 1987 (druk: Meinema- Delft).

(14) Flexible armoured revetments incorporated geotextiles. Proceedings of the International Conference organized by the Institution of Civil Engineers, London, March 1984 (published by Thomas Telford Ltd., London 1985).

(15) Waterloopkundig Laboratorium. Sterkte van het buitentalud van een groene dijk tijdens een superstorm.
Onderzoek naar het gedrag van een met gras begroeide dijk langs de Friese Waddenkust tussen Noorderleegpolder en Holwerd.
Verslag grootschalig modelonderzoek, M 1980, mei 1984.

HOOFDSTUK 6

KOSTEN

6.1 Inleiding

Kosten vormen een van de belangrijkste criteria bij het kiezen van bekledingsmaterialen. Hierbij gaat het niet alleen om de aanlegkosten, maar ook om de kosten van beheer, onderhoud en herstel.
Omdat in de praktijk voor genoemde kosten diverse definities voorkomen en dit tot verwarring kan leiden wordt in paragraaf 6.2 een aantal begripsomschrijvingen gegeven.

6.2 Begripsomschrijvingen

Kwaliteitscurve

In de kwaliteitscurve wordt het verloop van de kwaliteit van de bekleding weergegeven, evenals de tijdstippen waarop onderhoud gepland en uitgevoerd wordt en de mate waarin de kwaliteit hierdoor is gewijzigd.
Met kwaliteit wordt hier bedoeld de mate waarin de constructie voldoet aan de gestelde eisen.
Figuur 6.1.a geeft een voorbeeld van een kwaliteitscurve voor een dijkbekleding. Deze kwaliteitscurve gaat veelal gepaard met een kostenhistogram, figuur 6.1.b, waarin wordt aangegeven hoeveel kapitaal nodig is om onderhoud aan de constructie te financieren en wanneer dit kapitaal beschikbaar moet zijn.

Aanlegkosten

Tot de aanlegkosten van een constructie worden alle kosten gerekend die gemaakt worden ten behoeve van deze constructie, tot aan het tijdstip waarop deze door de aannemer wordt overgedragen aan de eigenaar of beheerder. Het gaat hierbij om de kosten van materiaal, materieel en lonen ten behoeve van het aanbrengen van de toplaag, de kosten van het egaliseren en verdichten van onderlagen en kern, het aanleggen van overgangsconstructies, enz.
Kosten van eventuele hulpconstructies en transportroutes om de aanleg mogelijk te maken moeten eveneens tot de aanlegkosten worden gerekend.

Beheerkosten

In het kader van deze leidraad wordt beheer als volgt gedefinieerd:
beheer is een geheel van activiteiten dat noodzakelijk is om te waarborgen dat de functies van een constructie op zowel korte, middellange als lange termijn blijven voldoen aan de daarvoor vastgestelde, eventueel tijdafhankelijke eisen en normen.

De beheerkosten die na de overdracht worden gemaakt kunnen in drie categorieën worden ondergebracht: apparaatskosten, onderhoudskosten en herstelkosten.

Apparaatskosten

Apparaatskosten hebben betrekking op de volgende activiteiten:

- het voeren en bijhouden van een gegevensbestand.
- het opstellen en hanteren van normen en criteria waaraan de constructie moet voldoen.
- het beoordelen en waarderen van de constructie m.b.v. de normen en criteria aan de hand van inspectie en metingen.
- het opstellen van de onderhoudsplanning.

Apparaatskosten zijn niet of nauwelijks afhankelijk van de bekledingstypen. Omdat deze daarom niet in rekening worden gebracht bij het vergelijken van dijk- en oeverbekledingen, worden de apparaatskosten in deze leidraad verder buiten beschouwing gelaten.

Onderhoudskosten

Onderhoud kan worden verdeeld in klein en groot onderhoud. Het onderscheid ertussen is in veel opzichten kunstmatig. Dit blijkt ook wel uit het feit dat er veel criteria zijn op basis waarvan dit onderscheid kan worden gemaakt. Enkele daarvan zijn:

- de omvang van de werkzaamheden;
- de omvang van de kosten;
- het doel van klein respectievelijk groot onderhoud;
- de frequentie van uitvoering (jaarlijks of niet-jaarlijks);
- de post waaronder de kosten in de begroting worden opgenomen;
- de wijze van uitvoering (in eigen beheer of door derden);
- de mogelijkheid tot planning van deze activiteiten.

Klein onderhoud

Het doel van klein onderhoud kan worden omschreven met:
'het in goede staat houden van de constructie'.

Klein onderhoud wordt gekarakteriseerd als een groep maatregelen:

- die plaatselijk van karakter zijn (de omvang is altijd gering);
- waarvan de kosten relatief beperkt zijn;
- die met een grotere frequentie dan groot onderhoud worden uitgevoerd;
- waarvan de kosten jaarlijks gepland en begroot worden.

Door het uitvoeren van klein onderhoud wordt niet alleen bereikt dat de constructie in goede staat blijft, maar dat bovendien de noodzaak van groot onderhoud enigszins wordt uitgesteld.

Groot onderhoud

Groot onderhoud heeft tot doel de kwaliteit van de constructie op een dusdanig niveau te brengen dat deze weer voldoet aan dezelfde eisen met betrekking tot sterkte en duurzaamheid als gesteld bij de aanleg van die constructie, of zoals die op dat moment gelden.
Alle kosten nodig voor het uitvoeren of laten uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden zijn onderhoudskosten.
Doorgaans zullen dit periodieke kosten zijn.
Ook kosten die gemaakt worden vanwege een regelmatig terugkerende schade zullen tot de onderhoudskosten gerekend worden.
De herhalingsperiode van onderhoudswerkzaamheden en -kosten kan nogal verschillen, afhankelijk van de aard van het materiaal en het onderhoud (groot of klein onderhoud).

Herstelkosten

Herstel is nodig bij niet te plannen schaden, zoals zware beschadiging door storm, aanvaring en kruiend ijs. De hiervoor benodigde kosten zijn niet in te calculeren in de normale onderhoudsplanning.
Deze kosten worden in deze vergelijking buiten beschouwing gelaten.

Rekenperiode

De rekenperiode is de tijdsduur die gebruikt wordt om de kosten van ontwerpalternatieven met elkaar te kunnen vergelijken.

Naast de aanleg zal periodiek onderhoud moeten plaatsvinden en gefinancierd worden. De frequentie en de kosten van onderhoud zijn doorgaans voor ieder bekledingsmateriaal verschillend. Om de kosten van ontwerpalternatieven met elkaar te kunnen vergelijken moeten deze daarom voor een bepaalde tijdsduur, de rekenperiode, worden bepaald.
Gedurende deze rekenperiode kunnen meerdere onderhoudswerkzaamheden aan de constructie hebben plaatsgevonden.
Dit wordt geïllustreerd in figuur 6.1a, waarin een mogelijk verloop van de kwaliteitscurve voor een bepaalde bekleding is gegeven. Doorgaans wordt als rekenperiode 25 tot 50 jaar genomen, d.w.z. globaal overeenkomend met de periode waarover de investeringen voor aanleg en/of (groot) onderhoud worden afgeschreven. Het feitelijke kostenverloop over deze periode is weergegeven in figuur 6.1b.

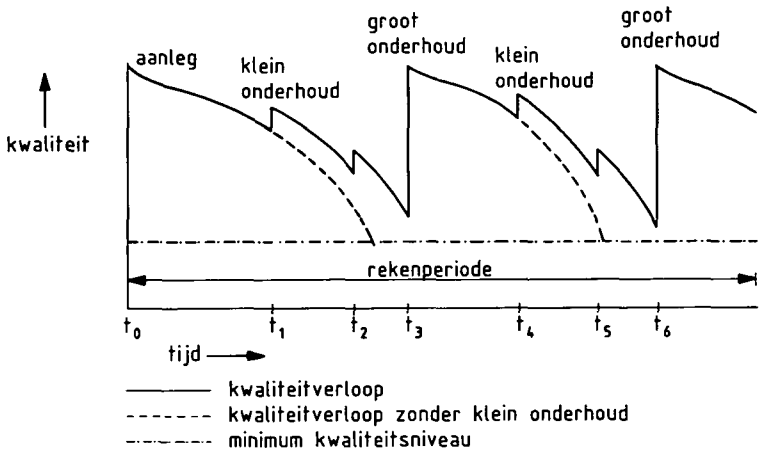


Fig. 6.1a. Kwaliteitscurve, waarin aangegeven is wanneer gedurende de rekenperiode onderhoudsactiviteiten gepland of uitgevoerd worden teneinde de constructie te laten voldoen aan een bepaald kwaliteitsniveau.

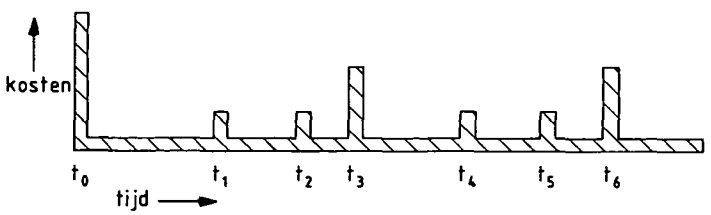


Fig. 6.1b. Kostenhistogram, waarin wordt aangegeven hoeveel kapitaal nodig is om onderhoud aan de constructie te financieren en wanneer dit kapitaal beschikbaar moet zijn.

6.3 Het vergelijken van kosten

Elk constructie-alternatief heeft zijn eigen onderhoudsbehoefte en dus zijn eigen kwaliteits- en zijn eigen kapitaalcurve.
Bij het vergelijken van constructie-alternatieven wil men ook de kosten vergelijken. Omdat deze kosten niet altijd op dezelfde tijdstippen worden gemaakt, kunnen ze niet direct met elkaar worden vergeleken.
Om een dergelijke vergelijking toch mogelijk te maken, zijn in de economie diverse rekentechnieken ontwikkeld. Momenteel wordt de disconteringsmethode het meest toegepast.
Disconteren, of contant maken, is het, met behulp van een rentevoet (i), op gelijke tijdbasis brengen van geldbedragen, die op verschillende tijdstippen worden ontvangen of uitgegeven, om deze bedragen vergelijkbaar te maken.

Het rentepercentage dat voor de berekening wordt gehanteerd, is voor het hele project gelijk en wordt vooraf vastgesteld. Wanneer een bedrag van fl. 1.000,– tegen een rentevoet van 5% wordt weggezet, zal dit na één jaar zijn aangegroeid tot
1,05 * fl. 1.000,– = fl. 1.050,–, na twee jaar tot
1,05 * fl. 1.050,– = fl. 1.102,50, enz.
Hieruit volgt dat fl. 1.050,- over één jaar of fl. 1.102,50 over twee jaar dezelfde waarde heeft als fl. 1.000,– nu, uitgaande van een rentevoet van 5%.

De contante waarde (C.W.) of kapitaalwaarde van een toekomstige uitgave of ontvangst is de huidige waarde ervan en kan worden berekend door vermenigvuldiging met de contante waarde factor (CWf), weergegeven in formule 6.1.

$$CWf = \frac{1}{(1+i)^n} \qquad (6.1)$$

waarin: i = rentevoet (%)
n = aantal jaren

In figuur 6.2.A. is – bij een rentevoet van 5% – de contante waarde factor uitgezet als functie van het aantal jaren.

Voorbeeld: om over 25 jaar over fl. 1.000,– te kunnen beschikken moet nu 0,2953 * fl. 1.000,– = fl. 295,30 tegen 5% rente worden weggezet.

De bovengenoemde techniek van contant maken wordt ook gebruikt bij het evalueren van investeringen. Hierbij worden alle toekomstige ontvangsten en uitgaven, die

betrekking hebben op de investering zelf, contant gemaakt naar de startdatum van de investering.

De som van alle contante waarden voor de verschillende periodes wordt netto contante waarde (NCW) genoemd.
Wanneer uitsluitend wordt gekeken naar de kosten van aanleg en jaarlijks onderhoud, ziet de netto contante waarde er als volgt uit, formule 6.2:

$$NCW = A + \frac{K_1}{(1+i)^1} + \frac{K_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{K_n}{(1+i)^n} - \frac{R}{(1+i)^n} \qquad (6.2)$$

waarin: NCW = netto contante waarde
A = aanlegkosten
K_n = onderhoudskosten in jaar n
R = restwaarde na n jaren
i = rentevoet
n = aantal jaren

Wanneer periodieke uitgaven in de tijd gelijk blijven, wat in de financiële lange termijnplanning dikwijls wordt aangenomen voor de jaarlijkse onderhoudskosten, wordt de netto contante waarde factor (NCWf) voor alleen deze periodieke kosten gegeven door formule 6.3:

$$NCWf = \frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \qquad (6.3)$$

waarin: $NCWf$ = netto contante waarde factor jaarlijks onderhoud
i = rentevoet
n = aantal jaren

Het oppervlak onder kromme A in figuur 6.2 is de sommatie (NCWf) over de tijd van de contante waarde factoren (CWf). Dit wordt weergegeven door kromme B, waarmee kan worden bepaald welk bedrag nu tegen 5% rente moet worden weggezet om gedurende een aantal jaren (n) een vast bedrag te kunnen uitgeven.

Voorbeeld: om 50 jaar lang jaarlijks fl. 1000,– te kunnen uitgeven moet nu 18,256 * fl. 1000,– = fl. 18.256,– tegen 5% rente worden weggezet.

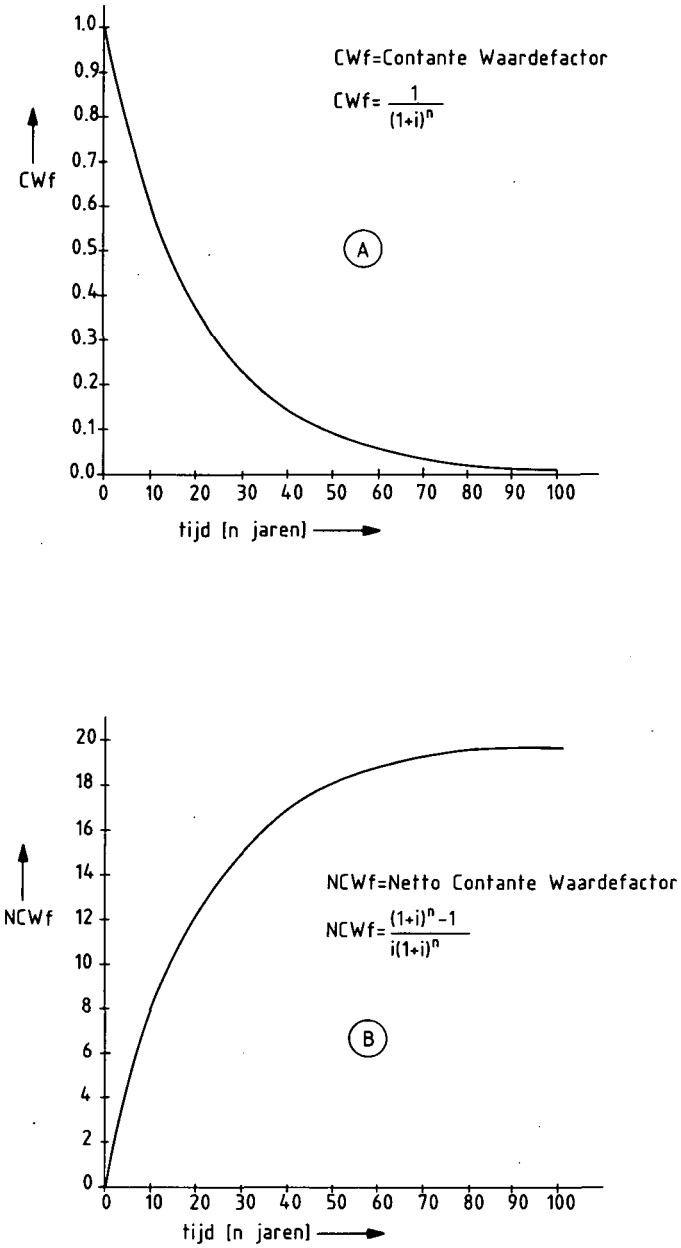


Fig. 6.2. Contante Waardefactor (A) en Netto Contante Waardefactor (B) als functie van de tijd (i = rentevoet = 5 %).

Uit figuur 6.2.B. blijkt dat bij een rentevoet van i = 5% na 35 jaar ca. 82% en na 50 jaar ca. 91% van de limietwaarde is bereikt. Voor een rentevoet van 10% geldt resp. 96% en 99%.
Derhalve: hoe hoger de rentevoet, hoe eerder de limietwaarde wordt bereikt. De limiet van NCWf bedraagt 1/i. Met andere woorden: bij voldoende lange periode (in relatie tot de rentevoet) kan in plaats van formule 6.3 gebruik worden gemaakt van NCWf = 1/i.

Afhankelijk van het gekozen bekledingsmateriaal, kunnen naast het jaarlijkse (klein) onderhoud nog een aantal groot onderhoudsbeurten nodig zijn om de kwaliteit van de constructie binnen de aangenomen rekenperiode op voldoende peil te houden.

Voorbeelden (rekenperiode 50 jaar):
Een bekleding van breuksteen met patroonpenetratie vereist normaal gesproken alleen jaarlijks onderhoud binnen de gekozen rekenperiode.
Een bekleding met blokkenmatten vereist jaarlijks onderhoud en waarschijnlijk één grote onderhoudsbeurt (na 25 jaar).
Een bekleding van waterbouwasfaltbeton vraagt normaliter geen jaarlijks onderhoud maar wel ongeveer drie grote onderhoudsbeurten (na telkens ca. 12,5 jaar).

Indien groot onderhoud nodig is, zal de netto contante waarde hiervan moeten worden opgeteld bij die van het jaarlijks onderhoud (zo jaarlijks onderhoud nodig is).

Voorbeeld: bekleding van waterbouwasfaltbeton, rekenperiode 50 jaar. De netto contante waarde van het groot onderhoud bedraagt:

$$NCWf = \frac{1}{(1+i)^{12.5}} + \frac{1}{(1+i)^{25}} + \frac{1}{(1+i)^{37.5}}$$

waarin: $NCWf$ = netto contante waarde factor groot onderhoud
i = rentevoet

Vermenigvuldiging van de aldus bepaalde NCWf met de kosten van een groot onderhoudsbeurt levert de netto contante waarde van het groot onderhoud. Hierbij wordt verondersteld dat deze periodieke uitgaven gelijk blijven in de tijd, zoals dat ook voor het jaarlijks onderhoud is aangenomen.

Opgemerkt zij dat voor het in rekening brengen van het onderhoud ook andere dan de contante waarde methode denkbaar zijn, bijvoorbeeld literatuur 1 en literatuur 2, en dat dit kan leiden tot andere uitkomsten dan de hier gepresenteerde contante waarde methode.

Literatuur hoofdstuk 6

(1) Paul Degarmo, E.
Engineering Economy, fourth edition.
The MacMillan Company, New York, 1967.

(2) Kosten van Wegverharding.
VBW-publikatie nr. 15, Breukelen, 1988.

HOOFDSTUK 7

TOE TE PASSEN KEUZEMETHODE

7.1 Inleiding

De hier te presenteren methode voor het kiezen uit meerdere alternatieven voor dijk- en oeverbekledingen kan niet alleen helpen de optimale oplossing te vinden maar kan tevens leiden tot een oplossing, waaraan bij de traditionele methode, gebaseerd op ervaring, niet gedacht zou zijn. Overigens zij opgemerkt dat ook andere methoden tot dit resultaat kunnen leiden.

In de methode zijn twee fasen te onderscheiden:

- de kwalitatieve fase
- de kwantitatieve fase

In de kwalitatieve fase worden eigenschappen die niet in geld zijn uit te drukken d.m.v. het toekennen van punten getoetst aan kwalitatieve criteria.
Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig:

- Criteria, waaraan de verschillende oplossingen worden getoetst.
- De onderlinge waarderingen (gewichten) van de criteria.
- Mogelijke alternatieve oplossingen.
- Alternatief-criterium waardering, waarmee wordt aangegeven in welke mate een alternatieve oplossing voldoet aan een criterium.

In de kwantitatieve fase zullen de alternatieven beoordeeld worden op hun kosten.
Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig:

- Aanlegkosten per zone per m^2.
- Kosten van onderhoud per zone en per m^2. Indien hiervan geen exacte waarde bekend is dient een zo nauwkeurig mogelijke schatting te worden gemaakt.
- Levensduur van de constructie.
- Rentevoet.

Iedere dijk- of oeverconstructie dient voldoende sterk te zijn om de te verwachten belastingen te kunnen weerstaan. Dit is een voorwaarde waaraan de constructie absoluut moet voldoen.

In deze leidraad wordt ervan uitgegaan dat alle constructies die beoordeeld worden zodanig gedimensioneerd kunnen worden dat ze voldoen aan de sterkte-eis. Sterkte is daarom geen criterium, in de zin dat het kan worden afgewogen tegen andere criteria, en is derhalve niet als criterium opgenomen in de keuzemethode.

Elke methode die berust op het onderling wegen van criteria en het toetsen van een aantal oplossingen (in dit geval dijk- en oeverbekledingen) aan deze criteria kan subjectief zijn. Door het toekennen van een te hoge en te lage waardering kan een bepaald type bekleding worden over- of ondergewaardeerd.
Een zo hoog mogelijke objectiviteit zal worden bereikt wanneer deze keuzemethode wordt toegepast door een team van deskundigen en belanghebbenden. Deze zullen door gezamenlijk overleg tot een definitief resultaat moeten komen. In principe geldt dat hoe meer personen bij deze methode betrokken zijn hoe objectiever het resultaat zal zijn. Teneinde een vlotte samenwerking te waarborgen dient echter het aantal personen beperkt te blijven.

7.2 Voorselectie

In hoofdstuk 3 is een overzicht gegeven van materialen en hun toepassingsmogelijkheden. Vanwege het grote aantal materialen dat in een bepaalde situatie gebruikt kan worden voor dijk- of oeverbekleding, verdient het aanbeveling om een voorselectie toe te passen. Bij de voorselectie kan gebruik worden gemaakt van deel II van deze leidraad. De voorselectie heeft tot doel om overbodig werk te voorkomen, waardoor het keuzeproces aanzienlijk wordt versneld.

Voorselectie kan plaatsvinden op basis van de volgende criteria:

- Het voldoen aan relevante functionele eisen. De te beoordelen materialen moeten in ieder geval zodanig zijn te dimensioneren dat deze voldoen aan de minimum sterkte-eisen. Afhankelijk van de locale omstandigheden kunnen andere eisen ook bindend zijn. Van de overige eisen worden criteria afgeleid die gebruikt worden in de weegprocedure.
- Beschikbaarheid/herstelbaarheid van materialen.
  Een materiaal kan moeilijk, in beperkte mate of seizoensafhankelijk leverbaar of te herstellen zijn. Indien dit ernstige problemen oplevert bij aanleg- of herstelwerkzaamheden kan van de mogelijke toepassing van dit materiaal worden afgezien.
- Andere specifieke eisen waaraan moet worden voldaan ('secundaire' functies).

Met nadruk wordt er op gewezen dat in het verdere keuzeproces in geen geval materialen of constructies mogen worden meegewogen die niet voldoen aan de minimum sterkte-eisen of aan essentiële functionele eisen.

7.3 Keuzecriteria

7.3.1 Algemeen

In hoofdstuk 4 zijn een aantal eisen en aspecten genoemd waarmee bij het ontwerp en de keuze van een bekledingsconstructie rekening moet worden gehouden. Hieruit zijn t.b.v. de kwalitatieve beoordeling criteria afgeleid waaraan de voorgeselecteerde oplossingen worden getoetst.
Enkele eisen en aspecten zijn uitsluitend van invloed op de kosten en worden daarom niet in de kwalitatieve beoordeling meegenomen.

In de paragrafen 7.3.2 en 7.3.3 worden deze criteria, die algemeen geldig zijn voor het selecteren van dijk- en oeverbekledingen, behandeld.
De criteria zijn naar onderwerp gegroepeerd; zodoende ontstaan hoofdcriteria die zijn samengesteld uit een of meerdere subcriteria. De criteria die uiteindelijk bij het wegen worden gehanteerd zijn doorgaans afgeleid uit de eisen die vanuit de locale randvoorwaarden aan een dijk- of oeverbekleding worden gesteld.

De methode van wegen van hoofd- en subcriteria wordt in 7.4 besproken. In hoofdstuk 8 worden enkele praktijkvoorbeelden uitgewerkt, waarbij genoemde hoofd- en subcriteria zijn toegepast.

7.3.2 Aanbevolen hoofd- en subcriteria

In tabel 7.1 worden de aanbevolen criteria gegeven.

7.3.3 Omschrijving van hoofd- en subcriteria

De subcriteria zijn aangeduid met de letter van het hoofdcriterium en een volgnummer.

A Flexibiliteit

Flexibiliteit is het zodanig kunnen volgen van vervormingen van de ondergrond dat er geen holten onder de bekleding ontstaan.

A1 Differentiële zettingen

Het kunnen volgen van differentiële zettingen van de ondergrond.

Toelichting:
Differentiële zettingen ontstaan geleidelijk ten gevolge van een ongelijke verdich-

HOOFDCRITERIA	SUBCRITERIA
A. Flexibiliteit	A1. Differentiële zettingen A2. Ontgrondingen
B. Duurzaamheid	B1. Erosie B2. Klimaat B3. Chemische aantasting B4. Biologische aantasting B5. Werkverkeer
C. Reststerkte	C. Reststerkte
D. Uitvoering	D1. Tijd D2. Bereikbaarheid D3. Toleranties
E. Onderhoud/Herstel	E1. Constateren E2. Tijd E3. Bereikbaarheid E4. Herstel door vervanging E5. Herstel door herplaatsen
F. Golfoploop	F1. Ruwheid F2. Bergend vermogen
G. Omgeving	G1. Milieu G2. Secundaire functies G3. Geometrie G4. Kleur
H. Mens.act.	H1. Recreatie H2. Vernielingen H3. Ongelukken

Tabel 7.1. Aanbevolen hoofd- en subcriteria

ting, een inhomogene samenstelling van de ondergrond, door verschillen in ophoging of door plaatselijk aangrijpende golfbelastingen (golfklappen).

A2 Ontgrondingen

Het kunnen volgen van plaatselijke ontgrondingen.

Toelichting:
Ontgrondingen ontstaan meestal in korte tijd door het uitspoelen van de ondergrond door openingen in de bekleding of door transport van het materiaal onder de bekleding. Een goed ontworpen filterlaag kan deze uitspoeling voorkomen.

B Duurzaamheid

Een constructie is duurzaam, als de kwaliteit van het geheel en van de onderdelen daarvan mede door periodiek onderhoud gedurende de ontwerplevensduur boven een vooraf vastgesteld minimum niveau blijft.

B1 Erosie

De weerstand van materialen en constructie-onderdelen tegen erosie.

Toelichting:
Erosie is de aantasting van materialen en constructie-onderdelen door stromende suspensies (lucht of water met zwevende of rollende vaste delen) of ijsgang.

B2 Klimaat

Het gedrag van materialen en constructies of delen daarvan t.a.v. invloeden van het klimaat.

Toelichting:
- Door extreme temperaturen kan het gedrag van materialen wijzigen. Voorbeelden: bitumen wordt zachter bij hogere temperaturen; steenachtige, poreuze materialen kunnen stukvriezen.
- Langdurige droogte kan een grasmat ernstig aantasten.
- Aantasting van kunststofweefsels door ultraviolette straling.

B3 Chemische aantasting

De weerstand van materialen tegen aantasting door chemische (fysische) processen.

Toelichting:
Materialen kunnen bijvoorbeeld worden aangetast door oxidatie, zout water of door stoffen die in vervuild water voorkomen.

B4 Biologische aantasting

De weerstand van materialen tegen aantasting door planten, dieren of micro-organismen.

Toelichting:
Aangroei van waterplanten en dieren op een gladde bekleding zal de ruwheid vergroten, waardoor de belasting door golven en stroming kan toenemen. Een

asfaltbekleding kan lichte schade ondervinden door de uitwerpselen van rundvee. Ook plantenwortels kunnen schade veroorzaken aan de bekleding.

B5 Werkverkeer

Het gedrag van materialen en constructies of delen daarvan t.a.v. invloeden van werkverkeer.

Toelichting:
Materialen, constructies of delen daarvan moeten bestand zijn tegen werkverkeer, zowel in de uitvoeringsfase als in de definitieve toestand (onderhoud).

C Reststerkte

Onder reststerkte wordt verstaan de sterkte van de constructie nadat de toplaag plaatselijk is verdwenen dan wel zodanig is beschadigd dat de bijdrage ervan aan de sterkte van de totale constructie te verwaarlozen is.

D Uitvoering

De mate waarin de uitvoering van invloed is op de constructie.

D1 Tijd

Voor de uitvoering van de constructie benodigde tijd.

Toelichting:
De constructie moet onder de heersende omstandigheden deugdelijk en in sommige gevallen snel aan te brengen zijn, bij voorkeur op machinale wijze.

D2 Bereikbaarheid

De mogelijkheid om het werk voor het aanvoeren van geëigend materieel en materiaal te kunnen bereiken.

Toelichting:
Aanvoer van materieel en materiaal stelt eisen aan de toevoerwegen. De keuze tussen het aanvoeren over land of over water kan mede bepaald worden door de ligging van het project, maar ook door de aard en sterkte van de toevoerwegen.

D3 Toleranties

De mate van speling tijdens de uitvoering (vooral in bochten).

Toelichting:
Bepaalde bekledingssystemen zijn zodanig opgezet dat zeer nauwkeurig moet worden gewerkt, omdat de toleranties vrijwel nihil zijn.
Het gevolg is dan vaak dat plaatselijk open voegen ontstaan of de toevlucht tot lapmiddelen moet worden genomen.

E Onderhoud/Herstel

De mate van onderhoud die noodzakelijk is om de constructie in goede staat te houden.
De mogelijkheden van snel en eenvoudig herstel om de constructie weer in goede staat te brengen.

Toelichting:
Vrijwel alle bekledingstypen hebben periodiek onderhoud nodig, waarbij de frequentie van dit onderhoud nogal kan verschillen. Bijvoorbeeld: Een grastalud zal, afhankelijk van de begrazing, diverse malen per jaar moeten worden gemaaid; het aanbrengen van een nieuwe slijtlaag op een asfaltbekleding zal om de 10 à 12 jaar moeten plaatsvinden.
Herstellingswerkzaamheden dienen snel en makkelijk uitgevoerd te kunnen worden. Een reparatie moet ook esthetisch verantwoord zijn.

E1 Constateren

De mogelijkheid om beschadigingen van de bekleding, tussenlagen en de kern visueel vast te kunnen stellen.

Toelichting:
Holten onder de bekleding, ontstaan door plaatselijke zettingen of ontgrondingen, moeten snel te zien zijn.

E2 Tijd

De voor onderhoud of herstel benodigde tijd.

Toelichting:
Onderhoud dient snel en eenvoudig gedaan te kunnen worden, bij voorkeur op machinale wijze.

Schade moet op eenvoudige en snelle wijze zijn te herstellen.

E3 Bereikbaarheid

De mate van bereikbaarheid voor onderhoudswerkzaamheden.

Toelichting:
Locaties waar onderhoud gepleegd moet worden, dienen zo makkelijk mogelijk bereikbaar te zijn, vooral indien dit onderhoud machinaal wordt uitgevoerd.

E4 Herstel door vervanging

De mogelijkheden van snel en eenvoudig herstel door vervanging met hetzelfde bekledingstype ten einde de constructie weer in goede staat te brengen.

Toelichting:
Vanuit constructief en esthetisch oogpunt dient bij herstel zoveel mogelijk hetzelfde bekledingstype gebruikt te worden. Bij een blokkensysteem worden bijvoorbeeld de beschadigde of uitgeslagen blokken door nieuwe van hetzelfde type vervangen.

E5 Herstel door herplaatsen

De mogelijkheden van snel en eenvoudig herstel door herplaatsen van hetzelfde bekledingsmateriaal ten einde de constructie weer in goede staat te brengen.

Toelichting:
Bij herstel dient de bekleding zoveel mogelijk herplaatst te worden. Bij een elementen-bekleding kan hierbij worden gedacht aan het herzetten van de blokken.

F Golfoploop

De mate waarin golfoploop wordt beperkt.

F1 Ruwheid

De mate van ruwheid van de dijk- of oeverbekleding.

Toelichting:
Deze is mede bepalend voor de golfoploop (en de beloopbaarheid). In de praktijk bestaan vooral in cementbeton diverse mogelijkheden om de ruwheid van de bekleding te vergroten.

F2 Bergend vermogen

Het waterbergend vermogen van een dijk- of oeverbekleding.

Toelichting:
Bij een open bekleding is het bergend vermogen van de open ruimte in de bekleding mede bepalend voor de golfoploop. In geval van een groot bergend vermogen bijvoorbeeld 'zakt' een deel van het volume van de golf weg in de bekleding, waardoor een deel van de energie aan de golf onttrokken wordt. Afhankelijk van de omstandigheden kan het echter voorkomen dat in de loop van de tijd het bergend vermogen afneemt, waardoor het genoemde effect geheel of gedeeltelijk teniet wordt gedaan.

G Omgeving

De mate waarin bekledingsmaterialen veilig zijn voor het milieu en de constructie in de omgeving past, in het bijzonder als daaraan speciale eisen worden gesteld.

G1 Milieu

Schadelijke invloed van de bekledingsconstructie of onderdelen daarvan op het milieu.

Toelichting:
Schade kan worden veroorzaakt door het verdampen, oplossen, uitspoelen van of chemische reacties met schadelijke stoffen uit de gebruikte materialen.

G2 Secundaire functies

De bekleding als onderdeel van de waterkering moet aansluiten op de gewenste secundaire functies hiervan.

Toelichting:
Waterkeringen zijn in het algemeen multifunctioneel. Uit landschappelijke en natuurwetenschappelijke overwegingen kunnen aan een grasmat ook andere eisen en wensen worden gesteld dan alleen waterbouwkundige.
Recreatie op dijktaluds of oevers kan afhankelijk van de situatie worden bevorderd of verhinderd. Goed begaanbare, vlakke en/of regelmatige bekleding op een flauw talud zal de recreatie op deze plaatsen eerder bevorderen dan verhinderen.

G3 Geometrie

De mate waarin bij de keuze van het materiaal rekening wordt gehouden met de gewenste geometrie van de waterkering opdat deze zo goed mogelijk in het landschap past.

Toelichting:
Bepaalde materialen laten steilere taludhellingen toe. Golfremmende elementen kunnen de ontwerphoogte (ruimtebeslag) van de waterkering beperken.

G4 Kleur

De mate waarin de materialen voldoen aan de eisen met betrekking tot de kleur.

H Menselijke aktiviteiten

Menselijke aktiviteiten kunnen schade toebrengen aan dijk- en oeverbekledingen. Voor zover van belang moet hiermee bij het ontwerpen rekening worden gehouden.

H1 Recreatie

Niet opzettelijke schade, veroorzaakt door recreanten.

Toelichting:
Afmerende vaartuigen kunnen oeverbeschermingen beschadigen.
Grastaluds kunnen door recreanten worden vertrapt.

H2 Vernielingen

Bestandheid tegen moedwillig aanbrengen van schade.

H3 Ongelukken

De weerstand van de bekleding tegen belastingen veroorzaakt door ongelukken.

Toelichting:
Verkeersongevallen op en aanvaringen met de waterkering vallen onder deze categorie belastingen.

7.4 Weegmethoden

7.4.1 Weging van hoofdcriteria

Omdat de hoofdcriteria niet alle even belangrijk zijn zal per project door middel van weging de rangorde van de hoofdcriteria moeten worden aangegeven, zodat het belangrijkste criterium ook het zwaarste zal wegen.

Een hulpmiddel hiervoor is de 'Matrix Methode'. Op de horizontale en vertikale assen van de matrix staan de hoofdcriteria uitgezet (zie tabel 7.2). De matrix wordt op de volgende wijze ingevuld: per hokje wordt bekeken welk criterium belangrijker is, het criterium dat links van het hokje in de kolom genoemd is (kolomcriterium) of het criterium dat boven het hokje in de rij staat (rijcriterium). Indien het kolomcriterium belangrijker is wordt een 3 ingevuld in het hokje, en wanneer het rijcriterium belangrijker is wordt een 1 ingevuld. Wanneer beide criteria even belangrijk zijn of wanneer er geen verband tussen de criteria is aan te geven, dan moet een 2 worden ingevuld. Op de diagonaal worden nullen ingevuld.
Op deze wijze wordt een asymetrische matrix gevormd rondom de diagonaal. Elk hokje in de bovenste driehoek van de matrix scoort met het corresponderende hokje in de onderste driehoek in totaal 4 punten. De horizontale optelling van de punten geeft de totaalscore (Z) van elk hoofdcriterium en de rangorde van de hoofdcriteria. (Een bredere waarderingsschaal bijvoorbeeld 1-9 is mogelijk, heeft soms voordelen, maar wordt bij toenemende breedte minder eenvoudig toe te passen.)

In tabel 7.2 wordt een voorbeeld gegeven. Met nadruk moet worden vermeld dat het hier om een volstrekt willekeurige invulling gaat.

Kolomcriteria	Rijcriteria								Z	
	A	B	C	D	E	F	G	H	in punten	in %
A. Flexibiliteit	0	2	3	2	3	3	3	3	19	17
B. Duurzaamheid	2	0	3	2	3	3	3	2	18	16
C. Reststerkte	1	1	0	1	1	2	1	1	8	7
D. Uitvoering	2	2	3	0	3	3	3	2	18	16
E. Onderhoud/herstel	1	1	3	1	0	3	3	2	14	13
F. Golfoploop	1	1	2	1	1	0	2	1	9	8
G. Omgeving	1	1	3	1	1	2	0	1	10	9
H. Menselijke activiteiten	1	2	3	2	2	3	3	0	16	14
									112	100%

Tabel 7.2. Wegingsmatrix van de hoofdcriteria met behulp van een waarderingsschaal van 1 tot 3

In bovenstaand voorbeeld zijn flexibiliteit en duurzaamheid even belangrijk geacht en scoren daarom beide een 2. Omdat flexibiliteit hier belangrijker is dan reststerkte wordt in het corresponderende hokje achter flexibiliteit een 3 en achter reststerkte een 1 ingevuld.
Uit de horizontale optelling van de punten blijkt dat flexibiliteit het hoogste scoort (19 punten) en dat reststerkte het minst aantal punten krijgt (8 punten). Duurzaamheid en uitvoering scoren beide even hoog, 18 punten ieder.
Omdat twee corresponderende hokjes samen 4 punten hebben en er 28 van dergelijke 'paren' zijn, moet het totaal der punten in dit geval 112 bedragen.

Door middel van de hiervoor besproken Matrix Methode zijn aan de hoofdcriteria punten toegekend. Deze punten geven de onderlinge volgorde naar belangrijkheid weer.

Voor bovenstaand voorbeeld is de rangorde van de hoofdcriteria weergegeven in tabel 7.3.

	Z	
	in punten	in %
A. Flexibiliteit	19	17
B. Duurzaamheid	18	16
D. Uitvoering	18	16
H. Menselijke activiteiten	16	14
E. Onderhoud/herstel	14	13
G. Omgeving	10	9
F. Golfoploop	9	8
C. Reststerkte	8	7

Tabel 7.3. Hoofdcriteria in volgorde van belangrijkheid.

Met deze methode kan beter dan alleen op grond van gevoel de gewichtsverhouding van de criteria worden aangegeven.

Bij gebruik van een waarderingsschaal van 1-9 kan de matrix, rekening houdend met de volgorde als in tabel 7.3, als volgt worden ingevuld.

Kolomcriteria	Rijcriteria								Z	
	A	B	D	H	E	G	F	C	in punten	in %
A. Flexibiliteit	0	6	5	8	7	8	9	8	51	18
B. Duurzaamheid	4	0	6	5	8	8	8	7	46	16
D. Uitvoering	5	4	0	5	6	7	4	9	40	14
H. Menselijke activiteiten	2	5	5	0	4	6	7	7	36	13
E. Onderhoud/herstel	3	2	4	6	0	6	7	6	34	12
G. Omgeving	2	2	3	4	4	0	5	8	28	10
F. Golfoploop	1	2	6	3	3	5	0	5	25	9
C. Reststerkte	2	3	1	3	4	2	5	0	+ 20	+ 7
									280	100%

Tabel 7.4. Wegingsmatrix van de hoofdcriteria met behulp van een waarderingsschaal van 1 tot 9.

Vergelijking van de tabellen 7.3 en 7.4 toont dat het gebruik van een bredere waarderingsschaal (tabel 7.4) kan leiden tot een genuanceerder wegingsresultaat. Hierbij wordt evenwel opgemerkt dat naarmate meer criteria tegen elkaar worden gewogen het effect van het toepassen van een bredere waarderingsschaal kleiner zal zijn.

7.4.2 Weging van subcriteria

Binnen ieder hoofdcriterium moeten de subcriteria ten opzichte van elkaar worden gewaardeerd. Dit wordt gedaan door voor elk hoofdcriterium een vast aantal punten (bijvoorbeeld 100) te verdelen over de subcriteria. In tabel 7.5 wordt een voorbeeld gegeven. In deze tabel zijn behalve de gewichten van de subcriteria (X) ook de voldoeningscijfers (Y) aangegeven. Op de voldoeningscijfers, die aangeven in welke mate de materialen (hier aangeduid met I en II) voldoen aan de verschillende subcriteria, wordt nader ingegaan in paragraaf 7.5.

Men moet zich wel bewust zijn van de invloed van het aantal subcriteria per hoofdcriterium op de mate waarin een subcriterium uiteindelijk effect heeft op de waardering.
Bij sommige hoofdcriteria moet het vaste aantal punten over veel subcriteria worden verdeeld. Mede daarom is het belangrijk om alleen de (sub)criteria te gebruiken die werkelijk van belang zijn voor de keuze.

Hoofdcriteria	Subcriteria	(X) punten (%)	(Y) I	(Y) II
A. Flexibiliteit	A1. Differentiële zettingen	33	2	3
	A2. Ontgrondingen	67	2	3
B. Duurzaamheid	B1. Erosie	13	3	2
	B2. Klimaat	13	2	2
	B3. Chemische aantasting	12	1	3
	B4. Biologische aantasting	12	1	3
	B5. Werkverkeer	50	0	2
C. Reststerkte	C1. Reststerkte	100	3	3
D. Uitvoering	D1. Tijd	40	3	2
	D2. Bereikbaarheid	50	3	3
	D3. Toleranties	10	1	3
E. Onderhoud/Herstel	E1. Constateren	30	3	2
	E2. Tijd	35	1	3
	E3. Bereikbaarheid	20	1	1
	E4. Herstel door vervanging	15	2	3
	E5. Herstel door herplaatsen	0	3	1
F. Golfoploop	F1. Ruwheid	50	3	2
	F2. Bergend vermogen	50	0	1
G. Omgeving	G1. Milieu	50	3	3
	G2. Secundaire functies	50	3	3
	G3. Geometrie	0	2	2
	G4. Kleur	0	1	3
H. Mens.act.	H1. Recreatie	34	2	2
	H2. Vernielingen	33	2	3
	H3. Ongelukken	33	3	3

X : gewicht van subcriteria in punten of procenten
Y : voldoeningscijfer
I : materiaal I
II : materiaal II

N.B. 1. Het hoofdcriterium Reststerkte heeft slechts 1 subcriterium. Dit krijgt dus alle 100 punten toegekend.
2. Evenals in tabel 7.2 gaat het ook in dit voorbeeld om een volstrekt willekeurige invulling van de tabel.

Tabel 7.5. Weging van de subcriteria.

7.5 Score alternatieve oplossingen

Vastgesteld moet worden hoeveel en welke alternatieve oplossingen getoetst zullen worden. Hierbij geldt dat hoe meer alternatieven worden meegenomen, des te ingewikkelder de uitwerking wordt en des te kleiner de verschillen worden tussen de uitkomsten. In de regel dienen niet meer dan 10 materialen of materiaalcombinaties beschouwd te worden.
(Met materiaalcombinaties wordt bedoeld de combinatie van dijkkern – onderlaag (lagen) – bekleding, waarbij het kernmateriaal doorgaans al bepaald is.)

Voor elk van de constructies die zullen worden getoetst wordt nu vastgesteld in welke mate het voldoet aan de subcriteria. Dit wordt gedaan met behulp van voldoeningscijfers (Y).
Ook hier heeft de gebruiker zelf de mogelijkheid om de breedte van de schaal van voldoeningscijfers vast te stellen. Wel dient hierbij te worden gerealiseerd dat, omdat het toekennen van cijfers een tamelijk subjectieve bezigheid is, het waarderen moeilijker wordt naarmate de spreiding van de voldoeningscijfers groter is.
Hier wordt een schaal van 0-3 gehanteerd, waarbij geldt:

Y = 3: voldoet redelijk tot volledig
Y = 2: voldoet matig tot redelijk
Y = 1: voldoet slecht tot matig
Y = 0: voldoet niet tot slecht

Een voorbeeld voor twee willekeurige materialen (I en II) is eveneens in tabel 7.5 aangegeven.

Bij het toetsen aan subcriteria kan bijvoorbeeld ook een schaal van 0-10 worden gebruikt, waarbij geldt:

Y = 10: voldoet volledig
Y = 5: neutraal (niet goed, niet slecht)
Y = 0: voldoet in het geheel niet; zeer ongewenst

Het gebruik van een '10-schaal' heeft het voordeel dat de uiteindelijke uitkomst ook een percentuele waarde heeft.

Nu alle weeggetallen bekend zijn, moet de score per materiaal of constructie worden berekend.
Dit wordt gedaan met behulp van formule 7.1:

$$\text{Totaalscore per materiaal of constructie} = \Sigma\left(\frac{\Sigma(X*Y)}{\Sigma(X*Y_{max})} *100\%*Z\right)/\Sigma Z \qquad (7.1)$$

waarin: X = gewicht van het subcriterium in punten of procenten
Y = voldoeningscijfer materiaal t.a.v. het subcriterium
Y_{max} = maximaal voldoeningscijfer voor een materiaal
Z = gewicht hoofdcriterium in punten of procenten

$\frac{\Sigma(X*Y)}{\Sigma(X*Y_{max})} * 100\%$ geeft per hoofdcriterium aan de mate waarin een materiaal voldoet aan de subcriteria, uitgedrukt in procenten van de maximaal haalbare score $(X*Y_{max})$.
Na vermenigvuldiging met de gewichten van de respectievelijke hoofdcriteria (Z) en na sommatie wordt het zo gekregen getal gedeeld door het totaal van de gewichten van de hoofdcriteria (ΣZ).
Hierdoor wordt de score uitgedrukt in procenten van de maximaal haalbare score.

Een voorbeeld van de toetsing van materiaal I uit tabel 7.5 met de gewichten van de hoofdcriteria van tabel 7.2 is in tabel 7.6 uitgewerkt. Zoals ook uit tabel 7.5 blijkt is het maximale voldoeningscijfer 3.

Hoofdcriteria	Subcriteria	Z	X	Y	W
A. Flexibiliteit	A1. Differentiële zettingen	19	33	2	1267
	A2. Ontgrondingen		67	2	
B. Duurzaamheid	B1. Erosie		13	3	
	B2. Klimaat		13	2	
	B3. Chemische aantasting	18	12	1	534
	B4. Biologische aantasting		12	1	
	B5. Werkverkeer		50	0	
C. Reststerkte	C1. Reststerkte	8	100	3	800
D. Uitvoering	D1. Tijd		40	3	
	D2. Bereikbaarheid	18	50	3	1680
	D3. Toleranties		10	1	
E. Onderhoud/ Herstel	E1. Constateren		30	3	
	E2. Tijd		35	1	
	E3. Bereikbaarheid	14	20	1	817
	E4. Herstel door vervanging		15	2	
	E5. Herstel door herplaatsen		0	3	
F. Golfoploop	F1. Ruwheid	9	50	3	450
	F2. Bergend vermogen		50	0	
G. Omgeving	G1. Milieu		50	3	
	G2. Secundaire functies	10	50	3	1000
	G3. Geometrie		0	2	
	G4. Kleur		0	1	
H. Mens.act.	H1. Recreatie		34	2	
	H2. Vernielingen	16	33	2	1067
	H3. Ongelukken		33	2	
		$\Sigma Z = 112$			$\Sigma W = 7625$

X: gewicht van het subcriterium
Y: voldoeningscijfer materiaal
Z: gewicht hoofdcriterium
W: score per hoofdcriterium

Voorbeeld van berekening hoofdcriterium flexibiliteit:

$$W = \frac{\Sigma(X*Y)}{\Sigma(X*Y_{max})} * 100 * Z = \frac{33*2+67*2}{(33+67)*3} * 100 * 19 = 1267$$

De totaalscore voor materiaal I volgt uit formule 7.1:

$$\frac{\Sigma W}{\Sigma Z} = \frac{7625}{112} = 68.1\%$$

Tabel 7.6. Totaalscore voor materiaal I uit tabel 7.5.

7.6 Kwantitatieve beoordeling

Bij de kwantitatieve beoordeling worden de materialen beoordeeld naar hun kosten.

Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig:

- Aanlegkosten per m^2.
- Kosten van jaarlijks onderhoud per m^2.
- Kosten per groot onderhoudsbeurt per m^2.
- Aantal groot onderhoudsbeurten in de rekenperiode.
- Rekenperiode.
- Rentevoet.

Hoewel deze gegevens uitvoerig in hoofdstuk 6 zijn behandeld zullen ze ten overvloede hier nogmaals in het kort worden beschreven.

Totale kosten

De totale kosten van iedere materiaalcombinatie (toplaag plus eventuele onderlaag) worden bepaald door de aanlegkosten en de netto contante waarde van de onderhoudskosten te sommeren.

Aanlegkosten

De aanlegkosten van een materiaalcombinatie zijn doorgaans redelijk nauwkeurig te bepalen. Deze kosten kunnen echter per regio en in de loop van de tijd variëren. Aanlegkosten moeten worden ingevoerd per m^2 dijkoppervlak.

Kosten van jaarlijks onderhoud

De kosten van jaarlijks onderhoud zijn doorgaans lastig vast te stellen. Veelal worden deze kosten bepaald uit het onderhoud dat in het verleden heeft plaatsgevonden op dezelfde of vergelijkbare constructies. Zo nodig moet voor deze kosten (per m^2 dijkoppervlak), op basis van ervaring, een schatting worden gemaakt.

Kosten van groot onderhoud en aantal keren dat dit moet geschieden

Zowel de kosten per beurt als het aantal keren, dat groot onderhoud moet geschieden binnen de rekenperiode, zijn als regel moeilijk vast te stellen. Ook hier zal als regel moeten worden gekeken naar de ervaring met dezelfde of vergelijkbare constructies. Zonodig moet voor de kosten (per m^2) en het aantal keren een schatting worden gemaakt op grond van ervaring.

Rekenperiode

Onder rekenperiode wordt verstaan het aantal jaren waarover het totaal der kosten moet worden berekend. Veelal wordt hiervoor 50 jaar gebruikt, maar het kan ook minder/meer zijn. Soms staat van te voren vast dat een dijk of oeverbescherming slechts een beperkt aantal jaren gebruikt zal worden. Een voorbeeld hiervan is een werkeiland dat t.b.v. een bepaald project wordt aangelegd en na enige tijd weer verwijderd zal worden. In dat geval zal uiteraard deze beperkte levensduur als rekenperiode moeten worden opgegeven.

Rentevoet

Voor het contant maken van de onderhoudskosten moet een rentevoet worden ingevoerd. Doorgaans is dit de rentevoet die op de kapitaalmarkt gehanteerd wordt. Indien te verwachten is dat de rentevoet gedurende de rekenperiode aan fluctuatie onderhevig is, kan de berekening worden uitgevoerd voor een aantal waarden van de rentevoet, waarna de resultaten met elkaar moeten worden vergeleken. Doorgaans zal vanwege de lage onderhoudskosten t.o.v. de aanlegkosten de rentevoet weinig invloed hebben op het eindresultaat van de berekeningen.

7.7 Definitieve keuze

De kosten en score dienen met gezond verstand met elkaar in relatie te worden gebracht. Een indicatie voor de afweging kan worden verkregen door de verhouding score/kosten te bepalen.

7.8 Rekenprogramma 'CHOICE'

Voor de weegmethode is een rekenprogramma 'CHOICE' ontwikkeld, waarmee het vele rekenwerk uitgevoerd kan worden.
Op interactieve wijze worden aan de gebruiker de benodigde gegevens gevraagd, waarna indien gewenst de berekening wordt uitgevoerd en de resultaten gepresenteerd kunnen worden. Ook kunnen de invoergegevens en de resultaten worden opgeslagen.
De gebruiker kan het programma volledig afstemmen naar eigen behoefte. Naast het uitvoeren van de berekening biedt het programma daarvoor de volgende mogelijkheden:

- Gegevens kunnen uit een bestaande datafile worden opgeroepen of een nieuwe datafile kan worden aangemaakt.

- Invoeren/veranderen van:
  . naam dijkvak
  . zone van het beloop
  . aantal en benaming hoofdcriteria (maximaal 12)
  . max. weeggetal voor hoofdcriteria
  . weging hoofdcriteria
  . aantal en benaming subcriteria
  . weging subcriteria
  . aantal en benaming van te wegen materiaalcombinaties
  . max. voldoeningscijfer voor materiaalcombinaties
  . voldoeningscijfer voor materiaalcombinaties
  . aanlegkosten
  . kosten jaarlijks onderhoud
  . kosten van een groot onderhoudsbeurt
  . aantal groot onderhoudsbeurten in de rekenperiode
  . rekenperiode
  . rentevoet
- Printen van invoerdata
- Opslaan van de laatst gebruikte data

Een volledige listing van het programma 'CHOICE' wordt gegeven in bijlage 2.

Literatuur hoofdstuk 7

(1) Polak, B.M., Horstmeier, Th.W., Sweeny, D.J.
'Ontwerpmethodieken', collegedictaat bb26, TU Delft, 1985.

(2) Nota 'Systematische Analyse Sturingsmiddelen Morfologie'
Projectgroep Mertij, Rijkswaterstaat, Deltadienst, november 1984.

HOOFDSTUK 8

PRAKTIJKVOORBEELDEN

8.1 Inleiding

In de volgende paragrafen worden drie praktijkvoorbeelden uitgewerkt.
Het gaat hierbij om de volgende dijkvakken:

- Waddenzeedijk van de Oost-Holwerderpolder-Paesens, tussen Wierum en Paesens in Friesland (paragraaf 8.2)
- IJsselbandijk van het polderdistrict IJsselland, nabij Olburgen (paragraaf 8.3)
- Waalbandijk van het polderdistrict Betuwe, nabij Dodewaard (paragraaf 8.4).

Ieder voorbeeld wordt als volgt gepresenteerd:

sub 1: situatieschets en randvoorwaarden van het betreffende dijkvak;
sub 2: voorselectie materiaalcombinaties, bestaande uit een bekleding (toplaag), eventuele onderlaag en kern, waarbij het kernmateriaal uiteraard een vast gegeven is bij ieder voorbeeld;
sub 3: verklaring weging hoofdcriteria;
sub 4: verklaring weging subcriteria;
sub 5: score materiaalcombinaties en conclusies;
sub 6: invoergegevens en resultaten van het rekenprogramma CHOICE voor het betreffende geval.

Opgemerkt zij dat de sub-paragrafen 2 t/m 4 een toelichting geven op de in sub 6 ingevoerde gegevens, terwijl sub 5 de scores bespreekt, die worden aangetroffen in het deel 'Resultaten' van sub 6, en hieruit conclusies trekt.

In sub 6 worden de volgende invoergegevens vermeld:

- naam van het dijkvak;
- zone van het beloop;
- weging van de relevante hoofdcriteria ten opzichte van elkaar (toelichting in sub 3);
- weging van de relevante subcriteria binnen de hoofdcriteria (toelichting in sub 4);

- beoordeelde materiaalcombinaties, bestaande uit een bekleding (toplaag), onderlaag en kern (toelichting voorselectie in sub 2);
- toetsing van de materiaalcombinaties aan de subcriteria (met andere woorden de toekenning van voldoeningscijfers);
- de kosten (per m^2) van aanleg, jaarlijks onderhoud en van groot onderhoud (per beurt);
- het aantal groot onderhoudsbeurten in de rekenperiode;
- de duur van de rekenperiode in jaren;
- de rentevoet.

Vervolgens worden in sub-paragraaf 6 de resultaten en – naar keuze – tussenresultaten afgedrukt:
- materiaalcombinaties (toplaag – onderlaag – kern) in de oorspronkelijke volgorde met scores;
- tussenresultaten;
- resultaten in volgorde van de scores waarbij ook de kosten zijn vermeld en de verhouding score/kosten.

Hierbij zijn de totale kosten de som van aanlegkosten, de netto contante waarde van jaarlijks onderhoud (bepaald uit de jaarlijkse kosten, de rentevoet en de rekenperiode) en die van het groot onderhoud (bepaald uit de kosten per beurt, het aantal beurten in de rekenperiode, de rentevoet en de rekenperiode).

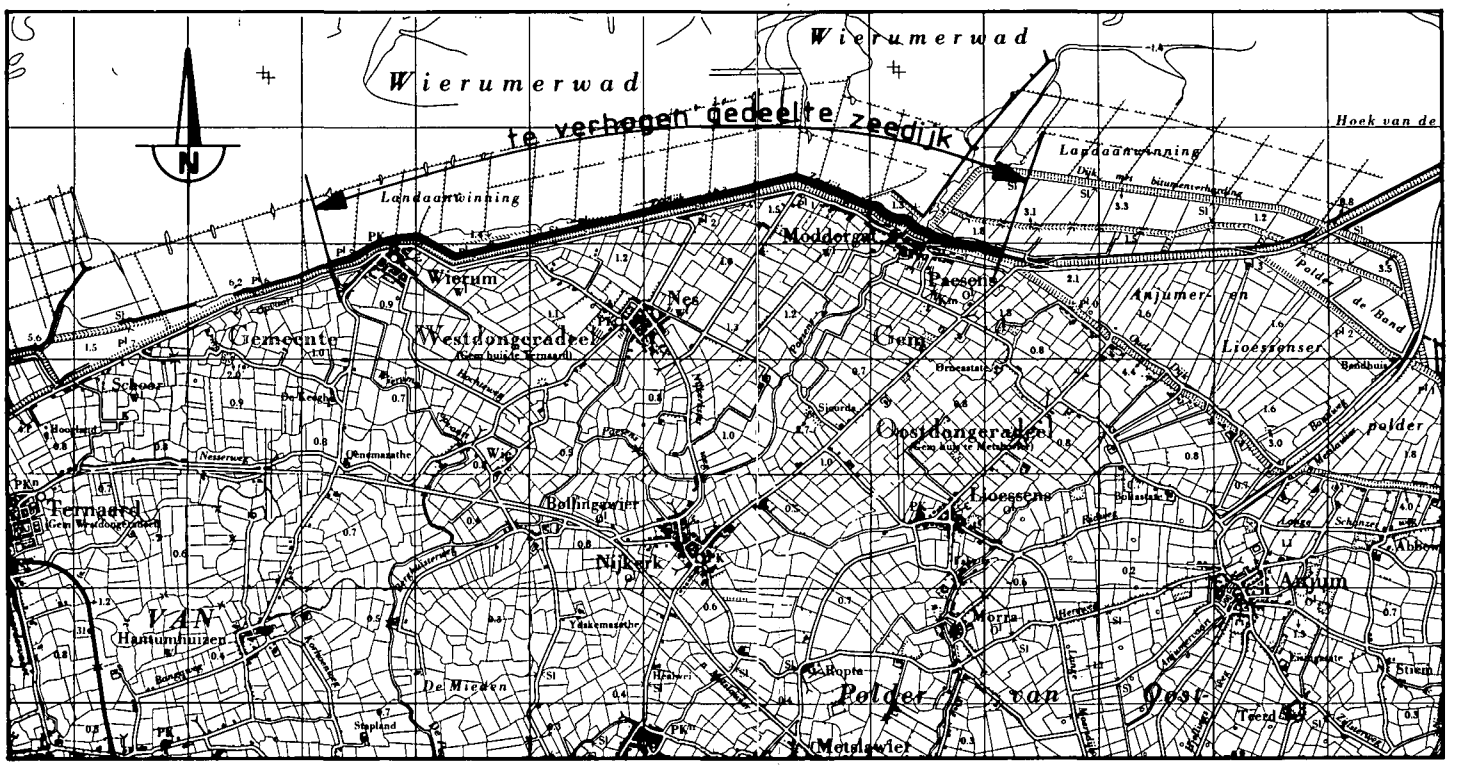
Zowel de score als de totale kosten zijn bepalend voor de resulterende materiaalkeuze (zie ook sub 5). Als mogelijk hulpmiddel wordt daarom het quotiënt 'score/totale kosten' gegeven. Dit geeft voor iedere materiaalcombinatie het aantal punten per geldeenheid.

Nadrukkelijk zij vermeld, dat het in de navolgende paragrafen slechts om voorbeelden gaat. De gehanteerde prijzen zijn situatie-gebonden en als zodanig niet algemeen geldig. Ditzelfde geldt voor de andere vermelde cijfers (gewichten, voldoeningscijfers etc.).

8.2 Waddenzeedijk

8.2.1 Situatieschets en randvoorwaarden

Het betreffende dijkvak van de Oost-Holwerderpolder-Paesens ligt aan de Waddenzee, tussen Wierum en Paesens (figuur 8.1).
In het kader van de Deltawet is deze zeedijk naar buiten toe verzwaard. Figuur 8.2 toont het dwarsprofiel van zowel de oude dijk als van de gerealiseerde dijkverzwaring.


Wierumerwad
Wierumerwad
te verhogen gedeelte zeedijk
Landaanwinning
Landaanwinning
Hoek van de
N
Wierum
Nes
Moddergat
Paesens
Gem
Westdongeradeel
Oostdongeradeel
Anjumer en
Lioessenser
Polder de Bond
Lioessens
Aalsum
Aalsumer polder
Aalsumerpolder
Aalsumerpolder
Aalsumerpol

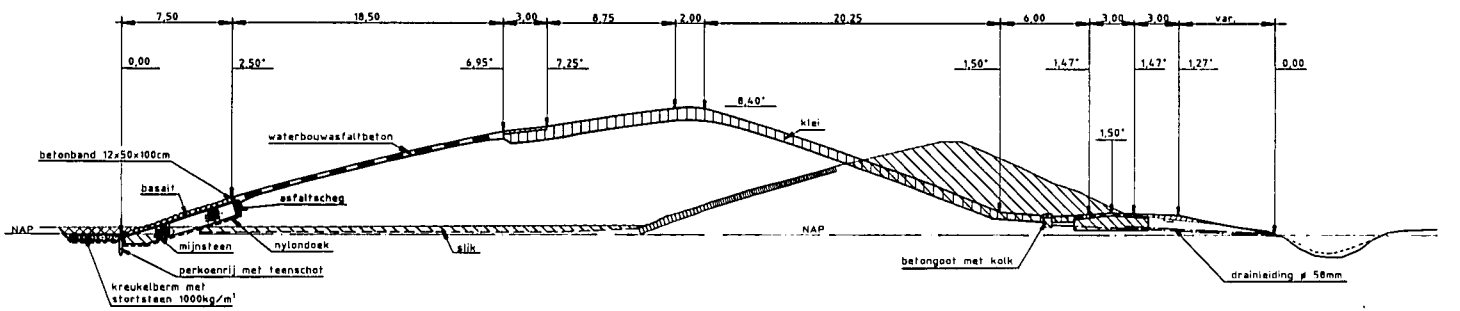


Fig. 8.2. Dwarsprofiel zeedijkverhoging Wierum-Paesens ter plaatse van DWP 31.

Van het buitentalud zijn twee zones apart beschouwd:

1. de golfaanvalszone (N.A.P. + 2,50 tot N.A.P. + 6,95 m)
2. de getijzone (N.A.P. + 0,00 tot N.A.P. + 2,50 m)

Boven N.A.P. + 6,95 m tot en met het binnentalud is de dijk bekleed met een kleilaag van 0,80 m en 0,60 m dik en begroeid met gras.

- Het dijklichaam heeft een zandkern
- Met enige zetting moet rekening worden gehouden
- De omgeving heeft voornamelijk een agrarische functie
- Langs het dijkvak liggen enkele dorpen

Voor dit dijkvak gelden de volgende randvoorwaarden:

- Gemiddeld laagwater: ca. N.A.P. − 1,25 m
- Gemiddeld hoogwater: ca. N.A.P. + 1,00 m
- Ontwerppeil: N.A.P. + 5.50 m
- $H_s = 1{,}70$ m
- Taludhelling 1:3 tot N.A.P. + 2,50 m en daarboven gemiddeld 1:5
- Dijktafelhoogte: N.A.P. + 8.15 m (Aanleghoogte N.A.P. + 8.40 m)

Voor de bepaling van de dijktafelhoogte is bij dit dijkvak rekening gehouden met een gemiddelde ruwheidscoëfficiënt van 1, waaruit een golfoploop van 2,45 m volgt.

8.2.2 Voorselectie materiaalcombinaties

Golfaanvalszone

Voor de bekleding boven de tijzone geldt, dat naast de randvoorwaarde dat de dijkverzwaring naar de zeezijde wordt uitgevoerd met zand, bovendien rekening moet worden gehouden dat uitsluitend de hoeveelheid klei afkomstig uit de bestaande zeedijk beschikbaar is. Deze hoeveelheid is alleen toereikend voor de kleibekleding van de oploopzone, kruin en binnenbeloop van de nieuwe zeedijk.
Omdat in noord-oost Friesland behoefte is aan uitbreiding van landbouwgronden, bleek tijdens de voorbereiding van de dijkverzwaring dat het onttrekken van klei aan landbouwpercelen, ten behoeve van bekledingsklei voor het buitenbeloop boven de tijzone, geen haalbare zaak is.
Aanvoer van klei van elders bleek zodanig duur te zijn dat daardoor het toepassen van een materiaalcombinatie met klei als onderlaag een nauwelijks haalbare zaak is. Toen uit een eerste marktverkenning bovendien bleek dat de benodigde ca. 100.000 m^3 klei in één werkseizoen niet leverbaar is, zijn de materiaalcombinaties

met klei als onderlaag reeds bij de voorselectie weggelaten.
In één werkseizoen moet ca. 120.000 m^2 bekleding worden aangebracht. Door deze tijdsdwang, enerzijds om het aangebrachte zand van de dijkverzwaring tijdig tegen wegspoelen in het stormseizoen te beschermen, anderzijds om de onttakelde bestaande zeedijk nog voor het stormseizoen een acceptabele bescherming te geven, is bij de voorselectie gekozen voor materialen die snel en machinaal kunnen worden aangebracht.
Een uitzondering hierop is de geselecteerde basalt. Dit materiaal is later aan de selectie toegevoegd omdat in de tijzone basalt wordt toegepast.
Een voortzetten van de basalt vanuit de tijzone naar de daarboven gelegen bekleding is aantrekkelijk omdat dan een overgangsconstructie wordt geëlimineerd.
Aangezien deze basalt moet worden aangekocht, zal dit materiaal alleen daarom al een lage eindscore behalen. Om dit aan de beslissingsbevoegde instantie te kunnen tonen, is dit materiaal toch in de selectie opgenomen.
Omdat enige zetting van de ondergrond wordt verwacht, zijn bekledingen met kleinschalige betonelementen (25 x 30 x 20 cm) en blokkenmatten met dito elementen geselecteerd, alsmede het flexibel genoeg geachte waterbouwasfaltbeton. Om esthetische redenen zijn bekledingen met steenasfalt niet geselecteerd en worden de betonblokken geacht te zijn voorzien van uitgewassen deklagen. Breuksteenconstructies zijn niet geselecteerd vanwege de onberijdbaarheid van het oppervlak waardoor deze bekleding en die in de tijzone moeilijk bereikbaar zijn bij onderhoud. Bovendien spelen esthetische en de hierna te noemen redenen bij de tijzone een rol om dit materiaal niet te selecteren.
Vanwege een hogere stabiliteit van betonblokken – en blokkenmatten met openingen, zijn deze naast de in deze zone meer gebruikelijke dichte betonblokbekledingen geselecteerd.

Door het om eerder genoemde reden wegvallen van de mogelijkheid om klei als onderlaag toe te passen zijn voor de onderlagen materialen gekozen die snel en mechanisch kunnen worden aangebracht zoals:

- gebitumineerd zand;
- granulaire materialen;
- granulaire materialen met geotextiel;
- facultatief voor de basalt: de in de regio klassieke constructie van klei waarop een geotextiel en een granulaire stellaag.

Getijzone

Uit de matrix zijn voor de tijzone een aantal materiaalcombinaties geselecteerd met als uitgangspunt dat de dijkverzwaring naar de zeezijde is ontworpen en de verzwaring zal bestaan uit zeezand.

Bij een dergelijke dijkbouw zijn in de tijzone hydraulische belastingen op de bekleding vanuit het dijklichaam niet uitgesloten.
Om deze te voorkomen dan wel te reduceren, is bij de voorselectie van materiaalcombinaties voor de toplaag van de bekleding in de tijzone uitgegaan van constructies met een open karakter.
Als open toplagen zijn gedefinieerd:

- open steenasfalt in situ of als matconstructie;
- breuksteen met patroonpenetratie;
- gezette open betonblokken;
- gezette dichte betonblokken (min of meer via voegen);
- open blokkenmatten;
- basalt;
- breuksteen.

Bij onderzoek naar de te verwachten hydraulische belastingen vanuit het dijklichaam bleek dat de doorlatendheid van dichte betonblokken via de voegen nog voldoende groot was om deze betonblokken in de beschouwde bekleding te kunnen toepassen. Reden om dit type bekleding ook in de voorselectie op te nemen.
Vanwege ongunstige ervaringen in de regio met breuksteenbekledingen zonder penetratiemortel op taluds met een helling van 1:3, is dit type bekleding in de definitieve selectie weggelaten. De ongunstige ervaring betrof het door sportvissers en wadlopers plaatselijk over grote oppervlakken verplaatsen van deze losse bekleding.

Bij de gekozen randvoorwaarde van een open toplaag behoort in het algemeen een open onderlaag. Als open onderlaag zijn gedefinieerd:

- gebitumineerd zand;
- geotextiel;
- granulaire materialen;
- granulaire materialen met geotextiel.

Uit de matrix blijkt dat de geselecteerde toplagen in combinatie met een onderlaag bestaande uit alleen een geotextiel, bij zeedijken in de tijzone niet direkt op de zandkern van de dijk mogen worden toegepast.
Daarnaast bleek uit vooronderzoek een zeker gevaar van inzanden van de granulaire materialen van de onderlaag vanuit de zandkern van de dijk.
Om vorenstaande redenen zijn in de materiaalcombinaties de onderlaag, bestaande uit alleen een geotextiel en die bestaande uit alleen granulaire materialen met uitvullaag, in de definitieve selectie weggelaten.

8.2.3 Verklaring weging hoofdcriteria

Algemeen:
De dijk wordt naar buiten toe verzwaard. Differentiële zettingen kunnen optreden. Omdat de dijk een zandkern heeft kunnen plaatselijke ontgrondingen snel leiden tot grote schade: het flexibiliteitscriterium is van groot belang.

De omgeving van Wierum en Paesens is een dunbevolkt, agrarisch gebied. Landschappelijke aspecten spelen hier een rol.

Golfaanvalszone

Flexibiliteit	– Duurzaamheid	: 2-2	Beide van belang.
	– Reststerkte	: 1-3	Vanwege zandkern moet reststerkte zwaar wegen.
	– Uitvoering	: 3-1	Uitvoering zal weinig problemen opleveren; flexibiliteit weegt daarom zwaarder dan uitvoering.
	– Onderh/herstel	: 2-2	Wegens de zandkern dienen onderhouds/herstelwerken snel te worden uitgevoerd: beide even zwaar.
	– Golfoploop	: 3-1	Het ontwerp vraagt geen golfoploop remmende bekleding.
	– Omgeving	: 3-1	Omgevingsaspecten zijn hier van gering belang.
	– Mens. activ.	: 3-1	Kans op schade door menselijke activiteiten plaatselijk aanwezig.
Duurzaamheid	– Reststerkte	: 1-3	Vanwege de zandkern moet reststerkte zwaar wegen.
	– Uitvoering	: 1-3	Vanwege de zandkern is goede uitvoering belangrijker dan duurzaamheid.
	– Onderh/herstel	: 2-2	Wegens zandkern is tijdsduur van onderh/herstel belangrijk, evenals de duurzaamheid van de bekleding in de golfaanvalszone.
	– Golfoploop	: 3-1	Zie flexibiliteit.
	– Omgeving	: 3-1	Zie flexibiliteit.
	– Mens. activ.	: 3-1	Zie flexibiliteit.

Reststerkte	– Uitvoering	:	3-1	Zie flexibiliteit
	– Onderh/herstel	:	3-1	Wegens zandkern is reststerkte belangrijker.
	– Golfoploop	:	3-1	Zie flexibiliteit
	– Omgeving	:	3-1	Zie flexibiliteit.
	– Mens. activ.	:	3-1	Zie flexibiliteit.
Uitvoering	– Onderh/herstel	:	3-1	Wegens zandkern is de uitvoering zeer tijdgebonden.
	– Golfoploop	:	3-1	Zie flexibiliteit.
	– Omgeving	:	3-1	Zie flexibiliteit.
	– Mens. activ.	:	3-1	Zie flexibiliteit.
Onderh/herstel	– Golfoploop	:	3-1	Zie flexibiliteit.
	– Omgeving	:	3-1	Zie flexibiliteit.
	– Mens. activ.	:	3-1	Zie flexibiliteit.
Golfoploop	– Omgeving	:	2-2	Beide van gering gewicht.
	– Mens. activ.	:	2-2	Beide van gering gewicht.
Omgeving	– Mens. activ.	:	3-1	Menselijke activiteiten plaatselijk aanwezig.

Getijzone

Voor verklaring weging hoofdcriteria zie die van de golfaanvalszone, met de volgende wijzigingen c.q. opmerkingen:

Flexibiliteit	– Onderh/herstel	:	1-3	Tijdsduur van onderhoud/ herstel in de getijzone is hier van groot belang.

8.2.4 Verklaring weging subcriteria

Het subcriterium geometrie speelt geen rol en is om die reden niet gewogen.

Golfaanvalszone

Flexibiliteit	– Differentiële zettingen	30	Ondergrond is weinig zettingsgevoelig
	– Plaatselijke ontgrondingen	70	Plaatselijke ontgrondingen wegen zwaarder wegens zandkern.
Duurzaamheid	– Erosie	25	Vanwege de ligging en de omgeving van het dijkvak vormt het werkverkeer de grootste bedreiging voor de duurzaamheid. Erosie kan hier ook een rol van betekenis spelen.
	– Klimaat	5	
	– Chemische aantasting	5	
	– Biologische aantasting	10	
	– Werkverkeer	55	
Reststerkte	– Reststerkte	100	Eén subcriterium.
Uitvoering	– Tijdsduur	40	Wegens geringe krommingen van het buitenbeloop krijgt toleranties weinig gewicht. Tijdsduur en bereikbaarheid wel belangrijk.
	– Bereikbaarheid	50	
	– Toleranties	10	
Onderh/herstel	– Constateren	20	Wegens beperkt herstelseizoen is is tijd hier belangrijk. Constateren en bereiken spelen ook een rol.
	– Tijd	40	
	– Bereikbaarheid	20	
	– Vervanging	10	
	– Herplaatsing	10	
Golfoploop	– Ruwheid	50	Beide even belangrijk.
	– Bergend vermogen	50	
Omgeving	– Schade aan milieu	55	Wegens ligging krijgt milieu extra gewicht.
	– Secundaire functies	25	
	– Kleur	20	
Mens. activ.	– Vernielingen	30	Alle drie ongeveer even belangrijk.
	– Recreatie	30	
	– Ongelukken	40	

Getijzone

Als golfaanvalszone, echter met de volgende wijzigingen:

Duurzaamheid	– Erosie	25	In getijzone is klimaat belang-
	– Klimaat	10	rijker en werkverkeer minder
	– Chemische aantasting	5	belangrijk dan in golfsaanvals-
	– Biologische aantasting	10	zone
	– Werkverkeer	50	
Uitvoering	– Tijd	40	Bereikbaarheid is minder en
	– Bereikbaarheid	40	maatvoering meer belangrijk dan
	– Toleranties	20	in golfaanvalszone.

8.2.5 Score materiaalcombinaties en conclusies

Golfaanvalszone

Uit de kolom onder 'score' blijkt, dat de materialen 8 (open blokkenmatten), 10 (gezette basalt) en 1 (waterbouwasfaltbeton) het hoogst scoren en (praktisch) gelijkwaardig zijn.
Uit het quotiënt 'score/totale kosten' blijkt, dat 1 (waterbouwasfaltbeton) van deze drie duidelijk het hoogst scoort. Deze oplossing is daarom toegepast.

Getijzone

Uit de kolom onder 'score' blijkt, dat de materialen 7 (open blokkenmatten), 8 (basalt) en 3 (gepenetreerde breuksteen (patroonpenetratie)) het hoogst scoren en (praktisch) gelijkwaardig zijn.
Uit het quotiënt 'score/totale kosten' blijkt, dat 8 (basalt) van deze drie duidelijk het hoogst scoort. Deze oplossing is daarom toegepast.

8.2.6 *Invoergegevens en resultaten CHOICE*

```
PROGRAMMA VOOR HET KIEZEN VAN DIJK- OF OEVERBEKLEDINGEN
=======================================================

********** WADDENDIJK WIERUM - PAESENS **********

********** GOLFAANVALSZONE   2.50+ - 6.95+ NAP **********

************************************************************************
     INVOER-GEGEVENS
************************************************************************

WEGING HOOFDCRITERIA :
======================

BETEKENIS VAN DE WEEGGETALLEN:
1 : RIJCRITERIUM MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM
2 : RIJCRITERIUM EVEN BELANGRIJK ALS KOLOMCRITERIUM
3 : RIJCRITERIUM BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM
0 : DIAGONAALGETALLEN OP NUL GESTELD

HOOFDCRITERIUM              A  B  C  D  E  F  G  H  TOTAAL   %

A) FLEXIBILITEIT            0  2  1  3  2  3  3  3    17   15.18
B) DUURZAAMHEID             2  0  1  1  2  3  3  3    15   13.39
C) RESTSTERKTE              3  3  0  2  3  3  3  3    20   17.86
D) UITVOERING               1  3  2  0  3  3  3  3    18   16.07
E) ONDERH./HERSTEL          2  2  1  1  0  3  3  3    15   13.39
F) GOLFOPLOOP               1  1  1  1  1  0  2  2     9    8.04
G) OMGEVING                 1  1  1  1  1  2  0  3    10    8.93
H) MENS.AKTIV.              1  1  1  1  1  2  1  0     8    7.14

WEGING VAN DE SUBCRITERIA :
===========================

HOOFDCRITERIUM          SUBCRITERIUM                X (pnt.)

FLEXIBILITEIT           - DIFF.ZETTINGEN            :  30
                        - PLAATS.ONTGR.             :  70

DUURZAAMHEID            - EROSIE                    :  25
                        - KLIMAAT                   :   5
                        - CHEM.AANTAST.             :   5
                        - BIOLOG.AANTAST.           :  10
                        - WERKVERKEER               :  55

RESTSTERKTE             - RESTSTERKTE               : 100

UITVOERING              - TIJD                      :  40
                        - BEREIKBAARHEID            :  50
                        - TOLERANTIES               :  10

ONDERH./HERSTEL         - CONSTATEREN               :  20
                        - TIJD                      :  40
                        - BEREIKBAARHEID            :  20
                        - VERVANGING                :  10
                        - HERPLAATSING              :  10

GOLFOPLOOP              - RUWHEID                   :  50
                        - BERGEND VERMOGEN          :  50

OMGEVING                - SCHADE AAN MILIEU         :  55
                        - SEC.FUNKTIES              :  25
                        - KLEUR                     :  20

MENS.AKTIV.             - VERNIELINGEN              :  30
                        - RECREATIE                 :  30
                        - ONGELUKKEN                :  40
```

MATERIAAL KOMBINATIES

MAT.NR.	TOPLAAG	ONDERLAAG	KERN
1	WATERB.ASF.BETON	---	ZAND
2	GEZETTE OPEN BETONBL.	UITV.LAAG+GEBIT.ZAND	ZAND
3	GEZETTE OPEN BETONBL.	GRAN.MAT.	ZAND
4	GEZETTE OPEN BETONBL.	GRAN.MAT+GEOTEXT.	ZAND
5	GEZETTE BETONBL(DICHT)	UITV.LAAG+GEBIT.ZAND	ZAND
6	GEZETTE BETONBL(DICHT)	GRAN.MAT.	ZAND
7	GEZETTE BLOKKEN(DICHT)	GRAN.MAT+GEOTEXT.	ZAND
8	BLOKKENMATTEN(OPEN)	GRAN.MAT+GEOTEXT.	ZAND
9	BLOKKENMATTEN(DICHT)	GRAN.MAT.	ZAND
10	BASALT	UITV.LAAG+GEOTEX+KLEI	ZAND

TOETSING MATERIALEN - SUBCRITERIA

DE WAARDE VAN DE MAXIMALE SCORE VOOR DE MATERIALEN IS 3
Y = 0 : DIJKBEKLEDING VOLDOET TOTAAL NIET AAN HET SUBCRITERIUM.
Ymax = 3 : DIJKBEKLEDING VOLDOET IN HOGE MATE AAN HET SUBCRITERIUM.

MATERIAALNR.:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FLEXIBILITEIT	- DIFF.ZETTINGEN	3	1	1	1	1	1	1	3	3	2
	- PLAATS.ONTGR.	3	0	0	0	0	0	0	3	3	2
DUURZAAMHEID	- EROSIE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- KLIMAAT	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- CHEM.AANTAST.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- BIOLOG.AANTAST.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- WERKVERKEER	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
RESTSTERKTE	- RESTSTERKTE	1	2	2	3	3	2	2	3	2	3
UITVOERING	- TIJD	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1
	- BEREIKBAARHEID	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	- TOLERANTIES	3	2	2	2	2	2	2	1	1	3
ONDERH./HERSTEL	- CONSTATEREN	3	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	- TIJD	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	- BEREIKBAARHEID	3	3	3	3	1	3	3	2	2	2
	- VERVANGING	1	3	3	3	3	3	3	1	1	3
	- HERPLAATSING	0	2	2	2	2	2	2	0	0	2
GOLFOPLOOP	- RUWHEID	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	- BERGEND VERMOGEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
OMGEVING	- SCHADE AAN MILIEU	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- SEC.FUNKTIES	3	2	2	2	0	2	2	2	2	1
	- KLEUR	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
MENS.AKTIV.	- VERNIELINGEN	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3
	- RECREATIE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- ONGELUKKEN	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2

KOSTEN (IN GULDENS PER M2) EN AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN.

MAT.NR	AANLEG	JAARL. ONDERH.	GROOT ONDERH.	AANTAL G.O. BEURTEN
1	52.80	0.00	2.10	3
2	99.00	0.15	0.00	0
3	109.45	0.15	0.00	0
4	109.45	0.15	0.00	0
5	99.00	0.15	0.00	0
6	116.60	0.15	0.00	0
7	108.25	0.15	0.00	0
8	123.85	0.36	14.40	1
9	108.25	0.36	14.40	1
10	171.80	0.30	0.00	0

REKENPERIODE VOOR DE CONSTRUCTIE (AANTAL JAREN): 50
RENTEVOET : 5 %

****

RESULTATEN

****

MAT.NR.	TOPLAAG	ONDERLAAG	KERN
1	WATERB.ASF.BETON	---	ZAND
2	GEZETTE OPEN BETONBL.	UITV.LAAG+GEBIT.ZAND	ZAND
3	GEZETTE OPEN BETONBL.	GRAN.MAT.	ZAND
4	GEZETTE OPEN BETONBL.	GRAN.MAT+GEOTEXT.	ZAND
5	GEZETTE BETONBL(DICHT)	UITV.LAAG+GEBIT.ZAND	ZAND
6	GEZETTE BETONBL(DICHT)	GRAN:MAT.	ZAND
7	GEZETTE BLOKKEN(DICHT)	GRAN.MAT+GEOTEXT.	ZAND
8	BLOKKENMATTEN(OPEN)	GRAN.MAT+GEOTEXT.	ZAND
9	BLOKKENMATTEN(DICHT)	GRAN.MAT.	ZAND
10	BASALT	UITV.LAAG+GEOTEX+KLEI	ZAND

X = Gewicht subcriteria (0-100)
Y = Mate waarin een materiaal voldoet aan een subcriterium (0 - 3)
Z = Gewicht hoofdcriteria

TUSSENSTAP 1: Som(X*Y) per hoofdcriterium

HOOFDCRITERIA :	A	B	C	D	E	F	G	H
MAT.NR.								
1	300	300	100	200	210	50	300	220
2	30	300	200	190	170	50	235	260
3	30	300	200	190	170	50	235	200
4	30	300	300	190	170	50	235	260
5	30	300	300	190	130	50	185	260
6	30	300	200	190	170	50	235	260
7	30	300	200	190	170	50	235	260
8	300	245	300	140	130	50	235	260
9	300	245	200	140	130	50	235	260
10	200	300	300	120	170	100	230	260

TUSSENSTAP 2: Score per hoofdcriterium: (Som(X*Y)*Z*100)/(Ymax*Som(X)*Som(Z))

HFDCRIT.:	A	B	C	D	E	F	G	H	TOTAAL
MAT.NR.									
1	15.18	13.39	5.95	10.71	9.38	1.34	8.93	5.24	70.12
2	1.52	13.39	11.90	10.18	7.59	1.34	6.99	6.19	59.11
3	1.52	13.39	11.90	10.18	7.59	1.34	6.99	4.76	57.68
4	1.52	13.39	17.86	10.18	7.59	1.34	6.99	6.19	65.06
5	1.52	13.39	17.86	10.18	5.80	1.34	5.51	6.19	61.79
6	1.52	13.39	11.90	10.18	7.59	1.34	6.99	6.19	59.11
7	1.52	13.39	11.90	10.18	7.59	1.34	6.99	6.19	59.11
8	15.18	10.94	17.86	7.50	5.80	1.34	6.99	6.19	71.80
9	15.18	10.94	11.90	7.50	5.80	1.34	6.99	6.19	65.85
10	10.12	13.39	17.86	6.43	7.59	2.68	6.85	6.19	71.10

BEREKENING KOSTEN IN VOLGORDE VAN SCORE

MAT.NR	A.K	JO.K	NCWJ	GO.K	AGO.	NCWG	TOT.K
8	123.85	0.36	6.57	14.40	1	4.25	134.67
10	171.80	0.30	5.48	0.00	0	0.00	177.28
1	52.80	0.00	0.00	2.10	3	2.10	54.90
9	108.25	0.36	6.57	14.40	1	4.25	119.07
4	109.45	0.15	2.74	0.00	0	0.00	112.19
5	99.00	0.15	2.74	0.00	0	0.00	101.74
2	99.00	0.15	2.74	0.00	0	0.00	101.74
6	116.60	0.15	2.74	0.00	0	0.00	119.34
7	108.25	0.15	2.74	0.00	0	0.00	110.99
3	109.45	0.15	2.74	0.00	0	0.00	112.19

EINDRESULTAAT IN VOLGORDE VAN SCORE

MAT.NR	SCORE	TOT.K	S/K
8	71.80	134.67	0.53
10	71.10	177.28	0.40
1	70.12	54.90	1.28
9	65.85	119.07	0.55
4	65.06	112.19	0.58
5	61.79	101.74	0.61
2	59.11	101.74	0.58
6	59.11	119.34	0.50
7	59.11	110.99	0.53
3	57.68	112.19	0.51

LEGENDA BIJ RESULTAATTABELLEN:

A.K = AANLEGKOSTEN (IN GULDENS PER M2)
JO.K = KOSTEN JAARLIJKSE ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
NCWJ = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET JAARLIJKS ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
GO.K = KOSTEN GROOT ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
AGO. = AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN BINNEN DE REKENPERIODE
NCWG = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET GROOT ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
TOT.K = TOTALE (CONTANTE) KOSTEN (IN GULDENS PER M2)
S/K = SCORE/KOSTEN VERHOUDING

PROGRAMMA VOOR HET KIEZEN VAN DIJK- OF OEVERBEKLEDINGEN

********** WADDENDIJK WIERUM - PAESENS **********

********** GETIJZONE 0.00 - 2.50+ NAP **********

****
INVOER-GEGEVENS
****

WEGING HOOFDCRITERIA :

BETEKENIS VAN DE WEEGGETALLEN:
1 : RIJCRITERIUM MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM
2 : RIJCRITERIUM EVEN BELANGRIJK ALS KOLOMCRITERIUM
3 : RIJCRITERIUM BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM
0 : DIAGONAALGETALLEN OP NUL GESTELD

HOOFDCRITERIUM	A	B	C	D	E	F	G	H	TOTAAL	%
A) FLEXIBILITEIT	0	2	1	3	1	3	3	3	16	14.29
B) DUURZAAMHEID	2	0	1	1	2	3	3	3	15	13.39
C) RESTSTERKTE	3	3	0	3	3	3	3	3	21	18.75
D) UITVOERING	1	3	1	0	3	3	3	3	17	15.18
E) ONDERH./HERSTEL	3	2	1	1	0	3	3	3	16	14.29
F) GOLFOPLOOP	1	1	1	1	1	0	2	2	9	8.04
G) OMGEVING	1	1	1	1	1	2	0	3	10	8.93
H) MENS.AKTIV.	1	1	1	1	1	2	1	0	8	7.14

WEGING VAN DE SUBCRITERIA :

HOOFDCRITERIUM	SUBCRITERIUM	X (pnt.)
FLEXIBILITEIT	- DIFF.ZETTINGEN	: 30
	- PLAATS.ONTGR.	: 70
DUURZAAMHEID	- EROSIE	: 25
	- KLIMAAT	: 10
	- CHEM.AANTAST.	: 5
	- BIOLOG.AANTAST.	: 10
	- WERKVERKEER	: 50
RESTSTERKTE	- RESTSTERKTE	: 100
UITVOERING	- TIJD	: 40
	- BEREIKBAARHEID	: 40
	- TOLERANTIES	: 20
ONDERH./HERSTEL	- CONSTATEREN	: 20
	- TIJD	: 40
	- BEREIKBAARHEID	: 20
	- VERVANGING	: 10
	- HERPLAATSING	: 10
GOLFOPLOOP	- RUWHEID	: 50
	- BERGEND VERMOGEN	: 50
OMGEVING	- SCHADE AAN MILIEU	: 55
	- SEC.FUNKTIES	: 25
	- KLEUR	: 20
MENS.AKTIV.	- VERNIELINGEN	: 30
	- RECREATIE	: 30
	- ONGELUKKEN	: 40

MATERIAAL KOMBINATIES

MAT.NR.	TOPLAAG	ONDERLAAG	KERN
1	OPEN ST.ASF.MAT+GEOTEX.	GEBITUM.ZAND	ZAND
2	OPEN ST.ASFALT(IN SITU)	GEBITUM.ZAND	ZAND
3	GEPEN.BREUKST(PATR.PEN)	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
4	GEPEN.BREUKST(PATR.PEN)	GEBITUM.ZAND	ZAND
5	GEZETTE OPEN BETONBLOK.	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
6	GEZETTE BETONBL(DICHT)	GRAN:MAT+GEOTEX.	ZAND
7	BLOKKENMATTEN (OPEN)	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
8	BASALT	GRAN:MAT+GEOTEX.	ZAND
9	BASALT	UITV.LAAG+GEBIT.ZAND	ZAND

TOETSING MATERIALEN - SUBCRITERIA

DE WAARDE VAN DE MAXIMALE SCORE VOOR DE MATERIALEN IS 3
Y = 0 : DIJKBEKLEDING VOLDOET TOTAAL NIET AAN HET SUBCRITERIUM.
Ymax = 3 : DIJKBEKLEDING VOLDOET IN HOGE MATE AAN HET SUBCRITERIUM.

MATERIAALNR.:		1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLEXIBILITEIT	- DIFF.ZETTINGEN	1	1	3	1	1	1	3	2	1
	- PLAATS.ONTGR.	1	1	3	1	0	0	3	2	1
DUURZAAMHEID	- EROSIE	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- KLIMAAT	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	- CHEM.AANTAST.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- BIOLOG.AANTAST.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- WERKVERKEER	2	2	1	1	1	1	1	1	1
RESTSTERKTE	- RESTSTERKTE	2	2	2	3	3	3	3	3	2
UITVOERING	- TIJD	1	3	2	3	3	3	1	1	1
	- BEREIKBAARHEID	2	2	1	1	1	1	2	1	1
	- TOLERANTIES	1	3	3	2	2	2	1	3	3
ONDERH./HERSTEL	- CONSTATEREN	2	2	3	1	1	1	2	2	2
	- TIJD	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	- BEREIKBAARHEID	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	- VERVANGING	1	0	2	3	3	3	1	3	3
	- HERPLAATSING	0	0	0	2	2	2	0	2	2
GOLFOPLOOP	- RUWHEID	1	1	2	2	3	3	3	3	3
	- BERGEND VERMOGEN	2	2	2	2	3	1	3	3	3
OMGEVING	- SCHADE AAN MILIEU	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	- SEC.FUNKTIES	3	3	1	1	0	0	1	1	1
	- KLEUR	2	2	2	2	1	1	1	2	2
MENS.AKTIV.	- VERNIELINGEN	1	1	2	2	3	3	2	3	3
	- RECREATIE	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	- ONGELUKKEN	1	1	2	2	2	2	1	2	2

KOSTEN (IN GULDENS PER M2) EN AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN.

MAT.NR	AANLEG	JAARL. ONDERH.	GROOT ONDERH.	AANTAL G.O. BEURTEN
1	90.40	0.06	13.00	1
2	73.80	0.06	13.00	1
3	105.30	0.90	0.00	0
4	93.65	0.90	0.00	0
5	101.05	0.15	0.00	0
6	99.85	0.15	0.00	0
7	117.85	0.36	14.40	1
8	90.25	0.30	0.00	0
9	81.00	0.30	0.00	0

REKENPERIODE VOOR DE CONSTRUCTIE (AANTAL JAREN): 50
RENTEVOET : 5 %

****
RESULTATEN
****

MAT.NR.	TOPLAAG	ONDERLAAG	KERN
1	OPEN ST.ASF.MAT+GEOTEX.	GEBITUM.ZAND	ZAND
2	OPEN ST.ASFALT(IN SITU)	GEBITUM.ZAND	ZAND
3	GEPEN.BREUKST(PATR.PEN)	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
4	GEPEN.BREUKST(PATR.PEN)	GEBITUM.ZAND	ZAND
5	GEZETTE OPEN BETONBLOK.	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
6	GEZETTE BETONBL(DICHT)	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
7	BLOKKENMATTEN (OPEN)	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
8	BASALT	GRAN.MAT+GEOTEX.	ZAND
9	BASALT	UITV.LAAG+GEBIT.ZAND	ZAND

X = Gewicht subcriteria (0-100)
Y = Mate waarin een materiaal voldoet aan een subcriterium (0 - 3)
Z = Gewicht hoofdcriteria

TUSSENSTAP 1: Som(X*Y) per hoofdcriterium

HOOFDCRITERIA : MAT.NR.	A	B	C	D	E	F	G	H
1	100	240	200	140	150	150	280	130
2	100	240	200	260	140	150	280	130
3	300	200	200	180	160	200	230	230
4	100	200	300	200	130	200	230	230
5	30	200	300	200	130	300	185	260
6	30	200	300	200	130	200	185	260
7	300	200	300	140	110	300	210	190
8	200	200	300	140	150	300	230	260
9	100	200	200	140	150	300	230	260

TUSSENSTAP 2: Score per hoofdcriterium: (Som(X*Y)*Z*100)/(Ymax*Som(X)*Som(Z))

HFDCRIT.: MAT.NR.	A	B	C	D	E	F	G	H	TOTAAL
1	4.76	10.71	12.50	7.08	7.14	4.02	8.33	3.10	57.65
2	4.76	10.71	12.50	13.15	6.67	4.02	8.33	3.10	63.24
3	14.29	8.93	12.50	9.11	7.62	5.36	6.85	5.48	70.12
4	4.76	8.93	18.75	10.12	6.19	5.36	6.85	5.48	66.43
5	1.43	8.93	18.75	10.12	6.19	8.04	5.51	6.19	65.15
6	1.43	8.93	18.75	10.12	6.19	5.36	5.51	6.19	62.47
7	14.29	8.93	18.75	7.08	5.24	8.04	6.25	4.52	73.10
8	9.52	8.93	18.75	7.08	7.14	8.04	6.85	6.19	72.50
9	4.76	8.93	12.50	7.08	7.14	8.04	6.85	6.19	61.49

BEREKENING KOSTEN IN VOLGORDE VAN SCORE

MAT.NR	A.K	JO.K	NCWJ	GO.K	AGO.	NCWG	TOT.K
7	117.85	0.36	6.57	14.40	1	4.25	128.67
8	90.25	0.30	5.48	0.00	0	0.00	95.73
3	105.30	0.90	16.43	0.00	0	0.00	121.73
4	93.65	0.90	16.43	0.00	0	0.00	110.08
5	101.05	0.15	2.74	0.00	0	0.00	103.79
2	73.80	0.06	1.10	13.00	1	3.84	78.73
6	99.85	0.15	2.74	0.00	0	0.00	102.59
9	81.00	0.30	5.48	0.00	0	0.00	86.48
1	90.40	0.06	1.10	13.00	1	3.84	95.33

EINDRESULTAAT IN VOLGORDE VAN SCORE

MAT.NR	SCORE	TOT.K	S/K
7	73.10	128.67	0.57
8	72.50	95.73	0.76
3	70.12	121.73	0.58
4	66.43	110.08	0.60
5	65.15	103.79	0.63
2	63.24	78.73	0.80
6	62.47	102.59	0.61
9	61.49	86.48	0.71
1	57.65	95.33	0.60

LEGENDA BIJ RESULTAATTABELLEN:

A.K = AANLEGKOSTEN (IN GULDENS PER M2)
JO.K = KOSTEN JAARLIJKSE ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
NCWJ = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET JAARLIJKS ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
GO.K = KOSTEN GROOT ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
AGO. = AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN BINNEN DE REKENPERIODE
NCWG = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET GROOT ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
TOT.K = TOTALE (CONTANTE) KOSTEN (IN GULDENS PER M2)
S/K = SCORE/KOSTEN VERHOUDING

8.3 IJsselbandijk

8.3.1 Situatieschets en randvoorwaarden

Deze licht aangevallen IJsselbandijk ligt in het polderdistrict IJsselland, nabij Olburgen (HMP 57-63), zie figuur 8.3.
Binnendijks ligt een camping op het terrein van een oude steenfabriek. Buitendijks is een jachthaven gesitueerd, zodat verwacht mag worden dat er veel gelopen zal worden over de dijk.
De volgende randvoorwaarden zijn hier van toepassing:

- maatgevende golfhoogte (voor het dimensioneren van de bekleding, niet voor de golfoploop): 0,5 m
- maatgevende stroomsnelheid: 1 m/s
- helling buitentalud: 1:3
- de dijk heeft een kleikern

In de uitwerking van dit voorbeeld gaat het alleen om het talud dat direct onder de kruin ligt, tussen N.A.P + 9,65 m en N.A.P + 11,80 m. (zie figuur 8.4).

8.3.2 Voorselectie materiaalcombinaties

De aangrenzende dijkvakken zijn als groene dijk ontworpen. De extra verdediging voor dit dijkvak is ingegeven door het niet kunnen verbieden van het betreden van de dijktaluds door recreanten. Het gaat dus alleen om een extra sterkte vanwege deze belasting. Bij beschadiging van het gras moeten de zode en ondergrond zoveel mogelijk intact blijven.

Twee materialen komen in aanmerking als dijkbekleding:

1. Doorgroeistenen (grasbetonblokken) direct op klei;
2. Enkgazon, direkt op klei.
   (Enkgazon is een dunne kunststofmat gevuld met aarde en graszaad. De mat wordt als zode gelegd, waardoor deze vrij snel hecht op de ondergrond).

8.3.3 Verklaring weging hoofdcriteria

Hoofdcriteria die voor de keuze niet relevant zijn, worden bij de afweging niet meegenomen. De dijk is van klei gemaakt. Op deze wijze is de reststerkte van alle bekledingstypen voldoende verzekerd. Golfoploop speelt geen rol, omdat deze kleiner is dan de minimaal vereiste waakhoogte van 0,5 m.

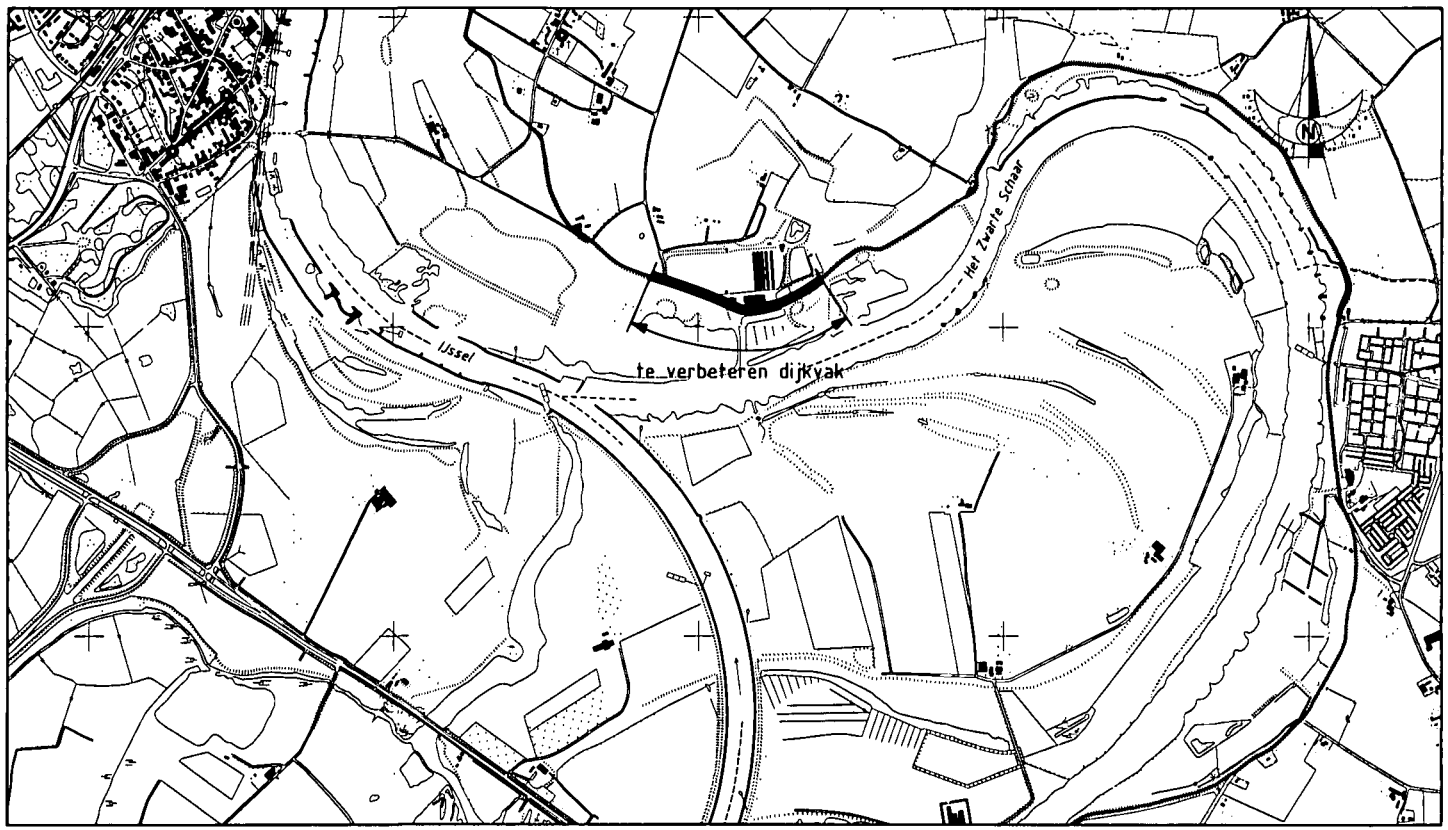


Fig. 8.3. Dijkverbetering IJsselbandijk nabij Olburgen, situatietekening HMP 57 – 63.

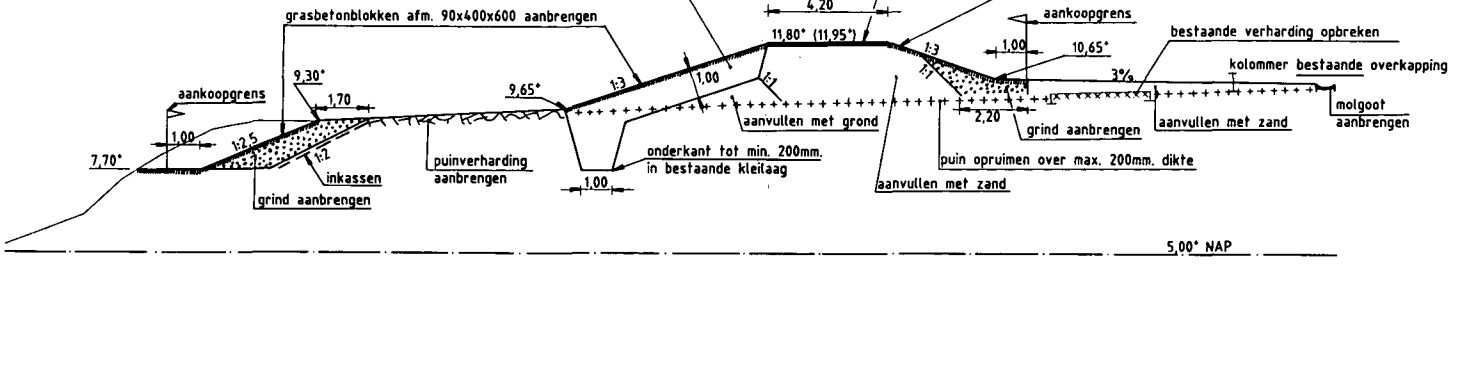


Fig. 8.4. Dwarsprofiel dijkverbetering IJsselbandijk ter plaatse van HMP 60.

Flexibiliteit	– Duurzaamheid	:	2-2	Beide zijn even belangrijk.
	– Uitvoering	:	2-2	Beide zijn even belangrijk.
	– Onderh/herstel	:	3-1	Er is buiten de hoogwaterperiode voldoende tijd voor onderhoud en herstel. Bovendien zal door onvoldoende flexibiliteit meer herstel verwacht moeten worden.
	– Omgeving	:	3-1	De dijk heeft slechts een geringe invloed op de omgeving.
	– Mens. activ.	:	3-1	De invloed van menselijke activiteiten op de conditie van de constructie zal gering zijn.
Duurzaamheid	– Uitvoering	:	2-2	Geen verband.
	– Onderh/herstel	:	3-1	Lage duurzaamheid zal meer onderhoud/herstel tot gevolg hebben.
	– Omgeving	:	3-1	Duurzaamheid is van invloed op de constructie zelf en weegt daarom zwaarder.
	– Mens. activ.	:	2-2	Hoewel het dijkvak alleen wordt belopen is er toch een reële kans op schade door menselijke activiteiten.
Uitvoering	– Onderh/herstel	:	3-1	De zorgvuldigheid van de uitvoering beïnvloedt de mate van onderhoud en herstel.
	– Omgeving	:	3-1	Uitvoering is van invloed op de constructie zelf en weegt daarom zwaarder.
	– Mens. activ.	:	2-2	Beide even zwaar want menselijke activiteiten spelen hier ook zeker een rol.
Onderh/herstel	– Omgeving	:	3-1	Onderh/herstel is van invloed op de constructie zelf.
	– Mens. activ.	:	2-2	Er is een reële kans op schade door menselijke activiteiten.
Omgeving	– Mens. activ.	:	1-3	De dijk heeft weinig invloed op de omgeving.

8.3.4 Verklaring weging subcriteria

Flexibiliteit	– Differentiële zettingen	20	Ondergrond is niet zettingsgevoelig.
	– Plaatselijke ontgrondingen	80	Plaatselijke ontgrondingen wegen zwaarder.
Duurzaamheid	– Erosie	40	Erosie weegt het zwaarst vanwege met gras begroeide talud.
	– Klimaat	20	
	– Chemische aantasting	10	
	– Biologische aantasting	10	
	– Werkverkeer	20	
Uitvoering	– Tijdsduur	10	Tijd en bereikbaarheid zijn ondergeschikt. Maatvoering is het belangrijkste aspect.
	– Bereikbaarheid	10	
	– Toleranties	80	
Onderh/herstel	– Constateren	40	Het kunnen constateren en kunnen herstellen met hetzelfde materiaal wegen het zwaarst.
	– Tijdsduur	10	
	– Bereikbaarheid	10	
	– Vervanging	30	
	– Herplaatsing	10	
Omgeving	– Schade aan milieu	20	Door de beschikbare nieuwe ruimte speelt de geometrie geen rol. Belasting door recreatie en het goed passen in de omgeving zijn belangrijk.
	– Secundaire functies	40	
	– Geometrie	0	
	– Kleur	40	
Mens. activ.	– Vernielingen	30	Recreatie is het meest belangrijke aspect. De andere aspecten worden minder zwaar gewogen.
	– Recreatie	50	
	– Ongelukken	20	

8.3.5 Score materiaalcombinaties en conclusies

Doorgroeisteen heeft de hoogste technische score en de laagste totale kosten. De keuze voor doorgroeisteen was dan ook vanzelfsprekend.

8.3.6 *Invoergegevens en resultaten CHOICE*

```
PROGRAMMA VOOR HET KIEZEN VAN DIJK- OF OEVERBEKLEDINGEN
=======================================================

********** IJSSELBANDIJK OLBURGEN HMP 57-63 **********

********** 9.65+ - 11.80 **********


*************************************************************************
      INVOER-GEGEVENS
*************************************************************************

WEGING HOOFDCRITERIA :
======================

BETEKENIS VAN DE WEEGGETALLEN:
1 : RIJCRITERIUM MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM
2 : RIJCRITERIUM EVEN BELANGRIJK ALS KOLOMCRITERIUM
3 : RIJCRITERIUM BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM
0 : DIAGONAALGETALLEN OP NUL GESTELD

HOOFDCRITERIUM              A  B  C  D  E  F  TOTAAL   %

A) FLEXIBILITEIT            0  2  2  3  3  3    13   21.67
B) DUURZAAMHEID             2  0  2  3  3  2    12   20.00
C) UITVOERING               2  2  0  3  3  2    12   20.00
D) ONDERH./HERSTEL          1  1  1  0  3  2     8   13.33
E) OMGEVING                 1  1  1  1  0  1     5    8.33
F) MENS.ACTIV.              1  2  2  2  3  0    10   16.67


WEGING VAN DE SUBCRITERIA :
===========================

HOOFDCRITERIUM            SUBCRITERIUM                X (pnt.)


FLEXIBILITEIT           - DIFF.ZETTINGEN            :  20
                        - PLAATS.ONTGR.             :  80

DUURZAAMHEID            - EROSIE                    :  40
                        - KLIMAAT                   :  20
                        - CHEM.AANTAST.             :  10
                        - BIOLOG.AANTAST.           :  10
                        - WERKVERKEER               :  20

UITVOERING              - TIJDSDUUR                 :  10
                        - BEREIKBAARH.              :  10
                        - TOLERANTIES               :  80

ONDERH./HERSTEL         - CONSTATEREN               :  40
                        - TIJDSDUUR                 :  10
                        - BEREIKBAARH.              :  10
                        - VERVANGING                :  30
                        - HERPLAATSING              :  10

OMGEVING                - SCHADE AAN MILIEU         :  20
                        - SEC.FUNCTIES              :  40
                        - GEOMETRIE                 :   0
                        - KLEUR                     :  40

MENS.ACTIV.             - VERNIELINGEN              :  30
                        - RECREATIE                 :  50
                        - ONGELUKKEN                :  20
```

MATERIAAL KOMBINATIES

MAT.NR.	TOPLAAG	ONDERLAAG	KERN
1	DOORGROEISTENEN	---	KLEI
2	ENKGAZON	---	KLEI

TOETSING MATERIALEN - SUBCRITERIA

DE WAARDE VAN DE MAXIMALE SCORE VOOR DE MATERIALEN IS 3
Y = 0 : DIJKBEKLEDING VOLDOET TOTAAL NIET AAN HET SUBCRITERIUM.
Ymax = 3 : DIJKBEKLEDING VOLDOET IN HOGE MATE AAN HET SUBCRITERIUM.

MATERIAALNR.:		1	2
FLEXIBILITEIT	- DIFF.ZETTINGEN	2	3
	- PLAATS.ONTGR.	2	2
DUURZAAMHEID	- EROSIE	2	2
	- KLIMAAT	3	2
	- CHEM.AANTAST.	2	2
	- BIOLOG.AANTAST.	3	2
	- WERKVERKEER	2	1
UITVOERING	- TIJDSDUUR	3	3
	- BEREIKBAARH.	3	3
	- TOLERANTIES	3	3
ONDERH./HERSTEL	- CONSTATEREN	2	2
	- TIJDSDUUR	3	3
	- BEREIKBAARH.	3	3
	- VERVANGING	3	2
	- HERPLAATSING	3	0
OMGEVING	- SCHADE AAN MILIEU	3	3
	- SEC.FUNCTIES	3	2
	- GEOMETRIE	3	3
	- KLEUR	3	3
MENS.ACTIV.	- VERNIELINGEN	3	1
	- RECREATIE	3	2
	- ONGELUKKEN	2	2

KOSTEN (IN GULDENS PER M2) EN AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN.

MAT.NR	AANLEG	JAARL. ONDERH.	GROOT ONDERH.	AANTAL G.O. BEURTEN
1	38.00	0.25	0.00	0
2	27.00	0.10	27.00	2

REKENPERIODE VOOR DE CONSTRUCTIE (AANTAL JAREN): 50
RENTEVOET : 5 %

```
**************************************************************************
     RESULTATEN
**************************************************************************


MAT.NR.  TOPLAAG                    ONDERLAAG              KERN

 1       DOORGROEISTENEN            ---                    KLEI
 2       ENKGAZON                   ---                    KLEI


X = Gewicht subcriteria (0-100)
Y = Mate waarin een materiaal voldoet aan een subcriterium (0 - 3 )
Z = Gewicht hoofdcriteria

TUSSENSTAP 1: Som(X*Y) per hoofdcriterium
=========================================
HOOFDCRITERIA : A    B    C    D    E    F
MAT.NR.
 1            200  230  300  260  300  280
 2            220  180  300  200  260  170

TUSSENSTAP 2: Score per hoofdcriterium: (Som(X*Y)*Z*100)/(Ymax*Som(X)*Som(Z))
=============================================================================
HFDCRIT.:    A     B     C     D     E     F     TOTAAL
MAT.NR.
 1        14.44 15.33 20.00 11.56  8.33 15.56    85.22
 2        15.89 12.00 20.00  8.89  7.22  9.44    73.44


BEREKENING KOSTEN IN VOLGORDE VAN SCORE
=======================================

MAT.NR  A.K     JO.K   NCWJ   GO.K  AGO.   NCWG   TOT.K

  1     38.00   0.25   4.56   0.00   0     0.00   42.56
  2     27.00   0.10   1.83  27.00   2    17.28   46.11

EINDRESULTAAT IN VOLGORDE VAN SCORE
===================================

MAT.NR  SCORE    TOT.K     S/K

   1    85.22    42.56    2.00
   2    73.44    46.11    1.59

        LEGENDA BIJ RESULTAATTABELLEN:
A.K   = AANLEGKOSTEN (IN GULDENS PER M2)
JO.K  = KOSTEN JAARLIJKSE ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
NCWJ  = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET JAARLIJKS ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
GO.K  = KOSTEN GROOT ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
AGO.  = AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN BINNEN DE REKENPERIODE
NCWG  = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET GROOT ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
TOT.K = TOTALE (CONTANTE) KOSTEN (IN GULDENS PER M2)
S/K   = SCORE/KOSTEN VERHOUDING
```

8.4 Waalbandijk

8.4.1 Situatieschets en randvoorwaarden

Dit zwaarder aangevallen dijkvak langs de Waal ligt in het Polderdistrict Betuwe (HMP 59.15 – 71.50), zie figuur 8.5.
Hier gelden de volgende randvoorwaarden:

- maatgevende golfhoogte (voor het dimensioneren van de bekleding, niet voor de golfoploop): 0,5 m
- maatgevende stroomsnelheid: 2 m/s
- reëel gevaar voor aanvaringen
- taludhelling 1:3
- bestaande bekleding: basaltblokken
- onderlaag: klei

In de uitwerking van dit voorbeeld gaat het alleen om het talud dat direct onder de kruin ligt, tussen N.A.P. + 10,50 m en + 12,50 m. (zie figuur 8.6).

8.4.2 Voorselectie materiaalcombinaties

Het betreft hier een zwaar aangevallen dijkvak. In de oude situatie was de dijk bekleed met basaltzuilen. Doordat na een snelle val van de rivier achter de bekleding overdrukken kunnen ontstaan moet de bekleding open zijn. Vanwege het aanvaringsgevaar speelt het aspect herstel een meer dan normale rol bij de keuze.

Zes materiaalcombinaties komen in aanmerking als dijkbekleding:

1. Open steenasfalt (in situ gestort) – gebitumineerd zand
2. Open steenasfaltmatten
3. Stortsteen – granulair filter op geotextiel
4. Gezette betonzuilen – granulair materiaal op geotextiel
5. Betonblokken – granulair materiaal op geotextiel
6. Dichte betonblokken op geotextiel

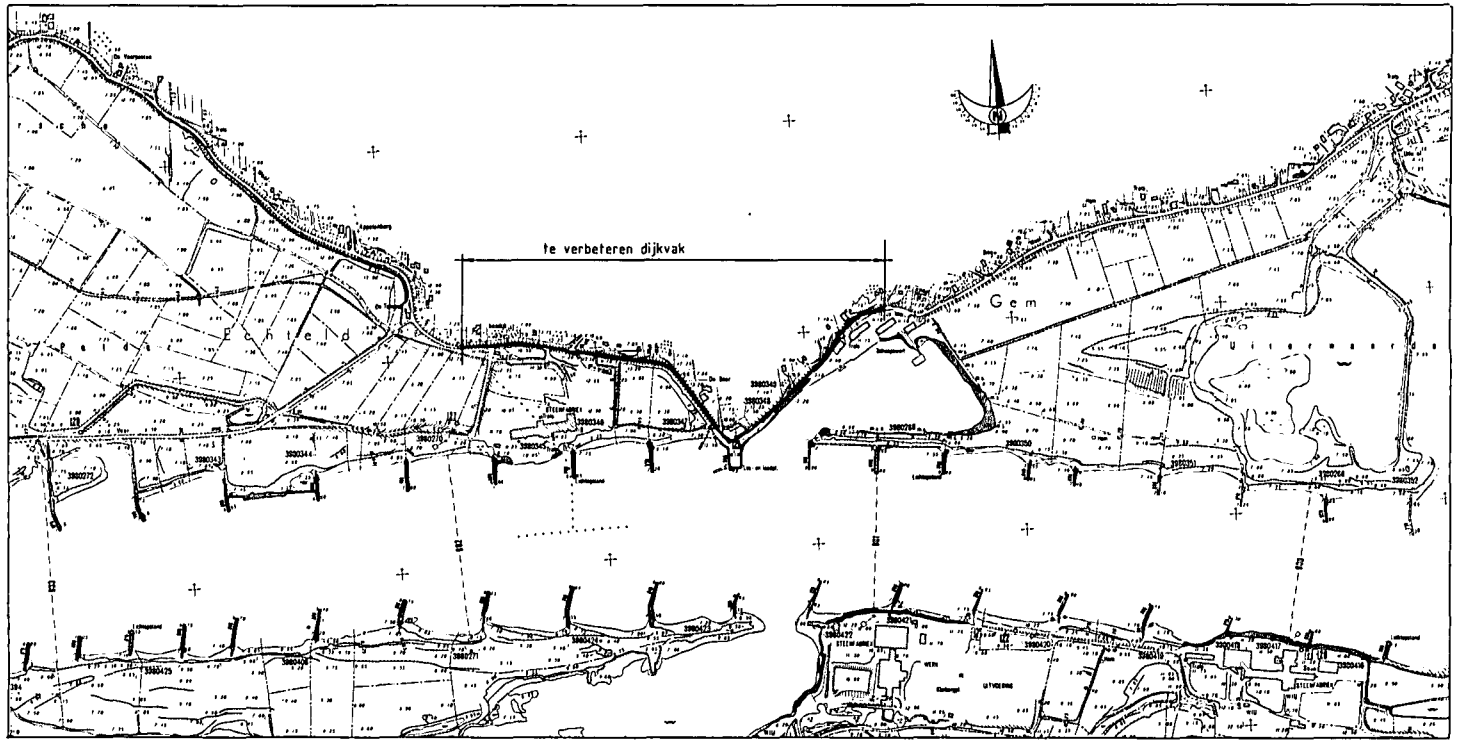


Fig. 8.5. Dijkverbetering Waalbandijk nabij Dodewaard, situatietekening HMP 59,15 – 71,50.

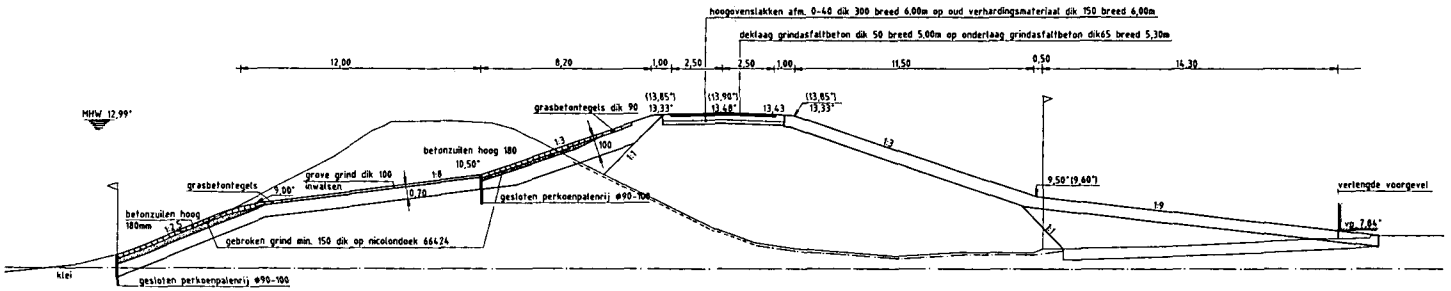


Fig. 8.6. Dwarsprofiel dijkverbetering Waalbandijk ter plaatse van HMP 62.

8.4.3 Verklaring weging hoofdcriteria

Hoofdcriteria die voor de keuze niet relevant zijn, worden bij de afweging niet meegenomen. De dijk is van klei gemaakt. Op deze wijze is de reststerkte van alle bekledingstypen voldoende verzekerd. Golfoploop speelt geen rol, omdat deze kleiner is dan de minimaal vereiste waakhoogte van 0,5 m.

Flexibiliteit	– Duurzaamheid	: 2-2	Er is gevaar voor plaatselijke ontgrondingen. Doch ook erosiegevaar: beide even belangrijk.
	– Uitvoering	: 2-2	Beide zijn even belangrijk.
	– Onderh/herstel	: 2-2	Beide zijn even belangrijk.
	– Mens. activ.	: 2-2	Evenals plaatselijke ontgrondingen kunnen ongelukken hier een rol spelen.
Duurzaamheid	– Uitvoering	: 3-1	Erosiegevaar.
	– Onderh/herstel	: 3-1	Lage duurzaamheid zal meer onderhoud/herstel tot gevolg hebben. Bovendien is het buitenbeloop goed bereikbaar en is buiten het hoogwaterseizoen voldoende tijd voor onderhoud/herstel.
	– Mens. activ.	: 2-2	Kans op ongelukken.
Uitvoering	– Onderh/herstel	: 3-1	De zorgvuldigheid van de uitvoering beïnvloedt de mate van onderhoud en herstel. Tevens is het dijkvak goed te bereiken en is er voldoende tijd voor onderhoud-/herstelwerkzaamheden.
	– Mens. activ.	: 2-2	Beide even zwaar want menselijke activiteiten spelen hier zeker een rol.
Onderh/Herstel	– Mens. activ.	: 2-2	Menselijke activiteiten spelen hier een rol.

8.4.4 Verklaring weging subcriteria

Flexibiliteit	– Differentiële zettingen	5	Een oud dijklichaam op
	– Plaatselijke ontgrondingen	95	zettingsvrije ondergrond. Plaatselijke ontgronding weegt het zwaarst.
Duurzaamheid	– Erosie	55	Gelet op situatie is erosie-
	– Klimaat	25	bestendigheid de meest belang-
	– Chemische aantasting	10	rijke factor in deze rij. Dijkvak is
	– Biologische aantasting	10	goed toegankelijk, dus
	– Werkverkeer	0	werkverkeer speelt geen rol.
Uitvoering	– Tijdsduur	10	Locale situatie maakt tijd en
	– Bereikbaarheid	10	bereikbaarheid ondergeschikt.
	– Toleranties	80	Maatvoering is het belang- rijkste aspect.
Onderh/herstel	– Constateren	40	Het snel kunnen constateren en
	– Tijdsduur	15	herstellen met hetzelfde materiaal
	– Bereikbaarheid	15	zijn de zwaarst wegende criteria
	– Vervanging	30	
	– Herplaatsing	0	
Mens. activ.	– Vernielen	10	Bij hoge afvoeren op de rivier is
	– Recreatie	10	aanvaring van de dijk door
	– Ongelukken	80	schepen niet ondenkbeeldig.

8.4.5 Score materiaalcombinaties en conclusies

Qua score/kosten verhouding is er vrijwel geen verschil tussen de materiaalcombinaties 4 (gezette betonzuilen), 3 (stortsteen) en 5 (betonblokken). Omdat gezette betonzuilen duidelijk het hoogst scoren is voor dit materiaal gekozen.

8.4.6 *Invoergegevens en resultaten CHOICE*

```
PROGRAMMA VOOR HET KIEZEN VAN DIJK- OF OEVERBEKLEDINGEN
=======================================================

********** WAALBANDIJK DODEWAARD HMP 59.15 - 71.50 **********

********** BUITENBELOOP    10.50+  -  12.50+ NAP **********


************************************************************************
     INVOER-GEGEVENS
************************************************************************

WEGING HOOFDCRITERIA :
======================

BETEKENIS VAN DE WEEGGETALLEN:
1 : RIJCRITERIUM MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM
2 : RIJCRITERIUM EVEN BELANGRIJK ALS KOLOMCRITERIUM
3 : RIJCRITERIUM BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM
0 : DIAGONAALGETALLEN OP NUL GESTELD

HOOFDCRITERIUM              A  B  C  D  E  TOTAAL   %

A) FLEXIBILITEIT            0  2  2  2  2     8   20.00
B) DUURZAAMHEID             2  0  3  3  2    10   25.00
C) UITVOERING               2  1  0  3  2     8   20.00
D) ONDERH/HERSTEL           2  1  1  0  2     6   15.00
E) MENS.ACTIV.              2  2  2  2  0     8   20.00


WEGING VAN DE SUBCRITERIA :
===========================

HOOFDCRITERIUM            SUBCRITERIUM                X (pnt.)


FLEXIBILITEIT           - DIFF.ZETTINGEN            :   5
                        - PLAATS.ONTGR.             :  95

DUURZAAMHEID            - EROSIE                    :  55
                        - KLIMAAT                   :  25
                        - CHEM.AANTAST.             :  10
                        - BIOLOG.AANTAST.           :  10
                        - WERKVERKEER               :   0

UITVOERING              - TIJDSDUUR                 :  10
                        - BEREIKBAARH.              :  10
                        - TOLERANTIES               :  80

ONDERH/HERSTEL          - CONSTATEREN               :  40
                        - TIJDSDUUR                 :  15
                        - BEREIKBAARH.              :  15
                        - VERVANGING                :  30
                        - HERPLAATSING              :   0

MENS.ACTIV.             - VERNIELEN                 :  10
                        - RECREATIE                 :  10
                        - ONGELUKKEN                :  80
```

MATERIAAL KOMBINATIES

MAT.NR.	TOPLAAG	ONDERLAAG	KERN
1	OPEN ST.ASF (IN SITU)	GEBIT.ZAND	KLEI
2	OPEN ST.ASF.MATTEN	---	KLEI
3	STORTSTEEN	GRAN.FILTER+GEOTEX.	KLEI
4	BETONZUILEN	UITV.LAAG+GEOTEX.	KLEI
5	BETONBLOKKEN	UITV.LAAG+GEOTEX.	KLEI
6	BLOKKENMAT(DICHT)+GEOTEX.	---	KLEI

TOETSING MATERIALEN - SUBCRITERIA

DE WAARDE VAN DE MAXIMALE SCORE VOOR DE MATERIALEN IS 3
Y = 0 : DIJKBEKLEDING VOLDOET TOTAAL NIET AAN HET SUBCRITERIUM.
Ymax = 3 : DIJKBEKLEDING VOLDOET IN HOGE MATE AAN HET SUBCRITERIUM.

MATERIAALNR.:		1	2	3	4	5	6
FLEXIBILITEIT	- DIFF.ZETTINGEN	1	3	3	3	1	3
	- PLAATS.ONTGR.	1	2	3	3	1	2
DUURZAAMHEID	- EROSIE	1	1	2	3	3	3
	- KLIMAAT	1	1	3	3	3	2
	- CHEM.AANTAST.	2	2	3	3	3	3
	- BIOLOG.AANTAST.	1	1	3	3	3	3
	- WERKVERKEER	2	2	0	2	2	2
UITVOERING	- TIJDSDUUR	3	2	3	2	2	2
	- BEREIKBAARH.	3	3	3	3	3	3
	- TOLERANTIES	3	2	3	3	3	2
ONDERH/HERSTEL	- CONSTATEREN	1	1	1	2	1	1
	- TIJDSDUUR	3	3	3	1	1	1
	- BEREIKBAARH.	3	3	1	3	3	3
	- VERVANGING	0	0	3	3	2	1
	- HERPLAATSING	0	0	3	3	2	0
MENS.ACTIV.	- VERNIELEN	3	3	0	3	3	3
	- RECREATIE	3	3	3	3	3	3
	- ONGELUKKEN	2	1	2	2	2	1

KOSTEN (IN GULDENS PER M2) EN AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN.

MAT.NR	AANLEG	JAARL. ONDERH.	GROOT ONDERH.	AANTAL G.O. BEURTEN
1	76.00	0.07	13.00	1
2	80.00	0.07	13.00	1
3	68.00	0.90	0.00	0
4	85.00	0.25	0.00	0
5	70.00	0.20	0.00	0
6	63.50	0.40	15.00	1

REKENPERIODE VOOR DE CONSTRUCTIE (AANTAL JAREN): 50
RENTEVOET : 5 %

```
**************************************************************************
     RESULTATEN
**************************************************************************
```

MAT.NR.	TOPLAAG	ONDERLAAG	KERN
1	OPEN ST.ASF (IN SITU)	GEBIT.ZAND	KLEI
2	OPEN ST.ASF.MATTEN	---	KLEI
3	STORTSTEEN	GRAN.FILTER+GEOTEX.	KLEI
4	BETONZUILEN	UITV.LAAG+GEOTEX.	KLEI
5	BETONBLOKKEN	UITV.LAAG+GEOTEX.	KLEI
6	BLOKKENMAT(DICHT)+GEOTEX.	---	KLEI

X = Gewicht subcriteria (0-100)
Y = Mate waarin een materiaal voldoet aan een subcriterium (0 - 3)
Z = Gewicht hoofdcriteria

TUSSENSTAP 1: Som(X*Y) per hoofdcriterium

HOOFDCRITERIA :	A	B	C	D	E
MAT.NR.					
1	100	110	300	130	220
2	205	110	210	130	140
3	300	245	300	190	190
4	300	300	290	230	220
5	100	300	290	160	220
6	205	275	210	130	140

*TUSSENSTAP 2: Score per hoofdcriterium: (Som(X*Y)*Z*100)/(Ymax*Som(X)*Som(Z))*

HFDCRIT.:	A	B	C	D	E	TOTAAL
MAT.NR.						
1	6.67	9.17	20.00	6.50	14.67	57.00
2	13.67	9.17	14.00	6.50	9.33	52.67
3	20.00	20.42	20.00	9.50	12.67	82.58
4	20.00	25.00	19.33	11.50	14.67	90.50
5	6.67	25.00	19.33	8.00	14.67	73.67
6	13.67	22.92	14.00	6.50	9.33	66.42

BEREKENING KOSTEN IN VOLGORDE VAN SCORE

MAT.NR	A.K	JO.K	NCWJ	GO.K	AGO.	NCWG	TOT.K
4	85.00	0.25	4.56	0.00	0	0.00	89.56
3	68.00	0.90	16.43	0.00	0	0.00	84.43
5	70.00	0.20	3.65	0.00	0	0.00	73.65
6	63.50	0.40	7.30	15.00	1	4.43	75.23
1	76.00	0.07	1.28	13.00	1	3.84	81.12
2	80.00	0.07	1.28	13.00	1	3.84	85.12

EINDRESULTAAT IN VOLGORDE VAN SCORE

MAT.NR	SCORE	TOT.K	S/K
4	90.50	89.56	1.01
3	82.58	84.43	0.98
5	73.67	73.65	1.00
6	66.42	75.23	0.88
1	57.00	81.12	0.70
2	52.67	85.12	0.62

LEGENDA BIJ RESULTAATTABELLEN:

A.K = AANLEGKOSTEN (IN GULDENS PER M2)
JO.K = KOSTEN JAARLIJKSE ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
NCWJ = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET JAARLIJKS ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
GO.K = KOSTEN GROOT ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)
AGO. = AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN BINNEN DE REKENPERIODE
NCWG = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET GROOT ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)
TOT.K = TOTALE (CONTANTE) KOSTEN (IN GULDENS PER M2)
S/K = SCORE/KOSTEN VERHOUDING

BIJLAGEN

BIJLAGE 1

ONTWIKKELINGEN OP HET GEBIED VAN BEHEERSYSTEMEN VAN WATERKERINGEN EN VAARWEGEN

Voor de natte infrastructuur worden er sinds kort inspanningen verricht om, in navolging van ontwikkelingen bij wegen, tot betere beheersing van beheer en onderhoud te komen.
De belangrijkste worden in het volgende kort beschreven.

1. Het project Ronis

Binnen Rijkswaterstaat is eind 1985 het project Ronis (Rationeel onderhoud vaarwegen) gestart.
De algemene doelstelling luidt:
- Het geven van een beter inzicht in de doelmatigheid van de besteding van personele en financiële middelen voor beheer en onderhoud van de natte infrastructuur.
- Het aangeven van verbeteringen van deze doelmatigheid.

2. CUR-commissies 'Normen en gedragsmodellen' en 'Meet- en detectie-systemen'

De CUR (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving) heeft eind 1986 de commissies 'Normen en gedragsmodellen' (A 28) en 'Meet- en detectie-systemen' (A 27) in het leven geroepen om twee belangrijke deelprobleemvelden aan te pakken.

3. TAW-projecten voor ontwikkeling van systemen ter beoordeling van waterkeringen.

De TAW (Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen) heeft o.a. als taak het ontwikkelen van systemen ter beoordeling van de veiligheid van waterkeringen.
Conform de binnenkort van kracht wordende Wet op de Waterkering zullen beheerders van waterkeringen (zee- en rivierdijken, duinen, IJsselmeerdijken) verplicht zijn om iedere vijf jaar de door hun beheerde hoofdwaterkeringen te toetsen aan de vigerende veiligheidsnormen.
Ontwikkelen van systemen voor toetsing is derhalve nodig.
De TAW zal hiertoe binnenkort werkgroepen in het leven roepen.

4. Werkgroep 'Oeververdedigingen' van de Commisie Vaarwegbeheerders.

De Commissie Vaarweg Beheerders (CVB) is een overlegorgaan tussen de Rijkswaterstaat en de verschillende Provinciale Waterstaatsdiensten. De werkgroep Oeververdedigingen, die door deze Commissie is ingesteld, heeft als hoofddoelstelling het opstellen van richtlijnen t.b.v. het ontwerp, het beheer en het onderhoud van oeververdedigingen langs vaarwegen.
In het eerste rapport van de werkgroep, dat in 1988 zal verschijnen, wordt het doelmatig ontwerpen en dimensioneren van oevers behandeld. Aspecten met betrekking tot aanleg, beheer en onderhoud zullen in een tweede rapport aan bod komen.

BIJLAGE 2

LISTING REKENPROGRAMMA 'CHOICE'

```
10 CLS
20 PRINT "*** CHOICE *** CHOICE *** CHOICE *** CHOICE ***"
30 REM  ***** PROGRAMMA VOOR KEUZECRITERIA DIJK- EN OEVERBEKLEDINGEN **********
40 DIM X(12,12),PHK(12),PR(12),HK$(12),SK(12),SK$(12,8),PSK(12,8),EPSK(12),PMAT(
20,12,8),MAT1$(20),MAT2$(20),MAT3$(20),AK(20),JOK(20),KOK(20),TK(20),STK(20),SCO
RE(20),P2(20,12,8),P3(20,12),P5(20),A(20),AK1(20),JOK1(20),P6(20,12),P7(20)
50 DIM GOK(20),AGO(20),KGO(20),GOK1(20),AGO1(20)
60 QHK=1:WYZ=0
70 PRINT "PROGRAMMA VOOR HET KIEZEN VAN DIJK- OF OEVERBEKLEDINGEN"
80 PRINT "=============================================================="
90 PRINT "   *** versie d.d. 31 mei 1988 ***  "
100 PRINT "   ============================  "
110 PRINT:PRINT "Bij wijzigen van gegevens wordt eerst de oude invoer getoond.":
PRINT "Als de oude invoer (een waarde of naam) gehandhaafd moet blijven, hoeft U
":PRINT "slechts op return te drukken om deze te accepteren.":PRINT
120 PRINT "Als u de invoer heeft gewijzigd, zorg dan wel dat de cursor aan het e
ind":PRINT "van de invoer staat voordat u op return drukt."
130 PRINT
140 PRINT:PRINT "WILT U EEN NIEUWE DATAFILE MAKEN OF EEN OUDE DATAFILE GEBRUIKEN
 ?(N/O)":GOSUB 9490
150 IF Q$="N" THEN GOTO 180
160 IF Q$="O" THEN GOTO 3970
170 GOTO 140
180 REM ***** NIEUWE DATA MAKEN ************************************************
190 GOSUB 300   :REM (dijkvak)
200 GOSUB 410   :REM (zone)
210 GOSUB 430   :REM (aantal + namen hoofdcrit.)
220 GOSUB 570   :REM (weging hoofdcrit.)
230 GOSUB 1360  :REM (aantal + namen subcrit.)
240 GOSUB 1980  :REM (weging subcrit.)
250 GOSUB 2390  :REM (aantal + namen materialen)
260 GOSUB 2900  :REM (weging materialen)
270 GOSUB 3730  :REM (kosten)
280 GOSUB 3890  :REM (rekenperiode, rentevoet)
290 GOTO 7780
300 CLS
310 PRINT:PRINT "DE INVOERGEGEVENS WORDEN PER ONDERWERP IN BLOKKEN GEVRAAGD."
320 PRINT "AAN HET EINDE VAN IEDER BLOK WORDT GEVRAAGD OF U NOG IETS IN DAT BLOK
"
330 PRINT "WILT WIJZIGEN."
340 PRINT "BIJ WIJZIGEN VAN EEN OUDE WAARDE ALTIJD NAAR HET EINDE VAN DE TEKST B
EWEGEN     EN DAN PAS OP RETURN DRUKKEN."
350 GOSUB 9390:REM PAUZE
360 CLS
370 REM ***** DIJKVAK EN ZONE ************************************************
380 PRINT:PRINT "GEEF AAN VOOR WELK DIJKVAK OF OEVER DEZE BEREKENING WORDT GEMAA
KT ?"
390 PRINT:A$=DIJKVAK$:GOSUB 9310:DIJKVAK$=A$
400 RETURN
410 PRINT:PRINT "VOOR WELKE ZONE GELDT DEZE BEREKENING ?":A$=ZONE$:GOSUB 9310:ZO
NE$=A$
420 RETURN
430 REM ***** HOOFDCRITERIA ***************************************************
440 CLS
450 PRINT:PRINT "HOEVEEL HOOFDCRITERIA ZIJN ER ?";:X=HK:GOSUB 9250:HK=X
460 PRINT
470 IF HK>12 THEN BEEP:PRINT"MAXIMAAL 12 HOOFDCRITERIA!!":PRINT:GOTO 450
480 FOR J=1 TO HK
490 PRINT "WAT IS DE NAAM VAN HOOFDCRITERIUM  ";J;"  (MAXIMAAL 25 TEKENS) ":A$=H
K$(J):GOSUB 9310:HK$(J)=A$
500 IF LEN(HK$(J))<26 THEN 530
```

```
510 PRINT:PRINT:PRINT"DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 25 TEKENS; NAAM AANPASSEN!!":PRIN
T:PRINT
520 GOTO 490
530 NEXT J
540 PRINT:PRINT "WILT U NOG IETS WIJZIGEN";:GOSUB 9550
550 IF Q$ = "J" THEN WYZ=1:GOTO 440
560 WYZ=0:RETURN
570 CLS
580 REM ***** WEGING HOOFDCRITERIA ******************************************
590 PRINT:PRINT "DIT IS DE 'WAT IS BELANGRIJKER DAN WAT'-METHODE OM PRIORITEIT E
N GEWICHT TE     BEPALEN VAN DE";HK;" HOOFDCRITERIA."
600 PRINT
610 PRINT "VOOR DE WEGING KAN GEKOZEN WORDEN UIT 3 MOGELIJKHEDEN:":PRINT:PRINT
620 PRINT "ALS DE GEWICHTEN EN PRIORITEITEN VAN DE HOOFDCRITERIA":PRINT "ONDERLI
NG WEINIG VERSCHILLEN (1 -- 3):   TIK IN 3":PRINT
630 PRINT "ALS DE GEWICHTEN EN PRIORITEITEN VAN DE HOOFDCRITERIA":PRINT "ONDERLI
NG VEEL VERSCHILLEN (1 -- 5):   TIK IN 5":PRINT
640 PRINT "ALS DE GEWICHTEN EN PRIORITEITEN VAN DE HOOFDCRITERIA":PRINT "ONDERLI
NG ERG VEEL VERSCHILLEN (1 -- 9):   TIK IN 9":PRINT
650 X=GHK:GOSUB 9250:GHK=X
660 IF GHK=3 OR GHK=5 OR GHK=9 THEN 690
670 CLS:PRINT:PRINT:PRINT"FOUTIEVE INVOER; ALLEEN 3 OF 5 OF 9 INTIKKEN":PR
INT
680 GOTO 610
690 FOR J=1 TO HK
700 PHK(J)=0
710 NEXT J
720 FOR J=1 TO HK
730 FOR Y=1 TO HK
740 IF Y>J AND GHK=3 THEN GOSUB 8200:REM invoeren wegingsfaktor (max. = 3)
750 IF Y>J AND GHK=5 THEN GOSUB 8270:REM invoeren wegingsfactor (max. = 5)
760 IF Y>J AND GHK=9 THEN GOSUB 8360:REM invoeren wegingsfactor (max. = 9)
770 NEXT Y
780 NEXT J
790 EXT=0
800 FOR J=1 TO HK
810 IF QHK = 1 THEN PHK(J) = 0
820 IF QHK = 2 THEN 860
830 FOR Y=1 TO HK
840 PHK(J)=PHK(J)+X(J,Y)
850 NEXT Y
860 EXT=EXT+PHK(J)
870 NEXT J
880 PRINT
890 FOR J=1 TO HK
900 PR(J)=PHK(J)/EXT*100
910 NEXT J
920 CLS
930 IF QHK=1 THEN GOSUB 9040:GOTO 970
940 FOR J=1 TO HK
950 PRINT HK$(J);TAB(16);" kreeg";:PRINT USING "####";PHK(J);:PRINT " punten,dat
 zijn ";:PRINT USING "###.###";PR(J);:PRINT " procenten"
960 NEXT J
970 PRINT:PRINT "Wilt u 1) doorgaan"
980 PRINT "       2) de weging van een hoofdcriterium wijzigen"
990 PRINT "       3) de weging van alle hoofdcriteria wijzigen"
1000 PRINT "       4) de punten-totalen wijzigen"
1010 INPUT Q:WYZ=1
1020 IF Q=1 THEN WYZ=0:RETURN
1030 IF Q=2 THEN QHK=1:GOSUB 1090
1040 IF Q=3 THEN QHK=1:GOTO  570
1050 IF Q=4 THEN QHK=2:GOSUB 1230
1060 GOTO 790
1070 :
1080 REM >>> Wijzigen weging van 1 hoofdcriterium <<<
1090 EXT=0
1100 FOR J=1 TO HK:PHK(J)=0:NEXT J
1110 CLS
1120 PRINT "Van welk hoofdcriterium wilt u de weging wijzigen?"
1130 GOSUB 9620:REM opvragen hoofdcriterium
1140 FOR Y=1 TO HK
1150   IF Y=J THEN 1190
1160 IF GHK=3 THEN GOSUB 8200:REM invoeren weging hoofdcriterium (max. = 3)
1170 IF GHK=5 THEN GOSUB 8270:REM invoeren weging hoofdcriterium (max. = 5)
1180 IF GHK=9 THEN GOSUB 8360:REM invoeren weging hoofdcriterium (max. = 9)
```

```
1190 NEXT Y
1200 RETURN
1210 :
1220 REM >>> Wijzigen puntentotalen <<<
1230 CLS
1240 EXT=0
1250 FOR J=1 TO HK
1260 PHK(J)=0
1270 IF QHK = 2 THEN 1310
1280 FOR Y=1 TO HK
1290 X(J,Y)=0
1300 NEXT Y
1310 NEXT J
1320 FOR J=1 TO HK
1330 PRINT "GEEF VOOR ";HK$(J);" EEN NIEUW PUNTEN-TOTAAL":INPUT PHK(J)
1340 NEXT J
1350 RETURN
1360 CLS
1370 REM ***** SUB-CRITERIA **************************************************
1380 PRINT:PRINT "DE HOOFD-CRITERIA ZIJN ONDERVERDEELD IN EEN AANTAL SUB-CRITERI
A."
1390 PRINT "GEEF PER HOOFD-CRITERIUM HET AANTAL SUB-CRITERIA EN DE NAMEN ERVAN."
1400 PRINT:PRINT"PER HOOFDCRITERIUM MOET MINIMAAL 1 SUBCRITERIUM AANGEGEVEN WORD
EN":PRINT"KIES IN DAT GEVAL DE NAAM VAN HET SUBCRITERIUM GELIJK AAN HET HOOFDCRI
TERIUM"
1410 PRINT
1420 FOR J=1 TO HK
1430 PRINT:PRINT "HOEVEEL SUB-CRITERIA ZIJN ER VOOR ";HK$(J);
1440 X=SK(J):GOSUB 9250:SK(J)=X
1450 IF SK(J)>8 THEN BEEP:PRINT"MAXIMAAL 8 SUBCRITERIA!!":PRINT:GOTO 1430
1460 IF SK(J)=0 THEN BEEP:PRINT"MINIMAAL 1 SUBCRITERIUM!!":GOTO 1430
1470 NEXT J
1480 FOR J=1 TO HK
1490 CLS
1500 PRINT "Hoofdcriterium: ";HK$(J):PRINT
1510 FOR Y=1 TO SK(J)
1520 PRINT"WAT IS DE NAAM VAN SUB-CRITERIUM ";Y;" (MAXIMAAL 23 TEKENS) "
1530 A$=SK$(J,Y):GOSUB 9310:SK$(J,Y)=A$
1540 IF LEN(SK$(J,Y))<24 THEN 1570
1550 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 23 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
1560 GOTO 1520
1570 NEXT Y
1580 NEXT J
1590 PRINT:PRINT "Wilt u 1) doorgaan"
1600       PRINT "       2) de namen van de subcriteria controleren"
1610       PRINT "       3) de subcriteria voor 1 hoofdcriterium wijzigen"
1620       PRINT "       4) alle subcriteria wijzigen
1630 INPUT Q
1640 IF Q=1 THEN WYZ=0:RETURN
1650 IF Q=2 THEN GOSUB 1710
1660 IF Q=3 THEN WYZ=1:GOSUB 1850
1670 IF Q=4 THEN WYZ=1:GOTO 1360
1680 GOTO 1590
1690 :
1700 REM >>> kontroleren namen subcriteria <<<
1710 CLS:T=0
1720 FOR J=1 TO HK
1730 T=T+3+SK(J)
1740 IF T>21 THEN GOSUB 9390:CLS:T=3+SK(J)
1750 PRINT:PRINT HK$(J):PRINT
1760 FOR Y=1 TO SK(J)
1770 PRINT Y,SK$(J,Y)
1780 NEXT Y
1790 T=T+3+SK(J)
1800 NEXT J
1810 IF T+5>21 THEN GOSUB 9390:CLS
1820 RETURN
1830 :
1840 REM >>> wijzigen subcriteria <<<
1850 PRINT:PRINT "Voor welk hoofdcriterium wilt u de subcriteria wijzigen";
1860 GOSUB 9620
1870 PRINT:PRINT "Hoeveel subcriteria zijn er voor ";HK$(J);
1880 X=SK(J):GOSUB 9250:SK(J)=X
1890 PRINT
```

```
1900 FOR Y=1 TO SK(J)
1910 PRINT "Wat is de naam van subcriterium ";Y;" (maximaal 23 tekens)"
1920 A$=SK$(J,Y):GOSUB 9310:SK$(J,Y)=A$
1930 IF LEN(SK$(J,Y))<24 THEN 1960
1940 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 23 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
1950 GOTO 1910
1960 NEXT Y
1970 RETURN
1980 CLS
1990 REM ***** WEGING SUB-CRITERIA *********************************************
2000 PRINT:PRINT "VOOR HET WEGEN VAN DE SUB-CRITERIA MOET U PER HOOFDCRITERIUM "
2010 PRINT "100 PUNTEN VERDELEN OVER DE SUB-CRITERIA."
2020 FOR J=1 TO HK
2030 EPSK(J)=0
2040 NEXT J
2050 PRINT
2060 FOR J=1 TO HK
2070 GOSUB 8520:REM invoeren waardering subkriterium
2080 CLS
2090 NEXT J
2100 PRINT:PRINT "Wilt u 1) doorgaan"
2110       PRINT "       2) de waardering van de subcriteria controleren"
2120       PRINT "       3) de waardering van de subcriteria van een hoofdcriter
ium wijzigen"
2130       PRINT "       4) de waardering van alle subcriteria wijzigen"
2140 INPUT Q
2150 IF Q=1 THEN WYZ=0:RETURN
2160 IF Q=2 THEN GOSUB 2220
2170 IF Q=3 THEN WYZ=1:GOSUB 2350
2180 IF Q=4 THEN WYZ=1:GOTO 1980
2190 GOTO 2100
2200 :
2210 REM >>> kontroleren waardering subcriteria <<<
2220 PRINT:PRINT "WAARDERING VAN DE SUB-CRITERIA :":PRINT
2230 T=4
2240 FOR J = 1 TO HK
2250 T=T+3+SK(J):IF T>21 THEN GOSUB 9390:CLS:T=3+SK(J)
2260 PRINT:PRINT "Hoofdcriterium: ";HK$(J):PRINT
2270 FOR Y = 1 TO SK(J)
2280 PRINT SK$(J,Y);TAB(25);"kreeg ";PSK(J,Y);" punten."
2290 NEXT Y
2300 NEXT J
2310 IF T+5>21 THEN GOSUB 9390:CLS
2320 RETURN
2330 :
2340 REM >>> wijzigen waardering subcriteria <<<
2350 :
2360 PRINT:PRINT "Voor welk hoofdcriterium is een subcriterium niet juist gewaar
deerd";:GOSUB 9620
2370 CLS:GOSUB 8520:REM invoeren waardering subkriterium
2380 RETURN
2390 CLS
2400 REM ***** MATERIALEN *******************************************************
2410 PRINT:PRINT"HOEVEEL MATERIALEN OF COMBINATIES WILT U BEOORDELEN";
2420 X=MAT:GOSUB 9250:MAT=X
2430 IF MAT>20 THEN BEEP:PRINT:PRINT"Niet meer dan 20 materialen!!":GOTO 2410
2440 PRINT:PRINT"VERVOLGENS MOET U OPGEVEN WELK MATERIAAL GEBRUIKT WORDT VOOR"
2450 PRINT "ACHTEREENVOLGENS DE TOPLAAG (MAX. 25 TEKENS), DE ONDERLAAG (MAX. 23
TEKENS) EN DE KERN (MAX. 10 TEKENS) VAN DE DIJK"
2460 FOR I=1 TO MAT
2470 PRINT:PRINT "Combinatie nr.";I:PRINT
2480 PRINT "MATERIAAL TOPLAAG";:A$=MAT1$(I):GOSUB 9310:MAT1$(I)=A$
2490 IF LEN(MAT1$(I))<26 THEN 2520
2500 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 25 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
2510 GOTO 2480
2520 PRINT:PRINT "MATERIAAL ONDERLAAG";:A$=MAT2$(I):GOSUB 9310:MAT2$(I)=A$
2530 IF LEN(MAT2$(I))<24 THEN 2560
2540 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 23 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
2550 GOTO 2520
2560 PRINT:PRINT "MATERIAAL KERN";:A$=MAT3$(I):GOSUB 9310:MAT3$(I)=A$
2570 IF LEN(MAT3$(I))<11 THEN 2600
2580 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 10 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
2590 GOTO 2560
2600 CLS
```

```
2610 NEXT I
2620 PRINT:PRINT "MAT.NR.";TAB(10);"TOPLAAG";TAB(36);"ONDERLAAG";TAB(60);"KERN":
PRINT
2630 FOR I=1 TO MAT
2640 PRINT I;TAB(10);MAT1$(I);TAB(36);MAT2$(I);TAB(60);MAT3$(I)
2650 NEXT I
2660 PRINT
2670 PRINT "WILT U NOG WIJZIGINGEN AANBRENGEN IN DE MATERIALEN";:GOSUB 9550
2680 IF Q$ = "N" THEN 2890
2690 WYZ=1
2700 PRINT "Welke combinatie wilt u wijzigen?"
2710 GOSUB 9720
2720 CLS:PRINT "Combinatie:";I:PRINT "---------------"
2730 PRINT:PRINT "MATERIAAL TOPLAAG";
2740 A$=MAT1$(I):GOSUB 9310:MAT1$(I)=A$
2750 IF LEN(MAT1$(I))<26 THEN 2780
2760 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 25 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
2770 GOTO 2730
2780 PRINT "MATERIAAL ONDERLAAG";
2790 A$=MAT2$(I):GOSUB 9310:MAT2$(I)=A$
2800 IF LEN(MAT2$(I))<24 THEN 2830
2810 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 23 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
2820 GOTO 2780
2830 PRINT "MATERIAAL KERN";
2840 A$=MAT3$(I):GOSUB 9310:MAT3$(I)=A$
2850 IF LEN(MAT3$(I))<11 THEN 2880
2860 PRINT "DEZE NAAM BEVAT MEER DAN 10 TEKENS; NAAM AANPASSEN"
2870 GOTO 2830
2880 GOTO 2660
2890 WYZ=0:RETURN
2900 CLS
2910 REM ***** WEGING MATERIALEN **********************************************
2920 PRINT:PRINT "GEEF NU MET EEN CIJFER AAN IN WELKE MATE DE DIJKBEKLEDING VOLD
OET AAN DE SUB-CRITERIA."
2930 PRINT "DE WAARDE VOOR DE MAXIMALE SCORE MAG U EVENTUEEL ZELF BEPALEN (MAX.
9)."
2940 PRINT "DE STANDAARD MAXIMUM SCORE IS 3."
2950 PRINT "DRUK NU METEEN OP RETURN OM DEZE TE VERKRIJGEN, OF VOER ZELF EEN AND
ERE WAARDE IN."
2960 PRINT:PRINT"Maximum score";
2970 WYZ=1
2980 X=3:GOSUB 9250:MMAX=X
2990 IF MMAX<10 THEN 3020
3000 PRINT "MAXIMUM SCORE MOET KLEINER ZIJN DAN 10"
3010 GOTO 2960
3020 WYZ=0
3030 PRINT:PRINT " 0 : DIJKBEKLEDING VOLDOET TOTAAL NIET AAN HET SUB-CRITERIUM."
3040 PRINT MMAX;": DIJKBEKLEDING VOLDOET IN HOGE MATE AAN HET SUB-CRITERIUM."
3050 PRINT
3060 FOR I=1 TO MAT
3070 FOR J=1 TO HK
3080 PRINT "Materiaalcombinatie: ";MAT1$(I);" & ";MAT2$(I);" & ";MAT3$(I)
3090 PRINT:PRINT "Hoofdcriterium: ";HK$(J):PRINT
3100 FOR Y=1 TO SK(J)
3110 PRINT "Wat is de score m.b.t. ";SK$(J,Y);:INPUT PMAT(I,J,Y)
3120 IF PMAT(I,J,Y)>MMAX GOTO 3110
3130 NEXT Y
3140 CLS
3150 NEXT J
3160 NEXT I
3170 PRINT
3180 PRINT "Wilt u 1) doorgaan"
3190 PRINT "       2) de materiaal-wegingen controleren"
3200 PRINT "       3) de materiaal-wegingen voor 1 materiaal wijzigen"
3210 PRINT "       4) alle materiaal-wegingen wijzigen"
3220 INPUT Q
3230 IF Q=1 THEN WYZ=0:RETURN
3240 IF Q=2 THEN GOSUB 3300
3250 IF Q=3 THEN WYZ=1:GOSUB 3530
3260 IF Q=4 THEN WYZ=1:GOTO 2900
3270 GOTO 3170
3280 :
3290 REM >>> controleren materiaal-wegingen <<<
3300 CLS
3310 FOR OG=1 TO MAT STEP 10
```

```
3320 BG=OG+9:IF BG>MAT THEN BG=MAT
3330 GOSUB 3670:REM printen kopje
3340 FOR J=1 TO HK
3350 T=T+1+SK(J)
3360 IF T<18 THEN 3390
3370 GOSUB 9390:CLS
3380 GOSUB 3660:REM printen kopje
3390 PRINT:PRINT HK$(J);
3400 FOR Y=1 TO SK(J)
3410 PRINT TAB(16);"  -  ";SK$(J,Y);" :";TAB(47)
3420 FOR I=OG TO BG
3430 PRINT PMAT(I,J,Y) SPC(0)
3440 NEXT I
3450 PRINT
3460 NEXT Y
3470 NEXT J
3480 NEXT OG
3490 IF T+4>21 THEN GOSUB 9390:CLS
3500 RETURN
3510 :
3520 REM >>> wijzigen materiaal-wegingen <<<
3530 PRINT "Voor welk materiaal wilt u de weging veranderen?"
3540 GOSUB 9720
3550 PRINT:PRINT "Voor welk hoofdcriterium wilt u de weging veranderen";
3560 GOSUB 9620:REM invoeren hoofdcriterium
3570 CLS:PRINT "Materiaal:";TAB(10);MAT1$(I);TAB(36);MAT2$(I);TAB(60);MAT3$(I)
3580 PRINT:PRINT "Hoofdcriterium: ";HK$(J):PRINT
3590 FOR Y=1 TO SK(J)
3600 PRINT "Wat is de score voor ";SK$(J,Y);
3610 X=PMAT(I,J,Y):GOSUB 9250:PMAT(I,J,Y)=X
3620 NEXT Y
3630 RETURN
3640 :
3650 REM printen van kopje
3660 T=4+SK(J)
3670 PRINT:PRINT "MATERIAALNR.:";TAB(46)
3680 FOR I=OG TO BG
3690 PRINT USING "###";I;
3700 NEXT I
3710 PRINT:PRINT
3720 RETURN
3730 CLS
3740 REM ***** KOSTEN ************************************************************
3750 PRINT:PRINT "GEEF VOOR DE GEWENSTE MATERIAAL-COMBINATIES:":PRINT:PRINT"DE A
ANLEGKOSTEN (IN GULDENS PER M2),"
3760 PRINT "DE KOSTEN VAN EEN JAARLIJKSE ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2),"
3770 PRINT "DE KOSTEN VAN EEN GROTE ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2),"
3780 PRINT "EN HET AANTAL GROTE ONDERHOUDSBEURTEN BINNEN DE REKENPERIODE."
3790 FOR I=1 TO MAT
3800 PRINT:PRINT I, MAT1$(I);" & ";MAT2$(1);" & ";MAT3$(I)
3810 PRINT "AANLEGKOSTEN";:X=AK(I):GOSUB 9250:AK(I)=X
3820 PRINT "KOSTEN VAN JAARLIJKSE ONDERHOUDSBEURT";:X=JOK(I):GOSUB 9250:JOK(I)=X
3830 PRINT "KOSTEN VAN GROTE ONDERHOUDSBEURT";:X=GOK(I):GOSUB 9250:GOK(I)=X
3840 PRINT "AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN";:X=AGO(I):GOSUB 9250:AGO(I)=X
3850 NEXT I
3860 PRINT:PRINT "Wilt u de kosten nog wijzigen";:GOSUB 9550
3870 IF Q$ = "J" THEN WYZ=1:GOTO 3750
3880 WYZ=0:RETURN
3890 CLS
3900 REM ***** REKENPERIODE EN RENTEVOET ************************************
3910 PRINT:PRINT "GEEF DE REKENPERIODE VAN DE KONSTRUKTIE EN DE RENTEVOET OM DE
KONTANTE WAARDEN TE KUNNEN BEREKENEN."
3920 PRINT:PRINT "REKENPERIODE VAN DE KONSTRUKTIE (AANTAL JAREN)";
3930 X=LD:GOSUB 9250:LD=X
3940 PRINT "RENTEVOET VOOR HET BEPALEN VAN DE KONTANTE WAARDEN";
3950 X=RV:GOSUB 9250:RV=X
3960 RETURN
3970 REM ***** OUDE DATAFILE OPENEN, AFLEZEN EN SLUITEN **********************
3980 PRINT:INPUT "NAAM DATAFILE (geef '?' voor directory)";IFILE$
3990 IF IFILE$="?" THEN FILES:GOTO 3980
4000 ON ERROR GOTO 4310
4010 OPEN IFILE$ FOR INPUT AS #1
4020 INPUT #1, DIJKVAK$,ZONE$,HK,MAT,MMAX,LD,RV,QHK,GHK
4030 FOR I=1 TO MAT
```

```
4040 INPUT #1,MAT1$(I),MAT2$(I),MAT3$(I),AK(I),JOK(I),GOK(I),AGO(I)
4050 NEXT I
4060 IF QHK=1 THEN 4070 ELSE 4120
4070 FOR J=1 TO HK
4080 FOR Y=1 TO HK
4090 INPUT #1,X(J,Y)
4100 NEXT Y
4110 NEXT J
4120 FOR J=1 TO HK
4130 INPUT #1,HK$(J),PHK(J),PR(J),SK(J)
4140 NEXT J
4150 FOR J=1 TO HK
4160 FOR Y=1 TO SK(J)
4170 INPUT #1,SK$(J,Y),PSK(J,Y)
4180 NEXT Y
4190 NEXT J
4200 FOR I=1 TO MAT
4210 FOR J=1 TO HK
4220 FOR Y=1 TO SK(J)
4230 INPUT #1,PMAT(I,J,Y)
4240 NEXT Y
4250 NEXT J
4260 NEXT I
4270 CLOSE
4280 ON ERROR GOTO 0
4290 GOTO 7780
4300 REM >>> foutroutine lezen datafile <<<
4310 IF ERR<>53 THEN 4340
4320 PRINT:PRINT "Deze file staat niet op de disk!!":BEEP
4330 RESUME 140
4340 IF ERR<>76 THEN 4370
4350 PRINT:PRINT "Het pad dat u opgegeven heeft bestaat niet!!":BEEP
4360 RESUME 140
4370 ON ERROR GOTO 0
4380 CLS
4390 REM ***** PRINT DATA ***************************************************
4400 LPRINT "PROGRAMMA VOOR HET KIEZEN VAN DIJK- OF OEVERBEKLEDINGEN"
4410 LPRINT "=========================================================="
4420 LPRINT:LPRINT "********** ";DIJKVAK$;" **********"
4430 LPRINT:LPRINT "********** ";ZONE$;" **********"
4440 LPRINT:LPRINT:LPRINT "*************************************************************
**********************"
4450 LPRINT "      INVOER-GEGEVENS "
4460 LPRINT "*********************************************************************
*******"
4470 LPRINT:LPRINT "WEGING HOOFDCRITERIA :"
4480 LPRINT "======================"
4490 LPRINT :LPRINT "BETEKENIS VAN DE WEEGGETALLEN:"
4500 IF GHK=3 THEN 4530
4510 IF GHK=5 THEN 4580
4520 IF GHK=9 THEN 4650
4530 LPRINT "1 : RIJCRITERIUM MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM"
4540 LPRINT "2 : RIJCRITERIUM EVEN BELANGRIJK ALS KOLOMCRITERIUM"
4550 LPRINT "3 : RIJCRITERIUM BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM"
4560 LPRINT "0 : DIAGONAALGETALLEN OP NUL GESTELD"
4570 GOTO 4750
4580 LPRINT "1 : RIJCRITERIUM VEEL MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM"
4590 LPRINT "2 : RIJCRITERIUM      MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM"
4600 LPRINT "3 : RIJCRITERIUM  EVEN  BELANGRIJK ALS KOLOMCRITERIUM"
4610 LPRINT "4 : RIJCRITERIUM      BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM"
4620 LPRINT "5 : RIJCRITERIUM VEEL BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM"
4630 LPRINT "0 : DIAGONAALGETALLEN OP NUL GESTELD"
4640 GOTO 4750
4650 LPRINT "1 : RIJCRITERIUM     VEEL     MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM"
4660 LPRINT "2 : RIJCRITERIUM 'BEHOORLIJK' MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM"
4670 LPRINT "3 : RIJCRITERIUM              MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM"
4680 LPRINT "4 : RIJCRITERIUM     IETS     MINDER BELANGRIJK DAN KOLOMCRITERIUM"
4690 LPRINT "5 : RIJCRITERIUM  EVEN  BELANGRIJK ALS KOLOMCRITERIUM"
4700 LPRINT "6 : RIJCRITERIUM     IETS     BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM"
4710 LPRINT "7 : RIJCRITERIUM              BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM"
4720 LPRINT "8 : RIJCRITERIUM 'BEHOORLIJK' BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM"
4730 LPRINT "9 : RIJCRITERIUM     VEEL     BELANGRIJKER DAN KOLOMCRITERIUM"
4740 LPRINT "0 : DIAGONAALGETALLEN OP NUL GESTELD"
4750 LPRINT:LPRINT "HOOFDCRITERIUM";TAB(29)
4760 IF QHK=1 THEN 4770 ELSE 4800
```

```
4770 FOR Y=1 TO HK
4780 LPRINT CHR$(64+Y) SPC(2)
4790 NEXT Y
4800 LPRINT "TOTAAL" SPC(3) "%":LPRINT
4810 FOR J=1 TO HK
4820 LPRINT CHR$(64+J);") ";HK$(J);TAB(28)
4830 IF QHK=1 THEN 4840 ELSE 4870
4840 FOR Y=1 TO HK
4850 LPRINT X(J,Y) SPC(0)
4860 NEXT Y
4870 LPRINT USING "  ###   ##.##";PHK(J);PR(J)
4880 NEXT J
4890 LPRINT:LPRINT:LPRINT "WEGING VAN DE SUBCRITERIA :"
4900 LPRINT "============================":LPRINT
4910 LPRINT "HOOFDCRITERIUM";TAB(27);"SUBCRITERIUM";TAB(56);"X (pnt.)":LPRINT
4920 FOR J = 1 TO HK
4930 LPRINT:LPRINT HK$(J);
4940 FOR Y = 1 TO SK(J)
4950 LPRINT TAB(24);" - ";SK$(J,Y);TAB(55);":";TAB(57);:LPRINT USING "###";PSK(J
,Y)
4960 NEXT Y
4970 NEXT J
4980 LPRINT:LPRINT:LPRINT "MATERIAAL KOMBINATIES"
4990 LPRINT "====================="
5000 LPRINT:LPRINT "MAT.NR.";TAB(10);"TOPLAAG";TAB(36);"ONDERLAAG";TAB(60);"KERN
":LPRINT
5010 FOR I=1 TO MAT
5020 LPRINT I;TAB(10);MAT1$(I);TAB(36);MAT2$(I);TAB(60);MAT3$(I)
5030 NEXT I
5040 LPRINT:LPRINT:LPRINT "TOETSING MATERIALEN - SUBCRITERIA"
5050 LPRINT "================================="
5060 LPRINT:LPRINT "DE WAARDE VAN DE MAXIMALE SCORE VOOR DE MATERIALEN IS";MMAX
5070 LPRINT "    Y = 0 : DIJKBEKLEDING VOLDOET TOTAAL NIET AAN HET SUBCRITERIUM."
5080 LPRINT "Ymax =";MMAX;": DIJKBEKLEDING VOLDOET IN HOGE MATE AAN HET SUBCRITE
RIUM."
5090 IF MAT>10 THEN R=10 ELSE R=MAT
5100 LPRINT:LPRINT "MATERIAALNR.:";TAB(49)
5110 FOR I=1 TO R
5120 LPRINT USING "###";I;
5130 NEXT I
5140 LPRINT:LPRINT
5150 FOR J=1 TO HK
5160 LPRINT HK$(J);
5170 FOR Y=1 TO SK(J)
5180 LPRINT TAB(26);"- ";SK$(J,Y);TAB(50)
5190 FOR I=1 TO R
5200 LPRINT PMAT(I,J,Y) SPC(0)
5210 NEXT I
5220 LPRINT
5230 NEXT Y
5240 NEXT J
5250 IF MAT>10 THEN 5260 ELSE 5410
5260 LPRINT:LPRINT "MATERIAALNR.:";TAB(49)
5270 FOR I=R+1 TO MAT
5280 LPRINT USING "###";I;
5290 NEXT I
5300 LPRINT:LPRINT
5310 FOR J=1 TO HK
5320 LPRINT HK$(J);
5330 FOR Y=1 TO SK(J)
5340 LPRINT TAB(26);"- ";SK$(J,Y);TAB(50)
5350 FOR I=R+1 TO MAT
5360 LPRINT PMAT(I,J,Y) SPC(0)
5370 NEXT I
5380 LPRINT
5390 NEXT Y
5400 NEXT J
5410 LPRINT:LPRINT:LPRINT "KOSTEN (IN GULDENS PER M2) EN AANTAL GROOT ONDERHOUDS
BEURTEN."
5420 LPRINT "============================================================"
5430 LPRINT :LPRINT "MAT.NR";TAB(10);"AANLEG";TAB(19);"JAARL. ONDERH.";TAB(36);"
GROOT ONDERH.";TAB(52);"AANTAL G.O. BEURTEN":LPRINT
5440 FOR I=1 TO MAT
5450 LPRINT USING "###";I;
```

```
5460 LPRINT TAB(10);
5470 LPRINT USING "###.##";AK(I);
5480 LPRINT TAB(21);
5490 LPRINT USING "###.##";JOK(I);
5500 LPRINT TAB(39);
5510 LPRINT USING "###.##";GOK(I);
5520 LPRINT TAB(59);
5530 LPRINT USING "###";AGO(I)
5540 NEXT I
5550 LPRINT :LPRINT :LPRINT "REKENPERIODE VOOR DE CONSTRUCTIE (AANTAL JAREN):";L
D
5560 LPRINT "RENTEVOET :";RV;"  %"
5570 GOTO 7780
5580 CLS
5590 REM ***** BEPALEN TOTAAL SCORE ****************************************
5600 LPRINT:LPRINT:LPRINT "**************************************************
**********************"
5610 LPRINT "      RESULTATEN "
5620 LPRINT "*********************************************************************
********"
5630 PRINT "WILT U TUSSENRESULTATEN GEPRINT HEBBEN":GOSUB 9550:Q1$=Q$
5640 CLS
5650 FOR I=1 TO MAT
5660 SCORE(I)=0
5670 FOR J=1 TO HK
5680 P3(I,J)=0
5690 P5(J)=0
5700 P6(I,J)=0
5710 FOR Y=1 TO SK(J)
5720 P2(I,J,Y)=0
5730 NEXT Y
5740 NEXT J
5750 NEXT I
5760 P5=MMAX*100:REM (max. waardering materiaal-subcriterium)
5770 FOR I=1 TO MAT
5780 FOR J=1 TO HK
5790 FOR Y=1 TO SK(J)
5800 P2(I,J,Y)=PSK(J,Y)*PMAT(I,J,Y):REM (waard.materiaal-subcriterium)
5810 P3(I,J)=P3(I,J)+P2(I,J,Y) :REM (waard. materiaal-hfd.criterium)
5820 NEXT Y
5830 P6(I,J)=P3(I,J)*PR(J)/P5
5840 SCORE(I)=SCORE(I)+P6(I,J)
5850 NEXT J
5860 NEXT I
5870 LPRINT
5880 LPRINT:LPRINT "MAT.NR.";TAB(10);"TOPLAAG";TAB(36);"ONDERLAAG";TAB(60);"KERN
":LPRINT
5890 FOR I=1 TO MAT
5900 LPRINT I;TAB(10);MAT1$(I);TAB(36);MAT2$(I);TAB(60);MAT3$(I)
5910 NEXT I
5920 LPRINT
5930 IF Q1$="J" THEN 5960
5940 IF Q1$="N" THEN 6270 ELSE 5930
5950 LPRINT:LPRINT "    LEGENDA"
5960 LPRINT:LPRINT "X = Gewicht subcriteria (0-100)"
5970 LPRINT "Y = Mate waarin een materiaal voldoet aan een subcriterium (0 -";MM
AX;")"
5980 LPRINT "Z = Gewicht hoofdcriteria "
5990 LPRINT:LPRINT "TUSSENSTAP 1: Som(X*Y) per hoofdcriterium"
6000 LPRINT "========================================="
6010 LPRINT "HOOFDCRITERIA :";TAB(17)
6020 FOR J=1 TO HK
6030 LPRINT CHR$(64+J) SPC(4)
6040 NEXT J
6050 LPRINT:LPRINT "MAT.NR."
6060 FOR I=1 TO MAT
6070 LPRINT I;TAB(16)
6080 FOR J=1 TO HK
6090 LPRINT USING "###  ";P3(I,J);
6100 NEXT J
6110 LPRINT
6120 NEXT I
6130 LPRINT:LPRINT "TUSSENSTAP 2: Score per hoofdcriterium: (Som(X*Y)*Z*100)/(Ym
ax*Som(X)*Som(Z))"
```

```
6140 LPRINT "=============================================================================
==========="
6150 LPRINT "HFDCRIT.:";TAB(13)
6160 FOR J=1 TO HK
6170 LPRINT CHR$(64+J) SPC(5);
6180 NEXT J
6190 LPRINT"TOTAAL":LPRINT "MAT.NR."
6200 FOR I=1 TO MAT
6210 LPRINT I;TAB(11)
6220 FOR J=1 TO HK
6230 LPRINT USING "##.## ";P6(I,J);
6240 NEXT J
6250 LPRINT USING "  ###.##";SCORE(I)
6260 NEXT I
6270 REM ***** BEREKENEN TOTALE KOSTEN ***************************************
6280 R1=RV/100
6290 R=(1+R1)^LD
6300 NCJO=(R-1)/(R1*R):REM (Netto Contante Waarde Factor Jaarlijks Onderhoud)
6310 FOR I=1 TO MAT
6320 AK1(I)=AK(I)
6330 JOK1(I)=JOK(I)
6340 GOK1(I)=GOK(I)
6350 AGO1(I)=AGO(I)
6360 A(I)=I
6370 KOK(I)=NCJO*JOK(I): REM (kontante waarde van al het jaarlijks onderhoud)
6380 TVOLG=LD/(AGO(I)+1)
6390 KGO(I)=0
6400 IF AGO(I)=0 GOTO 6450
6410 FOR HVAR=1 TO AGO(I)
6420 KGO(I)=KGO(I)+GOK(I)/((1+R1)^(HVAR*TVOLG))
6430 NEXT HVAR
6440 REM (KGO is de kontante waarde van al het groot onderhoud)
6450 TK(I)=AK(I)+KOK(I)+KGO(I): REM (totale kosten)
6460 STK(I)=SCORE(I)/TK(I)
6470 NEXT I
6480 W1=0
6490 FOR I=1 TO MAT-1
6500 IF SCORE(I)>=SCORE(I+1) THEN 6620
6510 W1=1
6520 H=A(I):A(I)=A(I+1):A(I+1)=H
6530 H=SCORE(I):SCORE(I)=SCORE(I+1):SCORE(I+1)=H
6540 H=AK1(I):AK1(I)=AK1(I+1):AK1(I+1)=H
6550 H=JOK1(I):JOK1(I)=JOK1(I+1):JOK1(I+1)=H
6560 H=KOK(I):KOK(I)=KOK(I+1):KOK(I+1)=H
6570 H=TK(I):TK(I)=TK(I+1):TK(I+1)=H
6580 H=STK(I):STK(I)=STK(I+1):STK(I+1)=H
6590 H=AGO1(I):AGO1(I)=AGO1(I+1):AGO1(I+1)=H
6600 H=GOK1(I):GOK1(I)=GOK1(I+1):GOK1(I+1)=H
6610 H=KGO(I):KGO(I)=KGO(I+1):KGO(I+1)=H
6620 NEXT I
6630 IF W1=1 THEN 6480
6640 PRINT:PRINT "BEREKENING KOSTEN IN VOLGORDE VAN SCORE"
6650 LPRINT:LPRINT:LPRINT "BEREKENING KOSTEN IN VOLGORDE VAN SCORE"
6660 PRINT "======================================="
6670 LPRINT "======================================="
6680 PRINT:PRINT "MAT.NR";TAB(9);"A.K";TAB(17);"JO.K";TAB(24);"NCWJ";TAB(31);"GO
.K";TAB(37);"AGO.";TAB(44);"NCWG";TAB(51);"TOT.K":PRINT
6690 LPRINT:LPRINT "MAT.NR";TAB(9);"A.K";TAB(17);"JO.K";TAB(24);"NCWJ";TAB(31);"
GO.K";TAB(37);"AGO.";TAB(44);"NCWG";TAB(51);"TOT.K":LPRINT
6700 FOR I=1 TO MAT
6710 PRINT USING " ##";A(I);
6720 PRINT TAB(8);
6730 PRINT USING "###.##";AK1(I);
6740 PRINT TAB(16);
6750 PRINT USING "##.##";JOK1(I);
6760 PRINT TAB(23);
6770 PRINT USING "##.##";KOK(I);
6780 PRINT TAB(30);
6790 PRINT USING "##.##";GOK1(I);
6800 PRINT TAB(36);
6810 PRINT USING "##";AGO1(I);
6820 PRINT TAB(43);
6830 PRINT USING "##.##";KGO(I);
6840 PRINT TAB(50);
```

```
6850 PRINT USING "###.##";TK(I)
6860 LPRINT USING " ##";A(I);
6870 LPRINT TAB(8);
6880 LPRINT USING "###.##";AK1(I);
6890 LPRINT TAB(16);
6900 LPRINT USING "##.##";JOK1(I);
6910 LPRINT TAB(23);
6920 LPRINT USING "##.##";KOK(I);
6930 LPRINT TAB(30);
6940 LPRINT USING "##.##";GOK1(I);
6950 LPRINT TAB(36);
6960 LPRINT USING "###";AGO1(I);
6970 LPRINT TAB(43);
6980 LPRINT USING "##.##";KGO(I);
6990 LPRINT TAB(50);
7000 LPRINT USING "###.##";TK(I)
7010 NEXT I
7020 PRINT:PRINT "EINDRESULTAAT IN VOLGORDE VAN SCORE"
7030 LPRINT:LPRINT "EINDRESULTAAT IN VOLGORDE VAN SCORE"
7040 PRINT "=================================="
7050 LPRINT "=================================="
7060 PRINT:PRINT "MAT.NR";TAB(9);"SCORE";TAB(18);"TOT.K";TAB(28);"S/K":PRINT
7070 LPRINT:LPRINT "MAT.NR";TAB(9);"SCORE";TAB(18);"TOT.K";TAB(28);"S/K":LPRINT
7080 FOR I=1 TO MAT
7090 PRINT USING "####";A(I);
7100 PRINT TAB(9);
7110 PRINT USING "##.##";SCORE(I);
7120 PRINT TAB(17);
7130 PRINT USING "####.##";TK(I);
7140 PRINT TAB(27);
7150 PRINT USING "##.##";STK(I)
7160 LPRINT USING "####";A(I);
7170 LPRINT TAB(9);
7180 LPRINT USING "##.##";SCORE(I);
7190 LPRINT TAB(17);
7200 LPRINT USING "####.##";TK(I);
7210 LPRINT TAB(27);
7220 LPRINT USING "##.##";STK(I)
7230 NEXT I
7240 PRINT:PRINT "        LEGENDA BIJ RESULTAATTABELLEN:"
7250 PRINT "A.K   = AANLEGKOSTEN (IN GULDENS PER M2)"
7260 PRINT "JO.K  = KOSTEN JAARLIJKS ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)"
7270 PRINT "NCWJ  = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET JAARLIJKS ONDERHOUD (IN GULDEN
S PER M2)"
7280 PRINT "GO.K  = KOSTEN GROOT ONDERHOUD (IN GULDENS PER M2)"
7290 PRINT "AGO.  = AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN BINNEN DE REKENPERIODE"
7300 PRINT "NCWG  = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET GROOT ONDERHOUD (IN GULDENS PE
R M2)"
7310 PRINT "TOT.K = TOTALE (CONTANTE) KOSTEN (IN GULDENS PER M2)"
7320 PRINT "S/K   = SCORE/KOSTEN VERHOUDING"
7330 LPRINT:LPRINT "        LEGENDA BIJ RESULTAATTABELLEN:"
7340 LPRINT "A.K   = AANLEGKOSTEN (IN GULDENS PER M2)"
7350 LPRINT "JO.K  = KOSTEN JAARLIJKSE ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)"
7360 LPRINT "NCWJ  = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET JAARLIJKS ONDERHOUD (IN GULDE
NS PER M2)"
7370 LPRINT "GO.K  = KOSTEN GROOT ONDERHOUDSBEURT (IN GULDENS PER M2)"
7380 LPRINT "AGO.  = AANTAL GROOT ONDERHOUDSBEURTEN BINNEN DE REKENPERIODE"
7390 LPRINT "NCWG  = NETTO CONTANTE WAARDE VAN HET GROOT ONDERHOUD (IN GULDENS P
ER M2)"
7400 LPRINT "TOT.K = TOTALE (CONTANTE) KOSTEN (IN GULDENS PER M2)"
7410 LPRINT "S/K   = SCORE/KOSTEN VERHOUDING"
7420 GOSUB 9420
7430 GOTO 7780
7440 CLS
7450 REM ***** FILE OPENEN, GEGEVENS WEGSCHRIJVEN, FILE SLUITEN **************
7460 PRINT:PRINT "WILT U DEZE INVOERGEGEVENS OPSLAAN";:GOSUB 9550
7470 IF Q$ ="N" THEN 7900
7480 INPUT "NAAM DATAFILE";OFILE$
7490 OPEN OFILE$ FOR OUTPUT AS #1
7500 REM (invoergegevens opslaan)
7510 WRITE #1, DIJKVAK$,ZONE$,HK,MAT,MMAX,LD,RV,QHK,GHK
7520 FOR I=1 TO MAT
7530 WRITE #1,MAT1$(I),MAT2$(I),MAT3$(I),AK(I),JOK(I),GOK(I),AGO(I)
7540 NEXT I
```

```
7550 IF QHK=1 THEN 7560 ELSE 7610
7560 FOR J=1 TO HK
7570 FOR Y=1 TO HK
7580 WRITE #1,X(J,Y)
7590 NEXT Y
7600 NEXT J
7610 FOR J=1 TO HK
7620 WRITE #1,HK$(J),PHK(J),PR(J),SK(J)
7630 NEXT J
7640 FOR J=1 TO HK
7650 FOR Y=1 TO SK(J)
7660 WRITE #1,SK$(J,Y),PSK(J,Y)
7670 NEXT Y
7680 NEXT J
7690 FOR I=1 TO MAT
7700 FOR J=1 TO HK
7710 FOR Y=1 TO SK(J)
7720 WRITE #1,PMAT(I,J,Y)
7730 NEXT Y
7740 NEXT J
7750 NEXT I
7760 CLOSE
7770 REM ************************************************************************
7780 CLS
7790 PRINT:PRINT "WILT U:"
7800 PRINT "1) INVOERGEGEVENS WIJZIGEN."
7810 PRINT "2) DE INVOERDATA LATEN PRINTEN.":PRINT "   (de printer moet gereed z
ijn voor gebruik)"
7820 PRINT "3) DE BEREKENING LATEN UITVOEREN.":PRINT "   (de printer moet gereed
 zijn voor gebruik)"
7830 PRINT "4) DE LAATST GEBRUIKTE DATA OPSLAAN."
7840 PRINT "5) OPNIEUW BEGINNEN."
7850 PRINT "6) STOPPEN."
7860 INPUT Q
7870 ON Q GOTO 7910,4380,5580,7440,7890,9200
7880 GOTO 7790
7890 RUN
7900 REM ***** VOLGENDE RUN ****************************************************
7910 CLS:WYZ=1
7920 PRINT:PRINT "WAAR WILT U WIJZIGINGEN AANBRENGEN ?"
7930 PRINT "1 NAAM VAN HET DIJKVAK"
7940 PRINT "2 NAAM VAN DE ZONE"
7950 PRINT "3 AANTAL OF NAMEN VAN HOOFDCRITERIA"
7960 PRINT "4 WEGING HOOFDCRITERIA"
7970 PRINT "5 AANTAL OF NAMEN VAN SUBCRITERIA"
7980 PRINT "6 WEGING SUBCRITERIA"
7990 PRINT "7 AANTAL OF NAMEN VAN MATERIALEN"
8000 PRINT "8 WEGING MATERIALEN"
8010 PRINT "9 KOSTEN"
8020 PRINT "10 REKENPERIODE, RENTEVOET"
8030 PRINT "11 GEEN WIJZIGINGEN AANBRENGEN"
8040 INPUT Q
8050 IF Q=1 THEN GOSUB 380
8060 IF Q=2 THEN GOSUB 410
8070 IF Q=3 THEN GOSUB 430
8080 IF Q=4 THEN GOSUB 790
8090 IF Q=5 THEN GOSUB 1590
8100 IF Q=6 THEN GOSUB 2100
8110 IF Q=7 THEN GOSUB 2390
8120 IF Q=8 THEN GOSUB 3170
8130 IF Q=9 THEN GOSUB 3730
8140 IF Q=10 THEN GOSUB 3890
8150 IF Q=11 THEN WYZ=0:GOTO 7780
8160 WYZ=0:GOTO 7780
8170 REM
8180 REM >>> invoeren weging hoofd-criteria <<<
8190 REM
8200 PRINT:PRINT " ALS ";HK$(J);" BELANGRIJKER IS DAN ";HK$(Y);" GEEF ALS CIJFER
 3":PRINT
8210 PRINT " ALS ";HK$(J);" MINDER BELANGRIJK IS DAN ";HK$(Y);" GEEF ALS CIJFER
1":PRINT
8220 PRINT " ALS ";HK$(J);" EVEN BELANGRIJK IS ALS ";HK$(Y);" GEEF ALS CIJFER 2"
:PRINT
8230 PRINT "Weging";:X=X(J,Y):GOSUB 9250:X(J,Y)=X
```

```
8240 IF X(J,Y)<1 OR X(J,Y)>3 THEN BEEP:PRINT:GOTO 8200
8250 X(Y,J)=4-X(J,Y)
8260 RETURN
8270 PRINT:PRINT " - ALS ";HK$(J);" VEEL BELANGRIJKER IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   G
EEF ALS CIJFER 5":PRINT
8280 PRINT " - ALS ";HK$(J);" BELANGRIJKER IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GEEF ALS CIJ
FER 4":PRINT
8290 PRINT " - ALS ";HK$(J);" EVEN BELANGRIJK IS ALS ";HK$(Y):PRINT"   GEEF ALS
CIJFER 3":PRINT
8300 PRINT " - ALS ";HK$(J);" MINDER BELANGRIJK IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GEEF AL
S CIJFER 2":PRINT
8310 PRINT " - ALS ";HK$(J);" VEEL MINDER BELANGRIJK IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GE
EF ALS CIJFER 1":PRINT
8320 PRINT "Weging";:X=X(J,Y):GOSUB 9250:X(J,Y)=X
8330 IF X(J,Y)<1 OR X(J,Y)>5 THEN BEEP:PRINT:GOTO 8270
8340 X(Y,J)=6-X(J,Y)
8350 RETURN
8360 PRINT:PRINT " - ALS ";HK$(J);" VEEL BELANGRIJKER IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   G
EEF ALS CIJFER 9":PRINT
8370 PRINT " - ALS ";HK$(J);" 'BEHOORLIJK' BELANGRIJKER IS DAN ";HK$(Y):PRINT"
 GEEF ALS CIJFER 8"
8380 PRINT " - ALS ";HK$(J);" BELANGRIJKER IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GEEF ALS CIJ
FER 7"
8390 PRINT " - ALS ";HK$(J);" IETS BELANGRIJKER IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GEEF AL
S CIJFER 6":PRINT
8400 PRINT " - ALS ";HK$(J);" EVEN BELANGRIJK IS ALS ";HK$(Y):PRINT"   GEEF ALS
CIJFER 5":PRINT
8410 PRINT " - ALS ";HK$(J);" IETS MINDER BELANGRIJK IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GE
EF ALS CIJFER 4"
8420 PRINT " - ALS ";HK$(J);" MINDER BELANGRIJK IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GEEF AL
S CIJFER 3"
8430 PRINT " - ALS ";HK$(J);" 'BEHOORLIJK' MINDER BELANGRIJK IS DAN ";HK$(Y):PRI
NT"   GEEF ALS CIJFER 2":PRINT
8440 PRINT " - ALS ";HK$(J);" VEEL MINDER BELANGRIJK IS DAN ";HK$(Y):PRINT"   GE
EF ALS CIJFER 1":PRINT
8450 PRINT "Weging";:X=X(J,Y):GOSUB 9250:X(J,Y)=X
8460 IF X(J,Y)<1 OR X(J,Y)>9 THEN BEEP:PRINT:GOTO 8360
8470 X(Y,J)=10-X(J,Y)
8480 RETURN
8490 REM
8500 REM >>> Invoer waardering subcriteria <<<
8510 REM
8520 EPSK(J)=0
8530 PRINT "Hoofdcriterium: ";HK$(J):PRINT
8540 FOR Y=1 TO SK(J)
8550 PRINT "HOEVEEL PUNTEN GEEFT U AAN ";SK$(J,Y);
8560 X=PSK(J,Y):GOSUB 9250:PSK(J,Y)=X
8570 EPSK(J)=EPSK(J) + PSK(J,Y)
8580 NEXT Y
8590 IF EPSK(J)=100 THEN RETURN
8600 PRINT:PRINT "HET TOTAAL AANTAL PUNTEN IN DIT HOOFD-CRITERIUM IS NIET 100."
8610 PRINT "VERDEEL OPNIEUW DE PUNTEN IN DIT HOOFD-CRITERIUM."
8620 PRINT
8630 GOTO 8520
8640 REM
8650 REM >>> Laten zien totale materiaalwaarderingen <<<
8660 REM
8670 CLS
8680 IF MAT>10 THEN R=10 ELSE R=MAT
8690 PRINT:PRINT "MATERIAALNR.:";TAB(45)
8700 FOR I=1 TO R
8710 PRINT I SPC(0)
8720 NEXT I
8730 PRINT:PRINT
8740 FOR J=1 TO HK
8750 PRINT HK$(J);
8760 FOR Y=1 TO SK(J)
8770 PRINT TAB(15);"  -  ";SK$(J,Y);" :";TAB(45)
8780 FOR I=1 TO R
8790 PRINT PMAT(I,J,Y) SPC(0)
8800 NEXT I
8810 PRINT
8820 NEXT Y
8830 NEXT J
8840 IF MAT>10 THEN 8850 ELSE RETURN
```

```
8850 PRINT:PRINT "MATERIAALNR.:";TAB(45)
8860 FOR I=R+1 TO MAT
8870 PRINT I SPC(0)
8880 NEXT I
8890 PRINT:PRINT
8900 FOR J=1 TO HK
8910 PRINT HK$(J);
8920 FOR Y=1 TO SK(J)
8930 PRINT TAB(15);"  -  ";SK$(J,Y);" :";TAB(45)
8940 FOR I=R+1 TO MAT
8950 PRINT PMAT(I,J,Y) SPC(1)
8960 NEXT I
8970 PRINT
8980 NEXT Y
8990 NEXT J
9000 RETURN
9010 REM
9020 REM >>> Op scherm printen 'waarderings-matrix' <<<
9030 REM
9040 PRINT:PRINT "WEGING HOOFD-CRITERIA :"
9050 PRINT "======================="
9060 PRINT:PRINT "HOOFDCRITERIUM";TAB(26)
9070 FOR Y=1 TO HK
9080 PRINT CHR$(64+Y) SPC(2)
9090 NEXT Y
9100 PRINT "TOTAAL" SPC(3) "%":PRINT STRING$(65,"-")
9110 FOR J=1 TO HK
9120 PRINT CHR$(64+J);") ";HK$(J);TAB(25)
9130 FOR Y=1 TO HK
9140 PRINT X(J,Y) SPC(0)
9150 NEXT Y
9160 PRINT USING "###   ##.###";PHK(J);PR(J)
9170 NEXT J
9180 RETURN
9190 REM
9200 END
9210 REM
9220 REM
9230 REM >>> routines voor input met defaultwaarden <<<
9240 REM
9250 A$=STR$(X)
9260 IF X>0 THEN A$=RIGHT$(A$,LEN(A$)-1) ELSE A$="  "
9270 GOSUB 9310
9280 X=VAL(A$)
9290 RETURN
9300 REM
9310 IF WYZ=0 THEN 9360
9320 XX=POS(X):YY=CSRLIN
9330 IF YY=24 THEN YY=23
9340 PRINT "  ";A$
9350 LOCATE YY,XX
9360 INPUT B$
9370 IF B$<>"" THEN A$=B$
9380 RETURN
9390 REM
9400 REM >>> routine voor pauze <<<
9410 REM
9420 PRINT:PRINT,"--- Druk op de spatiebalk ---"
9430 Q$=INKEY$:IF Q$<>" " THEN 9430
9440 QQ$=INKEY$:IF QQ$<>"" THEN 9440:REM leeghalen toetsenbordbuffer
9450 RETURN
9460 REM
9470 REM >>> routine voor intypen letter of cijfer <<<
9480 REM
9490 Q$=INKEY$:IF Q$="" THEN 9490
9500 Q=ASC(Q$)
9510 IF Q>96 AND Q<123 THEN Q$=CHR$(Q-32)
9520 QQ$=INKEY$:IF QQ$<>"" THEN 9520:REM leeghalen toetsenbordbuffer
9530 RETURN
9540 REM
9550 PRINT "? (J/N)"
9560 GOSUB 9490
9570 IF Q$<>"J" AND Q$<>"N" THEN BEEP:GOTO 9560
9580 RETURN
```

```
9590 REM
9600 REM >>> selecteren hoofdcriterium <<<
9610 REM
9620 PRINT:PRINT "De hoofdcriteria zijn:"
9630 FOR J=1 TO HK
9640 PRINT J;TAB(10);HK$(J)
9650 NEXT J
9660 PRINT:INPUT "Geef het nummer van het hoofdcriterium";J
9670 IF J<1 OR J>HK THEN BEEP:GOTO 9660
9680 RETURN
9690 REM
9700 REM >>> selecteren materiaalcombinatie
9710 REM
9720 PRINT:PRINT "De beschikbare materiaalcombinaties zijn:"
9730 PRINT
9740 FOR I=1 TO MAT
9750 PRINT I;TAB(10);MAT1$(I);TAB(36);MAT2$(I);TAB(60);MAT3$(I)
9760 NEXT I
9770 PRINT:INPUT "Geef het nummer van de materiaalcombinatie";I
9780 IF I<1 OR I>MAT THEN BEEP:GOTO 9770
9790 RETURN
```

Samenvatting

In de leidraad wordt een methode behandeld voor het selecteren van bekledingsmaterialen voor dijken en oevers.

Eisen worden geformuleerd die in het algemeen aan bekledingsmaterialen kunnen worden gesteld. Uit deze eisen worden criteria afgeleid. Op basis van de locale situatie en randvoorwaarden ter plaatse van het betreffende dijkvak kan de gebruiker hiermee relevante criteria selecteren, waaraan de te beoordelen materialen worden getoetst. Door ook de kosten van aanleg en onderhoud in de beoordeling te betrekken kan zowel op kwalitatieve als economische basis een weloverwogen beslissing worden genomen ten aanzien van het toe te passen materiaal.
Als hulpmiddel voor de gebruiker worden in de leidraad de toepassingsbeperkingen van de meest gangbare materialen gegeven. In deel II wordt per dijktype en zone aangegeven in welke mate een materiaal toegepast kan worden.
Ter verduidelijking worden tenslotte enkele praktijkvoorbeelden uitgewerkt.

Deze leidraad is vooral bedoeld voor technici die direct betrokken zijn bij het ontwerpen of bij het onderhoudsbeleid van dijken of oevers. De leidraad is niet bedoeld als wetenschappelijk werk, waarin theoretische grondslagen uitputtend worden behandeld; indien mogelijk wordt daarvoor verwezen naar de andere TAW-leidraden. Wel zijn enige ontwerpregels opgenomen voor materialen, waarover (nog) geen leidraden beschikbaar zijn.

Resumé

Ce manuel traite d'une méthode avec laquelle on sélectionne des matériaux de revêtement pour les digues et rivages.

Dans ce manuel des demandes sont formulées auxquelles les matériaux de revêtement en général doivent répondre. Ensuite des critères peuvent en être déduits. En se basant sur la situation locale et sur les conditions sur place de la partie de la digue concernée l'utilisateur peut choisir des critères auxquels les matériaux à juger sont soumis.
En considérant aussi les frais de construction et d'entretien une décision bien réfléchie – sur une base qualitative et economique – peut être prisé à l'égard du matériau à appliquer.
Comme moyen auxiliaire l'utilisateur trouvera dans ce manuel des restrictions à l'application des matériaux les plus courants.
Volume II indique par type de digue et par zone dans quelle mesure un matériau est applicable.
Et tant qu'illustration supplémentaire quelques examples de la pratique sont élaborés.

Ce manuel a été écrit surtout pour les techniciens qui s'occupent directement du dessin ou de la politique d'entretien de digues ou rivages. Le manuel n'est pas un ouvrage scientifique traitant à fond des principes théoriques; si possible l'utilisateur est renvoyé à d'autres manuels TAW. Pourtant quelques règles de dessin ont été insérés pour les matériaux qui ne sont pas (encore) décrits dans un manuel.

Summary

This guideline deals with a method to select revetment materials for covering dikes and shores. Standards have been formulated which in general have to be met by these materials. Criteria have been derived from these requirements.

Based on the local situation and on the boundary conditions at the concerning section of the dike the user will be able to select the relevant criteria, to which the materials have to be checked.
By including the costs of construction and maintenance in the selection procedure, a conscious decision concerning the materials to be used can be made, based on qualitative as well as economical grounds. As a help for the user limitations in applicability of current materials are also given. In part II is indicated to what extend a material can be applied for each type of dike and zone of the slope. Some practical examples are worked out for illustration.

This guideline mainly aims on technicians involved in the design process or in the maintenance management of dikes and shores. It is not meant to be a scientifical work, in which theoretical principals are dealt with exhaustively; where possible the reader is referred to other T.A.W.-guidelines.
However, some design rules are implied for materials, for which no guidelines are available yet.

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen werd door de Minister van Verkeer en Waterstaat ingesteld.
De commissie adviseert de minister omtrent alle technisch-wetenschappelijke aspecten die van belang kunnen zijn voor een doelmatige constructie en het onderhoud van waterkeringen dan wel voor de veiligheid van door waterkeringen beschermde gebieden.



