

De verrijking van zeeweringen in de Oosterschelde

Rekening houdend met veiligheid, ecologie, duurzaamheid en wetgeving



Ecologie

+

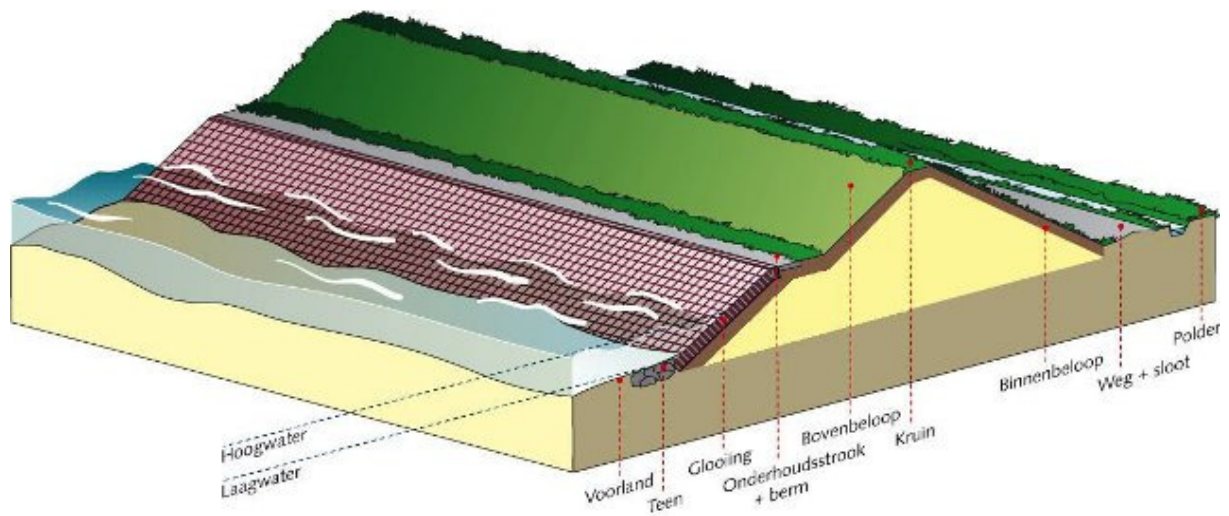
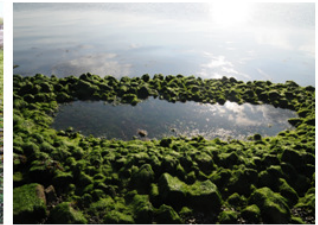


Techniek

=



Building for nature



Afstudeerrapport te projectbureau Zeeweringen, een samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen

Auteur: Jeroen Postma

Datum: maandag 7 juni 2010

Locatie: Middelburg

De verrijking van zeeweringen in de Oosterschelde

Rekening houdend met veiligheid, ecologie, duurzaamheid en wetgeving

Afstudeerrapport te projectbureau Zeeweringen, een samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen

Opdrachtgever: Yvo Provoost namens Rijkswaterstaat Zeeland,
projectbureau Zeeweringen

Auteur: J. Postma

Stagedocent: Guido Krijger

Stagebegeleider: Yvo Provoost

Datum: maandag 7 juni 2010

Locatie: Middelburg

Studentnummer: 40036

Semester en studiejaar: Semester 2, 2009/2010

Course: Afstudeerstage

Voorwoord

Ik wil in het bijzonder mijn afstudeerbegeleiders bedanken. Yvo Provoost van bureau Zeeweringen heeft me een goede zet gegeven en was altijd beschikbaar voor feedback. Bij het realiseren van verschillende projecten/proeven was hij altijd erg stimulerend, wat het proces bevorderde en resultaten opleverde. Guido Krijger, als docent van de Hogeschool Zeeland, heeft me in laten zien dat duurzaamheid iets belangrijks is, dat op veel gebieden nog in de kinderschoenen staat. Alle overige medewerkers van bureau Zeeweringen en de vergunningverleners van Provincie Zeeland waren bereid om mee te denken, dit heeft het proces zeker in goede banen geleid. Als laatste wil ik nog Wout Sniijders bedanken. Met zijn kijk op de projecten heb ik veel van hem geleerd.

Samenvatting

De zeeweringen in de Oosterschelde worden versterkt door projectbureau Zeeweringen. Dit is nodig, omdat er door de Zeeuwse waterschappen is aangetoond dat de dijken niet bestand zijn tegen maatgevende omstandigheden. Deze omstandigheden betreffen een storm die eens in de 4000 jaar voorkomt. Bij de versterkingen aan de dijk, die projectbureau Zeeweringen uitvoert, zijn er mogelijkheden voor de natuur. Er wordt echter in een Natura 2000 gebied gewerkt en dit brengt moeilijkheden met zich mee. Het doel is om te kijken welke mogelijkheden er zijn voor eco-engineering.

Eco-engineering wordt ook wel building with/for nature of de rijke dijk genoemd. Het komt er op neer dat er bij technische toepassingen tegelijk iets gecreeërd wordt voor of met de natuur. In dit rapport worden er enkele projecten behandeld die met een technische toepassing, mogelijkheden bieden voor de natuur. Er wordt per dijkzone (zie figuur 1; dijkzoning) geschetst wat de huidige situatie is. Daarnaast wordt per dijkzone wordt de gewenste en mogelijke ecologische situatie weergegeven. Er is per type dijkbekleding de technische toepasbaarheid, de ecologische waardering en de kosten behandeld.

Ook wordt er aangegeven dat duurzaamheid bij dijkbekleding veelomvattend is. Hier wordt op dit moment door projectbureau Zeeweringen aan gewerkt.

Er is uitgezet wat mogelijke alternatieven voor natuurontwikkeling zijn en waar alternatieven voor natuurontwikkeling zijn uitgevoerd. Getijdpoelen zijn een voorbeeld van eco-engineering in de kreukelberm. Er zijn ook mogelijkheden om de oude dijkbekleding her te gebruiken.

Op de ondertafel zijn er tijdens dit project een tweetal nieuwe ecotoppen (op betonzuilen) ontwikkeld. Deze zijn, in samenwerking met Haringman betonwaren, tot stand gekomen. De betonzuilen met nieuwe ecotoppen worden in mei 2010 geplaatst in de Stormesandepolder (nabij Wemeldinge). Een andere mogelijkheid voor diversiteit in natuurontwikkeling is een terugblik op de jaren '70, toen de dijkbekledingen diverser waren. Er kwam destijds ook diversere natuur op voor. Er wordt een advies uitgebracht over een mogelijke manier van dijken bekleden, om die diversiteit weer terug te laten komen.

Een andere mogelijkheid is, om met zacht substraat te werken; dijken versterken met zand.

De Oosterschelde is een Natura 2000 gebied. In het hoofdstuk wetgeving, is precies weergegeven wat er onder de Natura 2000 doelstellingen en doelsoorten verstaan wordt.

Er zijn mogelijkheden binnen en buiten de scope van projectbureau Zeeweringen, om de natuurontwikkeling kansen te geven.

Uitgaande van vogeldoelsoorten die foerageren in getijdpoelen, zijn er mogelijkheden om eco-engineering toe te passen in het voorland.

Of de oplossingen die bedacht zijn in deze afstudeerstage daadwerkelijk werken, kan alleen monitoring uitwijzen.

Summary

The seadikes in the Easternschelde are being strengthened bij project Zeeweringen (seadikes). The strenghtening is needed, beacause the body of surveyors of the dikes in the province of Zeeland, showed that the seadikes aren't stable enough for leading circumstances. These circumstances define a storm that appears once in 4000 years. With the strengthening of the dikes, executed bij project Seadikes, there are possibilities for the development of nature. Eco-engineering is, to create with a technical solution, possibilities for the development of nature. Fact is, that the strengthening of the dikes is performed in a Natura 2000 area, and this comes with difficulties. The goal is to look for possibilities for eco-engineering. In this thesis, several projects are being named with a technical solution. These projects should create possibilities for the development of nature.

Furthermore, this thesis shows the technical possibilities, the ecological rating and the costs, per type of dike lining. In this thesis, there is shown that sustainability is comprehensive. At this moment, project Zeeweringen is aiming on a sustainable way of performing.

The dike is cut up in zones. In each zone, there is sketched what the current situation in the Easternschelde is. Per dike zone, the desired and the possible ecological situation is shown. Possible alternatives for nature development, and were these possibilities are applied are shown. Tidal pools are one example of eco-engineering in the lower zone of the dike. There are also ways to use old dike-material as a basis for nature development. On the lower table there are, during this project, two different types of ecotops produced. These new ecotops are the top layer of concrete columns on the dike, and they should give nature development a possibility. In cooperation with Haringman betonwaren (a concrete columns production company) these new ecotops are realised. In may 2010, the concrete columns with the new ecotops will be placed near Wemeldinge. Another possibility for diversity in nature development is to look back into dikes in the '70's. During that time the material on the dikes was more diverse, which meant that the nature on these materials was more diverse. With an opinion on the possible way of dike strenghtening, there should be a way to bring the diversity of nature on dike material back. In this thesis dikes are strenghtened with hard-substrate, different types of rocks and asphalt. A different way of strengthening dikes is with a large body of sand.

In the Easternschelde, Zeeweringen is working in a Natura 2000 area. In the chapter legislation, there is shown what the Natura 2000 means for the Easternschelde.

There are possibilities for nature development in and outside the scope of project Zeeweringen. Taken into account that several bird species are foraging in the tidal pools, there are ways to apply eco-engineering just outside the embankment. If the solutions/advices in this thesis are really succesful, only monitoring can show.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Samenvatting	4
Summary	5
1. Inleiding	8
1.1 Achtergronden	9
1.2 Leeswijzer	10
2. Werkwijze	11
3. Eco-engineering.....	12
3.1 Eco-engineering bij projectbureau Zeeweringen.....	12
3.2 Het doel.....	12
3.3 Het proces	13
3.3.1 Eco-engineering binnen de scope van projectbureau Zeeweringen	13
3.3.2 Eco-engineering buiten de scope van projectbureau Zeeweringen.....	14
4. Dijkzones en situatieschets per zone	15
5. Dijkbekleding	19
5.1 Technische aspecten.....	19
5.2 Ecologische waarde	20
5.3 Kosten.....	20
5.4 Duurzaamheid	20
6. Alternatieven ter verrijking van de natuurwaarden	21
6.1 Voorland	21
6.2 Kreukelberm	23
6.3 Ondertafel.....	26
6.3.1 Pilot-project, alternatieve ecotoppen.....	26
6.3.2 Bestaande proefvakken	30
6.3.3 Diversiteit aan dijkbekleding, cultuurhistorie.....	32

6.3.4 Zandig lichaam ter bescherming van de dijk	33
6.3.5 Eco-engineering op de ondertafel	35
6.4 Boventafel	36
6.5 Berm	36
6.6 Bovenbeloop en kruin	37
6.7 Binnenbeloop van de dijk	37
7. Wetgeving	38
8. Conclusie	40
9. Discussie	42
10. Aanbevelingen	43
Literatuur	44
Begrippenlijst	45
Bijlagen	
Bijlage 1: Waardering van hard-substraat dijkbekledingen	
Bijlage 2: Natura 2000 in de Oosterschelde	
Bijlage 3: Ecologie in de Oosterschelde	
Bijlage 4: Voorbeeld dwarsdoorsnede dijkprofiel	
Bijlage 5: Getijdepoelen	
Bijlage 6: Drempel en zandsuppletie aanbrengen voor Flaauwersinlaag	
Bijlage 7: Dijk tuin Tholen	
Bijlage 8: Ecotoppen	
Bijlage 9: Locatie en beschrijving pilot project; ecotoppen	

1. Inleiding

Dit rapport gaat over de ecologische verrijking van dijkwerken aan de Oosterschelde. Hiertoe worden verschillende mogelijkheden verkend en beschreven. In Figuur 1; dijkzoning, is een schematische dwarsdoorsnede van een zeeuwse dijk weergegeven.

Bij de natuurwaarde op de zeekeringen in de Oosterschelde liggen nog mogelijkheden. Door de grootschalige aanpak van de verbeteringswerken langs de Oosterschelde ligt een verhoging van de natuurwaarden op de dijk voor de hand. De projecten draaien om veiligheid én de projecten worden uitgevoerd in een Natura 2000 gebied. Dat levert tot nu toe allerlei beperkingen op. In dit rapport wordt gezocht naar de knelpunten in Natura 2000 en de kansen voor eco-engineering.

Het doel van dit rapport is:

Een concluderende analyse op rapporten over verschillende materialen en de technische en ecologische waardering daarvan. En het creëren of aandragen van oplossingen/ontwerpen die technisch, ecologisch en financieel verantwoord zijn. Deze oplossingen kunnen worden gebruikt om een verdere opwaardering van de zeekeringen in de Oosterschelde te creëren en dienen als voorbeeld voor de zeekeringen in de rest van Nederland.

Hierbij wordt een doelstelling gehanteerd die de volgende omschrijving kent: Het analyseren en ontwerpen van alternatieven voor de verrijking van de huidige zeekeringen in de Oosterschelde, rekening houdend met veiligheid, ecologie, duurzaamheid, kosten en wetgeving.

De onderzoeksvragen, gebruikt bij dit onderzoek zijn:

- ❖ Welke vormen van dijkbekleding zijn er en wat zijn de eigenschappen hiervan?
- ❖ Welke manieren, buiten dijkbekleding om, zijn er om de dijk verder op te waarderen? (De vorm van de dijk, eventuele terrassen, golfbrekende werking, getijdepoelen e.d.)
- ❖ Welke locaties en oplossingen zijn geschikt om de uiteindelijke oplossing toe te passen en waarom?
- ❖ Welke beperkingen zijn er op deze locatie met betrekking tot o.a. Natura 2000 en welke kansen biedt deze wetgeving?

1.1 Achtergronden

De Oosterschelde heeft van nature een zacht substraat bodem. Naarmate er meer en grotere dijken gebouwd werden, is er als het ware een Zeeuwse rotskust gecreeërd. Deze rotskust heeft de plaats ingenomen van delen zacht substraat bodem en heeft ervoor gezorgd dat er een ander habitat ontstond.

Veiligheid

Waterschap Scheldestromen heeft enkele decennia geleden geconstateerd dat de dijken in Zeeland niet voldeden aan de maatgevende norm (een storm die eens in de 4000 jaar voorkomt). Rijkswaterstaat heeft budget beschikbaar gesteld en in samenwerking met Waterschap Scheldestromen projectbureau Zeeweringen opgericht. Het versterken van de zeeuwse dijken dient in 2015 voltooid te zijn.

De partijen die van belang zijn bij het werken aan dijktrajecten zijn:

Rijkswaterstaat Zeeland; Deze heeft het budget en de verantwoording om de dijktrajecten voor de komende 50 jaar veilig te maken.

Waterschap Scheldestromen; Beheerder van de dijken in Zeeland.

Provincie Zeeland; De vergunningverlener voor het aanpakken van dijktrajecten en geeft ook aan wat de ingrepen op het Natura 2000 gebied zijn. Ook geven ze advies over wat daar de eventuele herstelmaatregelen voor moeten zijn.

Belanghebbenden; Iedereen die gebruik maakt van de dijk. Denk aan bewoners van het achterland, natuurliefhebbers en recreanten.

De focus van projectbureau Zeeweringen ligt op veiligheid. Met aspecten als technische uitvoerbaarheid, ecologie, duurzaamheid en de kosten wordt ook zeker rekening gehouden. De maatgevende golven voor de storm (1/4000) zijn per locatie verschillend. Over het algemeen komen deze golven t/m het bovenbeloop, onder maatgevende omstandigheden, zie Figuur 1; dijkzoning. Voor het aanpassen van de dijkbekledingen wordt ervan uitgegaan dat de aangebrachte dijkbekleding tenminste 50 jaar zal blijven liggen.

Ecologische opwaardering

Dit is het moment om te kijken naar meervoudig ruimtegebruik van de dijken. Daarom wordt er in dit rapport gezocht naar een manier om de ecologische waarde op zeeweringen te verhogen. Omdat het versterken van de dijken gebeurt binnen het nationaal park de Oosterschelde, is deze beschermd conform de Natura 2000 wetgeving. De vergunning voor het werken in een Natura 2000 gebied, bakent het werkgebied (de scope) van projectbureau Zeeweringen af.

Bij werkzaamheden aan de dijk gebruikt projectbureau Zeeweringen maximaal 15 m werkstrook, vanaf de waterbouwkundige teen van de dijk richting zee.

Indien er hoge natuurwaarden voor de dijk aanwezig zijn, is deze strook minder breed. In dat geval is de kreukelberm (steenbestorting voor de teen van de dijk) geen 5 m maar 3 m breed. In veel situaties ligt de kreukelberm net onder NAP.

Bij de uitwerking van de plannen is rekening gehouden met het getij in de Oosterschelde. Grofweg loopt het getij in de Oosterschelde als volgt:

De gemiddeld laagwaterlijn ligt op -1.50 m onder NAP.

De gemiddelde waterstand ligt op 0.00 NAP.

De gemiddelde hoogwaterstand ligt op NAP +1.50 m.

Vergunningen

De vergunningverlening gebeurt door Provincie Zeeland. Voor het uitvoeren van werkzaamheden in het Natura 2000 gebied de Oosterschelde, worden er vergunningen verleend. Voordat het dijktraject uitgevoerd wordt er een analyse gemaakt door ecologen. Over de effecten van de uitvoering in het kwalificerend habitat. Indien er een significant negatief effect optreedt, dient er een herstelmaatregel getroffen te worden. Projectbureau Zeeweringen heeft een herstelopgave geschreven, waarin staat waar en welke mitigerende maatregelen uitgevoerd gaan worden. Daarnaast heeft de Provincie Zeeland aangegeven dat het voor de natuur niet gewenst is als er verschillende dijktrajecten naast elkaar tegelijkertijd verbeterd worden. De effecten van de ingreep hebben dan en groter negatief effect, en dit is niet gewenst.

Beheerder

Waterschap Scheldestromen is de beheerder van de dijken. De beheerder toetst de veiligheid van de dijken aan de norm. Het Waterschap legt de door projectbureau Zeeweringen gemaakte plannen ter inzage aan de betrokken partijen op locatie. Een dijk wordt vaak verpacht aan boeren, die schapen op de dijk laat grazen. Op deze manier wordt de begroeiing onderhouden.

Natura 2000

Het hardste substraat dat voorkomt in de Natura 2000 wetgeving zijn oosterschelpen. Alle natuur die op hard-substraat dijkbekleding voorkomt (vogels en zoutplanten uitgezonderd) vallen onder de noemer: De 'oude doelen' van Natura 2000 worden minder gewaardeerd dan de Europese richtlijnen. Bepaalde vogelsoorten kennen een hoge waarde in de Natura 2000 wetgeving. Dit heeft te maken met het voorkomen en de functie van de Oosterschelde ten opzichte van die vogels. De hoeveelheid planten en dieren op harde substraten, gemeten in biomassa, maakt ongeveer 30% uit van het totaal aan de op de bodem groeiende dieren. Het oppervlak aan hard substraat bedraagt echter maar een klein percentage van het totale bodemoppervlak van de Oosterschelde. Met deze gegevens wordt er in dit rapport gekeken naar ecologische verrijking op hard-substraat dijkbekleding ten behoeve van voornamelijk de 'oude doelen' van Natura 2000. In hoofdstuk 7; Wetgeving wordt dit uiteengezet.

1.2 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd:

In hoofdstuk 4 wordt een analyse gemaakt van het dijklichaam, opgedeeld in verschillende zones. Daarin worden de ecologische, technische en beheersaspecten geanalyseerd. De dijkbekledingen worden behandeld in hoofdstuk 5, waarin wordt uiteengezet welke dijkbekledingen er zijn en welke eigenschappen ze hebben met betrekking tot dijkversterkingen. Om eco-engineering toe te passen zijn er in hoofdstuk 6 een aantal mogelijke locaties weergegeven, met een afwegingskader. In hoofdstuk 7 wordt een beeld gegeven van de wetgeving. Dan volgt een conclusie en een discussie. In hoofdstuk 10 worden aanbevelingen gedaan hoe er meer Eco-engineering toegepast kan worden bij dijkversterkingen.

2. Werkwijze

In de eerste weken van de afstudeeropdracht is er kennis gemaakt met de werkomgeving en is de opdracht afgebakend. Daarbij is een adresboek aangelegd om meer informatie in te winnen bij deskundigen. Naast de interviews zijn er literatuurstudies gedaan om een totaler beeld te krijgen van dijkverbeteringen en materialen die daarbij gebruikt worden.

❖ Interviews

De interviews zijn er om de ideeën en kansen met betrekking tot eco-engineering duidelijk te krijgen. De interviews worden gebruikt om te zien waar de kansen/bedreigingen met betrekking tot Natura 2000 liggen.

De geïnterviewden zijn experts op het gebied van:

- Jaap Brillman, Provincie Zeeland (Natura 2000)
- Robert Jentink, Rijkswaterstaat (leven in de getijdzone)
- Peter Meininger, Zeeweringen (vogels)
- Ad Beaufort, Waterschap (dijkbeheer)

❖ Literatuurstudie

Tijdens de literatuurstudie zijn rapporten over levensgemeenschappen op dijken bestudeerd. Evenals rapporten van pilot-projecten, om een beter beeld te krijgen van natuur op dijkwerken.

❖ Analyseren, ontwerpen en adviseren

Door de interviews is duidelijk geworden waar de kansen/bedreigingen liggen voor eco-engineering. Vervolgens is er een visie gevormd, die mogelijkheden van eco-engineering weergeeft. Bij het uitwerken hiervan is een advies geschreven. Hierbij is rekening gehouden met de toepasbaarheid en de kosten.

❖ Toepassingen van eco-engineering

Tijdens deze afstudeeropdracht zijn er enkele pilot-locaties opgezet om nieuwe manieren van eco-engineering te monitoren. Tevens worden er mogelijke locaties aangegeven waar een toepassing van eco-engineering aan te bevelen is.

3. Eco-engineering

Eco-engineering is een begrip van de laatste jaren. Eco-engineering kan als volgt worden samengevat: Het creeëren van mogelijkheden voor de natuur, doormiddel van een technische toepassing. Hierop de natuur zichzelf kan ontwikkelen doormiddel van successie. Dit is onder de aandacht gekomen van verschillende partijen, onder andere Rijkswaterstaat en Deltares. Deze werken samen aan eco-engineering, om de natuurontwikkeling te stimuleren. Locaties waar ingrepen plaatsvinden, die effect hebben op een natuurgebied, lenen zich voor eco-engineering.

Eco-engineering is toepasbaar als er bijvoorbeeld voor veiligheidsredenen een dijk versterkt moet worden. Er kan dan met iets extra's natuurontwikkeling gerealiseerd worden. Zo is er winst voor de natuur én kunnen projecten gecombineerd worden.

Eco-engineering kan in 2 categorieën onderverdeeld worden. Building with nature en building for nature. Building with nature is met natuurlijke materialen, natuurwaarden helpen ontwikkelen. Bijvoorbeeld het plaatsen van een grote hoop wilgentakken waar dieren als slangen en vlinders in kunnen gaan leven. Building for nature is met techniek mogelijkheden voor natuurontwikkeling creeëren. Een voorbeeld hiervan is de getijdepoel. (zie paragraaf 6.2.1 getijdepoelen)

3.1 Eco-engineering bij projectbureau Zeeweringen

Eco-engineering toepassen bij projectbureau Zeeweringen is iets waar onder andere Deltares zich mee bezig houdt. Mindert de Vries, Wout Snijders en Bregje van Weesenbeeck zijn experts op het gebied van Eco-engineering. Deltares is een adviesrapport aan het opstellen voor de dijktrajecten die nog versterkt moeten worden. In paragraaf 3.3.1 staat uitgelegd welke voorstellen er uitgewerkt worden.

3.2 Het doel

Het doel van eco-engineering toepassen bij projectbureau Zeeweringen is het creeëren van mogelijkheden voor biodiversiteit op locaties die zich daarvoor lenen. Door tegelijk met projectbureau Zeeweringen te werken worden er twee ingrepen tegelijk uitgevoerd. De dijkversterking heeft betrekking op veiligheid, en eco-engineering biedt de mogelijkheden voor natuurontwikkeling. De Oosterschelde is een vrij voedselarm systeem. Een mesotroof (matig voedselarm) systeem biedt meer kansen voor biodiversiteit, dan een eutroof systeem. Een eutroof systeem heeft vaak enkele overheersende organismen, een goed voorbeeld hiervan is het Volkerak-Zoommeer. De Oosterschelde is voedselarmer geworden door de afdamming (minder verversing/nutriëntenaanvoer) en door de grote schelpdierpercelen (circa 2000 hectare). Mede door deze factoren leent de Oosterschelde zich goed voor eco-engineering. Eco-engineering in een eutroof systeem zou minder biodiversiteit geven. Hierdoor is de ingreep/effect verhouding minder groot. Eco-engineering in de Oosterschelde wordt langzamerhand geïntegreerd in het proces.

3.3 Het proces

Eerst wordt er gekeken naar de huidige en/of gewenste natuurwaarden per locatie. Vervolgens wordt er gekeken naar de recreatieve en overige gebruiksfuncties van dat gebied, om in kaart te brengen wat er (gewenst) is. Projectbureau Zeeweringen maakt ontwerpen per dijktraject. Deze worden bestudeerd en daarop wordt gebaseerd wat er mogelijk is voor eco-engineering. Dit is hoe het in het verleden ging. In de toekomst is het gewenst dat er samen met de ontwerpers nagedacht wordt over de mogelijkheden. Eco-engineering is toepasbaar binnen en buiten de scope van projectbureau Zeeweringen. Indien de eco-engineering ingreep NB-vergunningswetplichtig is, dient er een passende beoordeling geschreven te worden. Dit moet gebeuren in overleg met de omgevingsmanager van projectbureau Zeeweringen. Voor eco-engineering binnen de scope van projectbureau Zeeweringen dient overlegd te worden met de Provincie Zeeland. De Provincie Zeeland kan dan inschatten of er moeilijkheden optreden bij de vergunningverlening.

Deltares zal een globaal adviesrapport schrijven over alle dijktrajecten die nog in de planning van projectbureau Zeeweringen staan. Het adviesrapport zal opgebouwd zijn uit de volgende stappen.

De dijktrajecten worden gerangschikt per jaar. De dijktrajecten worden onderverdeeld in deeltrajecten. Er wordt visueel geconstateerd waar een knik in de dijk zit of een andere onderbreking (gemaal/haven). Bij een onderbreking van het monotone verloop zijn er kansen. De locatiekeuze hangt af van het gebruik (welke natuurwaarde of type recreant) en de gewenste situatie. Per locatie:

- ❖ Het wat, waar, waarom, de kosten/batenanalyse, SMART geformuleerde doelstelling per maatregel uitwerken.

Nadat dit is uitgewerkt voor alle dijktrajecten is een presentatie voor het management van projectbureau Zeeweringen nodig. Dit is om te laten zien wat de ideeën zijn en een GO of NO GO krijgen.

- ❖ GO: Een verdere uitwerking, in samenswerking met overige werknemers van projectbureau Zeeweringen, om tot een concreter plan te komen.
- ❖ NO GO: Bekijken of er elders draagvlak is om het idee te realiseren.

3.3.1 Eco-engineering binnen de scope van projectbureau Zeeweringen

Binnen de scope (grenzen van het project) van projectbureau Zeeweringen zijn er een aantal vormen van eco-engineering mogelijk. In het adviesrapport van Deltares worden deze per deeltraject benoemd. Een afwegingskader is hierin opgenomen, om aan te geven wanneer er voor een bepaald type eco-engineering gekozen wordt. Enkele voorbeelden zijn:

Stroken dijkbekleding; landschappelijk bekijken waar welke mogelijkheden zijn. Mogelijk is het gewenst om iedere 300 m stroken dijkbekleding te veranderen, ter bevordering diversiteit. Zie paragraaf 6.3.3 Diversiteit aan dijkbekleding, cultuurhistorie.

Getijdepoelen; mogelijk is er draagvlak voor getijdepoelen en lenen de omstandigheden zich hiervoor. (Zie paragraaf 6.2.1 getijdepoelen voor randvoorwaarden) Voor de afweging is het gewenst om verschillende groottes en afstanden tussen de getijdepoelen te bepalen. Kosten zijn hier maatgevend.

Zandaanvulling, zandlichaam voor de dijk; De kreukelberm en de ondertafel zijn hiermee beschermd. De boventafel moet wel opnieuw bekleed worden, indien onvoldoende uit de toetsing gekomen. Zie 6.3.4 Zandig lichaam ter bescherming van de dijk.

Heuvel op de kreukelberm (oude dijkbekleding als stortsteen); De grootte en hoeveelheid hangen af van locatiekeuze en de hoeveelheid afgekeurde dijkbekleding. Een kosten/baten analyse is maatgevend voor de draagkracht bij het management. Zie Bijlage 5: Getijdpoelen, voor een schets van stortstenen op de kreukelberm.

Voor alle vormen van eco-engineering is het belangrijk dat er niet alleen draagvlak is bij het management van projectbureau Zeeweringen. Waterschap Scheldestromen moet de dijken beheren en dient daarom op de hoogte te zijn van de uit te voeren projecten. Mogelijk dient er extra geld beschikbaar gesteld te worden aan Waterschap Scheldestromen. Reden hiervoor zou zijn dat het beheer van Eco-engineering projecten mogelijk meer kost dan de standaard dijkwerken.

3.3.2 Eco-engineering buiten de scope van projectbureau Zeeweringen

Projecten die buiten de scope van projectbureau Zeeweringen vallen, kunnen niet door het projectbureau gedragen worden. Het is mogelijk dat Rijkswaterstaat Zeeland de vergunningaanvraag en andere activiteiten op zich neemt, waarmee de planning van projectbureau Zeeweringen niet in gevaar komt. Eco-engineering buiten de scope van het projectbureau kan wel tegelijkertijd uitgevoerd worden. De kosten voor dergelijke projecten, dienen per project bekeken te worden. Mogelijke eco-engineering buiten de scope van projectbureau Zeeweringen is:

- ❖ Het beschermen van slikplaten of andere voorlandbescherming (zie paragraaf 6.1.1 drempel opwerpen).
- ❖ Rehabilitatie cultureel erfgoed (zie paragraaf 6.3.3 diversiteit aan dijkbekleding, cultuurhistorie).
- ❖ Opknappen oesterputten, dijkvallen, havenkaden en dergelijke.
- ❖ Hoogwatervluchtplaatsen voor vogels.
- ❖ Onderwater eco-engineering (bijvoorbeeld reefballs)

Met deze vormen van eco-engineering worden er veel maatregelen genomen om de natuur kansen te geven. Zeeland als provincie van Nederland is daarmee een voorloper met betrekking tot eco-engineering. Dit zou mogelijkheden kunnen bieden voor eco toerisme.

In de komende hoofdstukken worden de mogelijkheden voor eco-engineering binnen de scope van projectbureau Zeeweringen verder uiteengezet. Paragraaf 6.1.1 is hier een uitzondering op. Dit project valt buiten de scope van projectbureau Zeeweringen.

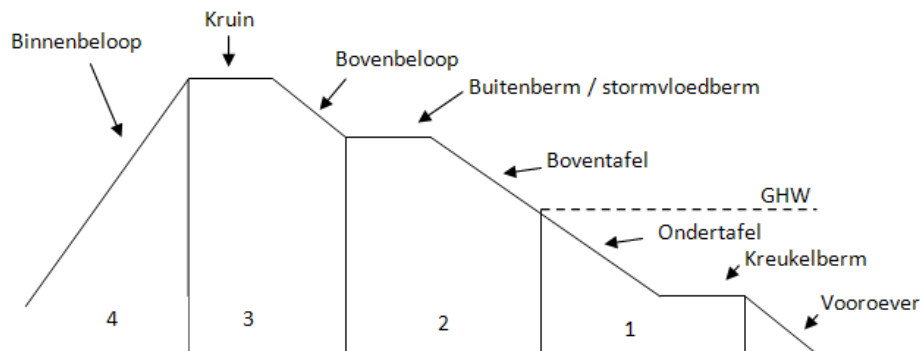
4. Dijkzones en situatieschets per zone

Voor het analyseren en opwaarderen van de ecologische situatie op zeeweringen is de dijk opgedeeld in 4 zones, zie Figuur 1; dijkzoning.

De vooroever wordt niet meegenomen, omdat dit niet binnen de scope van projectbureau Zeeweringen valt.

De dijkzones zijn:

1. De kreukelberm t/m GHW
2. GHW t/m de buitenberm/stormvloedberm
3. Het bovenbeloop t/m de kruin
4. Binnenbeloop



Figuur 1; dijkzoning

De kreukelberm is een horizontaal gedeelte van de dijk. Deze ligt aan zeezijde, als overgang tussen de harde bekleding en de vooroever of het voorland. De hoogte (ligging ten opzichte van NAP) van de kreukelberm varieert per locatie.

De kreukelbermen die veel gebruikt worden zijn:

- ❖ Breuksteensorteringen (10-60 kg, 40-200 kg en 60-300 kg)
- ❖ Breuksteen met gietasfalt (zie bijlage 1 voor een omschrijving)

De ondertafel tezamen met de kreukelberm is de zone waar de meeste wierbegroeiing plaatsvindt.

Op de ondertafel worden verschillende dijkbekledingen toegepast. Dit is situatie afhankelijk. Via een keuzemodel van projectbureau Zeeweringen wordt er een keuze gemaakt voor een type dijkbekleding. De golfhoogte is hier een bepalende factor, hoe zwaarder de golven, hoe minder mogelijkheden er zijn.

Onderstaande dijkbekledingen zijn toepasbaar op de ondertafel, de meeste ook op de boventafel. Een ecotop wordt bijvoorbeeld niet toegepast op de boventafel, omdat hier geen wieren kunnen groeien. Er komt hier niet genoeg zout water.

Asfaltbeton
Open steenasfalt
Breuksteen
Breuksteen, vol en zat (met lavasteen)
Breuksteen, patroonpenetratie
Blokken op hun kant
Basalt, gezet (herzet)

Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt
Betonzuilen
Betonzuilen, Ecotop
Alternatieve betonsoorten
Alternatieve betonsoorten, Ecotop
Natuursteen, gezet (herzet)
Koperslakblokken (herzet)
Gelijmde steenslag

In de praktijk wordt niet alle mogelijke dijkbekleding toegepast. Dit heeft, onder andere, te maken met de kosten en de golfaanvallen. Door projectbureau Zeeweringen wordt per locatie gekeken naar de huidige en gewenste dijkbekleding. Ten behoeve van het ontwerp wordt een ecologisch advies gegeven op basis van de bestaande situatie. Daarmee wordt bepaald welke bekleding op die locatie toepasbaar is vanuit ecologisch oogpunt. Bijvoorbeeld een ecotop of niet.

Indien er veel wieren aanwezig zijn wordt er een positief advies gegeven met betrekking tot betonzuilen met eco-toplaag. Deze eco-toplaag dient de aangroei van organismen te bevorderen.

Op de boventafel groeien vrijwel alleen korstmossen en cyanobacteriën. Hoger op de boventafel kan zoutvegetatie voorkomen. Bovengenoemde dijkbekledingen zijn ook toepasbaar voor de boventafel, maar in de praktijk worden deze niet allemaal gebruikt. Wieren groeien bijvoorbeeld niet boven GHW en daarom zijn ECO-toplagen niet nodig op betonzuilen. De boventafel is de meest belaste zone bij maatgevende omstandigheden. Er zijn daardoor niet veel mogelijkheden met betrekking tot dijkbekledingen. Betonblokken herzetten zal bijvoorbeeld minder vaak gebeuren op de boventafel.

De buitenberm/stormvloedberm is veelal bekleed met asfaltbeton of open steenasfalt, afgestrooid met grond. Dit is afhankelijk van de mogelijkheid tot betreding van de dijk. Op sommige locaties bevinden zich zeer rijke vogelgebieden en is de dijk afgesloten voor mensen. Soms is het wel mogelijk om de dijk te voet te betreden, dan wordt er voor open steenasfalt afgestrooid met grond gekozen. Fietsers/auto's kunnen in dit geval vaak over het binnenbeloop rijden.

Het bovenbeloop, de kruin en het binnenbeloop van de dijk zijn vaak begroeid met gras. Hier grazen schapen op. Waterschap Scheldestromen verpacht vaak de dijken aan boeren. Zij laten de schapen op de dijk grazen. Door deze actieve begrazing wordt de begroeiing binnen de perken gehouden.

Per locatie is de ecologische situatie verschillend. Factoren als windrichting en blootstelling aan zonlicht zijn bepalend voor de natuur op zeeweringen.

De kreukelberm ligt vaak onder NAP, dat wil zeggen dat deze veelal onder water staat. Er is, afhankelijk van het type kreukelberm, onderwaterleven aanwezig. Indien de kreukelberm een korte droogvalduur heeft, een lage ligging ten opzichte van NAP kent, komen er meer organismen op voor. Zie paragraaf 6.2.1 Getijddepoelen voor meer informatie hierover. In de kreukelbermen zonder getijddepoelen komen voornamelijk paardeanemonen, wieren en schelpdieren voor. Figuur 2 laat een voorbeeld zien van een gemengde levensgemeenschap van schelpdieren.



Figuur 2; © A.J.M. Meijer – Bureau Waardenburg BV Adviseurs voor ecologie & milieu, Culemborg. Cirripedia/Littorinae/Crassostrea/Mytilus-gemeenschap (gemeenschap waarin zeepokken, alikruikken, Japanse oester en mossel domineren)

De ondertafel bevat ook wieren en andere levensgemeenschappen in de vorm van schelpdieren. Voor een totaaloverzicht van de levensgemeenschappen die voorkomen in de Oosterschelde zie bijlage 3; ecologie in de Oosterschelde. In figuur 3 en 4 zijn enkele wier-levensgemeenschappen weergegeven die voorkomen op de ondertafel.



Figuur 3; © A.J.M. Meijer – Bureau Waardenburg BV Adviseurs voor ecologie & milieu, Culemborg. Ascophyllum nodosum-gemeenschap (gemeenschap waarin Knotswier domineert)

Zeldzame wieren: De Pelvetia-gemeenschap wordt als zeer zeldzaam langs de Oosterschelde beschouwd. Er wordt verderop in dit rapport ook gekeken naar mogelijkheden om deze soort te behouden.



Figuur 4; © A.J.M. Meijer – Bureau Waardenburg BV Adviseurs voor ecologie & milieu, Culemborg. Pelvetia-gemeenschap (gemeenschap waarin Groefwier domineert)

De boventafel is de zone waar bijna nooit zout water komt. Deze zone moet echter wel bestand zijn tegen de maatgevende golfbelasting. Er komt wel zoutspray door wind en golfslag. Er komen vrijwel altijd alleen korstmossengemeenschappen en zoutplanten voor op deze zone. Zie figuur 5.



Figuur 5; © A.J.M. Meijer – Bureau Waardenburg BV Adviseurs voor ecologie & milieu, Culemborg. Lichenes-gemeenschap (gemeenschap waarin korstmossen domineren)

De buitenberm/stormvloedberm is de zone waarover gewandeld/gefietst kan worden, indien gewenst. Bij oude dijken groeien tussen de doorgroeistenen verscheidene zoutplanten. Bij stormvloed komt hier zout water.

Het bovenbeloop, de kruin en het binnenbeloop van de dijk zijn veelal begroeid met grasvegetatie. Door begrazing wordt deze vegetatie onderhouden. In deze zone komt nagenoeg nooit zout water.

5. Dijkbekleding

Er zijn verscheidene dijkbekledingen toepasbaar binnen de scope van projectbureau Zeeweringen. Bijlage 1; waardering hard substraat dijkbekleding is een document met een beschrijving per type dijkbekleding. Een aantal aspecten wordt hierin behandeld. Voorwaarde voor dijkbekleding op een locatie is dat deze de maatgevende storm kan weerstaan. Een dijk die zwaar aangevallen wordt, zal bekleed worden met een zwaar type dijkbekleding. Een licht aangevallen locatie heeft meer mogelijkheden met betrekking tot dijkbekledingen.

De waarderingen van de dijkbekledingen die genoemd zijn, zijn louter ter inschatting van het samenspel van factoren. De scores gegeven aan de dijkbekledingen zijn besproken met experts van Rijkswaterstaat.

Oude dijkbekleding: In de praktijk worden niet alle dijkbekledingen toegepast. Afhankelijk van de bestaande bekleding en de golfbelasting, onder maatgevende omstandigheden, wordt gekeken naar de mogelijkheden. In sommige gevallen worden oude Haringman betonblokken op hun kant gezet en voldoet deze bekleding, door middel van dit herzetten, aan de norm.

Koperslakblokken zijn een restproduct van de koperindustrie en zijn in het verleden toegepast. Uitloging heeft in het verleden plaatsgevonden, daardoor hebben deze blokken nu geen significante uitloging meer. Indien er koperslakblokken op locatie liggen, én deze voldoen aan de norm, wordt vaak besloten om deze te laten liggen. Indien nodig worden ze herzet, maar er mogen geen nieuwe koperslakblokken aangevoerd worden.

Natuurstenen worden vaak afgekeurd als dijkbekleding. In sommige gevallen wordt er met asfalt overlaagd en worden deze natuurstenen verwerkt in de overlaging.

5.1 Technische aspecten

Er zijn verschillende technische aspecten die belangrijk zijn bij het versterken van dijken. In bijlage 1; waardering van hard substraat dijkbekleding, is een toetsingsmodel van projectbureau Zeeweringen opgenomen. Hierin staan de dijkbekledingen gewaardeerd met betrekking tot de aspecten die van belang zijn. Sommige aspecten tellen dubbel zo zwaar in het beoordelingsmodel. De aspecten zijn:

Constructie:

Flexibiliteit en overgangen

Uitvoering:

Tijd, moeilijkheidsgraad, toleranties

Hergebruik:

Hergebruik, levenscyclusanalyse

Onderhoud:

Duurzaamheid, zichtbaarheid en herstel, tijd

De duurzaamheid die hier genoemd wordt, spreekt over durability, hoelang het materiaal intact blijft. De levenscyclusanalyse verteld iets over de sustainability.

5.2 Ecologische waarde

De ecologische waardering van hard-substraat dijkbekledingen wordt hedendaags onderzocht. Er zijn door heel Nederland verschillende proefvakken geplaatst met typen dijkbekleding en deze worden/zijn gemonitord. Aan de hand van deze resultaten en verwachte resultaten is er een ecologische waardering gegeven aan de hard-substraat dijkbekledingen. Dit is gedaan in overleg met een aantal ecologen van Rijkswaterstaat. Aspecten die van belang zijn met betrekking tot de ecologische waarde op hard-substraat dijkbekledingen zijn: Watervasthoudend vermogen, de vorm, de ruwheid, de kleur en de manier van plaatsing (creëren van holten onder/tussen dijkbekleding). Deze aspecten zijn in kaart gebracht door Bureau Waardenburg.

5.3 Kosten

De kosten per dijkbekleding zijn in de totale beoordelingstabel opgenomen om te kijken of de bovengenoemde aspecten enigszins betaalbaar zijn. Vaak zijn de kosten doorslaggevend, maar in enkele gevallen leent de situatie zich ergens anders voor, en wordt bijvoorbeeld voor een ecologisch-interessantere dijkbekleding gekozen die iets meer kost. Vaak heeft dit met natuurwaarden en gebruiksfuncties te maken.

5.4 Duurzaamheid

Duurzaamheidsaspecten bij dijkbekleding worden in kaart gebracht door projectbureau Zeeweringen. Het programma Dubocalc is hiervoor in ontwikkeling. Van origine werd Zeeland beschermd door schorren en slikken. Dit dynamische systeem liet soms overstromingen toe. Doordat de Nederlandse overheid heeft besloten dijken te bouwen, heeft deze er ook voor gezorgd dat er om de zoveel tijd een versterking uitgevoerd moet worden. De schorren en slikken verdwijnen langzamerhand door de indamming van de Oosterschelde. Omdat de dijkbekledingen gebiedsvreemd materiaal zijn, wordt er in bijlage 1; waardering van hard substraat dijkbekleding, gekeken naar het totaalbeeld met betrekking tot duurzaamheid.

Totaalbeeld: Rekening houdend met bovengenoemde factoren is een beoordelingstabel opgesteld. Deze staat aan het eind van bijlage 1; waardering van hard substraat dijkbekleding. Hierin is te zien welke dijkbekleding de voorkeur geniet. Aan iedere dijkbekleding is een score toegediend, per aspect, waarmee een totaalbeeld wordt gecreeërd. De technische en ecologische aspecten zijn samen beoordeeld. De kosten zijn als aparte factor opgenomen. In sommige gevallen wordt voor een duurdere, maar 'betere' oplossing gekozen. In de praktijk is dit afhankelijk van wat het afwegingsmodel van projectbureau Zeeweringen weergeeft. Naar duurzaamheid wordt een aparte studie verricht.

6. Alternatieven ter verrijking van de natuurwaarden

In dit hoofdstuk wordt er uitgelegd per dijkzone, welke mogelijkheden er zijn om de natuur op de dijk meer mogelijkheden te geven. Daarnaast worden er enkele pilots beschreven die onderdeel uitmaken van dit onderzoek.

Het doel hiervan is om met een kleine ingreep een positief effect te behalen, voor een betere ecologische situatie. Eco-engineering projecten zijn iets extra's bij de dijkversterkingen van projectbureau Zeeweringen. Een eco-engineering project hoeft niet altijd bestand te zijn tegen een storm die eens in de 4000 jaar voorkomt. Hierdoor zijn er meer mogelijkheden en kan er voor minder dure oplossingen gekozen worden.

6.1 Voorland

De Oosterschelde kent over de afgelopen eeuwen veel diversiteit in dijklichamen en grenzen van zee en land. Er zijn vele dijkvallen geweest en de restanten daarvan zijn nog goed te zien. De slikken en schorren in de Oosterschelde zijn onderdeel van een dynamisch proces van erosie en verzanding. Sinds de aanleg van de Oosterscheldekering in 1987 is er een vermindering in stroming gemeten in de Oosterschelde. Dit zorgt ervoor dat het zand uit de Noordzee, dat oorspronkelijk in de Oosterschelde terecht kwam, minder opgewerveld wordt. Hierdoor kunnen de slikken en schorren niet aanslibben maar alleen eroderen. Een gemiddelde van 2 á 3 cm per jaar aan erosie voor de slikplaten in de Oosterschelde is gemeten. Dit verschijnsel wordt de zandhonger van de Oosterschelde genoemd. Door Rijkswaterstaat Zeeland worden testen uitgevoerd om te bekijken hoe de zandhonger in de Oosterschelde geremd kan worden. Dit wordt gedaan om de natuurwaarden op de slikplaten te behouden. Op een droogvallende slikplaat kunnen vogels foerageren, maar als deze plaat geen lange droogvalduur kent is dit geen interessante foerageerplek voor vogels. Het vliegen naar de plaat om te foerageren kost de vogel dan meer energie, dan dat het voedsel aan energie oplevert.

Ter bescherming van de slikplaten in de Oosterschelde wordt er gekeken naar het vasthouden van zand doormiddel van oesterbanken en/of stenig materiaal. Platen, schorren en slikken kunnen tevens een bijdrage leveren aan de veiligheid tegen overstromingen. Dit komt door de golfremmende werking van een ondiep voorland.

Drempel opwerpen

Bij het verbeteren van dijktrajecten wordt er vaak dijkbekleding afgekeurd. In sommige gevallen wordt een deel van het oude dijklichaam (vaak zandige klei) afgekeurd. Dit materiaal wordt milieutechnisch gekeurd en afgevoerd. In het kader van de zandhonger worden er proeven uitgevoerd door zandhopen aan te brengen en te monitoren hoe dit materiaal zich beweegt, onder 'normale' omstandigheden. Zo wordt er in beeld gebracht waar en hoeveel zand er geplaatst kan worden om de erosie van platen, slikken en schorren te remmen. Bij dijktraject 6, Polder Schouwen, Weeversinlaag en Flauwersinlaag (2011) liggen 2 strekdammen met daartussen een gat dat door een dijkval in '53 is geslagen. Achter deze strekdammen ligt een slikplaat. Deze slikplaat is van 1999 t/m 2009 circa 25 cm in hoogte afgenomen (analyse van data Waterschap Scheldestromen) en valt nu vrijwel niet droog bij laagwater.

Er werd nagedacht om met oude dijkbekleding een drempel op te werpen en een zandige klei-suppletie uit te voeren ten behoeve van de zandhonger. Het is interessant om te zien of er zoutvegetatie gaat groeien op de suppletie van zandige klei en hoe dit lichaam van zandige klei zich gaat bewegen.

Er is met de Provincie Zeeland uitvoerig besproken welke varianten gewenst zijn. Figuur 6 is de gewenste variant geworden. De drempel dient uit grove stenen te bestaan. Dit biedt mogelijkheden voor kreeften om in te schuilen. De vissers die een visvak hebben voor deze drempel vinden dit idee positief.

Het zandige klei lichaam kan op verschillende locaties geplaatst worden. De meest gewenste monitoring van het zandige klei lichaam is, als deze over één brede strook wordt aangebracht. Uitvoeringstechnisch brengt dit geen problemen met zich mee. Er wordt aan de hand van dit plan, in het kader van zandhonger, een monitoringsprogramma uiteengezet. Zo wordt gemeten hoe dit lichaam van zandige klei zich verplaatst. In Figuur 6: Drempel en suppletie van zandige klei bij strekdammen voor Flaauwersinlaag, wordt duidelijk wat de situatie is bij laagwater, er staat circa 20 cm water op onder de getekende laag van zandige klei.

Rijkswaterstaat Zeeland zal de aanvraag van de vergunning doen, indien de mosselboeren die hier een perceel in de buurt hebben, geen problemen hebben met de aanleg. Een ecooloog van projectbureau Zeeweringen zal de passende beoordeling schrijven om de effecten van de ingreep in te schatten en eventuele mitigerende maatregelen aan te bevelen. Voor de mitigerende maatregelen kan de ecooloog verwijzen naar de herstelopgave (zie hoofdstuk 7, wetgeving).



Figuur 6: Drempel en suppletie van zandige klei bij strekdammen voor Flaauwersinlaag en foto van locatie voor zandige klei lichaam.

Er wordt eerst gecontroleerd bij de vissers en mosselboeren of er bezwaar is tegen de aanleg. Indien dit niet het geval is wordt er milieutechnisch gekeurd wat de kwaliteit is van het slik op locatie. Wettelijk is er bepaald dat er geen 'lage kwaliteit' grond bovenop 'hoge kwaliteit' slik geplaatst mag worden.

Vervolgens wordt de passende beoordeling geschreven en de vergunningaanvraag ingediend. Er worden in de contracten naar de aannemers 2 varianten opgenomen. Eén variant met drempel en suppletie van zandige klei en één plan met het oorspronkelijke bestek. Hierdoor kan het werk van projectbureau Zeeweringen altijd doorgaan en is het risico op vertraging geminimaliseerd.

6.2 Kreukelberm

De kreukelberm is bedoeld om de dijk stabiliteit te bieden. Een kreukelberm wordt in de praktijk in 2 lagen opgebouwd. Want bij een maatgevende storm mag een deel wegslaan, maar de teenconstructie moet beschermd blijven. Vanuit beheerdersoogpunt wordt een zware breuksteensortering als niet gewenst beschouwd. Dit heeft te maken met onderhoud, hoe zwaarder de breuksteen, hoe zwaarder materieel nodig is bij het repareren na een storm. Er wordt veelal gebruik gemaakt van een breuksteensortering van 10-60 kg of 40-200 kg. Er wordt dan een dubbele laagdikte van dezelfde steensortering gebruikt. Zie tabel 1; breuksteensortering en laagdikte voor een overzicht.

Tabel 1; Breuksteensortering en laagdikte

Breuksteensortering	± Laagdikte (in meters)
10-60 kg	0,6
40-200 kg	0,8
60-300 kg	1,0

In sommige gevallen wordt er een patroonpenetratie (raster van gietasfalt over de breuksteen) of vol en zatte penetratie van breuksteen met gietasfalt gebruikt. Deze constructie heeft hetzelfde doel als een zwaardere breuksteensortering. Een standaard kreukelberm is 3-5 m breed. 3 m breed bij belangrijke natuurwaarden in het voorland, rijk slik/schor, 5 m bij een standaard ontwerp. Mogelijkerwijs is hier speling in te vinden. Bij een 'niet interessant stuk' natuur als voorland zou er met meer vrijheid in deze afmetingen meer mogelijk zijn voor eco-engineering. Er vindt dan een opwaardering van dat gebied plaats.

Getijddepoulen: Een getijddepool is een gedeelte van de kreukelberm dat watervasthoudend is. In het verleden zijn deze waterdicht gemaakt doormiddel van gietasfalt. Zie Figuur 7; Getijddepool bij Koude en Kaarsepolder. Meer hierover in bijlage 5.



Figuur 7; Getijddepool bij Koude en Kaarsepolder

De getijdepoelen vervangen een monotoon stuk kreukelberm en bieden habitat aan enkele doelsoorten. In bijlage 2; Natura 2000 in de Oosterschelde, is een tabel ingevoegd die een overzicht geeft van enkele vogelsoorten die zouden kunnen foerageren in de getijdepoelen. Bij de kreukelberm zijn een aantal alternatieven te bedenken die een bijdrage kunnen leveren aan de natuurwaarde van de dijk.

Om een rijke dijk te creëren is het belangrijk dat er water vast gehouden wordt op de dijk. De kreukelberm valt, afhankelijk van de locatie gedurende een bepaalde tijd droog. Daarom is deze tijdens laag water vaak alleen interessant voor enkele schelpdieren en wieren. Indien er een getijdepoel aangelegd zou worden, wordt er een hele andere ecologische situatie gecreeërd.

In de praktijk is het voorland slijkgig materiaal, maar vaak vermengd met oude glooiing. De oude glooiing werd vroeger voorin de kreukelberm gestort ter bescherming van het voorland. Doordat dit puin er ligt is het moeilijk om iets onder de kreukelberm in de grond te slaan.



Figuur 8; Aanleggen van een kreukelberm

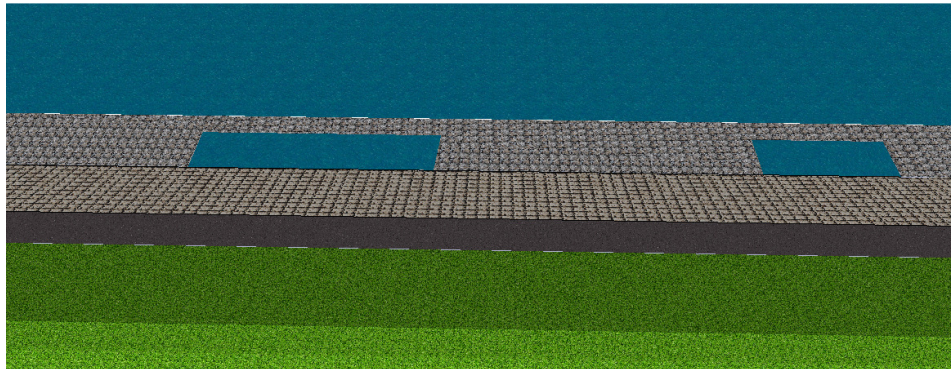
In een kreukelberm kan een getijdepoel gemaakt worden. Afhankelijk van de droogvalduur kan de efficiëntie van de getijdepoel bepaald worden. Hoe langer deze droogvalt, des te warmer het water wordt in de zomer. Indien deze maar kort droogvalt is de ingreep/effect verhouding klein.

Voor een kreukelberm waar asfalt in verwerkt wordt, kan er een getijdepoel gemaakt worden met een asfaltafverdichting. Verder zijn er kreukelbermen waarbij niet met asfalt gewerkt wordt. Hier is het gewenst om doormiddel van een andere constructie de kreukelberm waterdicht te maken. In bijlage 5 zijn varianten weergegeven die een beeld geven over hoe een kreukelberm waterdicht gemaakt kan worden.

Vanwege de kosten en de uitvoering is het niet mogelijk om de getijdepoelen overal toe te passen. Bij een stenig, natuurarm voorland is het mogelijk om de kreukelberm breder te maken dan de normale 5 m. In de varianten, genoemd in bijlage 5; getijdepoelen, wordt gekeken naar mogelijkheden om water vast te houden op de kreukelberm. Hierbij is gerekend met 7 m kreukelberm, om meer effect uit de getijdepoelen te halen. Vanuit de kruin gezien kunnen de getijdepoelen in de kreukelberm er zo uit komen te zien als weergegeven in Figuur 9; Schets van kreukelberm met getijdepoelen. De grootte is per locatie nader te bepalen. De kreukelberm loopt met het voorland mee. En ligt dus vrijwel nooit horizontaal.

Een locatie is geschikt voor getijdepoelen als:

- ❖ Er geen rijk voorland, slik/schor aanwezig is.
- ❖ Er geen schor als voorland, in verband met mogelijke verzanding (gewenste hoogte circa NAP +0,5 m)
- ❖ Er mogelijk veel toeristen komen die gebruik maken van deze locatie. Dit is voor de recreatieve functie van belang, maar niet noodzakelijk. Indien er geen/weinig toeristen komen kunnen er vaker vogels foerageren.
- ❖ Op een locatie ligt waar op dit moment de natuur niet erg rijk is (bijvoorbeeld geen grote wierplakken)



Figuur 9; Schets van kreukelberm met getijdepoelen

De afmetingen van de getijdepoelen dienen per locatie/dijktraject bekeken te worden. Hoeveel toegevoegde waarde, draagvlak en geld er is, is bepalend voor de mogelijkheden.

De monitoring van kreukelbermen met getijdepoelen is erg belangrijk. In bijlage 5 wordt een samenvatting gegeven van de monitoring van de Koude en Kaarsepolder. Het is belangrijk om de aanleg en de effecten te monitoren, om een kosten/batenanalyse te kunnen maken. Hier komen de technische uitvoerbaarheid en de ecologische omstandigheden samen. Getijdepoelen zijn een voorbeeld van eco-engineering, maar er zijn meer varianten te bedenken.

6.3 Ondertafel

Binnen de bestaande bekledingen zijn enkele varianten te bedenken. De vorm van de bekleding is doorgerekend en daar zal niet op korte termijn veel variatie in te vinden zijn. Tijdens de productie van het materiaal is er wel een mogelijke winst te behalen. In paragraaf 6.3.2 worden een aantal proefvakken weergegeven, bij elastocoast is er ook qua vorm speling.

In paragraaf 6.3.5 zijn er varianten gegeven per type dijkbekleding die de ondertafel zouden kunnen verrijken. Hier is rekening gehouden met 3 verschillende ecologische situaties. Een rijke wervevegetatie, een arme wervevegetatie (waar schelpdieren meer kans krijgen) en een pelvetie-gemeenschap. Over pelvetia (groefwier) wordt in paragraaf 6.3.1 meer verteld.

6.3.1 Pilot-project, alternatieve ecotoppen

Op de ondertafel zijn een aantal alternatieven te bedenken op basis van bestaande bekledingen.

Het belangrijkste bij deze alternatieven is dat ze uitvoerbaar, betaalbaar en te beheren zijn (visuele lokalisatie van schade aan dijkbekleding). Projectbureau Zeeweringen brengt een plan op de markt en aannemers schrijven zich hiervoor in. Aannemers komen in sommige gevallen met eigen inbreng. Hier stelt Rijkswaterstaat eisen aan de ontwerpen, duurzaamheid, uitvoering en de kosten.

Alternatieve ecotoppen

Haringman betonwaren is, in samenwerking met projectbureau Zeeweringen, op zoek naar een gelijkwaardige ecotoplaag die niet doormiddel van een extra handeling geproduceerd hoeft te worden. Een vierkante meter betonzuilen kan in circa 30 seconden worden geproduceerd. Het productieproces gaat als volgt:

- ❖ Houten plaat komt onder stortbak
- ❖ Mal wordt op houten plaat geplaatst
- ❖ De mal wordt voor de helft gevuld met beton
- ❖ De plaat wordt getrild
- ❖ De mal wordt volgestort met beton
- ❖ Er wordt afgetrild met een stempel. De stempel heeft de vorm van het typerende haringman hydroblock, zoals afgebeeld in figuur 10.
- ❖ Vervolgens worden de betonzuilen 2 dagen in de droogkamer gezet, gekeurd en na circa 2 weken kunnen deze naar de locatie gebracht worden.

De productie van de betonzuilen is locatieafhankelijk, op zwaar aangevallen locaties komen zware betonzuilen. Bijvoorbeeld 45 cm hoog, met een soortelijk gewicht van 2,6 kg per m³.

Huidige betonzuilen (haringman hydroblock):



Figuur 10; Haringman hydroblock

Huidige betonzuilen met eco toplaag van uitgewassen lavasteen:



Figuur 11; Haringman hydroblock met ecotoplaag van uitgewassen lavasteen (ECO-zuil)

Proefvlak met alternatieve ecotop

Bij de huidige ecotoppen wordt er na het productieproces nog een laag lavasteen op gestrooid ten behoeve van de aanhechting van de wieren op locatie. Dit afstrooien met lavasteen gebeurt in de fabriek, maar is een extra handeling. Er wordt gekeken of er een alternatieve ecotop mogelijk is die ook goede ecologische resultaten boekt, maar waarbij geen extra handeling in de fabriek noodzakelijk is.

Kuil ecotop

In bijlage 8; Ecotoppen, is weergegeven hoe tot het ontwerp van deze kuil ecotop is gekomen.

Omdat het productieproces snel gaat, is er gekeken naar de mogelijkheden binnen de vorm en wijze van produceren. Voor de nieuwe ecotop is een stempel ontwikkeld dat een kuil perst in de betonzuil tijdens de productie. zie Figuur 12; Betonzuilen met kuil-ecotop en stempel Er zijn 8 zuilen met een 2 cm diepe kuil en er zijn 8 kuilen met een 4 cm diepe kuil. Alle kuilen hebben een diameter van 10 cm.

De locatie van de kuil ecotoppen is in bijlage 9 weergegeven.



Figuur 12; Betonzuilen met kuil-ecotop en stempel

Van deze kuil-ecotop wordt 150 m² geproduceerd en deze nieuwe zuilen worden tussen 'normale' eco-zuilen geplaatst, om te kijken wat het effect is. De locatie van deze zuilen is de haven van Wemeldinge. Zie Figuur 14: Eco-engineering in de Stormesandepolder.

Basaltsplit ecotop

Omdat er op het dijktraject van Stormesandepolder, net onder GHW, het zeldzame groefwier voorkomt is het vanuit ecologisch oogpunt gewenst deze soort weer terug te laten komen. De basalt waar deze soort op voorkomt wordt hergebruikt in de asfaltverlaging en in de kreukelberm. Deze zones zijn niet geschikt voor het groefwier. Daarom is gezocht naar een alternatief voor het habitat van het groefwier. Net onder GHW worden betonzuilen geplaatst, ter vervanging van de basalt. Het is mogelijk om met basaltsplit (2-4 cm basaltsnippers) een ecotop te produceren op de betonzuilen. Zie Figuur 13; basaltsplit ecotop. Deze basaltsplit toplaag dient als ondergrond voor het groefwier. Hier wordt 120 m² geproduceerd als proefvlak.



Figuur 13; basaltsplit ecotop

Monitoring

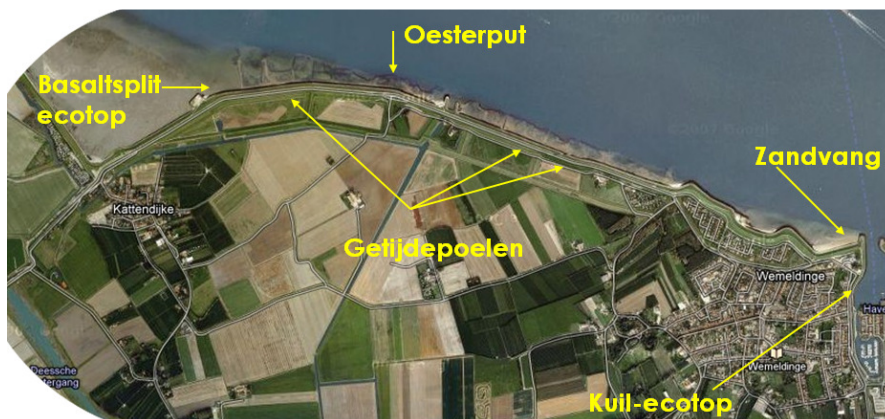
Voor het toetsen van het effect in aangroei is het belangrijk dat er monitoring plaatsvindt. In het zomerseizoen groeien de meeste organismen, waarmee het effect van de kuil ecotop duidelijk te zien zal zijn. Voor de basaltplit ecotop is het niet noodzakelijk om in de zomer te monitoren, aangezien het groefwier het hele

jaar door groeit. Het is gewenst om bij rustige, zonnige omstandigheden te monitoren, maar ook net na een stormvloed, om te zien wat het effect is. Mogelijk blijven de organismen beter zitten op de uitgewassen lavasteen ecotop.

Vormen van eco-engineering in de stormesandepolder:

De locatie is het dijktraject Stormesandepolder, Polder Breede Watering. Het opknappen van een oude oesterput (aanbrengen stenig materiaal ten behoeve van oestegroei). Het aanbrengen van een zandlichaam ten behoeve van recreatie (verzoek en betaald door gemeente Wemeldinge). Getijdpoelen ten behoeve van onderwaterleven op de kreukelberm. De 2 proefvakken met alternatieve ecotoppen.

Er zijn hier verschillende vormen van eco-engineering toegepast. Dit dijktraject leende zich daarvoor. Er zijn Haringman hydroblocks geplaatst, daardoor was het makkelijk om proefvakken met hydroblocks er tussen te plaatsen. Er lag een oesterput in het voorland, die opgeknapt is ten behoeve van cultuur- en natuurhistorische waarden. De getijdpoelen zijn geplaatst ten behoeve van de onderwaternatuur en de recreatieve functie die deze kunnen vervullen. Zie Figuur 14: Eco-engineering in de Stormesandepolder.



Figuur 14: Eco-engineering in de Stormesandepolder

6.3.2 Bestaande proefvakken

Dijktuin Tholen:

Dit is een experiment geweest met verschillende materialen, waarop verschillende aangroei is aangetroffen. Dit dijktuin-experiment is tegenwoordig niet meer terug te vinden. Vanwege de onvoldoende sterkte van de dijkbekleding is het dijkvak versterkt. De volgende vakken waren aanwezig:

- ❖ Vak 1: breuksteen 10/60, gepenetreerd met open colloïdaal beton;
- ❖ vak 2: Vilvoordse kalksteen in schanskorven/bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met open colloïdaal beton;
- ❖ vak 3: Vilvoordse kalksteen, traditioneel gezet/bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met dicht colloïdaal beton;
- ❖ vak 4: Vilvoordse kalksteen, gepenetreerd met dicht colloïdaal beton/bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met dicht colloïdaal beton;
- ❖ vak 5: Basalton;
- ❖ vak 6: Basalton met een toplaag van basaltsplit;
- ❖ vak 7: basalt;
- ❖ vak 8: Haringmanblokken;
- ❖ vak 9: Armoflexblokken in een verticaal transect is een zevental rode blokken opgenomen;
- ❖ vak 10: open colloïdaal betonplaat.

In bijlage 7 zijn foto's weergegeven van de dijkbekledingen die bij dijktuin Tholen zijn neergelegd.

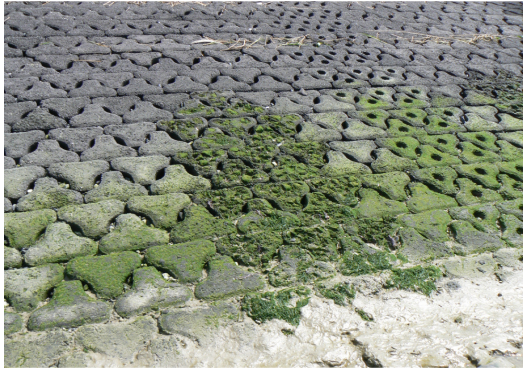
De monitoring concludeert het volgende:

Tussen de vakken onderling waren er verschillen.

Vooraf op de substraten beton-gepenetreerde breuksteen (vak 1), Vilvoordsekalksteen in schanskorven (vak 2) en Vilvoordse kalksteen (vak 3) verliep de successie gunstig. Op de tweede plaats staan de substraten Basalton (vak 6) en Armoflexblokken (vak 9), waar de ontwikkeling van Blaaswier gunstig verliep. Een trage successie was te constateren op de substraten beton-gepenetreerde Vilvoordse kalksteen (vak 4) en Basalton met een toplaag van basaltsplit (8mm groot) (vak 5), terwijl de plaat van open colloïdaal beton (vak 10) de kroon spande in negatief opzicht.

C-fix ecotoppen:

Een proef bij Ellewoutsdijk, hier is C-fix getest met verschillende ecotoppen. Duidelijk is te zien dat de kuil-ecotop en de lavasteen-ecotop beter begroeid zijn dan de omliggende C-fix blokken. Zie Figuur 15: Proefvlak C-fix ecotoppen bij Ellewoutsdijk



Figuur 15: Proefvlak C-fix ecotoppen bij Ellewoutsdijk

Elastocoast:

Elastocoast is een merknaam voor gelijmde steenslag. Op de zuidbout is een experiment uitgevoerd door de begroeiing van elastocoast te monitoren. Het proefvlak is aangelegd om zowel technisch als ecologisch te monitoren. Technisch is er geconcludeerd dat de aanleg gemakkelijk gaat. Er is een proef uitgevoerd met betrekking tot de aangroei. Zie Figuur 16; proefvakken elastocoast. Hier is een deel met zand afgestrooid. Opvallend was dat de met zand bestrooide gelijmde steenslag minder goed begroeide dan de 'kale' elastocoast. De diversiteit aan begroeiing op elastocoast is niet groot, maar door successie misschien wel mogelijk.

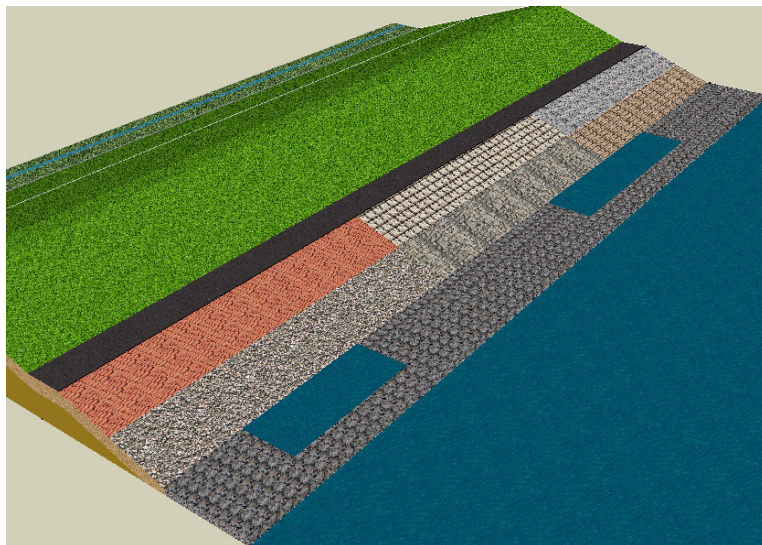


Figuur 16; proefvakken elastocoast

6.3.3 Diversiteit aan dijkbekleding, cultuurhistorie

Een aantal verschillende soorten aan dijkbekleding op hetzelfde dijktraject zou diversiteit opleveren aan levensgemeenschappen. Dit gebeurde ook tot de jaren 1970 toen de dijken werden verstevigd. Er kwamen allerlei soorten natuurstenen voor, waarop diverse soorten voorkwamen. Deze soorten leven nog steeds in de Oosterschelde. Maar bij een monotoon stuk dijkbekleding, wordt er vaak ruimte gegeven aan enkele soorten. Bij diversiteit aan dijkbekleding worden er mogelijk meer habitats gecreeërd. De dijkwerken van projectbureau Zeeweringen zouden meer de focus kunnen leggen op diversiteit binnen dijkwerken. Zie Figuur 17; Diversiteit aan dijkbekleding en in de kreukelberm. Voor een voorbeeld van een dwarsprofiel van een dijkdoorsnede, zie bijlage 4; voorbeeld dwarsdoorsnede dijkprofiel.

Projectbureau Zeeweringen gaat er van uit dat de dijkbekleding minstens 50 jaar blijft liggen. Het zou dan een winst zijn om hier mogelijkheden voor biodiversiteit te creeëren. De lengte van deze dijkbekleding dient significant te zijn. Stroken van circa 300 m zijn uitvoerbaar en brengen technisch weinig moeilijkheden met zich mee. Met deze grootte is er toch een diversiteit. De dijktrajecten zijn vaak enkele kilometers lang. Verschillende dijkbekledingen bij verschillende situaties kunnen biodiversiteit opleveren. Factoren als ligging ten opzichte van de zon, diepte van het voorland en de golfbelasting zijn enkele voorbeelden die bepalen welke natuur er op dijken voor kan komen. Bijvoorbeeld betonzuilen met een ecotop kunnen een ander resultaat opleveren bij een zuidhelling dan bij een noordhelling. Op deze manier is er veel mogelijk. Er dient goed naar gekeken te worden en monitoring uitgevoerd te worden.



Figuur 17; Diversiteit aan dijkbekleding en in de kreukelberm
 Ondertafel v.l.n.r.; gelijkde steenslag, petit graniet, ecotop-hydroblocks
 Bovenafel v.l.n.r.; Polygoonzuilen, hydroblocks, basaltzuilen
 Kreukelberm; getijdepoelen

6.3.4 Zandig lichaam ter bescherming van de dijk

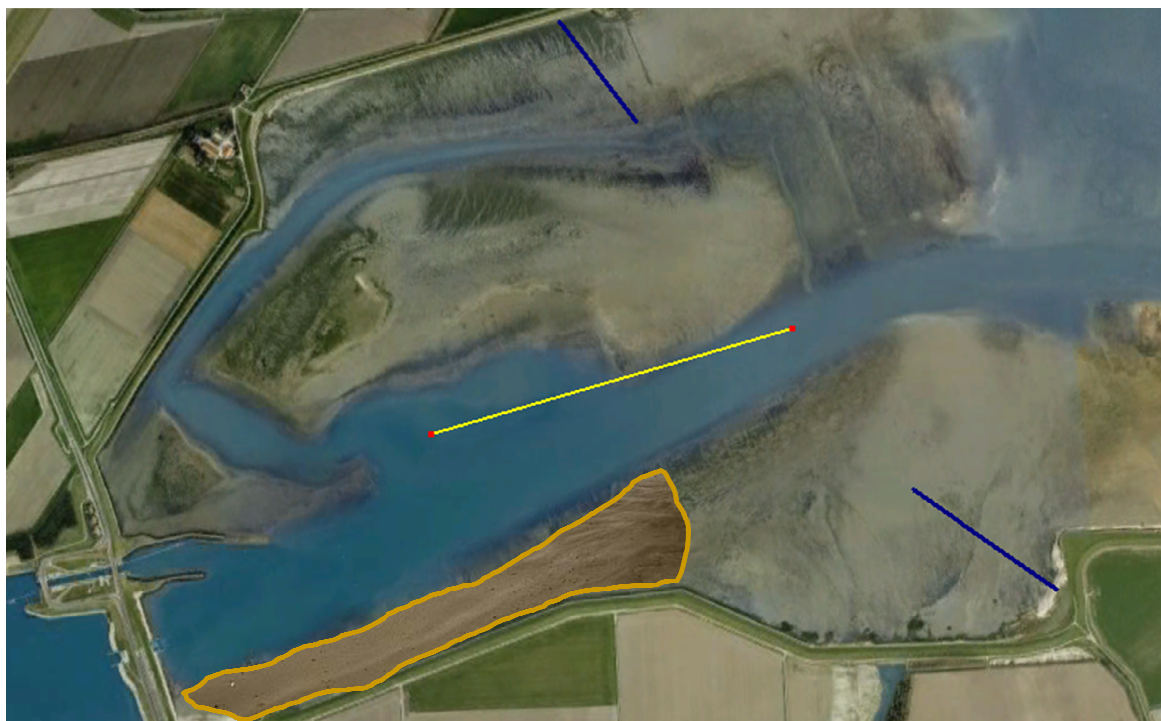
Op sommige locaties ligt een hoog voorland, dit kan schor, slik of zand zijn. Projectbureau Zeeweringen toetst de dijken op veiligheid. Veelal wordt de dijkbekleding afgekeurd en is de kreukelberm te licht. Zandsuppleties op en voor een dijk ter bescherming van het dijklichaam kan een alternatief voor de huidige wijze van versterken zijn. In het kader van de zandhonger in de Oosterschelde zouden er met een dergelijk zandlichaam ook slikplaten 'gevoed' kunnen worden. De erosie ten gevolge van de zandhonger is grofweg op elke slikplaat 2 tot 3 cm per jaar. Indien er zand voor een dijklichaam getransporteerd wordt door de zee en zo afgezet wordt op de slikplaten, beperkt dit de erosie van de slikplaten.

Voorwaarden voor een zandig lichaam ter bescherming van de dijk zijn:

- ❖ Er is geen belangrijke natuurwaarde op de locatie. (Bij figuur 18 is enkel een oude aanlegsteiger, maar deze biedt bij de suppletie geen problemen)
- ❖ Er vindt recreatie plaats op het aanwezige strand (meervoudig gebruik van het zandlichaam)
- ❖ De hoeveelheid zand die gesuppleerd dient te worden is niet buiten proportioneel (vernietigd/verstoord de omgeving niet of nauwelijks) en zal daardoor niet teveel kosten.

Mogelijke locaties voor een zandig lichaam ter bescherming van de dijk zijn: Figuur 18; Mogelijke zandsuppletie bij Wilhelminapolder en Figuur 19; Mogelijke zandsuppletie bij Mariapolder.

1. Dijktraject 52: Wilhelminapolder, Zandkreekdijk, Jonkvrouw Annapolder, Katspolder 5,25 km lang, uitvoering in 2014



Figuur 18; Mogelijke zandsuppletie bij Wilhelminapolder
De gele lijn is 1 km lang. De blauwe lijnen bakenen het dijktraject af. De oranje lijn is het mogelijke zandlichaam.

Er is veel recreatie op deze locatie en strand is al aanwezig. Met deze informatie wordt verwacht dat er draagvlak is voor een zandsuppletie bij dijkgebruikers. Projectbureau Zeeweringen zou normaliter alleen de dijk versterken, waarbij de kreukelberm en de ondertafel vaak onvoldoende sterk uit de toetsing komen. Een zandlichaam als alternatief voor het aanpakken van de kreukelberm en de ondertafel zou meerdere doelen dienen.

De doelstellingen van een mogelijke zandsuppletie voor een dijk:

- ❖ Projectbureau Zeeweringen hoeft de kreukelberm en de ondertafel niet te versterken.
- ❖ De zandhonger wordt geremd, door erosie van dit zandlichaam worden achterliggende slikplaten 'gevoed', en wordt de erosie van deze slikplaten geremd.
- ❖ Het zandlichaam zou als rustgebied en hoogwatervluchtplaats kunnen dienen voor vogels. Tevens zou er een groter intergetijdegebied komen, waar vogels kunnen foerageren bij eb.
- ❖ De recreatie is gebaat bij een groter strand.

Locatie; zuidzijde veerse doorlaatdam.

De zandsuppletie zou elke 5, 10 of 20 jaar uitgevoerd kunnen worden, afhankelijk van waar er meer draagvlak voor is, welke partijen meebetalen en hoeveel geld er beschikbaar voor is. Indien de zandsuppleties door meerdere partijen 'gedragen' worden, levert dit ook een kostenverdeling op die gunstig zou zijn voor alle partijen. Voor bungalowpark de Roompot ligt een strand. Hier geldt hetzelfde als bij locatie 1, verschillende partijen zouden gebaat zijn bij een dergelijk zandlichaam. In overeenstemming met camping de Roompot zou hier tot een ontwerp gekomen kunnen worden, waarbij ook over de kosten gepraat kan worden.

2. Dijktraject 58: Maria-, Anna Friso- en Jacobapolder, incl. Sophiahaven en Roompot 4,40 km lang, uitvoering in 2015



Figuur 19; Mogelijke zandsuppletie bij Mariapolder

6.3.5 Eco-engineering op de ondertafel

Als advies voor de dijkbekledingen die toegepast kunnen worden zijn onderstaande varianten ontworpen. Er wordt onderscheid gemaakt in een rijke wiervegetatie, weinig wiervegetatie en een groefwiergemeenschap.

Tabel 2; eco-engineering op de ondertafel

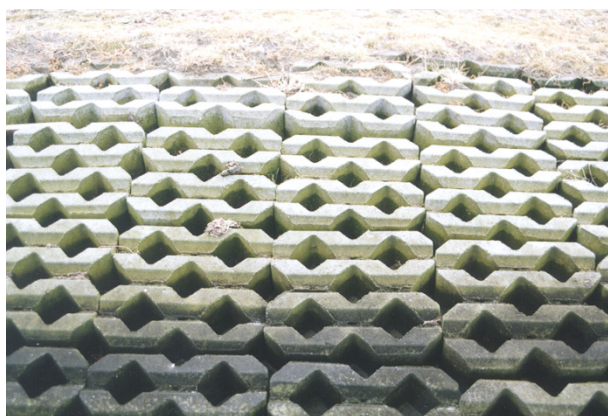
Eco-engineering op dijktraject niveau met hard substraat dijkbekleding			
Ecologische situatie en kansen	Rijke wiervegetatie (allerlei wiersoorten en zeepokken)	Weinig wieren, mogelijk andere organismen (schelpdieren en anemonen)	Groefwier, <i>Pelvetia</i> -gemeenschap (alleen op basalt)
Dijkbekleding ondertafel (tot GHW)			
Asfalt	Afstrooien met lavasteen (schone koppen)	Schone koppen (breuksteen erin verwerken en toplaag schoon laten)	Afstrooien met basaltzuilen / basaltsplit
Breksteen	Goed	Goed	Mengen met basaltzuilen
Breksteen met asfalt	Schone koppen, afstrooien met lavasteen	Schone koppen, toplaag breuksteen schoonlaten	Afstrooien met basaltzuilen
Herzette blokken	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Geen oplossing
Herzette basalt	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Goed
Betonzuilen en alternatieve betonsoorten	Ecotoppen met lavasteen (van kreukelberm tot GHW)	Kuil ecotoppen	Ecotoppen met basalt toplaag (net onder GHW)
Herzette natuursteen	Goed	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Geen oplossing
Herzette koperslakblokken	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Geen oplossing
Gelijmde steenslag (PU)	Naar verwachting goed (intern rapport Arcadis)	Zware breuksteen van kreukelberm doortrekken op ondertafel	Afstrooien met basaltsplit

6.4 Bovenafel

De diversiteit aan natte ecologie op de bovenafel is zeer beperkt. De bovenafel ligt boven GHW en ligt daardoor alleen bij springtij en stormvloed onder water. Er kan hier zoutvegetatie groeien, maar dit is sterk afhankelijk van de ligging van de dijk. De zonuren en maatgevende windrichting spelen hierbij een rol. Tevens zijn de aangroemogelijkheden op de dijkbekleding van belang. Van belang voor het groeien van zoutplanten zijn de open ruimten. Een dichte constructie is hier niet gewenst vanuit ecologisch oogpunt. De beheerder wil echter geen open constructie in verband met mogelijke uitspoeling van de onderlaag, bij stormachtige omstandigheden. Betonzuilen zouden voldoende mogelijkheden moeten bieden voor de aangroei van vegetatie. Afstrooiing met grond is op betonzuilen hiermee ook mogelijk.

6.5 Berm

De berm is de strook waarover, tijdens het werk, de machines rijden. Indien het werk voltooid is kan er gefietst en/of gewandeld worden. In sommige situaties is autoverkeer mogelijk. De betredingsmogelijkheid is afhankelijk van de gewenstheid. De gewenstheid wordt mede bepaald door Waterschap Scheldestromen en heeft vaak te maken met het voorland waar vogels broeden/foerageren. Bij een hoogwaardig voorland is het waarschijnlijk dat de dijk niet betreden mag worden. Indien er geen betreding van de dijk gewenst is, kan er open steenasfalt gebruikt worden, hierbij zou een afstrooiing van grond plaats kunnen vinden waarop vegetatie kan groeien. Enkele decennia geleden werd er met doorgroeistenen gewerkt, zie Figuur 20; doorgroeiblokken. Tijdens maatgevende omstandigheden komt het water zo hoog dat dit de berm bereikt en de grond onder de doorgroeistenen weg kan spoelen. Dit kan de stabiliteit van de dijk in gevaar brengen waardoor deze stenen niet gewenst zijn. Dit is de reden dat er weinig speling in de berm mogelijk is. Mogelijk zouden betonzuilen geschikt zijn.



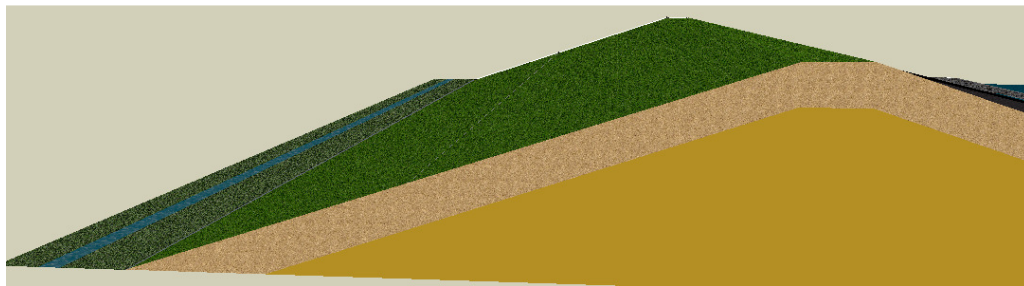
Figuur 20; doorgroeiblokken

6.6 Bovenbeloop en kruin

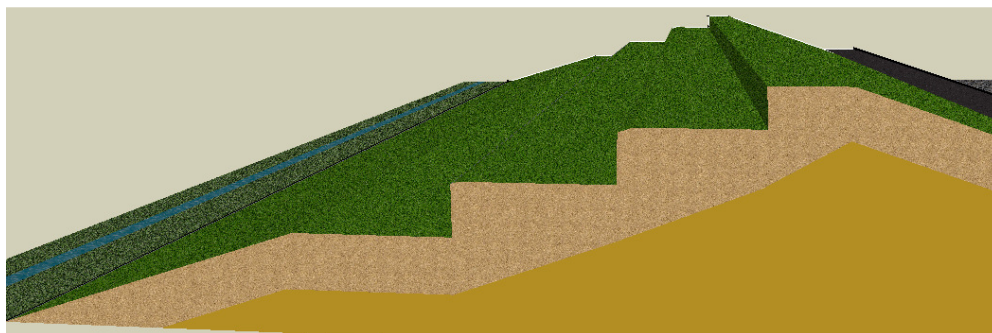
Het bovenbeloop is meestal begroeid met gras. Waterschap Scheldestromen verpacht de dijken aan boeren, zij laten hun schapen op het bovenbeloop grazen. Hierdoor is er een natuurlijk beheer van de vegetatie en wordt er gebruik gemaakt van het bovenbeloop.

6.7 Binnenbeloop van de dijk

Op het binnenbeloop van de dijk groeit veelal gras. Van deze zone wordt weinig gebruik gemaakt en hier liggen mogelijkheden. Zie Figuur 21; Schematische tekening van een dijkdoorsnede voor een normale dijkdoorsnede. Als alternatief valt te denken aan een terrasvormige dijk, zie Figuur 22; Schematische tekening van een terrasvormige dijkdoorsnede. Op de vlakke stukken kan zich andere andere vegetatie ontwikkelen, dit zou broedplaatsen voor vogels kunnen bieden. Door deze trapvormige manier van een binnenbeloop te creëren wordt er een ander habitat geschapen. Verschillende vochtigheidsgradiënten, schaduw en flauwere helling zijn bepalend voor de vegetatie die zich daar kan ontwikkelen. Belangrijk hierbij is dat er geen intensieve schapen begrazing als beheer wordt toegepast, want dan is het effect van de successie niet zo groot.



Figuur 21; Schematische tekening van een dijkdoorsnede



Figuur 22; Schematische tekening van een terrasvormige dijkdoorsnede

7. Wetgeving

In het Natura 2000 gebied de Oosterschelde zijn binnen het beïnvloedingsgebied van de werkzaamheden aan dijktrajecten vijf categorieën specifieke instandhoudingsdoelen te onderscheiden. Habitattypen, habitatrictlijnsoorten, broedvogelsoorten, niet-broedvogelsoorten en de 'oude doelen' voor de Oosterschelde. Zie bijlage 2; Natura 2000 in de Oosterschelde voor een gedetailleerde omschrijving.

De begroeiing op dijkbekleding is voornamelijk wervegetatie en schelpdier-gemeenschappen. Deze vallen onder de 'oude doelen'. De soorten die in de 'oude doelen' zijn opgenomen vallen niet onder de habitatrictlijnsoorten. Hiermee zijn deze minder onder de aandacht gebracht van de ecologische instandhoudingsdoelen en kennen daardoor een minder hoge waarde.

Vanwege het werken in het Natura 2000 gebied, de Oosterschelde, wordt er door ecologen op toegezien, welke ingrepen welk effect hebben. Er wordt per dijktraject een passende beoordeling geschreven door een ecooloog.

Ecologische herstelmaatregelen zijn nodig, omdat er natuur wordt verstoord. De Oosterschelde is een belangrijk gebied voor vele vogelsoorten. Deze vogelsoorten broeden en foerageren in het Oosterschelde gebied. Het werkgebied van projectbureau Zeeeringen is vaak bewoond door vogels, hier wordt rekening mee gehouden. De zeeeringen in de Oosterschelde zullen soms een teenverschuiving (verbreding van het dijklichaam richting Oosterschelde) krijgen, daarom zijn mitigerende maatregelen getroffen. Een voorbeeld daarvan is de inlaag bij Bruinisse, deze wordt met ecologische doelstellingen 'verbouwd' ten behoeve van de ecologie. Hier staan de doelsoorten (voornamelijk vogels en zoutplanten) centraal. Zie Figuur 23; Herstelopgave, verbeteren inlaag Bruinisse.

De volgende vragen zijn aan Provincie Zeeland voorgelegd:

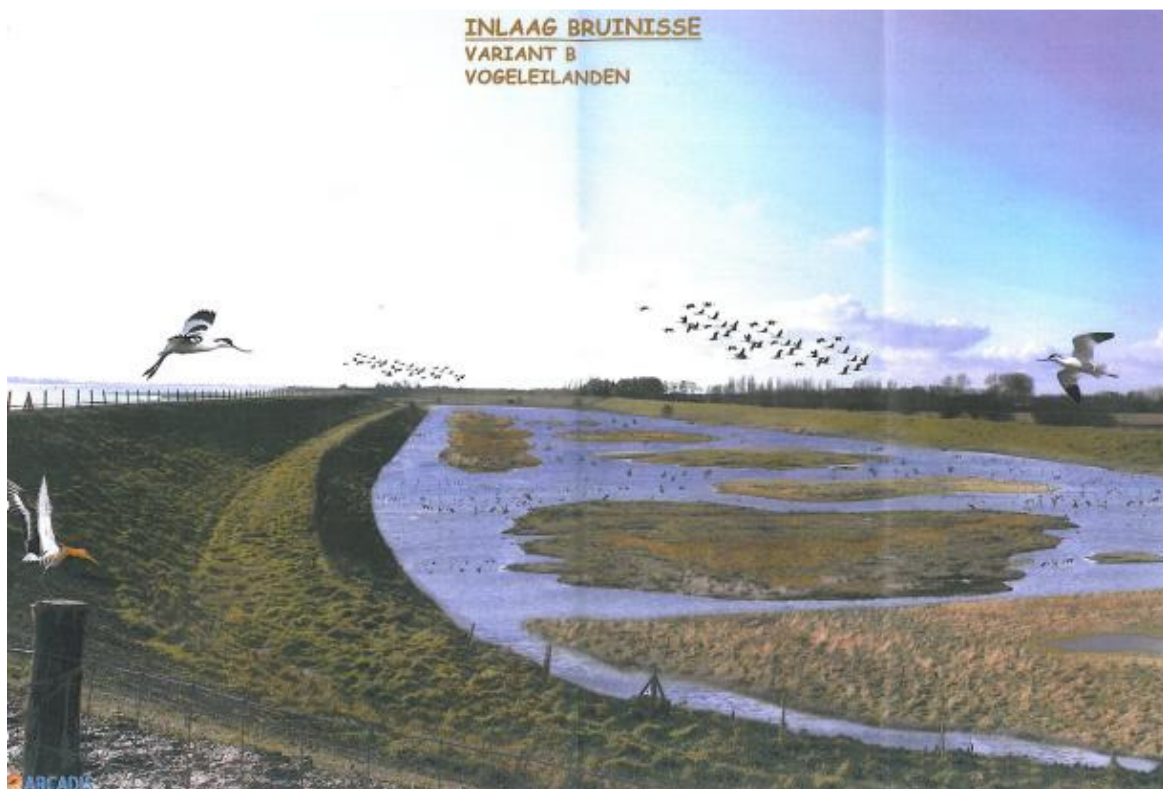
- ❖ Is het mogelijk om doormiddel van Rijke Dijk projecten (Eco-engineering) de natuur in de Oosterschelde, op hard-substraat, mogelijkheden te geven zodat deze waarden als herstel zouden kunnen dienen?
- ❖ Is het mogelijk dat er een teenverschuiving landwaarts optreedt, zodat er oppervlakte wordt teruggegeven aan de Oosterschelde, waarmee habitattype 1160 zich daar kan ontwikkelen?

Provincie Zeeland:

- ❖ We zien eigenlijk geen mogelijkheden om binnen habitattype 1160 zodanige mitigerende maatregelen te nemen dat van een herstelopgave geen sprake meer is. Het 'hardste' substraat dat in habitattype 1160 genoemd wordt zijn schelpenbanken. De waarden van de Zeeuwse rotskust zitten dus alleen in de zogenaamde 'oude doelen'. Met een project rijke dijk wordt dus alleen aan verbetering van de waarden van de 'oude doelen' gewerkt en niet aan verbetering van habitattype 1160.
- ❖ Het landwaarts verplaatsen van de teen van de dijk om het oppervlakteverlies van teenverschuiving op te heffen lijkt in principe mogelijk. Het is echter wel een hele dure en omslachtige uitvoering van een herstelopgave.

De Rijke Dijke projecten worden als positief project beschouwd door het bevoegd gezag. Toch kan hier moeilijk een hoge waardering aan gegeven worden, gezien het feit dat het de 'oude doelen' van de Natura 2000 dient.

In bijlage 2 wordt getoond welke vogelsoorten mogelijk kunnen foerageren in getijdepoelen, naast de doelsoorten in de 'oude doelen'. Deze vogelsoorten zijn onderdeel van de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000. Deze vogelsoorten zijn hoger gewaardeerd in de Natura 2000 wetgeving en bieden daardoor meer kansen voor eco-engineering, bijvoorbeeld voor getijdepoelen. Bij het ontwerpen van de getijdepoelen is uitgegaan van een kreukelberm van 7 m breedte. Dit is gedaan om het effect van de getijdepoel groter te maken. De werkstrook van projectbureau Zeeeringen is 15 m. In overleg met de Provincie Zeeland zou er gekozen kunnen worden voor een 7 m brede kreukelberm. Als doel voor een deel de 'oude doelen', maar ook de vogelsoorten. In de tabel in bijlage 2 wordt laten zien welke vogels een negatieve trend kennen in de Oosterschelde. Dit zou omgezet kunnen worden in een positieve trend door het toepassen van getijdepoelen.



Figuur 23; Herstelopgave, verbeteren inlaag Bruinisse

8. Conclusie

Er is inmiddels veel bekend over de dijkbekledingen die gebruikt worden door projectbureau Zeeweringen. De technische toepasbaarheid en de ecologische waardering verschilt per dijkbekleding. De duurzaamheid van dijkbekledingen wordt in kaart gebracht. Per locatie is de waardering van dijkbekledingen verder te verdiepen.

Het dijklichaam in de Oosterschelde kent weinig variatie, maar er zijn mogelijkheden. Getijdepoelen en een zandig lichaam ter bescherming van de dijk zijn enkele voorbeelden van variatie in de vormgeving in de dijk.

Alleen bij een niet-waardevol stuk voorland kan er een uitbreiding van de kreukelberm plaatsvinden. Dit is locatie afhankelijk en dient nauwkeurig met Provincie Zeeland besproken te worden. In dit rapport is aan de orde gekomen dat er vogelsoorten zijn die een negatieve trend kennen in de Oosterschelde. Doormiddel van het toepassen van getijdepoelen zou hier een positieve draai aan gegeven kunnen worden. Mogelijk is er dan ook meer draagvlak bij de Provincie Zeeland om een bredere kreukelberm met getijdepoel aan te leggen. De doelsoorten zijn dan niet alleen de 'oude doelen', maar ook vogelsoorten. Monitoring is iets waar op gelet wordt, maar nog niet genoeg uitgevoerd. We weten nog te weinig van abiotische factoren als zonlicht en windrichting. Deze zijn mede bepalend voor de successie op dijken. Dit heeft betrekking op levensgemeenschappen, maar ook (zoutminnende) planten.

Eco-engineering toepassen binnen en buiten de scope van projectbureau Zeeweringen krijgt meer aandacht. Mogelijk kan er ook verder gekeken worden naar ondiepe voorlanden ter remming van de golven. Het zandige lichaam is hier een voorbeeld van.

De aspecten die van belang zijn bij dijkversterkingen, uitgevoerd door projectbureau Zeeweringen zijn:

❖ Veiligheid:

De veiligheid staat voorop. De dijkbekleding dient veilig te zijn tegen een storm die eens in de 4000 jaar voorkomt. Ook dient de dijkbekleding zo lang mogelijk in stand te blijven en door de jaren zo weinig mogelijk schade op te lopen.

❖ Natuurwaarden:

De dijkbekleding dient het liefst zoveel mogelijk te voldoen aan de criteria die opgesteld zijn ten behoeve van de ecologische mogelijkheden. De criteria zijn: Watervasthoudend vermogen, de vorm, de ruwheid, de kleur en de manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding). Verdere mogelijkheden voor opwaardering van de dijken ten behoeve van de natuur is diversiteit aan vormen en materialen kunnen in acht genomen worden, mits technisch uitvoerbaar. Zo zijn er geen lange stroken met monotone dijkbekleding, maar kortere stroken met diverse materialen.

❖ Techniek:

De dijkbekleding moet te plaatsen zijn binnen een niet al te lange tijd en met niet al te zwaar materieel. Mocht er schade zijn, dan moet Waterschap Scheldestromen dit kunnen repareren, geld (materieel) is hierbij van belang.

❖ Duurzaamheid:

Duurzaamheid is iets wat bij projectbureau Zeeweringen in ontwikkeling is. Met Dubocalc is projectbureau Zeeweringen duurzamer dijken aan het versterken. Er wordt echter nog te weinig gekeken naar herkomst van materialen en het effect op de omgeving waar het vandaan komt. De ingrepen in de Oosterschelde vallen per dijktraject, wettelijk gezien, mee. Toch is het mogelijk om kritisch te kijken naar het gebruik van het materieel, bijvoorbeeld machines op biogas, waterstof of biodiesel.

❖ Geld:

Waar rekening mee gehouden moet worden zijn de kosten. Sommige partijen willen een standaard integratie van getijdpoelen met veel asfalt in de kreukelbermen. Dit is echter niet altijd gewenst (qua kosten en uitvoering). In dit rapport is er daarom ook gekeken naar varianten op de huidige getijdpoel, (breuksteen vol en zat gepenetreerd met asfalt). Deze varianten zijn technisch uitvoerbaar en er gaat in de toekomst mee gewerkt worden.

❖ Beheer:

Waterschap Scheldestromen dient de dijkwerken te beheren en is daarvoor verantwoordelijk. Moeilijke projecten/constructies die als proef dienen en schade oplopen, zijn niet in de begroting van Waterschap Scheldestromen opgenomen. Bij verschillende, afwijkende vormen in de dijk ten behoeve van ecologische mogelijkheden, moet er goed gecommuniceerd worden met Waterschap Scheldestromen. Deze moet visueel stormschade constateren. Hierdoor is er niet altijd draagvlak voor ongebruikelijke vormen.

❖ Wetgeving:

De Provincie Zeeland is bereid mee te denken over de verrijking van ecologie binnen de scope van projectbureau Zeeweringen. Getijdpoelen kunnen mogelijk breder dan de normale kreukelberm, vanwege de vogeldoelsoorten. Voor eco-engineering buiten de scope van projectbureau Zeeweringen moet er per project gekeken worden naar de huidige, en gewenste situatie.

❖ Landschappelijk:

Vaak is de landschappelijke wens, op dit moment, een zo strak mogelijke dijkbekleding waarbij er weinig variatie optreedt. Dit strookt echter niet met de ecologische waarden, waar organismen juist variatie in de monotonie opzoeken om daar te kunnen gedijen. Eén type habitat (dijkbekleding) is minder interessant voor verschillende organismen dan verschillende typen habitats (dijkbekledingen).

❖ Gebruik:

Het gebruik van de dijk hangt sterk af van het omliggende gebied. Hier wordt per dijktraject nauwkeurig naar gekeken. Mogelijk zijn er oplossingen te vinden waarbij de dijk wel te betreden is, maar het voorland niet verstoord wordt.

❖ Eco-engineering

Er wordt veel gekeken naar eco-engineering. En lijkt het erop dat er meer getijdpoelen geïntegreerd gaan worden in de ontwerpen van projectbureau Zeeweringen. Er wordt door Deltares verder gekeken naar mogelijkheden voor eco-engineering, buiten getijdpoelen om.

9. Discussie

Dit rapport is geschreven binnen enkele maanden afstuderen. Hier is kennis opgedaan binnen projectbureau Zeeweringen en bij Rijkswaterstaat Zeeland. Met de literatuuronderzoeken is kennis opgedaan over achtergronden, experimenten en uitgevoerde projecten.

De literatuur is veelal uit de jaren '80, toen bureau Waardenburg veel inventarisaties uitvoerde in de Oosterschelde. Mogelijkerwijs zouden er nu andere onderzoeksmethodieken worden toegepast waardoor er andere zaken van belang zouden zijn.

Bijlage 1; waardering hard substraat dijkbekleding is geschreven aan de hand van meningen en opvattingen van verschillende experts op gebied van techniek en ecologie, binnen projectbureau Zeeweringen. De duurzaamheidsaspecten dienen verder ontwikkeld te worden en meegenomen in de beoordeling.

Veelal berusten ideeën op persoonlijke bevindingen. Bij de ecologie is dat meer dan bij de technische aspecten. Een programma rekent technisch gegevens door en geeft een waarde. Bij ecologische aspecten het veel moeilijker in te schatten is waar de knelpunten en de kansen liggen. Bij de ontwerpen voor de ecotoppen is dat goed te zien.

In de Westerschelde, boulevard Vlissingen, ligt een met asfalt vol en zatte breuksteenpenetratie. Voordat dit dijktraject werd versterkt was de dijk volop begroeid met wieren. Eén jaar na aanleg was deze vol en zatte penetratie vrijwel identiek begroeid. De zware golfaanvallen en het sediment in de Westerschelde (snellere slijtage van asfalt) tezamen met het feit dat de dijk aan de zuidzijde ligt (veel zon) zouden factoren kunnen zijn die ervoor hebben gezorgd dat ook deze dijkbekleding, goed is begroeid. De levensgemeenschappen variëren. Er komen verschillende wieren en schelpdieren voor. Dit in tegenstelling tot de gedachte dat asfalt slecht begroeid.

De zandhonger kan geremd worden door zandlichamen te plaatsen. Onduidelijk is het effect van het zand op de slikplaten.

10. Aanbevelingen

Enkele aanbevelingen ten opzichte van verder onderzoek worden hier gegeven.

- ❖ In kaart brengen welke proefvakken waar zijn uitgevoerd (nationaal) en welke effecten deze hebben gehad. Tevens waarom deze wel of niet succesvol zijn gebleken en waar dit aan te wijten valt.
- ❖ Monitoring van de proeven, basaltsplit ecotop en kuil ecotop in Kattendijke en Wemeldinge.
- ❖ Monitoring van het zandsuppletielichaam tussen strekdammen bij de Flaauwersinlaag.
- ❖ Monitoring van het zandige lichaam voor de dijk, o.a. bij bungalowpark de Roompot.
- ❖ Monitoring van de zandhonger. In hoeverre zijn de zandlichamen die ergens geplaatst worden voedend voor het slik? Niet alleen voor de hoeveelheid zand, maar wat doen de organismen?
- ❖ Monitoren wat het ecologische effect is van zandsedimentatie op slikplaten.
- ❖ Meerdere dijkstuinen aanleggen. Blijven experimenteren met materialen, aangroei en uitloging onderzoeken. Mogelijk heeft dit op korte termijn geen effect, maar op lange termijn wel.
- ❖ Accumulatie van toxische stoffen (zware metalen). In de Oosterschelde worden veel schelpdieren gekweekt. Mogelijk hebben de dijkwerken van projectbureau Zeeweringen een effect op deze organismen. Dit zou gemonitord kunnen worden door mosselen te plaatsen vlakbij net-aangelegde dijkbekleding en te kijken wat de toxische stoffen doen. Dit dient vergeleken te worden met een 'oud' stuk dijkbekleding met een mosselbank er net zo ver vandaan. Om een optimale vergelijking te kunnen maken, dienen de omstandigheden vrijwel identiek te zijn.
- ❖ Accumulatie in wieren, er zijn stoffen die uitloggen (zware metalen), zoals breuksteen, beton en hydraulische fosforslakken. Wat doen deze stoffen met de wieren en/of schelpdieren die hierop groeien? Vindt er vergroeiing van het organisme plaats, of wordt de voortplanting in gevaar gebracht?
- ❖ Waarom zijn sommige dijken wel goed begroeid op 'slecht' materiaal en andere dijken op 'goed' materiaal niet?
- ❖ Effecten van getijdepoelen:
 - Welk effect heeft een getijdepoel op het onderwaterleven. Blijven doorgaan met monitoring van ecologische successie in de poelen.
 - Vergelijking van poelen. Met en zonder asfalt.
 - Welke vogels foerageren er? (monitoring) Meer draagvlak en daardoor mogelijk geld voor meer getijdepoelen.

Literatuur

- ❖ van Moorsel, C.W.N.M., Waardenburg, H.W. en van der Horst, J (mei 1995) Biomonitoring van levensgemeenschappen op sublitorale harde substraten in Grevelingenmeer, Oosterschelde, Veerse Meer en Westerschelde rapport nr, 95.20
- ❖ Meininger, P.L., Hoekstein M.S.J., Lilipaly, S.J., Wolf, P.A. (mei 2006) Broedsucces van kustbroedvogels in het Deltagebied in 2005
- ❖ Steunpunt Natura 2000, (oktober 2009) Checklist Vergunningverlening Natuurbeschermingswet 1998
- ❖ Jentink, R., (januari 2003) Zoutvegetatie classificatie voor steenbekledingen zeedijken
- ❖ mevr. Ir. H. Boerma, drs. R.T. van den Berg en drs. ing. J.A.F. Leijting (maart 2003) Checklist materialen waterbouw
- ❖ Meininger, P.L., Graveland, J, (januari 2002) Leidraad ecologische herstelmaatregelen voor kustbroedvogels
- ❖ De Kluijver, M.J., Vanagt, T.J., (november 2009) De kolonisatie door flora en fauna op het proefvlak met C-star-blokken en eco-varianten bij Ellewoutsdijk
- ❖ De Kluijver, M, Dubbeldam, M (AquaSense), Gmelig Meyling, A (Stichting Anemoon), (oktober 2004) Kartering sublittorale dijkvakken Oosterschelde
- ❖ "A.J.M. Meijer A.C. van Beek, 1988. De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdezone van de Oosterschelde. Bureau Waardenburg bv, Culemborg."
- ❖ Meijer, A.J.M., van Moorsel, G.W.N.M., (november 1998) Mogelijke effecten van verzoeting op litorale en sublitorale levensgemeenschappen van het harde substraat in het oostelijk deel van de Oosterschelde
- ❖ Van Berchum, A.M., Kater, B.J., (1997) Natuurexperiment Dijkstuin
- ❖ Provincie Zeeland, directie Ruimte, Milieu & Water, (2001) Nota soortenbeleid
- ❖ Projectbureau Zeeweringen, (maart 2001) Integrale planning projectbureau Zeeweringen
- ❖ Meijer, A.J.M., Schouten, P (november 2005) Inventarisatie begroeiing 'schone koppen' 2005
- ❖ Van Etten, R (oktober 1999) Typen dijkbekleding
- ❖ Provoost, Y. (jaartal onbekend) Afweging alternatieven en keuze
- ❖ Van Boetzelaer, M.E. en Bartels, A.F.X., (februari 2003) milieuinventarisatie Westerschelde versie 18
- ❖ Paalvast, P., (2009), Uitwerking poelen 2009

Begrippenlijst

- ❖ Oosterschelde, het getijdegebied tussen de krammersluizen, de Bergse diepsluis en de Oosterscheldekering.
- ❖ Natura 2000, de Europese wet die de habitats en doelsoorten vaststelt voor, in dit geval, de Oosterschelde.
- ❖ Kreukelberm, de zone voor de teenconstructie van circa 5m, ter bescherming van de dijk.
- ❖ Teenconstructie, de constructie die de scheiding weergeeft tussen de kreukelberm en de ondertafel. De ondertafel wordt hiermee beschermd.
- ❖ Onderbeloop, de zone van de teenconstructie tot de buitenberm.
- ❖ Ondertafel, de zone van de teenconstructie tot onder GHW
- ❖ Bovenafel, de zone van GHW tot de buitenberm.
- ❖ Buitenberm/stormvloedberm, de zone waarover gewandeld kan worden.
- ❖ Bovenbeloop, de zone van de berm tot de kruin.
- ❖ Kruin, het hoogste punt van het dijklichaam, vaak begraasd.
- ❖ Binnenbeloop,
- ❖ GHW, het gemiddeld hoogwaterpeil
- ❖ LW, het laagwaterpeil
- ❖ HW, het hoogwaterpeil
- ❖ Vol en zatte penetratie, overlaging met asfalt waarbij het asfalt alle stenen bedekt.
- ❖ Overlaging, een nieuwe laag dijkbekleding over de oude dijkbekleding.
- ❖ Dijkbekleding, de bekleding van de dijk, vaak bestaande uit geotextiel met daarop een hard-substraat dijkbekleding
- ❖ Herstelopgave, geschreven door projectbureau Zeekeringen, om als mitigerende maatregel te dienen voor de de uit gevoerde en uit te voeren dijkverbeteringen.
- ❖ Mitigerende maatregel, een maatregel om nadelige gevolgen bij de uitvoering te kunnen opvangen.
- ❖ Compenserende maatregel, een maatregel om nadelige gevolgen bij de uitvoering te compenseren. Hier wordt er gesproken over een verhouding.
- ❖ Dijkval, het bezwijken van een dijk door externe invloeden.
- ❖ Streckdam, een dam die de golven voor de primaire dijk breekt.
- ❖ Ecotop: een toplaag van circa 3cm beton of uitgewassen lavasteen op de 'normale' betonzuil. Deze ecotop doet dus geen afbreuk aan de sterkte.
- ❖ Maatgevende omstandigheden, een storm die eens in de 4000 jaar voorkomt in de Oosterschelde. De kering is gesloten bij een waterstand van +3.00 NAP.
- ❖ Scope, de afbakening/grenzen van het project.
- ❖ Hydr. Fosforslak, hydraulische fosforslak behoort tot de lichtgebonden funderingsmaterialen. Door hydraulische eigenschappen ontstaat, na verdichting, een funderingslaag met toenemend draagvermogen. De hydraulische fosforslakken bestaan uit 87,5% gebroken fosforslakken en 12,5% stabilisator. De stabilisator is een hydraulisch bindmiddel op basis van LD-staalslak en gegraneerde hoogovenslak.

Bijlage 1: Waardering van hard substraat dijkbekledingen

In dit document wordt de waardering van dijkbekledingen ten opzichte van een aantal aspecten uiteengezet. Deze hard-substraat dijkbekledingen worden gebruikt op primaire dijken. De dijkbekledingen die beoordeeld worden, voldoen aan de technische eisen van de veiligheid. De dijkbekledingen in dit document zijn beoordeeld om een beeld te krijgen van de dijkbekleding en van de effecten op ecologie en duurzaamheid. De aspecten waar de dijkbekleding op beoordeeld wordt, zijn:

- ❖ De technische eisen (hydraulische randvoorwaarden, durability e.d)
- ❖ De ecologische eisen (mate waarin de dijkbekleding mogelijkheden voor ecologie biedt)
- ❖ De kosten (prijs per vierkante meter dijkbekleding)
- ❖ De duurzaamheidsaspecten, een kort overzicht van wat er belangrijk is.

Indien een score laag is betekent dit dat het effect negatief is. Indien er geen sprake is van een toepassing (bijvoorbeeld een overgang, zie technische eisen) dan wordt er een hoge score gegeven. Indien er sprake is van een positief effect is de score hoog. Het totaal aan scores is samengevoegd per aspect en in de eindtabel met elkaar vergeleken.

Voor de keuze van een type dijkbekleding op de glooiing wordt er eerst gekeken naar de huidige bekleding en welke delen wel en niet voldoen. Daarbij wordt met de golfhoogte op locatie getest hoeveel kracht erop komt. Vervolgens wordt er een technische afweging gemaakt, wat is er mogelijk. Dan wordt er gekeken naar ecologie, met behulp van een detailadvies van een ecooog(en) van bureau zeekeringen. Daarnaast zijn de kosten ook belangrijk bij de afweging.

Er wordt op dit moment gewerkt aan het programma Dubocalc, om de duurzaamheidsaspecten van de dijkbekledingen in beeld te brengen. Dit programma is echter nog niet volledig ontwikkeld. De aannemers schrijven zich in voor een opdracht en doormiddel van de score, in Dubocalc wordt duidelijk hoe duurzaam deze aannemers werken. Duurzaamheid kan op twee manieren opgevat worden. Hoe lang het materiaal het uithoudt met betrekking tot slijtage (durability). En welke belasting het winnen en gebruiken van dat materiaal heeft op het milieu (sustainability). Om alle criteria als één geheel te kunnen beoordelen is er gebruik gemaakt van onderstaand beoordelingsschema:

1,2; Zeer onvoldoende 3,4; Onvoldoende 5,6; Voldoende 7,8; Goed 9,10; Zeer goed

De in de rechterkolom weergegeven totaalscore is vet gemaakt bij een hoge waarde. Dit is gedaan om duidelijk te maken welke dijkbekledingen als beste uit deze toetsing komen.

Typen dijkbekleding en omschrijving:

1. Asfaltbeton



Figuur 24; Asfaltbeton

Asfaltbeton is een materiaal dat wordt samengesteld uit minerale aggregaten (een samengroeijsel van kristallen van een zelfde mineraal) en bitumen (een visceuze vloeistof die van nature voorkomt in ruwe aardolie) dat wordt gebruikt als wegverhardingsmateriaal.

2. Open steenasfalt



Figuur 25; Open steenasfalt

Open steenasfalt is een mengsel van steenslag en menggietasfalt (zand, vulstof en bitumen)

3. Breuksteen



Figuur 26; Breuksteen

Breuksteen is een natuursteen die gewonnen wordt in mijnen. Vaak wordt deze vanuit Scandinavië naar Nederland getransporteerd om gebruikt te worden als dijkbekleding.

4. Breuksteen, vol en zat gepenetreerd met gietasfalt



Figuur 27; Breuksteen vol en zat gepenetreerd met gietasfalt

Breuksteen, vol en zat is breuksteen ingegoten met asfalt met een bepaalde laagdikte, vaak is dit op de glooiing 40-60 cm.

5. Breuksteen, ecolaag



Figuur 28; Breuksteen afgestrooid met lavasteen

Breuksteen met ecolaag is breuksteen ingegoten met asfalt en afgestrooid met lavasteen. Soms wordt er ook gekozen om breuksteen in te gieten om vervolgens de bovenste 'koppen' steen schoon te maken ten behoeve van de ecologie, dit wordt breuksteen met schone koppen genoemd.

6. Breuksteen, patroonpenetratie



Figuur 29; Breuksteen met patroonpenetratie van gietasfalt

Breuksteen patroonpenetratie is breuksteen overgoten met asfalt, maar dan met stroken, zodat niet alle breuksteen overlaagd wordt. Dit scheelt gietasfalt (het is niet vol en zat), maar de breuksteen geldt wel als zwaardere steensortering.

7. Blokken op hun kant



Figuur 30; Herzette Haringman betonblokken

Blokken op hun kant zijn betonblokken die in de huidige situatie niet meer voldoen aan de hydraulische randvoorwaarden en worden hergebruikt door ze op hun kant te plaatsen.

8. Basalt, gezet (herzet)



Figuur 31; Basaltzuilen herzet

Basalt gezet (herzet) is basalt dat niet meer voldoet aan de hydraulische randvoorwaarden en wordt herzet. De slechte zuilen zullen worden verwijderd en er wordt óf aangevuld óf de basalt wordt op een minder zwaar aangevallen locatie herzet.

9. Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt



Figuur 32; Basaltzuilen, ingegoten met gietasfalt

Basalt gezet, ingegoten met gietasfalt is basalt dat niet meer voldoet aan de hydraulische randvoorwaarden waarbij het overlaagd met gietasfalt zodat het sterker is.

10. Betonzuilen



Figuur 33; Betonzuilen, in dit geval Haringman Hydroblocks
Bonzuilen zijn zuilen van beton die geproduceerd worden voor de dijkbekleding, met een hoogte van 40-45 cm.

11. Betonzuilen, ecotop



Figuur 34; Betonzuilen, in dit geval Haringman Hydroblocks met ecotoplaag van uitgewassen lavasteen
Betonzuilen met ecotop zijn ontworpen om de ecologie ten goede te komen, een ruw oppervlak zorgt voor een betere aanhechting van organismen.

12. Alternatieve betonsoorten



Figuur 35; Alternatieve betonsoorten, in dit geval C-fix
Een alternatieve betonsoort is er bijvoorbeeld één uit aardolie geproduceerd, met daardoor een koolstofrijk bindmiddel. Door het te mengen met toeslagstoffen worden composietmaterialen verkregen met eigenschappen die tussen cementbeton en asfalt in liggen. Door koolstofrijke aardoliefracties toe te passen in constructiematerialen in plaats van te verbranden, wordt koolstof duurzaam gebruikt en daarmee de CO₂ emissie gereduceerd.

13. Alternatieve betonsoorten met ecotop



Figuur 36; Alternatieve betonsoorten, in dit geval C-fix, afgestrooid met lavasteen. Deze alternatieve betonsoort is afgestrooid met lavasteen tijdens de verwerking. (Soms wordt er ook gesproken over lavaslakken, dit is echter hetzelfde als lavasteen, puur natuurproduct)

14. Natuursteen, gezet (herzet)



Figuur 37; Natuursteen herzet, in dit geval Doornikse steen. Dit is een afbeelding van Doornikse steen.

Herzette natuursteen wordt veelal gebruikt indien de originele natuursteen ter plaatse niet meer voldoet aan de eisen. Hier geldt hetzelfde als bij basalt herzet, de kapotte stenen worden verwijderd en het oppervlak wordt kleiner óf er wordt aangevuld.

15. Koperslakblokken (herzet)



Figuur 38; Koperslakblokken herzet

Koperslakblokken zijn koperslakken (restproduct van de koperindustrie) gegoten tot blokken. Deze blokken mogen niet meer gebruikt worden, alleen indien al aanwezig op locatie, om te herzetten.

16. Gelijkde steenslag



Figuur 39; Gelijkde steenslag, in dit geval Elastocoast PU is een twee componentenlijm die in staat is stenen (voornamelijk breuksteen) zo op elkaar te lijmen dat er een zeer sterk en poreus composietmateriaal ontstaat. Gelijkde steenslag is steenslag vermengd met PU.

17. Stortstenen (natuurstenen en gebroken betonblokken)



Figuur 40; Stortstenen (oude dijkbekleding)
Stortstenen zijn oude dijkbekledingen, (natuurstenen als Vilvoordse, graniet, lessinische en doornikse steen en gebroken betonblokken) gebruikt als stortsteen op de kreukelberm.

Techniek

De technische eisen waaraan de dijkbekleding getoetst wordt zijn hieronder gerangschikt.

De technische beoordeling per dijkbekleding is uiteengezet in een tabel.

❖ Constructie 1

- **Flexibiliteit;** de nieuwe bekleding moet zettingen van de ondergrond zoveel mogelijk volgen. Bijvoorbeeld een bekleding van breuksteen ingegoten met colloïdaal beton, is minder flexibel dan een bekleding van betonzuilen.
- **Overgangen;** horizontale en verticale overgangen tussen verschillende bekledingstypen kunnen zwakke punten in de bekleding zijn en moeten daarom in lengte en aantal worden beperkt. De beëindiging van de taludbekleding, ter plaatse van de overgang van het talud naar de berm, moet zo goed mogelijk worden opgesloten. Bijvoorbeeld: een opsluiting met een onderhoudsstrook van asfalt verdient de voorkeur boven een betonband met perkoenpalen. De overgangen worden niet meegerekend in de tabel omdat deze per locatie verschillen. Het keuzemodel van projectbureau Zeeweringen rekent uit hoeveel bekledingen er zijn en maakt zo een nauwkeurige schatting van de overgangen.

❖ Uitvoering 1

- **Tijd;** de duur van de uitvoering moet zoveel mogelijk worden beperkt. Naarmate de werkzaamheden lager in de getijdenzone plaatsvinden, is het tijdsvenster waarbinnen kan worden gewerkt korter. Bij hergebruik van materialen uit een ander, gelijktijdig uit te voeren dijktraject moet rekening gehouden worden met vertraging van het vrijkomen van deze materialen. Er kan tijd gewonnen worden door de nieuwe bekleding aan te brengen in het stormseizoen (overlaging), in het bijzonder als er niet in het broedseizoen mag worden gewerkt.
- **Moelijkheidsgraad;** bij het aanbrengen van ingegoten bekledingen in de getijdenzone moet worden voorkomen dat door de getijdenbeweging sediment, voorafgaand aan het penetreren, in het steenskelet van de bekledingen wordt afgezet. Het sediment vermindert de hechting van het penetratiemateriaal en daarmee de sterkte van de gepenetreerde bekleding. Het vernieuwen van een teenconstructie in de getijdenzone vergt een extra inspanning, vooral wanneer tegelijkertijd een grondverbetering moet worden uitgevoerd. Voor het handmatig zetten van bekledingen van natuursteen (basalt, graniet) zijn ervaren steenzetters nodig. Een hogere moeilijkheidsgraad kan leiden tot een mindere kwaliteit van het geleverde werk.
- **Toleranties;** grenzen aan de toepasbaarheid. Bijvoorbeeld: de toepasbaarheid van een bepaald bekledingstype bij het bekleden van bochtige trajecten. De grootte van de openingen tussen de bekledingselementen in het bochtige traject moet worden beperkt.

❖ Hergebruik

Deze criteria hebben een dubbele waardering, omdat deze in verhouding belangrijker zijn. Het hergebruik is van belang omdat er over bijvoorbeeld 50 jaar weer iets moet gebeuren met deze materialen. De levenscyclusanalyse is van belang om geen blijvende negatieve effecten te creëren in de omgeving waaruit de materialen vandaan komen en waar ze worden geplaatst.

- **Hergebruik**; uitgaande van een duurzaam gebruik van materialen, moeten de vrijkomende materialen uit de bestaande bekleding, voor zover mogelijk, worden hergebruikt (geldt voornamelijk voor betonblokken en basalt).
 - **Levenscyclusanalyse**, de milieueffecten die het gevolg zijn van het gebruik van nieuwe bekledingsmaterialen moeten tot een minimum worden beperkt. Om dit te achterhalen wordt informatie ingewonnen over het type dijkbekleding en zijn levenscyclusanalyse uit het Keuzemodel Kust en Oeverwerken.
- ❖ **Onderhoud**
- De criteria genoemd onder het aspect onderhoud krijgen een dubbele waardering ten opzichte van de andere aspecten, omdat de onderhoudsaspecten blijvend zijn voor lange termijn.
- **Duurzaamheid**, Durability; bekledingen die minder onderhoudsgevoelig en minder vandalismegevoelig zijn, verdienen de voorkeur. De mate van onderhoud, waaronder de grootte van en het aantal van de te repareren schades, moet zoveel mogelijk worden beperkt. Schade aan de bekleding kan worden veroorzaakt door hydraulische belastingen (erosie), door extreme weersomstandigheden (hitte, vriezen, droogte, ultraviolette straling) of menselijke activiteiten. Bijvoorbeeld: bitumen worden zacht bij hoge temperaturen en kunststof weefsels worden aangetast door ultraviolette straling, poreuze materialen kunnen stukvriezen.
 - **Zichtbaarheid en herstel**; eventuele schade aan de bekleding, de tussenlagen of de kern moet tijdig kunnen worden ontdekt. Herstel van de bekleding moet eenvoudig zijn uit te voeren. Bij de reparatie van een bekleding die bestaat uit zware breuksteen is relatief zwaar materieel en materiaal nodig, dat niet altijd voorhanden is. Reparaties moeten zo goed mogelijk aansluiten op de omringende bekleding.
 - **Tijd**; ontdekte schade moet binnen een zo kort mogelijke tijd kunnen worden gerepareerd.

Onderstaande punten dienen in acht genomen te worden, maar zijn niet bij de beoordeling inbegrepen. Dit wordt per ontwerpnota (locatie) bekeken.

- ❖ Landschap; de nieuw aan te brengen bekledingen moeten zoveel mogelijk passen binnen de Landschapsvisie en het bijbehorende landschapsadvies;
- ❖ Natuur
 - **Natuurwaarden (flora);** verbetering van natuurwaarden is gewenst. (De nieuwe bekledingen moeten voldoen aan de eisen uit de Milieu-inventarisatie en het bijbehorende Detailadvies, dat wil zeggen dat herstel van natuurwaarden moet zijn gewaarborgd);
 - **Habitat;** het dwingende karakter van de EU-Habitatrichtlijn (N2000) is niet als alles overstijgende randvoorwaarde meegenomen maar als onderdeel van het beoordelingscriterium 'natuur'. Indien langs het dijkvak (plaatselijk) habitattypen voorkomen die het gebied kwalificeren als habitatrichtlijngebied, waaronder slikken en/of schorren, geeft het verschuiven van de teen van de dijk in zeewaartse richting een verlies van kwalificerend habitat. Conform de N2000 wetgeving moet bepaald worden of dit 'significante gevolgen' heeft voor de beschermingszone en, als daar een kans op is, dan moet er een alternatievenafweging plaatsvinden. Indien er varianten mogelijk zijn zonder significante gevolgen, dan is de initiatiefnemer conform de richtlijn gedwongen één van deze varianten uit te voeren.
- ❖ Kosten; de kosten van de aanleg en het onderhoud moeten zoveel mogelijk worden beperkt.

Aandachtspunten

Uitvoering → tijd, moeilijkheid, uitgangspunt is dat schone koppen en patroonpenetratie extra handelingen zijn en dat herzetten van natuursteen handwerk is.

Onderhoud → zichtbaarheid, schade in de ondergrond is bij zuilen goed zichtbaar, terwijl schade in breuksteen moeilijk te zien is.

Onderhoud → tijd, zuilen en breuksteen zijn meestal op voorraad bij de beheerder.

Gekantelde blokken scoren slecht op dit punt vanwege de afmetingen en de speling bij herzetten. Bekledingen met asfalt scoren matig vanwege de verkrijgbaarheid van kleine hoeveelheden asfalt.

Technische eisen en bijbehorende score.

	Constructie	Uitvoering			Hergebruik		Onderhoud			Totaal	Toetsbare score
	Flexibiliteit	Tijd	Moeilijkheidsgraad	Toleranties	Hergebruik	LCA	Duurzaamheid	Zichtbaarheid	Tijd	Score	
Asfaltbeton	2	3	2	3	2	2	4	4	4	26	4
Open steenasfalt	2	2	2	3	2	2	2	4	2	21	1
Breuksteen	3	2	2	3	2	8	4	2	6	32	7
Breuksteen, vol en zat	3	2	2	3	2	2	4	2	4	24	3
Breuksteen, Ecolaag	3	1	1	3	2	2	4	2	4	22	2
Breuksteen, patroonpenetratie	3	1	2	3	2	4	4	2	4	25	3
Blokken op hun kant	1	2	2	2	6	10	4	4	2	33	7
Basalt, gezet (herzet)	2	1	1	2	6	8	6	6	2	34	8
Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt	2	2	2	2	6	4	4	4	4	30	6
Betonzuilen	2	2	2	2	2	6	6	6	6	34	8
Betonzuilen, Ecotop	2	2	2	2	2	6	6	6	6	34	8
Alt. betonsoorten	2	2	2	2	2	10	6	6	6	38	10
Alt. betonsoorten, Ecotop	2	2	2	2	2	10	6	6	6	38	10
Natuursteen, gezet (herzet)	1	1	1	2	6	8	6	4	2	31	6
Koperslakblokken (herzet)	1	2	2	2	6	8	6	4	4	35	8
Gelijmde steenslag	2	2	1	3	2	8	4	4	2	28	5
Stortstenen	3	2	2	3	2	10	4	2	6	34	8

21 is de laagst gescoorde waarde. 38 is de hoogst gescoorde waarde. Om een 10-puntenstelsel op te kunnen stellen is onderstaand schema gebruikt.

23 = 2; Zeer onvoldoende

27 = 4; Onvoldoende

31 = 6; Voldoende

34 = 8; Goed

38 = 10; Zeer goed

Ecologie

Hierin wordt getoetst in welke mate de dijkbekleding een ecologische waarde heeft. Voor de ecologische toetsing van de typen dijkbekleding wordt de zone waarin de dijkbekleding wordt toegepast opgesplitst in tweeën.

1. Dijkvlooiing: Op kalksteen, basalt, haringmanblokken, kalksteen ingewassen met cement en vlakke betontegels worden de meeste soorten gevonden. Ingewassen basalt scoort relatief laag. Lessinische steen is weinig aanwezig als dijkbekleding in de Oosterschelde, doch blijkt veel soorten te herbergen. Steenasfalt lijkt nog relatief goed te scoren, de presenties van verschillende organismen hierop zijn echter gering.

2. Kreukelberm: De substraattypen basaltblokken, diverse materialen (betonbrokken, breuksteen e.a. met afmetingen in de orde van tenminste 20x20x20 cm) en grof puin herbergen de meeste soorten. Losse kalksteen als kreukelberm scoort aanzienlijk lager.

Factoren die van belang zijn voor hechting van organismen op dijkbekleding zijn: watervasthoudend vermogen, vorm, hoeveelheid holten, kleur en manier van plaatsing (holten onder/tussen de dijkbekleding).

❖ **Watervasthoudend vermogen:**

Het watervasthoudend vermogen van een dijkbekleding is belangrijk omdat de organismen die erop voorkomen beter gedijen in een vochtigere zone. Dit werkt ook verkoelend bij warm weer.

❖ **Vorm:**

De vorm van het type dijkbekleding is van belang om meer oppervlakte en om meer ruimte te creëren. Het creëren van ruimte heeft betrekking tot zonlicht en vochtigheid. Indien er sprake is van een vlakke plaat is er ecologisch minder mogelijk dan bij een grove steen met holten en vormen.

❖ **Ruwheid:**

De ruwheid is bij dijkbekleding van ecologisch belang voor de hechting van organismen en het achterblijven van zaden/zand. Hoe meer begroeiing er kan plaats vinden des te groter de biodiversiteit kan worden. Vogels kunnen ook gaan foerageren tussen de holten.

❖ **Kleur:**

De kleur is van belang omdat tijdens warm weer de zon meer effect heeft op donkere bekleding, deze wordt dan warmer en zal minder interessant zijn voor organismen.

❖ **Manier van plaatsing (creëren van holten onder/tussen dijkbekleding):**

De manier van plaatsing (holten tussen/onder de dijkbekleding) is van belang. Asfalt bijvoorbeeld biedt geen holle ruimtes na het plaatsen, breukstenen wel. De holten onder de dijkbekleding zijn ten behoeve van de ecologie. Veiligheidstechnisch zijn er echter niet teveel holten gewenst. Dan wordt de constructie instabiel.

❖ **Totaalscore:**

De totaalscore van bovengenoemde aspecten is bepalend voor de ecologische waardering per type dijkbekleding.

Voor de dijkbekledingen zijn er meerdere factoren van belang, dan de eigenschappen van de dijkbekleding alleen. Factoren als periode blootgesteld aan zonlicht, meest voorkomende windrichting en voorland zijn onder andere bepalend voor de ecologische mogelijkheden. Hierover worden detailadviezen geschreven door ecologen van projectbureau Zeeweringen.

De scores zijn weergegeven en onderbouwd. Aan het eind van deze onderbouwing is de eindscore gegeven. Het maximaal te behalen aantal punten is 25, het minimale is 5.

1. Asfaltbeton

- ❖ Watervasthoudend vermogen 1

Het watervasthoudendvermogen van asfaltbeton is miniem. Omdat het materiaal vrij dicht is van structuur is er een laag watervasthoudend vermogen.

- ❖ Vorm: 1

De vorm van asfaltbeton scoort aanzienlijk laag, dit komt omdat het één grote vlakke asfaltbeton betreft en daarom niet interessant is voor organismen om op te groeien.

- ❖ Ruwheid: 1

De hoeveelheid holten in asfaltbeton zijn miniem en daardoor kunnen organismen zich niet goed hechten.

- ❖ Kleur: 1

De kleur van asfaltbeton scoort laag omdat deze erg donker is en daarom erg warm zal worden tijdens warme dagen.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 1

De manier van plaatsen van asfaltbeton is het leggen van één strook dijkbekleding, zonder holten of open ruimtes.

- ❖ Totaalscore: 5

2. Open steenasfalt

- ❖ Watervasthoudend vermogen 2

Open steenasfalt heeft een beter watervasthoudend vermogen dan asfaltbeton, toch is dit een vrij lage score.

- ❖ Vorm: 1

De vorm van open steenasfalt is niet interessant voor de ecologie. Dit komt doordat er geen goede mogelijkheden zijn voor aangroei van organismen.

- ❖ Ruwheid: 2

Open steenasfalt is ruwer dan asfaltbeton en scoort daarom iets beter. Er kunnen beter afzettingen op achter blijven dan op asfaltbeton. Toch is deze score laag omdat het materiaal niet heel ruw is.

- ❖ Kleur: 1

De kleur scoort laag omdat open steenasfalt zwart is, en dit wordt erg warm tijdens zonnige dagen.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 1

De manier van plaatsing is voor open steenasfalt één vlakke baan aan asfalt en daarbij worden er geen holten/ruimten gecreeërd ten behoeve van de ecologie.

- ❖ Totaalscore: 7

3. Breuksteen

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Breuksteen heeft een laag watervasthoudend vermogen, de steen is niet erg poreus en het water kan daarom vrij vlot weer terugstromen/verdampen.

- ❖ Vorm: 3

De vorm van breuksteen is interessanter, deze is niet overal hetzelfde, zorgt voor meer oppervlak en daardoor voor meer gradiënten.

- ❖ Ruwheid: 3

Breuksteen kan vrij ruw zijn, het wordt gewonnen in mijnen en is een vrij harde bekleding waardoor deze niet snel gepolijst wordt (zout water en wind).

- ❖ Kleur: 4

Breuksteen heeft een vrij lichte kleur, van grijs tot soms witte vlekken, dit wordt minder warm in de zomer dan bijv. open steenasfalt en is daarom interessant.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Breuksteen verkrijgt bij het plaatsen relatief veel holten tussen de dijkbekleding, ook op de onderste laag en is daarom interessant.

- ❖ Totaalscore: 15

4. Breuksteen, vol en zat

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 1

Breuksteen vol en zat heeft een laag watervasthoudend vermogen. Vrijwel alle water stroomt af naar zee wegens de dichte structuur van het asfalt.

- ❖ Vorm: 2

De vorm van breuksteen vol en zat is gunstiger dan de vorm van open steenasfalt en asfaltbeton. De vorm is echter nog niet erg gunstig met betrekking tot ecologie, er wordt niet veel luwte/reliëf gecreeërd.

- ❖ Ruwheid: 1

Breuksteen vol en zat is niet ruw.

- ❖ Kleur: 1

Breuksteen vol en zat is een donkere bekleding en zorgt daardoor voor een lagere score met betrekking tot kleur.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 2

De manier van plaatsing scoort hoger dan open steenasfalt, echter worden er nog niet veel holten gecreeërd ten behoeve van de ecologie.

- ❖ Totaalscore: 7

5. Breuksteen, ecolaag

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 3

Breuksteen met ecolaag heeft een beter watervasthoudend vermogen, het lavasteen houdt meer water vast en is daarom interessanter voor de ecologie.

- ❖ Vorm: 3

Breuksteen met ecolaag heeft een grote diversiteit en zorgt daardoor voor meer oppervlakte en meer gradiënt ten opzichte van licht (schaduw en volle zon).

- ❖ Ruwheid: 3

Breuksteen met ecolaag is relatief ruw, het lavasteen zorgt ervoor dat er meer ruwe structuur aanwezig is op deze dijkbekleding en dat zorgt voor een betere hechting van organismen en het achterblijven van zaden/sediment.

- ❖ Kleur: 3

De kleur van breuksteen ecolaag is roodbruin/zwart/grijs, nog steeds vrij donker. De aanwezigheid van roodbruin (lavasteen) zorgt er echter voor dat de dijkbekleding lang niet zo warm wordt als volledig zwarte bekleding.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Er worden veel holten gecreeërd bij het plaatsen van de dijkbekleding (stenen die op elkaar liggen hebben holten ertussen)

- ❖ Totaalscore: 15

6. Breuksteen, patroonpenetratie

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Het watervasthoudend vermogen van breuksteen patroonpenetratie is niet hoog, het water stroomt vrij snel van de dijkbekleding af.

- ❖ Vorm: 2

Zie breuksteen, vol en zat.

- ❖ Ruwheid: 2

Dit type dijkbekleding heeft een hogere ruwheid, maar is toch niet dusdanig ruw dat hij goed scoort op ecologisch gebied.

- ❖ Kleur: 2

De kleur varieert van zwart tot (donker)grijs en is daarom niet erg interessant, maar ook niet zwart, dus interessanter.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 2

Zie breuksteen vol en zat.

- ❖ Totaalscore: 10

7. Blokken op hun kant

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 3

Blokken op hun kant hebben een relatief hoog watervasthoudend vermogen. Ze zijn al ouder en ietwat geerodeerd aan de zijkanten waardoor er meer holten ontstaan die water vasthouden.

- ❖ Vorm: 2

De vorm van blokken op hun kant is niet erg interessant met betrekking tot ecologie. De vorm is niet veelzijdig en over de lengte van het dijktraject vrij monotoon.

- ❖ Ruwheid: 2

De ruwheid van blokken op hun kant is niet erg interessant voor de ecologie. Dit heeft te maken met de structuur van het beton, dit is vrij glad.

- ❖ Kleur: 3

De blokken op hun kant zijn grijs van kleur en zullen daarom niet zo warm worden tijdens zonnige dagen, dit is prettig voor de organismen die erop leven.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Door de jaren heen is het beton geërodeerd en tijdens het herzetten worden er daardoor meer holten gecreeërd, ze sluiten niet allemaal meer goed op elkaar aan.

- ❖ Totaalscore: 13

8. Basalt, gezet (herzet)

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 4

Het herzette basalt bevat veel holten tussen de zuilen. Hierin blijft water staan, de dijkbekleding heeft daarom een hoger watervasthoudend vermogen.

- ❖ Vorm: 4

De vorm van basalt is per zuil anders. Dit maakt het interessant voor de organismen om op te leven. Over het hele dijktraject valt hier misschien nog meer winst te behalen.

- ❖ Ruwheid: 2

Basalt is vrij hard, maar niet erg ruw.

- ❖ Kleur: 2

Basalt is een donkere dijkbekleding en scoort daarom laag op kleur.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Door basaltzuilen te herzetten worden redelijk wat holten tussen de zuilen gecreeërd. Dit is interessant voor organismen, want het biedt schuil- en aangroeimogelijkheden

- ❖ Totaalscore: 15

9. Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Basalt ingegoten met gietasfalt heeft een lager watervasthoudend vermogen dan de herzette basaltzuilen. Het asfalt laat het water sneller afstromen.

- ❖ Vorm: 3

De vorm is redelijk interessant, er is vrij veel reliëf en elke zuil is verschillend.

- ❖ Ruwheid: 2

De combinatie van basalt ingegoten met gietasfalt is niet erg ruw.

- ❖ Kleur: 1

Het betreft een zwarte dijkbekleding en wordt daardoor warm tijdens zonnig weer.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding) 2

Het ingieten van basalt met gietasfalt creeërt minder holten tussen de dijkbekleding dan bij herzette basaltzuilen.

- ❖ Totaalscore: 10

10. Betonzuilen

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Betonzuilen hebben een vrij laag watervasthoudend vermogen, het materiaal is niet erg poreus en bevat weinig holte tussen de zuilen

- ❖ Vorm: 3

De betonzuilen hebben een redelijk interessante vorm. Er is een goede mogelijkheid tot ecologische ontwikkeling.

- ❖ Ruwheid: 3

Betonzuilen zijn redelijk ruw, totaal gezien

- ❖ Kleur: 2

Betonzuilen zijn vaak grijs, maar bieden weinig tot geen schaduwmogelijkheden voor de organismen.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Betonzuilen bevatten gemiddeld 12% aan open ruimten, tussen de zuilen. Dit resulteert in mogelijkheden voor het achterblijven van sediment/zaden en bevordert de aangroei-schuilmogelijkheden.

- ❖ Totaalscore: 13

11. Betonzuilen, ecotop

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Zie betonzuilen

- ❖ Vorm: 4

De vorm van de betonzuilen met ecotop creeëert meer oppervlak voor organismen

- ❖ Ruwheid: 3

Zie betonzuilen

- ❖ Kleur: 3

De betonzuilen met ecotop variëren van kleur, van grijs tot rood/bruin. Dit is interessant voor organismen.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Zie betonzuilen

- ❖ Totaalscore: 15

12. Alternatieve betonsoorten

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

De alternatieve betonsoorten hebben een laag watervasthoudend vermogen.

- ❖ Vorm: 3

De alternatieve betonsoorten kunnen in diverse vormen geproduceerd worden. Belangrijk hierbij is de open ruimte (net als bij betonzuilen ongeveer 12%).

- ❖ Ruwheid: 2

Dit type dijkbekleding is niet erg ruw, maar polijst niet snel.

- ❖ Kleur: 2

De alternatieve betonsoorten zijn vrij donker en daarom niet erg interessant.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Alternatieve betonsoorten bieden dezelfde open ruimten als betonzuilen.

- ❖ Totaalscore: 11

13. Alternatieve betonsoorten met ecotop

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Zie alternatieve betonsoorten

- ❖ Vorm: 4

De vorm van alternatieve betonsoorten met ecotop zijn diverser dan normale alternatieve betonsoorten. Ook zijn ze makkelijk in verschillende vormen te produceren en daarom interessant.

- ❖ Ruwheid: 3

Alternatieve betonsoorten met ecotop zijn ruwer dan alternatieve betonsoorten, dat komt door de lavasteen die op de top is aangebracht.

- ❖ Kleur: 3

Alternatieve betonsoorten met ecotop hebben een kleur die kan variëren tussen zwart, grijs en roodbruin.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Alternatieve betonsoorten bieden dezelfde open ruimten als betonzuilen.

- ❖ Totaalscore: 15

14. Natuursteen, gezet (herzet)

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 3

Natuurstenen hebben een redelijk watervasthoudend vermogen, dat heeft ook te maken met de vorm en de holten die gecreeërd worden. Ze staan ook vaak horizontaal wat het watervasthoudend vermogen bevordert.

- ❖ Vorm: 4

Natuursteen herzet heeft vaak een vrij unieke vorm en de stenen worden met de hand herzet, ze sluiten ook niet allemaal goed op elkaar aan en dat is interessant.

- ❖ Ruwheid: 3

De natuurstenen zijn vaak vrij ruw. Hierdoor kunnen er makkelijk zaden achterblijven. Kalkhoudende natuurstenen kunnen wel eroderen en worden minder ruw over de tijd.

- ❖ Kleur: 4

Natuursteen is vaak vrij licht van kleur en daarom interessant, met name Vilvoordse steen is erg licht van kleur.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

De manier van plaatsing van herzette natuursteen is interessant voor de ecologie, want de natuurstenen zijn divers in vorm en passen daardoor niet altijd goed in elkaar. Dit biedt verschillende open ruimten tussen te stenen.

- ❖ Totaalscore: 17

15. Koperslakblokken (herzet)

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Koperslakblokken hebben een redelijk laag watervasthoudend vermogen. Ze liggen ook vaak goed aaneengesloten hetgeen resulteert in een snelle afstroming van water.

- ❖ Vorm: 2

De vorm van koperslakblokken is niet interessant. Ze zijn allemaal identiek.

- ❖ Ruwheid: 2

Koperslakblokken zijn niet erg ruw.

- ❖ Kleur: 3

De kleur is het interessantst, deze is vrij licht.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 2

De manier van plaatsing van koperslakblokken is niet erg interessant.

- ❖ Totaalscore: 11

Koperslakblokken mogen alleen herzet worden, omdat de wetgeving de uitloging van nieuwe koperslakblokken niet toestaat. Er kan dus niet aangevuld worden.

16. Gelijkde steenslag

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 3

Gelijkde steenslag is, doordat de stenen aan elkaar gelijkd zijn, een bekleding met open ruimten. Hierdoor wordt er redelijk goed water vastgehouden in dit type bekleding.

- ❖ Vorm: 2

De vorm van gelijkde steenslag is tot op heden nog niet interessant. Wel kan er wat mee gedaan worden, op dit moment wordt het alleen als mat toegepast, vergelijkbaar met open steenasfalt.

- ❖ Ruwheid: 4

Gelijkde steenslag is in het begin nog niet erg ruw, maar na verloop van tijd (ongeveer een jaar) is de bovenste laag lijm afgesleten en komt de steenslag bloot te liggen, dit is interessant.

- ❖ Kleur: 2

Gelijkde steenslag is vaak donker van kleur en wordt daarom warm tijdens zonnige dagen, hierdoor gedijen organismen er minder goed op.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 3

Gelijkde steenslag levert redelijk veel holten tussen de dijkbekleding. Dit zorgt voor een mogelijk goede afzetting van sediment en zaden. Organismen kunnen zich hier goed aan hechten.

- ❖ Totaalscore: 14

17. Stortstenen (natuurstenen en gebroken betonblokken)

- ❖ Watervasthoudend vermogen: 2

Stortstenen hebben een niet erg hoog watervasthoudend vermogen.

- ❖ Vorm: 4

De vormen van stortstenen zijn vrij divers, daardoor wordt veel reliëf gecreeërd.

- ❖ Ruwheid: 5

Stortstenen zijn vrij ruw, vooral de gebroken betonblokken. Dit zorgt voor een goede aanhechting van bijvoorbeeld wieren.

- ❖ Kleur: 4

Stortstenen hebben een vrij lichte kleur. Hierdoor worden ze niet erg warm in de zomermaanden.

- ❖ Manier van plaatsing (creeëren van holten onder/tussen dijkbekleding): 5

Stortstenen hebben een diverse vormen en creeëren daardoor veel ruimte als schuilplaats voor organismen.

- ❖ Totaalscore: 20

Ecologische eisen en bijbehorende score.

Tabel 3; Ecologische eisen en bijbehorende score

	Watervasthoudend vermogen	Vorm	Ruwheid	Kleur	Manier van plaatsing	Score	Totaal-score
Asfaltbeton	1	1	1	1	1	5	1
Open steenasfalt	2	1	2	1	1	7	2
Breksteen	2	3	3	4	3	15	7
Breksteen, vol en zat	1	2	1	1	2	7	2
Breksteen, ecolaag	3	3	3	3	3	15	7
Breksteen, patroonpenetratie	2	2	2	2	2	10	4
Blokken op hun kant	3	2	2	3	3	13	6
Basalt, gezet (herzet)	4	4	2	2	3	15	7
Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt	2	3	2	1	2	10	4
Betonzuilen	2	3	3	2	3	13	6
Betonzuilen, ecotop	2	4	3	3	3	15	7
Alt. betonsoorten	2	3	2	2	3	12	5
Alt. betonsoorten, ecotop	2	4	3	3	3	15	7
Natuursteen, gezet (herzet)	3	4	3	4	3	17	8
Koperslakblokken (herzet)	2	2	2	3	2	11	5
Gelijmde steenslag	3	2	4	2	3	14	6
Stortstenen	2	4	5	4	5	20	10

5 is de laagst gescoorde waarde. 20 is de hoogst gescoorde waarde. Om een 10-puntenstelsel op te kunnen stellen is onderstaand schema gebruikt.

7 = 2; Zeer onvoldoende

10 = 4; Onvoldoende

13 = 6; Voldoende

17 = 8; Goed

20 = 10; Zeer goed

Kosten

Alle kosten die in de tabel zijn opgenomen, worden gehanteerd door Projectbureau Zeeweringen.

De koperslakblokken en de betonblokken op hun kant hebben een lage prijs/oppervlakte verhouding. Deze materialen zijn alleen toepasbaar indien ze (al op locatie) beschikbaar zijn, in de vorm van oude dijkbekleding. Stortstenen zijn goedkoop om te gebruiken, omdat deze stenen afgekeurd zijn als dijkbekleding, maar wel kunnen fungeren als stortsteen. Vaak liggen deze al op locatie en is het proces van oppakken en storten de enige kostenpost. Alle scores zijn relatief, de prijzen zijn per vierkante meter. Ook zijn de kosten afhankelijk van de bestaande situatie.

Kostenoverzicht en bijbehorende score

Tabel 4; Kostenoverzicht en bijbehorende score

	Prijs per vierkante meter	Totaalscore
Asfaltbeton	26,5	8
Open steenasfalt	23,9	9
Breuksteen	26,7	8
Breuksteen, vol en zat	39,3	6
Breuksteen, Ecolaag	44,3	5
Breuksteen, patroonpenetratie	35,5	7
Blokken op hun kant	15,5	10
Basalt, gezet (herzet)	65,0	2
Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt	25,5	8
Betonzuilen	60,5	3
Betonzuilen, Ecotop	64,3	2
Alt. betonsoorten	65,0	2
Alt. betonsoorten, Ecotop	68,8	1
Natuursteen, gezet (herzet)	65,0	2
Koperslakblokken (herzet)	20,0	9
Gelijmde steenslag	43,0	5
Stortstenen	14,6	10

70,50 is de duurste dijkbekleding. 14,60 is de minst dure dijkbekleding. Om een 10-puntenstelsel op te kunnen stellen is onderstaand schema gebruikt.

64 = 2; Zeer onvoldoende

52 = 4; Onvoldoende

39 = 6; Voldoende

27 = 8; Goed

15 = 10; Zeer goed

Aspecten, bijbehorende score en totale score per type dijkbekleding.

Tabel 5; Aspecten en de bijbehorende (totaal) score per type dijkbekleding

	Technische aspecten	Ecologische waarde	Totaalscore Opgeteld totaal, gedeeld door 2	Kosten	Kosten * de totaalscore
Asfaltbeton	4	1	2,5	8	20
Open steenasfalt	1	2	1,5	9	13,5
Breuksteen	7	7	7	8	56
Breuksteen, vol en zat	3	2	2,5	6	15
Breuksteen, Ecolaag	2	7	4,5	5	22,5
Breuksteen, patroonpenetratie	3	4	3,5	7	24,5
Blokken op hun kant	7	6	6,5	10	65
Basalt, gezet (herzet)	8	7	7,5	2	15
Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt	6	4	5	8	40
Betonzuilen	8	6	7	3	21
Betonzuilen, Ecotop	8	7	7,5	2	15
Alt. betonsoorten	10	5	7,5	2	15
Alt. betonsoorten, Ecotop	10	7	8,5	1	8,5
Natuursteen, gezet (herzet)	6	8	7	2	14
Koperslakblokken (herzet)	8	5	6,5	9	58,5
Gelijmde steenslag	5	6	5,5	5	27,5
Stortstenen	8	10	9	10	90

Verklaring tabel:

- ❖ Breuksteen scoort ook hoog, omdat het een makkelijk, betaalbare en ecologisch interessante dijkbekleding is. Vanwege de golfaanvallen dient alleen een grote sortering genomen te worden en is er zwaar materieel nodig voor het aanbrengen. Bij schade reparaties is er zwaar materieel nodig om bij te storten, dit is erg duur en daardoor niet gewenst. Bij een zware breuksteensortering is de dijk dan minder goed te betreden door recreanten.
- ❖ Blokken op hun kant scoort hoog. Dit komt omdat de blokken al op locatie aanwezig zijn en het relatief weinig ingrepen kost om deze te herzetten. De ingrepen die hier bedoeld worden zijn gericht op winning, productie en vervoer.
- ❖ Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt scoort hoog, omdat deze dijkbekleding alleen opgeruwd en overlaagd wordt.
- ❖ Koperslabblokken (herzet) en blokken op hun kant scoren hoog. Maar, zoals eerder aangegeven, is dat omdat de stenen al op locatie aanwezig zijn. Het herzetten van de koperslabblokken kost relatief weinig ingrepen.
- ❖ Stortstenen scoren erg hoog, de natuurstenen/gebroken betonblokken hebben een hoge hergebruik-waarde en zijn ecologisch erg interessant vanwege het ruwe oppervlak en de gecreeërde holten bij storting. Vanwege de, vaak kleine, sorteringen stortstenen, worden deze niet gebruikt als dijkbekleding, maar alleen in de kreukelberm. Tussen de grote breuksteen in de kreukelberm wordt dan de stortsteen gestort.

Duurzaamheid (sustainability)

De duurzaamheid waarover hier gesproken wordt, betreft sustainability. De duurzaamheid hier bedoeld betreft het effect van de ingreep van een toepassing (een dijk versterken) zodanig, dat deze een zo min mogelijk negatief effect heeft op de huidige leefomgeving en de leefomgeving in de toekomst. Hier is de herkomst, het transport en de geplande locatie van belang.

Zoals eerder vermeld wordt op dit moment gewerkt aan Dubocalc en is projectbureau Zeeweringen bezig met een methode om duurzamer werken in te voeren. Er dient een studie uitgevoerd te worden naar de typen dijkbekleding en de duurzaamheidseffecten.

Per dijkbekleding dient gekeken te worden naar:

- ❖ Alle materialen die in of bij de dijkbekleding gebruikt worden.
- ❖ De effecten van de winning op het brongebied.
- ❖ De effecten op het milieu van de manier van winning.
- ❖ De manier van opslag van het materiaal.
- ❖ Het transport van het materiaal.
- ❖ Het effect van de opslag voor de verwerking (indien toepasbaar).
- ❖ Het effect van het transport naar locatie (indien toepasbaar).
- ❖ De manier van plaatsing (materieel).
- ❖ De effecten op lange termijn, eventuele uitloging (accumulatie in voedselketen) en herstel van bestaande of de gewenste situatie.
- ❖ Het effect van het materiaal op lange termijn, bij hergebruik. Hetzij verwerken in een ander materiaal of het vernietigen van het materiaal. Mogelijk is het materiaal ook uit te breiden.

Hieronder is kort weergegeven wat de opvallende effecten zijn van de materialen op het milieu.

- ❖ Asfalt wordt gemaakt van een fossiele brandstof, aardolie. Bij de productie en verwerking is warmte (energie) nodig.
- ❖ Beton wordt gemaakt uit cement, dit is een product waarbij veel energie nodig is bij de productie.
- ❖ Breuksteen wordt gewonnen uit mijnen en getransporteerd naar Nederland per schip. Vervoer over water scoort in verhouding relatief goed, gezien de hoeveelheid die getransporteerd wordt.
- ❖ Het herzetten van steenbekleding is een tijdrovend proces, maar verbruikt niet veel fossiele brandstof. Dit is in verhouding duurzamer.
- ❖ Gelijmde steenslag, de 2 componentenlijm wordt geproduceerd uit aardolie. De steenslag (gebruikt bij projectbureau Zeeweringen) komt uit steengroeven.

Bijlage 2: Natura 2000 in de Oosterschelde

Voor de **habitattypen** zijn de volgende doelen opgenomen:

- ❖ H1160 Grote, ondiepe krekens en baaien: behoud van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.
- ❖ H1310 Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia spp.* en andere zoutminnende planten: uitbreiding van de oppervlakte en het behoud van de kwaliteit van zilte pionierbegroeiingen, *zeekraal* (subtype A).
- ❖ H1320 Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*): behoud van de oppervlakte.
- ❖ H1330 Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*): behoud van de oppervlakte en de kwaliteit van de schorren en zilte graslanden, *buitendijks* (subtype A) en uitbreiding van de oppervlakte en het behoud van de kwaliteit van schorren en zilte graslanden, *binnendijks* (subtype B).
- ❖ H7140 Overgangs- en trilveen: uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit van overgangs- en trilvenen, *veenmosrietlanden* (subtype B).

Voor de **habitatrichtlijnsoorten** zijn de volgende doelen opgenomen:

- ❖ H1340 Noordse woelmuis: uitbreiding van de verspreiding, de omvang en het behoud van de kwaliteit van het leefgebied voor de uitbreiding van de populatie.
- ❖ H1365 Gewone zeehond: behoud van de omvang en de verbetering van de kwaliteit van het leefgebied voor uitbreiding van de populatie voor een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied.

Voor de **broedvogelsoorten** zijn de volgende doelen opgenomen:

- ❖ Behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van:
 - A132 Kluut ten minste 2.000 paren
 - A137 Bontbekplevier ten minste 100 paren;
 - A191 Grote stern ten minste 4.000 paren;
 - A193 Visdief ten minste 6.500 paren;
 - A195 Dwergstern ten minste 300 paren.
- ❖ Uitbreiding van de omvang en/of verbetering van de kwaliteit van het leefgebied, met een draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van:
 - A138 Strandplevier ten minste 220 paren.
- ❖ Behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied, met een draagkracht voor een populatie van:
 - A194 Noordse stern ten minste 20 paren.

Voor de **niet-broedvogelsoorten** zijn de volgende doelen opgenomen:

- ❖ Behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied met een draagkracht voor een populatie van:
 - A004 Dodaars gemiddeld 80 vogels
 - A005 Fuut gemiddeld 370 vogels
 - A007 Kuifduiker gemiddeld 8 vogels
 - A017 Aalscholver gemiddeld 360 vogels
 - A026 Kleine zilverreiger gemiddeld 20 vogels

- A034 Lepelaar gemiddeld 30 vogels
- A043 Grauwe gans gemiddeld 2.300 vogels
- A045 Brandgans gemiddeld 3.100 vogels
- A046 Rotgans gemiddeld 6.300 vogels
- A048 Bergeend gemiddeld 2.900 vogels
- A050 Smient gemiddeld 12.000 vogels
- A051 Krakeend gemiddeld 130 vogels
- A052 Wintertaling gemiddeld 1.000 vogels
- A053 Wilde eend gemiddeld 5.500 vogels
- A054 Pijlstaart gemiddeld 730 vogels
- A056 Slobeend gemiddeld 940 vogels
- A067 Brilduiker gemiddeld 680 vogels
- A069 Middelste zaagbek gemiddeld 350 vogels
- A103 Slechtvalk gemiddeld 10 vogels
- A125 Meerkoet gemiddeld 1.100 vogels
- A130 Scholekster gemiddeld 24.000 vogels
- A132 Kluut gemiddeld 510 vogels
- A137 Bontbekplevier gemiddeld 280 vogels
- A138 Strandplevier gemiddeld 50 vogels
- A140 Goudplevier gemiddeld 2.000 vogels
- A141 Zilverplevier gemiddeld 4.400 vogels
- A142 Kievit gemiddeld 4.500 vogels
- A144 Drieteenstrandloper gemiddeld 260 vogels
- A149 Bonte strandloper gemiddeld 14.100 vogels
- A157 Rosse grutto gemiddeld 4.200 vogels
- A160 Wulp gemiddeld 6.400 vogels
- A161 Zwarte ruiter gemiddeld 310 vogels
- A162 Tureluur gemiddeld 1.600 vogels
- A164 Groenpootruiter gemiddeld 150 vogels
- A169 Steenloper gemiddeld 580 vogels

We gaan hierbij steeds uit van het seizoensgemiddelde.

- ❖ Behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van:
 - A037 Kleine zwaan
- ❖ Behoud van de omvang en de verbetering van de kwaliteit van het leefgebied met een draagkracht voor een populatie van:
 - A143 kanoet gemiddeld 7.700 vogels

Instandhoudingsdoelstellingen versus 'oude doelstellingen'

Naast de doelstellingen vanuit de Vogel- en Habitatrichtlijn blijven ook de doelstellingen vanuit de aanwijzing van de Oosterschelde als beschermd natuurmonument van kracht. Deze doelstellingen hebben betrekking op het behoud, het herstel en de ontwikkeling van het natuurschoon of de natuurwetenschappelijke betekenis van dat deelgebied (artikel 15a, derde lid, Natuurbeschermingswet 1998), en wel zoals het is bepaald in het vervallen besluit. We noemen dit verder: 'de 'oude doelen''. Gaan deze oude doelstellingen over Natura 2000-waarden, dan vallen ze onder de instandhoudingsdoelstellingen zoals u ze hiervoor heeft gelezen. In een aantal gevallen is het onmogelijk om zowel de 'oude doelen' als de Natura 2000-doelen te bereiken. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn omdat de doelen om tegenstrijdig beheer vragen. In die gevallen gaan de Natura 2000-doelen voor. Dit doen we

om de Europeesrechtelijke verplichtingen na te komen. In het in voorbereiding zijnde beheerplan voor het Natura 2000-gebied worden de 'oude doelen' in ruimte en tijd uitgewerkt. Net als de overige instandhoudingsdoelen. Ook wordt dan uitgewerkt waar, gezien de 'oude doelen', achteruitgang van het natuurschoon de natuurwetenschappelijke betekenis toegestaan wordt ten gunste van Natura 2000-doelen.

De '**oude doelen**' voor de Oosterschelde

Binnen het Natura 2000-gebied Oosterschelde gelden de 'oude doelen' voor de deelgebieden 'Oosterschelde-buitendijks' en 'Oosterschelde-binnendijks'.

Voor 'Oosterschelde-buitendijks' gaat het om de volgende doelen:

- ❖ Behoud van het gebied als internationaal belangrijke schakel in een samenhangend systeem van waterrijke gebieden in het West-Palearctische gebied.
- ❖ Behoud van het ecologisch samenhangende geheel van open water, platen, slikken en schorren.
- ❖ Behoud van de kenmerkende grote geomorfologische, bodemkundige en hydrologische verscheidenheid.
- ❖ Behoud van de waardevolle levensgemeenschappen die te danken zijn aan de verscheidenheid van milieuomstandigheden.
- ❖ Behoud van:
 - minder algemene tot zeldzame plantengemeenschappen (blaaswier, darmwiervegetaties, klein en groot zeegras, Engels slijkgras, zeekraal, zeeaster, kweldergras, schorrezoutgras, lamsoor, zeeweegbree, gewone zoutmelde, strandkweek, zeealsem, rood zwenkgras, zilte rus, melkkruid, Engels gras, schorrekruid, strandmelde, spiesmelde, reukloze kamille, klein slijkgras, knotswier, groefwier en suikerwier).
 - Het nationale en internationale belang als overwinteringsgebied, doortrekgebied en permanente verblijfplaats voor een groot aantal vogelsoorten (scholekster, kanoetstrandloper, bonte strandloper, wulp, tureluur, zilverplevier, steenloper, smient, pijlstaart, bergeend, rotgans, brandgans, kleine zwanen, kolganzen, rietganzen, tureluur, wilde eend, visdief, bontbekplevier, strandplevier en kluut)
 - De aquatische zoutwaterlevensgemeenschappen (zeepokken, mosselen, kokkels, platte slijkgaper, wadpier, draadworm, zager, nonnetje, zeeduizendpoot, wadslakje, alikruik, strandkrab, garnaal, slijkgarnaal, wilde mosselbanken, fauna van dijkglooiingen met zakpijpen, zeedahlia's, zeeanjelier, sponzen, oesters, alikruiken, zeepokken, kreeft, zeekat, zeedonderpad, zeenaald, zwarte grondel, botervis, snotolf en harnasmannetje)
 - Met vele soorten plantaardig en dierlijk plankton en vissen (schol, schar, bot, tong, haring en sprout) dankzij de goede waterkwaliteit en het (potentiële) leefgebied voor de zeehond.
- ❖ Behoud van het weidse karakter en ongereptheid uit een oogpunt van natuurschoon.

Voor 'Oosterschelde-binnendijks' gaat het om de volgende doelen:

- ❖ Behoud van het gebied, in samenhang met de binnendijkse natuurgebieden, als internationaal belangrijke schakel in een samenhangend systeem van waterrijke gebieden in de West-Palearctische trekzone voor vogels.
- ❖ Behoud van de inlagen, karrevelden, kreekresten, eendenkooien en een graslandgebied.
- ❖ Behoud van de belangrijke ecologische en geohydrologische relaties met de Oosterschelde.
- ❖ Behoud van de kenmerkende grote geomorfologische, bodemkundige en hydrologische verscheidenheid.
- ❖ Behoud van de waardevolle levensgemeenschappen dankzij de verscheidenheid in milieuomstandigheden, met name die van getijloze zoute en brakke milieus van gradiëntsituaties van zout naar zoet en van nat naar droog.
- ❖ Behoud van:
 - De functie als leefgebied voor haas, konijn, mol, wezel, bunzing, hermelijn, noordse woelmuis en rugstreepdier.
 - Minder algemene tot zeldzame plantengemeenschappen, waarin zeldzame plantensoorten voorkomen; zeekraal, schorrekruid, schorrezoutgras, kweldergrassen, zilte rus, zeeaster, melkkruid, kamgras, rood zwenkgras, veldgerst, duizendblad, kattedoorn, kleine klaver, riet, zeebies, spiesmelde, slanke waterbies, moeraszoutgras, valse voszegge, zomprus, ruppia, schedefonteinkruid, zilte waterranonkel, zannichellia, duinriet, zeegroene zegge, moeraswespenorchis, bleekgele droogbloem, stijve ogentroost, duindoorn, fraai duizenguldenkruid, zilte zegge, lidsteng, rode waterereprijs, mattenbies, zeerus, zeegroene rus, kleine lisdodde, brede stekelvaren, wijfjesvaren, moerasvaren, veenmos, oeverzegge, moeraswilgenroosje, waterzuring, lisdodde, oeverzegge, cyperzegge, tweerijige zegge, scherpe zegge, braam, galigaan, geelhartje, rietorchis, greppelrus, krielparnassia, kwelderzegge, strandbiet, zeewinde, blauwe zeedistel, harig wilgeroosje, rietzwenkgras, lamsoor, gevlekte orchis, tenger fonteinkruid, gedoond hoornblad, waterranonkel, kweek, grote brandnetel, breedbladige orchis, addertong, gewone vlier, meidoorn en hondsdrif).
- ❖ Behoud als broedgebied (bosrietzanger, rietzanger, rietgors, kleine karekiet, waterhoen, meerkoet, dodaars, Kievit, scholekster, tureluur, grutto, kluut, bontbekplevier, strandplevier, kokmeeuw, visdief, noordse stern, eenden, kleine plevier, tjiftjaf, winterkoning, spotvogel, bruine kiekendief en blauwborst), foerageergebied (kluut, tureluur, Kievit, grutto, smient, rotgans) en pleisterplaats van nationaal en internationaal belang voor kust- en weidevogels, ganzen, eendachtigen en steltlopers.
- ❖ Behoud van de variatie in de elementen water, land, dijken, vegetatietypen en vogelrijkdom uit het oogpunt van natuurschoon.

Samenvatting doelendocument Natura 2000, tabel 2a

Tabel 6; tabel 2a uit het samenvatting doelendocument Natura 2000

Ruimtelijk Patroon	functie	HR/VR #	Natura 2000 waarde	broed-vogel?	Trend '94/'95 - '03/'04	Trend '03/'04 - '06/'07	Doel-aantal	Aantal tov Doel-aantal '06/'07	SVI	Relatieve bijdrage	Huidig beheer voldoende?
Intergetijden-gebied	F	A026	Kleine Zilverreiger	n	++	+	40	+	+	++	ja
	F	A034	Lepelaar	n	++	?	30	0	+	+	ja
	F R	A048	Bergeend	n	+	?	4500	+	+	+	ja
	F	A054	Pijlstaart	n	+	?	1400	-	-	+	nee
	F	A130	Scholekster	n	-	?	7500	+	--	+	ja
	F	A132	Kluut	n	+	?	540	+	-	+	ja
	F	A137	Bontbekplevier	n	?	-	430	0	+	+	ja
	F	A138	Strandplevier	n	--	--	80	-	--	++	nee
	F	A140	Goudplevier	n	+	0	1600	0	--	+	ja
	F	A141	Zilverplevier	n	-	+	1500	+	+	+	ja
	F	A143	Kanoet	n	?	++	600	0	-	-	ja
	F	A144	Drieteenstrandloper	n	++	?	1000	0	-	+	ja
	F	A149	Bonte Strandloper	n	+	+	15100	0	+	+	ja
	F	A157	Rosse Grutto	n	0	0	1200	-	+	-	ja
	F	A160	Wulp	n	0	+	2500	+	+	-	ja
	F	A161	Zwarte Ruiter	n	0	?	270	-	+	+	nee
	F	A162	Tureluur	n	?	?	1100	-	-	+	ja
	F	A164	Groenpootruiter	n	++	-	90	-	+	+	nee
	F	A169	Steenloper	n	-	?	230	0	--	+	nee

F = foerageren

HR/VR=habitatrictlijn/vogelrichtlijn

n = nee

? = onbekend

SVI = staat van instandhouding

In deze tabel is een overzicht weergegeven van de intergetijdegebied-vogels. Tevens staat hierin duidelijk weergegeven wat de trend, het aantal en de bijdrage is van deze vogels. De geelgemarkeerde vogelsoorten zijn degene die zouden kunnen foerageren in getijdepoelen, aldus Peter Meininger (ecoloog Rijkswaterstaat).

Bijlage 3: Ecologie in de Oosterschelde

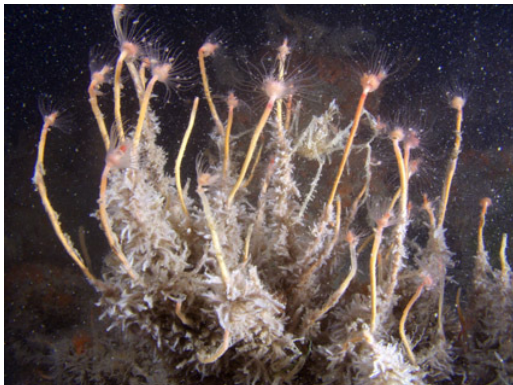
Onderwaterleven:



Sponzen: Sliertige broodspoon



Ribkwallen: Zeedruif



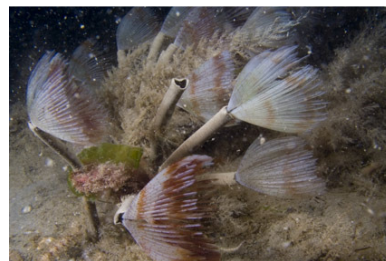
Hydroïdpolyphen: Penneschaft



Bloemdieren (zee-anemonen):
Golfbrekeranemoon



Kwallen: Lampekopje



Wormen: Waaierkokerworm



Keverslakken: Soort onbekend



Huisjesslakken: Wenteltrap



Naaktslakken: Kleine vlokslak



Tweekleppigen: Amerikaanse Zwaardschede



Inktvissen: Dwerginktvis



Aasgarnelen: Geknikte aasgarnaal



Garnalen: Gewone steurgarnaal



Krabben: Noordzeekrab



Kreeften: Europese zee kreeft



Anomura: Grote heremietkreeft



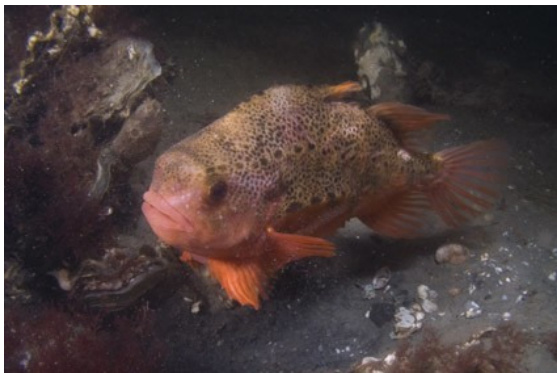
Stekelhuidigen: Gewone slangster



Zakpijpen: Druipzakpijp



Hoefijzerwormen: Hoefijzerworm



Vissen: Snotolf



Spookkreeftje: Harig spookkreeftje

Enkele kustbroedvogels:



Kluut



Bontbekplevier



Strandplevier



Vier soorten sterns: Noordse stern



Zeven soorten meeuwen: Kokmeeuw

LEVENSMEENSCHAPPEN OP HARDE SUBSTRATEN IN DE GETIJDEZONE

© A.J.M. Meijer – Bureau Waardenburg BV Adviseurs voor ecologie & milieu,
Culemborg 22-04-2010



Figuur 41; Lichenes-gemeenschap

1. Lichenes-gemeenschap (gemeenschap waarin korstmossen domineren)
De zgn. 'gele zone' die zich boven de gemiddelde hoogwaterlijn uitstrekt. De gemeenschap bestaat uit verschillende soorten Lichenes met grijze en gele kleur. Bij een hoge bedekking is er sprake van een gele zone. Andere soorten komen nauwelijks voor (*Elminius modestus*, *Littorina saxatilis*, *Ligia oceanica*).



Figuur 42; Entophysalis-gemeenschap

2. Entophysalis-gemeenschap (gemeenschap waarin *Entophysalis deusta* domineert)

De zogenaamde 'zwarte zone' die zich vaak tussen de Lichenes en de wierenzone bevindt. De gemeenschap bestaat voornamelijk uit *Entophysalis deusta*, een Cyanobacteriën-gemeenschap, die op het substraat als een zwarte aanslag aanwezig is. Andere soorten komen nauwelijks voor (*Lichenes*, *Cirripedia*, *Bolidia* spp.). In het voorjaar kan het kleine groenwiertje *Prasiola stipitata* soms met een hoge bedekking voorkomen. Meestal binnen de zone van de Entophysalis-gemeenschap kan *Prasiola stipitata* een groene band vormen. Later in het jaar is de bedekking aanzienlijk minder hoog, waardoor er geen apart aspect valt te onderscheiden.



Figuur 43; Pelvetia-gemeenschap

3. Pelvetia-gemeenschap (gemeenschap waarin Groefwier domineert)

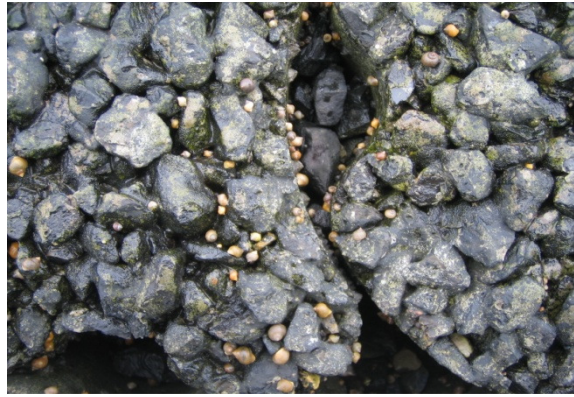
Een meestal smalle zone in het bovenste gedeelte van de getijdezone, onder de Entophysalis-gemeenschap, bestaande uit *Pelvetia canaliculata* en enkele soorten uit omgrenzende gemeenschappen. Deze gemeenschap is als zeer zeldzaam langs de Oosterschelde te beschouwen.



Figuur 44; Blidingia-gemeenschap

4. Blidingia-gemeenschap (gemeenschap waarin Klein darmwier domineert)

Komt veelal direct boven de bruinwieren voor en bestaat uit *Blidingia* spp. (Klein darmwier), een klein groenwier. Begeleidende soorten zijn onder meer *Enteromorpha* spp., *Elminius modestus*. Met name in het voorjaar vormt de Blidingia-gemeenschap een smalle heldergroene band tussen de zwarte band van de Entophysalis-gemeenschap en de bruinwierzzone (vaak *Fucus spiralis*).



Figuur 45; Cirripedia/Littorinae-gemeenschap

5. Cirripedia/Littorinae (gemeenschap waarin zeepokken en alikruiken domineren)

Deze gemeenschap bestaat uit *Elminius modestus* en/of *Balanus balanoides*, *Littorina saxatilis* en *Littorina littorea*. Lager op de dijkglooiing kunnen ook *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas* aanwezig zijn, met geringe aantallen. Deze gemeenschap komt veelal voor op glooiingen waarop weinig wieren aanwezig zijn. Wieren kunnen in deze gemeenschap wel aanwezig zijn, maar hebben dan een zeer geringe bedekking. Ook vormt de Cirripedia/Littorinidae een soort basisgemeenschap in de verschillende bruinwier-gemeenschappen, zij het dat de bedekking van de Cirripedia dan vaak minder hoog is. De verspreiding over het verticale traject is variabel: in principe kan deze gemeenschap vanaf de Entophysalis-gemeenschap tot aan de laagwaterlijn voorkomen. De aan/afwezigheid van andere aspektbepalende soorten bepaalt of er sprake is van andere gemeenschappen.



Figuur 46; Enteromorpha-gemeenschap

6. Enteromorpha-gemeenschap (gemeenschap waarin darmwieren domineren)
Bestaat uit (meestal verschillende) Enteromorpha-soorten. In de zone boven de bruinwieren komen de darmwieren vaak tezamen met *Porphyra* spp. voor. Lager in de getijdzone komen ze vaak tezamen met *Ulva* voor. Het betreft vaak een pionierstadium. Nieuw aangebrachte substraten en (door storm) aangetaste bruinwiergemeenschappen worden vaak door deze gemeenschap gekoloniseerd. De verspreiding in het verticale trajekt is variabel. In principe kan deze gemeenschap vanaf de *Entophysis*-gemeenschap tot aan de laagwaterlijn voorkomen.



Figuur 47; *Fucus spiralis*-gemeenschap

7. *Fucus spiralis*-gemeenschap (gemeenschap waarin Kleine zee-eik domineert)
Vormt meestal een vrij smalle zone aan de bovenzijde van de bruinwierzone, bestaande uit *Fucus spiralis*. De soortenrijkdom is vrij gering. Begeleidende soorten zijn onder meer *Elminius modestus*, *Enteromorpha* spp., *Littorina saxatilis* en *Littorina littorea*.



Figuur 48; *Fucus vesiculosus*-gemeenschap

8. *Fucus vesiculosus*-gemeenschap (gemeenschap waarin Blaaswier domineert)
 Eén van de bruinwiegemeenschappen die een groot deel van de getijdezone kunnen beslaan. Dominante wiersoort is *Fucus vesiculosus*. Met name lager in de getijdezone kan de soortenrijkdom hoog zijn. Onder de grote bruinwieren bevinden zich op het substraat verschillende kleinere wiersoorten (bijvoorbeeld *Ceramium deslongchampsii*, *Ceramium rubrum*, *Chondrus crispus*, *Gigartina stellata*, *Polysiphonia nigrescens*, *Cladophora rupestris*) en verschillende diersoorten (*Cirripedia*, *Carcinus maenas*, *Littorinidae*, *Mytilus edulis*; langs de laagwaterlijn soms ook soorten uit het sublitoraal).



Figuur 49; *Fucus serratus*-gemeenschap

9. *Fucus serratus*-gemeenschap (gemeenschap waarin Gezaagde zee-eik domineert)

Een andere bruinwiegemeenschap die een groot deel van getijdezone kan innemen, meestal de lagere gedeelten. Dominante soort is *Fucus serratus* (Gezaagde zee-eik). Zie ook voorgaande gemeenschap. Met name in het onderste gedeelte van de getijdezone en vooral op plaatsen langs geulen kan sprake zijn van een hoge soortenrijkdom. Deze gemeenschap is als een klimax-stadium te beschouwen in de successiereeks in de onderste helft van de getijdezone.



Figuur 50; *Ascophyllum nodosum*-gemeenschap

10. *Ascophyllum nodosum*-gemeenschap (gemeenschap waarin Knotswier domineert) Bruinwiergemeenschap die met name op relatief rustiger, beschutte plaatsen (bijvoorbeeld havens) voorkomt. Dominante soort is *Ascophyllum nodosum* (Knotswier). Zie ook *Fucus vesiculosus*-gemeenschap. Evenals de *Fucus serratus*-gemeenschap is deze gemeenschap als een klimax-stadium te beschouwen.



Figuur 51; *Cirripedia/Littorinae/Crassostrea/Mytilus*-gemeenschap

11. *Cirripedia/Littorinae/Crassostrea/Mytilus*-gemeenschap (gemeenschap waarin zeepokken, alikruiken, Japanse oester en mossel domineren)

Deze gemeenschap heeft evenals de *Cirripedia/Littorinae*-gemeenschap een hoge bedekking van zeepokken en alikruiken. Daarnaast komen echter ook *Crassostrea gigas* (Japanse oester) en/of *Mytilus edulis* (Mossel) voor. De gemeenschap komt vooral in de onderste helft van de getijdzone voor op plaatsen waar bruinwiergemeenschappen ontbreken. Vaak zijn er verschillende wiersoorten aanwezig, echter met een geringe bedekking.

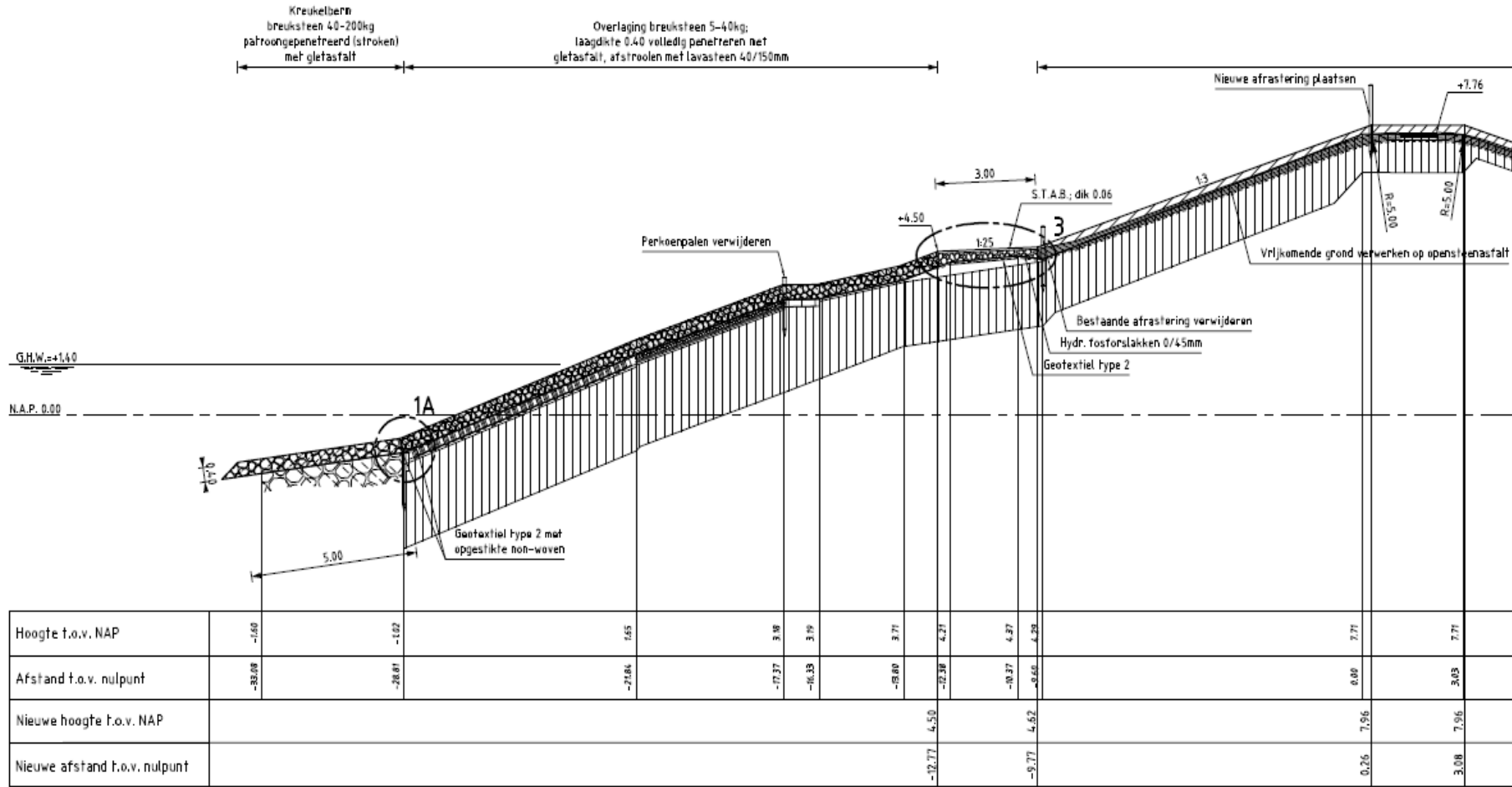


Figuur 52; Crassostrea-gemeenschap
12. Crassostrea-gemeenschap (gemeenschap waarin Japanse oester domineert)
Komt veelal in de onderste zone van de dijkglooiing voor en bevat de soorten die ook in de voorgaande gemeenschap voorkomen. De Japanse oester is echter verreweg dominant. Op sommige plaatsen zijn hele pakketten van aan elkaar gehechte Japanse oesters aanwezig. Hierop kunnen zich weer tal van andere soorten vestigen. Met name op plaatsen waar deze gemeenschap zich langs een geulrand bevindt kunnen verschillende kleinere wiersoorten (zie Fucus vesiculosus-gemeenschap) aanwezig zijn.



Figuur 53; Mytilus-gemeenschap
13. Mytilus-gemeenschap (gemeenschap waarin Mossel domineert)
Komt in verhouding nog maar weinig voor. Komt veelal in de onderste zone van de dijkglooiing voor en bevat de soorten die ook in de voorgaande gemeenschap voorkomen. De mossel is echter dominant en bereikt bedekkingen tot 100%.

Bijlage 4: Voorbeeld dwarsdoorsnede dijkprofiel



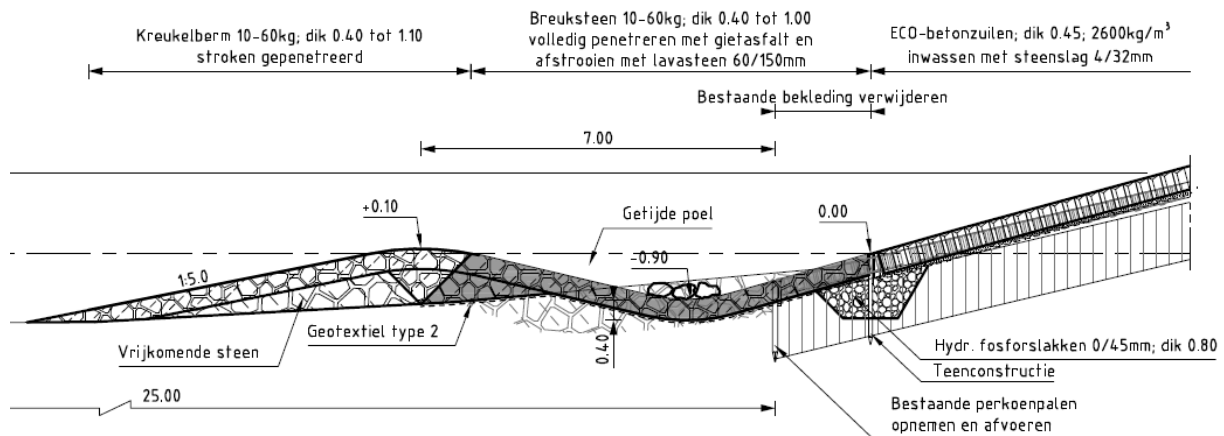
DWARSPROFIEL 2 nieuw Van dp148 tot dp150 (constructie bovenbehoop, kruin en binnentalud vanaf dp148+50m)

schaal 1:100

Figuur 54; Een dwarsprofiel van een dijk, met verschillende dijkbekledingen

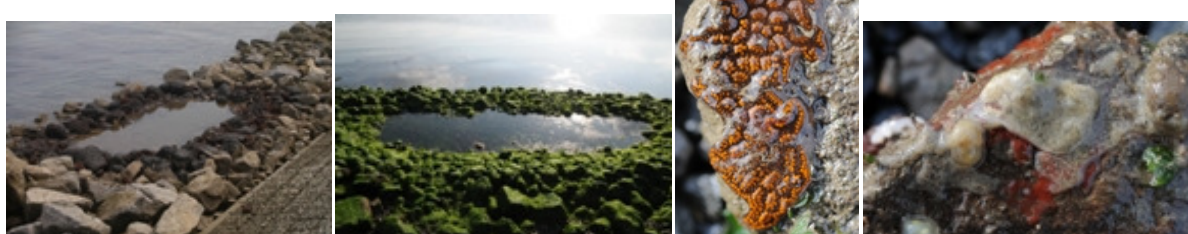
Bijlage 5: Getijdepoelen

Getijdepoelen zijn in het verleden uitgevoerd met asfalt en blijken veel biodiversiteit te bevatten. Toch blijkt de uitvoering van getijdepoelen met asfalt niet gemakkelijk. Asfalt is vloeibaar en zoekt daarom het laagste punt op. In Figuur 55; Getijdepoel met vol en zatte breuksteenpenetratie, is de uitwerking van de getijdepoel toegepast bij Stormesandepolder. Normaal gesproken wordt er geen kreukelberm met vol en zatte asfalt penetratie toegepast. Deze variant is vrij duur. Wel wordt verwacht dat dit interessante resultaten op gaat leveren, omdat asfalt 100% water ondoorlatend is.



Figuur 55; Getijdepoel met vol en zatte breuksteenpenetratie

Peter Paalvast, Ecoconsult, heeft in 2009 de uitwerking van de poelen (10 korte poelen en 2 lange, gelegen in de kreukelberm van het dijkvak ten oosten van het Kanaal door Zuid-Beveland. Onderstaande informatie komt uit dat rapport.



Figuur 56; getijdepoel direct na aanleg, ontwikkeling getijdepoel, kolonievormende zakpijp en spons

- ❖ In alle poelen is het aantal soorten ten opzichte van 2008 in 2009 toegenomen.
- ❖ Poelen die droogvallen bevatten minder soorten dan poelen die bij laagwater nog water bevatten.
- ❖ De dichtheid van de pioniersoort *Ulva intestinalis* (Echt darmwier) is in 2009 geminimaliseerd.
- ❖ Sterke toename van *Callithamnion roseum* (Boompjeswier), *Sargassum muticum* (Japans bessenwier) en *Gracilaria verrucosa* (Knoopwier).
- ❖ *Pilayella littoralis* (Kwastwier) een algensoort die grote matten kan vormen, daarmee andere soorten kan overdekken en verstikken, is in 2009 voor het eerst aangetroffen.
- ❖ Er is niet tot nauwelijks mossel- en oesterbroed in 2009.

- ❖ Onder de macrofauna; *Crepidula fornicata* (Muiltje), *Porcellana platycheles* (Harig porceleinkrabbetje) en *Diadumene cincta* (Golfbrekeranemoon) als nieuwe soorten in 2009.

In de ontwerpen, hieronder weergegeven, wordt naar een alternatief gezocht voor de kreukelberm van breuksteen, vol en zat gepenetreerd met gietasfalt. Zie Figuur 56; getijdepoel direct na aanleg, ontwikkeling getijdepoel, kolonievormende zakpijp en spons. De ontwerpen die hier naar voren komen zijn uitvoerig besproken met experts van projectbureau Zeekeringen. Ook is er een overleg geweest met het Waterschap Scheldestromen, die de kreukelbermen in beheer heeft.

Er zijn steeds twee varianten die terug komen. Eén is met een waterdichte getijdepoel t/m de teenconstructie, waarbij de ondertafel met asfalt is overlaagd. Er kan geen water door het asfalt op de ondertafel, en daardoor kan er geen druk van water onder de kreukelberm komen. De andere variant is met een opening tegen waterdruk, bij de teenconstructie tot 2 m van de teenconstructie. Hier is een open constructie getekend, waar water doorheen kan.

Het water stroomt bij een water doorlaatbare laag door die laag (bijvoorbeeld betonzuilen) en kan via de ondergrond naar de kreukelberm weer wegstromen. Hierdoor ontstaat er geen overdruk. Indien er een water doorlaatbare laag aangelegd zou worden, maar met een waterdichte kreukelberm, dan zou er druk onder de water doorlaatbare laag kunnen ontstaan. Hierdoor kan, door druk van onderaf, schade ontstaan en dit is niet gewenst.

Hier zijn een aantal varianten bedacht om, óf water vast te houden op de kreukelberm, óf om aangroeimogelijkheden te bevorderen voor onderwaterleven. In de praktijk wordt de kreukelberm in twee lagen aangelegd, waarbij de breuksteensortering afhankelijk is van de golfaanvallen. Gemiddeld genomen wordt er de ene helft van de tijd een kreukelbermsortering van 10-60 kg, en de andere helft van de tijd een kreukelbermsortering van 40-200 kg toegepast. Bij de alternatieven zijn er voor- en nadelen gegeven. De functie van de getijdepoel is hierboven al beschreven en wordt daarom verder niet in de alternatieven genoemd. Er wordt verwacht dat alle varianten voldoen aan de veiligheidsnormen. Alle varianten zijn duurder dan een normale kreukelberm, hetzij door de extra ingreep, maar ook door de lengte. 7m in plaats van 5 m. De getijdepoelen kunnen afgewisseld worden met een normale (5 m brede) kreukelberm. Hierdoor worden, over het dijktraject gezien, de kosten beperkt.

In Figuur 57; Asphalt (vol en zat) getijdpoel wordt laten zien hoe een 'standaard' getijdpoel eruit ziet. Hieronder is een waardering gegeven aan deze variant. Voordelen: 100% waterdicht en stabiel onder stormachtige omstandigheden. Tevens is deze variant overal toe te passen.

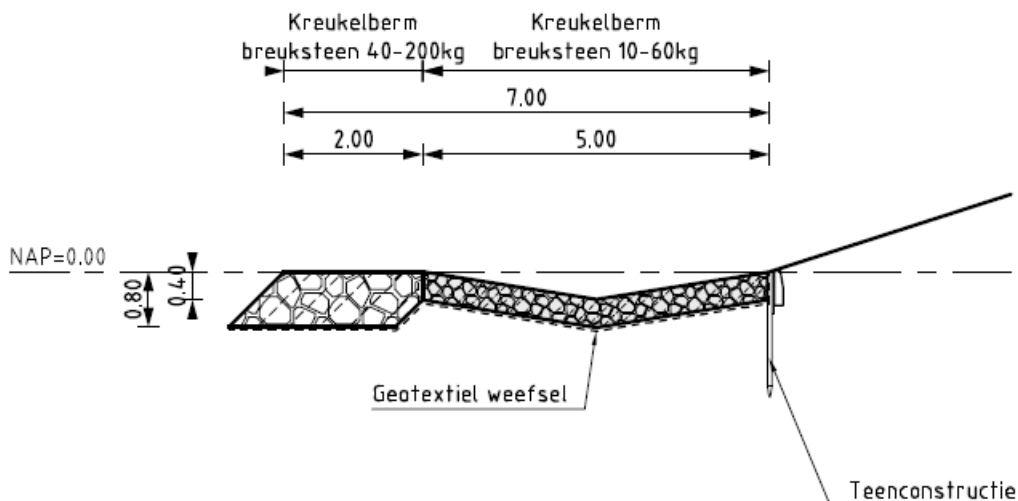
Nadelen: Het gebruik van veel asfalt maakt deze variant minder aantrekkelijk voor organismen. Het afstrooien met lavastenen bevordert de aangroeimogelijkheden, meer lavastenen (minder asfalt) zijn beter.

Kosten: Deze tabel hieronder geeft een indicatie van deze variant getijdpoel. In deze indicatie is geen eindafsluig opgenomen. Dit wordt per locatie nader bekeken. De prijs is per strekkende meter. Zie Tabel 7; prijs per strekkende meter asfalt (vol en zat) getijdpoel.

Tabel 7; prijs per strekkende meter asfalt (vol en zat) getijdpoel

Type materiaal	Aantal m ²	Prijs / m ²	Totaalprijs
Breksteen 40-200 kg (0,8 m dik)	2	29	58
Breksteen 10-60, vol en zat (0,4 m dik)	5	39	195
		Totaal per strekkende meter:	253
		Incl. staart (118%):	299

0 ASFALT (VOL EN ZAT) GETIJDEPOEL



Figuur 57; Asphalt (vol en zat) getijdpoel

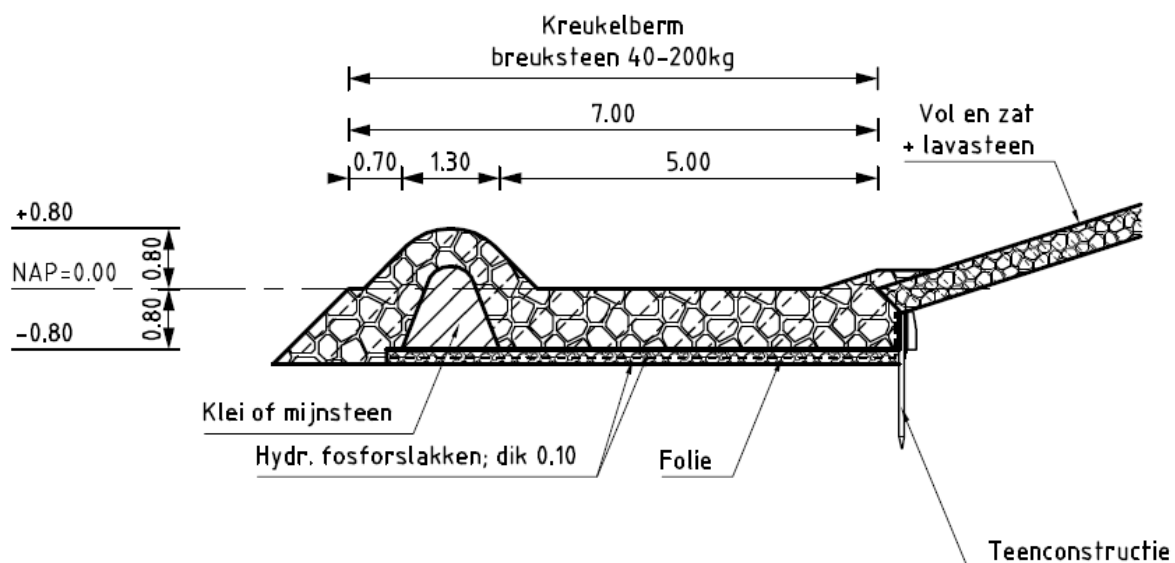
1a; De heuvel kreukelberm is een kreukelberm waar op de kop (aan zeezijde) een heuvel geplaatst is. Hiermee wordt er water achter deze heuvel (tussen de heuvel en de teenconstructie) vastgehouden.

De kleiheuvel kreukelberm is ervoor bedoeld om met oude klei uit dijklichamen een heuvel op te werpen, waar breuksteen overheen gestort wordt. Daarachter wordt water vastgehouden ten behoeve van het onderwaterleven in de Oosterschelde.

De heuvel ligt parallel aan de teen van de dijk. Deze constructie wordt kwetsbaarder naarmate deze langer (langs het dijktraject) gemaakt wordt (er kan sneller lekkage optreden). Om de effectiviteit te waarborgen is het belangrijk dat de heuvel af en toe afbuigt naar de teen toe, om een bakvorm te krijgen. De kleilaag ligt op een geotextiel.

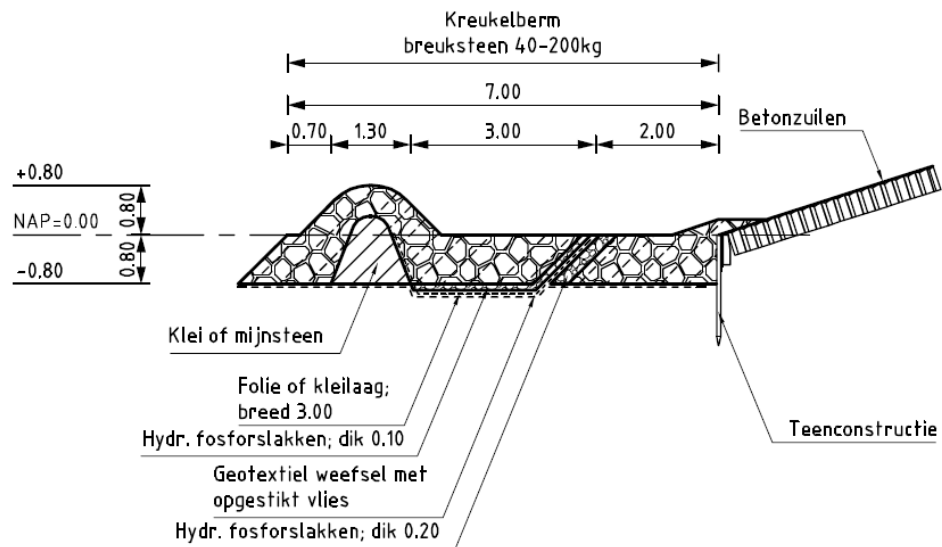
- ❖ Voordelen: Oude klei uit een dijklichaam kan op deze manier hergebruikt worden. De heuvel biedt een vochtigheidsgradiënt en daardoor een mooie overgang van getijdepoel naar de Oosterschelde.
- ❖ Nadelen: De golfbelasting op de heuvel is hoger waardoor deze niet op alle locaties bestand is tegen een storm die eens in de 4000 jaar voorkomt.
- ❖ Kosten: relatief goedkoop, geen asfalt of andere dure materialen.

1a HEUVEL KREUKELBERM



Figuur 58; Kleiheuvel kreukelberm, waterdicht t/m de teenconstructie

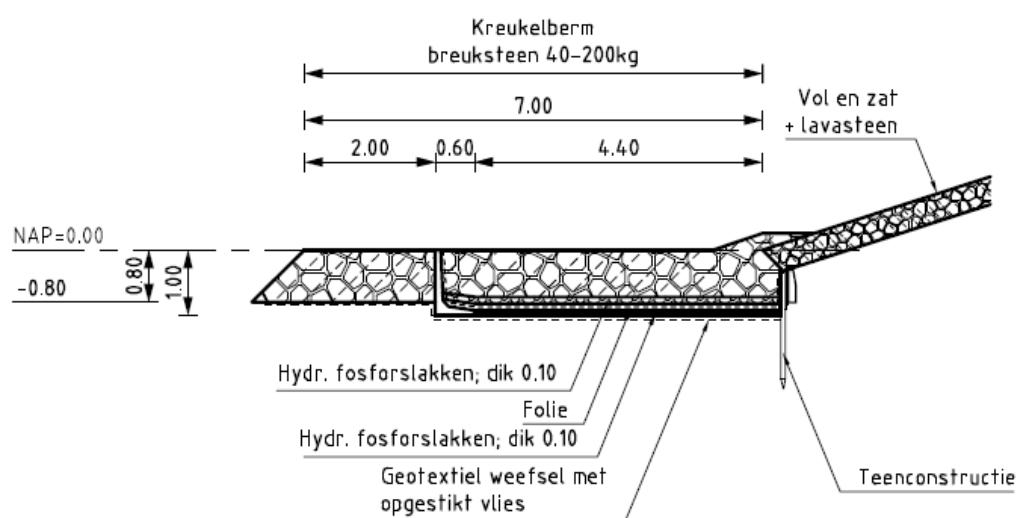
1b HEUVEL KREUKELBERM



Figuur 59; kleiheuvel kreukelberm met opening tegen waterdruk

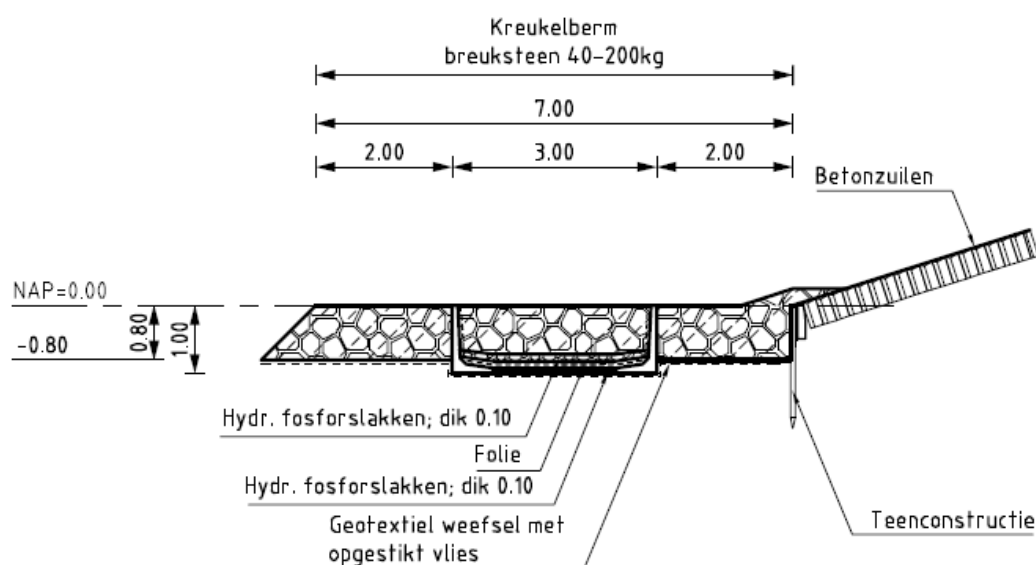
2a; Een keerwand in de kreukelberm is een robuuste constructie. Door deze stevigheid wordt verwacht dat de keerwand in de kreukelberm lang intact zal blijven, ook tijdens stormachtige omstandigheden. De keerwand van beton wordt geïntegreerd in de kreukelberm. De keerwanden hebben een constructie aan de zijkant waarmee ze in elkaar passen. Tussen deze naden wordt rubber gesmeerd, dit wordt gedaan om de keerwanden stabiel en waterdicht te maken.

2a KEERWAND IN KREUKELBERM

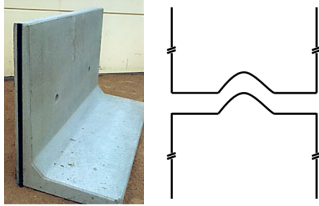


Figuur 60; Keerwand kreukelberm, waterdicht t/m teenconstructie

2b KEERWAND IN KREUKELBERM



Figuur 61; keerwand in kreukelberm, met opening tegen waterdruk



Figuur 62; Keerwand constructie

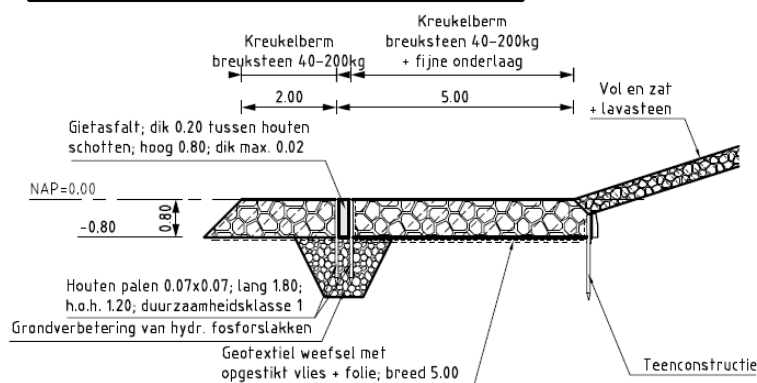
Deze keerwand dient evenals de kleiheuvel kreukelberm een haakse constructie op de teen te krijgen die aansluit bij de strook parallel voor de teen (zoals afgebeeld op de dwarsdoorsnede). Deze afsluiting moet ervoor zorgen dat de keerwandconstructie water vasthoudt bij laagwater. De keerwand staat op een geotextiel met folie waardoor deze waterdicht is en stabiel staat.

- ❖ Voordelen: Robuust en stevig, ook onder zware omstandigheden.
- ❖ Nadelen: Dure variant, de keerwand kost circa 100 euro per strekkende meter.
- ❖ Kosten: De keerwanden zijn robuust, maar duur. In verhouding is deze variant wel goedkoper dan de asfalt (vol en zat) getijdepoel.

3a; De asfaltsluiting in de kreukelberm is een constructie die, op deze manier uitgevoerd, overal toepasbaar is.

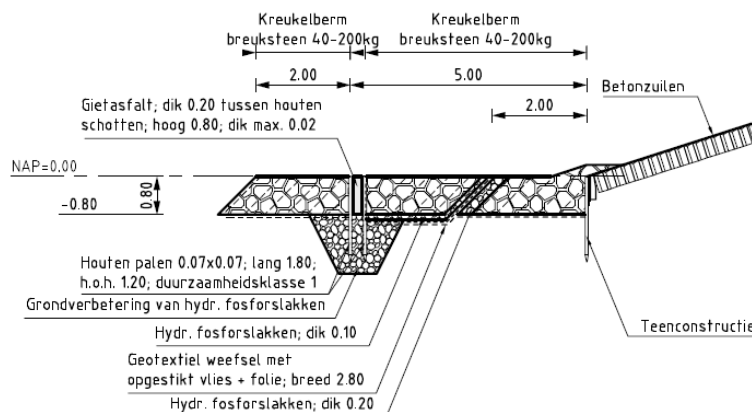
De asfaltsluiting kreukelberm is een constructie waarbij asfalt gebruikt wordt, maar in een minimale hoeveelheid. De waterdichte constructie bestaat 2 keer uit rijen houten palen die houten schotten tegenhouden. Een ruimte van circa 20 cm, tussen de schotten, moet open blijven en hier moet het gietasfalt met steenslag tussen gegoten worden. Deze constructie dient ook een afsluiting te krijgen doormiddel van een constructie haaks op de teen. Onder de breuksteensortering ligt geotextiel met folie waardoor de constructie waterdicht is.

3a¹ ASFALTSLUITING KREUKELBERM



Figuur 63; Asfaltsluiting kreukelberm, waterdicht t/m teenconstructie

3a² ASFALTSLUITING KREUKELBERM

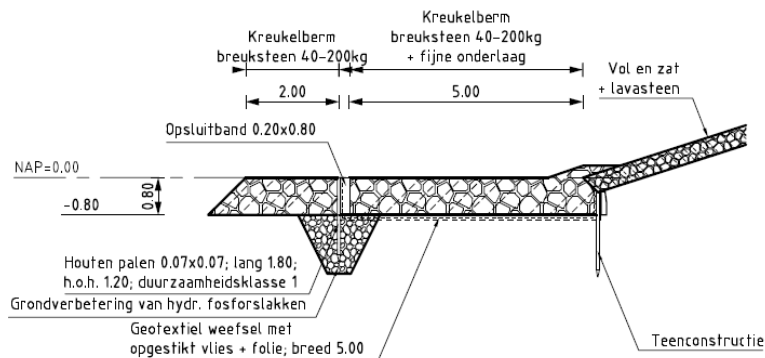


Figuur 64; asfaltsluiting kreukelberm met opening tegen waterdruk

- ❖ Voordelen: overal toepasbaar, mits voorland niet te laag ligt. Dit heeft te maken met de korte droogvaltijd van de kreukelberm.
- ❖ Nadelen: Veel extra moeite door het ontgraven van het voorland. Tevens het gebruik van hydraulische fosforlakken in de kreukelberm. Mogelijk biedt het gietasfalt, als waterdichte constructie, geen tot weinig aangroeimogelijkheden voor organismen. Hierdoor wordt de (korte) overgang hard en ecologisch niet interessant.
- ❖ Kosten: Veel handelingen, maar goedkoper dan variant 0.

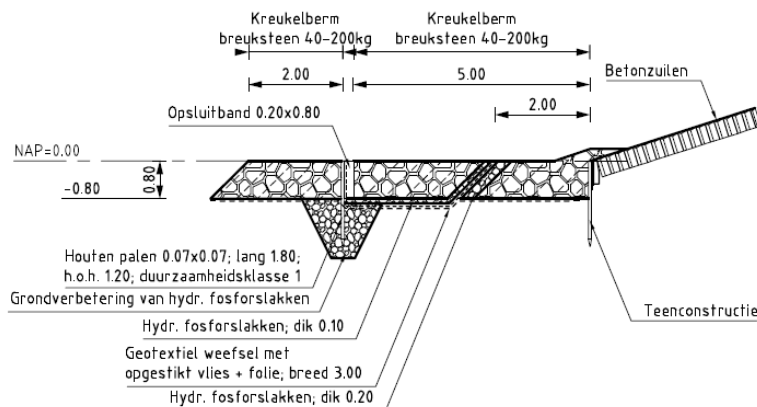
3b; De opsluitband kreukelberm is een variant die overal toepasbaar is.

3b¹ OPSLUITBAND KREUKELBERM



Figuur 65; Opsluitband kreukelberm, waterdicht t/m teenconstructie

3b² OPSLUITBAND KREUKELBERM



Figuur 66; opsluitband kreukelberm, met opening tegen waterdruk



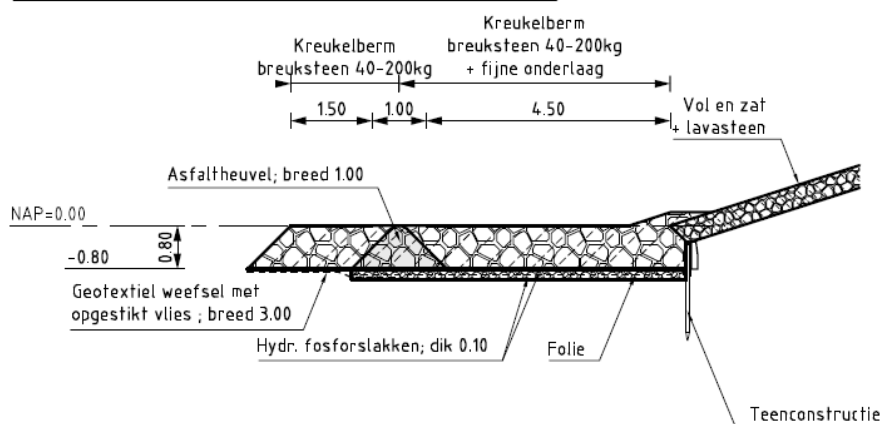
Figuur 67; betonnen opsluitband

Een betonnen opsluitband, tegengehouden door houten palen aan weerszijden. Om de 30 cm is een stabiele constructie die water vast dient te houden tussen de opsluitband en de teenconstructie. Deze dient ook afgedicht te worden door een constructie haaks op de teen.

- ❖ Voordelen: Overal toepasbaar, mits het voorland niet te laag ligt. Dit in verband met de korte droogvaltijd van de kreukelberm.
- ❖ Nadelen: De betonnen opsluitband is niet flexibel, waardoor deze bij een storm zou kunnen breken.
- ❖ Kosten: veel ingrepen, maar relatief goedkoop. De opsluitband kost 27 euro per strekkende meter en is daardoor vrij goedkoop.

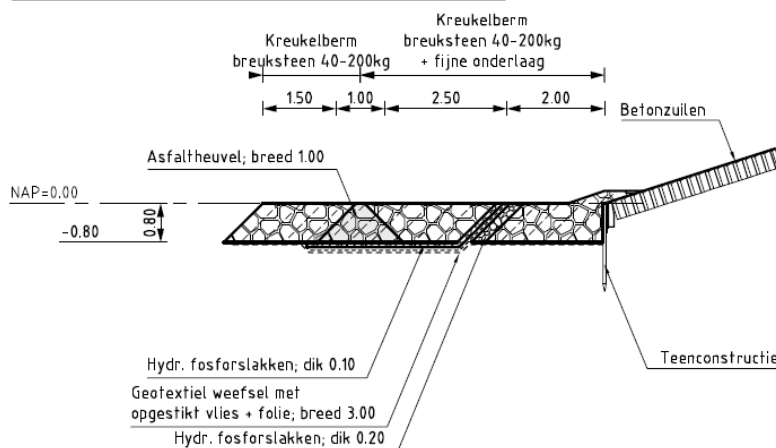
3c; De asfaltheuvel kreukelberm is een vrij gemakkelijk uitvoerbare variant. De asfaltheuvel kreukelberm is ervoor ontworpen om bij stenig voorland geen constructie in het voorland te moeten slaan, maar met een asfaltheuvel een waterdichte laag te creëren. Het asfalt zou in twee keer aangelegd kunnen worden. Mogelijk kan het aanpassen van de viscositeit zo gedaan worden, dat het in één keer gegoten kan worden. De variant heeft de voorkeur bij de uitvoerders. Dit heeft te maken met de handelingen, hij is vrij makkelijk uitvoerbaar. Wel is deze goed toepasbaar bij het aanleggen van een nieuwe kreukelberm. In sommige gevallen wordt er uitgevlakt en aangevuld. Dan is deze variant wel duur, omdat er ontgraven moet worden.

3c¹ ASFALTHEUVEL KREUKELBERM



Figuur 68; asfaltheuvel kreukelberm, waterdicht t/m teenconstructie

3c² ASFALTHEUVEL KREUKELBERM



Figuur 69; asfaltheuvel kreukelberm, met opening tegen waterdruk

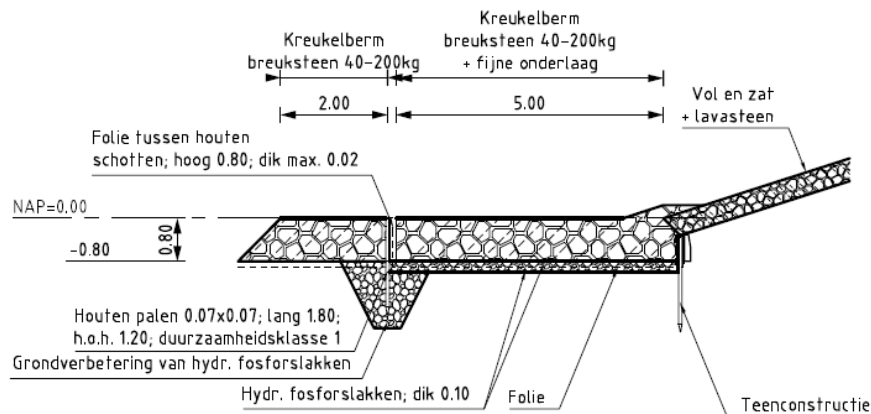
Voordelen: Erg makkelijk uitvoerbaar en overal toepasbaar.

Nadelen: Het gebruik van asfalt, wel in een mindere mate dan bij de oorspronkelijke getijdpoelen. De kop van de asfaltheuvel kan met lavastenen afgestrooid worden om de aangroei van organismen te bevorderen.

Kosten: Weinig handelingen en een kleine hoeveelheid asfalt, daardoor niet duur.

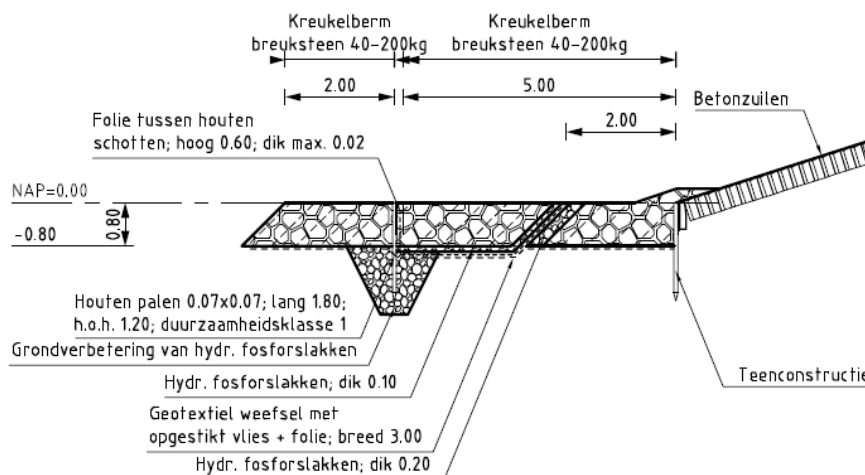
3d: Houten schotten kreukelberm. Dit is een fragiele constructie, want bij storm kan deze makkelijk schade oplopen. Indien er geen ontgraving en aanvulling met hydraulische fosforslakken hoeft te gebeuren, is deze wel erg goedkoop. Het ontgraven dient alleen te gebeuren indien het voorland erg stenig is. Hierdoor kunnen de palen niet gemakkelijk in het slik gedrukt worden, maar breken deze. De houten schotten in de kreukelberm zijn ervoor om het folie te klemmen, opdat er geen beschadiging optreedt.

3d¹ HOUTEN SCHOTTEN KREUKELBERM



Figuur 70; houten schotten kreukelberm, waterdicht t/m teenconstructie

3d² HOUTEN SCHOTTEN KREUKELBERM



Figuur 71; houten schotten kreukelberm, met opening tegen waterdruk

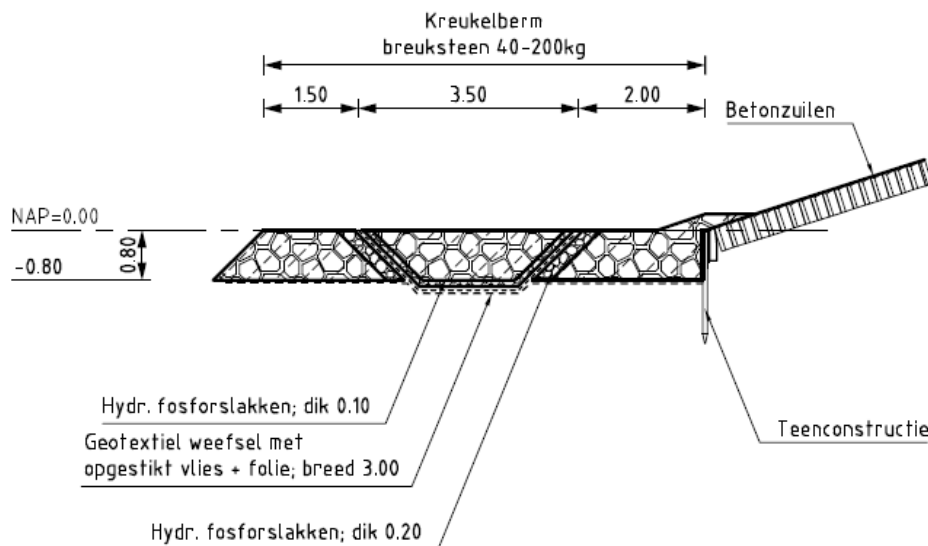
Voordelen: Goedkoop

Nadelen: Fragiel, bij stormachtige omstandigheden zou deze het mogelijk afleggen

Kosten: Vrij laag, de handelingen zijn er wel, maar de materialen zijn niet duur.

3e; Een normale kreukelberm, maar met folie. Deze constructie is ervoor bedoeld om een flexibele kreukelberm te houden. Hier wordt met hydraulische fosforslakken een bufferlaag op de breuksteen aangebracht worden, daarover de folie en weer een bufferlaag. Tijdens het storten van de breuksteensortering is het namelijk niet gewenst dat de folie scheurt, opdat deze water vast blijft houden bij laag water.

3e KREUKELBERM



Figuur 72; getijdpoel in kreukelberm doormiddel van folie en hydr. Fosforslakken

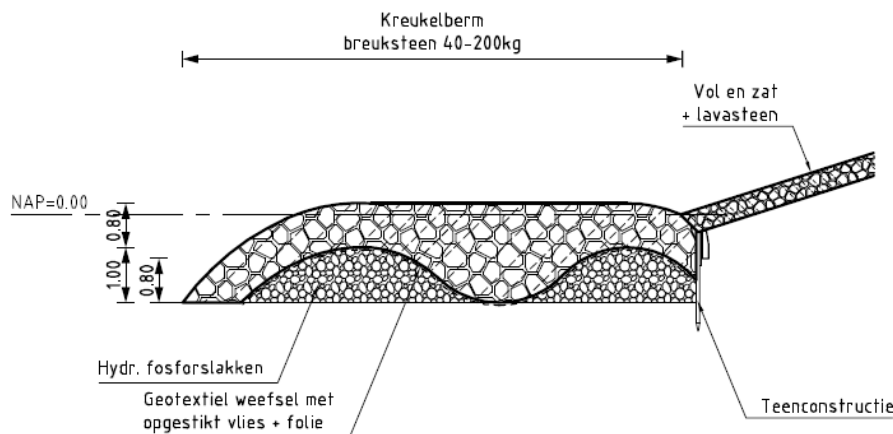
Voordelen: Toepasbaar bij uitvlakken van een kreukelberm

Nadelen: Mogelijk fragiel onder stormachtige omstandigheden.

Kosten: Laag, de folie en de hydraulische fosforslakken zijn de enige kosten. Wel is de aanleg ervan is een extra handeling.

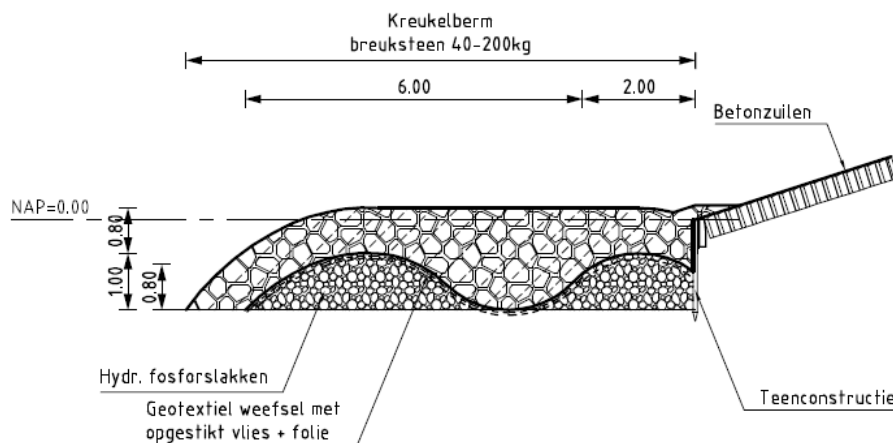
4a: kreukelberm. Indien er veel oude dijkbekleding afgekeurd wordt, kan er gekozen worden om dit in de kreukelberm te verwerken. In sommige gevallen wordt dit onder de kreukelberm gestopt. Bovenop de kreukelberm kan dit echter veel meer aangroei bieden. Niet alle stenen dienen een sortering van 40-200 kg te hebben. Onder stormachtige omstandigheden mogen ze best bewegen. De golvende kreukelberm is ervoor bedoeld om water vast te houden achter de slakkenheuvel. In de kuil tussen de 2 breuksteenheuvels kan stortsteen (in vorm van oude dijkbekleding) geplaatst worden.

4a KREUKELBERM



Figuur 73; golvende kreukelberm, waterdicht t/m teenconstructie

4b KREUKELBERM



Figuur 74; golvende kreukelberm, met opening tegen waterdruk

Voordelen: Veel stenig materiaal, veel aangroeimogelijkheden. Robuuste constructie.

Nadelen: Veel materiaal nodig, waardoor deze niet overal toepasbaar is.

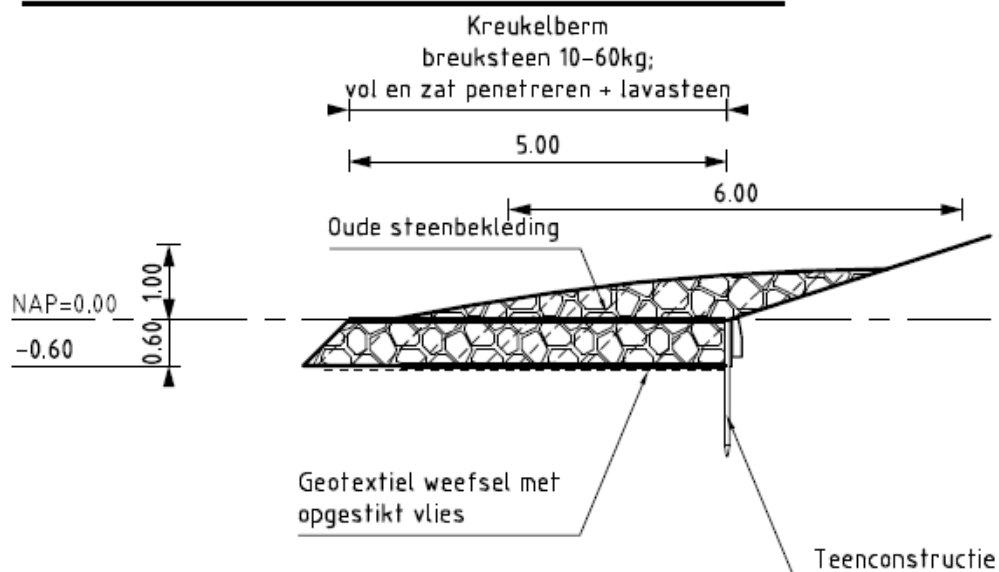
Kosten: Afhankelijk van de materialen die beschikbaar zijn. Indien alleen breuksteen 40-200 kg, dan is deze variant erg duur.

De komende 2 varianten zijn geen getijdepoelen, maar een hergebruik van oude dijkbekleding. Deze dienen de aangroeimogelijkheden te bevorderen.

5a: Door oude dijkbekleding op de kreukelberm te storten en over de teenconstructie te trekken wordt een flauwere helling gecreeërd met schuilmogelijkheden voor organismen. Vaak is de zone tussen de kreukelberm en het dijktafval (bij de teenconstructie) bedekt met zand en/of steenslag. Bij golven komen deze in beweging. Dit een schurend effect waar weinig organismen op gedijen.

De breuksteensortering van 10-60 kg vol en zat gepenetreerd met gietasfalt afgestrooid met lavasteen is ook te vervangen door een breuksteensortering van 40-200 of 300-1000 kg, afhankelijk van de golfbelasting.

5a STORTSTEEN OP KREUKELBERM



Figuur 75; Oude dijkbekleding op de kreukelberm

Voordelen: Hergebruik oude dijkbekleding. En geen 'dode' zone boven de teenconstructie.

Nadelen: Deze dienen een sortering te hebben die niet te dynamisch is. Omdat organismen hier wel op 'willen' groeien.

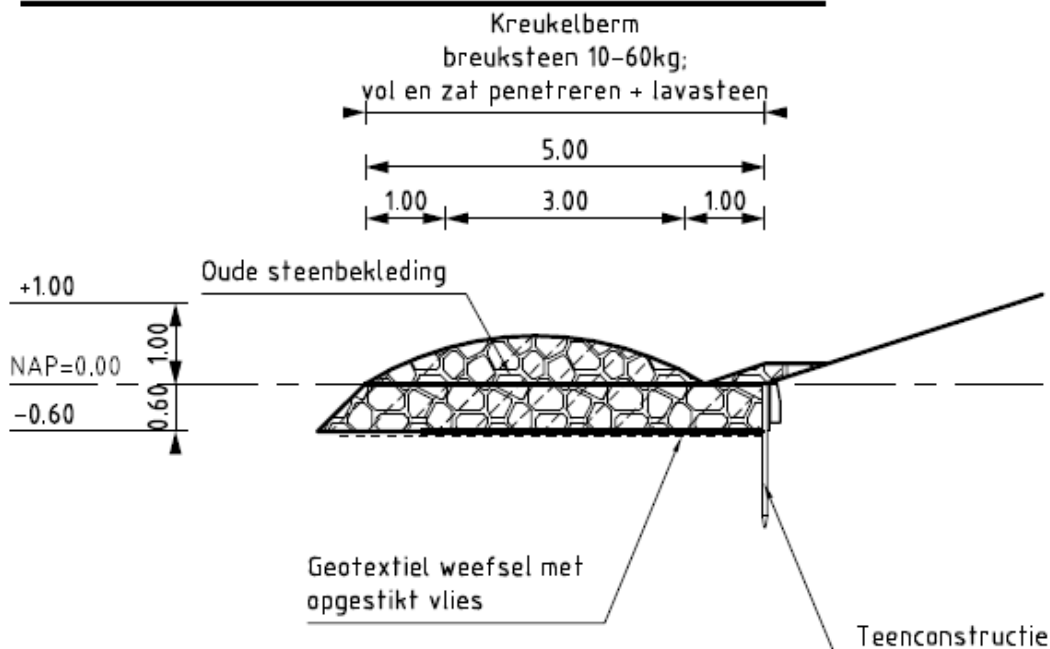
Kosten: laag, de kreukelberm wordt aangebracht en de oude dijkbekleding eroverheen gestort. Mogelijk scheelt het geld, omdat het materiaal anders afgevoerd wordt door de aannemer.

5b: De stortsteenheuvel van oude dijkbekleding op de kreukelberm biedt schuilmogelijkheden voor organismen. Door deze met onderwaterbeton te penetreren verdwijnt er wel holle ruimte, maar deze constructie is wel steviger. Bovendien is dit met verschillende materialen uit te voeren.

De stortsteenheuvel kan ook zonder onderwaterbeton uitgevoerd worden, maar dan is er een grove sortering nodig, omdat de golfaanvallen op deze heuvel groter zijn dan op de kreukelberm. Er is gekozen om dit te tekenen op een vol en zatte gepenetreerde kreukelberm, echter wordt dit niet vaak in de praktijk toegepast. In sommige gevallen wordt er wel met asfalt gewerkt en daardoor is deze variant wel belangrijk.

De breuksteensortering van 10-60 kg vol en zat gepenetreerd met gietasfalt afgestrooid met lavasteen is ook te vervangen door een breuksteensortering van 40-200 kg of 300-1000 kg, afhankelijk van de golfbelasting.

5b STORTSTEEN OP KREUKELBERM



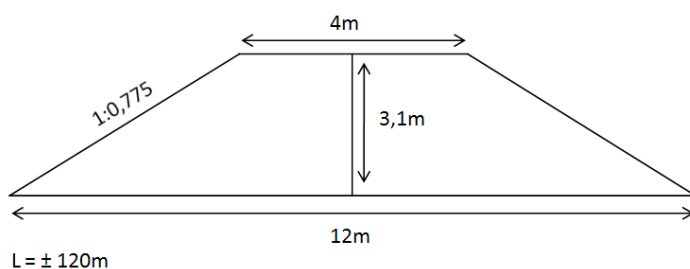
Figuur 76; stortsteenheuvel op kreukelberm

De voordelen, nadelen en de kosten zijn identiek als bij 5a. Deze variant kent mogelijk wel een 'dode' zone bij de teenconstructie. Monitoring kan uitwijzen welke variant het efficiëntst is.

Bijlage 6: Drempel en zandsuppletie aanbrengen voor Flaauwersinlaag

Op de locatie waar de drempel zou kunnen komen ligt de bodem op circa -2.00 NAP. De zwarte lijn in figuur 78 is de drempel van de oude dijkbekleding (zie Figuur 77; Drempel en afmetingen), onderbreedte 12 m en kruinbreedte 4 m. Een talud van 1:0,775. Waterschap Scheldestromen heeft een bodemmeting op locatie uitgevoerd en verwacht dat de drempel ongeveer 0,5 m in de grond zal zakken.

De totale oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de drempel is circa 24,8 m². De lengte is circa 120 m, dat wil zeggen dat er circa 2976 m³ aan materiaal nodig is om de drempel te maken. Onder de drempel komt een strook geotextiel van 12*120 m om de drempel meer draagkracht te geven.

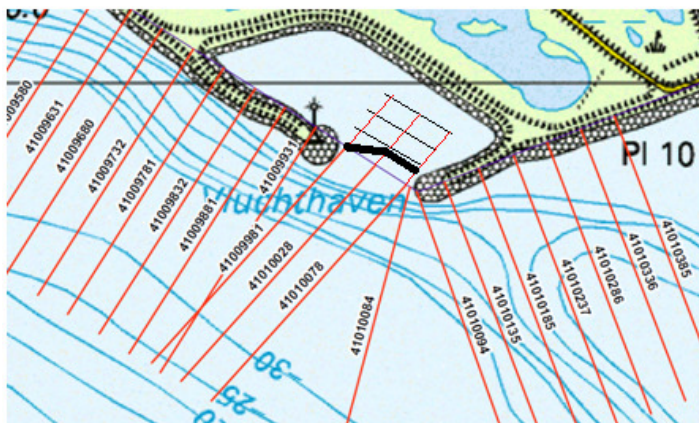


Totale oppervlakte = $3,1 \times 8 = 24,8 \text{ m}^2$

Figuur 77; Drempel en afmetingen

Afmetingen suppletielichaam: 300 m lang * 30 m breed * 1 m hoog (tot NAP +0,2) = ± 9000 m³ zandig materiaal. Er is circa 9000 m³ zandige klei over uit een afgekeurd oud dijklichaam op dit dijktraject.

Er zou vanaf de berm gestort kunnen worden. Deze zandige klei kan niet vanaf de dijk het slik opgereden worden (dit uitvoeringstechnisch niet gewenst, de machines moeten dan van de dijk het slik oprijden).



Figuur 78; Raaien in gat door dijkval

Tabel 8; Data raaien uit 2009, dikke zwarte lijn in figuur 78

41009981	41010028	41010078	gemiddelde
0 meter	-15 meter	-15 meter	
-2,12	-2,22	-2,02	-2,12

Bijlage 7: Dijk tuin Tholen

Overzicht dijk tuin Tholen



Figuur 79; Overzicht dijk tuin Tholen

Vak 1: breuksteen 10/60, gepenetreerd met open colloïdaal beton;



Figuur 80; Breuksteen 10-60 kg, gepenetreerd met open colloïdaal beton

vak 2: Vilvoordse kalksteen in schanskorven/bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met open colloïdaal beton;



Figuur 81; Schanskorven, een foto van bovengenoemd vak is niet beschikbaar.

vak 3: Vilvoordse kalksteen, traditioneel gezet/bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met dicht colloïdaal beton;



Figuur 82; Vilvoordse kalksteen, benedenbeloop gepenetreerd met colloïdaal beton

vak 4: Vilvoordse kalksteen, gepenetreerd met dicht colloïdaal beton/
bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met dicht colloïdaal beton;



Figuur 83; Colloïdale betonpenetratie van Vilvoordse steen

vak 5: Basalton;



Figuur 84; Basalton, betonzuilen

vak 6: Basalton met een toplaag van basaltsplit (de basaltsplit is circa 8mm);



Figuur 85; Basalton, betonzuilen met toplaag van basaltplit

vak 7: basalt;



Figuur 86; Basaltzuilen

vak 8: Haringmanblokken;



Figuur 87; Haringmanblokken

vak 9: Armorflexblokken, in een verticaal transect is een zevental rode blokken opgenomen;



Figuur 88; Amorflexblokken

vak 10: open colloïdaal betonplaat



Figuur 89; Open colloïdaal beton

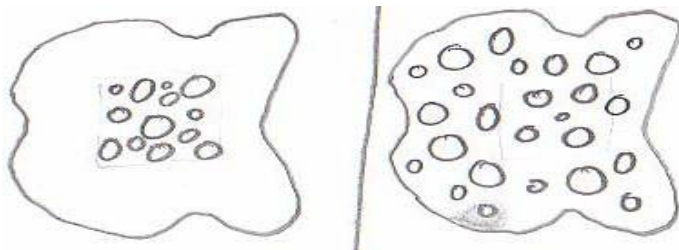
Bijlage 8: Ecotoppen

Met deze informatie zijn medewerkers van bureau Zeeweringen gaan kijken wat er ecologisch gewenst is. De betonzuil hieronder afgebeeld betreft het Hydroblock, van Haringman betonwaren, met een patroon er in of er op. De vergelijking wordt gemaakt met de normale betonzuil en de huidige ecotop. Er zijn 7 ecologen digitaal geïnterviewd. Elke ecoloog heeft een andere expertise en daardoor een andere visie op een ecotoplaag en zijn functie.

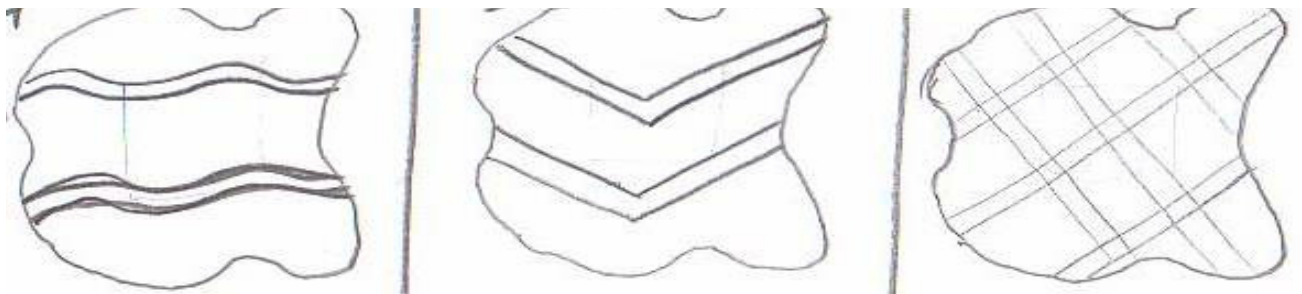
Huidige ecotop



Ecotop met een motief

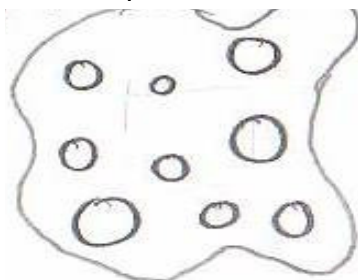


- ❖ Ecotop met kuilen



- ❖ Ecotop met patroon, het materiaal is beton
 - De stroken als patroon erin gedrukt
 - Óf als stempel erop gezet

Kei-ecotop



Een normaal hydroblock met keien erop geplaatst.

Combinatie van verschillende ecotoppen binnen een vierkante meter

Gewone betonzuil met verschillende hoogte

- ❖ Binnen vierkante meter; bijvoorbeeld 8 betonzuilen die 45 cm hoog zijn en 8 betonzuilen die 50 cm hoog zijn, als schaakbord opgesteld.
- ❖ Verschillen per vierkante meter; bijvoorbeeld de ene vierkante meter 45 cm hoge betonzuilen en de andere vierkante meter 50 cm hoge betonzuilen

Verschillende ecotoppen met verschillende hoogtes

- ❖ Binnen vierkante meter; bijvoorbeeld 8 betonzuilen die 45 cm hoog zijn en 8 betonzuilen die 50 cm hoog zijn, als schaakbord opgesteld.
- ❖ Verschillen per vierkante meter; bijvoorbeeld de ene vierkante meter 45 cm hoge betonzuilen en de andere vierkante meter 50 cm hoge betonzuilen

Verwachtingen:

De verwachtingen lopen sterk uiteen, gebaseerd op ervaringen in het veld. De ene ecooloog ziet mogelijkheden bij een alternatieve ecotop en variatie binnen de vierkante meter. De andere ecooloog ziet alleen mogelijkheden bij de huidige ecotop, mogelijk omdat deze zijn dienst al heeft bewezen. De verwachtingen van verschillende ecologen zijn hieronder weergegeven.

Huidige ecotoppen

- Goed voor de aangroei van wieren. Lavasteen houdt goed water vast, vanwege de poreuze structuur. Voor zoutplanten geen toegevoegde waarde, deze groeien in de open ruimten tussen de betonzuilen.
- Betrekkelijk weinig variatie

Kuil ecotoppen

- Mogelijkheden voor kleine organismen als garnalen en alikruiken, waarop vogels kunnen foerageren.
- Onder de wiervegetatie op deze zuilen, wordt er nu ook ruimte geboden voor andere organismen. Dit is bij de huidige ecotoppen niet het geval.
- Beter watervasthoudend vermogen dan het normale hydroblock, waarop beter organismen kunnen voorkomen. Hetzij wieren of schaaldieren.
- Beide kuil ecotoppen zijn beter, hoe meer oppervlakte, hoe beter.
- Biedt alleen een oppervlakte vergroting, die niet veel extra aangroeimogelijkheden biedt.

Patroon ecotoppen

- Geen goed watervasthoudend vermogen, daardoor geen toegevoegde waarde.
- Ruwer oppervlak, goed voor remming golfoploop en betreding recreanten.
- Met betrekking tot hechting van wieren lijkt het erop dat stempels beter functioneren.
- Geen enkele toegevoegde waarde, lijkt dezelfde potentie te bieden als de normale betonzuil.
- Kuil ecotoppen lijken meer oppervlakte vergoting te bieden.

Keien ecotoppen

- Bij gietasfalt groeien er enkele wieren op het grind, wat bloot komt te liggen na enige tijd. Hierdoor lijkt deze variant interessant, wel kwetsbaar.
- Indien de keien poreus zijn, houden deze beter water vast. Hierdoor bieden ze mogelijkheden voor wieren.
- Geen ruimte waar water achterblijft, lijkt niet succesvol.
- Keien zijn harder en gladder dan beton, hierdoor bieden deze geen aangroeimogelijkheden.
- Kiezels zorgen voor diversiteit aan het oppervlak, daardoor interessant.

Combinatie van verschillende ecotoppen

- ❖ Binnen vierkante meter
 - Geeft meer variatie voor organismen, enkel in de ondertafel interessant.
 - Variatie is goed, maar alleen functionele variaties.
 - Geeft een grillig beeld, prima voor aangroei van wieren en het mogelijk ontstaan van microklimaten. Bij de verschillende ecotoppen wordt een sneller resultaat verwacht.
 - Variatie in hoogte, én variatie in oppervlakte, 2 goede zaken.
- ❖ Verschillen per vierkante meter
 - Gevarieerd, waardoor verschillende organismen zich kunnen vestigen.
 - Minder interessant, de variatie is per oppervlakte minder.

Gewone betonzuil met verschillende hoogte

- ❖ Binnen vierkante meter
 - Onder de wiervegetatie is extra ruimte voor andere organismen. Op de boventafel blijft meer sediment tussen de naden achter voor de groei van (zout)planten.
 - Geeft een grillig beeld, prima voor aangroei van wieren en het mogelijk ontstaan van microklimaten.
- ❖ Verschillen per vierkante meter
 - Minder interessant, biedt minder variatie in hoogte per oppervlakte.
 - Variatie te grootschalig, niet interessant. Een vlakke bekleding met ecotoppen biedt dan meer mogelijkheden.

Na deze reacties in beeld te hebben, is er overlegd met Haringman betonwaren wat er in het productieproces mogelijk is. Er bleken geen mogelijkheden met betrekking tot verschillende hoogten binnen de vierkante meter. Wel is er iets met een stempel te doen om zo verschillende hoogten te verkrijgen. Hierop is de stempel bedacht die de kuilen maakt in de betonzuilen. De diameter van 10 cm is haalbaar. Verschillende kleine diameters brengen productietechnisch moeilijkheden met zich mee. Er kan dan beton aan de stempel blijven zitten. Dit vertraagd het productieproces, omdat de stempel dan steeds schoongemaakt moet worden. De hoogten van 2 en 4 cm brengen geen moeilijkheden met zich mee. Veel dieper kunnen de kuilen niet geproduceerd worden. De sterkte en het soortelijk gewicht van de betonzuilen mag namelijk niet in gevaar gebracht worden bij de productie. Hierop is besloten om de kuilen niet dieper te maken dan 4 cm. Een laag van 3 cm beton wordt op de oorspronkelijk geplande zuil gestort en daar de stempel op gezet. De ecotoppen met een kuil worden in de haven van Wemeldinge in mei 2010 geplaatst.

De basaltsplit ecotop is een proef om te kijken of de groefwier gemeenschap weer terugkomt op de basalt ondergrond. Het productieproces is hetzelfde als bij de uitgewassen lavasteen. Na de productie van de betonzuil wordt er lavasteen, vermengd met beton als toplaag aangebracht op de betonzuil. Na de aanbrenging wordt deze met een hogedrukspuit schoongespoten. Dit wordt gedaan om zo min mogelijk beton op de lavastenen te krijgen.

Bijlage 9: Locatie en beschrijving pilot project ecotoppen

In deze bijlage een overzicht van de locaties en afbeeldingen van de proefvlakken zoals ze eruit gaan zien.

Kuil ecotoppen

De kuil ecotoppen worden geplaatst in de haven van Wemeldinge. Er komt 150 m² aan kuil ecotoppen te liggen. Deze worden tussen de ecotoppen met uitgewassen lavasteen geplaatst, om levensgemeenschapsbegroeiing te monitoren. Zie figuur 91; mogelijke levensgemeenschapsbegroeiing op de kuil ecotoppen, voor een schets van de mogelijk te ontstane situatie(s).



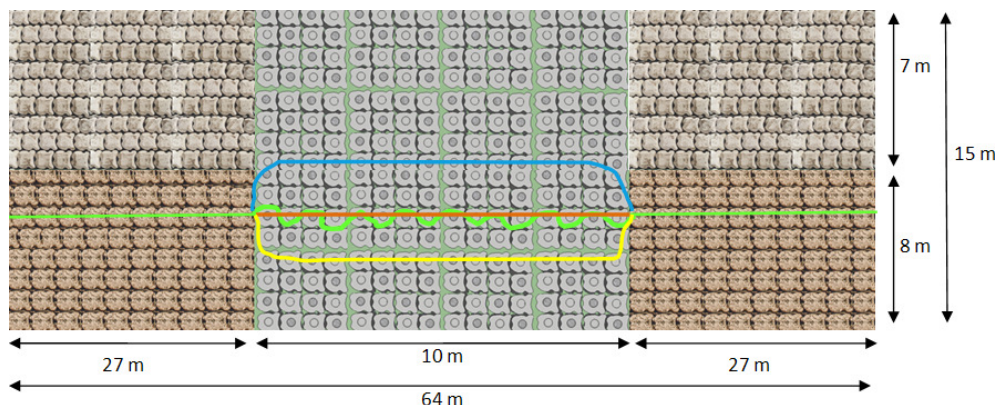
Figuur 90; Kuil ecotoppen in de haven van Wemeldinge

De witte streep in figuur 90; kuil ecotoppen in de haven van wemeldinge, is 10 m breed, om aan te geven waar en hoe groot de locatie van het proefvak is. Zie figuur 91; mogelijke levensgemeenschapsbegroeiing op de kuil ecotoppen, voor een gedetailleerde afbeelding van het proefvak. Er zijn een aantal scenario's denkbaar met betrekking tot de ondertafel.

De vergelijking kan gemaakt worden tussen de kuil ecotoppen en de huidige ecotoppen als de levensgemeenschap hetzelfde, en even dicht begroeid is.

- ❖ De gele lijn geeft een negatief vergelijk met de huidige ecotop. Zie 92 voor een praktijkvoorbeeld.
- ❖ De groene lijn geeft een vergelijkbaar effect weer, waarbij de 4 cm diepe kuil ecotop beter aangroeit dan de 2 cm diepe.
- ❖ De bruine lijn geeft een exact vergelijkbaar resultaat weer, als de huidige ecotop.
- ❖ De blauwe lijn geeft een verbeterd resultaat weer, ten opzichte van de huidige ecotop.

Voor de boventafel kan er een vergelijk gemaakt worden met de normale betonzuilen doordat er meer vegetatie kan gaan groeien. Dit kan doordat er meer aangroeimogelijkheden gegeven worden voor (zoutminnende) planten.



Figuur 91; Mogelijke levensgemeenschapsbegroeiing op de kuil ecotoppen



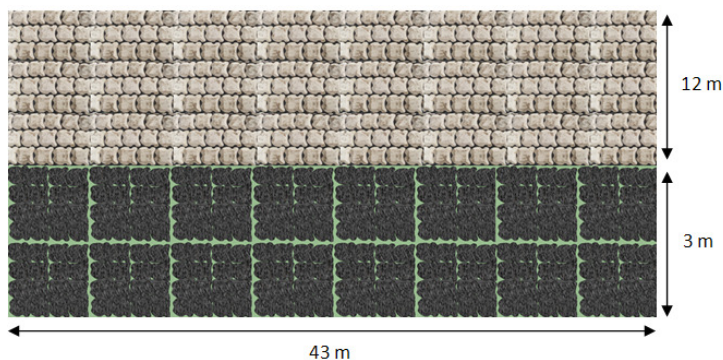
Figuur 92; voorbeeld van begroeiingsgradient bij wieren

Basaltplit ecotoppen: Er komt 120 m² basaltplit eco toppen op betonzuilen te liggen bij Kattendijke. Voor dijkpaal 1621, bij Kattendijke zal dit proefvak geplaatst worden. Zie figuur 93; de dijk voor Kattendijke.



Figuur 93; De dijk voor Kattendijke

De witte streep is 43 m breed, om aan te geven waar en hoe groot de locatie van het proefvak is. Bij de basaltplit ecotoppen zijn er meerdere wiergemeenschappen mogelijk. Dit proefvak komt net onder GHW te liggen (bij NAP +1,05 m), waardoor het voorkomen van de groefier gemeenschap, aannemelijker is. Er komen vrijwel geen wierengemeenschappen voor op deze hoogte. Er is niet bekend hoe deze wierengemeenschap zich gaat ontwikkelen op dit proefvak, daarom is monitoring noodzakelijk. Zie fiuur 94; overzicht basaltplit ecotoppen, voor een beeld van het proefvak.



Figuur 94; Overzicht basaltplit ecotoppen