

Proefvlak Eco-Hillblock

Ecologische ontwikkeling mei - december 2014
te Burghsluis



A.J.M. Meijer
K. Dideren



Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap

Proefvlak Eco-Hillblock

Ecologische ontwikkeling mei – december 2014 te Burghsluis

A.J.M. Meijer & K. Didden

Status uitgave: definitief

Rapportnummer: 15-013
Projectnummer: 14-935
Datum uitgave: 9 februari 2015
Projectleider: drs. A.J.M. Meijer
Naam en adres opdrachtgever: Hill Innovations BV
Postbus 30207 3001 DE Rotterdam
Referentie opdrachtgever: email/6 januari 2014
Akkoord voor uitgave:
dr. W. Lengkeek

Paraaf:



Graag citeren als: Meijer, A.J.M., K. Didden 2015. Proefvlak Eco-Hillblock; Ecologische ontwikkeling mei-december 2014 te Burghsluis. Notitie Bureau Waardenburg Rapportnr. 15-013. Bureau Waardenburg, Culemborg.

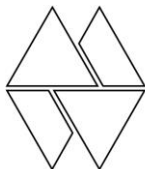
Trefwoorden: getijdenzone, aangroei hardsubstraat, Hillblock, Oosterschelde

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Hill Innovations BV

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

In opdracht van Projectbureau Zeeweringen worden sinds 2008 langs Westerschelde en Oosterschelde zeedijken aangepast en dijkbekledingen vervangen. Op bepaalde trajecten vraagt Projectbureau Zeeweringen de aannemer om een 'eco-toplaag' aan te brengen op de dijkbekleding. Deze eco-toplaag dient ervoor de ecologische ontwikkelingen op de dijkbekleding te stimuleren. Het doel hiervan is het beperken van de schade van de werkzaamheden aan waardevolle intergetijdennatuur (met name wierbegroeiingen met bijbehorende levensgemeenschappen) door het optimaliseren van aangroeimogelijkheden.

In de loop der jaren hebben diverse fabrikanten nieuwe materialen ontwikkeld. Zo biedt Hill Innovations BV het Hillblock aan als dijkbekleding. Dit materiaal is langs de Oosterschelde nog weinig toegepast. In een proefvlak te Burghsluis is in mei 2014 behalve het standaard Hillblock ook een recent ontwikkelde eco-variant (Eco-Hillblock) toegepast. In december 2014 is een inventarisatie uitgevoerd van de aangroei in dit proefvlak in het eerste half jaar na plaatsing. In voorliggende rapportage worden de resultaten gepresenteerd.

Disclaimer

De studie betreft een inventarisatie en beoordeling van de aanwezigheid van soorten wieren en dieren uit het mariene milieu. Deze inventarisatie en beoordeling zijn gebaseerd op veldonderzoek en deskundigenoordeel. Veldonderzoek is altijd een momentopname. Bureau Waardenburg waarborgt dat het onderzoek is uitgevoerd door deskundige onderzoekers volgens de gangbare standaardmethoden. Het bureau is niet aansprakelijk voor waarnemingen van soorten door derden en waarnemingen die na afronding van de studie bekend worden gemaakt.

Inhoud

Voorwoord	3
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.1.1 Dijkbekleding en ecologie	7
1.1.2 Hillblock	7
1.1.3 Kenmerken Eco-Hillblock	8
1.2 Doelstelling van deze inventarisatie	8
2 Materiaal en methoden	9
2.1 Verzamelen van informatie	9
2.2 Locatie proefvlak	9
2.3 Opname ecologie en begroeiing	10
3 Resultaten	13
3.1 Ecologische toestand mei 2014	13
3.2 Ecologische toestand december 2014	13
3.3 Ecologische ontwikkeling mei-december 2014	15
4 Conclusie en discussie	17
4.1 Conclusie	17
4.2 Discussie	17
5 Literatuur	19

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

1.1.1 Dijkbekleding en ecologie

In opdracht van Projectbureau Zeeweringen worden in Zeeland dijken aangepast en dijkbekledingen vervangen. Op bepaalde trajecten vraagt Projectbureau Zeeweringen de aannemer om een 'eco-toplaag' aan te brengen op de dijkbekleding. Deze eco-toplaag dient ervoor de ecologische ontwikkelingen op de dijkbekleding te stimuleren. Het doel hiervan is het beperken van de schade van de werkzaamheden aan waardevolle intergetijdennatuur (met name wierbegroeiingen met bijbehorende levensgemeenschappen) door het optimaliseren van aangroeimogelijkheden. In veel gevallen bestaat de eco-toplaag uit lava.

Eisen voor een eco-toplaag van lava zijn gebaseerd op drie eigenschappen van lava (en de manier waarop dat toegepast dient te worden): 1: Het houdt vocht vast, 2: het geeft veel structuur voor een goede aanhechting van wieren, 3: het wordt niet overmatig warm in de zon (zoals asfalt) (Van Berchum & Kater, 1997; Meijer, 2004; Meijer *et al.*, 2011).

1.1.2 Hillblock



Foto 1 Links: Hillblock (Bron: Hillblock.com). Rechts: Eco-Hillblock (Bron: Martens beton BV).

Hill Innovations BV biedt het Hillblock aan als dijkbekleding. Het Hillblock betreft een betonzuil met een innovatief ontwerp waardoor er holtes beneden het oppervlak ontstaan. Dit geeft kansen voor extra golfdempende werking, maar ook voor ecologie.

Het aanbrengen van een aparte toplaag met lava behoort niet tot de mogelijkheden bij de productie van het Hillblock. Daarom hebben de samenwerkingspartners Hill

Innovations (ontwikkelaar) en Martens beton (producent) getracht een variant te produceren dat de belangrijke fysieke eigenschappen van een toplaag met lava heeft, zonder gebruik te maken van lava. Dit heeft geresulteerd in een Hillblock met een grovere en open betonstructuur. Deze variant wordt in deze memo verder Eco-Hillblock genoemd.

1.1.3 Kenmerken Eco-Hillblock

De kenmerken van het Eco-Hillblock in relatie tot de vooraf ingeschatte kansen voor ecologie zijn beschreven in Lengkeek & Didderen (2013; Memo inhoudelijke standpunten van Bureau Waardenburg t.a.v. het Eco-Hillblock).

Hieruit kwam naar voren dat van het Eco-Hillblock nog niet is aangetoond dat het goed werkt voor wierbegroeiing, maar dat het geschikt lijkt voor dit doeleinde omdat de belangrijke parameters vocht, structuur en temperatuur lijken te worden gewaarborgd in de toplaag van een open betonstructuur.

1.2 Doelstelling van deze inventarisatie

In mei 2014 is een proefvlak met Eco-Hillblocks aangelegd in de getijdenzone van de Oosterschelde. Het betreft het werk Burghsluis ten oosten van de haven (Dijkvak 2 Haven Burghsluis Koudekerksche Inlaag, nabij dijkpaal 33). Er is een proefvlak van 1.035 m² met Eco-Hillblocks aangelegd. Een rapport met een beschrijving van de ecologische ontwikkeling op Eco-Hillblocks in het eerste half jaar na plaatsing kan wellicht bijdragen aan verdere toepassing van het materiaal. Voorliggende notitie beoogt daartoe informatie te leveren.

Onderzoeksvragen:

- Wat is de ecologische toestand van het proefvlak met Eco-Hillblocks in december 2014 (6 maanden na aanleg)?
- Wat is de ecologische ontwikkeling op en rond het proefvlak met Eco-Hillblocks sinds de aanleg in mei 2014?

2 Materiaal en methoden

2.1 Verzamelen van informatie

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen is kennis gebundeld die voortvloeit uit:

- Een veldbezoek dat wij in het kader van een ander project aan deze locatie hebben gebracht en waarbij twee random trajecten van 50 cm breed in detail zijn onderzocht*; (*Er is toestemming verkregen van Martens beton voor het gebruik van deze gegevens).
- Aangeleverd foto- en filmmateriaal van Hill Innovations BV.

2.2 Locatie proefvlak



Afbeelding 1 Burghsluis, locatie van het proefvlak is aangegeven met een gele pijl (bron oorspronkelijke afbeelding: Projectbureau Zeeweringen).

Het proefvlak is gelegen ten oosten van de haven van Burghsluis, aan het begin van een lang dijktraject tussen Burghsluis en de Schelphoek (Afbeelding 1). Dichtstbijzijnde dijkpaal is dijkpaal 33.

2.3 Opname ecologie en begroeiing

Transectanalyse

In het veldonderzoek is de zogeheten transectanalyse toegepast. Het transect is haaks gelegd op de steenbekleding in de getijdenzone. Een transect omvat het dijktafvlak van bovenaan de steenbekleding tot beneden bij de overgang naar de kreukelberm/slik. Elk transect bestaat uit een rij met aaneensluitende "opnamen", waarbij telkens binnen een frame van 50x50 centimeter de dijkbekleding is geïnspecteerd. Binnen iedere opname zijn de aanwezige soorten zeevieren en fauna (zeepokken, alikruiken, e.d.) opgenomen en is hun bedekking ingeschat (met de aangepaste schattingschaal van Braun-Blanquet, zie Meijer & Van Beek, 1988). Op de locatie Burghsluis bestaat een transect uit 29 opnamen. Deze methode levert een nauwkeurig overzicht van de aanwezige organismen vanaf de bovenkant van de steenbekleding tot aan het einde van de dijkbekleding langs de laagwaterlijn.

Vertaling naar levensgemeenschappen

De door Bureau Waardenburg ontwikkelde typologie van levensgemeenschappen (Meijer & Van Beek, 1988) wordt in dit onderzoek gebruikt om per opname een typering aan de aanwezige begroeiing te kunnen geven. De typologie omvat 13 levensgemeenschappen (zie tabel 1).

Tabel 2.3.1 *Typologie van levensgemeenschappen*

1	Korstmossen-gemeenschap
2	Entophysalis-gemeenschap
3	Groefwier-gemeenschap
4	Klein darmwier-gemeenschap
5	Zeepokken/alikruiken-gemeenschap
6	Darmwier-gemeenschap
7	Kleine zee-eik-gemeenschap
8	Blaaswier-gemeenschap
9	Gezaagde zee-eik-gemeenschap
10	Knotswier-gemeenschap
11	Zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel-gemeenschap
12	Japanse oester-gemeenschap
13	Mosselen-gemeenschap

Ecologische waardering

Omdat de hardsubstraat transectanalyses op dichtbegroeide dijkglooiingen en kreukelbermen veel detailinformatie bevatten die niet in een oogopslag te overzien is, is in 1989 een typologie opgesteld om trajecten als geheel te kunnen waarderen vanuit ecologisch oogpunt (Meijer, 1989). Zie tabel 2.3.2. Met deze typologie kan:

- 1) De actuele situatie worden gekenschetst;
- 2) De potentie worden ingeschat.

Wat betreft een ecologische waarderingsreeks kunnen de typen als volgt worden gerangschikt van weinig waardevol naar zeer waardevol:
type 1 & type 5 | type 2 & type 6 | type 3 & type 7 | type 4 & type 8.

Tabel 2.3.2 Typologie van ecologische waardering van dijken.

Zonder kreukelberm:

- type 1 Kale of soortenarme dijkvakken zonder kreukelberm, met weinig potentiële ontwikkelingsmogelijkheden.
- type 2 Soortenarme dijkvakken zonder kreukelberm, met enkele slecht ontwikkelde levensgemeenschappen, potentiële ontwikkelingen denkbaar bij aanpassing glooiing.
- type 3 Dijkvakken zonder kreukelberm, met zonering van redelijk ontwikkelde levensgemeenschappen. Potentiële ontwikkeling naar type 4 in aantal gevallen denkbaar.
- type 4 Dijkvakken zonder kreukelberm, met zonering van rijk ontwikkelde levensgemeenschappen (climaxstadia) en/of aanwezigheid van *Pelvetia*-zone (Groefwier).

Met kreukelberm:

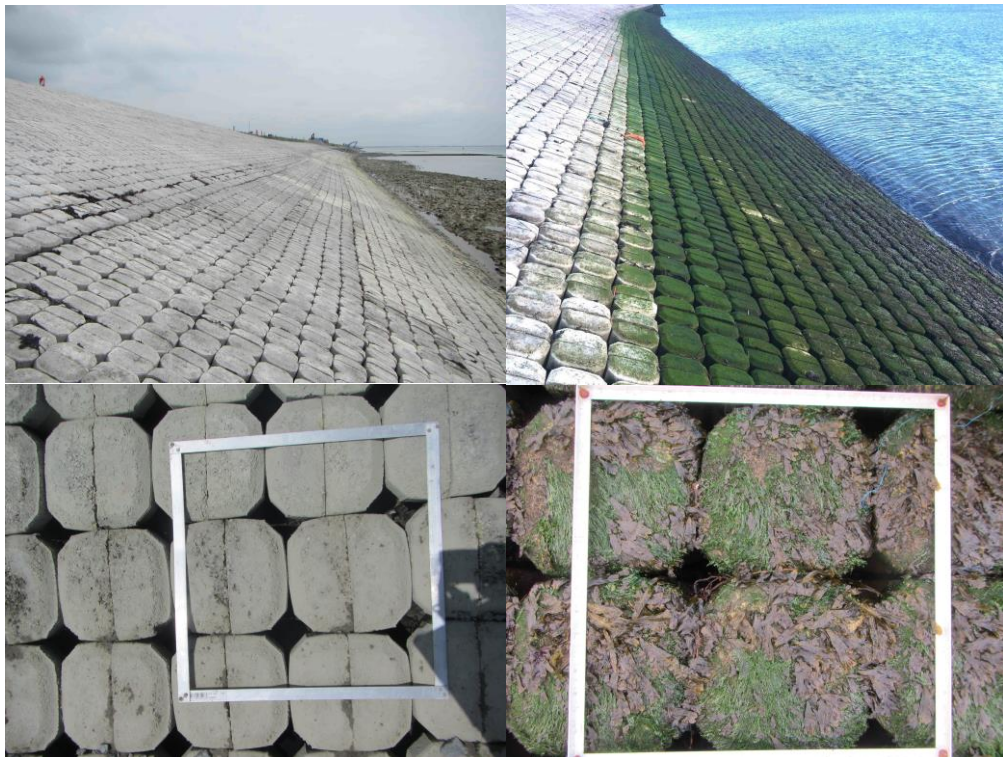
- type 5 Kale of soortenarme dijkvakken met kreukelberm, met geringe potentiële mogelijkheden, tenzij glooiing aangepast wordt.
- type 6 Dijkvakken met soortenarme dijkvlooiingen en redelijk soortenrijke kreukelberm, potentiële ontwikkelingen denkbaar.
- type 7 Dijkvakken met kreukelberm, met zonering van redelijk ontwikkelde levensgemeenschappen.
- type 8 Dijkvakken met kreukelberm, met zonering van rijk ontwikkelde levensgemeenschappen en/of aanwezigheid van *Pelvetia*-zone (Groefwier).

3 Resultaten

3.1 Ecologische toestand mei 2014

In mei is het proefvlak met Eco-Hillblocks aangelegd. Direct na oplevering is sprake van een kaal talud met nieuw substraat (Afbeelding 2). Aangezien elke vorm van aangroei op dat moment nog ontbreekt is er geen levensgemeenschap toe te kennen en de ecologische waarde is nihil.

3.2 Ecologische toestand december 2014



Afbeelding 2 Links Eco-Hillblock begin juni 2014. Rechts december 2014.

Algemene beschrijving

De locatie is op 10 december 2014 bezocht. Het opgenomen transect bestond uit 17 opnamen met Hillblocks en daaronder 12 opnamen met Eco-Hillblocks. Zie afbeelding 2.

De Hillblocks (opname 1 t/m 17) zijn nog onbegroeid. Op de eerste twee opnamen van Eco-Hillblocks komt klein darmwier en darmwier voor (bedekking 5-30%), alsmede een enkele zeepok op de zijkanten van de betonelementen.

De overige Eco-Hillblocks (opnamen 20 t/m 29) zijn op de bovenzijde over 70-90% van de oppervlakte begroeid, met enkele soorten zeewier. Daarnaast komen een aantal zeepokken (Afbeelding 3) en een enkele alikruik voor.



Afbeelding 3 Zeepokken aan de zijkant van Eco-Hillblock (Bron: Hillblock.com).

De aangetroffen soorten op de Eco-Hillblocks zijn in tabel 3.2 aangegeven. Na opname 29 zijn er nog enkele opnamen die ten tijde van het veldbezoek onder water bleven als gevolg van de waterstandsverhoging. De aangroei lijkt hier aanzienlijk minder ontwikkeld, zie afbeelding 4.

Tabel 3.2 Tabel met soorten op Eco-Hillblocks.

Groep	Soort	Aantal opnamen	Gemiddelde bedekking
groenwier	darmwier spec.	10	75-100%
bruinwier	jonge <i>Fucus</i> spec	8	20-50%
roodwier	purperwier spec.	4	<5%
	<i>Gelidium pusillum</i>	1	niet zeker, te klein
alijkruiken	stompe alijkruik	2	enkele exemplaren
zeepokken	zeepokken	10	tientallen, in de elementen

Met name jonge *Fucus* exemplaren zijn zeer lastig tot op soort te benoemen omdat de meest onderscheidende uiterlijke kenmerken nog ontbreken, daarom is in tabel 3.2 *Fucus* spec. vermeld. Zowel *Fucus spiralis* (Kleine zee-eik) als *Fucus vesiculosus* (Blaaswier) kunnen hier verwacht worden. Bij verdere uitgroei kan bepaald worden of beide soorten in hun natuurlijke zonering tot ontwikkeling komen (bovenin Kleine zee-eik en daaronder Blaaswier). Er zijn geen vastzittende grotere exemplaren aangetroffen.

Levensgemeenschappen

De begroeiing op het proefvlak is in december 2014 nog in een pionierfase, gedomineerd door darmwier (levensgemeenschap 6) en heeft een zeer geringe soortenrijkdom. Er hebben zich in vrij korte tijd (najaar 2014) jonge Fucus-wieren ontwikkeld, deze zijn nog klein en niet dominant.

Typering ecologische waardering

Langs de zeedijk ligt ter plaatse een stuk slik, er is geen kreukelberm. De waardering volgens tabel 2.3.2 valt daarom binnen de type 1, 2, 3 of 4.

Het proefvlak lijkt goed begroeid maar is vanwege het zeer gering aantal soorten te typeren als type 2, gedomineerd door pioniersoorten. Daarbij lijkt het substraat wel kansen te bieden voor verdere aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen. Ontwikkeling richting type 3 of 4 is niet uitgesloten.



Afbeelding 4 *Situatie december 2014. Linkerfoto: aangroei met darmwieren en (in het lagere deel, links op de foto) bruinwier Fucus spec. Op het achterliggende dijkgedeelte met basalt is de begroeiing met darmwier tot minder hoog in de getijdenzone ontwikkeld. Rechterfoto: aangroei met bruinwier Fucus spec. In het gedeelte dat onder het wateroppervlak ligt (links op de foto) is de aangroei minder dicht.*

3.3 Ecologische ontwikkeling mei-december 2014

December 2014: pionierfase

Binnen een half jaar na plaatsing is een op het eerste gezicht dichte begroeiing ontstaan. Nadere beschouwing leert dat deze begroeiing soortenarm is en gedomineerd wordt door darmwieren, kenmerkend voor een pionierfase. De aanwezigheid van veel exemplaren van bruinwieren (Kleine zee-eik en/of Blaaswier) geeft aan dat deze zich in vrij korte tijd op de Eco-Hillblocks konden vestigen. Of zij

zich zullen kunnen handhaven en bijdragen aan verdere ontwikkeling van een dichte en soortenrijke begroeiing is thans nog niet in te schatten. Herhaalde inventarisaties in 2015 en 2016 moeten dit uitwijzen.

Potenties

Indien de Fucus zich kan handhaven en meerdere soorten Fucus zich vestigen is verdere ontwikkeling van de begroeiing in een zonering van levensgemeenschappen denkbaar. In eerste instantie zullen dit soortenarme begroeiingen zijn, gedomineerd door darmwieren en Fucus-soorten. Hierbij kan gedacht worden aan een zonering (over het gehele talud van boven naar beneden) van achtereenvolgens de levensgemeenschappen: Korstmossen (1), *Entophysalis* (2), Klein darmwier (4) en/of Darmwier (6), Kleine zee-eik (7) en Blaaswier (8). Op het gedeelte met Eco-Hillblocks zullen dan met name de bruinwiegemeenschappen (7 en 8) kunnen ontstaan, met een waardering volgens type 3 (tabel 2.3.2). Het gedeelte met Eco-Hillblocks bevindt zich immers in het lagere deel van de natuurlijke zonering. Indien de Fucus-individueen zich kunnen handhaven en verder uitgroeien, zal een ontwikkeling richting redelijk tot goed ontwikkelde bruinwiegemeenschappen denkbaar zijn (levensgemeenschappen nrs. 7, 8, 9, wellicht ook 10). In het verleden kwamen zoneringen bestaande uit de levensgemeenschappen 1-2-3-4-6-7-8-9 in de nabijheid van de locatie voor.

Of deze ontwikkeling het geval zal zijn, hangt af van de stabiliteit van de aangroei met jonge Fucus-individueen. Indien deze door de golfwerking bij stormomstandigheden vernietigd worden of sterk teruggezet in hun groei zal een ontwikkeling richting redelijk tot goed ontwikkelde bruinwiegemeenschappen (nrs 7, 8, 9 en/of 10) worden belemmerd. De begroeiing blijft dan gedomineerd door darmwieren. Indien Japanse oester zich vestigt op de Eco-Hillblocks kan deze soort het aspect gaan bepalen. Deze ontwikkeling leidt dan uiteindelijk tot een weinig soortenrijke begroeiing met een op het eerste gezicht kale aanblik. Wellicht kunnen enkele soorten roodwier met name lager op het talud enige variatie toevoegen.

Het is thans nog niet mogelijk een meer definitieve inschatting en waardering te geven. De eerste jaren is immers sprake van een pionierfase in de natuurlijke successie. Toekomstige waarnemingen kunnen uitsluitsel geven. Van belang is ook de locatie; lokale omstandigheden als stroming, sedimentatie, vooroever-opbouw bepalen mede de uiteindelijke begroeiing.

Vastgeklemd wieren

Tussen de (Eco)Hillblocks zijn op enkele plekken ronddrijvende wieren vastgeklemd geraakt, bijvoorbeeld exemplaren van knotswier *Ascophyllum nodosum* en blaaswier *Fucus vesiculosus*. Deze wieren zijn dan elders losgeslagen. Dergelijke niet ter plaatse vastgehechte wieren lijken op het eerste gezicht bij de aangroei te horen, maar zijn dat dus niet.

4 Conclusie en discussie

4.1 Conclusie

Na een half jaar wordt het proefvlak gekenmerkt door een hoge bedekking met wieren en het lijkt op het eerste gezicht goed begroeid. Het betreft echter een soortenarme pionierbegroeiing gedomineerd door darmwier. Daarbij is er een opkomst van bruinwieren waarneembaar. Pas na het winterseizoen van 2014/2015 kan worden vastgesteld of de bruinwieren zich kunnen handhaven en verder uitgroeien. Zo ja, dan is verdere ontwikkeling naar een soortenrijke begroeiing gedomineerd door bruinwieren niet ondenkbaar.

4.2 Discussie

Als gevolg van waterstandsverhoging kon op 10 december 2014 het onderste deel van het talud, de opnamen net boven het aangrenzende slik, niet in detail opgenomen worden. Wel viel op dat in deze opnamen minder aangroei voorkomt (zie afbeelding 4). Mogelijk speelt sedimentatie hier een rol, aanwezigheid van slib beperkt immers de begroeibaarheid van hardsubstraat. Dit veelal ongeacht het type materiaal.

Niet ter plaatse vastgehechte wieren lijken op het eerste gezicht bij de aangroei te horen, maar zijn dat niet. Dergelijke exemplaren kunnen in potentie bijdragen aan de toekomstige wiergroei wanneer er voortplanting plaatsvindt. Of dergelijke exemplaren overleven en bijdragen aan de verdere ontwikkeling van de levensgemeenschap hangt af van de hoogte in de getijdenzone waarop zij vastgeklemd raken (elke soort heeft zijn eigen natuurlijke verspreiding binnen de getijdenzone) en of zij sporen produceren en verspreiden.

Aan de bovenkant van de toppen van gezonde wieren ontstaan in de lente (mei-juni) wratachtige verdikkingen: de voortplantingsorganen. De verspreiding van sporen (zygoten) van diverse wiersoorten (oa. *Fucus*, *Pelvetia*) en nieuwe vestiging vindt veelal plaats in de nabijheid van de "ouderplant" (Hurd *et al.* 2014). Wanneer de vastgehechte exemplaren deze organen ontwikkelen dragen ze in potentie bij aan een versnelde ontwikkeling van de wierzone. Met aanvullende waarnemingen, van bijvoorbeeld de vorming van voortplantingsorganen en zygoten in voorjaar-zomer 2015, kunnen deze ontwikkelingen in de gaten worden gehouden.

Een vergelijking van de aangroei tussen Hillblocks en Eco-Hillblocks is op deze locatie niet mogelijk. Beide typen zijn immers boven elkaar en niet naast elkaar in hetzelfde deel van de getijdenzone geplaatst.

5 Literatuur

- Van Berchum, A.M. & B.J. Kater, 1997. Natuurexperiment Dijk tuin. Eindrapportage biomonitoring 1992-1996. RIKZ-97.045. RWS, RIKZ, Middelburg.
- Hurd. CL. , P.J. Harrison, K. Bischof, C. S. Lobban, 2014. Seaweed Ecology and Physiology. Second edition. Cambridge University Press.
- Meijer, A.J.M. & A.C. van Beek, 1988. De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdenzone van de Oosterschelde; typologie, kartering, relaties met substraat, oppervlakte-berekeningen, gevolgen van dijkaanpassingen. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Meijer, A.J.M., 1989. Ecologische waardering dijkvakken, onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdenzone van de Oosterschelde. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Meijer, A.J.M., 2004. Monitoring natuurexperiment Dijk tuin Tholen. Resultaten 1998 t/m 2003. Rapport 04-303. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Meijer, A.J.M, R.H.A. van Gunsven, P.L. Meininger & Persijn A., 2011. Planten en wiergemeenschappen op de Westerscheldedijken. Rapport 11-037. Bureau Waardenburg / Projectbureau Zeeweringen, Culemborg / Middelburg.



Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie & landschap

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl