

**Natuurexperiment Dijk**  
*eindrapportage biomonitoring 1992-1996*

A.M. van Berchum & B.J. Kater

RIKZ-97.045



## Inhoudsopgave

---

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
1.1	Hardsubstraat-levensgemeenschappen	5
1.2	Onderzoek	5
1.3	Relaties tussen begroeiing en substraat	5
1.4	Natuurexperiment Dijkstuin	6
2	Methode	7
2.1	Locatie- en materiaalkeuze	7
2.2	inventarisatie	7
2.3	Databewerking	10
2.4	Parameterkeuze	10
2.5	Statistische analyses	10
3	Resultaten	13
3.1	Successie	13
3.2	Temporele diversiteit	16
3.3	Seizoensaspecten	17
3.4	Ontwikkeling van flora en fauna per proefvak	17
3.4.1	Breuksteen penetratie met open colloïdaal beton (vak 1)	18
3.4.2	Vilvoordse kalksteen in schanskorven/ bovenbeloop: breuksteen penetratie met open colloïdaal beton (vak 2)	19
3.4.3	Vilvoordse kalksteen/ bovenbeloop: breuksteen penetratie met dicht colloïdaal beton (vak 3)	21
3.4.4	Vilvoordse kalksteen met dicht colloïdaal beton/ bovenbeloop: breuksteen penetratie met dicht colloïdaal beton (vak 4)	21
3.4.5	Basalton met een toplaag van basaltsplit (vak 5)	21
3.4.6	Basalton (vak 6)	22
3.4.7	Basalt (vak 7)	23
3.4.8	Haringmanblokken (vak 8)	23
3.4.9	Armorflex-blokken (vak 9)	23
3.4.10	Plaat van open colloïdaal beton (vak 10)	24
3.4.11	Kreukelberm	25
3.5	Zonering	26
3.6	Differentiërende taxa	27
3.7	Diversiteit per proefvak	28
3.8	Ecologische waardering	29
4	Conclusies en discussie	31
4.1	Conclusies	31
4.2	Discussie	32
5	Evaluatie beheersplan	35
5.1	Inleiding	35
5.2	Waterkerings-technische aspecten	35
5.3	Public relations	36
6	Aanbevelingen	37
6.1	Advies	37
6.2	Vervolgonderzoek	37

Bronvermelding 39

**Figuren**

- 1 Fotopagina dijkbekledingsmaterialen 8
- 2 Aanduiding locatie Dijktuin 9
- 3 Presentie van levensgemeenschappen 14
- 4 Diversiteit en betrouwbaarheidsinterval 16
- 4 Presentie van zeer algemene soorten 18, 19
- 5a Aantal taxa in 1996 20
- 5b Aantal taxa in 1992-1996 20
- 6 Ontwikkelingen van het aantal taxa per proefvak
  - a proefvakken 1 en 2 20
  - b proefvakken 3 en 4 22
  - c proefvakken 5 en 6 22
  - d proefvakken 7 en 8 24
  - e proefvakken 9 en 10 24
- 7 Zonering van levensgemeenschappen 26

**Tabellen**

- 1 Resultaten tweeweg ANOVA 15
- 2 Resultaten analyse per jaar 15
- 3 Residuen van de verschillende modellen 16
- 4 Waardering van de ontwikkeling van de diversiteit 28
- 5 Statistische beoordeling van de diversiteit 29

**Bijlagen**

- 1 Soortenlijsten
  - a Wetenschappelijke en Nederlandse namen 42
  - b Verklaring afgekorte namen 43
- 2 Relatieve abundanties in 1992-1996 44
- 3 Abondanties op de kreukelberm 45
- 4 Gemiddelde abundanties per proefvak per maand (1996) 46
- 5 Levensgemeenschappen per proefvak per maand (1996) 47

# Samenvatting

---

## Inleiding

De laatste jaren is er veel bekend geworden over de levensgemeenschappen die aanwezig zijn in de getijdezone op zeedijken. Een belangrijk deelonderzoek bestond uit vragen naar relaties tussen organismen en het materiaal waarop ze leven, zodat het mogelijk wordt het dijkbekledingsmateriaal door middel van het beheer van de zeewering af te stemmen op een maximale natuurwaarde. Vanwege de vele factoren die het voorkomen van organismen bepalen, is de relatie tussen organismen en substraat niet altijd even duidelijk. Om deze relatie te kunnen bepalen was een experiment nodig, waarbij slechts dit substraat varieerde.

Dit leidde tot de oprichting van een werkgroep die hieraan gestalte moest geven. De werkgroep bestond uit vertegenwoordigers van de Rijkswaterstaat, Waterschap Zeeuwse Eilanden (destijds waterschap Noord- en Zuid-Beveland), Vereniging Natuurmonumenten en Stichting Het Zeeuwse Landschap. Besloten werd tot de aanleg van de Dijk tuin, met tien proefvakken van de volgende materialen: breuksteen met open colloïdaal beton, Vilvoordse kalksteen (traditioneel gezet, gezet in schanskorven, gezet en vervolgens gepenetreerd met dicht colloïdaal beton), Basalton, Basalton met een toplaag van basaltsplit, basalt, Haringmanblokken, Armorfex-blokken en een plaat van open colloïdaal beton.

Direct na de aanleg van Dijk tuin is in april 1992 gestart met een monitoring van de ontwikkeling van flora en fauna. Vervolgens is jaarlijks een tussentijdse evaluatie uitgebracht van de resultaten. Dit eindrapport is de afronding van vijf jaar onderzoek.

## Successie

Alle dijkbekledingsmaterialen raakten snel begroeid. Na een aantal maanden werd de successiefase waarin pioniersoorten domineerden afgesloten en traden blijvende soorten zoals bruinwieren op de voorgrond. In het eerste jaar (april 1992 tot april 1993) werden in totaal 19 taxa (soorten/ geslachten) gevonden, eind 1994 zelfs 25. Voor deze stijging waren soorten verantwoordelijk, die profiteerden van de beschutting die de 'boomlaag' van grote bruinwieren verschafte. Deze ontwikkeling kan worden beschouwd als een derde fase in de successie. Een najaarsstorm in 1993 maakte echter duidelijk, dat ook zgn. depressies in de successie kunnen optreden. Het gevolg van deze storm was een zeer open vegetatie, waarvan Japanse oesters massaal gebruik maakten. Herkolonisatie trad snel op. In 1995 werden in totaal 42 taxa gevonden, gemiddeld 22 per proefvak. De ontwikkeling in het vijfde jaar indiceert, dat het climaxstadium in de successie is bereikt. Het aantal soorten bleef stabiel ten opzichte van het voorgaande jaar, de abundantie (relatieve voorkomen) van de aangetroffen soorten fluctueerde weinig en seizoensvariaties werden duidelijker.

## Verschillen tussen de proefvakken

De proefvakken zijn beoordeeld op de volgende aspecten: successie, diversiteit en zonering. De diversiteit is uitgesplitst in een aantal afzonderlijke parameters.

(1) Vooral op de substraten beton-gepenetreerde breuksteen, Vilvoordse kalksteen in schanskorven en Vilvoordse kalksteen verliep de successie van de begroeiing gunstig. Een trage successie was te constateren op de substraten beton-gepenetreerde Vilvoordse kalksteen en Basalton met een toplaag van basaltsplit, terwijl op de plaat van open colloïdaal beton een min of meer

stabile situatie nog later werd bereikt.

(2) Het verschil in aantal gevonden taxa was over het algemeen beperkt: in 1996 was het verschil tussen het meest soortenrijke en het meest soortenarme proefvak zeven taxa, met een gemiddeld aantal van 27 taxa. Binnen de geringe verschillen scoorden qua totale diversiteit de substraten Vilvoordse kalksteen, Basalton en Basalton met een toplaag van basaltsplit het beste. Op het basalt en de Haringmanblokken was de diversiteit het laagst. De diversiteit op de overige substraten was niet differentiërend. De verschillen waren niet significant, met uitzondering van 1994.

(3) De verschillen in zonerings, waaronder de bovengrens van de begroeiing, waren gering. Meer opvallend was het lokaal en meest tijdelijk voorkomen van de levensgemeenschappen van zeepokken en alikruiken (Cirripedia/ Littorinidae) en darmwieren (Enteromorpha spec.), wat het geval was op basalt en op de Haringmanblokken. Deze levensgemeenschappen indiceren een verstoring.

### **Aanbevelingen**

Vijf jaar onderzoek heeft bevestigd, dat de Vilvoordse kalksteen mogelijkheden biedt voor een waardevolle begroeiing. Dit materiaal is echter als referentie bedoeld, omdat het niet meer beantwoordt aan de veiligheidseisen van deze tijd. Het versterken van versleten tafels Vilvoordse kalksteen met beton is ecologisch verantwoord, mits niet 'vol-en-zat' wordt gepenetreerd.

Een goed alternatief wordt geboden door de Basalton-zuilen, terwijl ook de variant met een toplaag van basaltsplit en Armorflex-blokken aangeraden kunnen worden. Meer in het algemeen kan worden gesteld, dat betonnen zetstenen met holten en spleten tussen de stenen van de dijkteen tot extreem hoogwater ecologisch gunstig uitwerken. Daarom stelt de begroeiing op de Haringmanblokken teleur. Uit de resultaten kan niet duidelijk worden afgeleid, dat materialen met een ruwe toplaag de successie bespoedigen. Anderzijds is duidelijk geworden, dat op Haringmanblokken- die een dicht en glad oppervlak hebben- en op basalt- dat eveneens op de steen weinig aanhechtingsmogelijkheden biedt- tijdelijk of permanent storingssoorten domineren (depressies), terwijl elders deze kale plaatsen snel begroeid raken met Blaaswieren. Daarom kan toch in het algemeen de voorkeur worden uitgesproken voor een ruwe toplaag.

Boven extreem hoogwater stimuleert beton met een ruw oppervlak (dicht colloïdaal beton en Basalton met een toplaag van basaltsplit) de ontwikkeling van de daar voorkomende korstmoss-levensgemeenschappen.

# 1. Inleiding

---

## 1.1 Hardsubstraat-levensgemeenschappen

Op de zeedijken van de Oosterschelde komt in de zone die onder invloed staat van het dagelijks getij een voor Nederland bijzondere begroeiing voor. De flora bestaat uit een groot aantal soorten zeevieren, inclusief de eencellige wieren in totaal bijna 150 soorten. Dit is bijna driekwart van alle in Nederland op stenen voorkomende wieren. De fauna bestaat uit zeer uiteenlopende levensvormen, waaronder zeepokken, alikruiken, mosselen, oesters, kreeftachtigen, zeesterren, anemonen, poliepen, sponzen, e.d. (Meijer & Van Beek, 1988). Combinaties van planten en dieren vormen vaak duidelijk herkenbare eenheden die levensgemeenschappen worden genoemd. Deze zijn zichtbaar als bandvormige zones.

De flora en fauna op harde materialen (substraten) in de getijdzone komt van nature voor op rotskusten, die in noordwest Europa aanwezig zijn in o.a. Scandinavië, Engeland en Frankrijk. In Nederland was het voorkomen van deze soortengroep in het verleden beperkt tot veen- en kleibanken, restanten van bewoning, e.d. In de eerste helft van de negentiende eeuw werden voor het eerst constructies met stenen aangelegd om het land te verdedigen tegen de zee. Op grotere schaal werden in de tweede helft van de negentiende eeuw gebakken steen en natuursteensoorten toegepast. Hiermee creëerde de mens onbedoeld een kunstmatige rotskust, waarvan vele planten- en dierensoorten profiteren. Elders in Nederland komen de kunstmatige rotskusten voor langs de Westerschelde en op pieren en strekdammen langs de Noordzeekust. Ook in het Waddengebied wordt dit type harde oever gevonden. In Nederland is de kust van de Oosterschelde vanouds zeer soortenrijk en ecologisch gezien bijzonder te noemen. Het ontbreken van respectievelijk sterke branding, slib- en zandrijk water en wisselingen in het zoutgehalte hebben hiertoe bijgedragen (Meijer & Van Beek, 1988). De hoge natuurwaarden zijn mede de aanleiding geweest voor de bouw van de stormvloedkering in plaats van een gesloten dam.

## 1.2 Onderzoek

Sinds 1982 vindt onderzoek plaats naar de levensgemeenschappen die aanwezig zijn in de getijdzone op zeedijken. Na een uitgebreide survey in 1983-1985 zijn o.a. de gevolgen in beeld gebracht van dijkversterkingen, die gericht waren op het voorkomen van schade bij een geconcentreerde golfaanval die optreedt bij een gesloten kering. In het kader van hetzelfde onderzoek is tevens de begroeiing gevolgd op nieuw aangelegde glooiingen op Deltadammen (Meijer, 1995). Om een vinger aan de pols te houden, wordt sinds 1989 monitoring verricht op een vijftal locaties in de Oosterschelde (Meijer, 1996). Tot slot is recent weer een uitgebreide survey verricht, met als doel de toestand van de hardsubstraat-levensgemeenschappen ná de uitvoering van de Deltawerken in beeld te brengen, en te toetsen of de monitoringlocaties voldoen (Van Berchum en Meijer, 1997).

## 1.3 Relaties tussen begroeiing en substraat

In het veld blijkt duidelijk een relatie tussen organismen en het materiaal

waarop ze leven (substraat). Maar deze relatie wordt vertroebeld, doordat er meerdere factoren van invloed zijn op de organismen, zoals hoogteligging van de dijk, golf- en stromingsbelasting, slibgehalte van het water, ligging t.o.v. de zon, etc. Ondanks deze complexiteit wordt over een grote kustlengte ongeschikt substraat verantwoordelijk geacht voor de afwezigheid van goed ontwikkelde begroeiingen. Voor de Oosterschelde is aldus ingeschat, dat ca. tweederde van de dijken redelijk tot rijk ontwikkelde levensgemeenschappen kan herbergen, terwijl deze nu op bijna een derde van de kustlengte worden aangetroffen (Van Berchum & Meijer, 1997).

Gezien dit ecologisch belang van het substraat en de gelegenheid die het beheer van de zeewering biedt- slijtage van steenachtige materialen vereist periodiek herstel-, ging bij het onderzoek belangstelling uit naar het vaststellen van de relatie tussen begroeiing en type dijkbekleding. Om deze relatie te kunnen bepalen was een proef nodig, waarbij slechts dit substraat varieerde.

#### 1.4 Natuurexperiment Dijkstuin

De vraag naar een experiment met dijkbekledingsmaterialen leidde in 1990 tot de oprichting van een werkgroep. De werkgroep bestond uit leden van:

- Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde;
- Rijkswaterstaat, directie Zeeland/ Dienstkring Deltakust;
- Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (destijds de Dienst Getijdewateren);
- Waterschap Zeeuwse Eilanden (destijds waterschap Noord- en Zuid-Beveland);
- Vereniging Natuurmonumenten en Stichting Het Zeeuwse Landschap.

Adviezen werden verkregen van Bureau Waardenburg en de Bouwdienst van de Rijkswaterstaat.

De onderzoeksvraag was, op welke materialen de hoogste natuurwaarden konden voorkomen. Bekend was, dat op Vilvoordse kalksteen rijke begroeiingen voorkwamen; daarom is dit materiaal als referentie opgenomen. De natuurwaarde wordt bepaald door het aantal levensgemeenschappen dat voorkomt, de soortenrijkdom en de mate waarin bepaalde soorten voorkomen. Deelvragen betreffende de materialen waren de eventuele toegevoegde waarde van de basaltspitlaag op Basaltzuilen, de rood gekleurde Armoflex betonblokken in vergelijking met de grijze blokken en het effect van betonpenetratie in een vak Vilvoordse kalksteen.

Vanuit de waterkerings-technische invalshoek was er belangstelling voor de sterkte en erosiebestendigheid van relatief onbekende materialen, waaronder de plaat open colloïdaal beton en breuksteen met betonpenetratie.

In de uitgangssituatie was op de betreffende locatie een bekleding op de glooiing aanwezig van open steenasfalt (Fixstone). Hierop is een zandlichaam aangebracht, waarop de fundering werd opgebouwd. Vervolgens werden de diverse materialen, zowel handmatig als machinaal aangebracht. Technische specificaties, problemen die werden ondervonden bij de aanleg en een kostenanalyse worden in het verslag van de aanleg (Van Berchum, 1992) weergegeven. Begin 1992 is de aanleg van de proefvakken afgerond.

Direct na de aanleg van Dijkstuin is in april 1992 gestart met een monitoring van de ontwikkeling van flora en fauna. De ontwikkelingen vanaf 1992 zijn gerapporteerd in drie tussentijdse evaluaties (Van Berchum, 1993, 1995, 1996).



## 2. Methode

---

### 2.1 Locatie- en materiaalkeuze

Bij de locatiekeuze bestond voorkeur voor een dijkvak dat aan een geul was gelegen, omdat onder dergelijke omstandigheden veelal een goede begroeiing tot stand komt. Bij voorkeur werd aansluiting gezocht met noodzakelijk onderhoud van de waterkeringbeheerder.

Mede door de sterke vertegenwoordiging van Rijkswaterstaat in de werkgroep kwam het beheersgebied van de dienstkring Deltakust in aanmerking. Er werd gekozen voor een locatie op Neeltje Jans, te weten oostelijk van de Binnenhaven en gelegen aan de stroomgeul Schaar van Roggenplaat in de Oosterschelde (zie figuur 1). Deze locatie bood tevens de gelegenheid aandacht te vragen voor natuurvriendelijke waterkeringen onder het publiek van de Delta Expo (Waterland Neeltje Jans).

De toe te passen materialen dienden enerzijds overeen te stemmen met de destijds gebruikelijke keuzen. Anderzijds werd gepoogd kennis te verwerven van constructies waarmee weinig ervaring bestond in het Zeeuwse getijdemilieu<sup>1</sup>. Volgens inschatting kon worden volstaan met een vakbreedte van gemiddeld 6,5 m.

Aldus werd gekozen voor tien proefvakken met de volgende materialen (zie foto's volgende pagina):

- vak 1: breuksteen 10/60, gepenetreerd met open colloïdaal beton;
- vak 2: Vlvoordse kalksteen in schanskorven/  
bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met open colloïdaal beton;
- vak 3: Vlvoordse kalksteen, traditioneel gezet/  
bovenbeloop: breuksteen 5/40 gepenetreerd met dicht colloïdaal beton;
- vak 4: Vlvoordse 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: Armorflexblokken-  
in een verticaal transect is een zevental rode blokken opgenomen;
- vak 10: open colloïdaal betonplaat.

### 2.2 Inventarisatie

Het belangrijkste doel van de proef Dijkstuin is inzicht te verkrijgen in de ontwikkeling van flora en fauna op diverse dijkbekledingsmaterialen. Hiertoe wordt door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) een transect-analyse uitgevoerd, die zich uitstrekt van de bovenzijde tot de onderzijde van de glooiing. Van april

---

<sup>1</sup> Ten tijde van de voorbereiding en de aanleg vond de ontwikkeling/ aanpassing van dijkbekledingsmaterialen gericht op een betere begroeiing een aanvang. Zodoende waren er nog geen ECOzuilen op de markt.





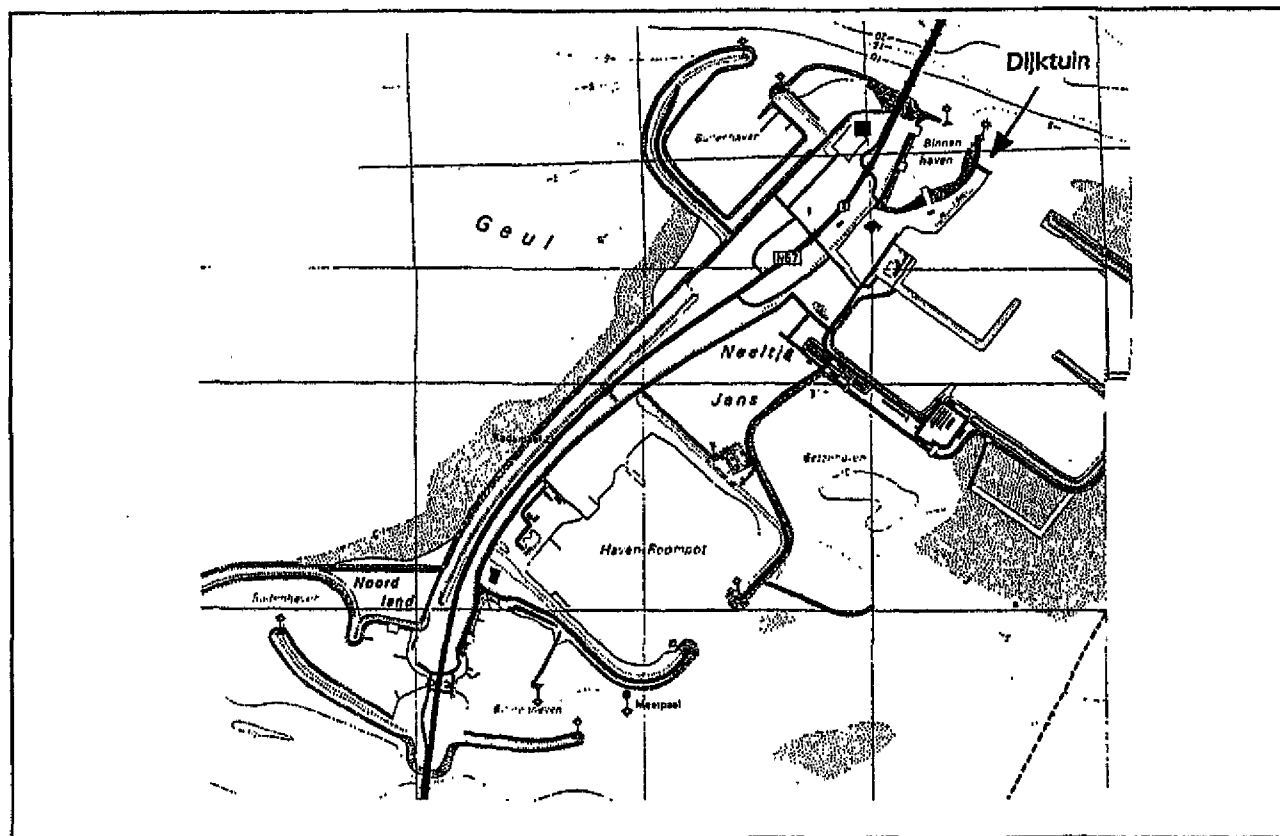
tot december 1992 (eerste jaar) is het onderzoek maandelijks uitgevoerd. Na december 1992 is drie keer per jaar de begroeiing opgenomen en wel in het voorjaar, de zomer en het najaar. De kreukelberm, die over de gehele lengte van hetzelfde materiaal is, is opgenomen vanaf 1994 (midden van het dijkvak).

De inventarisatie werd uitgevoerd op basis van een transect: een denkbeeldige lijn van de bovenzijde (NAP +3 m) tot de teen (NAP -1 m) van de glooiing. Dit transect werd onderverdeeld in een aaneengesloten reeks opnamen van 50 bij 50 cm. Per opname werd genoteerd welke soorten in welke mate werden aangetroffen (systeem Braun-Blanquet, aangepast door Meijer & Van Beek, 1988). Voor de wieren betekent dit, dat de notatie een bedekkingspercentage vertegenwoordigt. De notatie van een aantal mobiele en sessiele diersoorten vindt bij deze methode plaats op basis van gevonden aantallen. Op grond van de presentie en bedekking van soorten zijn de levensgemeenschappen getypeerd en is een ecologische waardering toegekend. De onderliggende veldgegevens met onderstaande codering komen in dit rapport niet terug.

De inventarisatiedata waren achtereenvolgens:

- 1992: 22 april, 20 mei, 23 en 24 juni, 30 en 31 juli, 19 augustus, 28 september, 20, 21 en 26 oktober, 25, 26 november en 1 december, 30 december;  
 1993: 13 en 14 april, 24 en 25 augustus, 29 november;  
 1994: 11 april, 1 en 6 juli, 10 oktober  
 1995: 3 april, 2 en 3 augustus, 2 en 3 oktober;  
 1996: 9 april, 19 en 20 augustus, 1 en 13 november.

Figuur 1  
Aanduiding lokatie Dijkstuin



### 2.3 Databewerking

De data zijn op twee niveaus uitgewerkt, te weten op taxaniveau (zo mogelijk soorten, anders geslachten) en op het niveau van levensgemeenschappen, die een vereenvoudigd beeld weergeven.

Bij de taxa is het aantal opnamen waarin een soort is gevonden bepalend. Behalve de specifieke ontwikkelingen van de taxa per type substraat, zijn ook de algemene ontwikkelingen op lange (successie) en op korte termijn (seizoensvariatie) onderzocht. Op grond van het aantal opnamen waarin soorten werden aangetroffen is een driedeling gemaakt, waarbij schaarse, algemene en zeer algemene taxa onderscheiden worden. De meest algemene soorten (soorten die in meer dan 10% van de opnamen voorkwamen) zijn nader uitgewerkt.

Ook op het niveau van levensgemeenschappen zijn de ontwikkelingen bestudeerd per afzonderlijk proefvak en voor het totaal van de proefvakken.

### 2.4 Parameterkeuze

Voor het onderscheiden van de ecologische verschillen zijn de volgende parameters bepaald:

- (on)begroeide oppervlakte (een algemene norm om de geschiktheid van dijkbedekingsmateriaal als substraat aan te duiden);
- het aantal taxa per proefvak en de bedekking of de aantallen per taxon (om de soortenrijkdom en abundantie weer te geven);
- eventueel aanwezig zijn van differentiërende taxa met voorkeur voor een bepaald substraattype (voor het verkrijgen van inzicht in de taxa-substraatrelaties);
- type levensgemeenschappen en breedte van de afzonderlijke zones (ter beoordeling van de mate van compleetheid);
- voorkomen van storingsplanten of -levensgemeenschappen, bijvoorbeeld dam- en purperwieren (als indicator voor de (in)stabiliteit van de begroeiing);
- ecologische waardering (resultante van zonerings (levensgemeenschappen) en aantal en bedekking van soorten, volgens *Meijer, 1989*). Dit ter vergelijking met andere dijkvakken in de Oosterschelde.

Hoewel volgens verwachting het 'eindbeeld' van de begroeiing (climaxstadium) na vijf jaar bereikt is en hierop de toetsing plaatsvindt, geven de ontwikkelingen in de voorgaande jaren aanvullende informatie over het verloop van de successie. Met name de ontwikkeling van de soortenrijkdom is in dit verband onderzocht.

### 2.5 Statistische analyses

Alle statistische analyses zijn uitgevoerd met behulp van het softwarepakket systat 5.05 (*Systat, 1994*).

#### *Diversiteit*

De diversiteit in ieder proefvak op ieder meettijdstip is bepaald met behulp van de Shannon-Wiener index (*Shannon & Weaver, 1949*). De index is een maat voor de diversiteit. 0 is de laagste mogelijke waarde, en naar mate de waarde hoger wordt is ook de diversiteit hoger. De index H wordt berekend door:

$$\sum_{i=1}^n P_i \log P_i$$

waarin  $P_i$  de fractie is die de soort van het totaal uitmaakt. De Shannon-Wiener index wordt uitgedrukt in bits.

Met een Kruskal-Wallis toets (*Kruskal & Wallis, 1952*) is vervolgens onderzocht of er verschillen zijn in de Shannon-Wiener index tussen de proefvakken. Dit is onderzocht voor de gehele periode (1992-1996) en voor ieder jaar apart. Tevens is met behulp van deze toets onderzocht of er verschillen tussen jaren zijn wanneer alle proefvakken bij elkaar worden genomen. Met betrouwbaarheidsgegevens van de hellingsparameter van een lineair model is een eventuele stijging of daling van de diversiteit gedurende de onderzoeksperiode onderzocht.

#### *Aantallen soorten*

Per jaar is nagegaan of de aantallen soorten aan de voorwaarde voor een parametrische toets voldoen. Met de jaren die aan deze voorwaarden voldoen is een tweeweg ANOVA uitgevoerd, waarin jaar en proefvak als factor zijn meegegeven.

De vraag of in een jaar de proefvakken significant van elkaar verschillen is in de jaren waarin aan de voorwaarden voor een parametrische toets wordt voldaan beantwoord met een ANOVA, eventueel gevolgd door de Tukey-Kramer posthoc-toets, waarmee duidelijk kan worden welke proefvakken van elkaar verschillen. In de jaren waarin niet aan de voorwaarden werd voldaan, is de vraag of er proefvakken zijn die significant van elkaar verschillen met een Kruskal-Wallis toets beantwoord.

De jaren die aan de voorwaarden voor parametrische toetsen voldoen zijn aan elkaar getoetst met een ANOVA, waarna vervolgens met de Tukey-Kramer toets is geanalyseerd welke jaren significant van elkaar verschillen.

Het gemiddelde aantal soorten over alle proefvakken is berekend. Met behulp van een Wilcoxon-toets (*Wilcoxon, 1945*) is onderzocht of de aantallen in een specifiek proefvak significant van dit gemiddelde afwijken.

#### *Algemeenheid van voorkomen*

Op basis van de survey in de gehele Oosterschelde (*Van Berchum & Meijer, 1997*) zijn de soorten die op de Dijk tuin zijn gevonden onderverdeeld in vijf typen:

procentueel voorkomen <sup>2</sup>	typenaam
< 0,1%	zeer schaars
0,1 - 1%	schaars
1 - 5%	vrij algemeen
5 - 10%	algemeen
> 10%	zeer algemeen

Met een Kruskal-Wallis toets is getoetst of er over de hele periode per type verschillen zijn in aantal. Dit is ook voor een aantal jaren en typen onderzocht. Tevens is per type onderzocht of de aantallen tussen de jaren significant van elkaar verschillen.

Tenslotte is onderzocht of de verandering van elke type gedurende de gehele periode met een lineaire, een afbuigende of parabolische functie kan worden beschreven.

Het lineaire model gaat uit van de veronderstelling, dat er ieder jaar meer soorten komen. Het afbuigende model gaat uit van de veronderstelling dat er in de beginfase steeds meer soorten komen, maar dat dit stabiliseert naar een voor ieder jaar gelijk aantal soorten. Het parabolische model gaat uit van een stijging in de eerste fase, waarna het aantal soorten weer afneemt.

Bij ieder model is het residu berekend met behulp van de methode van de

<sup>2</sup> het procentueel voorkomen = het aantal opnamen als percentage van het totaal aantal opnamen, dat ruim 10.000 bedroeg

kleinste kwadraten.

#### *Clusters*

Met de gegevens zijn TWINSPAN-analyses verricht. Dit programma (*Hill, 1979*) clustert opnames met behulp van een multivariate statistische techniek op grond van overeenkomsten in soortensamenstelling en de abundantie van de soorten. Vaak worden deze clusters van opnames als levensgemeenschappen beschouwd, of beter: de samenstelling van de flora en fauna die bij deze opnames beschreven zijn representeren een bepaalde levensgemeenschap. Overigens zijn deze clusters/ levensgemeenschappen dan geen 'vaste' eenheden. Afhankelijk van de input (de opnames) en de instellingen van het programma TWINSPAN worden telkens opnieuw clusters geformeerd. Voor deze rapportage is per jaar nagegaan wat de belangrijkste clusters zijn en of er aan een proefvak een specifieke cluster gekoppeld is.

## 3. Resultaten

### 3.1 Successie

In de eerste maanden na de aanleg volgden de ontwikkelingsstadia elkaar snel op (miniposter). De eerste soorten waren darmwieren (*Bildingia* en *Enteromorpha* species). In mindere mate kwam in deze vegetatie zeesla (*Ulva* spec.) voor. De afname van de darmwieren in de zomermaanden ging gepaard met een toename van purperwieren (*Porphyra* spec.), die maximaal 50-75% van het substraat bedekten. Een belangrijke fase in de successie werd ingezet met de komst van het Blaaswier (*Fucus vesiculosus*), dat de purperwieren snel verdrong. Ter indicatie is gedurende een aantal maanden de maximale lengte van het Blaaswier per proefvak gemeten. Terwijl in augustus maximale lengtes van 5 cm werden gemeten, liep dit op tot 26 cm in november en zelfs 30 cm in april 1993. Met toenemende lengte viel te constateren, dat er minder exemplaren per oppervlakte-eenheid aanwezig waren. In principe behouden de wieren deze lengte, mits de vegetatie niet verstoord wordt. In dat geval vindt de successie opnieuw (versneld) plaats, en wordt gesproken van een depressie. De genoemde soorten bepaalden gedurende het eerste jaar het aspect; zeepokken (Cirripedia) en alikruiken (Littorinidae) waren in of onder de begroeiing te vinden, waarbij de laatste soms massaal voorkwam als grazer op de darmwieren. Cyanobacteriën (*Entophysalis deusta*) traden zonevormend op boven de hoogwaterlijn. In totaal werden in het eerste jaar 19 soorten gevonden (zie ook bijlage 1, Soortenlijst).

Met behulp van een TWINSPAN-analyse zijn dominante soortengroepen bepaald. De resultaten komen overeen met wat hiervoor is weergegeven. 1992 werd gekenmerkt door vier clusters: een zeesla-cluster, een darmwier-cluster, een korstmossen-cluster en een purperwier-cluster. De meeste opnames (42%) vallen onder de korstmossen-cluster. Dit cluster wordt in proefvak 2 (Vilvoordse kalksteen in schanskorven), 3 (Vilvoordse kalksteen) en 5 (Basalton met toplaag) in 75% van de opnames aangetroffen.

In het tweede jaar (1993) traden bruinwieren op de voorgrond, waartussen een beperkt aantal andere soorten. Middels een TWINSPAN werden een blaaswier-cluster, een kleine zeeëik-vlokreeft-cluster en een stompe alikruik-cluster onderscheiden. Proefvak 1 (breuksteen colloïdaal beton) werd in dit jaar volledig gekenmerkt door de blaaswier-cluster, en proefvak 9 (Armorflex betonblokken) en 10 (plaat colloïdaal beton) volledig door de kleine zeeëik-vlokreeft-cluster.

De stijging van het aantal soorten zette zich beperkt voort tot een niveau van 25 taxa eind 1994 (bijlage 2). De toegenomen soortenrijkdom werd mogelijk gemaakt door de vegetatie van grote, beschutting gevende bruinwieren. Dit was grotendeels Blaaswier (*Fucus vesiculosus*), maar direct beneden de hoogwaterlijn was Kleine zee-eik (*Fucus spiralis*) zonevormend aanwezig. De beschutting nam af met het optreden van een najaarsstorm in 1993. De Japanse oester (*Crassostrea gigas*), sedert een jaar na aanleg aanwezig, lijkt geprofiteerd te hebben van het vrijgekomen substraat en bedekte dit in de daaropvolgende maanden soms volledig (kleine exemplaren), waarmee de begroeiing tijdelijk een open karakter kreeg.

De ontwikkeling van de soortenrijkdom komt ook tot uitdrukking in de TWINSPAN-bewerkingen. 1994 Wordt gekenmerkt door vier clusters: een zeepokken-korstwier-anemoon-cluster, een vlokreeft-alikruik-cluster, een vlokreeft-alikruik-kwastwier-cluster en een vlokreeft-cluster. De vlokreeft-alikruik-cluster herbergt de meeste opnames (47%). Proefvak 4 (Vilvoordse

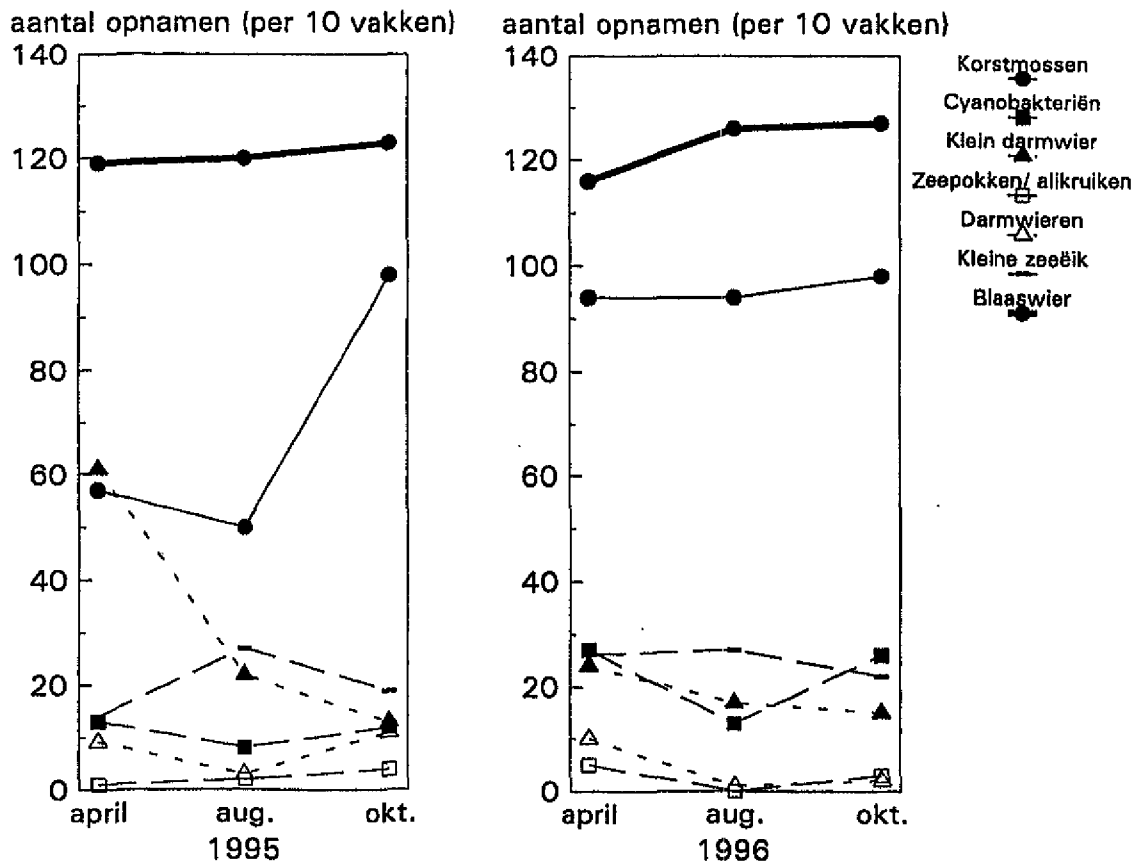
kalksteen en colloïdaal beton) en 6 (Basalton) worden gedurende het gehele jaar gekenmerkt door deze cluster.

In 1995 heeft de begroeiing zich volledig hersteld tot een redelijk ontwikkelde vegetatie van bruinwieren, waarbij storingsplanten als darmwieren en purperwieren aan abundantie (relatief voorkomen) hebben ingeboet. De traag groeiende korstmossen werden steeds beter zichtbaar. De groei in het aantal soorten nam af. Hoewel in totaal 42 soorten werden gevonden, waren gemiddeld 22 soorten per proefvak aanwezig. De zonering werd met het verloop van de tijd duidelijker.

Door TWINSPAN werden drie clusters onderscheiden: een lers mos-cluster, een zeepok-blaaswier-cluster en een Japanse oester-cluster. Proefvak 5 (Basalton met toplaag) wordt het gehele jaar gekenmerkt door de zeepok-blaaswier-cluster.

In het vijfde jaar na de aanleg (1996) bleef het aantal taxa ongeveer op het niveau van 1995 liggen. Gezien de vergelijkbare samenstelling lijkt het climaxstadium bereikt. Maandelijks werden in totaal ruim 30 taxa gevonden; per proefvak waren dit ongeveer 20 taxa. Kenmerkend voor dit jaar is de stabilisatie van de begroeiing, waarin enerzijds de abundantie van soorten weinig fluctueert en anderzijds seizoenswisselingen duidelijker worden. Voor een aantal soorten geldt, dat zij permanent in de levensgemeenschappen kunnen worden aangetroffen. Het areaal van de korstmossen boven de hoogwaterlijn nam nog steeds toe (figuur 2; levensgemeenschappen zijn gedefinieerd door Meijer & Van Beek, 1988).

**Figuur 2**  
Presentie van levensgemeenschappen  
[aantal opnamen van 50x50 cm waarin de betreffende levensgemeenschap voorkwam]





Uit de TWINSPAN-analyses komt enerzijds de ontwikkeling naar een hoger niveau in de begroeiing tot uitdrukking; anderzijds worden ook storingssoorten aangetroffen. Vier belangrijke clusters werden aangetroffen: een anemoon-zeepok-cluster, een anemoon-darmwler-alikruik-cluster, een Japanse oester-cluster en een Japanse oester-purperwier-korstmos-cluster. Geen van de proefvakken werd met elke opname gekenmerkt door dezelfde cluster.

#### Statistische analyses

##### ● Aantallen soorten

De te beantwoorden vraag is, of het aantal soorten per jaar en/ of per proefvak verschilt. Van de jaren 1992 tot en met 1996 voldeed het jaar 1995 niet aan de voorwaarden voor het gebruik van parametrische toetsen. Op het totaal van de jaren '92, '93, '94 en '96 is een tweeweg ANOVA toegepast met het proefvak en het jaar als onderscheidende factor. Met behulp van de Tukey-Kramer posthoc-toets is geanalyseerd welke van de vier genoemde jaren significant van elkaar verschillen. Tabel 1 geeft de resultaten van deze analyse. De tabel laat zien dat er proefvakken zijn die significant van elkaar verschillen. Bovendien verschilden alle jaren significant van elkaar (alle met een p-waarde van 0,000). Er is geen interactie tussen beide factoren. Dit laatste betekent dat het significante verschil van de ene factor niet veroorzaakt wordt door de andere, zoals bijvoorbeeld het significante verschil tussen de proefvakken veroorzaakt kan zijn door het verstrijken van de tijd in jaren.

Tabel 1

Resultaten twee-weg ANOVA ('92, '93, '94 en '96)

factor	sum of squares	vrijheids-graden	mean square	F ratio	P
proefvak	123.0	3	41.0	3.016	0.003
jaar	5851	4	1463	322.7	0.000
proefvak*jaar	140.5	36	3.903	0.861	0.690
error	498.6	110	4.533		

Per jaar is geanalyseerd of in dat specifieke jaar een verschil tussen de proefvakken te vinden was. Tabel 2 geeft hiervan het overzicht. Hieruit blijkt dat alleen in 1994 het aantal soorten verschilden tussen de diverse proefvakken. De vraag welke proefvakken dan van elkaar verschillen is beantwoord met behulp van de Tukey-Kramer toets. Deze toets laat zien dat het verschil ( $p=0.010$ ) optreedt tussen proefvak 3 (Vilvoordse kalksteen) en proefvak 5 (Basalton met toplaag), waarbij het aantal soorten op de Vilvoordse kalksteen hoger is dan op de Basalton met toplaag. Tevens wordt er een verschil ( $p=0.026$ ) gevonden tussen proefvak 5 (Basalton met toplaag) en proefvak 6 (Basalton), waarbij het aantal soorten op de Basalton hoger is dan op de Basalton met toplaag. De overige vakken verschillen niet significant van elkaar in aantallen soorten.

Tabel 2

Resultaten analyse per jaar (op een aantal soorten)

jaar	toets	p-waarde	significant (5%)
1992	ANOVA	0.875	nee
1993	ANOVA	0.462	nee
1994	ANOVA	0.007	ja
1995	Kruskal-Wallis	0.287	nee
1996	ANOVA	0.446	nee

##### ● Mate van voorkomen

De proefvakken verschillen niet significant qua aantallen schaarse soorten ( $p=0.997$ ), vrij algemene soorten ( $p=0.787$ ), algemene soorten ( $p=0.899$ ) of

zeer algemene soorten ( $p=0.932$ ).

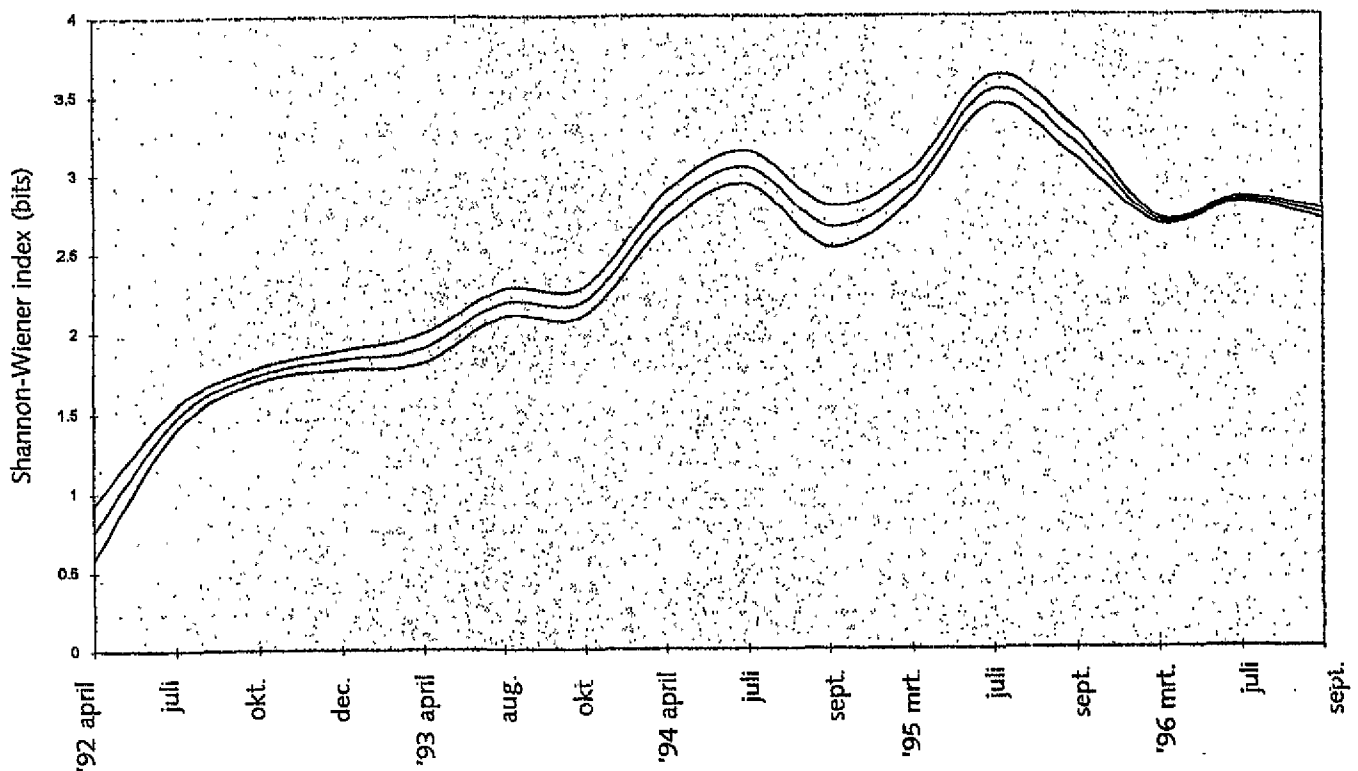
Een Kruskal-Wallis toets toonde een significant verschil aan tussen minstens twee jaren voor alle typen van voorkomen (schaars, vrij algemeen, algemeen, zeer algemeen;  $p=0.000$  in alle vier gevallen).

Tabel 3 toont de residuen van de modellen, uitgedrukt als  $r^2$ . Hoewel het aantal schaarse, algemene en zeer algemene soorten in het laatste jaar niet verder stegen, wordt hun aantalsverloop het beste beschreven met een lineair verband. De vrij algemene soorten laten een daling zien het laatste jaar, waardoor een parabolisch verband het verloop het beste beschrijft. Een opname in 1997 moet uitsluitsel geven over het verdere verloop van de vier typen.

Tabel 3  
Residuen ( $r^2$ ) van de  
verschillende modellen

type	lineair ( $r^2$ )	afbuigend ( $r^2$ )	parabool ( $r^2$ )	beschrijving
schaars	0.688	0.562		lineair
vrij algemeen	0.364	0.309	0.503	parabool
algemeen	0.829	0.664		lineair
zeer algemeen	0.600	0.554		lineair

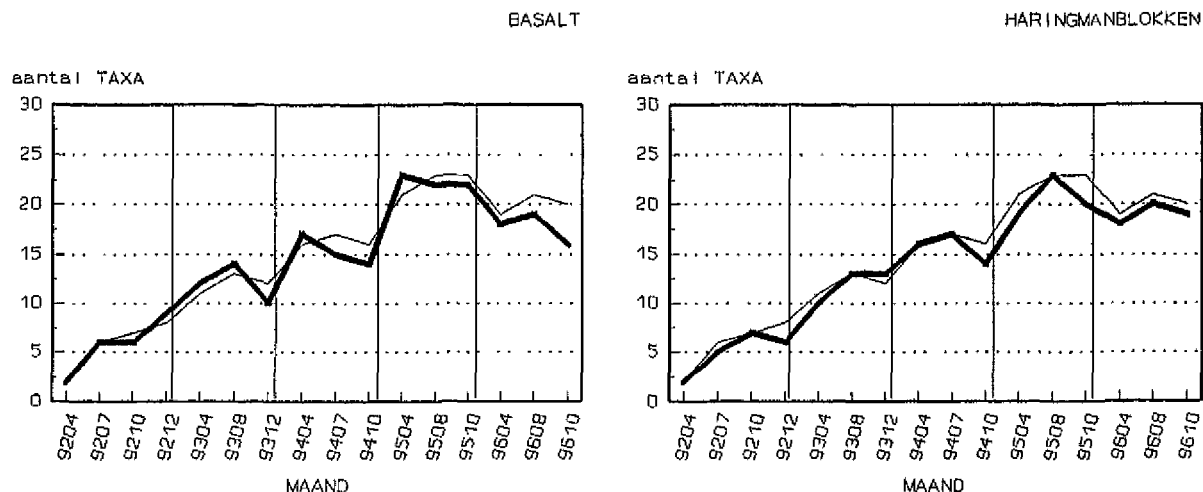
Figuur 3  
Diversiteit en betrouwbaarheidsinterval



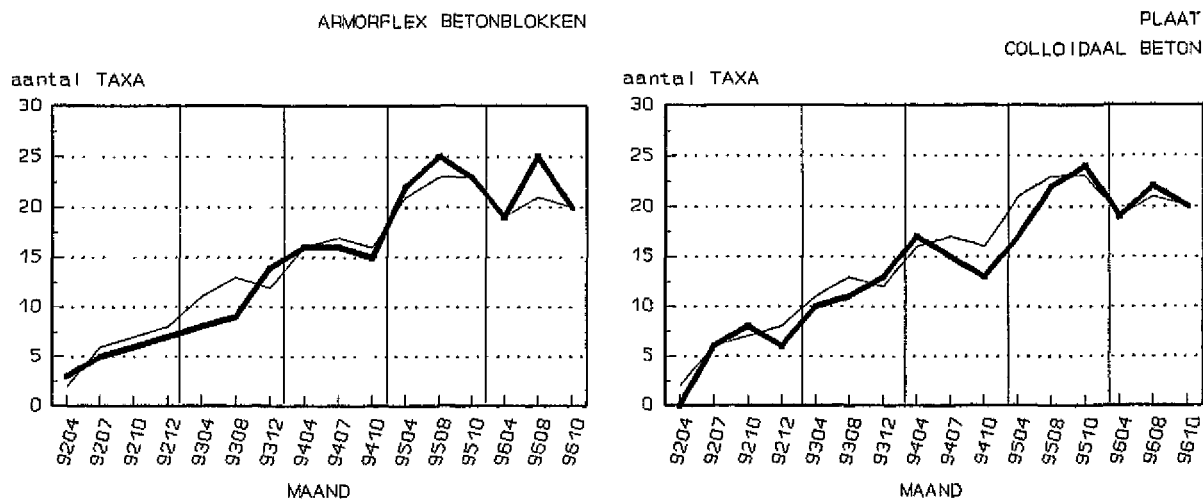
### 3.2 Temporele diversiteit

Tussen de verschillende jaren werd een significant verschil in diversiteit gevonden (Kruskal-Wallis,  $p=0.000$ ). Per jaar is uit alle proefvakken een gemiddelde diversiteit berekend, met het 95% betrouwbaarheidsinterval. Figuur 3 laat het verloop van de gemiddelde diversiteit zien gedurende de

.....  
**Figuur 6d**  
 Ontwikkelingen van het aantal taxa in de proefvakken 7 en 8



.....  
**Figuur 6e**  
 Ontwikkelingen van het aantal taxa in de proefvakken 9 en 10



### 3.4.10 Plaat van open colloïdaal beton (vak 10)

Het aantal gevonden soorten was overwegend lager dan gemiddeld, maar in het vijfde jaar voldeed dit proefvak aan de gemiddelde norm (figuur 6e). Ook de verdeling van de soorten over de categorieën schaars en (zeer) algemeen was in 1996 normaal (figuur 5). Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.170$ ).

De vegetatie-ontwikkeling op dit substraat vertoonde een zeer trage start: de bedekkingen van de pioniersoorten waren langdurig hoog, en de (blijvende) Blaaswieren groeiden traag, de bovengrens van de begroeiing lag lager en de vegetatie vertoonde veel open plekken. De grote 'ruwheid' van het materiaal en het langdurig aanwezig zijn van groenwieren resulteerden in verhoogde aantallen alikruiken. Pas in loop van het vijfde jaar lijkt de bovengrens van de begroeiing zich op een elders normaal niveau in te stellen. De zone van de korstmossen is hier overigens nog het minste ontwikkeld (2 à 3 m smaller).

smaller dan gemiddeld (1,5 opname). Maar tijdelijk kan op dit proefvak rond de hoogwaterlijn een zone van purperwieren zichtbaar zijn, overigens ook op het basalt. In het voorjaar van 1996 kwam een relatief brede zone (1,5 m) van de darmwieren-levensgemeenschap voor direct onder de zone van Kleine zee-eik; later in het jaar was deze ruimte ingenomen door Blaaswieren.

#### 3.4.7 Basalt (vak 7)

Gedurende de eerste drie jaar was de ontwikkeling van de soortenrijkdom normaal. Daarna werden over het algemeen minder soorten dan gemiddeld waargenomen (figuur 6d). Bovendien hadden in het laatste jaar veel soorten een geringe abundantie (figuur 5a). Het eerste jaar werd gekenmerkt door een lage bedekking van Blaaswier; in de open plekken kwamen- ook later- purperwieren, darmwieren en zeepokken veel voor. Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.234$ ).

Tot in het vijfde jaar werd de levensgemeenschap van bruinwieren lokaal en tijdelijk onderbroken door de fauna-gedomineerde levensgemeenschap van zeepokken en alikruiken, en in het voorjaar door darmwieren. Mogelijk zijn deze 'depressies' de oorzaak van het grote aantal soorten dat incidenteel werd aangetroffen (figuur 5b). Evenals in 1995 lag na vijf jaar de bovengrens van de wieren-begroeiing circa 0,5 m lager dan gemiddeld. Dit was vooral zichtbaar in de hoogteligging en de breedte van de zones van Klein darmwier en Kleine zee-eik.

#### 3.4.8 Haringmanblokken (vak 8)

De ontwikkeling van het aantal taxa op de Haringmanblokken was vergelijkbaar met het basalt. Na vijf jaar werden twee soorten meer gevonden dan op dit substraat, maar nog altijd minder dan gemiddeld (figuur 6d). De som van het aantal zeer algemene en algemene soorten was gemiddeld, maar er konden minder soorten dan op het basalt als zeer algemeen worden getypeerd (figuur 5). In het eerste ontwikkelingsstadium van de begroeiing was zichtbaar, dat de groenwieren voorkeur hadden voor het flauwe deel van de Haringmanblokken, terwijl purperwieren juist op de steilere delen en ruwe naden groeiden. Gedurende meerdere jaren bleken alikruiken op dit relatief gladde substraat minder voor te komen; dit beeld was ook te zien op de beton-gepenetreeerde Vilvoordse kalksteen. Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.013$ ).

De zone van Cyanobacteriën was, mede omdat deze goed zichtbaar is op het lichtgrijze substraat, breder ontwikkeld dan op de meeste andere vakken. Kenmerkend voor dit substraat is het voorkomen van de storings-levensgemeenschap van darmwieren (*Enteromorpha spec.*). Deze levensgemeenschap was in 1996 in één tot drie opnamen aanwezig, terwijl ze met uitzondering van het voorjaar elders ontbrak.

#### 3.4.9 Armorflexblokken (vak 9)

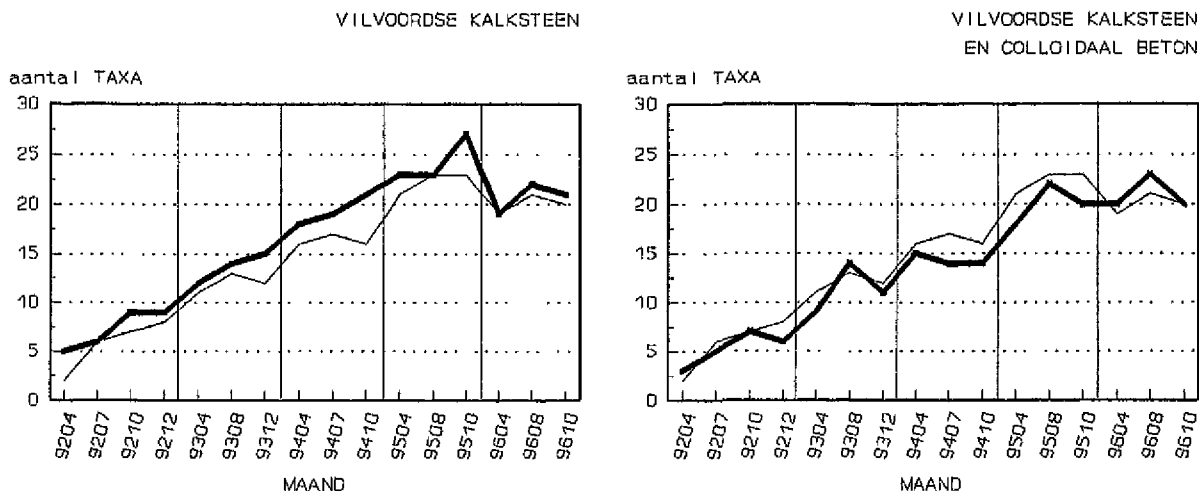
De bedekking en de groei van het Blaaswier in 1992 deed vermoeden, dat dit substraat kansrijk was. Maar evenals op de vakken 1 en 2 fluctueerde het aantal taxa in de gehele onderzoeksperiode rond het gemiddelde (figuur 6e). Ook de abundantie van de waargenomen taxa was gemiddeld, terwijl zelfs vrij veel soorten zeer algemeen voorkwamen (figuur 5). Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.897$ ).

Reeds in 1994 vestigden zich korstmossen in het supra-litoraal. Deze zone was in 1996 één à twee opnamen smaller dan gemiddeld. Evenals op de Haringmanblokken was de zone van Cyanobacteriën breder dan gemiddeld. Vanaf 1995 was de zone van Blaaswier een fractie breder dan gemiddeld.

Op de zeven rode blokken die in een verticaal transect onder de hoogwaterlijn waren geplaatst, is geen afwijkende begroeiing waargenomen.

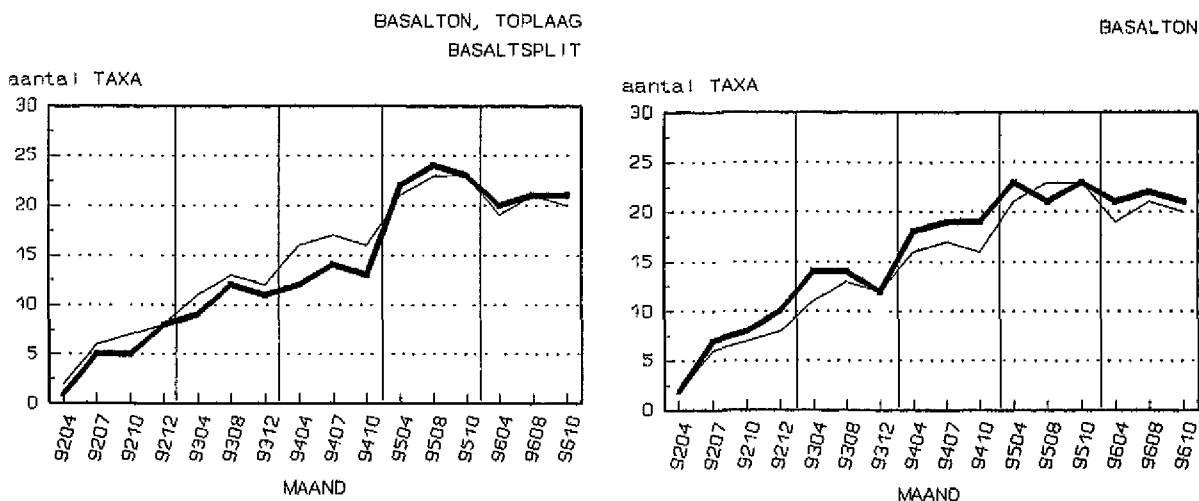
Figuur 6b

Ontwikkelingen van het aantal taxa in de proefvakken 3 en 4



Figuur 6c

Ontwikkelingen van het aantal taxa in de proefvakken 5 en 6



### 3.4.6 Basalton (vak 6)

Tot in 1994 wekte de bedekking en groei van bruinwieren hoge verwachtingen. Dit wordt bevestigd door het feit, dat gedurende de gehele onderzoeksperiode op dit substraat meer soorten dan gemiddeld werden gevonden, behoudens een enkele opnamemaand (figuur 6c). In het laatste jaar was het totaal van de zeer algemene en algemene soorten met 15 gelijk aan het gemiddelde, hoewel hiervan veel soorten zeer algemeen voorkwamen (figuur 5). Zodoende was de restgroep van schaarse soorten, evenals op de beton-gepenetreeerde Vilvoordse kalksteen (proefvak 4) groter dan gemiddeld. Deze laatste constatering komt overeen met het beeld over vijf jaar (figuur 5b). Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.013$ ).

De ontwikkeling van korstmossen verliep sneller dan op de meeste andere vakken, wat verklaard kan worden, doordat dit materiaal reeds eerder elders had gefunctioneerd; de zone is echter niet breder dan elders. Wanneer de zone van Klein darmwier het breedste is in april, is deze op dit proefvak ruim 0,5 m

zonder schanskorven (NAP +1.90 m versus NAP +1 m), konden hier ook op dit substraat korstmossen groeien. Hieruit volgt, dat Vilvoordse kalksteen gunstig is voor de ontwikkeling van korstmossen. Klein darmwier ontbrak juist op dit substraat.

### **3.4.3 Vilvoordse kalksteen/ bovenbeloop: breuksteen penetratie met dicht colloïdaal beton (vak 3)**

De ontwikkeling van het aantal taxa verliep op dit substraat zeer gunstig in vrijwel de gehele periode, vergelijkbaar met het hiervoor besproken vak (figuur 6b). Dit wordt ondersteund door de snelle kolonisatie en groei van het Blaaswier in de eerste maanden van 1992. Over de periode van vijf jaar zijn op dit materiaal de meeste soorten gevonden (figuur 5). Hoewel het totaal aantal *waargenomen taxa in het vijfde jaar met 27 aan het gemiddelde beantwoordde*, was het aantal (zeer) algemene taxa groot en kwamen weinig taxa schaars voor. Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.001$ ).

In tegenstelling tot het hiervoor besproken proefvak, was de zone van korstmossen hier niet breder dan elders. De oorzaak hiervoor moet gezocht worden in het feit (zoals reeds genoemd), dat de bovengrens van de Vilvoordse kalksteen hier 4 m (langs de glooiing gemeten) lager ligt (materiaaltekort). Een tweede verschil met het naastliggende vak betreft het voorkomen van Klein darmwier. Deze zone is hier wel goed ontwikkeld; het dichte colloïdaal beton waarmee de breuksteen is gepenetreerd blijkt gunstig te zijn voor deze soort.

### **3.4.4 Vilvoordse kalksteen met dicht colloïdaal beton/ bovenbeloop: breuksteen penetratie met dicht colloïdaal beton (vak 4)**

De eerste vier jaren werden gekenmerkt door een trage ontwikkeling van de begroeiing, waarin pioniersoorten (darmwieren, purperwieren, zeesla) hoge bedekkingen bereikten en het aantal soorten minder dan gemiddeld was. Aan het begin van de successie bleken darmwieren voorkeur te hebben voor de koppen van de Vilvoordse kalksteen in plaats van het beton. In het vijfde jaar (1996) werd de begroeiing relatief soortenrijker (figuur 6b). Uiteindelijk kan geconcludeerd worden, dat de ontwikkeling van het aantal soorten traag verliep, maar dat er in het vijfde jaar vrij veel taxa zijn waargenomen (figuur 5). Het aantal zeer algemene soorten was hierbij lager dan elders, maar dit werd goed gemaakt door het aantal algemene soorten; een groot deel kan als schaars worden betiteld. Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.049$ ).

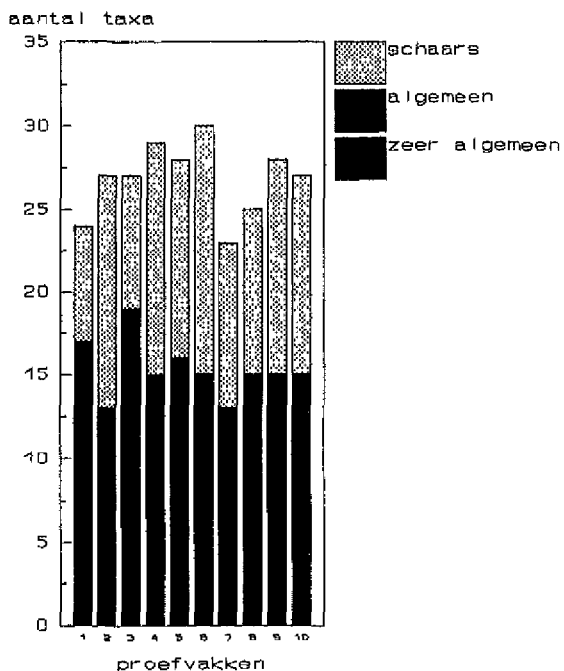
Cyanobacteriën gedijen goed op het dichte colloïdaal beton (met uitzondering van de zomer); de levensgemeenschap van Klein darmwier doet het redelijk ten opzichte van de andere proefvakken. Voorts zijn er geen opvallende ontwikkelingen in de zonering te melden.

### **3.4.5 Basalton met een toplaag van basaltspilt (vak 5)**

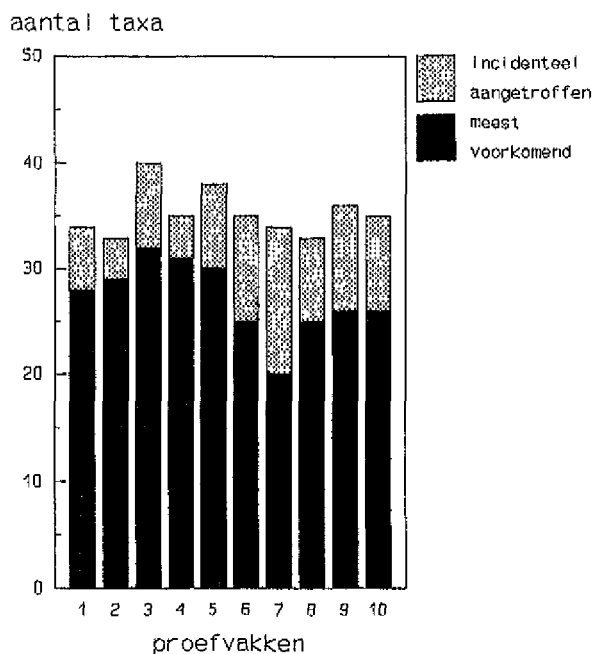
Het aantal soorten bedroeg in de eerst drie jaren minder dan gemiddeld (figuur 6c). Hiermee samenhangend was de bedekking van pioniersoorten, waaronder purperwieren en zeepokken hoog. Vanaf het vierde jaar was het aantal soorten ongeveer gelijk aan het gemiddelde. In het vijfde jaar scoorde dit proefvak zowel qua aantallen soorten als abundanties gemiddeld (figuur 5). Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.070$ ).

In de zonering is te constateren, dat de zone van Klein darmwier breed ontwikkeld is. De grote breedte gaat niet ten koste van de bruinwieren-levensgemeenschappen, wat impliceert dat de bovengrens in de hoger gelegen zone van Cyanobacteriën ligt; deze is overigens op het donkere substraat niet zichtbaar.

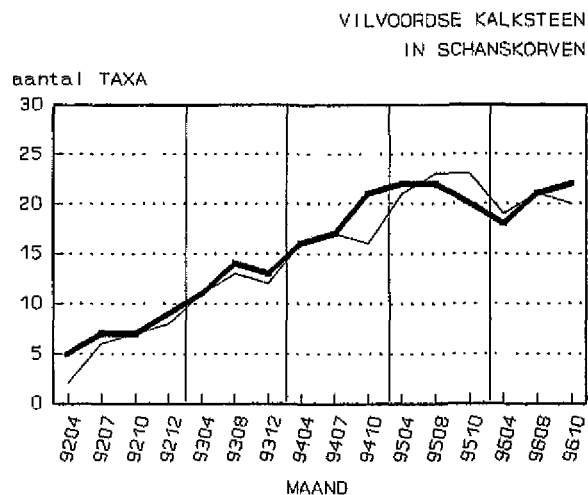
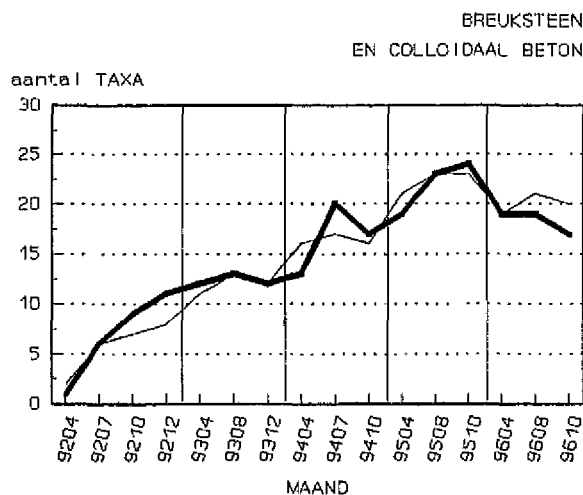
**Figuur 5a**  
Aantal taxa in 1996



**Figuur 5b**  
Aantal taxa in 1992-1996  
(incidenteel = presentie  $\geq 1\%$  van totaal aantal opnamen)

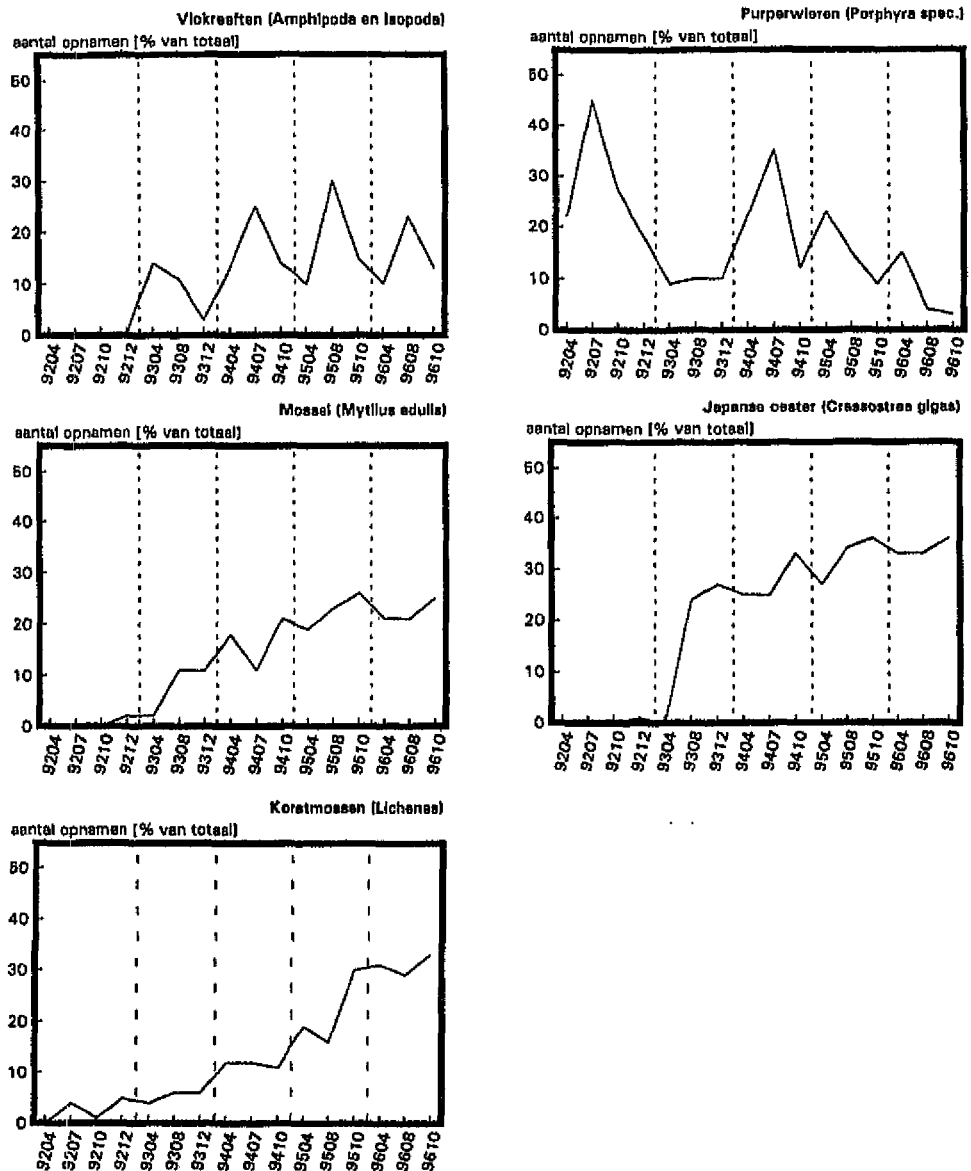


**Figuur 6a**  
Ontwikkelingen van het aantal taxa in de proefvakken 1 en 2



taxa was juist kleiner; mogelijk speelt hierin de schanskorf een rol, die de waarnemingen bemoeilijkt. Geconcludeerd kan worden, dat, hoewel het aantal taxa normaal was, deze een geringe abundantie vertoonden. Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.098$ ). Opvallend in de zonering was de grote breedte van de korstmossenlevensgemeenschap. Doordat in dit proefvak de Vilvoordse kalksteen tot een hoger peil was geplaatst dan in het naastgelegen vak Vilvoordse kalksteen

Figuur 4, vervolg  
Presentie van zeer algemene soorten



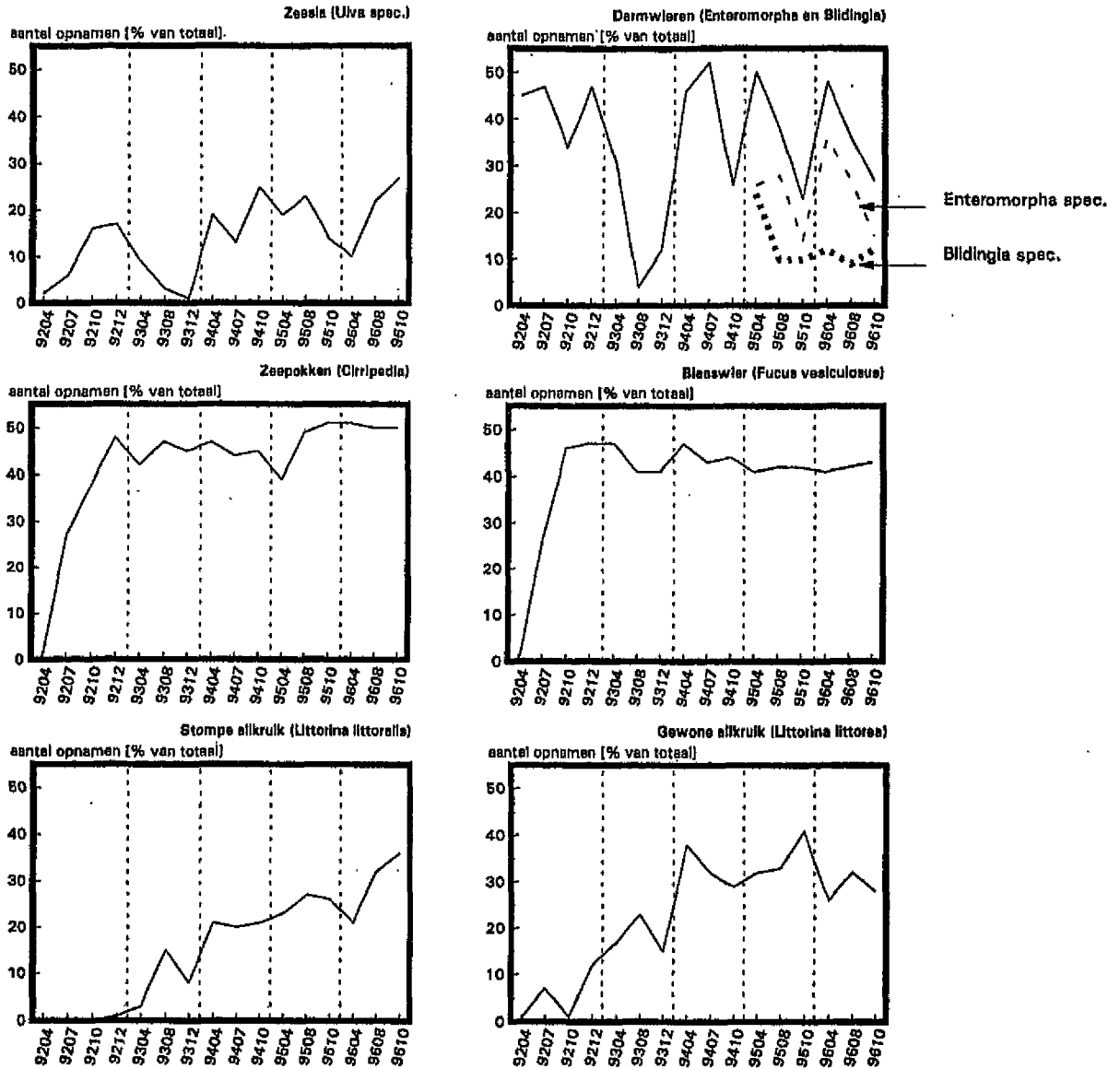
**3.4.2 Vilvoordse kalksteen in schanskorven/ bovenbeloop: breuksteen penetratie met open colloidaal beton (vak 2)**

De successie van de begroeiing op Vilvoordse kalksteen verliep sneller dan op de overige vakken, wat zichtbaar was in de voorspoedige ontwikkeling van Blaaswier en andere 'trage' soorten (hydroïdpoliepen, mosdierpjes, anemonen, lers mos), terwijl storingsplanten minimaal voorkwamen. Voordat de Blaaswieren goed ontwikkeld waren, vingden de schanskorven veel los plantaardig materiaal in. Maar er zijn geen aanwijzingen dat de successie hierdoor werd beïnvloed. Overigens groeiden geen organismen op de kunststof schanskorven zelf, met uitzondering van hydroïdpoliepen in 1996.

Na de eerste twee jaren fluctueerden de aantallen taxa rond het gemiddelde (figuur 6a). Na vijf jaar waren de aantallen taxa normaal. Er werden echter (in 1996) wel relatief veel taxa waargenomen die zeer algemeen voorkwamen; ook de groep schaarse taxa was groot (figuur 5b). De middengroep van algemene



**Figuur 4**  
 Presentie van zeer algemene soorten  
 [weergegeven is het aantal opnamen van  
 50x50 cm]



### 3.4.1 Breuksteen penetratie met open colloïdaal beton (vak 1)

De kolonisatie van dit substraat verliep in het eerste jaar voorspoedig; het aantal soorten lag toen op of juist boven het gemiddelde (figuur 6a). Darmwieren en zeepokken hadden voorkeur voor de breuksteen; purperwieren voor het beton. In de daaropvolgende jaren schommelde het aantal soorten rond het gemiddelde. Opmerkelijk was het zes maanden eerder verschijnen van Japanse oester op dit substraat. In 1996 lag het aantal soorten lager dan het gemiddelde. De taxa die aangetroffen werden, kwamen echter veelvuldig voor; het aantal algemene taxa was vrij groot en het aantal schaarse taxa klein (figuur 5b). Er was geen significant verschil in aantal soorten met het totaal gemiddelde ( $p=0.796$ ).

De breedte van de levensgemeenschappen (zoning) was niet bijzonder. Alleen de zone van Kleine zee-eik was ruim een opname (50 cm) breder dan gemiddeld. Een kleiner aantal opnamen Blaaswier (ca. 1 m) was het gevolg van sediment op de teen van de glooiing.

jaren en het 95% betrouwbaarheidsinterval. De diversiteit nam in de eerste vier jaar met golfbewegingen toe. In het laatste jaar, 1996, daalde de diversiteitsindex weer naar het niveau van 1994.

Het betrouwbaarheidsinterval van 95% rondom het gemiddelde is in de eerste vier jaar ongeveer even groot. In het laatste jaar wordt het betrouwbaarheidsinterval opvallend klein. In alle proefvakken ligt de diversiteitsindex in dat jaar tussen de 2.7 en 2.8 bits. Blijkbaar is na vijf jaar voor de diversiteit het onderliggende substraat niet van belang.

De stijging van de diversiteitsindex over de gehele periode is significant ( $p=0.000$ ) en stijgt met 0.034 (0.028-0.040) bits/maand. Wordt er een trendbreuk ingebracht in augustus 1995, dan stijgt de diversiteitsindex in de eerste periode significant ( $p=0.000$ ) met 0.058 (0.053-0.063) bits/maand, om vervolgens significant ( $p=0.047$ ) te dalen met 0.052 (0.036-0.068) bits/maand. Deze daling lijkt ook weer aan een trendbreuk onderhevig, er treedt stabilisering op. Dit laten de hoge p-waarde en het grote betrouwbaarheidsinterval zien. Een opname in 1997 moet laten zien hoe de diversiteit zich verder ontwikkelt.

### 3.3 Selzoenaspecten

Vanaf het vierde jaar (1995) na de aanleg van de Dijktoen in 1992 zijn jaarlijks identieke seizoensvariaties zichtbaar (figuur 4). Deze kunnen onder andere worden vastgesteld met behulp van zeer algemene soorten (bepaald is een abundantie in  $\geq 10\%$  van de opnamen). Darmwieren (*Enteromorpha spec.*) en purperwieren (*Porphyra spec.*) blijken veelvuldig voor te komen in het voorjaar; in de loop van het jaar daalt de abundantie. Het Klein darmwier (*Blidingia minima*) komt 's zomers in een smallere zone voor dan in voor- en najaar, maar de verschillen zijn niet bijzonder groot (ca. 0,5 m verschil). Vlokreeffen (Amphipoda) geven jaar op jaar een piek in de zomer te zien. Ook het insect *Lipura maritima*, een soort die minder voorkomt, is bijna alleen 's zomers waar te nemen. Dit geldt ook voor mosdierjes (Hydrozoa). Cyanobacteriën (*Entophysalis deusta*) komen wel het gehele jaar (zonevormend) voor, maar worden benadeeld door hoge zomertemperaturen. Ook minder algemene soorten laten seizoensvariaties zien. Zo wordt een voorjaarsaspect gevormd door vooral Schroefwier (*Dumontia contorta*) en Saucijsjeswier (*Scytosiphon lomentaria*), die bekend zijn van getijdepoeltjes direct boven de laagwaterlijn. Rond de hoogwaterlijn is Groen kroeswier (*Prasiola stipitata*) talrijker in het voorjaar; na een minimum in de zomer neemt de abundantie weer toe.

### 3.4 Ontwikkeling van flora en fauna per proefvak

In deze paragraaf komen de ontwikkelingen van flora en fauna in de diverse proefvakken aan de orde. Achtereenvolgens worden per vak de successie, het aantal waargenomen taxa en de zonerings/ levensgemeenschappen in 1996 (op basis van drie inventarisaties) besproken (zie ook bijlagen 4 en 5).

Het aantal soorten en de mate waarin deze voorkwamen wordt per vak geïllustreerd in figuur 5.

De temporele ontwikkelingen van het aantal taxa (soorten/ geslachten) worden in de figuren 6a t/m 6e gepresenteerd, waarin per figuur de ontwikkelingen in twee proefvakken worden geïllustreerd. In deze figuren stellen voor:

- ▶ dunne lijn: ontwikkeling van het gemiddelde aantal taxa in alle proefvakken;
- ▶ dikke lijn: ontwikkeling van het aantal taxa in het betreffende proefvak.

### 3.4.11 Kreukelberm

De kreukelberm was reeds aanwezig vóór de aanleg van de Dijktoin, maar is door de werkzaamheden rigoureuus verstoord. Vanaf 1994 is deze bestorting in de monitoring opgenomen.

Maandelijks werden ca. 15 tot 25 soorten waargenomen, jaarlijks in totaal ongeveer 28 soorten.

De kreukelberm herbergde in 1995 een levensgemeenschap van zeepokken, alikruiken, Japanse oester en Mossel, met plaatselijk dominantie van Blaaswier. In de laatste tussentijdse evaluatie werd gesignaleerd, dat deze laatste soort in bedekking leek toe te nemen. Deze tendens heeft zich voortgezet in 1996. Aan het eind van dat jaar werd zelfs in alle opnamen een bruinwierenlevensgemeenschap aangetroffen, veelal Blaaswier, maar plaatselijk bij de laagwaterlijn Gezaagde zee-eik.

#### *Statistische analyse*

##### ● *Clusters*

Met behulp van een TWINSPAN zijn alle opnames per proefvak geclusterd. Met deze clustering werden soorten gegroepeerd, die niet altijd overeen stemmen met de gangbaar gehanteerde levensgemeenschappen. De percentages geven aan gedurende welk deel van het jaar het typerende cluster gevonden is.

- proefvak 1: In 1993 een blaaswier-cluster (100%) en in 1995 een lers mos-cluster (66%).
- proefvak 2: In 1992 een korstmos-cluster (75%), in 1994 een vlokreeft-alikruik-cluster (66%), in 1995 een zeepok-blaaswier-cluster (66%) en in 1996 een zeepok-anemoon-cluster (66%).
- proefvak 3: In 1992 een korstmos-cluster (75%), in 1993 een blaaswier-cluster (66%), in 1994 een zeepok-korstwier-anemoon-cluster (66%) en in 1995 een zeepok-blaaswier-cluster (66%).
- proefvak 4: In 1993 een kleine zeeëik-vlokreeft-cluster (66%) en in 1994 een vlokreeft-alikruik-cluster (100%)
- proefvak 5: In 1992 een korstmos-cluster (75%), in 1993 een kleine zeeëik-vlokreeft-cluster (66%), in 1994 een vlokreeft-alikruik-cluster (66%), in 1995 een zeepok-blaaswier-cluster (100%) en in 1996 een Japanse oester-cluster (66%).
- proefvak 6: In 1993 een blaaswier-cluster (66%), in 1994 een vlokreeft-alikruik-cluster (100%), in 1995 een lers mos-cluster (66%) en in 1996 een Japanse oester-cluster (66%).
- proefvak 7: In 1993 een blaaswier-cluster (66%), in 1994 een vlokreeft-kwastwier-alikruik-cluster (66%) en in 1995 een zeepok-blaaswier-cluster (66%).
- proefvak 8: In 1993 een kleine zeeëik-vlokreeft-cluster (66%) en in 1994 een vlokreeft-alikruik-cluster (66%).
- proefvak 9: In 1993 een kleine zeeëik-vlokreeft-cluster (100%), in 1994 een vlokreeft-kwastwier-alikruik-cluster (66%) en in 1996 een Japanse oester-cluster (66%).
- proefvak 10: In 1993 een kleine zeeëik-vlokreeft-cluster (100%) en in 1995 een lers mos-cluster (66%).



In de spatwaterzone (supra-litoraal) treden de grootste seizoensvariaties op. Aan de resultaten betreffende deze zone kan over het algemeen geen waarde ontleend worden, omdat bijvoorbeeld sommige materialen reeds eerder waren gebruikt en andere voor het eerst. Dit resulteert in verschillen in presentie van de levensgemeenschap van de korstmossen- levensgemeenschap nr. 1.

Daarnaast is de zone van Cyanobacteriën (*Entophysalis deusta*; levensgemeenschap nr. 2) niet of slecht zichtbaar op donkere substraten. Op grond van de resultaten wordt wel vermoed, dat dicht beton het meest geschikte is: breuksteen geopenetreerd met dicht colloïdaal beton (vak 4), Haringmanblokken (vak 8) en Armorflexblokken (vak 9).

Wat betreft de zone van Klein darmwier (*Blidingia minima*; levensgemeenschap nr. 4) bestaat de indruk, dat deze eveneens het beste gedijt op dicht (gesloten) beton met een ruw oppervlak: breuksteen met penetratie van dicht colloïdaal beton (bovenbeloop vak 3) en Basalton met een topiaag van basaltspilt (vak 5).

Een apart, tijdelijk aspect (met name in het voorjaar) in de zonering op de substraten Basalton en basalt was een zone van het rozetvormige purperwier.

In de getijdezone, waar de bruinwierenvegetaties worden aangetroffen (de levensgemeenschappen van Kleine zee-eik- levensgemeenschap nr. 7 en van Blaaswier- levensgemeenschap nr. 8), zijn de verschillen in zonering gering. Slechts op het basalt (vak 7) ligt de bovengrens enigszins lager dan elders. Op de Armorflexblokken (vak 9) is de bruinwierenvegetatie een fractie breder. Meer opvallend is het lokaal en meest tijdelijk voorkomen van de levensgemeenschappen van zeepokken en alikruiken (Cirripedia/ Littorinidae; levensgemeenschap nr. 5) en darmwieren (*Enteromorpha spec.*; levensgemeenschap nr. 6), wat het geval is op -eveneens- het basalt, en daarnaast permanent op de Haringmanblokken (vak 8).

De begroeide oppervlakte, af te leiden van de zonering, is, gezien de beperkte verschillen in de breedte van de bruinwierenvegetatie (zie § 3.4) en het verschil in ouderdom van de gebruikte materialen, een beperkt bruikbare parameter.

### 3.6 Differentiërende taxa

In 1996 bedroeg het maximale verschil in aantal taxa zeven; de meeste vakken herbergden ca. 27 taxa. Onderzocht is, of bepaalde taxa substraat-specifiek zijn en als differentiërend kunnen worden beschouwd. Hierbij is uitgegaan van 1) het totaal aantal soorten dat in 1996 op een proefvak is gevonden en 2) het aantal soorten dat per inventarisatie, gedurende de periode 1992-1996 werd waargenomen. Beide zijn vergeleken met het gemiddelde van alle vakken.

ad 1) Zoals reeds eerder vastgesteld, zijn op de vakken beton-geopenetreerde Vilvoordse kalksteen en Basalton veel soorten waargenomen, maar waren deze bij de eerste overwegend schaars. Het zijn bijvoorbeeld Knotswier (*Ascophyllum nodosum*), Saucijsjeswier (*Scytosiphon lomentaria*), hoorntjeswieren (*Ceramium spec.*) en de Scherpe alikruik (*Littorina saxatilis*). Een vergelijking tussen de proefvakken leert, dat de aangetroffen taxa niet als substraat-specifiek kunnen worden beschouwd.

ad 2) De substraten Vilvoordse kalksteen en Basalton herbergden bij vrijwel iedere inventarisatie meer soorten dan gemiddeld, maar vooral bij de eerste kunnen veel soorten als (zeer) algemeen worden getypeerd. Hoewel op de Vilvoordse kalksteen dus in totaal niet meer soorten dan gemiddeld werden aangetroffen, weten de organismen zich permanent te handhaven, zodat per inventarisatie wel meer soorten dan gemiddeld aanwezig waren. Dit uit zich in een groot aantal soorten dat als (zeer) algemeen kan worden getypeerd.

Hoewel niet substraat-specifiek, lenen bepaalde substraten zich wel voor een hogere abundantie en het permanent aanwezig zijn van soorten.

### 3.7 Diversiteit per proefvak

Om de diversiteit te beoordelen is een aantal parameters bepaald, namelijk:

- 1) aantal en abundantie van taxa in de periode 1992-1996;
- 2) het aantal taxa per maand ten opzichte van het gemiddelde van alle vakken;
- 3) aantal en abundantie van taxa in het 'eindstadium' (1996).

De substraten Vilvoordse kalksteen (vak 3) en Basalton met en zonder toplaag van basaltspit (vakken 5 en 6) scoren hier het beste (zie tabel 4). Vooral in vak 3 kunnen veel soorten constant als (zeer) algemeen worden getypeerd. De indruk bestaat, dat op met name dit substraat soorten zich permanent weten te handhaven.

Proefvakken	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aantal taxa in 1992-1996	0	0	+	+	+	0	-	0	0	0
Abondantie (talrijkheid) in 1992-1996	0	+	0	+	0	0	-	0	0	0
Aantal taxa per maand <sup>*1</sup>	0	0	+	-	-/0	+	0/-	0/-	0	-/0
Aantal taxa in 1996	-	0	0	0	0	+	-	0	0	0
Abondantie (talrijkheid) in 1996	0	0	+	0	+	+	-	-	+	0
Totaalwaardering	0	0	+	0	+	+	-	-	0	0

\*1: trendbreuk na 3 jaar.

<sup>3</sup>: Toelichting op de diversiteitswaardering

Totaal aantal taxa: gemiddelde +/- 2 taxa;

Aantal taxa per maand: bijna gehele periode boven (+) of beneden (-) gemiddelde;

Abondantie: positief gewaardeerd wordt een groot aantal (zeer) algemene taxa en veel soorten.

Hoewel op het basalt (vak 7) en de Haringmanblokken (vak 8) het aantal taxa per maand gedurende de eerste drie jaar niet afweek van het gemiddelde, werden daarna minder taxa dan gemiddeld gevonden; beide vakken scoren op grond van de genoemde aspecten overwegend slechter dan gemiddeld. De diversiteit op de overige vijf substraten is niet differentiërend, hoewel op de afzonderlijke aspecten negatief of positief kan worden gescoord.

Opgemerkt moet worden, dat het verschil in aantal gevonden taxa over het algemeen beperkt is: in 1996 was het verschil tussen het meest soortenrijke en het meest soortenarme vak zeven taxa, terwijl het aantal taxa op de meeste vakken rond het gemiddelde van 27 taxa lag. Soms echter treden verschillen consequent op (zoals weergegeven in de tabel).

#### Statistische analyse

Van ieder proefvak is de diversiteit bepaald aan de hand van de Shannon-Wiener index. De proefvakken bleken volgens de Kruskal-Wallis toets in geen enkel jaar, en ook niet over de gehele periode, significant van elkaar te verschillen qua diversiteit. In tabel 5 staan de gevonden p-waarden gepresenteerd.

Tabel 5  
 Statistische beoordeling  
 van de diversiteit.  
 Getoetst is, of de  
 diversiteit tussen de  
 proefvakken significant  
 verschilde (Kruskal-Wallis  
 toets)

Jaar	p-waarde	significant (5%)
1992	0.556	nee
1993	0.520	nee
1994	0.227	nee
1995	0.353	nee
1996	0.586	nee
1992-1996	0.924	nee

### 3.8 Ecologische waardering

Meijer (1989) heeft een waarderingssystematiek opgesteld voor de begroeiing op zeedijken, waarvan hier gebruik wordt gemaakt. In deze typologie worden twee keer vier typen onderscheiden, te weten vier typen dijkvakken met en vier typen zonder kreukelberm. Er wordt vooral rekening gehouden met de compleetheid van de zonering van levensgemeenschappen en de soortenrijkdom. Een dijkvak met een kreukelberm 'scoort' in het algemeen hoger dan een dijkvak zonder, zowel wat betreft kreukelbermen op slik als langs geulhellingen. De aanwezigheid van een kreukelberm langs een geul betekent meestal de presentie van soorten uit de infralitorale rand (waaronder sublitorale soorten als anemonen, sponzen, zakpijpen, zeesterren, etc.), waardoor een hogere ecologische waardering wordt toegekend.

Als meest waardevol worden dijkvakken beoordeeld, waarop een min of meer complete zonering op de glooiing aanwezig is; er komen kritische soorten voor, zoals Groefwier (*Pelvetia*), Paardeanemoon (*Actinia equina*) en roodwieren. Op de kreukelberm wordt een begroeiing van *Fucus*-soorten met een onderbegroeiing van sublitorale soorten hoog gewaardeerd.

Op grond van de aanwezigheid van onderbegroeiing, hoewel beperkt ontwikkeld, en het lokaal voorkomen van pioniersoorten kan de begroeiing op de proefvakken worden getypeerd als type 7 (type 5 is minimaal, type 8 is maximaal). Hoewel er verschillen tussen de proefvakken zijn, vallen deze binnen de marges.





## 4. Conclusies en discussie

---

### 4.1 Conclusies

Het climaxstadium in de begroeiing (maximaal haalbare) is een belangrijk gegeven om de ecologische waarde van materialen uit te drukken. Maar omdat dit geen stabiele situatie is, is de mate van herstel van de begroeiing eveneens richtinggevend. Informatie over de successie is hierbij bruikbaar. Een beoordeling van de successie is gebaseerd op de bedekking van pioniersoorten in de eerste maanden, het moment waarop het blijvende Blaaswier het aspect overneemt evenals de bedekking hiervan, ontwikkeling van de diversiteit en de mate waarin storingsplanten voorkomen.

Alle dijkbedekingsmaterialen raakten snel begroeid nadat de aanleg van Dijktoen was afgerond. Maar tussen de vakken onderling waren er verschillen. Vooral op de substraten beton-gepenetreerde breuksteen (vak 1), Vilvoordse kalksteen in schanskorven (vak 2) en Vilvoordse kalksteen (vak 3) verliep de successie gunstig. Op de tweede plaats staan de substraten Basalton (vak 6) en Armorflexblokken (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 (vak 5), terwijl de plaat van open colloïdaal beton (vak 10) de kroon spande in negatief opzicht.

Na een aantal maanden werd de fase in de ontwikkeling waarin pioniersoorten domineerden afgesloten en traden blijvende soorten zoals bruinwieren op de voorgrond. Van de beschutting die deze 'boomlaag' verschafte profiteerden andere soorten. Deze laatste ontwikkeling kan worden beschouwd als een derde fase in de successie. Uit de statistische analyses bleek, dat de diversiteit in de eerste vier jaar met golfbewegingen en significant toenam. In het vijfde jaar (1996) daalde de diversiteit weer naar het niveau van 1994.

De (ontwikkeling van de) soortenrijkdom was het gunstigst op de materialen Vilvoordse kalksteen (vak 3), Basalton (vak 6, waar per opname veelal enkele soorten meer werden gevonden) en Basalton met een toplaag van basaltsplit (vak 5, waar over vijf jaar bijna evenveel soorten als op Vilvoordse kalksteen werden aangetroffen). Van het proefvak 'Vilvoordse kalksteen in schanskorven' mogen gelijke resultaten worden verwacht, maar de schanskorven hebben een negatief effect gehad op de nauwkeurigheid waarmee de opnamen plaatsvonden, zodat dit proefvak er als gemiddeld uitkwam.

Een slechter dan gemiddeld resultaat behaalden de substraten basalt (vak 7) en Haringmanblokken (vak 8), hoewel de ontwikkeling in eerste instantie niet afwijkend was. Vooral op basalt werden minder soorten aangetroffen.

Uit de statistische analyses is gebleken, dat in geen enkel jaar het onderliggende substraat significante verschillen opleverde voor de diversiteit. Het verschil in aantal soorten tussen de proefvakken was slechts in 1994 significant. Het grootste verschil trad toen op tussen proefvak 3 (Vilvoordse kalksteen) en 5 (Basalton met toplaag van basaltsplit). Tevens werd een verschil gevonden tussen proefvak 5 en 6 (grijze Basalton).

Op grond van deze gegevens kan meer in het algemeen worden gesteld, dat

betonnen zetstenen met holten en spleten tussen de stenen ecologisch gunstig uitwerken. Door het ontbreken van deze laatste factor moet worden geconstateerd, dat de waarde van de begroeiing op de Haringmanblokken teleurstelt. Uit de resultaten kan niet duidelijk worden afgeleid, dat materialen met een ruwe toplaag de successie bespoedigen. Anderzijds is duidelijk geworden, dat op Haringmanblokken- die een dicht en glad oppervlak hebben- en op basalt- dat eveneens op de steen weinig aanhechtingsmogelijkheden biedt- tijdelijk of permanent storingssoorten domineren (depressies), terwijl elders deze kale plaatsen snel begroeid raken met Blaaswieren.

De ontwikkeling in het vijfde jaar impliceert, dat het climaxstadium in de successie is bereikt. Het aantal soorten bleef stabiel ten opzichte van het voorgaande jaar, de abundantie van de voorkomende soorten fluctueerde weinig en seizoensvariaties werden duidelijker. Hoewel verschillende soorten seizoensvariatie vertonen, is de dijk jaarrond begroeid.

Op de kreukelberm was het aantal taxa vrij stabiel, maar de variaties waren wel groter dan op de glooiing. De levensgemeenschap als zodanig is nog wel in ontwikkeling. Terwijl in de eerste vier jaren een fauna-gedomineerde levensgemeenschap van zeepokken, alikruiken, Japanse oester en Mossel (*Cirripedia/ Littorinidae/ Crassostrea/ Mytilus*) werd aangetroffen, heeft deze zich in de laatste anderhalf jaar ontwikkeld tot een bruinwierenvegetatie van overwegend Blaaswier (*Fucus vesiculosus*), en bij de laagwaterlijn Gezaagde zee-eik (*Fucus serratus*).

## 4.2 Discussie

### *Komen de resultaten in Dijk tuin overeen met ander veldonderzoek?*

Vijf van de tien dijkbekledingsmaterialen zijn algemeen te vinden in de Oosterschelde. Op grond van de survey van 1983-1985 is in de Handreiking voor integraal beheer (*Van Berchum et al., 1995*) een figuur opgemaakt, waarin het aantal taxa per substraattypen is uitgezet (figuur 3a, blz. 21). Tevens is in deze figuur aangegeven, in welke mate de betreffende substraten zijn toegepast.

De hoge ecologische waarde van de begroeiing op de Vilvoordse kalksteen in Dijk tuin komt overeen met de hoge soortenrijkdom in de figuur. Niet voor niets is in Dijk tuin een proefvak van dit materiaal opgenomen als referentievak. Het Basalton daarentegen komt in de figuur slecht tot uitdrukking, maar het bemonsterd oppervlak is dan ook zeer klein. Bovendien is niet duidelijk op welke hoogte in de getijdzone het bemonsterde oppervlak lag en hoe lang. Opmerkelijk is het verschil bij de substraten basalt en Haringmanblokken. Terwijl deze materialen in Dijk tuin het slechtste scores, werden hierop in het onderzoek van 1983-1985 veel soorten aangetroffen. Een verklaring kan worden gevonden in het zeer grote, bemonsterde oppervlak: basalt werd in een kwart van het totale oppervlak aangetroffen, Haringmanblokken in bijna een vijfde van het totale oppervlak. Geconcludeerd kan worden, dat de oppervlakte van het substraat de kans dat soorten worden aangetroffen sterk verhoogt; op grond van de gegevens uit Dijk tuin kan daarom worden gesteld, dat de genoemde figuur een vertekend beeld geeft. Bovendien is in de figuur slechts één parameter gepresenteerd, die niet alléén representatief is voor de ecologische waarde.

Tot slot het substraat van beton-gepenetreerde Vilvoordse kalksteen. Hoewel een relatief klein oppervlak werd bemonsterd in 1983-1985 (< 5%), werden hierop relatief veel soorten waargenomen. Ook in Dijk tuin scoorde dit substraat uiteindelijk niet slecht, waarbij echter aangetekend moet worden, dat de mate

van penetratie de resultaten aanmerkelijk beïnvloedt. Het zgn. 'vol-en-zat' penetreren is hierbij de soortenarme variant, behoud van een deel van de openingen tussen de stenen betekent kans op de soortenrijke variant.

#### *Is de locatie goed gekozen?*

De werkgroep Dijk tuin heeft indertijd als randvoorwaarden voor de locatie gesteld, dat de lokale omstandigheden een (redelijk) hoge natuurwaarde mogelijk maakten, en dat de omgevingsfactoren langs het gehele dijkvak gelijk waren.

Gezien de conclusie dat het climaxstadium is bereikt, kan de begroeiing vergeleken worden met andere locaties in de Oosterschelde. Wordt het (gemiddeld) aantal soorten (per vak) in 1995 en '96 vergeleken met de (vijf) BLOMON-locaties, dan blijkt, dat Dijk tuin matig scoort. Het (vak)gemiddelde van 20 taxa in 1996 en 22 in 1995 komt globaal overeen met de locaties Yerseke en De Val; Gorishoek is iets soortenarmer, Plompetoren en Zandkreek zijn soortenrijker. De kreukelberm bij Dijk tuin is overigens redelijk soortenrijk (16 taxa in 1996 en 21 taxa in 1995), maar kan niet tippen aan de vanouds geroemde kreukelbermen bij Gorishoek (circa 28 taxa) en Plompetoren (circa 38 taxa).

De tweede randvoorwaarde betref verschillen in ligging van het dijkvak. Gezien de luwte die achter de havendam aanwezig is en sedimentatie op het laagste deel van de glooiing veroorzaakte (vooral vak 1), en anderzijds de grote expositie door stroming die schade aan vak 10 veroorzaakte, moet geconcludeerd worden, dat de omgevingsfactoren toch verschillen. Desondanks zijn er geen aanwijzingen, dat de resultaten hierdoor wezenlijk zijn beïnvloed.



## 5. Evaluatie Beheersplan

---

### 5.1 Inleiding

Na gereedkomen van de aanleg van Dijktoin is door de directie Zeeland en het RIKZ een beheersplan opgesteld (*Van Westenbrugge et al., 1991*, opgenomen in *Van Berchum, 1992*). Hierin staan richtlijnen aangegeven voor de technische zorg, ecologische aspecten, informatie-overdracht en verantwoordelijkheden:

- controle op beschadigingen en herstel hiervan met gelijksoortige materialen;
- ecologische monitoring;
- verbod op het oogsten van natuurprodukten, al dan niet op commerciële basis;
- rapportage van het ecologisch onderzoek en van de ervaringen met de dijkbekledingsmaterialen;
- verspreiden van een folder en plaatsen van een voorlichtingsbord;
- waarborgen van de toegankelijkheid.

In het onderstaande wordt nagegaan, of voldaan is aan de bepalingen volgens het beheersplan.

### 5.2 Waterkerings-technische aspecten

Eind 1992 is tijdens een storm schade opgetreden op de overgang van de plaat colloïdaal beton (vak 10) naar de aangrenzende bestorting van breuksteen. De betonplaat werd hierbij op een hoogte van NAP +1,5 tot 3 m over enkele decimeters ondermijnd. De schade werd hersteld, maar bij de eerstvolgende storm werden de inspanningen teniet gedaan. In overleg is toen besloten een zwaardere sortering en asfaltpenetratie toe te passen.

Overigens is erosieschade beperkt, hoewel in het voorjaar van 1997 werd geconstateerd, dat de betonplaat oppervlakkig is geërodeerd; het vrijkomende materiaal (grind) is onderaan het betreffende proefvak blijven liggen.

Ook aan de bekleding van breuksteen met betonpenetratie (vak 1) is oppervlakkige schade opgetreden. Op een aantal plaatsen is de breuksteen losgeraakt van het open colloïdaal beton. Daarnaast is geconstateerd, dat boven de bekleding uitstekend grind gemakkelijk afbreekt. Deze schade kan in tegenstelling tot het hiervoor besproken proefvak niet worden verklaard door extreme stroomsnelheden, omdat vak 1 relatief beschermt ligt. Mogelijk moet dit worden aangemerkt als vorstschade.

Op een niveau van NAP +3 m is aan de voet van het informatiebord een enkele doorgroeiende weggeslagen.

Extra steenbestortingen op de kreukelberm waren in de onderzoeksperiode niet nodig.

### 5.3 Public relations

De situering op Neeltje Jans bood de gelegenheid bekendheid te geven aan de natuur op zeedijken. Dit is gedaan in de vorm van een informatiebord, die ter plekke in april 1993 is geplaatst. In het ir. J.W. Topshuis zijn bovendien informatiefolders over Dijkstuin verkrijgbaar. Bij Waterland Neeltje Jans (Delta-Expo) is bewegwijzering naar Dijkstuin aanwezig. Tijdens de inventarisaties werd duidelijk, dat regelmatig maar in geringe aantallen toeristen de Dijkstuin bezochten. Voor de folder was veel belangstelling; hiervan zijn enkele duizenden verstrekt.

Hoewel in het beheersplan is vastgelegd, dat de trap in de glooiing periodiek schoon gespoten zou worden, is dit bijna niet gebeurd. Het probleem is echter, dat dit in de zomerperiode zeer frequent zou moeten gebeuren, aangezien de pionierflora van purperwieren en darmwieren de trap zeer glad maakt. Mogelijk is het beter de trap niet schoon te spuiten, zodat de beter betreedbare bruinwieren en oesters zich kunnen handhaven.

Een enkele maal is een excursie verzorgd voor een groep, die op eigen initiatief het RIKZ had benaderd. Tot deze groepen behoorden o.a. gidsen van de Vereniging Natuurmonumenten/ Het Zeeuwse Landschap en studenten Aquatische ecotechnologie van de Hogeschool Zeeland.

Voorlichtingsbord Natuurexperiment Dijkstuin



## 6. Aanbevelingen

---

### 6.1 Advies

Vijf jaar onderzoek heeft bevestigd, dat de Vilvoordse kalksteen ecologisch de hoogste waarde toegekend wordt. Dit materiaal is echter als referentie bedoeld, omdat het niet meer beantwoordt aan de veiligheidseisen van deze tijd. Het versterken van versleten tafels Vilvoordse kalksteen met beton is ecologisch verantwoord, mits niet 'vol-en-zat' wordt gepenetreerd, maar bij voorkeur een deel van de bekledingsdikte.

Een goed alternatief wordt geboden door de Basalton-zuilen, terwijl ook de variant met een toplaag van basaltsplit en Armorflexblokken aangeraden kunnen worden. In het algemeen kan de voorkeur worden uitgesproken voor een ruwe toplaag.

Het voorgaande geldt voor de intergetijdezone. In de spatwaterzone wordt de situatie voor de hardsubstraat-levensgemeenschappen bepaald door de mate waarin substraat vocht vasthoudt. Uit vijf jaar monitoring is gebleken, dat beton met een ruw oppervlak de ontwikkeling van de levensgemeenschappen vlak boven de gemiddelde hoogwaterlijn stimuleert: in aanmerking komen dicht colloïdaal beton en Basalton met een toplaag van basaltsplit. Spleten en holten tussen de stenen bieden echter in potentie mogelijkheden voor bijvoorbeeld Groefwier (*Pelvetia canaliculata*) en mobiele diersoorten zoals Havenpissebed (*Ligia oceanica*), Scherpe alikruik (*Littorina saxatilis*) en *Lipura maritima*. Aan deze laatste wens voldoet van genoemde materialen alleen het Basalton met toplaag.

Geadviseerd wordt om vooral acht te slaan op bovengenoemde aanbevelingen op locaties, waar de actuele of potentiële natuurwaarde hoog is, met andere woorden: op dijkvakken die als kern- en natuurontwikkelingsgebied worden aangemerkt (*Van Berchum et al., 1995a en b*). Het betreft dijkvakken, waar de (fysische) omgevingsfactoren gunstig zijn; bij potentiële natuurwaarden is het dijkbekledingsmateriaal de beperkende factor voor hogere natuurwaarden. Daarnaast is het uiteraard ook op andere dijkvakken zinvol rekening te houden met natuurwaarden, maar bedacht moet dan worden, dat deze minder hoog zullen zijn.

### 6.2 Vervolgonderzoek

Het is aan te bevelen de proefvakken te blijven monitoren, zij het in een lagere frequentie; eenmaal per jaar is voldoende. Verschillen tussen de proefvakken kunnen dan nog duidelijker worden.

Bij het ontwerp en de aanleg van Dijktoin is gebruik gemaakt van materialen die op dat moment beschikbaar waren. In de jaren na de aanleg zijn er echter ontwikkelingen geweest in het kader van natuurvriendelijke oevers. Een tweetal fabrikanten heeft een (aangepast) betonelement op de markt gebracht, waarbij een extra toplaag is aangebracht met het oog op een goede begroeiing.

Daarnaast hebben beheerders op eigen gelegenheid geëxperimenteerd met het beperken van de hoeveelheid gietasfalt bij zgn. 'voegvulling' en het afstrooien met diverse materialen.

Naar aanleiding van de genoemde ontwikkelingen heeft het RIKZ gesignaleerd, dat onvoldoende advies kan worden gegeven inzake natuurvriendelijk beheer van zeedijken. In het verlengde van het natuurexperiment Dijk tuin op Neeltje Jans werd daarom de voorkeur uitgesproken voor het inrichten van een tweede Dijk tuin, waarin een klein aantal moderne en relevante materialen onderzocht kan worden. Hiervoor is draagvlak gevonden bij de directie Zeeland van Rijkswaterstaat, de dienst Weg- en Waterbouwkunde en het waterschap Zeeuwse Eilanden. De aldus gevormde werkgroep heeft besloten tot een vergelijkbaar experiment, gesitueerd op Tholen. Afwijkend van de Dijk tuin op Neeltje Jans zal bij dit onderzoek tevens een studie worden gedaan naar de milieu-effecten van de diverse dijkbekledingsmaterialen. Deze tweede Dijk tuin is in september 1997 aangelegd.



## Bronvermelding

---

Berchum, A.M. van, 1992

Dijk tuin. Verslag van aanleg. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg. Rapport DGW-92.032

Berchum A.M. van, 1993

Dijk tuin. Tussentijdse evaluatie 1993. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. Rapport DGW-93.049. Bureau Waardenburg B.V., Culemborg. Rapport nr. 93.29

Berchum, A.M. van, 1995

Dijk tuin. Tussentijdse evaluatie begroeiing 1994. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. Werkdocument RIKZ/AB-95.811X. Bureau Waardenburg B.V., Culemborg. Rapport nr. 95.15

Berchum, A.M. van, 1996

Dijk tuin. Tussentijdse evaluatie begroeiing 1995. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. Werkdocument RIKZ/AB-95.877X. Bureau Waardenburg B.V., Culemborg. Rapport nr. 96.10

Berchum, A.M. van, J. Coosen & A.J.M. Meijer, 1995a

Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Oosterschelde. Handreiking voor integraal beheer. Rapport RIKZ-95.006. Bureau Waardenburg B.V. Culemborg. Rapport nr. 94.50

Berchum, A.M. van, J. Coosen & A.J.M. Meijer, 1995b

Natuurvriendelijke waterkeringen langs de Westerschelde. Handreiking voor integraal beheer. Rijkswaterstaat, RIKZ. Rapport RIKZ-95.054. Bureau Waardenburg B.V. Culemborg. Rapport nr. 95.57

Berchum, A.M. van & A.J.M. Meijer, 1997

Hardsubstraat-levensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde. Toestand en trends. Rapport RIKZ-97.006

Hill, M.O., 1979

TWINS PAN. A Fortran program for arranging Multivariate data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, 90 pp.

Kruskal, W.H. & Wallis, W.A. 1952

Use of ranks in one-criterion variance analyses. J. Amer. Statist. Ass. 47: 583-621.

Meijer, A.J.M., 1989

Onderzoek hardsubstraat-levensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde: Ecologische waardering dijkvakken, kaarten met toelichting. Bureau Waardenburg B.V., Culemborg. Rapport 89.20

Meijer, A.J.M., 1995

Aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en nieuw aangelegde dijk glooiingen in de getijdzone van de Oosterschelde. Resultaten inventarisatie 1988 t/m 1994. Bureau Waardenburg bv Culemborg, in opdracht van RWS directie Zeeland. rapportnr. 95.41

Meijer, A.J.M., 1996

Biomonitoring van levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdzone van Oosterschelde en Westerschelde, resultaten 1995 en vergelijking met 1989-1994. Bureau Waardenburg rapport nr. 96.11

Meijer, A.J.M. & A.C. van Beek, 1988

De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdzone van de Oosterschelde, typologie, kartering, relaties met substraat, oppervlakteberekeningen, gevolgen van dijkaanpassingen. Bureau Waardenburg B.V., Culemborg. Rapport nr. 88.15

Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949

The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana

Systat, 1994

Systat 5.05 for windows. Copyright 1990-1994 by SPSS Inc.

Westenbrugge, C.J. van, J. Coosen & A.M. van Berchum, 1991

Beheersplan Dijkstuin. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg. Notitie GWWS-91.13119

Wilcoxon, F. 1945

Individual comparisons by ranking methods. Biometrics Bull. 1: 80-83.

## **Bijlagen**

## Bijlage 1a

## Soortenlijst: Wetenschappelijke en Nederlandse namen

<u>Nederlandse naam</u>	<u>Wetenschappelijke naam</u>	<u>Klasse</u>	<u>Nederlandse naam</u>
-	Acrochaetium/ Goniotrichum	Rhodophyta	roodwieren
Paardeanemoon	Actinia equina	Anthozoa	zeeanemonen/ koralen
Vlokkreeften	Amphipoda	Crustacea	kreeftachtigen
-	Antithamnion spec.	Rhodophyta	roodwieren
Knotswier	Ascophyllum nodosum	Phaeophyta	bruinwieren
Zeester	Asterias rubens	Stelleroidea	zeesterren/ slangsterren
darmwier, Klein	Blidingia minima	Chlorophyta	groenwieren
darmwieren	Blidingia spec.	Chlorophyta	groenwieren
Vederwier	Bryopsis spec.	Chlorophyta	groenwieren
mosdiertjes	Bryozoa	-	-
Boompjeswier	Callithamnion spec.	Rhodophyta	roodwieren
korstmossen	Caloplaca spec.	Lichenes	korstmossen
Strandkrab	Carcinus maenas	Crustacea	kreeftachtigen
-	Catenella caespitosa	Rhodophyta	roodwieren
hoortjeswier, Hollands	Ceramium deslongchampsii	Rhodophyta	roodwieren
hoortjeswier, Rood	Ceramium rubrum	Rhodophyta	roodwieren
zeepokken	Cirripedia	Crustacea	kreeftachtigen
Takwier	Cladophora spec.	Chlorophyta	groenwieren
Viltwier	Codium fragile	Chlorophyta	groenwieren
oester, Japanse	Crassostrea gigas	Bivalvia	tweekleppigen
Muiltje	Crepidula fornicata	Gastropoda	slakken
Golfbrekeranemoontje	Diadumene cincta	Anthozoa	zeeanemonen/ koralen
diatomeeën	Diatomea	Diatomeae	diatomeeën
Gaffelwier	Dictyota dichotoma	Phaeophyta	bruinwieren
Schroefwier	Dumontia contorta	Rhodophyta	roodwieren
Klein tandhoornkoraal	Dynamena pumila	Hydrozoa	hydroïedpoliepen
kwastwieren	Ectocarpa spec.	Phaeophyta	bruinwieren
dwerfwieren	Elachista spec.	Phaeophyta	bruinwieren
darmwieren	Enteromorpha spec.	Chlorophyta	groenwieren
Cyanobacteriën	Entophysalis deusta	Cyanophyta	cyanobacteriën
-	Erithrotrichia carnea	Rhodophyta	roodwieren
zeeëik, Gezaagde	Fucus serratus	Phaeophyta	bruinwieren
zeeëik, Kleine	Fucus spiralis	Phaeophyta	bruinwieren
Blaaswier	Fucus vesiculosus	Phaeophyta	bruinwieren
-	Gelidium pusillum	Rhodophyta	roodwieren
Kernwier	Gigartina stellata	Rhodophyta	roodwieren
Knoopwier	Gracilaria verrucosa	Rhodophyta	roodwieren
Broodspons	Halichondria panicea	Demospongiae	gewone sponzen
korstwier, Wijnrood	Hildenbrandia rubra	Rhodophyta	roodwieren
Brakwaterhoortje	Hydrobia ulvae	Gastropoda	slakken
hydroïedpoliepen	Hydrozoa spec.	-	-
alijkruiken	Littorinidae	Gastropoda	slakken
alijkruik, Stompe	L. littoralis	Gastropoda	slakken
alijkruik, Gewone	L. littorea	Gastropoda	slakken
alijkruik, Gele	L. mariae	Gastropoda	slakken
alijkruik, Scherpe	L. saxatilis	Gastropoda	slakken
Suikerwier	Laminaria saccharina	Phaeophyta	bruinwieren
Schelpkokerworm	Lanice conchilega	Polychaeta	borstelwormen
korstmossen	Lecanora spec.	Lichenes	korstmossen
buisjesspons, Witte	Leucosolenia variabilis	Calcarea	kalksponzen
Havenpissebed	Ligia oceanica	Crustacea	kreeftachtigen

-	Lipura maritima	Insecta	insecten
Mossel	Mytilus edulis	Bivalvia	tweekleppigen
Purperslak	Nucella lapillus	Gastropoda	slakken
Schaalhoren	Patella vulgata	Gastropoda	slakken
Groefwier	Pelvetia canaliculata	Phaeophyta	bruinwieren
-	Petalonia fascia	Phaeophyta	bruinwieren
Kalkkorstwier	Phymatolithon lenormandii	Rhodophyta	roodwieren
-	Pilayella littoralis	Phaeophyta	bruinwieren
keverslakken	Placophora	Placophora	keverslakken
borstelwormen	Polychaeta	Polychaeta	borstelwormen
buiswieren	Polysiphonia spec.	Rhodophyta	roodwieren
purperwieren	Porphyra spec.	Rhodophyta	roodwieren
croeswier, Groen	Prasiola stipitata	Chlorophyta	groenwieren
-	Pseudendoclonium submarinum	Chlorophyta	groenwieren
korstwier, Zwart	Ralfsia spec.	Phaeophyta	bruinwieren
pluchewier, Rood	Rhodochorton purpureum	Rhodophyta	roodwieren
Slibanemoon	Sagartia troglodytes	Anthozoa	zeeanemonen/ koralen
bessenwier, Japans	Sargassum muticum	Phaeophyta	bruinwieren
Zakspans	Scypha ciliata	Calcarea	kalksponzen
Sausijsjeswier	Scytosiphon lomentaria	Phaeophyta	bruinwieren
Knotszakpijp	Styela clava	Ascidacea	zakpijpen
-	Ulothrix/ Urospora	Chlorophyta	groenwieren
zeesla	Ulva spec.	Chlorophyta	groenwieren
korstmossen	Xantoria parietina	Lichenes	korstmossen

## Bijlage 1b

### Soortenlijst: Verklaring afgekorte namen

Actinaria	anemonen	Hydrozoa	hydroïedpoliepen
Amphi/Iso	vlokkreeften	Lanice	schelpkokerworm
Asco nodo	Knotswier	Lichenes	korstmossen
Aste rube	zeester, Gewone	Lipu mari	<i>Lipura maritima</i>
Blid/Ente	darmwieren	Litt alis	alikkruik, Stompe
Bryozoa	mosdiertjes	Litt orea	alikkruik, Gewone
Carc maen	Strandkrab	Litt saxa	alikkruik, Scherpe
Cera spec	hoortjeswieren	Myti edul	Mossel
Chon cris	lers mos	Patella	Schaalhoren
Cirripedi	zeepokken	Pila litt	<i>Pilayella littoralis</i>
Clad spec	takwieren	Placophor	keverslakken
Cras giga	oester, Japanse	Poly spec	buiswieren
Crep forn	Muiltje	Porp spec	purperwieren
Diatomeae	diatomeeën	Pras stip	Groen kroeswier
Dict dich	Gaffelwier	Pseu mari	<i>Pseudendoclonium submarinum</i>
Dumo cont	darmwier, Rood	Ralf spec	korstwier, Zwart
Dynamena	Klein tandhoornkoraal	Sarg muti	Japans besenwier
Ectocarpa	kwastwieren	Scyt lome	Sausijsjeswier
Elachista	dwerkwieren	Ulot/Uros	<i>Ulothrix/ Urospora</i>
Elec spec	mosdiertjes	Ulva spec	zeesla
Ente spec	darmwieren		
Ento deus	Cyanobacteriën		
Erit carn	<i>Erithrotrichia carnea</i>		
Fucu serr	zeeëik, Gezaagde		
Fucu spir	zeeëik, Kleine		
Fucu vesi	Blaaswier		
Giga stel	Kernwier		
Hild prot	korstwier, Wijnrood		

## Bijlage 2

## Relatieve abundanties in 1992-1996

(op basis van het aantal opnamen van 0,5 \* 0,5 m)

maand	april '92	juli '92	okt. '92	dec. '92	april '93	aug. '93	dec. '93	april '94	juli '94	okt. '94	april '95	juli '95	okt. '95	april '96	aug. '96	okt. '96	'92-'96	'92-'96
n opnamen	314	314	316	317	318	317	314	317	322	316	315	318	318	317	317	313	5063	5063
Actinaria	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	2%	2%	2%	9%	6%	1%	4%	4%	107	2%
Amphi/iso	0%	0%	0%	0%	14%	11%	3%	13%	25%	14%	10%	30%	15%	10%	23%	13%	575	11%
Asco nodo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	6	0%
Blid/Ente	45%	47%	34%	47%	31%	4%	12%	46%	52%	26%	24%	10%	10%	12%	9%	12%	1335	26%
Bryozoa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	7%	0%	0%	0%	39	1%
Carc maen	0%	0%	0%	0%	1%	7%	0%	1%	7%	2%	3%	14%	8%	0%	11%	0%	175	3%
Cera spec	0%	0%	0%	1%	1%	2%	0%	2%	0%	0%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	50	1%
Chon cris	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	10%	14%	14%	15%	21%	25%	331	7%
Cirripedi	0%	27%	38%	48%	42%	47%	45%	47%	44%	45%	39%	49%	51%	51%	50%	50%	2137	42%
Clad spec	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2	0%
Cras giga	0%	0%	0%	1%	0%	24%	27%	25%	25%	33%	27%	34%	36%	33%	33%	36%	1057	21%
Crep forn	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6	0%
Diatomeae	10%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	39	1%
Dumo cont	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	6	0%
Ectocarpa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	31%	0%	14%	3%	0%	4%	2%	0%	199	4%
Elachista	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	32%	2%	0%	34%	6%	233	5%
Elec spec	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3	0%
Ente spec	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	26%	28%	14%	36%	27%	15%	461	9%
Ento deus	0%	0%	15%	17%	9%	0%	8%	11%	3%	5%	8%	3%	8%	10%	5%	13%	355	7%
Erit carn	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	0%
Fucu serr	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	3%	27	1%
Fucu spir	0%	0%	0%	0%	0%	9%	9%	7%	13%	8%	13%	19%	15%	13%	16%	12%	423	8%
Fucu vesi	0%	26%	46%	47%	47%	41%	41%	47%	43%	44%	41%	42%	42%	41%	42%	43%	2003	40%
Giga stel	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	3	0%
Hild prot	0%	0%	1%	5%	7%	5%	3%	3%	1%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	85	2%
Hydrozoa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	1%	6%	3%	0%	7%	3%	79	2%
Lanice	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	3%	2%	3%	5%	0%	1%	1%	51	1%
Lichenes	0%	4%	1%	5%	4%	6%	6%	12%	12%	11%	19%	16%	30%	31%	29%	33%	695	14%
Lipu mari	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	2%	14%	19%	0%	10%	9%	194	4%
Litt alis	0%	0%	0%	1%	3%	15%	8%	21%	20%	21%	23%	27%	26%	21%	32%	36%	805	16%
Litt orea	1%	7%	1%	12%	17%	23%	15%	38%	32%	29%	32%	33%	41%	26%	32%	28%	1166	23%
Litt saxa	0%	0%	4%	2%	2%	1%	0%	3%	1%	2%	2%	0%	6%	0%	3%	1%	84	2%
Myti edul	0%	0%	0%	2%	2%	11%	11%	18%	11%	21%	19%	23%	26%	21%	21%	25%	673	13%
Patella	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	9	0%
Pila litt	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	35%	0%	0%	120	2%
Placophor	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	9	0%
Poly spec	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	14	0%
Porp spec	22%	45%	27%	18%	9%	10%	10%	22%	35%	12%	23%	15%	9%	15%	4%	3%	887	18%
Pras stip	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	0%	0%	9%	1%	3%	52	1%
Pseu mari	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	8%	3%	4%	5%	17%	12%	2%	2%	7%	234	5%
Ralf spec	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	3%	3%	4%	3%	9%	11%	120	2%
Sarg muti	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	0%
Scyt lome	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	24	0%
Ulci/Uros	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	3%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	47	1%
Ulva spec	2%	6%	16%	17%	9%	3%	1%	19%	13%	25%	19%	23%	14%	10%	22%	27%	714	14%
aantal taxa	6	7	12	14	19	21	20	25	26	25	32	34	34	31	33	30	45	45

**Bijlage 3****Abondanties op de kreukelberm**

(weergegeven is het aantal opnamen van 0,5 \* 0,5 m)

maand	april	aug.	okt.	1995	1995
n opnamen	19	17	17	53	proc.
Actinaria	0	4	0	4	8%
Aste rube	0	0	1	1	2%
Carc maen	1	3	3	7	13%
Cera spec	10	6	3	19	36%
Chon cris	11	12	15	38	72%
Cirripedi	13	17	14	44	83%
Cras giga	16	17	17	50	94%
Crep forn	4	1	0	5	9%
Dict dich	0	3	0	3	6%
Dumo cont	6	0	0	6	11%
Elachista	0	11	0	11	21%
Ente spec	0	4	1	5	9%
Fucu serr	0	0	5	5	9%
Fucu vesl	19	16	17	52	98%
Lanloe	9	6	6	21	40%
Lipu mari	0	0	1	1	2%
Litt alis	8	4	10	22	42%
Litt orea	18	17	14	49	92%
Myti edul	12	14	8	34	64%
Patella	0	1	1	2	4%
Pila litt	0	1	3	4	8%
Placophor	2	0	1	3	6%
Poly spec	0	1	2	3	6%
Porp spec	0	9	2	11	21%
Ralf spec	1	0	1	2	4%
Sarg mutl	0	1	0	1	2%
Ulva spec	1	14	16	31	58%
aantal taxa	15	21	21	27	

maand	april	aug.	okt.	1996	1996
n opn.	18	17	13	16	proc.
Actinaria	0	3	2	2	10%
Amphi/iso	0	3	1	1	8%
Bryozoa	3	0	0	1	6%
Carc maen	0	1	0	0	2%
Cera spec	1	2	0	1	6%
Chon cris	1	16	12	10	60%
Cirripedi	3	17	13	11	69%
Cras giga	3	17	13	11	69%
Diatomeae	1	0	0	0	2%
Dict dich	0	5	0	2	10%
Ectocarpa	1	2	0	1	6%
Elachista	0	14	0	5	29%
Fucu serr	0	9	8	6	35%
Fucu vesl	2	17	13	11	67%
Giga stel	0	0	1	0	2%
Hydrozoa	0	0	1	0	2%
Lanice	0	4	0	1	8%
Lipu mari	0	0	1	0	2%
Litt alis	0	9	11	7	42%
Litt orea	1	14	9	8	50%
Myti edul	0	10	12	7	46%
Patella	0	2	1	1	6%
Pila litt	9	0	0	3	19%
Poly spec	1	0	0	0	2%
Porp spec	3	0	0	1	6%
Ralf spec	0	1	3	1	8%
Sarg mutl	0	1	0	0	2%
Ulva spec	1	13	7	7	44%
aantal taxa	13	20	16	28	





## Bijlage 5

## Levensgemeenschappen per proefvak per maand (1996)

(weergegeven is het aantal opnamen van 0,5 \* 0,5 m)

Proefvak/ Levensgemeenschap	april 1996										totaal	augustus 1996										totaal	oktober 1996										totaal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 Korstmossen	10	15	10	7	10	10	10	8	8	6	94	10	15	10	8	7	12	11	9	7	5	94	10	14	11	8	10	12	11	9	9	4	98
2 Cyanobacteriën	1	1	3	5		5		6	5	1	27						3		3	4	3	13		3	3	5		3		5	5	2	26
3 Groefwier											0											0											0
4 Klein darmwier	4		3	2	7	1	2	1	2	2	24	1		3	2	3	1	2	1	2	2	17		3	2	4	1	1	2	1	1	15	
5 Zeepokken/ Alikruiken	2		1	1			1				5											0						3					3
6 Darmwieren					1	3	2	3	1		10							1				1							2				2
7 Kleine zeeëik	4	5	1	3	2	2	2	2	2	3	26	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	27	4	1	1	2	3	2	2	2	2	3	22
8 Blaaswier	9	11	14	12	12	11	11	11	13	12	116	11	13	13	13	12	14	13	13	13	11	126	11	13	13	12	12	14	13	12	14	13	127
9 Gezaagde zeeëik											0											0											0
10 Knotswier											0											0											0
11 Zeepokken/ Alikruiken/ Japanse oester/ Mossel											0											0											0
12 Japanse oester											0											0											0
13 Mossel											0											0											0
<b>Totaal begroeid</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>302</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>278</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>293</b>

## Colofon

---

### **Auteurs**

A.M. van Berchum  
B.J. Kater

### **Veldonderzoek**

A.M. van Berchum  
A.J.M. Meijer (dec. 1992)

### **Projectgegevens**

opdrachtgever: C. Storm (directie Zeeland)  
Klantenplan nr. OS 3.3.3  
projectnaam: OEVERS (RIKZ)  
projectleiding RIKZ: J. Coosen (tot december 1996); heden: B. de Winder

### **Illustraties**

miniposter, fotopagina en omslag:  
J.A. van den Broeke (RIKZ, Visuele Vormgeving)

### **Druk**

Meetkundige Dienst, Delft

### **Informatie**

Rijksinstituut voor Kust en Zee  
Postbus 8039  
4330 EA MIDDELBURG  
Telefoon: 0118-672 200

Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RIKZ  
Bezoekadres:  
Grenadierweg 31 te Middelburg



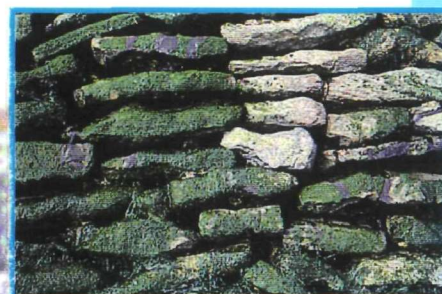
# Natuurexperiment Dijktuin

## Zonering en Successie

Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
 Directoraat - Generaal Rijkswaterstaat  
 Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ



In de spatwaterzone kleuren korstmossen de stenen geel.



De stenen raken al snel begroeid.



Bij de hoogwaterlijn is de zone van darmwieren strak begrensd.



Blaaswieren worden twee maal daags overspoeld door zeewater.



Bij de laagwaterlijn vallen sponzen slechts kort droog.



Er wordt enige zonering zichtbaar waarin blaaswieren de hoofdrol spelen.



Blaaswieren geven bij hoogwater beschutting aan de onderbegroeiing.

