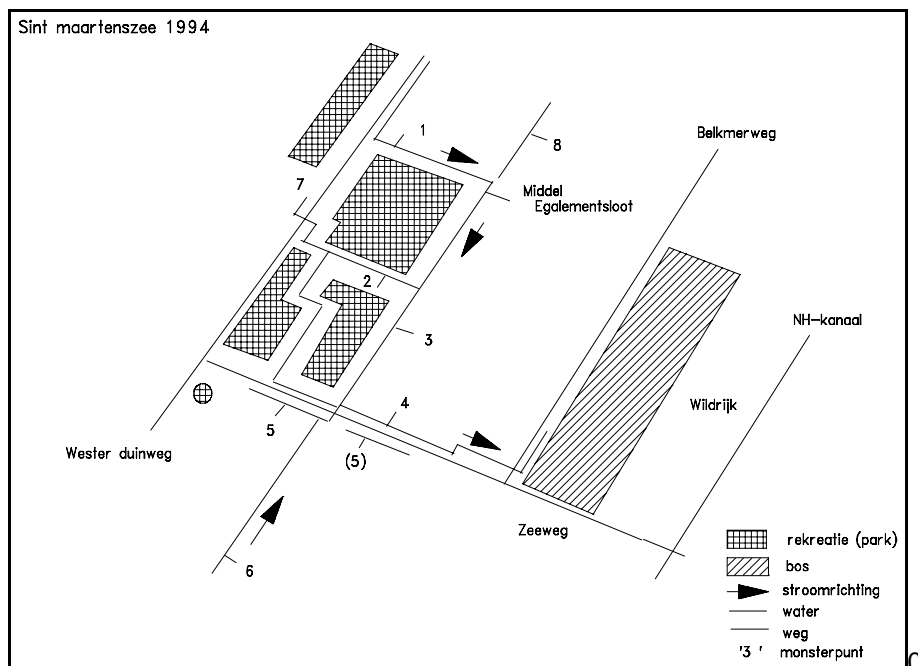


Herinrichting van de duinrellen bij Sint Maartenszee.

1994

Beschrijving en beoordeling twee jaar na de uitgangssituatie



Eindrapport
concept nr. 2
datum 16-10-1995
M.Kleiman
afdeling Watersystemen

Voorwoord.

Dit eindrapport beschrijft de resultaten van de herinrichting van een duinrellensysteem bij St. Maartenzee. Twee jaar na herindelung is opnieuw onderzoek gedaan naar de fysisch/chemische samenstelling van het water, de waterplanten en de makrofauna. Het onderzoek is in 1994 uitgebreid met de kiezelwieren.

Inhoudsopgave.

	pagina	
Samenvatting	4	
1 Inleiding	5	
2 Doel van het duinrellenproject	5	
3 Een kenschets van het duinrelstelsel	5	5
3.1 Gebiedsbeschrijving	5	
3.2 Hydrologie	6	
3.3 Fysische en chemische eigenschappen	6	
3.4 Gebruikte bestrijdingsmiddelen	7	
3.5 Samenstelling van de watervegetatie	8	
3.6 Samenstelling van de makrofauna	9	
3.7 Samenstelling van de kiezelwieren	9	
4 Beoordeling van de situatie in 1994	10	
4.1 Beoordeling van de watersamenstelling	11	
4.2 Biologische beoordeling	13	
4.2.1 De watervegetatie	13	
4.2.2 De makrofauna	13	
4.2.3 Ecologische indicaties voor de kiezelwieren	14	14
4.3 De aanwezigheid van kensoorten in 1994	14	
4.3.1 kensoorten voor de watervegetatie	14	
4.3.2 Kensoorten voor de makrofauna	15	
4.3.3 Kensoorten voor de kiezelwieren	15	
5 Discussie	15	
5.1 Vaststelling van de streefwaarden en een streefbeeld	16	
5.1.1 Streefwaarden gebaseerd op de beoordelingsmethoden	17	
5.1.2 De Amoebe voor de duinrellen in kalkarme milieu's	17	
6 Conclusie	18	
7 Aanbevelingen	19	
8 Literatuur	19	
Bijlagen		
1 Monsterpuntbeschrijvingen		
2 Chemie		
3 Plantesoorten		
4 Kiezelwieren		
5 Klasse-indeling		

Samenvatting

Om het duirellensysteem bij St.Maartenszee te herstellen is in 1991 de uitgangssituatie vastgelegd aan de hand van de fysische/chemische parameters, water- en oeverplanten en makrofauna.

Uit dit onderzoek kwam naar voren dat de duinrellen sterk verstoord zijn. Het minst verstoorde deel is de bovenloop. Hier wordt de beste waterkwaliteit aangetroffen en komen vrij veel kensoorten voor. Verder naar de benedenloop wordt de waterkwaliteit slechter en komen minder kensoorten voor. Als oorzaken voor de verstoring wordt aangegeven het gebruik van het omringende land en de inlaat van boezemwater.

In 1992 zijn enkele relen heringericht dit geldt met name voor de noordelijke duinrellen. Duinrel nr.1 (zie 3.1) is uitgegraven en plaatselijk breder en/of dieper gemaakt. Tevens is de aanvoer van (boezem) water uit het noorden afgedamd.

In 1994 zijn opnieuw de relen voor genoemde parameters onderzocht, echter met uitzondering van de oeverplanten en met aanvulling van de kiezelwieren. Tevens is een extra duinrel nr.7 onderzocht.

In 1994 kwam ook naar voren dat de waterkwaliteit aan het begin van het duirelsysteem beter is. De soortensamenstelling is voor de makrofauna iets verbeterd en voor de planten vrijwel gelijk gebleven.

De chemische kwaliteit is iets verbeterd, echter met uitzondering van de parameter calcium. We kunnen vaststellen dat het afsluiten van de aanvoer van polderwater via de Egalementsloot een positief effect op het water heeft.

1 Inleiding.

De nota Integraal Waterbeheer Duinrelstelsels beschrijft de noodzaak en de mogelijkheid om tot behoud, herstel en ontwikkeling van duinrelstelsels te komen. De duinrellen bij St. Maartenszee komen in aanmerking voor herstel.

In 1991/1992 is de uitgangssituatie van de duinrellen vastgelegd aan de hand van:

- fysische en chemische parameters
- water- en oeverplanten
- makrofauna

In 1994 is, na de herinrichting in 1992, de situatie opnieuw voor genoemde parameters bekeken. Met toevoeging van de parameter kiezelwieren (diatomeeën).

Dit rapport beschrijft de resultaten van laatst genoemd onderzoek.

In 1989 is door Bakker en Ten Haaf een ecologisch inrichtings- en beheersplan voor het duirellensysteem bij St. Maartenszee opgesteld. Het plan heeft als doel de aanvoer van schoon water uit de duinen naar het natuurgebied Wildrijk en het herstel van het duinrellensysteem zelf.

Het plan voor de technische aspecten ten behoeve van de hydrologische inrichting wordt door de Hogeschool Alkmaar verzorgd.

2 Doel van het duinrellenproject

Doel: Algemeen

Toename van de ecologische, recreatieve en educatieve functies van de terreinen binnen het duirellenproject (Ten Haaf & Bakker, 1989).

Verbetering van de waterkwaliteit door een waterhuishoudkundige isolatie (verandering van de hydrologische inrichting).

Doel: Onderzoek

Vastleggen van de 'verbetering' van de waterkwaliteit sinds 1991.

Probleemstelling: uitgangssituatie 1991.

Uit de watersamenstelling, de samenstelling van de vegetatie, de makrofauna en de beoordelingsparameters blijkt dat de duinrellen te Sint Maartenszee sterk gestoord zijn (uitgangssituatie 1991). Het minst verstoorde deel is de bovenloop. Hier wordt de beste waterkwaliteit aangetroffen en komen vrij veel kensoorten voor. Verder naar de benedenloop wordt de waterkwaliteit slechter en komen minder kensoorten voor (AquaSense, 1992).

De oorzaken van verstoring zijn:

- het gebruik van omringende land (inspoeling voedingsstoffen en calcium)
- inlaat van boezemwater (verhoging chloride-, calciumgehalte, pH en EGV).

3 Een kenschets van het duinrelstelsel.

3.1 Gebiedsbeschrijving

Het onderzoek heeft plaats gevonden in de polder langs de binnenduintrand nabij het plaatsje St.Maartenszee. Het duinrellensysteem ligt in de gemeente Zijpe ten noorden en ten zuiden van de Zeeweg bij St.Maartenszee. De duinrellen stromen af, langs recreatieterreinen en bollenpercelen, richting het bos 'het Wildrijk' en het NH-kanaal. Duinrellen zijn ondiepe gegraven watergangen die het overtollige water afvoeren. Dit water is afkomstig uit de duinen, die het opgevangen regenwater op een natuurlijke wijze

filteren. Het gefiltreerde water komt aan de voet van de binnenduinrand weer omhoog waarna het afstroomt naar de lager gelegen polders. Van dit kwelwater wordt gebruik gemaakt om het natuurgebied het Wildrijk, een bos dat in het bezit is van het Noordhollands Landschap, van zoet water te voorzien.

[figuur 1]

(5) monsterpunt 5 is voor de planten, wegens droogvallen van de rel, verschoven (1991/1994).
Monsterpuntbeschrijvingen duinrellensysteem Sint Maartenszee zie bijlage 1.

3.2 Hydrologie

De verwachting voor het afvoerpatroon is gebaseerd op verschillende berekeningen. De rellen en beken aan de noordkant van St.Maartenszee zullen, bij de huidige lengte van de verzamelsloot langs de Westerduinweg van ca. 1000 meter, een gemiddelde winterafvoer van enige honderde tot kleine duizend m³/dag kennen (Ten Haaf en Bakker, 1989). Tijdens natte perioden zal deze afvoer aanzienlijk groter zijn. In het zomerhalfjaar zal de afvoer teruglopen tot enige honderden m³/dag. De waterafvoer zal voor de rellen aan de zuidkant van St.Maartenszee vergelijkbaar zijn. De rel langs de Zeeweg, ter hoogte van bouwbedrijf Ot, kan zomers droog vallen.

3.3 Fysische en chemische eigenschappen.

Het duinrellensysteem voert helder water aan. Het doorzicht is, het hele jaar, tot op de bodem. De temperatuur van het water varieert tussen de 10 en de 23 °C. De stroomsnelheid is niet gemeten. In de loop van het seizoen neemt de bedekking met kroos plaatselijk toe tot 100%. Dit geldt met name voor de locaties 2 en 7. Het zuurstofgehalte is dikwijls laag. Dit geldt vooral voor locatie 6. Het calciumgehalte duidt op een kalkrijk milieu en het magnesium-, kalium- en natriumgehalte zijn vooral op locatie 6 erg hoog. Ook het EGV is op dit punt hoger ten opzichte van de andere locaties. Het chloridegehalte is echter, met uitzondering van de locaties 2 en 7, voor het systeem te hoog. Het nitriet- en nitraatgehalte is gemiddeld laag (respectievelijk <0.01 en <0.1 mg/l). Het ammoniumgehalte is veelal lager dan 0.1 mg/l, maar er worden ook hogere waarden tot 2 mg/l gemeten. Het ortho- en totaalfosfaatgehalte is gedurende het seizoen vrij hoog (er is zelfs, op locatie 6, een waarde van 9.2 mg/l voor ortho-fosfaat gemeten). Locatie 7 is echter een uitzondering. Het fosfaatgehalte ligt hier veel lager, met uitzondering van de maand september. Voor locatie 1 zijn geen chemische gegevens verzameld.

3.4 Gebruikte bestrijdingsmiddelen

In opdracht van Uitwaterende Sluizen heeft de Inspectie van de volksgezondheid onderzoek naar bestrijdingsmiddelen in het duinrellensysteem uitgevoerd. Maandelijks is het water voor 5 locaties, over de periode maart 1992 t/m maart 1994 (met uitzondering van december 1992), op 18 bestrijdingsmiddelen getoetst. Van de 5 locaties liggen er sinds 1992 twee locaties buiten het systeem (locaties 5 en 8 zijn beide door een dam geïsoleerd). De locaties 1, 2 en 7 zijn niet op de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen getoetst. Er werden vijf typen bestrijdingsmiddelen gevonden, met name twee organofosforbestrijdingsmiddelen (Tolclofos-, Pirimifos-methyl), ethyleenthioerum (ETU) en drie N-Methylcarbamaten (Ald.-sulfoxide, Ald.-sulfon, aldicarb). Organochloorbestrijdingsmiddelen in het gebied niet gebruikt.

In april 1992 werd Tolclofos op locaties 3 (Egalementsloot thv recreatiepark Wildrijk) en 4 (Zeeweg tpv de dam) in het water geconstateerd. In het najaar werden de organofosforbestrijdingsmiddelen ten plaatse van locatie 6 (Egalementsloot, Belkmerweg)

gebruikt. In december 1993 werd éénmaal, op locatie 4, Tolclofos gemeten.

Ethyleenthioureum (ETU) werd voornamelijk in het najaar 1992 in het water gevonden. In oktober 1992 werd op alle onderzochte locaties ETU gevonden. Op locatie 6 (Belkmerweg) werd ETU, vanaf augustus 1992 t/m 1994, vrijwel maandelijks teruggevonden.

De N-Methylcarbamaten werden vanaf de maand mei t/m november 1992 gevonden. Augustus is voor alle punten een top maand; vooral de Egalementsloot thv recreatiepark Wildrijk (locatie 3) scoort dan het hoogst voor de stoffen Ald.-sulfoxide en Ald.-sulfon. In 1993 werd er, op locatie 6 (Belkmerweg), vanaf augustus t/m december maandelijks van het middel Ald.-sulfon gebruik gemaakt. Verder werd er op dat punt twee keer Aldicarb gebruikt.

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen is sinds 1993 gedaald (figuur 2).

[figuur 2]

3.5 Samenstelling van de watervegetaties.

De vegetatie is sinds 1991 vrijwel niet veranderd (soortenlijst bijlage 3). Het aantal soorten is op bijna alle monsterpunten gelijk gebleven. Op enkele monsterpunten zijn plaatsen door andere soorten ingenomen, maar het totaal aantal is vrijwel gelijk gebleven. Alleen punten 3 en 5 laten respectievelijk een afname van 10 en 7 soorten zien. De afname bij punt 5 kan verklaard worden door een verandering in de watertoevoer. Deze rel staat sinds 1992 niet meer in verbinding met het duinrelstelsel (dit punt was tgv droogvallen verlegd).

De soorten in het gebied zijn kenmerkend voor een matig tot zeer voedselrijk milieu. Het veel voorkomende draadwier is hier bijvoorbeeld een indicator voor (figuur 3).

Het verschil in de vegetatie, tussen beide jaren, kan verklaard worden door een verschil in de bemonsteringsdatum. In 1991 werd in augustus bemonsterd en in 1994 in de maand juni.

[figuur 3]

In tegenstelling tot 1991 spelen de kroossoorten, tijdens de vegetatieopnamen, geen dominerende rol meer. De bedekking met kroossoorten varieert van 3 tot 20 procent. Monsterpunt 5 is echter een uitzondering met een kroospercentage van 50 procent. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk een afname van waterverversing tgv afdamming. Gedurende het jaar nam de dominantie van de kroossoorten wel toe. Op de locaties 2 en 7 werd, in de maanden juli en augustus, een bedekking van 100% bereikt.

In 1994 is, op advies van AquaSense, een extra monsterpunt 7 (US 204010) bemonsterd. Dit punt wordt gekenmerkt door de soorten *Drijvend fonteinkruid*, *Waternavel* en het kranswier *Chara vulgaris*. *Drijvend fonteinkruid* komt voor in matig tot voedselrijk water met zoete kwel. *Waternavel* en *Chara vulgaris* zijn karakteristiek voor een voedselarm milieu, dit is in tegenstelling tot de rest van de aanwezige soorten. Deze soorten verkiezen een zuurstofrijk, voedselarm tot matig voedselrijk water met geringe organische belasting.

3.6 Samenstelling van de makrofauna.

De bodemfauna wordt gekenmerkt door hoge aantallen borstelwormen met als dominante soort *Limnodrilus Hoffmeisteri*, muggelarven met vooral de soort *Tanytus kraazi* en de zoetwaterpissebed *Asellus aquaticus*. In tegenstelling tot 1991 komen er vrijwel geen

slakken in de bodem voor.

Dit geldt zeker niet voor de makrofauna uit de vegetatie. Er werden 15 slakkensoorten gevonden, waarvan de soorten *Bithynia tentaculata* en *Valvata piscinalis* in hogere aantallen voorkwamen. De vegetatie wordt ook gekenmerkt door veel Borstelwormen, het betreft hier vooral de vrij zwemmende soort *Stylaria lacustris*. De zoetwaterpissebed *Asellus aquaticus* behaald als soort, in het onderzochte gebied, de hoogste dichtheid.

3.7 Samenstelling van de kiezelwieren.

De meeste aangetroffen soorten komen algemeen voor in de nederlandse zoet, brakke en voedselrijke wateren. In 1994 zijn er 94 soorten gevonden waarvan 64 binnen de telling van 200 schaaldeeltjes. De meest voorkomende soort is *Fragilaria capucina* met een gemiddelde procentuele hoeveelheid van 20% en wordt voornamelijk gevonden op de punten 3, 4 en 6. Op punt 1 is *Navicula gregaria* dominant met 31%. *Achnanthes minutissima* overheerst op punt 7 met 47%. Van de 30 overgebleven soorten zijn er 7 in Noord-Holland nog niet veel gevonden: *Caloneis silicula*, *Cymbella amphicephala*, *Cymbella cymbiformis*, *Epithemia adnata*, *Navicula clementis*, *Pinnularia brevicostata* en *Stauroneis phoenicentron* (alleen gevonden op punten 6 en 7).

Vaak gaat het om één tot enkele exemplaren per monster.

Cymbella subaequalis is nog niet eerder gevonden door Uitwaterende Sluizen. Het kiezelwiertje verkiest zeer zuurstofrijk, licht voedselrijk en - verontreinigd water.

Het aantal gevonden soorten binnen de telling van 200 kiezelwieren is gemiddeld 26 (figuur 4) en het aantal individuen varieerd van 570 tot 25.000 per mm² (figuur 5). De volledige tellingen staan vermeld in bijlage 2.

[figuur 4, 5]

Punt 1 is het soortenrijkst en het individuumarmst, gevolgd door punt 2. Het verschil tussen 3, 4, 6 en 7 is vrij gering.

Gemiddeld zijn er 25 soorten gevonden die 94% van het aantal getelde exemplaren uitmaken. Het soortenrijkst is het genus *Navicula* met 23 soorten, gevolgd door *Nitzschia* met 18 soorten.

4 Beoordeling van de situatie in 1994

4.1 Beoordeling van de watersamenstelling.

De fysisch/chemische watersamenstelling van het duinrelstelsel is vergeleken met de waarden van de ecologische normdoelstelling voor duinrellen, in een kalkarm en kalkrijk milieu (Provincie Noord-Holland, 1991).

In vergelijking met de normen voor kalkarme duinrellen voldoen zuurgraad, geleidbaarheid (EGV), calcium en chloride niet aan de ecologische normdoelstelling. Van nitraat, ammonium en orthofosfaat voldoen respectievelijk 8, 11 en 42% van de metingen niet aan de norm. In vergelijking met de normen voor kalkrijke duinrellen voldoet alleen de EGV nooit aan de norm.

Opvallend is het lage aantal normoverschrijdingen van nitraat en ammonium. Het water lijkt eerder een kalkrijk dan kalkarm karakter te bezitten. In figuur 6 is het percentage normoverschrijdingen, voor een kalkarm en -rijk milieu, aangegeven.

[figuur 6]

Opmerking: Monsterpunt 1 (US275401) is in 1994 niet chemisch bemonsterd. Daarentegen is wel een nieuw punt 7 (US204010) bemonsterd.

Het hydrochemisch karakter van het water wordt met behulp van het elektrisch geleidingsvermogen en de ionenratio bepaald (methode volgens Van Wirdum, 1991). Het water van het duirel systeem behoort tot het regenwater/ zeewatertype (figuur 7). Sinds 1991 heeft een verschuiving richting regenwatertype plaatsgevonden (AquaSense, 1992).

[figuur 7]

Locatie 7 (oorsprong duinrel) neigt het meest naar het regenwatertype en punt 6 (polder) naar het zeewatertype. De punten 2, 3 en 4 bevinden zich in de overgangsfase tussen duin en polder.

In het onderzochte gebied werd vrijwel geen gebruik gemaakt van organofosforbestrijdingsmiddelen. Eenmaal werd in november 1992 een te hoog gehalte aan Tolclofos de Egalementsloot t.p.v. de Belkmerweg aangetroffen.

De aanwezigheid van de N-Methylcarbamaten Aldicarb, Ald.-sulfoxide en Ald.-sulfon werd, vanaf maand mei 1992, op alle punten geconstateerd; dikwijls werd de indicatieve MTR (Maximaal Toelaatbare Risico-niveau) overschreden. In 1993 werd, in de omgeving van de Belkmerweg, vanaf augustus t/m december maandelijks het middel Ald.-sulfon gebruikt; twee keer werd de indicatieve MTR overschreden. Bij de andere locaties werden in 1993 de N-Methylcarbamaten niet meer aangetroffen.

Het gebruik van ETU lag voordurend ver beneden de 'norm' en organochloorbestrijdingsmiddelen kwamen niet voor.

Tabel 1 Percentage metingen met de waarden boven de detectiegrens, het percentage metingen van de waarden boven de detectiegrens die de indicatieve MTR (Maximaal Toelaatbare Risico-niveau) voor het ecosysteem overschrijden, de indicatieve MTR en de maximaal gemeten concentraties (periode maart 1992 t/m maart 1994).

	% van het totaal aantal metingen	% metingen boven de indicatieve MTR	indicatieve MTR ($\mu\text{g/l}$)	Maximaal gemeten concentratie ($\mu\text{g/l}$)	Overschrijdingsfactor
Aldicarb	12	100	0.051	0.29	6
Aldicarb-sulfon	17	25	0.25	2.24	9
Aldicarb-sulfoxide	17	100	0.043	1.34	31
Tolclofos	5	17	0.8	1.57	2
ETU	19	0	264	1.34	0.005
Pirimifos	<1	0	?	0.06	?

Opmerking: Het overschrijdingspercentage boven de grenswaarde kan niet berekend worden omdat er voor de stoffen geen grenswaarde in de Derde Nota Waterhuishouding wordt gegeven. Aldicarb is echter een uitzondering; met een grenswaarde van 0.5 $\mu\text{g/l}$ is het percentage metingen boven deze waarde 0%.

4.2 Biologische beoordeling.

4.2.1 De watervegetatie

De watervegetaties indiceren stikstofrijke standplaatsen en bestaan uit algemene soorten. De kwaliteitsindices zijn in 1991 en 1994 praktisch gelijk gebleven en daarmee blijft de kwalitatieve waardering vrij laag. In tabel 2 zijn de gemiddelde waarden van de plantescores van één opname opgenomen.

Tabel 2 Beoordeling van de watervegetatie via het aantal soorten (Ns), Ellenberg-waarde (N-Ell.), zeldzaamheidscode volgens de provincie NH (UFK) en kwaliteitsindex (KW).

monsterpunt	Ns		N-Ell.		UFK		KW	
	1991	1994	1991	1994	1991	1994	1991	1994
1	11.6	17	6	6.3	7.5	7.3	3.4	3.1
2	7.8	11	6.8	5.9	8.3	7.6	2.9	2.9
3	11.6	9	7	6.3	7.9	6.9	2.9	2.9
4	8.6	16	6.6	7.1	7.5	7.1	3.2	3.3
5	11	8	7.2	7	7.3	6.9	3	3
6	11.6	17	7.1	7	7.9	7.4	3.1	3.1
7		17		5.3		7		3.6

Zie voor de beoordeling (AquaSense, 1992)

4.2.2 De makrofauna

De beoordeling op basis van de makrofauna geeft aan dat het duinrelstelsel matig tot ernstig verontreinigd is. Dit beeld is vergelijkbaar met de gegevens uit 1991. De kwaliteitsklasse voor minderstromende beken varieërd van matig tot slecht. Dikwijls is de kwaliteit in het voorjaar beter dan het najaar.

De kwaliteit is sinds 1991 niet verbeterd.

Het soortenaantal in het najaar is voor de bodem sinds 1991 afgenomen maar daarentegen is het soortenaantal in de vegetatie voornamelijk toegenomen.

Tabel 3 Beoordeling van de makrofauna is uitgevoerd voor het voorjaar en het najaar op basis van indicatorsoorten.

monsterpunt		Makrofauna bodem								Makrofauna vegetatie				
		Ns		K12345			STORA			NS		K12345		
		'91	'94	'91	*	'94	'91	'94	'91	'94	'91	*	'94	
1	voorjaar	19	15	204	217	211	B3	B2	25	35	317	286	250	
	na-jaar	17	9	284	317	220	B2	B1	25	34	307	322	285	
2	voorjaar	18	11	283	286	257	B1	B1	34	36	307	327	300	
	na-jaar	15	9	302	300	320	B1	B1	14	21	349	314	325	
3	voor-	17	18	242	260	238	B3	1B	27	35	292	278	300	

	jaar												
	najaar	22	5	400	250	250	B2	1B	22	20	308	313	350
4	voorjaar	16	17	260	246	222	B2	2B	45	35	291	267	325
	najaar	16	10	252	222	280	B4	2B	19	28	285	275	320
5	voorjaar	26	15	245	267	240	B3	3B	35	34	311	310	273
	najaar	19	4	239	244	350	B1	1B	14	22	349	333	320
6	voorjaar	19	11	204	210	233	B4	3B	39	26	267	243	240
	najaar	8	9	273	250	233	B1	1B	21	22	295	267	243
7	voorjaar		20			254		2B		33			275
	najaar		10			300		1B		19			300

* 1991 opnieuw berekend.

Zie voor de beoordeling (AquaSense, 1992)

4.2.3 Ecologische indicaties voor de kiezelwieren

Op alle punten komen bijna alleen circumneutrale soorten voor variërend tussen R=3 en 3,8 (tabel 4). De plaatselijk gemeten pH stemt hier niet mee overeen. Het gemiddelde halobie indicatie getal komt op alle punten goed overeen met de gevonden chloride gehalten. De organisch gebonden stikstof is op punt 2 hoger dan op de overige punten. Dit weerspiegelt zich in soorten die verhoogde organisch gebonden stikstof tolereren. Deze stikstof komt in het oppervlaktewater voor in levende en afgestorven organismen en komt vrij bij het vergaan van plantenresten dat vooral in het najaar toeneemt. De saprobie verschilt niet zoveel op de punten 2, 3, 4 en 6. Punt 7 met een indicatiewaarde van S=2 vormt hierop een uitzondering en duidt op een geringe, organische belasting. De trofie duidt op alle punten op voedselrijke omstandigheden. Dit komt overeen met het gemeten totaal-fosfor gehalte, met uitzondering van punt 7. Punt 1 is hier buiten beschouwing gelaten daar er geen chemische waarden bekend zijn.

Tabel 4 De gewogen gemiddelde indicatiegetallen.

punt	R	H	N	O	S	T
1	3,8	2,4	1,9	2,6	2,6	4,7
2	3,8	2,1	2,1	2,6	3	5
3	3,7	2,1	1,6	1,8	2,5	4,4
4	3,7	2,1	1,5	2	2,5	4,3
6	3,3	2,1	1,3	1,8	2,7	4
7	3	1,9	1,7	1,3	2	5,1

Klasse-indeling van de ecologisch indicator waarden, van Dam et al, 1994 Bijlage 5

Legenda

R = zuurgraad O = zuurstof behoefte
H = zoutgehalte S = saprobie
N = stikstof opname T = trofie

Belangrijk voor de kiezelwieren zijn de trofie en de saprobie. Trofie wordt gekarakteriseerd door fosfor en saprobie. De saprobie door zuurstof, biologisch zuurstof verbruik en ammonium-stikstof.

4.3 De aanwezigheid van kensoorten in 1994.

4.3.1 Kensoorten voor de watervegetatie.

De kenmerkende waterplanten in duinrellen (AquaSense, 1992) zijn:

Klimopwaterranonkel

Gewoon sterrekroos

Mannagras

Watergras

Geplooid Vlotgras

Slanke waterkers

Van de vijf kensoorten worden slechts drie soorten in het duinrelstelsel aangetroffen:

Sterrekroos, *Mannagras* en *Slanke waterkers*.

Sterrekroos wordt op alle punten aangetroffen behalve op punt 7, hierbij moet opgemerkt worden dat *Sterrekroos* niet tot op soort is gedetermineerd. *Mannagras* en *Slanke waterkers* worden respectievelijk op locatie 6 en 7 gevonden.

In het voorjaar 1995 werd op locatie 1 *Klimopwaterranonkel*, met een laag bedekkingspercentage, gevonden.

Mannagras wordt door AquaSense (1992) genoemd als kensoort voor duinrellen (bron Uitwaterende Sluizen). Volgens de Oecoflora deel 5 (weeda & Westra, 1994) indiceert zij plaatsen met een verhoogd stikstof-gehalte. Ellenberg geeft voor *mannagras*: plant van stikstofrijke bodems. Volgens De Lange (1977) komt *mannagras* voor in polysaprob en/of hypertroof water en is de plant woekereend ten koste van andere soorten door antropogene invloeden. Dit zijn redenen om *mannagras* juist niet als kensoort voor een duinrelstelsel aan te merken.

Opmerking: In 1994 zijn de oeverplanten niet geïnventariseerd.

4.3.2 Kensoorten voor de makrofauna.

De kenmerkende soorten voor de makrofauna (AquaSense, 1992) zijn:

Zoetwatervlokreeft	(<i>Gammarus pulex</i>)
Waterkever	(<i>Agabus paludosus</i>)
Beekloper	(<i>Velia caprai</i>)
Kokerjuffer	(<i>Plectonemia conspersa</i>)
Watermijten	(<i>Sperchon squamosus</i>)
	(<i>Lebertia minutipalpis</i>)
Tweevleugeligen	(<i>Macropelopia nebulosa</i>)
	(<i>Brillia modesta</i>)
	(<i>Prodiamesa olivacea</i>)
	(<i>Zavrelimyia nubila agg.</i>)
	(<i>Chaetocladius piger agg.</i>)
	(<i>Micropsectra atrofasciata</i>)
Libel.	(<i>Calopteryx splendens</i>)

Kenmerkende soorten (Provincie NH, 1990) zijn:

Muggelarven	(<i>Micropsectra sp.</i>)
	(<i>Paratandipes sp.</i>)
	(<i>Macropelopia sp.</i>)
	(<i>Prodiamesa olivacea</i>)

Slak	(<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>)
	(<i>Pisidium sp.</i>)
Kokerjuffer	(<i>Stenophylax sp.</i>)
Watermijt	(<i>Thyas rivalis</i>)

In 1994 werd alleen de zoetwaterkreeft *Gammarus pulex* aangetroffen. Genoemde soort kwam, met uitzondering van punten 3 en 6, op alle locaties voor. *Pisidium sp.* werd op drie plaatsen gevonden, met name punten 1, 4 en 7. Deze slakgroep kwam ook in 1991 al voor.

4.3.3 Kensoorten voor de kiezelwieren.

Voor de kiezelwieren bestaat nog geen lijst met soorten die kenmerkend zijn voor kalkarme en kalkrijke duinrellen.

De provincie NH heeft eerder onderzoek gedaan naar diatomeeën in verschillende typen duinrellen (Gert van Ee, 1992); het betreft hier reellen van Santpoort tot en met Texel. Voor dit onderzoek kan helaas geen gebruik van de gegevens gemaakt worden. Er ontbreekt hier een geschikt referentiepunt. De onderzochte reellen ten zuiden (Callants-oog) en ten noorden (Den Helder) van St.Maartenszee bezitten algemene soorten van eutroof water.

Tijdens het onderzoek door de provincie werd wel een soort *Meridion circulare* gevonden, een soort kenmerkend voor stromend water. Deze soort kan als echte duinrelsoort aangetekend worden (eerder door Uitwaterende Sluizen gevonden in duinrellen bij Egmond). Bij St.Maartenszee werd deze soort niet aangetroffen.

Op basis van de epifytische diatomeeënsamenstelling kunnen twee 'groepen' worden onderscheiden. Punt 7 heeft een afwijkende flora en is het schoonste punt; overige punten overlappen elkaar en bevatten soorten die vooral kenmerkend voor polderwateren zijn. Alle punten zijn matig tot voedselrijk.

5 Discussie.

In vergelijking met 1991 is het type water verschoven in de richting van het neerslagtype. Als oorzaak kan genoemd worden de lagere chloride gehalten. Dit kan weer een gevolg zijn van het graven van een nieuwe watergang en het baggeren van de toplaag van bestaande waterlopen (vd Schaaf, 1995)?

In de resultaten komt duidelijk naar voren dat des te verder de waterloop van de 'oorsprong' is verwijderd des te 'slechter' de waterkwaliteit wordt. Door geringe organische belasting is de biologische waterkwaliteit op punten 1 en 7 het beste. Punt 7 wordt naast de gewone plantesoorten gekenmerkt door enkele soorten uit voedselarm tot matig voedselrijkwater en een standplaats met zoete kwel. Punt 1 wordt door de zeldzame *Klimopwaterranonkel* gekenmerkt. De diatomeeëngemeenschappen tussen punt 7 en de rest verschillen onderling sterk. De soortensamenstelling vertonen voor de reellen 1 t/m 6 meer overeenkomsten met polderwateren. Op de punten 3, 4 en 6 kwamen zelfs soorten kenmerkend voor boezemwater voor. De invloed van het Noordhollandsch Kanaal is hier nog merkbaar. Voor de kiezelwieren is punt 1 het soortenrijkst en het armst aan individuen. Bij de punten 3 en 5 ligt een dikke detrituslaag door bladafval, tevens veroorzaken de bomen bij punt 3 schaduw. Het verwijderen van deze detrituslaag zal de waterkwaliteit verbeteren. Algemeen is de goed ontwikkelde kiezelwierenflora bij St.Maartenszee kenmerkend voor matig tot voedselrijke, zoete tot zwak brakke wateren.

Een watermonster uit een duinrel is, door de stroming, een momentopname.

Regelmatig werden echter, op verschillende tijden in het jaar, verschillende typen bestrijdingsmiddelen in het water aangetroffen; dit geldt vooral voor de reellen thv de locaties 3, 4 en 6.

We kunnen hier concluderen dat:

- de stoffen via afwatering, uitspoeling of verstuiving van het naast gelegen perceel in het

water terecht komen.

- niet alleen tijdens het groeiseizoen van bestrijdingsmiddelen gebruik wordt gemaakt. Sinds 1993 treedt echter wel een sterke afname van het gebruik van bestrijdingsmiddelen op. Alleen op locatie 6 werden nog de stoffen Ald.sulfon en ETU gebruikt.

5.1 Vaststelling van streefwaarden en een streefbeeld

Streefbeelden kunnen worden geformuleerd aan de hand van:

- waarden voor fysisch-chemische parameters
- beoordelingswaarden op basis van de gebruikte methoden
- de aanwezigheid van (ken)soorten en een zo compleet mogelijke gemeenschap.

De eerste twee kunnen worden aangegeven doormiddel van een getal. Het derde streefbeeld wordt beschreven als een zo compleet mogelijke gemeenschap door middel van de AMOEBE (Algemene Methode voor OEcosysteem BESchrijving). Voor de watersamenstelling is de steefwaarde reeds geformuleerd in de ecologische normdoelstelling voor duinrellen in kalkarme milieu's.

5.1.1 Streefwaarden gebaseerd op de beoordelingsmethoden

Voor de flora en de makrofauna kunnen aan de hand van de kensoorten waarden geschat worden voor de beoordelingsparameters. In onderstaande tabel zijn de schattingen voor de streefwaarden van de verschillende beoordelingsmethoden gegeven.

Parameter	streefwaarde	1991	1994
IR	40,0	15,8	21,3
N-Ell watervegetatie	6,8	6,8	6,6
UFK watervegetatie	4,6	7,7	7,2
KW watervegetatie	3,7	3,1	3,1
N-Ell oevervegetatie	5,0	5,9	-
UFK oevervegetatie	6,0	8,3	-
K12345 macrofauna	400	286	276
STORA beoordeling	A5	B1-B4	B1-B3

5.1.2 De Amoebe voor de duinrellen in kalkarme milieu's.

Met fysisch/chemische streefwaarden en kensoorten wordt een streefbeeld met behulp van een AMOEBE gepresenteerd. De afwijking voor de streefbeelden en kensoorten, ten opzichte van 1992 (AquaSense), wordt in procenten weergegeven (fig.8). De referentie- of streefwaarde is gesteld op 100% (cirkel). De streefwaarden zijn, door AquaSense, afgeleid uit een referentiesituatie.

Uitgangspunten voor de AMOEBE voor een duinrel uit kalkarm milieu zijn:

- opname van relevante fysische/chemische parameters
- opname van de kensoorten
- opname van de storingsindicatoren.

Opmerking:

- Het is de vraag of we het watertype tot een kalkarm milieu moeten rekenen (zie 4.1).
- De kensoorten voor de kiezelwieren zijn niet in de AMOEBE opgenomen.

[figuur 8]

6 Conclusie.

Vooralsnog lijkt er weinig reden om aan te nemen dat de maatregelen een sterk positieve invloed hebben op het voorkomen van typische duinrelsoorten. Planten en dieren hebben na een verstoring altijd enige tijd nodig om zich aan de nieuwe situatie aan te passen. Een verbeterde waterkwaliteit zal uiteindelijk een positieve invloed hebben op het biologische leefmilieu.

Het aantal gevonden planten-duinrelsoorten is in 1994 lager, dit wordt mede veroorzaakt doordat er geen oevervegetatie-inventarisatie heeft plaatsgevonden. De zeldzame *Klimopwaterranonkel* werd nog steeds op monsterpunt 1 gevonden en ook werd *Kranswier*, kenmerkend voor schoonwater, op locatie 7 gevonden.

Bij de diatomeeën zijn enkele exemplaren van soorten gevonden die niet of zelden in Noord-Holland zijn gevonden, het betreft hier echter geen typische duinrelsoorten. Deze soorten verkiezen wel zuurstofrijk, voedselarm tot matig voedselrijk water met geringe organische belasting.

Het aantal individuen van de zoetwaterkreeft (*Gammarus pulex*) is toegenomen; op vijf monsterpunten werd de soort aangetroffen. De tweevleugelige *Macropelopia spec.* werd niet meer aangetroffen. Wel werd de slak *Pisidium sp.* op drie punten gevonden. Door AquaSense wordt deze soort niet als duinrelsoort kenmerkt. In 1991 kwam deze soort ook al voor.

Het aantal borstelwormen en muggelarven is afgenomen hetgeen een verbetering van de waterkwaliteit inhoud (fig.8).

De chemische kwaliteit is iets verbeterd. Dit is te staven aan het lagere percentage normoverschrijdingen en de verschuiving in de richting van het neerslagtype. Alleen voor de parameter calcium is een verslechtering opgetreden (fig.8). We kunnen hier aannemen dat het afsluiten van de aanvoer van polderwater, via de Egalementsloot, een positief effect op het water heeft.

7 Aanbevelingen.

1) Een bredere strook, tussen de geteelde gewassen en de duinrel, zal de concentratie aan bestrijdingsmiddelen in het water verkleinen.

2) De plaatsen met veel bladafval baggeren. De bodem zal dan minder organisch materiaal naleveren, wat een verbetering van de waterkwaliteit tot gevolg heeft.

3) Over enkele jaren een vervolg onderzoek starten. Het watermilieu heeft dan meer tijd gehad om zich aan de nieuwe situatie aan te passen. Het water zal dan, met uitzondering van locatie 6, meer het karakter van een duinrel bezitten. De soortensamenstelling van de diatomeeën, waterplanten en de makrofauna zal dan minder uit typische polder- of boezemsoorten bestaan.

De diatomeeën zullen dan maandelijks gevolgd moeten worden zodat het effect van een momentopname meer uitgesloten wordt. Ook de oeverplanten zullen bij de telling meegenomen moeten worden, de oever bevat ook typische duinrelsoorten.

4) De Egalementsloot ten zuiden van de Zeeweg van het duinrellensysteem afsluiten of de Egalementsloot ter hoogte van locatie 6 afdammen zodat de invloed van het Noordhollandsch Kanaal buitengesloten wordt.

5) Nagaan waardoor het water kalkrijker in het gebied wordt. Een oorzaak kunnen schelpen in de bodem zijn of gebruik van kalk in de landbouw.

8 Literatuur.

Gert van Ee (maart 1992)
Diatomedelingen nr.13
Diatomeeën in de provincie Noord-Holland

Provincie Noord-Holland (1991)
Waterhuishoudingsplan Natuurlijk, Water
Ecologische aspecten en normdoelstellingen
Haarlem

Provincie Noord-Holland (1990)
Biologisch onderzoek aan water in de binnenduinrand met behulp van makrofauna en diatomeeën (concept)
Een uitwerking van de gegevens van milieu-inventarisatie en biologisch meetnet
Haarlem

Schaaf,P. van der (1995)
De waterplanten in de duinrellen van Sint Maartenszee.
Uitwaterende Sluizen, technisch verslag nr. 61 (afdeling Watersystemen)

Kreike-Kuiper,A (juli 1995)
De kiezelwieren van het duinrellenproject Sint Maartenszee
Uitwaterende Sluizen, technisch verslag nr.70 (afdeling Watersystemen)

AquaSense, (1992)
Soesbergen,M. & ten Winkel,E.H.
Herinrichting van de duinrellen bij Sint Maartenszee.
Beschrijving en beoordeling van de uitgangssituatie in 1991.
AquaSense, rapport 92.0200

Haaf,C. ten & Bakker,T. (1989)
Duinrellenproject Sint Maartenszee
ecologisch inrichtings- en beheersplan
Ten Haaf en Bakker ecologisch en hydrologisch adviesbureau

Baumann,R.A Luttik,R en Sundermeijer (september 1992)
Bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater van de polder Bleiswijk (1990/'90)
Rapport nr.711001009
RIVM RijksInstituut voor de Volksgezondheid en Milieuhygiene

Ten Brink,B.J.E. (1989)
Amoebe-approach, a method for description and assessment of ecosystems
Rijkswaterstaat/DGW

Bijlage 1 *Monsterpuntbeschrijvingen duinrellensysteem St. Maartenszee.*

locatie	UScode	beschrijving
1	275401	Park Duinland, noordelijke duinrel thv nr.198
2	275402	Park Wildrijk thv wit bruggetje
3	135405	Middelegalementsloot thv park Wildrijk
4	275304	Noordelijke duinrel langs zeeweg thv duiker in dam
5	275404	Afw. duinrel oost van oprit bouwbedrijf Ot
6	275403	Middelegalementsloot Belkmerweg 65-67 eind doodlopende weg
7	204010	tpv duiker in de Westerduinweg, afwatering van camping Lepe-laar
8	135406	Noordelijk van de recreatieterreinen, in de Egalementsloot

Bijlage 2 *Chemie*

In 1994 is het water maandelijks bemonsterd. In tabel 2 staan de zomergemiddelden van de chemische gegevens.

Tabel 2. Zomergemiddelden van april t/m september 1994 van diverse chemische en fysische parameters.

parameter	punt 2	punt 3	punt 4	punt 6	punt 7
doorzicht	31	53	25	33	28
diepte	31	53	25	43	28
kroosperc.	35	36	19	35	24
temperatuur	15	15.8	15.8	15.8	15.1
EGV	61,97	69,43	68,37	108,48	49,03
pH	8.2	7.9	7.9	7.8	8.5
O ₂	4.5	5.5	9.4	4.3	5.5
BZV	3.7	3.4	5.8	5.2	2.8
Kj-N	1.29	1.22	1.1	4.35	0.66
NH ₄	0.17	0.1	0.05	0.95	0.08
NO ₂ +NO ₃	0.21	0.08	0.07	0.49	0.11
NO ₂	0.02	0.02	0.02	0.08	0.01
tot-N	1.4	1.3	1.17	4.84	0.77
ortho-P	0.28	0.51	0.42	5.71	0.08
tot-P	0.34	0.63	0.54	5.94	0.16
chloride	95	113	113	181	73
silikaat	9.1	6.9	7.9	13.2	6.9
calcium	64.5	70.3	70.7	89.7	51
kalium	5.1	6	5.5	37	2.7
magnesium	7.8	8.7	8.3	18.5	6.3
natrium	56	66.7	65.3	108.3	41.7

Bijlage 3

De gevonden plantesoorten per monsterpunt 1994

Plantesoort	mp 1	mp 2	mp 3	mp 4	mp 5	mp 6	mp 7
Blaartrekkende boterbloem	1					2	
Bult- en klein kroos	5	10	3	10	50	5	2
Chara vulgaris							50
Draadwier	90	50	40	25	80	10	30
Drijvend fonteinkruid							
Fioringras		2		2	2	3	
Geknikte vossesstaart	3						1
Gekroesd fonteinkruid	2					2	2
Gele lis					1		
Gewone waterbies	2			2			2
Grof hoornblad			2			3	
Grote lisdodde				2			
Grote waterweegbree				1			
Kikkerbeet			2	2		2	
Kleine watereppe	2	2		2			2
Lidrus	2						
Liesgras			2				
Mannagras						2	
Puntkroos							3
Riet	10	5	2			2	5
Schedefonteinkruid	20	10		90		5	
Gele waterkers	1		1		2	2	
Slanke waterkers	1						1
Smalle waterpest	2	2		5		2	3
Sterrekroos	2	2	5	2	2	2	
Stijve watterranonkel				5			
Tenger fonteinkruid						3	1
Valse voszegge				2			
Veelwortelig kroos	3	10	4	40	5	3	
Veenwortel		2		1		2	2
Watermunt							2
Waternavel							2

Waterzuring	1	1			1		
Zomprus	2						2
Zwanebloem				2		2	
Zwarte zegge	2						2

Opmerking: in het voorjaar 1995 Klimopwaterranonkel bij mp 1.

Bijlage 4

Epifytische diatomeeën van Sint Maartenszee 1994

punt	1	2	3	4	6	7
us code	275401	275402	135405	275304	275403	204010
soort						
Achn.delicatula	12	7				
Achn.hungarica	1	1	1	+	+	
Achn.lanceolata	5	4	4	3	4	
Achn.minuttissima	10	4		1		103
Amph.libyca			+	+	+	
Amph.veneta		+		+	2	
Anom.spaerophora					+	
Cal.amphisbaena					+	
Cal.silicula						+
Cocc.placentula	2	+	+	4	+	
Cycl.meneghiniana	+	+	+		+	+
Cyclost.dubius				+		
Cymatopl.ellipt.v.constr.					+	
Cymb.amphicephala	+					+
Cymb.cymbiformis						14
Cymb.minuta		4	3	+		5
Cymb.subaequalis						2
Diat.elongatum						+
Diat.vulgaris			+		+	
Epithemia adnata						+
Epithemia spp.				+		
Eunotia bilunaris	+		1			
Eunotia spp.						+
Frag.capucina	13	21	54	51	100	15
Frag.cf.tenera			1			
Frag.construens	16		1	3	2	
Frag.construens v.binodis		1				
Frag.exigua	3					
Frag.famelica	3	4	25	19		
Frag.fasciculata		+	2	1	4	1
Frag.pinnata	18	1	1			1
Frag.pulchella	+	1	2	+	6	5
Frag.ulna	1	38	18	9	3	+
Frag.ulna v.acus	1	5	18	2		9
Gomph.acuminatum	+	1	+	+		
Gomph.clavatum		2		1		
Gomph.gracile	1				1	3
Gomph.olivaceum		30	25	32		
Gomph.parvulum	24	14	2	25	41	1
Gomph.pseudoaugur			+			
Gomph.truncatum	2	+	4	2		10

punt	1	2	3	4	6	7
us code	275401	275402	135405	275304	275403	204010
Melos.varians	2	+	2	5	+	
Nav.capitata	2	2	+	5	23	+
Nav.clementis					+	
Nav.cryptot/menisculus				1		+
Nav.cryptocephala	1	2	2			
Nav.cryptotenella	1		+	+		+
Nav.cuspidata					1	
Nav.gregaria	65	12	7	24	5	2
Nav.halophila	1			2		
Nav.lanceolata		+	+			
Nav.lesmonensis					+	
Nav.minima	5	1			4	
Nav.oblonga			+		+	
Nav.pelliculosa				1	2	
Nav.protracta	+				+	
Nav.pupula		1	2			
Nav.radiosa	1	+	+	+		15
Nav.rhynchocephala	+	3		+	2	1
Nav.salinarum			+			
Nav.seminulum	1	5	4	+	2	+
Nav.slesvicensis	1	+		+		
Nav.spp			1			
Nav.subminuscula		+			1	
Nav.tripunctata			+	+		
Nav.veneta	1	3	1		1	
Nitz.acicularis	3	1				
Nitz.amphibia					+	
Nitz.angustiforaminata		+			+	
Nitz.archibaldii	2	+				1
Nitz.dissipata	1	+		+		11
Nitz.fonticola						4
Nitz.hungarica					1	
Nitz.lacuum						6
Nitz.linearis	+	4			1	
Nitz.palea	4	31	19	3	+	11
Nitz.paleacea	8	1	6	2	1	
Nitz.palustris		1				
Nitz.recta				+		
Nitz.sigmoidea		+				+
Nitz.sociabilis	1					
Nitz.subcapitellata	+					
Nitz.supralitorea		+		+	1	
Nitz.tubicola			+		+	
Pinn.brevicostata					+	
Rhoic.curvata				+	+	1
Staur.phoenicentron					+	
Steph.hantzshii			2	1	2	
Steph.parvus			3	2	1	
Surir.breissonii		+				
Surir.spp.						+
Thall.decipiens					+	
Thall.weisflogii		+				
Totaal geteld	212	205	211	199	211	221

punt	1	2	3	4	6	7
us code	275401	275402	135405	275304	275403	204010
aantal soorten	32	28	27	23	24	21
+ = buiten telling	9	17	14	18	21	13

Bijlage 5 *Klasse indeling van de ecologische indicator waarden, Van Dam et al, 1994.*

(IR) pH

- 1 acidobiontic optimal occurrence at pH<5,5
- 2 acidophilus mainly occurring af pH<7
- 3 cicrimneutral mainly occurring af pH-values about 7
- 4 alkaliphilous mainly occurring af pH>7
- 5 alkalibiontic exclusively occurring at pH>7
- 6 indifferent no apparent optimum

(H) Salinity

	Cl- (mg/l)
1 fresh	<100
2 fresh brackish	<500
3 brackish fresh	500-1000
4 brackisch	1000-5000

(N) Nitrogen uptake metabolism

- 1 nitrogen-autotrophic taxa, tolerating very small concentrations of organically bound nitrogen
- 2 nitrogen-autotrophic taxa, tolerating elevated concentrations of organically bound nitrogen
- 3 facultatively nitrogen-heterotrophic taxa, needing periodically elevated concentrations of organically bound nitrogen
- 4 obligately nitrogen-heterotrophic taxa, needing continuously elevated concentrations of organically bound nitrogen

(O) Oxygen requirements

- 1 continuously high (about 100% saturation)
- 2 fairly high (above 75% saturation)
- 3 moderate (above 50% saturation)
- 4 low (above 30% saturation)
- 5 very low (about 10% saturation)

(S) Saprobity

1 oligosaprbous	I-II	>85	<2	
2 béta-mesosaprbous		II	70-85	2-4
3 alpha-mesosaprobous	III	25-70	4-13	
4 a-meso/polysaprobous	III-IV	10-25	13-22	
5 polysaprobous	IV	<10	>22	

(T) Trophic state

- 1 ologotraphentic
- 2 oligo-mesotraphentic
- 3 mesotraphentic
- 4 meso-eutraphentic
- 5 eutraphentic

6 hypereutraphentic

7 oligo- to eutraphentic (hypereutraphentic)