

**EVALUATIE WATERKWALITEIT  
HERSTELPROJECT  
WESTHOVE**

in opdracht van: **Waterschap Zeeuwse Eilanden**  
contactpersoon: drs. A.W. Fortuin

projectnummer: 14260500  
omvang rapportage: 25 pagina's (excl. bijlagen)  
projectleider: ing. A.J. Osté MSc.  
auteurs: mevr. ir. T.C.E. Versprille en ing. A.J. Osté MSc.  
datum: **16 maart 2005**  
versie: 03  
status: definitief



## INHOUD

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>5</b>
1.1	Aanleiding .....	5
1.2	Doel en onderzoeksvragen .....	5
<b>2</b>	<b>BESCHRIJVING GEBIED EN WATERHUISHOUDING .....</b>	<b>7</b>
2.1	Gebiedskenmerken .....	7
2.2	Waterhuishouding .....	8
<b>3</b>	<b>BESCHRIJVING HERSTELPROJECT EN MONITORING .....</b>	<b>11</b>
3.1	Inleiding .....	11
3.2	Maatregelenprogramma .....	11
3.3	Monitoringsprogramma .....	12
<b>4</b>	<b>RESULTATEN EN EVALUATIE .....</b>	<b>13</b>
4.1	Algemeen .....	13
4.2	Verziltting .....	13
4.3	Vermesting .....	14
4.4	Zuurstofhuishouding .....	17
4.5	Ecologische waterkwaliteit .....	19
<b>5</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>23</b>
	<b>LITERATUUR .....</b>	<b>25</b>

### Bijlagen

- 1 Overzicht karakteristieken STOWA-beoordeling
- 2 Resultaten ecologische beoordeling gracht
- 3 Resultaten ecologische beoordeling vijver

### Kaart

- 1 Watersysteem en meetlocaties



## **1 INLEIDING**

### **1.1 Aanleiding**

Waterschap Zeeuwse Eilanden heeft Ingenieursbureau BCC bv gevraagd een evaluatie uit te voeren met betrekking tot de ontwikkelingen in de waterkwaliteit als gevolg van het herstelproject Westhove.

Het landgoed Westhove ligt aan de noordkant van Walcheren. Begin jaren negentig is door het toenmalige waterschap Walcheren in samenwerking met Staatsbosbeheer, stichting Westhove en de voormalige gemeente Domburg besloten maatregelen te nemen om de slechte waterkwaliteit en de verdroging in het gebied rondom het kasteel Westhove aan te pakken. Om inzicht te krijgen in de effecten van deze maatregelen heeft het waterschap een monitoringsprogramma uitgevoerd. Voor en na het uitvoeren van de maatregelen is onderzoek verricht naar de fysisch-chemische en ecologische waterkwaliteit. De monitoringsresultaten zijn inmiddels beschikbaar en worden in dit rapport geëvalueerd. Tevens is er contact geweest met Staatsbosbeheer. De bevindingen van Staatsbosbeheer zijn meegenomen in de evaluatie.

### **1.2 Doel en onderzoeksvragen**

Het doel van het onderzoek is het opstellen van een evaluatierapport van het herstelproject met daarin een korte beschrijving van het project, het monitoringsprogramma en een weergave van de waterkwaliteitsontwikkeling in de tijd.

De volgende onderzoeksvragen zijn geformuleerd:

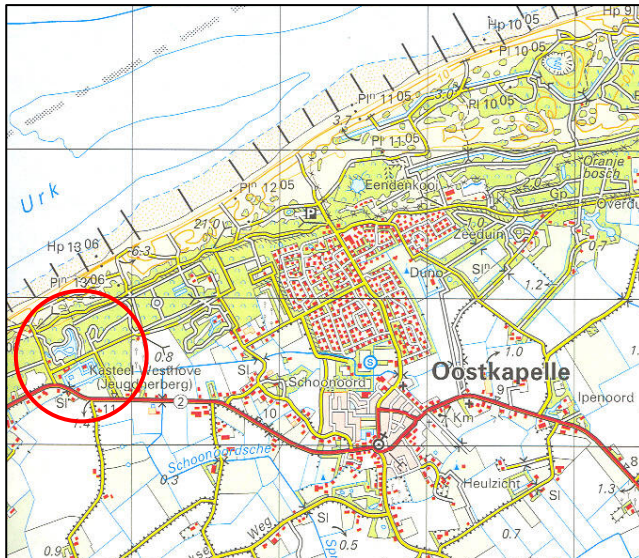
1. Is de waterkwaliteit (fysisch-chemisch en ecologisch) verbeterd? Zo ja, met betrekking tot welke aspecten en voldoet deze aan de gestelde normen?
2. Indien dit niet het geval is, welke aanvullende maatregelen kunnen genomen worden?
3. Kan het waterpeil in de vijver en de gracht voldoende worden gehandhaafd?



## 2 BESCHRIJVING GEBIED EN WATERHUISHOUDING

### 2.1 Gebiedskenmerken

Het landgoed Westhove bevindt zich op de overgang van duin naar polder aan de noordkant van Walcheren (zie figuur 2.1). Het gebied ligt tussen Domburg en Oostkapelle en maakt deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur.



Figuur 2.1: ligging landgoed Westhove

Het kasteel (foto 2.1) dateert uit de Middeleeuwen en is gebouwd op een kreekkrug. Het kasteel is omgeven door een grachtenstelsel (foto 2.2) en voor het kasteel is een vijver (foto 2.3) aanwezig. Het landgoed maakt deel uit van een gordel van buitenplaatsen, de zogenaamde 'Manteling van Walcheren'. De Manteling behoort tot de oudste bosgebieden van Zeeland en herbergt veel bijzondere natuurwaarden. Dit bijzondere karakter wordt versterkt door de ligging aan de binnenduinrand. Het bodemtype van de vijver bestaat uit gooreerdgronden: grof zand. Het bodemtype van de gracht bestaat uit poldervaaggronden: lichte zavel.



Foto 2.1: kasteel Westhove



Foto 2.2: het grachtenstelsel



Foto 2.3: de vijver

## 2.2 Waterhuishouding

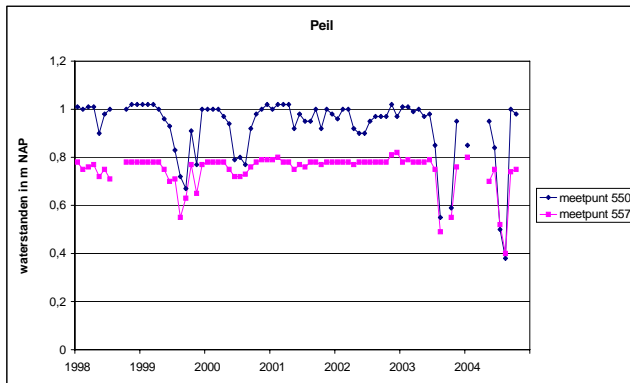
Voor het grootste deel van het gebied geldt een jaarrond oppervlaktewaterpeil van NAP +1,00 m. Dit peil wordt gehandhaafd door twee stuwen in de gracht (zie kaart 1). Het gebied ten zuiden van het kasteel heeft een lager peil, NAP +0,75 m. De vijver en de gracht staan door middel van een duiker met elkaar in verbinding. Door de hoge ligging is er sprake van een stuwende duiker en is wateraanvoer naar de vijver niet mogelijk. De gracht watert af via een stuw naar de Duinvlietsprink.

Door wegzijging naar de aangrenzende polder (peil NAP –0,75 m) en het neerslagtekort in de zomer moet water worden ingelaten om het peil het gehele jaar te kunnen handhaven. Een inlaatgemaal (opmaling) pompt water vanuit de aangrenzende polderwatergang via een persleiding in de gracht (bovenstrooms van de stuwen). De waterpartijen worden naast neerslag vooral gevoed met grondwater vanuit de duinen.

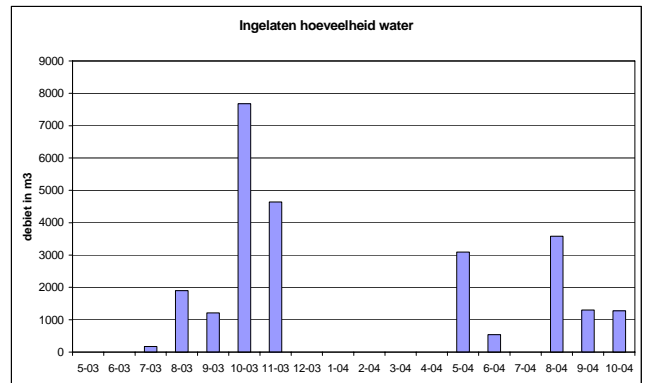
In figuur 2.2 is het verloop van de waterstanden van januari 1998 tot en met oktober 2004 in het noordelijke en zuidelijke peilgebied (boven- en benedenstrooms van de stuwen) weergegeven. De meetlocaties zijn weergegeven op kaart 1. In figuur 2.2 is te zien dat vooral in de jaren 1999, 2003 en 2004 peiluitzakkingen plaatsvinden. In de zomer van 2003 en 2004 vinden zelfs peiluitzakkingen plaats tot 50 à 60 cm. Uit de peilregistratie van de aangrenzende polderwatergang blijkt dat het peil in de zomer te laag is om water op te pompen. Daarnaast heeft het waterschap geconstateerd dat een van de stuwen lekt (water stroomt tussen de planken door).

De draaiuren van het inlaatgemaal zijn slechts beperkt beschikbaar. In figuur 2.3 zijn voor de jaren 2003 en 2004 de hoeveelheden ingelaten water per maand weergegeven. De debieten van de maanden februari, maart en april 2004 ontbreken omdat de registratie bij het inlaatgemaal in die periode niet heeft gewerkt. In diezelfde maanden zijn ook geen peilen geregistreerd. In figuur 2.3 is te zien dat vooral na de droge zomer in 2003 in de maanden oktober en november veel water in de gracht is ingelaten. Verder is in de maand juli van beide jaren niet of nauwelijks ingelaten, omdat er te weinig water beschikbaar was in de aangrenzende polder. Daarnaast zijn mogelijk de restauratiewerkzaamheden aan het kasteel en de daarbij aanwezige bouwput in de gracht van invloed geweest op de peiluitzakking in de zomer van 2004.





**Figuur 2.2: verloop waterstanden gracht (boven- en benedenstrooms)**



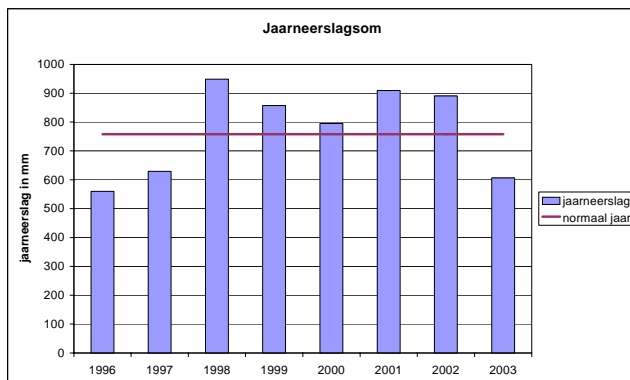
**Figuur 2.3: ingelaten debieten in 2003 en 2004**

### Weersomstandigheden

Het weer is een factor die erg belangrijk is voor de waterkwaliteit. Het beïnvloedt veel complexe en invloedrijke processen zoals:

- verdroging/vernattig;
- peilbeheer;
- watertemperatuur en de hiermee samenhangende processen in oppervlaktewater;
- indikking/verduunning van de in het oppervlaktewater aanwezige stoffen;
- af- en uitspoeling.

In figuur 2.4 zijn de jaarneerslagsommen van het KNMI-meetstation in Vlissingen voor de jaren 1996 tot en met 2003 uitgezet tegen de jaarneerslagsom van een normaal jaar (periode 1971-2000). In de figuur is te zien dat de jaren 1996, 1997 en 2003 zijn aan te merken als droge jaren. Daarentegen waren met name 1998, 2001 en 2002 erg nat. Het droge jaar 2003 correspondeert met de grote peiluitzakkingen dat jaar in de gracht en de grote hoeveelheden ingelaten water.



**Figuur 2.4: som jaarneerslag meetstation Vlissingen [bron: KNMI]**



### 3 BESCHRIJVING HERSTELPROJECT EN MONITORING

#### 3.1 Inleiding

De aanleiding voor het herstelproject was de slechte kwaliteit van de waterpartijen van het landgoed Westhove. De waterpartijen hadden te maken met verdroging, verlanding, vissterfte, stankoverlast en eutrofiëring. Dit laatste werd veroorzaakt door de ophoping van organisch materiaal. De eutrofiëring werd nog versterkt door de onnatuurlijke visstand van de waterpartijen. In het verleden werden hier regelmatig aanzienlijke hoeveelheden vis uitgezet. Met name de aanwezigheid van grote karpers is hierbij van belang, omdat deze dieren de waterbodem omwoelen. Hierdoor is sprake van voortdurende levering van nutriënten vanuit de bodem aan de waterkolom en gaan algen, als gevolg van de concurrentie om beschikbaar zonlicht, domineren over waterplanten.

Verder werd de ontwikkeling van de watervegetatie plaatselijk ernstig belemmerd door de sterke beschaduwing van het water door de dichte oeverbegroeiing. De aquatische levensgemeenschappen waren slecht ontwikkeld en plaatselijk trad verlanding op. Tevens had het omliggende gebied duidelijk te lijden onder verdrogingsaspecten. Hierdoor voldeed het landgoed niet aan de ecologische en recreatieve functie, zoals deze in het waterhuishoudingsplan, bestemmingsplan en streekplan waren vastgelegd.

Het herstel van Westhove (oktober 1994-1996) is een samenwerkingsproject van Staatsbosbeheer, het toenmalige waterschap Walcheren, Stichting Buitenplaats Westhove en de voormalige gemeente Domburg. De maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit en de terugdringing van de verdroging maakten deel uit van een breder pakket maatregelen gericht op het herstel van het landgoed.

De evaluatie heeft alleen betrekking op de maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit en terugdringing van verdroging.

#### Perspectieven voor integraal waterbeheer

De waterpartijen van kasteel Westhove verkeren in een kansrijke positie voor herstellen en optimaliseren van aquatische levensgemeenschappen. Dit heeft te maken met de ligging in de binnenduinrand en de (hydrologische) voeding vanuit het voorliggende duingebied. Onnatuurlijke belasting met verontreinigde stoffen treedt hier in principe niet op. Voorts is de samenstelling van de bodem en het grondwater zodanig dat de vestiging van diverse bijzondere planten- en diersoorten verwacht mag worden. Door de geïsoleerde ligging aan het begin van het afwateringsstelsel en de mogelijkheid gebiedseigen water terug in het gebied te brengen, is verder het aanpassen van het peilbeheer om verdroging tegen te gaan goed mogelijk. Op grond hiervan mag worden aangenomen dat aanpak van de knelpunten op korte termijn zal leiden tot interessante ontwikkelingen en verbeteringen.

*Uit: Beschrijving REGIWA-project Sanering waterpartijen Westhove.*

#### 3.2 Maatregelenprogramma

Bij de uitgevoerde maatregelen kan onderscheid gemaakt worden tussen maatregelen ten behoeve van waterkwaliteitsverbetering en ten behoeve van verdrogingsbestrijding.

Maatregelen ten behoeve van verbetering van de waterkwaliteit:

- baggeren van de vijver en de slotgracht;
- verwijderen houtopslag rond de vijver en het kasteel;
- leegvissen van de vijver en uitzetten van jonge snoek (lengte circa 10 cm);
- aanleg van natuurvriendelijke oevers.

Maatregelen ten behoeve van verdrogingsbestrijding:

- verbeteren afvoer tussen de vijver en de slotgracht;
- plaatsen van twee stuwen in de slotgracht;
- plaatsen van een gemaaltje ten behoeve van peilhandhaving van een gedeelte van de gracht.

De maatregelen zijn uitgevoerd in de winter van 1994/1995. De bagger in de slotgracht rond het kasteel was verontreinigd met zware metalen en is ter plaatse met behulp van een zeefbandpers ontwaterd en afgevoerd. De overige bagger is in een depot gezet op het perceel ten zuiden van de slotgracht en na ontwatering ter plaatse verwerkt.

### 3.3 Monitoringsprogramma

In 1992 is onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit, de slibdikte en de waterbodemkwaliteit in de vijver en de gracht. Hierbij bleek de waterbodem in de gracht rond het kasteel en achter de Oranjerie sterk te zijn verontreinigd, vooral met zware metalen. De locatie is toen voor sanering aangemeld bij de provincie. Het betreft een historische verontreiniging. In hetzelfde deel van de gracht bleek munitie uit de Tweede Wereldoorlog aanwezig te zijn. In 1993 is naast de waterkwaliteit ook de macrofauna-samenstelling van de vijver en de gracht onderzocht. Direct na het uitvoeren van de maatregelen is begonnen met het monitoringsprogramma. Onderzoeken inzake fysisch-chemische waterkwaliteit, macrofauna, macrofyten, fytoplankton, zoöplankton en diatomeeën zijn uitgevoerd. In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van het uitgevoerde monitoringsprogramma. De ligging van de meetpunten is weergegeven op kaart 1. In hoofdstuk 4 worden de monitoringsresultaten beschreven en geëvalueerd.

Tabel 3.1: overzicht monitoringsprogramma in de gracht en de vijver van Westhove

<b>meetpunt O40240 gracht</b>					
fysisch/chemisch	macrofauna	fytoplankton	zoöplankton	diatomeeën	macrofyten
1992					
1993	1993				
1994					
1996					
1999	1999	1999		1999	1999
2004					
<b>meetpunt O40570 vijver</b>					
fysisch/chemisch	macrofauna	fytoplankton	zoöplankton	diatomeeën	macrofyten
1992					
1993	1993				
1994					
1996		1996	1996		
1998	1998	1998	1998		1998
1999		1999			
2000		2000			
2004					

## 4 RESULTATEN EN EVALUATIE

### 4.1 Algemeen

Op landelijk niveau zijn in de Vierde Nota Waterhuishouding voor een groot aantal stoffen normen opgesteld voor oppervlaktewater [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998]. De beheersinspanning van het waterschap is erop gericht om aan het landelijk vastgestelde MTR (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau) te voldoen. Daarnaast heeft het waterschap in het waterbeheersplan wat ecologie betreft, onderscheid gemaakt in drie niveaus: het laagste, het middelste en het hoogste ambitieniveau [Waterschap Zeeuwse Eilanden, 2002]. Voor alle watersystemen geldt dat minimaal gestreefd wordt naar het laagste ecologische ambitieniveau. Dit houdt in dat de toestand van een watersysteem zodanig moet zijn dat zich daarin een normaal functionerend ecosysteem kan ontwikkelen. Bij het hoogste ambitieniveau staat de natuurwaarde van het watersysteem centraal. Het streven is om deze watersystemen in een zodanige toestand te brengen dat specifieke soorten die in een bepaald natuurdoeltype thuishoren er goed kunnen leven. Het middelste niveau zit hier tussenin.

Aan de vijver en de gracht bij Westhove is het hoogste ambitieniveau toegekend. Dit is te vertalen naar het behalen van minimaal waterkwaliteitsklasse IV volgens het STOWA-beoordelingssysteem.

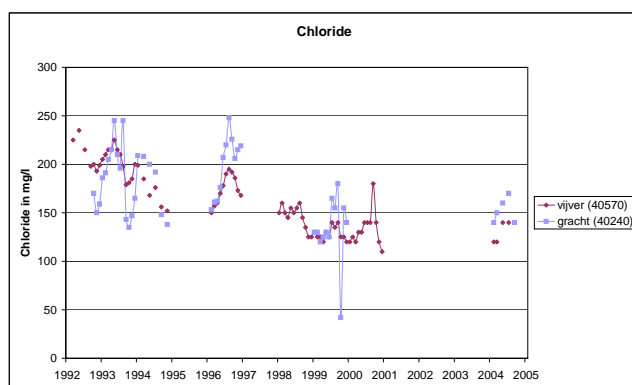
Voor de evaluatie van de waterkwaliteit is in dit hoofdstuk onderscheid gemaakt in de thema's verzilting, vermisting, zuurstofhuishouding en ecologische waterkwaliteit. Per thema en parameter wordt ingegaan op ontwikkeling in de tijd (trend) en de toetsing aan de normen. Vervolgens wordt aangegeven in hoeverre de uitgevoerde maatregelen hebben geleid tot een verbetering in de waterkwaliteit.

### 4.2 Verzilting

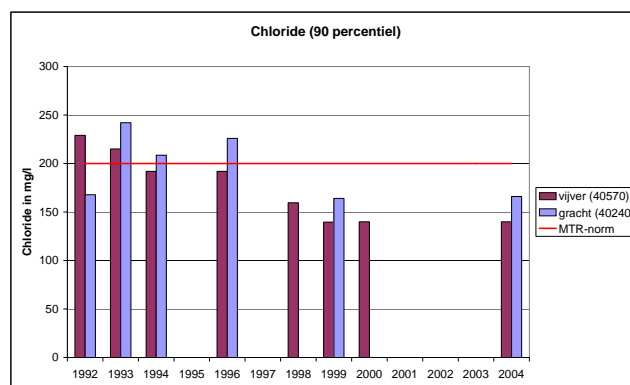
Het zoutgehalte is bepalend voor de ecologische ontwikkelingsmogelijkheden van het oppervlaktewater. Zeer grote fluctuaties in het zoutgehalte kunnen schadelijk zijn voor de ontwikkeling van planten en dieren die in het water leven. Een min of meer constant chloridegehalte (brak of zoet) is daarom wenselijk.

#### Chloride

In figuur 4.1 is het verloop van de chlorideconcentraties in mg/l in de vijver en de gracht weergegeven voor de jaren 1992 tot en met september 2004. In figuur 4.2 is de 90-percentielwaarde en de MTR-norm van 200 mg Cl/l uitgezet.



Figuur 4.1: verloop chloridegehalte (mg/l)



Figuur 4.2: 90-percentiel chloride (mg/l)

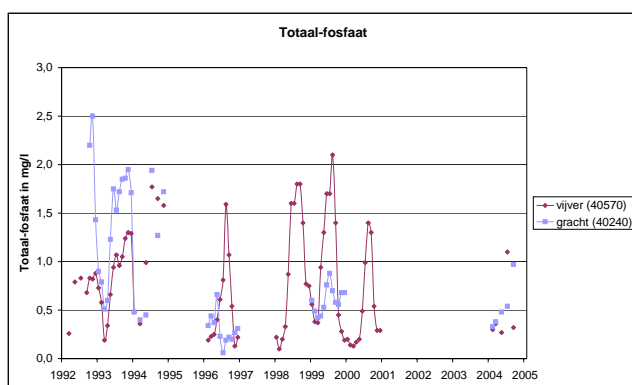
Voor de herstelmaatregelen varieerde het chloridegehalte rond de 200 mg/l. Na de herstelmaatregelen heeft een daling in de concentraties plaatsgevonden. Vanaf 1998 ligt het chloridegehalte rond de 150 mg/l. Daarmee zijn de vijver en de gracht te definiëren als een zoetwatersysteem. Het chloridegehalte in de vijver ligt over het algemeen iets lager dan in de gracht. Verder zijn de concentraties in de zomer hoger dan in de winter. Als gevolg van het neerslagoverschot treedt in de wintermaanden meer verdunning op. Vanaf 1998 vindt in de gemeten jaren geen overschrijding meer plaats van de MTR-norm.

### 4.3 Vermesting

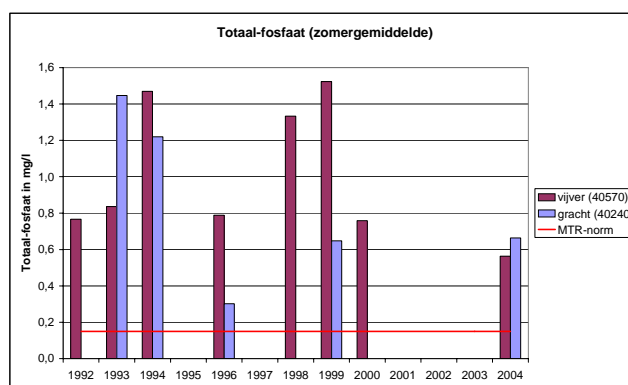
De mate van veresting van het oppervlaktewater wordt hier beschreven in termen van totaal-fosfaat, totaal-stikstof, chlorofyl-a en doorzicht. Deze parameters geven een goede indicatie van de eutrofie van het water.

#### Totaal-fosfaat

In figuur 4.3 is de meerjarentrend van totaal-fosfaat in de vijver en de gracht voor de jaren 1992 tot en met september 2004 weergegeven. In figuur 4.4 is het zomergemiddelde van totaal-fosfaat getoetst aan de MTR-norm van 0,15 mg/l.



Figuur 4.3: verloop totaal-fosfaat (mg/l)



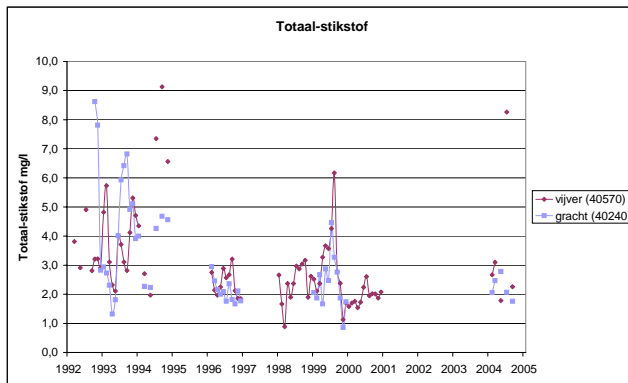
Figuur 4.4: zomergemiddelde totaal-fosfaat (mg/l)

Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen is het fosfaatgehalte in de gracht flink afgenomen (circa factor 2). Dit komt waarschijnlijk voornamelijk door het baggeren van de gracht. In de vijver is nog geen duidelijk effect waarneembaar in de jaren na het uitvoeren van de maatregelen. In 2004 zijn de concentraties echter wel afgenomen. In figuur 4.3 is te zien dat vanaf het voorjaar de concentraties totaal-fosfaat toenemen totdat het maximum in de zomer bereikt wordt. Deze seizoenstrend komt met name doordat in de zomer meer fosfaat vrijkomt uit de bodem als gevolg van lagere zuurstofconcentraties (hogere temperatuur). De MTR-norm van 0,15 mg P/l wordt in de gemeten jaren nog nergens gehaald. Beide wateren zijn zeer fosfaatrijk met een overschrijding van ongeveer 4 maal het MTR in 2004.

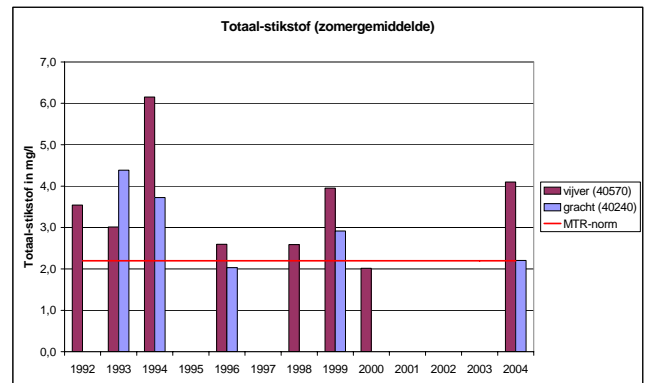
Opvallend is dat in de jaren 1998 en 1999 erg hoge totaal-fosfaatconcentraties in de vijver aanwezig zijn (> 1,8 mg P/l). Zulke hoge fosfaatconcentraties blijken op meer locaties in geïsoleerde duinplassen in Zeeland voor te komen. In de vijver is het totaal-fosfaatgehalte over het algemeen hoger dan in de gracht. In 2004 zijn de concentraties in beide wateren echter op vergelijkbaar niveau. Het lijkt erop dat het herstel in de vijver meer tijd vergt dan in de gracht.

### Totaal-stikstof

In figuur 4.5 is de meerjarentrend voor totaal-stikstof in de vijver en de gracht uitgezet voor de jaren 1992 tot en met september 2004. Figuur 4.6 geeft het zomergemiddelde van totaal-stikstof en de MTR-norm van 2,2 mg N/l weer.



Figuur 4.5: verloop totaal-stikstof (mg/l)



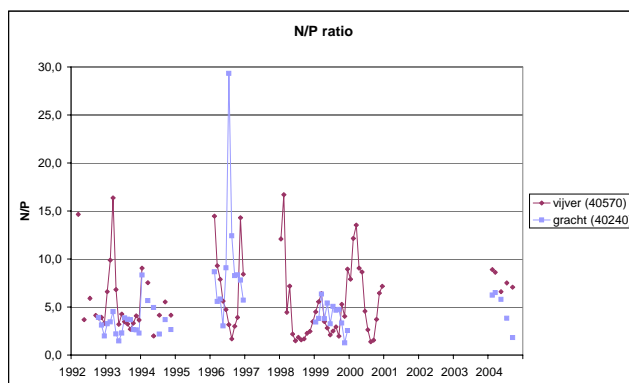
Figuur 4.6: zomergemiddelde totaal-stikstof (mg/l)

Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen is in de gemeten jaren een afname te zien van de concentraties totaal-stikstof in de vijver en de gracht. Dit komt waarschijnlijk met name door het verwijderen van de voedselrijke baggerlaag uit de vijver en de slotgracht. Tevens hebben het leegvissen van de vijver (minder bodemwoeling) en het verwijderen van houtopslag (minder bladinvall) hier waarschijnlijk aan bijgedragen. In de vijver is het totaal-stikstofgehalte (net als het fosfaatgehalte) over het algemeen net iets hoger dan in de gracht. De aanwezigheid van eenden in de vijver lijkt hiervoor geen verklaring te zijn. Eenden zijn slechts beperkt aanwezig en het voeren daarvan vindt slechts sporadisch plaats.

Vanaf 1996 is niet of nauwelijks een verdere daling van de stikstofconcentraties opgetreden. In beide wateren variëren de concentraties veelal tussen de 2 en 3 mg N/l. In de jaren 1999 en 2004 is er sprake van uitschieters naar boven. Mogelijk heeft het uitzakken van het peil hier aan bijgedragen (minder verdunning stoffen en/of waterinlaat).

Het totaal-stikstofgehalte is in de zomer veelal het hoogst en bereikt in de wintermaanden een minimum. In de gracht wordt in de jaren 1995 (direct na de maatregelen) en in 2004 aan de MTR-norm van 2,2 mg N/l voldaan. In de vijver ligt het totaal-stikstofgehalte alleen in 2000 onder de MTR-norm, in de andere gemeten jaren wordt deze met een factor 1,5 à 2 overschreden. Stikstof scoort daarmee beter dan fosfaat.

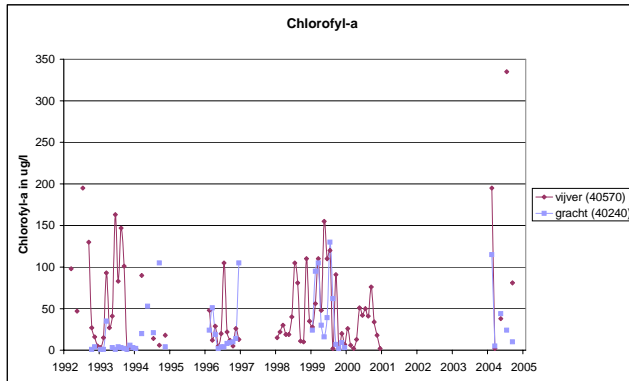
In figuur 4.7 is de N/P-ratio voor de vijver en de gracht weergegeven. In beide wateren is de N/P-ratio relatief laag. Stikstof is over het algemeen de sturende factor. Dat is bijzonder voor een zoet watersysteem (meestal is fosfaat sturend).



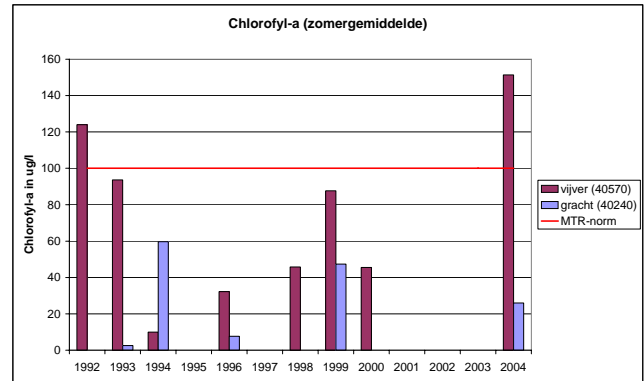
Figuur 4.7: N/P-ratio

## Chlorofyl-a

In figuur 4.8 is het verloop van het chlorofyl-a-gehalte in de vijver en de gracht van 1992 tot en met september 2004 weergegeven. In figuur 4.9 is het zomergemiddelde chlorofyl-a en de MTR-norm van 100 µg/l uitgezet voor dezelfde periode.



Figuur 4.8: verloop chlorofyl-a (µg/l)

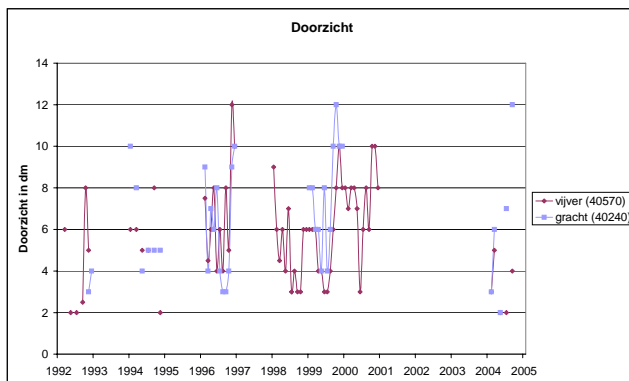


Figuur 4.9: zomergemiddelde chlorofyl-a (µg/l)

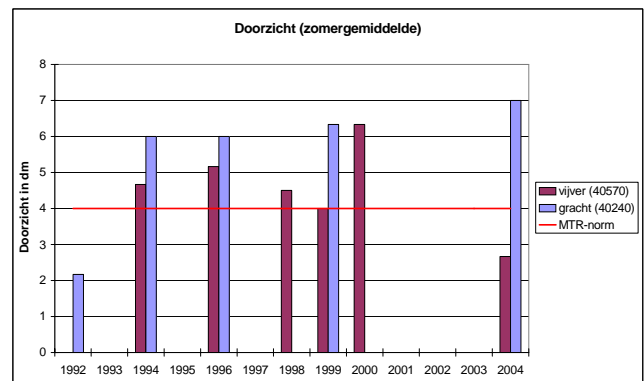
De pieken in de chlorofyl-a-gehalten komen veelal overeen met de pieken in de fosfaat- en stikstofgehalten. Hoge nutriëntconcentraties veroorzaken algengroei, wat resulteert in hoge chlorofyl-a-concentraties. Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen zijn de chlorofylconcentraties niet echt afgenomen. Pieken van boven de 100 µg/l blijven aanwezig. In de vijver zijn hogere chlorofyl-a-concentraties aanwezig dan in de gracht. In juli 2004 komt in de vijver zelfs een opvallend hoge piek voor van 335 µg/l. Behalve in 2004 vinden in de gemeten jaren na de herstelmaatregelen in de vijver en de gracht geen overschrijdingen plaats van de MTR-norm van 100 µg/l voor het zomergemiddelde.

## Doorzicht

In figuur 4.10 is het verloop van het doorzicht in de vijver en gracht uitgezet voor de jaren 1992 tot en met september 2004. Het zomergemiddelde en de MTR-norm van 4 dm zijn in figuur 4.11 weergegeven.



Figuur 4.10: verloop doorzicht (dm)



Figuur 4.11: zomergemiddelde doorzicht (dm)

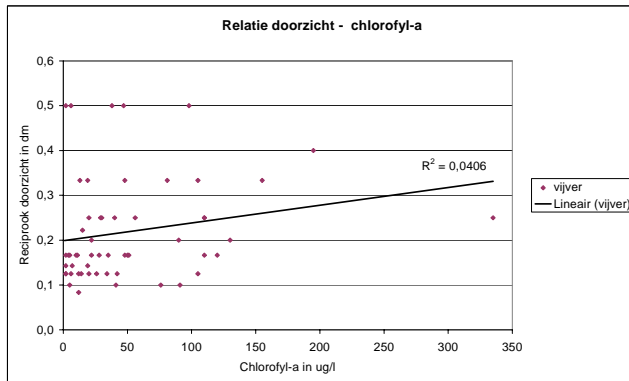
Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen lijkt het doorzicht in de gracht enigszins te zijn toegenomen. In 1992 was het doorzicht slechts 2 dm. Na 1995 is het doorzicht gestegen tot een zomergemiddelde van 7 dm in 2004. De lage doorzichtwaarden zijn niet het doorzicht tot op de bodem. De maximale waterdiepte schommelt in de gracht rond de 11 dm en in de vijver rond de 16 dm.

In de vijver is niet of nauwelijks een effect van de herstelmaatregelen waarneembaar. Over het algemeen is het doorzicht in de vijver ook enigszins kleiner dan in de gracht. De relatie tussen het doorzicht en het chlorofyl-a-gehalte in de vijver is weergegeven in figuur 4.12. De correlatiecoëfficiënt



( $R^2 = 0,04$ ) geeft aan dat deze relatie nauwelijks aanwezig is. Het doorzicht lijkt met name bepaald te worden door het slibgehalte in de waterkolom. Als alleen de data vanaf 1999 worden beschouwd, is echter een sterkere relatie aanwezig ( $R^2 = 0,43$ ).

Beide wateren voldoen in de gemeten jaren na de maatregelen aan de MTR-norm van 4 dm doorzicht voor het zomergemiddelde. Alleen in 2004 is deze norm in de vijver niet gehaald.



Figuur 4.12: relatie doorzicht – chlorofyl-a vijver

#### 4.4 Zuurstofhuishouding

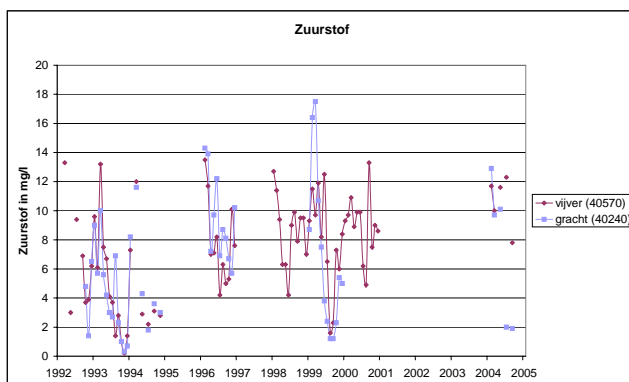
De zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater wordt bepaald door diverse processen, waardoor soms grote lokale verschillen kunnen ontstaan. De volgende processen zijn van invloed:

- de mate waarin algen en waterplanten bij de fotosynthese zuurstof produceren (assimilatie) en bij de afbraak verbruiken (dissimilatie);
- de reëratie (uitwisseling van zuurstof met de lucht);
- de concentratie BZV (bij de afbraak door bacteriën wordt zuurstof verbruikt);
- de concentratie ammonium-N (bij de omzetting van ammonium tot nitraat/nitriet wordt zuurstof verbruikt);
- het bodemzuurstofverbruik (bij de mineralisatie van de waterbodem wordt zuurstof verbruikt).

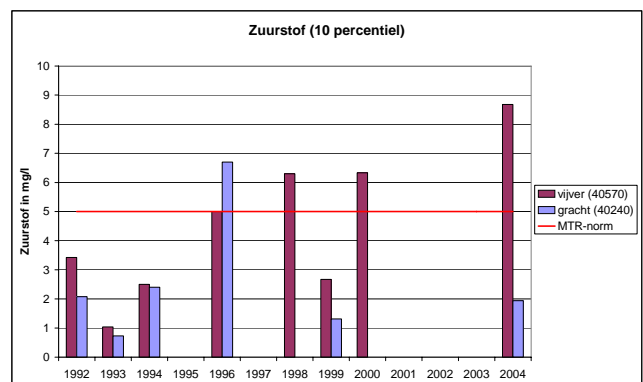
De zuurstofhuishouding wordt hier beschreven in termen van zuurstof, biologisch zuurstofverbruik (BZV) en ammonium.

#### Zuurstof

In figuur 4.13 is het verloop van het zuurstofgehalte in de vijver en de gracht voor de jaren 1992 tot en met september 2004 weergegeven. Voor dezelfde periode is in figuur 4.14 de 10-percentielwaarde van zuurstof en de MTR-norm van 5 mg/l uitgezet.



Figuur 4.13: verloop zuurstof (mg/l)



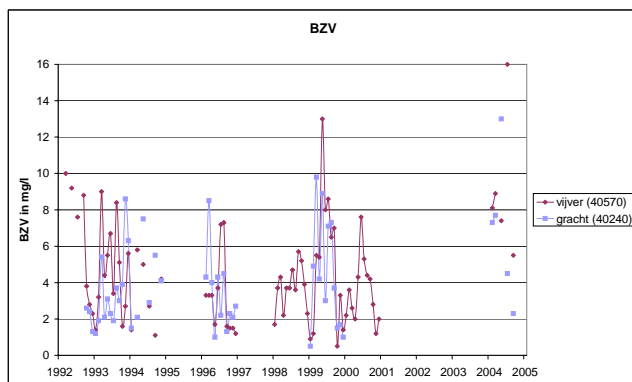
Figuur 4.14: 10-percentiel zuurstof (mg/l)

In beide wateren is sprake van een sterke toename in de zuurstofconcentraties na de uitvoering van de herstelmaatregelen in 1994/1995. Waarschijnlijk heeft het baggeren hier met name aan bijgedragen (minder bodemzuurstofverbruik, grotere waterdiepte). De concentraties variëren vanaf 1996 gemiddeld tussen de 8 en 12 mg O<sub>2</sub>/l. Er is een seizoenstrend waarneembaar: hoge zuurstofconcentraties in de winter en lage in de zomer. Deze natuurlijke trend ontstaat doordat water in de zomer met hogere temperaturen minder zuurstof kan oplossen. Bovendien vindt bij hogere temperaturen meer afbraak plaats van organisch materiaal waarbij zuurstof wordt verbruikt.

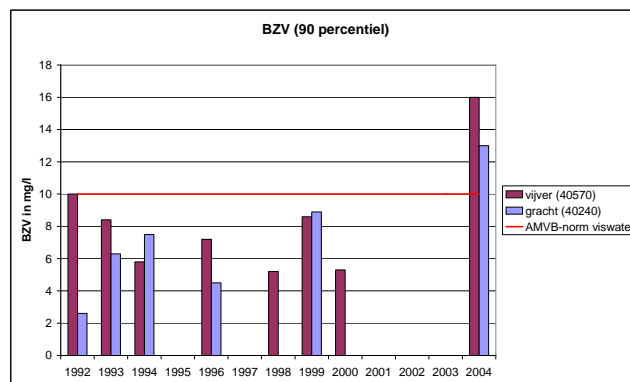
Opvallend is de enorme daling in 1999. In dat jaar wordt in beide wateren niet voldaan aan het MTR van minimaal 5 mg/l. Ook de zeer lage concentraties van slechts 2 mg/l in de slotgracht in de zomer van 2004 zijn opvallend. Zulke lage concentraties kunnen fataal zijn voor de aanwezige aquatische organismen. Mogelijk is het uitzakken van de peilen (geringe waterdiepte) in die jaren hiervoor een verklaring. In de overige gemeten jaren wordt vanaf 1996 de MTR-norm voor zuurstof wel gehaald.

### BZV

Het biologisch zuurstofverbruik (BZV) is een maat voor de hoeveelheid zuurstof die nodig is om organisch materiaal in het water af te breken door micro-organismen. In figuur 4.15 is het verloop van het BZV-gehalte voor de jaren 1992 tot en met september 2004 weergegeven en in figuur 4.16 de 90-percentielwaarde. Voor BZV geldt geen MTR-norm, zodat de 90-percentielwaarde getoetst wordt aan de AMvB-norm voor viswater van 10 mg/l.



Figuur 4.15: verloop BZV (mg/l)



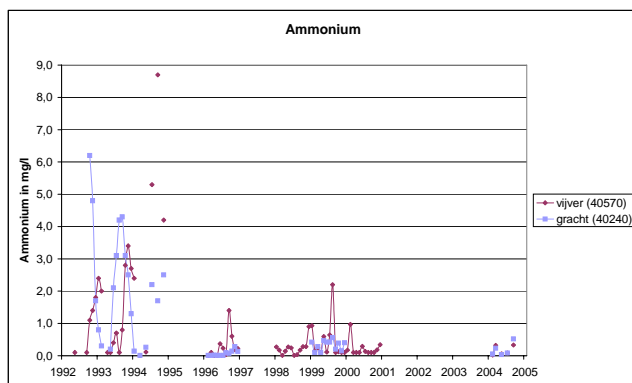
Figuur 4.16: 90-percentiel BZV (mg/l)

Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen is er in de gemeten jaren niet echt sprake van een afname van het BZV-gehalte. Er is geen duidelijke stijgende of dalende trend te zien. De BZV-waarden blijven wel onder de AMvB-norm van 10 mg/l. Alleen in 2004 is er een uitschieter en wordt de AMvB-norm zowel in de vijver als in de gracht overschreden. Dit houdt waarschijnlijk direct verband met de afbraak van algen (zie figuur 4.8).

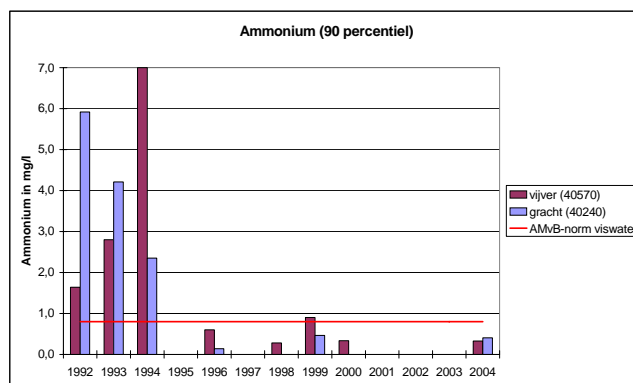
### Ammonium

In figuur 4.17 is het concentratieverloop van ammonium weergegeven. In figuur 4.18 is de 90-percentielwaarde van ammonium getoetst aan de AMvB-norm voor viswater van 0,80 mg N/l.

Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen zijn de ammoniumconcentraties in de vijver en de gracht enorm gedaald. Alleen in 1999 overschrijdt de ammoniumconcentratie in de vijver enigszins de AMvB-norm van 0,8 mg/l. In de resterende jaren na 1995 wordt de AMvB-norm niet meer overschreden. Waarschijnlijk is vooral de nalevering uit de waterbodem sterk afgenomen.



Figuur 4.17: verloop ammonium (mg/l)



Figuur 4.18: 90-percentiel ammonium (mg/l)

#### 4.5 Ecologische waterkwaliteit

Voor de ecologische waterkwaliteitsbeoordeling is gebruik gemaakt van het door de STOWA ontwikkelde beoordelingssysteem voor sloten. De STOWA-beoordelingssystemen worden ook gebruikt voor de landelijke waterkwaliteitsrapportages. De beoordeling geschiedt aan de hand van verschillende karakteristieken (zie bijlage 1). Elke karakteristiek wordt beoordeeld met een ecologisch kwaliteitsniveau. Dit niveau varieert van I (beneden-laagste) tot V (hoogste), zie tabel 4.1, en wordt bepaald met behulp van maatlatten. Deze maatlatten staan op zogenaamde toetsingskaarten. Voor verschillende watertypen bestaan verschillende toetsingskaarten. Wanneer alle karakteristieken van een watertype bij elkaar worden gezet, ontstaat een ecologisch profiel.

Tabel 4.1: ecologische niveaus volgens de STOWA-beoordeling

Ecologisch niveau	Omschrijving
I	Beneden-laagste niveau
II	Laagste niveau
III	Middelste niveau
IV	Bijna hoogste niveau
V	Hoogste niveau

De onderscheiden typologische varianten in het beoordelingssysteem voor sloten zijn primair gebaseerd op de aard van de ondergrond: zand-, klei- en veensloten. Daarnaast is er een variant zure sloten, gebaseerd op de zuurgraad. Er kan nauwelijks gesproken worden van een typische slootgemeenschap, maar eerder van een gemeenschap die kenmerkend is voor ondiep, meestal voedselrijk water. Het ecologisch profiel bestaat uit de karakteristieken trofie, saprobie, brakarakter, zuurkarakter, variant-eigen karakter en beheer.

#### Beoordeling

Het bodemtype van de vijver bestaat uit gooreerdgronden en is getoetst als zandsloot. De gracht heeft als bodemtype poldervaaggronden en is getoetst als kleisloot. In de tabellen 4.2 en 4.3 is het vastgestelde niveau per karakteristiek voor de vijver en de gracht per jaar (voor- en najaar) weergegeven. De eindscore is berekend door het afgeronde gemiddelde van de verschillende karakteristieken te berekenen (formule 4.1). De karakteristieken trofie en saprobie, de belangrijkste factoren in sloten, wegen echter zwaarder dan de andere en tellen dan ook dubbel mee. Door het ontbreken van gegevens heeft niet elke karakteristiek voor ieder jaar een score. De achterliggende resultaten van de beoordeling zijn weergegeven in bijlage 2 en 3.

$$\text{Formule 4.1:} \quad \text{Eindoordeel} = \left[ \frac{\Sigma k^1}{\text{aantalkarakteristieken}^1} \right]$$

De karakteristiek trofie vertoont in de vijver een wisselend verloop, van het beneden-laagste niveau (klasse I) tot het hoogste niveau (klasse V). In 1996 (direct na het uitvoeren van de herstelmaatregelen) scoort trofie in de vijver het hoogste niveau. Hierna ligt de score voor trofie weer lager. In de gracht scoort trofie in 1993 en in 1999 het laagste niveau (klasse II), wat duidt op verrijking met nutriënten. De karakteristiek saprobie verloopt in de gracht van het bijna hoogste niveau naar het middelste niveau. In de vijver scoort saprobie ook veelal het middelste niveau.

De karakteristiek brakkarakter voldoet in beide wateren aan het hoogste niveau (klasse V) of bijna hoogste niveau (klasse IV). Er is geen sprake van ongewenste verzilting. Het zuurkarakter heeft een slechtere score in de vijver dan in de gracht, de pH varieert echter in beide wateren rond de 8. Opvallend is dat in de gracht in beide jaren in het voorjaar het zuurkarakter het middelste niveau scoort en in het najaar wordt het hoogste niveau gescoord. In de vijver is er geen verschil in het zuurkarakter tussen het voorjaar en najaar.

Variant-eigen karakter geeft alleen een score voor 1998 (vijver) en 1999 (gracht) omdat alleen in die jaren macrofyten zijn bemonsterd. Beide wateren halen voor deze karakteristiek slechts klasse II, wat betekent dat er weinig soorten voorkomen die kenmerkend zijn voor het bodemtype. De karakteristiek beheer scoort in de gracht beter (klasse III) dan in de vijver (veelal klasse II).

Tabel 4.2: STOWA-beoordeling vijver

Jaar		Trofie	Saprobie	Brakkarakter	Zuurkarakter	Variant-eigen karakter	Beheer	Eindscore
1993	voorjaar	III	III	V	III	-	II	III
	najaar	III	V	V	III	-	II	IV
1996	voorjaar	V	-	V	II	-	II	IV
	najaar	V	-	V	II	-	II	IV
1998	voorjaar	I	IV	V	III	II	II	III
	najaar	II	III	V	III	II	II	III
1999	voorjaar	III	III	V	II	-	II	III
	najaar	III	III	V	II	-	II	III
2000	voorjaar	III	III	V	II	-	II	III
	najaar	III	III	V	II	-	I	III

Tabel 4.3: STOWA-beoordeling gracht

Jaar		Trofie	Saprobie	Brakkarakter	Zuurkarakter	Variant-eigen karakter	Beheer	Eindscore
1993	voorjaar	II	IV	V	III	-	III	III
	najaar	II	IV	V	V	-	III	IV
1999	voorjaar	II	III	IV	III	II	III	III
	najaar	II	III	IV	V	II	III	III

Samenvattend voldoet de ecologische waterkwaliteit in de vijver in 1996 (direct na het uitvoeren van de herstelmaatregelen) aan het gewenste kwaliteitsniveau (klasse IV), in de gracht wordt dit niveau in het najaar van 1993 bereikt. In de overige bemonsterde jaren wordt zowel in de vijver als in de gracht slechts het middelste kwaliteitsniveau (klasse III) gehaald. In beide wateren is geen duidelijke verandering waarneembaar na de herstelmaatregelen.

<sup>1</sup> De belangrijkste factoren (karakteristieken) tellen twee keer mee.

## Soortensamenstelling

### Macrofyten

In de vijver zijn in 1998 onder andere grote waterweegbree (*Alisma plantago-aquatica*), Engels raai-gras (*Lolium perenne*), riet (*Phragmites australis*) en pitrus (*Juncus effusus*) aangetroffen. Grote waterweegbree komt veel voor in eutrofe wateren. Ook het harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*) is aangetroffen, een soort die vooral voorkomt waar de bodem zeer voedselrijk is door de aanwezigheid van organisch materiaal dat wordt afgebroken.

In 1999 waren in de gracht onder andere ongedoorned hoornblad (*Ceratophyllum submersum*) dat vooral in zeer voedselrijk water voorkomt, kleefkruid (*Galium aparine*), riet (*Phragmites australis*) en grote brandnetel (*Urtica dioica*) aanwezig.

### Macrofauna

In 1993 kwamen grote aantallen borstelloze ringwormen (*Oligochaeta*) voor in de vijver en de gracht. In 1999 zijn deze niet meer teruggevonden. De haftlarve *Cloeon dipterum* (foto 4.1) en de zoetwaterpissebed *Asellus aquaticus* (foto 4.2) zijn in beide jaren relatief veel aangetroffen. De haftlarve is over het algemeen een positieve indicator, terwijl de zoetwaterpissebed vaak een indicator is voor verontreinigd water. Een verandering in de macrofaunasamenstelling na de herstelmaatregelen lijkt niet aanwezig.



Foto 4.1: *Cloeon dipterum*



Foto 4.2: *Asellus aquaticus*

### Fytoplankton

De meeste fytoplanktonsoorten die in beide wateren zijn aangetroffen behoren tot de groep *Chlorococcales*. Veel voorkomende soorten in de vijver zijn de groenwieren *Monoraphidium nanum*, *Monoraphidium minutum*, *Scenedesmus bicellularis* en *Stichococcus bacillaris*. Dit zijn soorten die indicatief zijn voor eutroof water. In de gracht is in 1999 vooral groenwier *Choricystis coccoides* goed vertegenwoordigd. Genoemde soorten komen afwisselend tot bloei en zijn waarschijnlijk verantwoordelijk voor de pieken in de chlorofyl-a-gehalten. Voorafgaand aan de herstelmaatregelen heeft de monitoring van fytoplankton niet plaatsgevonden.

### Zoöplankton

Een veel voorkomende zoöplanktonsoort in de vijver is het raderdier *Keratella cochlearis* (foto 4.3). Deze is veelal indicatief voor matig tot voedselrijke wateren. Andere raderdieren die veel voorkomen zijn *Pompholyx sulcate* en *Polyartha*, tevens kenmerkend voor eutroof water. Daarnaast zijn de watervlo *Bosmina longirostris* en de ciliaat *Codonella cratera* regelmatig aangetroffen. In de gracht is de monitoring van zoöplankton niet uitgevoerd.



Foto 4.3: *Keratella cochlearis*

### *Diatomeeën*

Diatomeeën (kiezelwieren) zijn in het algemeen zeer indicatief voor de waterkwaliteit omdat er veel verschillende soorten zijn en ze snel reageren bij veranderingen van het milieu. De diatomeeënpopulatie in de gracht bestaat voornamelijk uit algemene soorten. De soorten *Nitzschia archibaldii* en *Achnanthes minutissima* komen het meest voor. Deze laatste is een positieve indicator voor goede omstandigheden. Verder zijn diverse soorten aangetroffen die kenmerkend zijn voor sterk organisch verontreinigde wateren. Dit betreft indicatorsoorten als *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula cryptocephala* en *Nitzschia palea*. In de vijver is geen monitoring van diatomeeën uitgevoerd.

## 5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit hoofdstuk behandelt de conclusies en aanbevelingen ten aanzien van de drie onderzoeksvragen die zijn geformuleerd in paragraaf 1.2.

### 1. Is de waterkwaliteit (fysisch-chemisch en ecologisch) verbeterd? Zo ja, met betrekking tot welke aspecten en voldoet deze aan de gestelde normen?

#### Fysisch-chemisch

Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen in 1994/1995 is het chloridegehalte in de vijver en de gracht gedaald en is de MTR-norm van 200 mg/l niet meer overschreden. Hiermee zijn qua zoutgehalte goede ontwikkelingsmogelijkheden voor zoetwaterorganismen aanwezig. Ook de nutriëntenconcentraties zijn afgenomen. De totaal-fosfaat en totaal-stikstofconcentraties zijn ongeveer gehalveerd. In de vijver zijn de concentraties over het algemeen enigszins hoger dan in de gracht. Ook lijkt het herstel van de vijver wat totaal-fosfaat betreft meer tijd te vergen. Ondanks de afname in nutriëntenconcentraties is het watersysteem nog steeds eutroof. Beide wateren zijn zeer fosfaatrijk met een overschrijding van ongeveer 4 maal het MTR in 2004. Totaal-stikstof varieert de laatste jaren veelal rond of net boven het MTR.

Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen zijn de chlorofylconcentraties niet echt afgenomen. Pieken van boven de 100 µg/l blijven aanwezig als gevolg van de relatief hoge nutriëntenconcentraties. Het doorzicht in de gracht lijkt enigszins te zijn toegenomen, maar in de vijver is nauwelijks verbetering zichtbaar. Wel wordt vanaf 1996 voldaan aan de MTR-norm van 4 dm doorzicht, behalve in 2004 in de vijver.

De zuurstofconcentraties zijn sterk toegenomen na de uitvoering van de herstelmaatregelen en variëren in beide wateren gemiddeld tussen de 8 en 12 mg/l. Waarschijnlijk heeft het baggeren hier met name aan bijgedragen. Opvallend zijn wel de lage concentraties van circa 2 mg O<sub>2</sub>/l in de zomers van 1999 en 2004. Zulke lage concentraties kunnen fataal zijn voor de aanwezige aquatische organismen. Mogelijk is het uitzakken van de peilen hiervoor een verklaring.

Het BZV-gehalte vertoont geen duidelijke stijgende of dalende trend na de herstelmaatregelen en blijft over het algemeen onder de AMvB-norm voor viswater van 10 mg/l. De ammoniumconcentraties zijn sinds 1996 wel enorm afgenomen en voldoen ruimschoots aan de AMvB-norm van 0,8 mg/l. Gezien de afname van de ammoniumconcentraties lijkt de nalevering uit de waterbodem sterk te zijn afgenomen.

Concluderend kan gesteld worden dat de nutriënten- en zuurstofhuishouding in de vijver en de gracht zijn verbeterd na het uitvoeren van de herstelmaatregelen. Dit komt overeen met de bevindingen van Staatsbosbeheer. Het watersysteem is echter nog steeds eutroof (fosfaatrijk) en pieken van algen-groei blijven de laatste jaren optreden.

#### Ecologisch

Bij de ecologische beoordeling zijn niet in alle jaren dezelfde gegevens gebruikt. Alleen in 1998 voor de vijver en in 1999 voor de gracht waren er voldoende meetgegevens aanwezig om een volledig ecologisch profiel weer te geven. Op basis van deze beperkte gegevens kan gesteld worden dat de ecologische waterkwaliteit in de gracht en de vijver geen grote verschillen vertoont. De eindscore van de STOWA-beoordeling ligt in beide wateren in de meeste jaren op het middelste niveau (klasse III). Daarmee voldoen de wateren niet aan het gewenste kwaliteitsniveau (klasse IV). Met name de belangrijkste karakteristieken trofie en saprobie scores onvoldoende. Dit is ook terug te zien in de soortensamenstelling, die veelal bestaat uit kenmerkende soorten voor voedselrijk en saproob water. Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen lijkt in beide wateren geen duidelijke verbetering opgetreden in de ecologische waterkwaliteit.

## **2. Indien dit niet het geval is, welke aanvullende maatregelen kunnen genomen worden?**

Beide wateren zijn in 2004 nog zeer fosfaatrijk. Het is niet helemaal duidelijk waar de hoge fosfaatconcentraties in de waterpartijen vandaan komen. Waarschijnlijk is de bodem rondom de waterpartijen erg fosfaatrijk en zorgt uit- en afspoeling voor hoge fosfaatconcentraties in de vijver en de gracht. Ook op andere locaties in Zeeland worden in geïsoleerde duinplassen soms hoge fosfaatconcentraties aangetroffen. Aanbevolen wordt nader onderzoek te doen naar de herkomst van dit fosfaat.

Verder is het aan te bevelen nader onderzoek te doen naar de visstand in de vijver in verband met bodemwoeling door vissen. Afhankelijk van de uitkomst van dit onderzoek zou het eventuele teveel aan witvis weggevangen kunnen worden. Tevens zal in dit onderzoek naar voren komen in hoeverre de maatregel betreffende het uitzetten van jonge snoek in de vijver levensvatbaar is geweest. Het is bekend dat er momenteel grotere snoeken (lengte circa 50-60 cm) aanwezig zijn. Monitoring van de visstand heeft echter niet meer plaatsgevonden.

Ten slotte wordt aanbevolen een gebiedsdekkend onderzoek uit te voeren naar macrofyten. Tot nu toe is de monitoring van macrofyten steeds op dezelfde monsterpunten uitgevoerd, waardoor slechts een lokaal beeld wordt verkregen.

## **3. Kan het waterpeil in de vijver en de gracht voldoende worden gehandhaafd?**

Door het plaatsen van de twee stuwen en het inlaatgemaal kunnen de peilen in de gracht beter gehandhaafd worden. Uit de peilregistratie bij de stuwen blijkt echter dat in de zomermaanden nog regelmatig peiluitzakkingen plaatsvinden. In de zomer van 2003 en 2004 vinden zelfs peiluitzakkingen plaats van 50 à 60 cm. Het inlaatgemaal kan het peil in deze perioden niet goed handhaven. Uit de peilregistratie van de aangrenzende polderwatergang blijkt dat het peil in de zomer te laag is om water op te pompen. Daarnaast heeft het waterschap geconstateerd dat een van de stuwen lekt (water stroomt tussen de planken door). Het waterschap is daarom voornemens een nieuwe klepstuw te plaatsen en aan de andere kant een vaste dam aan te leggen.

Mogelijk ontstaan door de peiluitzakkingen in de gracht zeer lage zuurstofconcentraties. Het is aan te bevelen een onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden voor het verhogen van het peil in de polderwatergang zodat er voldoende water kan worden ingelaten en het peil in de gracht ook in de zomermaanden beter kan worden gehandhaafd. Tevens is het verbeteren van de werking en registratie van de opmaling aan te bevelen.



## LITERATUUR

Alterra, *Selectie van indicatoren voor oppervlaktewateren, Invulling van indicatieve macrofauna, macrofyten en vissen voor Kaderrichtlijn Water typen*, Wageningen, 2003.

Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs, *Waterplanten en waterkwaliteit*, 1988.

Franken, J.M., J.P. Gardeniers en T.H.M. Peeters, Leerstoelgroep Aquatische Ecologie en Waterkwaliteitsbeheer, Wageningen Universiteit, *Handboek Nederlandse Ecologische Beoordelingssystemen (EBEO-systemen), Deel A. Filosofie en beschrijving van de systemen*, Wageningen, 2002.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Vierde Nota Waterhuishouding*, Den Haag, 1998.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 6, Sloten*, Wageningen, 2000.

Pot, R., *Veldgids nr.17: Veldgids, Water- en Oeverplanten*, Utrecht, 2003.

Provincie Zeeland, *Samen Slim met Water; Waterhuishoudingsplan 2001-2006*, Middelburg, 2000.

RIZA, *Handleiding Bestrijding Eutrofiëring; Mogelijke maatregelen bij de bestrijding van eutrofiëring in Nederlandse meren en plassen*, Lelystad, 1996.

RIZA, *Relaties tussen eutrofiëringsvariabelen en systeemkenmerken van de Nederlandse meren en plassen; Deelrapport II voor de Vierde Eutrofiëringsenquête*, Lelystad, 1998.

STOWA, *Referenties en maatlatten voor meren ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water*, 2004

Waterschap Zeeuwse Eilanden, *Met het water mee; Waterbeheersplan 2002-2007*, Goes, 2002.

Waterschap Walcheren, *Westhove op de schop*, Middelburg, 1994.

[www.kulak.ac.be](http://www.kulak.ac.be): foto 4.1.

[www.iopan.gda.pl](http://www.iopan.gda.pl): foto 4.2.

[www.stetson.edu](http://www.stetson.edu): foto 4.3.



## BIJLAGE 1: OVERZICHT KARAKTERISTIEKEN STOWA-BEOORDELING

Elke karakteristiek wordt beoordeeld met een ecologisch kwaliteitsniveau. Het niveau wordt bepaald met behulp van maatlatten. Deze maatlatten staan op zogenaamde toetsingskaarten, die per watertype verschillend zijn. Wanneer alle karakteristieken van een watertype bij elkaar worden gezet, ontstaat een ecologisch profiel. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de karakteristieken van het STOWA-beoordelingssysteem voor sloten.

Tabel 1: De karakteristieken van het STOWA-beoordelingssysteem sloten

Beïnvloedingsfactor	Karakteristiek	Maatstaf
Eutrofiëring	Trofie	Indicatoren macrofyten voor eutrofie Indicatoren diatomeeën voor eutrofie Nutriëntenhuishouding
Saprobiëring	Saprobie	Indicatoren macrofauna voor meso-/polysaprobie Indicatoren diatomeeën voor meso-/polysaprobie Zuurstofhuishouding
Verzilt/verzoet	Brak karakter	Indicatoren macrofauna voor brak water Indicatoren diatomeeën voor brak water Chloriniteit
Verzuring/alkalisering	Zuur karakter	Indicatoren macrofauna voor zuur water Indicatoren diatomeeën voor zuur water Zuurgraad
Waterkwantiteit	Waterchemie	Relatieve verhouding tussen indicatoren macrofyten voor bicarbonaatrijk water, chloriderijk water en sulfaatrijk water Verhouding tussen EGV en IR Verhouding tussen bicarbonaat, chloride en sulfaat
	Permanentie	Indicatoren macrofauna voor opdroging
Inrichting	Structuur	Aantal soorten hydrofyten Abundantie hydrofyten Aantal soorten helofyten Abundantie helofyten Vorm slootprofiel
Typologisch aspect	Variant-eigen karakter	Indicatoren macrofyten voor zandsloten/veensloten/kleislotten Indicatoren macrofauna voor brakke sloten Indicatoren diatomeeën voor brakke sloten Indicatoren macrofauna voor zure sloten Indicatoren diatomeeën voor zure sloten

De karakteristiek beheer krijgt de beoordeling die behoort bij het laagst verkregen ecologische kwaliteitsniveau van de beïnvloedingsfactoren waterkwantiteit en inrichting. Dit zijn de karakteristieken waterchemie, permanentie en structuur.

### Toelichting beïnvloedingsfactoren

De beïnvloedingsfactor eutrofiëring staat voor verrijking van het ecosysteem met nutriënten, die het gevolg kan zijn van de mineralisatie van de bodem of exogene toevoeging door bijvoorbeeld effluënten of door de inlaat van nutriëntenrijk water. De beïnvloedingsfactor saprobiëring staat voor verrijking van het ecosysteem met organisch materiaal, die het gevolg kan zijn van exogene toevoeging of secundair van eutrofiëring. De beïnvloedingsfactor verzilt/verzoet staat voor verstoring van zoete ecosystemen door verrijking met zout. De beïnvloedingsfactor waterkwantiteitsbeheer heeft betrekking op de aard van het (ingelaten) water en het peilregime. Gedurende bepaalde perioden in het jaar kan er sprake zijn van een tekort aan water, waardoor sloten kunnen opdrogen. Dit tekort aan water kan een fenomeen zijn dat van nature optreedt, maar kan ook het gevolg zijn van het gevoerde peilbeheer. De beïnvloedingsfactor inrichting heeft betrekking op de factoren die ingrijpen op de morfologie van de sloot.



## BIJLAGE 2: RESULTATEN ECOLOGISCHE BEOORDELING GRACHT

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 13:31:33

Meetpunt: O40240 - O40240  
Periode: 01-01-1993 t/m 30-06-1993 Kleislotten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				II	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	32	1		
SAPROBIE				IV	67
	Macrofauna	42	2		
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	3,2	3		
BRAKKARAKTER				V	67
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	213	3		
ZUURKARAKTER				III	100
	Zuurgraad	8,1	2		
WATERCHEMIE				III	33
	%-bicarbonaat macrofyten				
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch				
	%-chloride abiotisch	100	2		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV				
PERMANENTIE				V	100
	Droogval	0	3		
TOXICITEIT				II	100
	Gevoeligheid	5	1		
STRUCTUUR				***	***
	Soortenrijkdom hydrofyten				
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Klei				

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 13:31:33

Meetpunt: O40240 - O40240  
Periode: 01-07-1993 t/m 31-12-1993 Kleislotten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				II	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	32	1		
SAPROBIE				IV	67
	Macrofauna	61	2		
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	3,2	3		
BRAKKARAKTER				V	67
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	172	3		
ZUURKARAKTER				V	100
	Zuurgraad	7,8	3		

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
WATERCHEMIE	%-bicarbonaat macrofyten %-chloride macrofyten %-sulfaat macrofyten %-bicarbonaat abiotisch %-chloride abiotisch %-sulfaat abiotisch IR/EGV	100	2	III	33
PERMANENTIE	Droogval	0	3	V	100
TOXICITEIT	Gevoeligheid	3	1	II	100
STRUCTUUR	Soortenrijkdom hydrofyten Abundantie hydrofyten Soortenrijkdom helofyten Abundantie helofyten Slootprofiel			***	***
VARIANT-EIGEN KARAKTER	Klei			***	***

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 13:31:35

Meetpunt: O40240 - O40240  
Periode: 01-01-1999 t/m 30-06-1999 Kleisloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE	Macrofyten Diatomeeen Nutrientenhuishouding	100 23 28,8	1 2 2	II	100
SAPROBIE	Macrofauna Diatomeeen Zuurstofhuishouding	20 22 8	3 2 2	III	100
BRAKKARAKTER	Macrofauna Diatomeeen Chloriniteit	0 22 134	3 2 3	IV	100
ZUURKARAKTER	Zuurgraad	8	2	III	100
WATERCHEMIE	%-bicarbonaat macrofyten %-chloride macrofyten %-sulfaat macrofyten %-bicarbonaat abiotisch %-chloride abiotisch %-sulfaat abiotisch IR/EGV	75 25 0 41 50 9 0,59	3 2 2 3 3 3 2	IV	100
PERMANENTIE	Droogval	1	3	V	100
TOXICITEIT	Gevoeligheid	28	3	V	100
STRUCTUUR	Soortenrijkdom hydrofyten Abundantie hydrofyten Soortenrijkdom helofyten Abundantie helofyten Slootprofiel	2 1811 3 2712	1 3 1 3	III	80
VARIANT-EIGEN KARAKTER	Klei	20	1	II	100

Datum: 17-01-2005  
Tijd: 13:31:35

Ecologische beoordeling sloten

Meetpunt: O40240 - O40240  
Periode: 01-07-1999 t/m 31-12-1999

Kleislotten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				II	100
	Macrofyten	100	1		
	Diatomeeen	27	2		
	Nutriëntenhuishouding	28,8	2		
SAPROBIE				III	100
	Macrofauna	19	3		
	Diatomeeen	31	2		
	Zuurstofhuishouding	8	2		
BRAKKARAKTER				IV	100
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen	28	2		
	Chloriniteit	140	3		
ZUURKARAKTER				V	100
	Zuurgraad	7,8	3		
WATERCHEMIE				IV	100
	%-bicarbonaat macrofyten	78	3		
	%-chloride macrofyten	22	2		
	%-sulfaat macrofyten	0	2		
	%-bicarbonaat abiotisch	51	3		
	%-chloride abiotisch	43	3		
	%-sulfaat abiotisch	6	3		
	IR/EGV	0,5	2		
PERMANENTIE				V	100
	Droogval	3	3		
TOXICITEIT				V	100
	Gevoeligheid	19	3		
STRUCTUUR				III	80
	Soortenrijkdom hydrofyten	2	1		
	Abundantie hydrofyten	1812	3		
	Soortenrijkdom helofyten	4	1		
	Abundantie helofyten	3614	3		
	Slotprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				II	100
	Klei	17	1		





### BIJLAGE 3: RESULTATEN ECOLOGISCHE BEOORDELING VIJVER

Datum: 17-01-2005		Ecologische beoordeling sloten			
Tijd: 14:40:21					
Meetpunt: O40570 - O40570		Zandsloten			
Periode: 01-01-1993 t/m 30-06-1993					
Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				III	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	29,8	2		
SAPROBIE				III	33
	Macrofauna	49	2		
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	2,8	0		
BRAKKARAKTER				V	67
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	213	3		
ZUURKARAKTER				III	67
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	7,9	1		
WATERCHEMIE				II	33
	%-bicarbonaat macrofyten				
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch				
	%-chloride abiotisch	100	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV				
PERMANENTIE				V	100
	Droogval	0	3		
TOXICITEIT				II	100
	Gevoeligheid	1	1		
STRUCTUUR				***	***
	Soortenrijkdom hydrofyten				
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Zand				

Datum: 17-01-2005		Ecologische beoordeling sloten			
Tijd: 14:40:21					
Meetpunt: O40570 - O40570		Zandsloten			
Periode: 01-07-1993 t/m 31-12-1993					
Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				III	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	29,8	2		
SAPROBIE				V	33
	Macrofauna	10	3		
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	2,8	0		
BRAKKARAKTER				V	67
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	192	3		

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
ZUURKARAKTER	Macrofauna	0	3	III	67
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	7,7	1		
WATERCHEMIE	%-bicarbonaat macrofyten			II	33
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch				
	%-chloride abiotisch	100	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV				
PERMANENTIE	Droogval	0	3	V	100
TOXICITEIT	Gevoeligheid	2	1	II	100
STRUCTUUR	Soortenrijkdom hydrofyten			***	***
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Zand				

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 14:40:22

Meetpunt: O40570 - O40570  
Periode: 01-01-1996 t/m 30-06-1996 Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE	Macrofyten			V	33
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	15,8	3		
SAPROBIE	Macrofauna			***	***
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	1	0		
BRAKKARAKTER	Macrofauna			V	33
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	170	3		
ZUURKARAKTER	Macrofauna			II	33
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	8,1	1		
WATERCHEMIE	%-bicarbonaat macrofyten			II	33
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch				
	%-chloride abiotisch	100	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV				
PERMANENTIE				***	***
	Droogval				
TOXICITEIT	Gevoeligheid			***	***
STRUCTUUR	Soortenrijkdom hydrofyten			***	***
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Zand				

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 14:40:22

Meetpunt: O40570 - O40570  
Periode: 01-07-1996 t/m 31-12-1996 Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				V	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	15,8	3	***	***
SAPROBIE					
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	1	0	V	33
BRAKKARAKTER					
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	184	3	II	33
ZUURKARAKTER					
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	7,8	1	II	33
WATERCHEMIE					
	%-bicarbonaat macrofyten				
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch				
	%-chloride abiotisch	100	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV			***	***
PERMANENTIE					
	Droogval			***	***
TOXICITEIT					
	Gevoeligheid			***	***
STRUCTUUR					
	Soortenrijkdom hydrofyten				
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel			***	***
VARIANT-EIGEN KARAKTER					
	Zand				

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 14:40:22

Meetpunt: O40570 - O40570  
Periode: 01-01-1998 t/m 30-06-1998 Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				I	67
	Macrofyten	100	1		
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	31,2	1	IV	67
SAPROBIE					
	Macrofauna	17	3		
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	8	2	V	67
BRAKKARAKTER					
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	153	3	III	67
ZUURKARAKTER					
	Macrofauna	8	3		
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	8,3	1		

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
WATERCHEMIE				II	100
	%-bicarbonaat macrofyten	40	2		
	%-chloride macrofyten	0	2		
	%-sulfaat macrofyten	60	1		
	%-bicarbonaat abiotisch	35	2		
	%-chloride abiotisch	65	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV	0,59	2		
PERMANENTIE				V	100
	Droogval	0	3		
TOXICITEIT				III	100
	Gevoeligheid	6	2		
STRUCTUUR				III	80
	Soortenrijkdom hydrofyten	1	1		
	Abundantie hydrofyten	902	3		
	Soortenrijkdom helofyten	7	2		
	Abundantie helofyten	6324	3		
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				II	100
	Zand	0	1		

Datum: 17-01-2005  
Tijd: 14:40:22

Ecologische beoordeling sloten

Meetpunt: O40570 - O40570

Periode: 01-07-1998 t/m 31-12-1998

Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				II	67
	Macrofyten	50	2		
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	31,2	1		
SAPROBIE				III	67
	Macrofauna	22	2		
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	8	2		
BRAKKARAKTER				V	67
	Macrofauna	0	3		
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	141	3		
ZUURKARAKTER				III	67
	Macrofauna	3	3		
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	8,3	1		
WATERCHEMIE				II	100
	%-bicarbonaat macrofyten	47	2		
	%-chloride macrofyten	13	2		
	%-sulfaat macrofyten	40	2		
	%-bicarbonaat abiotisch	38	2		
	%-chloride abiotisch	62	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV	0,6	2		
PERMANENTIE				V	100
	Droogval	0	3		
TOXICITEIT				III	100
	Gevoeligheid	11	2		
STRUCTUUR				III	80
	Soortenrijkdom hydrofyten	2	1		
	Abundantie hydrofyten	1804	3		
	Soortenrijkdom helofyten	9	2		
	Abundantie helofyten	8136	3		
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				II	100
	Zand	0	1		

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 14:40:23

Meetpunt: O40570 - O40570  
Periode: 01-01-1999 t/m 30-06-1999 Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				III	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	29,8	2		
SAPROBIE				III	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	8,5	2		
BRAKKARAKTER				V	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	128	3		
ZUURKARAKTER				II	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	8,3	1		
WATERCHEMIE				II	67
	%-bicarbonaat macrofyten				
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch	35	2		
	%-chloride abiotisch	65	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV	0,58	2		
PERMANENTIE				***	***
	Droogval				
TOXICITEIT				***	***
	Gevoeligheid				
STRUCTUUR				***	***
	Soortenrijkdom hydrofyten				
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Zand				

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 14:40:23

Meetpunt: O40570 - O40570  
Periode: 01-07-1999 t/m 31-12-1999 Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				III	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	29,8	2		
SAPROBIE				III	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	8,5	2		
BRAKKARAKTER				V	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	131	3		
ZUURKARAKTER				II	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	7,8	1		

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
WATERCHEMIE				II	67
	%-bicarbonaat macrofyten				
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch	37	2		
	%-chloride abiotisch	63	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV	0,52	2		
PERMANENTIE				***	***
	Droogval				
TOXICITEIT				***	***
	Gevoeligheid				
STRUCTUUR				***	***
	Soortenrijkdom hydrofyten				
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Zand				

Datum: 17-01-2005 Ecologische beoordeling sloten  
Tijd: 14:40:23

Meetpunt: O40570 - O40570  
Periode: 01-01-2000 t/m 30-06-2000 Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				III	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	22,5	2		
SAPROBIE				III	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	7,5	2		
BRAKKARAKTER				V	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	131	3		
ZUURKARAKTER				II	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	8,1	1		
WATERCHEMIE				II	67
	%-bicarbonaat macrofyten				
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch	31	2		
	%-chloride abiotisch	69	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV	0,51	2		
PERMANENTIE				***	***
	Droogval				
TOXICITEIT				***	***
	Gevoeligheid				
STRUCTUUR				***	***
	Soortenrijkdom hydrofyten				
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slootprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Zand				

Datum: 17-01-2005  
Tijd: 14:40:23

Ecologische beoordeling sloten

Meetpunt: O40570 - O40570  
Periode: 01-07-2000 t/m 31-12-2000

Zandsloten

Karakteristiek	Maatstaf	Score	Klasse	Niveau	Perc
TROFIE				III	33
	Macrofyten				
	Diatomeeen				
	Nutriëntenhuishouding	22,5	2		
SAPROBIE				III	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurstofhuishouding	7,5	2		
BRAKKARAKTER				V	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Chloriniteit	138	3		
ZUURKARAKTER				II	33
	Macrofauna				
	Diatomeeen				
	Zuurgraad	8	1		
WATERCHEMIE				I	67
	%-bicarbonaat macrofyten				
	%-chloride macrofyten				
	%-sulfaat macrofyten				
	%-bicarbonaat abiotisch	37	2		
	%-chloride abiotisch	63	1		
	%-sulfaat abiotisch				
	IR/EGV	0,45	1		
PERMANENTIE				***	***
	Droogval				
TOXICITEIT				***	***
	Gevoeligheid				
STRUCTUUR				***	***
	Soortenrijkdom hydrofyten				
	Abundantie hydrofyten				
	Soortenrijkdom helofyten				
	Abundantie helofyten				
	Slotprofiel				
VARIANT-EIGEN KARAKTER				***	***
	Zand				