



Perifytonfilter voor een zuiverende sloot

Natuurlijke Grenswateren

De Maas wordt gevoed door tal van beken en zijriviertjes uit Nederland en Duitsland. Maar het water dat op weg is naar de Maas trekt zich niets aan van de landsgrens. Daarom werken vijf Duitse en Nederlandse waterschappen in het stroomgebied van de Maas samen aan de verbetering van waterkwaliteit en waternatuur. Dat gebeurt in het grensoverschrijdende project Natuurlijke Grenswateren - Nagrewa. Samenwerkende projectpartners zijn waterschap Aa en Maas, waterschap Rivierenland, waterschap Peel en Maasvallei, Schwalmverband, Niersverband.

Het project wordt in het kader van het INTERREG IV A-programma Deutschland-Nederland gefinancierd met middelen uit het Europese Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO), de provincie Brabant, de provincie Gelderland, de provincie Limburg, het Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr van de deelstaat Nordrhein-Westfalen en de HIT Umwelt- und Naturschutz Stiftungs-GmbH. Het project wordt begeleid door het programma management van de Euregio Rijn-Waal en de Euregio Rijn-Maas-Noord. Zie voor meer informatie: www.nagrewa.eu.

Das Projekt wird unterstützt durch |
Het project werd mede mogelijk gemaakt door:

HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER

Boschveldweg 21
Postbus 525
5201 AM 's-Hertogenbosch
+31 73 687 41 11 Telefoon
+31 73 612 07 76 Fax
info@den-bosch.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Perifytonfilter voor een zuiverende sloot

Verkorte documenttitel Perifytonfilter voor een zuiverende sloot

Status Definitief rapport

Datum 30 oktober 2012

Projectnaam Zuiverende sloot


Projectnummer 9W3326

Opdrachtgever Waterschap Rivierenland


Referentie 9W3326/R00003/902795/AH/DenB

Auteur(s) ir. F.C.J. van Herpen

Collegiale toets ir. F.Th. Verhagen

Datum/paraaf 30/10/12 

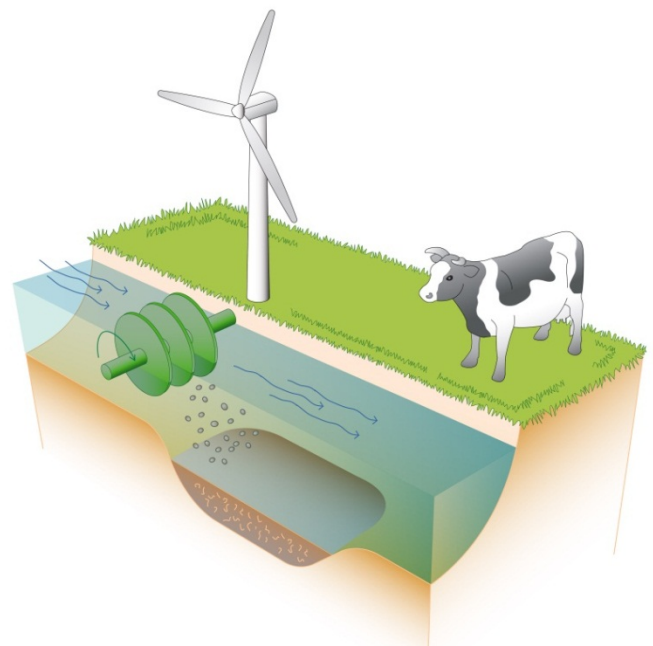
Vrijgegeven door ir. A.P. van den Berg

Datum/paraaf 30-10-12 

SAMENVATTING

Bij waterzuivering in de sloot wordt vaak gedacht aan natuurvriendelijke oevers of helofytenfilters. Beide oplossingen kunnen effectief zijn, maar het nadeel is dat deze ook landbouwgrond kosten. Daarom ging Waterschap Rivierenland in 2010 op zoek naar nieuwe oplossingen die zo min mogelijk ruimte in beslag nemen. Dit initiatief is genomen binnen het Interreg IV-A initiatief 'Natuurlijke grenswateren'. Royal HaskoningDHV kwam met het idee van de "nutriënteval", een combinatie van het laten groeien van perifyton en het afvangen van nutriëntenrijk materiaal in een slibvang. Dit concept is gedurende ruim een jaar in de praktijk getest.

Het ontwikkelen en opzetten van een geschikte proefopstelling was een zoektocht. Zoals met de meeste innovaties begin je met een eerste idee en verandert dit gedurende de zoektocht. Het eerste ontwerp en idee zijn weergegeven in figuur 1. Perifyton heeft licht nodig om te kunnen groeien. Daarom bestond het ontwerp uit een rotor die langzaam ronddraait. Het gehele oppervlak vangt zo licht. Voor de aandrijving is energie nodig die door bijvoorbeeld een windmolen zou kunnen worden geleverd. Maar aan dit ontwerp kleven de nodige nadelen: de bevestiging van de constructie in de oever is complex, het oppervlak waar materiaal op kan groeien blijft nog beperkt. En aan een windmolen, of zonnecel, kleven allerlei praktische bezwaren.



Figuur 1: Eerste concept voor de nutriënteval

Wat is perifyton?

Perifyton is een verzameling van algen, bacteriën en andere micro-organismen die in een watermilieu een biofilm op substraten vormt. Een substraat kan bijvoorbeeld een rietstengel, steen, maar ook een kunstmatig materiaal zijn. In contact met water zet zich organisch materiaal af op het substraat wat weer bacteriën aantrekt. Vervolgens zullen diatomeeën zich vestigen en in een later stadium draadvormige groenalgen. De biofilm wordt bij elkaar gehouden door een slijmlaag, extracellulaire polymer substances (EPS). Deze slijmlaag wordt geproduceerd door de organismen in de biofilm. De perifyton haalt fosfor en stikstof uit het water. Ze gebruiken deze nutriënten voor de celopbouw en metabolisme. Perifyton bestaat voor 3-12% uit stikstof en voor 0,2-4% uit fosfor. Perifyton vormt een belangrijk onderdeel van de voedselketen onder water.

Daarom was de volgende stap het optimaliseren van het ontwerp, inclusief het meest geschikte aangroei materiaal. In samenwerking met de Hogere Agrarische School Den Bosch zijn laboratoriumproeven uitgevoerd. In vier testbakken is gedurende een aantal maanden water doorstroomt van een vergelijkbare kwaliteit als een gemiddelde landbouwsloot.

In de testopstelling zijn vier typen substraat uitgeprobeerd: sisaltouw, kunstgras, plastic rekken en piepschuim. De eerste maand groeide er nog nauwelijks perifyton, maar in de tweede maand bleek het sisaltouw duidelijk de beste ondergrond.

Daarom is verder gegaan met een ontwerp voor sisaltouw. Er is nagedacht over verschillende constructies variërend van drijvende tot volledig onder water staande systemen. Belangrijke aandachtspunten voor het bepalen van de keuze waren kosten, levensduur, eenvoud, geen opstuwning in de sloot, beheer en onderhoud van de sloot (maaïen), gevoeligheid voor vandalisme en mogelijkheden om een substraat te gebruiken. Op basis van deze criteria is gekozen voor een drijvende constructie. Deze is onderhoudsvriendelijk, algemeen toepasbaar en eenvoudig te verplaatsen zodat maaïen van de watergang mogelijk blijft. Het systeem bestaat uit PVC buizen, die door middel van stalen kabels en buisringen met elkaar verbonden zijn. Het gehele systeem inclusief verankeringen heeft een lengte van ongeveer 10 meter en 5 meter breed. Aan de buizen zijn in totaal 3000 touwen vastgeknoopt. Een tijdrovende klus die met hulp van studenten van de HAS Den Bosch effectief kon worden uitgevoerd. Het systeem is in juni 2011 geïnstalleerd in een sloot in Overasselt binnen het beheergebied van Waterschap Rivierenland (figuur 2). In dezelfde maand is de slibvang gemaakt door de bestaande waterloop te verbreden en verdiepen. De stroomsnelheid wordt daarmee verlaagd zodat onopgeloste deeltjes, ook van het perifytonfilter kunnen bezinken.



Figuur 2: Gerealiseerde drijfconstructie in Overasselt. De touwen hangen in het water en zijn niet zichtbaar

Het systeem is van de zomer 2011 tot en met de zomer van 2012 gemonitord. Er is gekeken naar (1) de indruk en praktijkervaring met de proefopstelling, (2) waterkwaliteit, (3) aangroei van perifyton, (4) stroomsnelheid en debiet in de waterloop en (5) werking van de slibvang.

De constructie bleek goed in elkaar te zitten. Ook na perioden van hoge afvoer en vorst bleef het systeem goed op zijn plek liggen. Vooraf was de verwachting dat de constructie met de hand verplaatst kon worden. In de praktijk bleek de weerstand van het filter in het water of het gewicht van de constructie te groot. Er is daarom gebruik gemaakt van een kraan die toch aanwezig was bij het maaien. De aangelegde slibvang heeft gewerkt, maar waarschijnlijk kan er meer slib worden ingevangen indien de stroming lager is. Een goed functionerende slibvang kost echter wel ruimte van de oevers (landbouwgrond) wat tegen de uitgangspunten van het onderzoek in gaat. Onderhoudsmedewerkers van het waterschap hebben regelmatig drijfvuil en vrijkomende plantenresten verwijderd die in het filter bleven hangen. Na een jaar in het water hangen, zaten de touwen nog wel vast aan de constructie, maar vielen de touwen wel bijna uit elkaar. De levensduur blijft daarom beperkt tot ruim een jaar. Bij langere proeven moet dus gebruik worden gemaakt van andere materialen, zoals kunststof. De aangroei van perifyton materiaal bleek maar moeilijk op gang te komen. Kennelijk waren de omstandigheden niet zo optimaal als in het laboratorium. Beperkende factoren zijn mogelijk:

- Een te laag gehalte vrij opneembaar fosfaat in het water (stikstof was wel hoog in Overasselt).
- Te weinig licht voor goede groei algen. Het was een sombere zomer en begroeiing langs de oever zorgt voor schaduw.
- Te hoge stroomsnelheid waardoor aangroei niet op gang komt.

Daarom is besloten om in het voorjaar van 2012 vijf extra miniproeven te houden. De proefinstallaties zijn verkleinde versies van de installatie bij Overasselt, bestaande uit kleine drijvers met touwen. Er is hier niet uitgebreid gemonitord, maar alleen visueel geïnspecteerd. De locaties hebben twee maanden in het water gehangen. Op één van de vijf locaties was duidelijk zichtbaar sprake van aangroei van perifyton. Dit was een locatie met een gemiddelde stroomsnelheid, voldoende nutriënten, volop licht en nauwelijks drijfvuil. Kennelijk werkt het principe goed en snel bij optimale condities. Wanneer dit niet het geval is komt de aangroei niet of veel langzamer op gang. Grootschalige toepassing, zoals vooraf gehoopt, ligt daarom niet voor de hand. De techniek is wel interessant voor specifieke locaties en kan mogelijk geoptimaliseerd worden wanneer het gecombineerd wordt met de groei van waterplanten.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Aanpak	3
2	ONTWERP OPSTELLING	4
2.1	Locatieonderzoek	4
2.2	Uitwerking opstelling	5
2.3	Laboratoriumexperiment substraat	5
2.4	Definitief Ontwerp	6
2.5	Slibvang	6
2.6	Plaatsing praktijkopstelling	7
2.7	Uitbreiding veldexperiment	8
2.8	Monitoring	8
3	RESULTATEN - HOOFDEXPERIMENT	10
3.1	Algemene indruk	10
3.2	Waterkwaliteit	10
3.3	Groei perifyton	12
3.4	Afvoer	13
3.5	Slibvang	13
3.6	Ervaring beheer & onderhoud	14
4	RESULTATEN - AANVULLENDE VELDEXPERIMENTEN	15
5	CONCLUSIES & AANBEVELINGEN	18
5.1	Conclusies - hoofdexperiment	18
5.2	Conclusies - aanvullende experimenten	19
5.3	Aanbevelingen	19
6	COMMUNICATIE	21
6.1	Persberichten	21
6.2	Veldbezoek projectpartners Nagrewa	21
6.3	Zichtbaarheid	22

BIJLAGEN

1. Locaties aanvullend veldonderzoek
2. Foto's veldonderzoek - Overasselt
3. Waterstanden en debieten Overasselt
4. Foto's aanvullend veldonderzoek
5. Onderzoek geschikte proeflocaties
6. Globale opzet veldexperiment
7. Uitwerking ontwerpvarianten
8. Definitief ontwerp veldexperiment
9. Ontwerp slibvang

10. Verslag plaatsing veldexperiment
11. Monitoringsplan
12. Resultaten monitoring september 2011
13. Voortgangsrapportage oktober 2011
14. Verslag monitoring veldexperiment en aanvullend veldexperiment juli 2012

1 INLEIDING

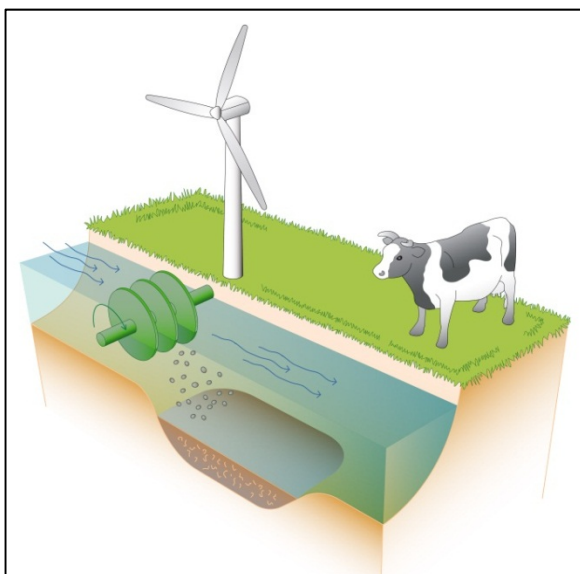
1.1 Achtergrond

Waterschap Rivierenland onderzoekt nieuwe mogelijkheden om de waterkwaliteit in landbouwgebied te verbeteren. Dit wordt gedaan binnen het INTERREG koepelproject Natuurlijke Grenswateren (Nagrewa). Doel van het koepelproject om door de uitvoering van de geplande maatregelen (in de vorm van 13 deelprojecten) een structurele bijdrage te leveren aan de verbetering van de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in de grensgebieden door grensoverschrijdend, duurzaam water-, milieu- en natuurbeheer.

De projecten zijn onder te verdelen in onderzoek naar 'innovatie' en 'best practices'. Onder innovatieve projecten wordt geëxperimenteerd met nieuwe technieken. Een van de projecten is onderzoek aan de zuiveringsvoorziening in de sloot gericht op waterkwaliteit (stikstof en fosfor). Naast maatregelen op het niveau van boerenerf of perceel, kan namelijk ook gedacht worden aan maatregelen in de sloot (in het watersysteem) om negatieve effecten op de waterkwaliteit van landbouwemissies te beperken. "Best practices" zoals helofytenfilters en/of natuurvriendelijke oevers kunnen redelijk effectief zijn, zijn vaak goed landschappelijk in te passen, dragen bij aan waterberging, maar kosten ook boerengrond. Binnen Nagrewa wordt gezocht naar alternatieve ideeën voor zuiveringsmethoden die effectief stikstof en fosfor kunnen verwijderen en bij voorkeur weinig ruimte innemen.

Voormalig Royal Haskoning (nu: Royal HaskoningDHV) heeft eind 2010 een voorstel ingediend voor een oplossing om zuivering in de sloot te onderzoeken: de nutriëntenal. Het concept bestaat uit twee hoofdonderdelen (figuur 1.1):

1. Een perifytonfilter.
2. Een slibvang (met slibwormen).



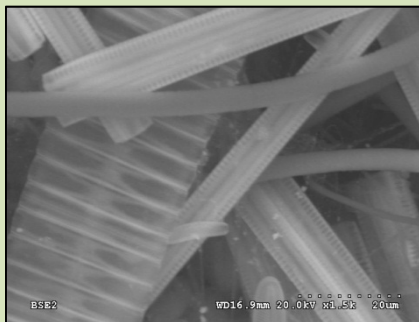
Figuur 1.1: Schets nutriëntenal (opmerking: schets wijkt af van uiteindelijke ontwerp van de proefopstelling)

Het perifytonfilter bestaat uit substraat voor hechting van perifyton (soort algen). Perifyton zal door te groeien voedingsstoffen uit het water onttrekken en op die manier een bijdrage leveren aan de natuurlijke zuivering. Hierdoor zal de belasting benedenstreams met nutriënten in het watersysteem gelegen waterlopen afnemen.

Benedenstreams van het perifytonfilter ligt een slibvang. Het idee is dat (fijn) zwevend materiaal uit de sloot bezinkt in de slibvang. Voedingsstoffen in dit zwevend stof worden dan geconcentreerd in de slibvang opgevangen. Perifyton dat afsterft op het filter laat los en komt ook in de slibvang annex nutriëntenvaal terecht. Wormen en andere ongewervelden die in het water leven kunnen in de slibvang zorgen voor verdere verdichting van organisch materiaal.

Wat is perifyton?

Perifyton is een verzameling van algen, bacteriën en andere micro-organismen die in een watermilieu een biofilm op substraten vormt. Een substraat kan bijvoorbeeld rietstengels, stenen, in het water gevallen boomtakken zijn. Ook kunstmatig substraat zoals filterdoek, horrengaas of golfplaat kan ook als substraat dienen. Wanneer een substraat in contact met het water komt zal hier depositie van organisch materiaal op ontstaan. Het organische materiaal, polysacharides en glycoproteïnes, trekt bacteriën aan die zich op het substraat vestigen. Vervolgens zullen diatomeeën zich vestigen en in een later stadium draadvormige groenalgen. De biofilm wordt bij elkaar gehouden door een slijmlaag, extracellulair polymer substances (EPS). Deze slijmlaag wordt geproduceerd door de organismen in de biofilm. De perifyton haalt fosfor en stikstof uit het water. Ze gebruiken deze nutriënten voor de celopbouw en metabolisme. Perifyton bestaat voor 3-12% uit stikstof en voor 0,2-4% uit fosfor. Perifyton vormt een belangrijk onderdeel van de voedselketen onder water.



Figuur 1.2: Perifyton onder elektronenmicroscop. bron: www.esd.ornl.gov

Overzicht eerder onderzoek naar perifyton

Nutriënten verwijdering

In verleden is onderzoek gedaan naar nutriëntengehalten in relatie tot droge stof van waterplanten, macro-algen en fytoplankton. In het algemeen hebben waterplanten lage gehalten stikstof in relatie tot droge stof (1-3%). Het relatieve stikstofgehalte in fytoplankton en macro-algen is hoger (1-10%); waarbij diatomeeën lage stikstofgehalten hebben (vergelijkbaar met waterplanten) en fytoplankton hogere gehalten. Wat betreft fosfor bestaat bij waterplanten 0,1-0,8% van drooggewicht uit fosfor. Bij macro-algen en fytoplankton varieert dit van 0,1 -> 2,0%.¹

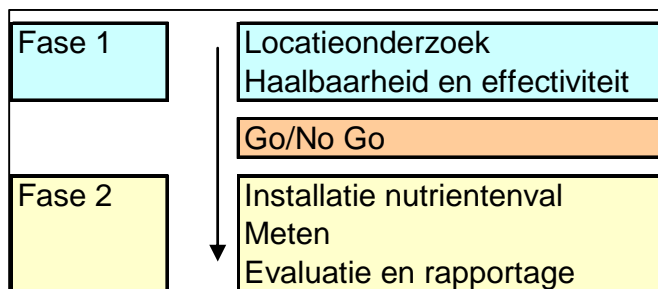
Perifyton experiment in de praktijk²

Royal Haskoning heeft twee in 2007 en 2008 twee stageonderzoeken van de Hogeschool Zeeland begeleid naar de mogelijkheden van een perifytonfilter. De verwijderingsrendementen varieerden sterk gedurende het onderzoek.

Dit kan veroorzaakt zijn door seizoensinvloeden zoals de schommelingen van de concentraties P en N in het influent, temperatuur, een lage, schommelende lichtintensiteit gedurende het onderzoek en nalevering van de nutriënten. Uit twee 24-uursmetingen blijkt dat er overdag nitrificatie en waarschijnlijk inbouw van P en N in het perifyton plaats vindt. 's Nachts komt er ortho-fosfaat vrij en vindt er een beetje denitrificatie plaats.

1.2 Aanpak

De aanpak op hoofdlijnen in twee fasen is hieronder geschetst. Fase 1 bestond uit een locatieonderzoek en een onderzoek naar haalbaarheid en effectiviteit. Het onderzoek naar haalbaarheid en effectiviteit is naast een theoretische beschouwing uitgebreid met een laboratoriumproef. Na het nemen van de "go"-beslissing is in fase 2 de



proefopstelling en slibvang in detail ontworpen en gemaakt. In juni 2011 is het veldexperiment gestart en is begonnen met de monitoring. De laatste monitoring heeft plaats gevonden eind juli 2012.

Het experiment is gedurende de looptijd vanaf de eerste ideeën steeds verder uitgewerkt tot de uiteindelijke proefopstelling. Over elk van de projectstappen in fase 1 en fase 2 is verslag gedaan middels memo's. Deze memo's zijn bijgevoegd als bijlage 5 tot en met 14 bij dit rapport. De memo's geven een overzicht van verloop van het ontwerpproces, de plaatsing en de monitoringsresultaten.

¹ Duarte et al (1992) Nutrient concentration of aquatic plants: Patterns across species. *Limnol. Oceanogr.* 37(4), 1992, 882-889.

² Meliefste T. (2008). Onderzoek naar optimalisatie van stikstof- en fosfaatverwijdering en toepassingsmogelijkheden voor het filter. Hogeschool Zeeland & Royal Haskoning.

2 ONTWERP OPSTELLING

2.1 Locatieonderzoek

Er zijn drie potentiële locaties onderzocht voor de uitvoering van de praktijkproef (zie bijlage 5 en 6). Locatie aan de Gaasselsedam bij meetstuw De Wildt bleek het meeste geschikte qua afmetingen, stroming, waterkwaliteit en toegankelijkheid (figuur 2.1 en 2.2). De oevers van de sloot zijn enkelzijdig ingericht als natuurvriendelijke oever. Dit bood ruimte voor de aanleg van de slibvang.



Figuur 2.1: Geselecteerde locatie voor praktijkproef (Gaasselsedam)



Figuur 2.2: Locatie praktijkproef in Overasselt

2.2 Uitwerking opstelling

In een theoretische beschouwing zijn in eerste instantie drie mogelijke proefopstellingen uitgewerkt (bijlage 6):

- draaiende schijven aangedreven door een windmolen of zonnecel (systeem 1);
- een drijvende mat met ballen (systeem 2);
- een drijvende cilinder (systeem 3).

Per deelsysteem zijn de voor- en nadelen op een rij gezet en is een inschatting gemaakt van verwachte zuiveringsrendementen in vergelijking met het benodigd oppervlak. Systeem 2 (mat met ballen) leek in theorie het meest kansrijke systeem om verder uitgewerkt te worden voor de praktijkproef (grootste koloniseerbaar oppervlak per vierkante meter). Er bestonden echter twijfels over toepasbaarheid van de bioballen in de proefopstelling. Een kort experiment in het lab liet zien dat het drijfvermogen van ballen te groot is waardoor het contactoppervlak van de ballen met water gering was. Het was onze verwachting dat hierdoor de functionaliteit van de proefopstelling gering zou zijn. De praktijkproef is daarom uitgebreid met een laboratorium experiment om een geschikt substraat te vinden voor het perifytonfilter.

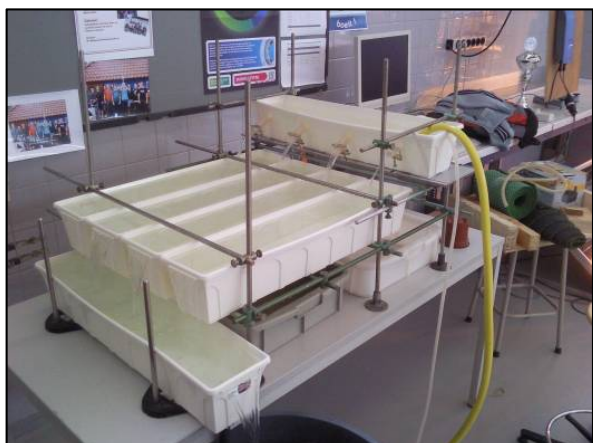
2.3 Laboratoriumexperiment substraat

Aanvullend op de werkzaamheden beschreven in paragraaf 2.2 is een extra proef gehouden in de meethal van de HAS in Den Bosch (bijlage 7). De proef is onderdeel van het stageproject van de HAS student Jeroen Bouwmans. Het doel van dit onderzoek was gericht op het verkrijgen van inzicht naar de eigenschappen van verschillende materialen die gebruikt kunnen worden in het uiteindelijke systeem. De nadruk lag daarbij voornamelijk op het vermogen van het perifyton om te hechten aan het substraat. Andere factoren als duurzaamheid en robuustheid zijn ook onderzocht. Gedurende het onderzoek is zowel de aangroei als loskomend perifyton gemeten om zo het totale vermogen van het individuele materiaal vast te stellen.

In de testopstelling (figuur 2.3) zijn onderstaande vier typen substraat met elkaar vergeleken:

- touw (sisal);
- kunstgras;
- biogrit (plastic rekken speciaal ontwikkeld voor biofilters);
- polyurethaan (piepschuim).

Uit de laboratoriumproef bleek dat sisaltouw de beste ondergrond was voor hechting van perifyton.

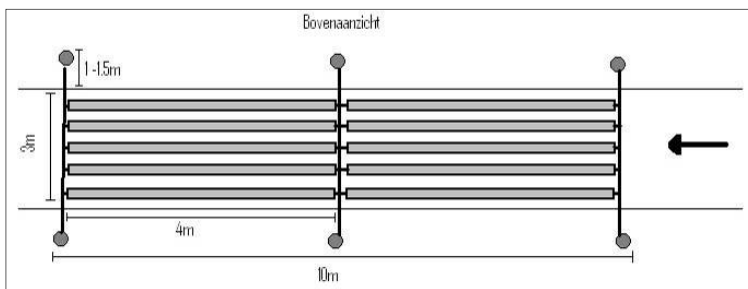


Figuur 2.3: Testopstelling laboratoriumproef

2.4 Definitief Ontwerp

Na de keuze voor te gebruiken substraat is een constructie bedacht om het substraat voor het perifyton in de sloot te plaatsen (bijlage 8). In totaal zijn vier mogelijke uitvoeringen uitgedacht: van drijvende constructies tot volledig onder water staande systemen. Duidelijk bleek dat ieder systeem voor- en nadelen heeft. Belangrijke aandachtspunten voor het bepalen van de keuze waren kosten, levensduur, eenvoud, doorstroming sloot (geen opstuwung), uitvoering beheer & onderhoud sloot (maaïen), gevoeligheid voor vandalisme en substraat mogelijkheden.

Als drager voor het perifytonfilter is gekozen voor een drijvende constructie. De voornaamste argumenten hiervoor zijn de onderhoudsvriendelijkheid en algemene toepasbaarheid. De constructie moet eenvoudig te verplaatsen zijn zodat maaibeheer doorgang kan vinden zonder al te veel extra handelingen. Daarnaast is het van belang dat de constructie niet alleen toepasbaar is op de geselecteerde onderzoekslocatie maar dat het filter ook eenvoudig in andere watersystemen in landbouwgebieden toegepast kan worden.



Figuur 2.4: Bovenaanzicht drijvende systeem

Het drijvende systeem bestaat uit twee modules, elk in totaal 3m breed en 4m lang (figuur 2.4). Een module bestaat uit vijf 4m lange PVC drukbuizen, die door middel van stalen kabels en buisringen met elkaar verbonden zijn. Het gehele systeem inclusief verankeringen heeft een lengte van 10-11m, is 5-6m breed en heeft een diepte van 0.5 m vanaf het waterpeil. In figuur 2.4 staat de gehele constructie schematisch weergegeven. Daarnaast is besloten op basis van resultaten van het laboratorium experiment om sisal touw als substraat materiaal te gebruiken. Dit zorgt voor een flexibele constructie waarbij de verwachting is dat opstuwung van water door het filter beperkt zal blijven.

2.5 Slibvang

De slibvang is naast het perifytonfilter het tweede onderdeel van de nutriëntenal (bijlage 9). Het betreft een verbreding en verdieping van de bestaande waterloop. De stroomsnelheid wordt daarmee verlaagd en is waarschijnlijk voldoende laag om onopgeloste deeltjes voor een belangrijk deel te laten bezinken. Deze deeltjes zijn afkomstig uit het bovenstroomse deel van de waterloop, maar ook van het perifytonfilter. De slibvang kan relatief eenvoudig gemaakt worden door de bestaande waterloop te verbreden. Voor het optimaal functioneren van de slibvang dient deze de stroomsnelheid zoveel mogelijk te vertragen zodat ook de fijnste deeltjes goed kunnen bezinken. Hoe breder en langer de slibvang hoe beter deze dus zal functioneren.

Een slibvang van optimale afmeting (35 m lengte) bleek niet realiseerbaar. In overleg met Waterschap Rivierenland is vervolgens gekozen voor een slibvang met een alternatieve omvang van 15m lang, 6m breed en 0.5m diep vanaf de bodem van de sloot. De slibvang is op enige afstand (15m) gelegen van de stuw De Wildt, aan het einde van de natuurvriendelijke oever (westelijke kant). De verbreding vindt enkel plaats aan de kant van de NVO (zuidelijke oever); een deel van de NVO is dus voor de looptijd van het experiment afgegraven.

Aan de keuze om voor een slibvang van beperkte lengte zitten een aantal risico's voor de werking. Door de korte lengte is het mogelijk dat de stroming onvoldoende afneemt om materiaal te laten bezinken. Daarnaast is door de korte lengte het risico groter dat bij een piekafvoer het neergeslagen materiaal weer wegspoelt uit de slibvang. Op de internationale NAGREWA-bijeenkomst in september 2011 is over deze risico's gediscussieerd (zie paragraaf 6.2). De slibvang ligt achter het periphytonfilter. De vrees is dat bij hoge afvoeren de slibvang weer schoon wordt gespoeld. Daarom werd tijdens de bijeenkomst geopperd om de slibvang en de verbreding zo te ontwerpen dat tijdens hoog water situaties er weinig water door de slibvang stroomt en het meeste water door de verbreding.

Voorafgaand aan het graven van de slibvang is een waterbodemmonster onderzoek uitgevoerd om eventuele verontreinigingen op te sporen. De waterbodemmonsters vielen allemaal binnen de meest ruime (dus schone) toepassingsmogelijkheid. De grond die is vrijgekomen bij het vergraven van de NVO tot slibvang is voor de looptijd van het experiment op de kant gezet. De grond kan na het experiment worden gebruikt om de NVO terug te brengen in oorspronkelijke staat.

2.6 Plaatsing praktijkopstelling

Na uitwerking van het ontwerp van het periphytonfilter is deze door stagiair Jeroen Bouwmans en een aantal van zijn studiegenoten van de HAS in elkaar gezet (zie figuur 2.5a & b). In totaal zijn ruim 3000 touwen vastgeknoopt aan de drijvers. Donderdag 9 juni is het periphytonfilter geïnstalleerd. Op 22 juni 2011 is de slibvang gegraven. Zie bijlage 10 voor verslag plaatsing filter.



Figuren 2.5a & b: Constructie periphytonfilter



Figuren 2.6a & b: Plaatsing perifytonfilter

2.7 Uitbreiding veldexperiment

Gedurende de looptijd van het veldexperiment is duidelijk geworden dat de groei van het perifyton niet goed op gang kwam. Tijdens de bespreking op 22 november 2011 zijn hiervoor meerdere mogelijke hypothesen voor geformuleerd:

- Gehalte ortho-P (vrij opneembaar voor perifyton) is te laag op locatie Overasselt;
- Te weinig licht voor goede groei algen (sombere zomer; begroeiing op zuidoever locatie);
- In het veld duurt het langer voordat de perifyton gaat groeien dan in het lab;
- Stroomsnelheid te hoog op locatie Overasselt.

Een uitbreiding van het veldexperiment moet hier licht op werpen. Op vijf andere locaties zijn kleine drijvers uitgezet met daarop kale touwen, om te zien of het perifyton op andere locaties wel goed groeit. Op deze locaties gaat het alleen om een kwalitatief beeld van de perifytongroei. De locaties zijn geselecteerd op basis van meetgegevens van Waterschap Rivierenland (voldoende beschikbaarheid nutriënten). De proefinstallaties zijn verkleinde versies van de installatie bij Overasselt. De aanvullende proeven zijn op 21 mei 2012 geïnstalleerd. (Zie bijlage 1 voor ligging extra veldexperiment.)

2.8 Monitoring

Na plaatsing van het grote veldexperiment is gestart met de monitoring (monitoringsplan hoofdexperiment in bijlage 11). In totaal zijn 4 momenten voor monitoring vastgesteld voor het grote experiment en twee momenten voor het aanvullend veldexperiment. De waterkwaliteit op locatie Overasselt bleek bij de eerste drie bemonsteringen redelijk gelijk te blijven. De waterkwaliteitsmonsters van juli 2012 zijn om deze reden ingezet bij twee locaties van het aanvullend veldexperiment. De monitoring is uitgevoerd door Royal HaskoningDHV. De watermonsters zijn geanalyseerd door Aquon.



Figuur 2.7: Drijver extra veldexperiment

Tabel 2.1: Overzicht monitoring veldexperiment

	Hoofdexperiment Overasselt	Aanvullend veldexperiment
September 2011	✓	✗
Januari 2012	✓	✗
April 2012	✓	✗
Juni 2012	✗	✓
Juli 2012	✓	✓

Bij de monitoring is er gekeken naar de volgende aspecten:

1. Algemene indruk van de proefopstelling.
2. Waterkwaliteit (nutriënten; ijzer; sulfaat; pH).
3. Groei perifyton (kwalitatief).
4. Stroomsnelheid & debiet in de waterloop (meetstuw De Wildt).
5. Werking slibvang (kwalitatief).
6. Robuustheid proefopstelling (perifytonfilter & slibvang).
7. Praktijkervaring.

3 RESULTATEN - HOOFDEXPERIMENT

3.1 Algemene indruk

De constructie van het filter zelf zit na ruim een jaar in het water nog stevig in elkaar en is nog goed verankerd aan de oever. De drijvers zijn niet lek en goed in staat om de touwen in het water te laten hangen in plaats van af te laten zinken naar de bodem. Wel is er sprake van aangroei van vegetatie op en tussen de drijvers.

De filters dienen als een soort obstakel is de sloot waardoor kroos en flab tussen de drijvers van het filter blijven hangen en een drijfslag vormen. Deze drijfslag is niet uniek voor het perifytonfilter maar kwam gedurende het jaar ook voor bij een duiker die wat verder bovenstrooms ligt. Benedenstrooms van het perifytonfilter (maar ook van de duiker) was de drijfslag afwezig. Tussen de touwen en de drijvers groeit daarnaast vegetatie, zowel boven als onder water. Op de touwen en het filter is tijdens veldbezoeken volop macrofauna waargenomen (o.a. slakken, vlokreeften, waterpissenbedden). Dit komt omdat onderwaterdieren (ongewervelden, vissen) baat hebben bij structuren onder water. Deze dienen als schuilplaats, paaisubstraat, foerageergebied en dergelijke. De Nederlandse watersystemen worden in zomer vaak geschoond van waterplanten om opstuwung tegen te gaan en afvoer niet te belemmeren. Een filter dat in die periode structuur blijft bieden onderwater is voor dierenleven een welkome aanwinst. In bijlage 2 staan meer foto's van het experiment gedurende de looptijd van een jaar.



Figuur 3.1: Afscheuren touwen

De touwen zitten na een jaar nog steeds vast aan de drijvers. Het afrafelen van de touwen aan de onderkant blijft beperkt tot borging met tie-wraps. De touwen zijn na ruim een jaar wel zwart verkleurd. Bij inspectie in juli 2012 bleek dat er maar een klein beetje kracht nodig is om de touwen te doen afscheuren. De constructie met de gebruikte touwen is daarmee aan het eind van de levensduur gekomen. De resultaten van de monitoring in september 2011 en juli 2012 zijn uitgebreider beschreven in bijlagen 12 en 14.

3.2 Waterkwaliteit

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de waterkwaliteitsparameters. Het meetpunt "bovenstrooms" is gelegen bovenstrooms van het perifytonfilter; het meetpunt "benedenstrooms" ligt benedenstrooms van de slibvang, maar bovenstrooms van de stuw.

Algemene waterkwaliteitsparameters laten weinig verschil zien tussen meetpunten boven- en benedenstroom van de proefopstelling. Uitzondering hierop is ijzer, waarbij benedenstrooms de concentraties hoger is dan bovenstrooms. Dit beeld komt voor alle drie de monitoringsdata terug. Dit heeft mogelijk te maken met de aanleg van de slibvang. Deze is dieper uitgegraven dan de bodem van de watergang. Mogelijk trekt de dieper uitgegraven slibvang meer ijzerrijke kwel aan.

Het chloridegehalte is met 29 mg/l laag en ijzer en sulfaatgehaltes zijn aan de hoge kant. Dit komt doordat water op de proeflocaties bestaat uit lokaal water (klein stroomgebied; hogere gronden bij Wijchen) en kwel en nauwelijks wordt beïnvloed door de grote rivieren (vandaar lage chloride-gehalte).

Het hoge ijzergehalte (door kwelwater) zorgt voor roodbruine neerslag. Het ijzer aanwezig in kwelwater wordt door chemo-autotrofe ijzerbacteriën omgezet in ijzerhydroxide, een roodbruine, vlokke neerslag. Daarnaast wordt in gebieden waar zuur ijzerhoudend kwelwater het oppervlaktewater voedt veel fosfaat onttrokken, doordat ijzer en fosfaat verbindingen met elkaar vormen. IJzerfosfaat verbindingen zijn net als ijzerhydroxide verbindingen slecht oplosbaar en komen voor als een vlokke, bruine neerslag op waterplanten en op de bodem terecht. IJzerneerslag aanwezig in het veldexperiment zal ook zorgen voor beschaduwing.

Wat betreft de nutriënten is de concentratie stikstof (6-10 mgN/l) aan de hoge kant (vergelijk met KRW-norm voor sloten voor goede ecologisch potentieel: 2,4 mg/l). De concentratie van stikstof neemt wel af richting voorjaar/zomer omdat er dan meer stikstof wordt vastgelegd in biota en er meer stikstof naar de lucht verdwijnt door hogere denitrificatie-snelheden.

Opvallend is de zeer lage concentratie van opgelost fosfaat (concentratie beneden de detectielimiet). Dit is de vorm van fosfaat dat door perifyton kan worden opgenomen. In het najaar en winter was er nog wel totaal-P aanwezig, maar niet vrij beschikbaar. In april was ook totaal-P niet meer te detecteren.

Tabel 3.1: Parameters waterkwaliteit - Overasselt

Parameter	Bovenstrooms				Benedenstrooms				Eenheid	Bepaling
	Sep	Jan	Apr	Jul	Sep	Jan	Apr	Jul		
Datum	28/09	23/01	26/04	26/07	28/09	23/01	26/04	26/07		
Weer	Zonnig	Bewolkt	Bewolkt	Zonnig	Zonnig	Bewolkt	Bewolkt	Zonnig		
Waterdiepte	65	58	75	Nb	60	52	63	Nb	cm	Veldmeting
Zuurgraad	6,69	6,40	6,71	Nb	6,65	6,60	6,77	6,43	-	Veldmeting
Geleidbaarheid	460	406	412	Nb	461	408	412	428	µS/cm	Veldmeting
Temperatuur	15,5	6,0	11	Nb	16,2	6,6	11,2	20,1	°C	Veldmeting
Zuurstof	6,55	8,11	6,67	Nb	6,03	7,50	6,27	Nb	mg/l	Veldmeting
Totaal-N	8,8	9,7	6,1	Nb*	8,6	9,7	5,7	Nb	mg N / l	Lab
Nitriet	0,04	0,04	0,04	Nb	0,05	0,03	0,04	Nb	mg N / l	Lab
Nitraat	8	9,0	5,3	Nb	7,9	9,0	5,0	Nb	mg N / l	Lab
Kjeldahl-N	0,7	0,63	0,72	Nb	0,7	0,72	0,66	Nb	mg N / l	Lab
Totaal-P	0,07	0,22	< 0,05	Nb	0,09	0,14	< 0,05	Nb	mg P / l	Lab
Ortho-P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	Nb	< 0,05	< 0,05	< 0,05	Nb	mg P / l	Lab
Chloride	29	26,4	26,8	Nb	29	26,4	26,7	Nb	mg/l	Lab
Sulfaat	77	59,8	71,6	Nb	76	60,1	71,5	Nb	mg/l	Lab
IJzer	2000	2080	375	Nb	3000	2320	1510	Nb	µg/l	Lab

* Waterkwaliteitsbepalingen uitgevoerd op locaties aanvullend veldexperiment.

3.3 Groei perifyton

Er was in september 2011 en januari 2012 nog nauwelijks sprake van groei van perifyton op touwen. Op de touwen (en andere onderdelen) van de filters en de waterplanten tussen de filters zat een laag roodbruine aanslag van heel fijn materiaal (ijzerneerslag; zie paragraaf 3.2). Bij een beetje beweging kwam dit los en drijft het verder in de waterloop.

In april leek er sprake van aanslag op de touwen en de andere onderdelen van de filters. Inspectie in juli liet zien dat er duidelijk sprake is van aangroei van perifyton op het filter. De aangroei concentreerde zich met name op de drijvers en op de tie-wraps. Op een van de tie-wraps bevonden zich kluiten die lijken op perifyton en wormen. Op enkele van de touwen was ook duidelijk sprake van aangroei. Van de touwen en de biomassa aanwezig op tie-wraps zijn monsters genomen. Deze zijn in het lab van Aquon onder microscoop bekeken.

Biomassa op de tie-wraps bestond uit algen, voornamelijk kiezelalgen (diatomeeën). Daarnaast waren er draadvormige micro-organismen aanwezig in de vorm van bacteriën en schimmels. Sommige van de bacteriën vormden slibvlokken. Daarnaast waren er ook plantaardige resten ingevangen in de biomassa. Ook op de touwen zijn algen (voornamelijk kiezelalgen) en bacteriën (dood en levend) aangetroffen met ingevangen plantaardige resten.



Figuur 3.2: Biomassa op filter

Voor de aangroei in april 2012 is voor 2 monsters (stukjes touw van ca. 5 cm) het drogestof gehalte bepaald. Het gemeten drogestof gehalte varieerde van 4,7% tot 8,4%. Het oorspronkelijke plan om de dikte van de perifyton-laag op het filter te monitoren gedurende een jaar bleek in praktijk niet haalbaar. Er was geen aangroei in september 2011/januari 2012 en in april 2012 erg dun laagje. Kwantificeren van de aangroei van perifyton is daarom niet mogelijk geweest.

Verder was opvallend bij de bemonstering in juni de aanwezigheid van aangroei van perifyton op harde constructies rondom de stuw (figuur 3.3a & b). Hiervan hebben we een aantal monsters uit het water gehaald en schoongespoeld. Het zijn groenachtige draadwieren. De bruine kleur komt door ingevangen zwevend stof (neerslag van ijzer).



Figuur 3.3a & b: Aangroei van perifyton bij harde constructie rondom stuw in juli 2012

3.4 Afvoer

Benedenstrooms van de proefopstelling ligt automatische meetstuw De Wildt. In bijlage 4 zijn de waterstanden en debieten gemeten op de meetstuw gedurende de looptijd van het experiment opgenomen.

De ervaringen van het waterschap in de zomer van 2011 was dat het erg lastig was om het water uit de sloot afgevoerd te krijgen, onder andere door opstuwning van de waterplanten. Ook filter met drijfvuil zorgde voor lokale peilverhogend door opstuwend effect.

Op 25 juli 2011 is de watergang benedenstrooms van de stuw geschoond van begroeiing en dat is zeer duidelijk te zien in de grafiek (stuwstand omlaag en piek in afvoer). Plaatsing van filter op 9 juni 2011 en graven van de slibvang op 22 juni hebben geen effect gehad op de bovenstroomse waterstanden.

Het water heeft gedurende de zomer van 2011 ongeveer een maand stil gestaan in de sloot met de proefopstelling. Voor de rest van het experiment is er steeds sprake geweest van stroming. Gemiddelde afvoer was wel laag ($< 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$). Op een aantal keer is er sprake geweest van piekafvoeren. De stroming rondom het experiment en slibvang zal dan groot zijn geweest. Bij bemonsteren van de slibvang in april was de waterstroom stabiel en laag; bij bemonstering in juli stroomde er wat meer water door de proefopstelling. Er zijn nooit problemen geweest met opstuwning van het water.

3.5 Slibvang

De algemene indruk van de slibvang is dat deze na een jaar na aanleg nog steeds stabiel is. Er is geen sprake van verdere erosie van de oevers dan vlak na de aanleg. Dit is ook het beeld dat de districtsmedewerkers hebben over de proefopstelling.

Wel valt op dat de waterstroom door de slibvang nauwelijks afneemt. De stroom gaat van bovenstrooms naar benedenstrooms. In het beschutte deel van de slibvang staat het water min of meer stil en is het wat troebeler. In dit gedeelte bleek in juli 2012 een laag met slib aanwezig. Op de bodem in de hoofdstroom was dit niet het geval. De oevers van de slibvang zijn volledig begroeid met hoog opgaande vegetatie. In de oevers van de slibvang zijn reeënsporen waargenomen.

De diepte van de slibvang was rond de 85 tot 95 cm. Met steekbuizen zijn monsters genomen van de waterbodembodem (bovenste 10 cm). Bij de bemonsteringen van september 2011 en januari 2012 was er echter geen sprake van neerslag van zwevend materiaal of slib. Bij bemonsteringen in april 2012 (in mindere mate) en juli 2012 leek het er wel op dat er een zachte laag van slib aanwezig was in de slibvang. Hiervan zijn waterbodemonsters genomen om de samenstelling van het organisch stof te bepalen.

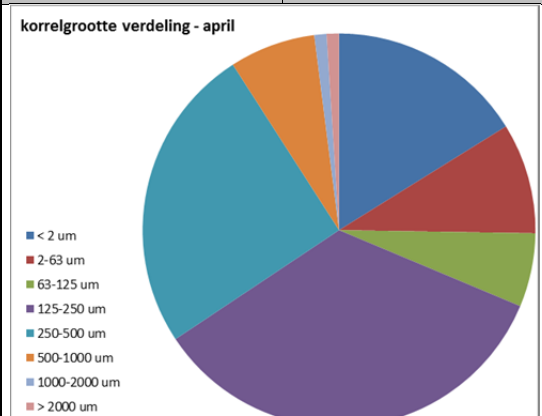
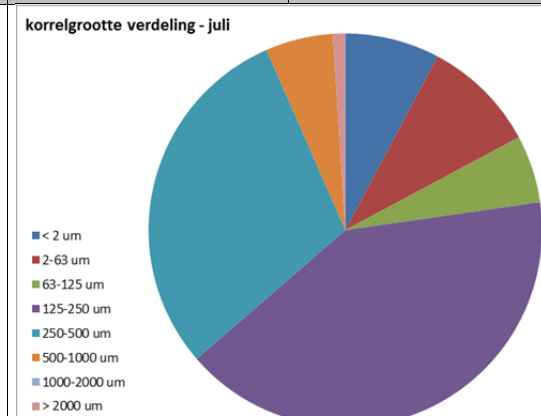
Het organisch stofgehalte in de sliblaag boven de waterbodembodem is laag (tabel 3.2), zowel in april als in juli. Dit komt deels ook door de bemonsteringsmethode waarbij de bovenste 5-10 cm van de waterbodembodem (zand) onderdeel zijn van het monster en zijn geanalyseerd. Korrelgrootteverdeling laat vooral aandeel zien van matig fijn zand tot grof zand. Stikstof en fosfaatgehalte van waterbodembodem zijn laag (door grote aandeel anorganisch stof).

Een onderdeel van de nutriëntentval is verdichting van het afgestorven organisch materiaal door bodembewoners zoals wormen (o.a. *Tubificidae*). Deze wormensoort zijn als een van de weinige soorten goed in staat om in anoxische omgeving (zoals waterbodems met veel slib) te overleven. Bij het nemen van de bodemmonsters met steekbuis is er visueel onderzocht op aanwezigheid van invertebraten (niet in lab). In het slib van de bodemmonsters zijn geen dieren aangetroffen. Mogelijk waren ze wel aanwezig als microfauna, maar zijn deze niet in het veld gezien. Opmerking hierbij is wel dat normaal gesproken bij onderzoek naar waterdieren en bodembewoners gebruik worden gemaakt van schepnetten waarmee vangstkans veel groter is.

Conclusie is dat de slibvang wel heeft gewerkt, maar dat er waarschijnlijk meer slib zou zijn ingevangen indien de stroming lager zou zijn geweest.

Tabel 3.2: Resultaten onderzoek waterbodemslibvang

Parameter	April	Juli	Eenheid
Droge stof	72,6	66,4	% (m /m)
Gloeirest	98,5	98,3	% (m /m)
Organische stofgehalte	< 1,0	1,1	% (m /m)
Carbonaat (CO3)	< 1	< 1	% (m /m)
Kjeldahl-Stikstof (N)	< 2	< 2	g/k g d.s.
Fosfor (P)	< 1	< 1	g/k g d.s.

korrelgrootte verdeling - april		korrelgrootte verdeling - juli	
			

3.6 Ervaring beheer & onderhoud

De ervaring bij het maaien van oevers en schonen watergang is dat het niet goed mogelijk is om het perifytonfilter met de hand te verplaatsen. Daarvoor is de weerstand van het filter in het water of het gewicht van de constructie te groot. Voor het verplaatsen van het filter bleek in de praktijk de hulp van een kraan nodig, welke aanwezig was om het maaien uit te voeren. Rondom de proefopstelling was gedurende de looptijd sprake van ophoping van plantaardig materiaal (kroos). In de maanden september 2011 en januari 2012 waren er ook drijfvlagen van flab aanwezig.

Onderhoudsmedewerkers van het Waterschap hebben regelmatig drijfvuil en vrijkomende plantenresten verwijderd die in het filter bleven hangen omdat dit peilverhogend werkte.

4

RESULTATEN - AANVULLENDE VELDEXPERIMENTEN

Net als de grote proefopstelling functioneerde de drijfconstructies van de aanvullende experimenten prima. Wel waren op alle vijf locaties binnen twee maanden de touwen zwart geworden. Dat is sneller dan de locaties Overasselt. Dit komt mogelijk doordat de locatie Overasselt vrij ver bovenstrooms in het stroomgebied ligt (weinig kans voor veel inspoeling zwevend materiaal). De locaties voor aanvullende veldexperimenten liggen allemaal in het boezemgebied. Dit water is van nature rijker aan zwevend stof.

Op één van de locaties was duidelijk zichtbaar sprake van aangroei van perifyton (Overlaat). Aangroei was aanwezig op touwen, drijfconstructie en de ankertouwen (ankertouwen mogelijk ook deels ingevangen flab). Op de andere locaties was er op het oog nog geen sprake van aangroei van perifyton, alleen ingevangen zwevend stof. Waarschijnlijk is er al wel sprake van aangroei op de touwen (microscopisch) maar na twee maanden nog onvoldoende ontwikkeld om met oog zichtbaar te zijn.

Algemene indruk

Locatie	Groei perifyton	Stroming	Drijfvuil	Licht	Oever	Landgebruik
De Eeuwerden	Niet zichtbaar	Weinig; buiten de hoofdstroom geplaatst	Weinig	Matig i.v.m. beschaduwding bomen	Steil talud	Weiland met koeien; weg
Steendertse Uitweg	Niet zichtbaar	Hoog; A/watergang	Zeer veel	Weinig door druifvuil	Steil talud	Boomgaard en grasland
Kapelstraat Ophemert	Niet zichtbaar	Hoog; A/watergang	Zeer veel	Weinig door druifvuil	Steil & flauw (NVO)	Woonhuizen; weg
Overlaat Wadenloijen	Ja	Gemiddeld (benedenstrooms duiker;	Geen	Veel lichtinval	Steil; met natuurlijke begroeiing	Weg; grasland
Parallelweg	Niet zichtbaar	Hoog (nabij inlaat gemaal)	Weinig	Veel lichtinval	Steil;	Boomgaard; weg

Waterkwaliteit

Op twee van de locaties zijn watermonsters genomen (tabel 4.1). Het ijzer- en sulfaatgehalte op deze locaties ligt een stuk lager dan bij Overasselt en de zuurgraad is wat hoger. Dit duidt erop dat de invloed van kwelwater op deze twee proeflocaties een stuk kleiner is. Een hogere gehalte chloride en EGV duidt erop dat beide proeflocaties meer worden beïnvloed door rivierwater.

Het stikstofgehalte is in Overasselt hoger dan in beide proeflocaties. Opmerking hierbij is dat het groeiseizoen in juli op het hoogtepunt is en dat N-gehalten daarom ook wat lager zullen liggen. Er zijn geen meetwaarden voor waterkwaliteit in juli in Overasselt. Kjelhdahl stikstof (som organisch stikstof, ammoniak en ammonium) is op de locaties ongeveer gelijk en ook gelijk aan Overasselt.

Wat betreft fosfaat zijn ook in Kapelstraat en Overlaat P-gehalten laag, net als in Overasselt in voorjaar en najaar.

Tabel 4.1: Monsters waterkwaliteit aanvullende locaties

Parameter	Kapelstraat - Ophemert	Overlaat - Wadenoijen	Eenheid	Bepaling
Zuurgraad	7,47	7,64	-	Veldmeting
Geleidbaarheid	568	585	µS/cm	Veldmeting
Temperatuur	22,3	24,2	°C	Veldmeting
Totaal-N	1,0	0,95	mg N /l	Lab
Nitriet	0,02	<0,01	mg N /l	Lab
Nitraat	0,34	0,08	mg N /l	Lab
Kjeldahl-N	0,65	0,95	mg N /l	Lab
Totaal-P	< 0,05	0,09	mg P /l	Lab
Ortho-P	< 0,05	< 0,05	mg P /l	Lab
Chloride	48,9	50,9	mg/l	Lab
Sulfaat	37,51	38,01	mg/l	Lab
IJzer	37	30,5	µg/l	Lab

Drijfvuil

Vooral rondom de drijvers in de A-watgang (Steendertse Uitwatering en Kapelstraat) is sprake van sterke ophoping van drijvend materiaal (drijfvuil, flab, kroos, plantenresten). Drijfvuil vormt een dicht dek boven het filter waardoor weinig licht het filter kan bereiken. Dit werkt in het nadeel voor foto-autotrofe perifytonsoorten waardoor de groei van perifyton minder zal zijn.

De aanwezigheid van drijfvuil rondom de experimenten roept ook binnen waterschap veel vragen op. Zo maken de drijvers uitvoering van routinematige beheer- en onderhoudswerkzaamheden minder efficiënt (maaien).

Toetsing van de hypothesen

De aanvullende experimenten hebben laten zien dat op vier van de vijf locaties de perifytongroei na 2 maanden nog niet op gang is gekomen. Bij de keuze om een extra veldexperiment uit te voeren zijn vier hypothesen geformuleerd en getoetst (tabel 4.2).

Tabel 4.2: Conclusies hypothesen aanvullend veldonderzoek

Hypothese aanvullend experiment	Resultaat
Gehalte ortho-P (vrij opneembaar voor perifyton) is te laag op locatie Overasselt	Ortho-P was ook laag in beide watermonsters van aanvullende locaties. IJzer en sulfaatgehalte zijn wat lager; pH is wat hoger. Stikstof wat lager. Beide systemen waarschijnlijk P-gelimiteerd; Geen onderscheidende factor.
Te weinig licht voor goede groei algen (sombere zomer; begroeiing op zuidoever locatie)	Locaties zonder goede lichtinval (drijfvuil; steile oevers; beschaduwing door bomen) hebben geen groei; 1 locatie met veel licht ook geen groei (Parallelweg); mogelijk door te hoge stroomsnelheden i.v.m. gemaal) 1 locatie met veel licht en matige stroming goede aangroei. Mogelijk onderscheidende factor.
In het veld duurt het langer voordat de perifyton gaat groeien dan in het lab	1 locatie in veld duidelijke aangroei na ca. 2 maanden.
Stroomsnelheid te hoog op locatie Overasselt	Stroming ook hoog op aantal andere locaties (A-watergangen); locaties Eeuwerden weinig stroming maar weer veel beschaduwing; locatie Overlaat matige stroming door bovenstroomse duiker die opstuwend effect heeft.

Het overkoepelende beeld is dat groei van perifyton goed mogelijk is onder (gecontroleerde) omstandigheden waarbij aan optimale groeifactoren (licht; stroming; nutriënten; substraat) wordt voldaan. In het lab zijn deze omstandigheden eenvoudig na te bootsen. Uit de praktijkproeven blijkt dat dit in het veld veel lastiger te realiseren is.

5 CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies - hoofdexperiment

Het laboratoriumexperiment (en beschrijvingen in de literatuur) laten zien dat perifyton goed kan groeien op touw en zodoende gebruikt kan worden om nutriënten vast te leggen. Het veldexperiment laat zien dat perifytongroei in het veld een stuk lastiger te realiseren is

De constructie met drijvers heeft de proefperiode goed doorstaan. Het gebruikte materiaal (touw) was in het laboratorium een geschikt substraat voor perifytongroei. In de praktijk bleek de levensduur ruim een jaar te zijn. Tijdens het veldexperiment bleek ook dat het perifyton vooral hecht aan hardere substraten dan het touw: drijvers, de tie-rips en ook rondom de stuw (staal & beton).

In praktijkomstandigheden is de perifytongroei in Overasselt erg langzaam op gang gekomen. Na een jaar was er wel sprake van aangroei van perifyton. Kwantificeren van de aangroei is niet gelukt. Het gaat om kleine hoeveelheden biomassa. Het is daarom niet mogelijk om verwijderingsrendementen te bepalen voor de locatie Overasselt. Het filter is gevoelig voor neerslag van ijzerverbindingen. Uit veldobservaties blijkt dat indien dit loskomt van ondergrond het te licht is om neer te slaan in de slibvang. Het materiaal drijft er over heen.

De constructie bleek goed in elkaar te zitten. Ook na perioden van hoge afvoer en vorst bleef het systeem goed op zijn plek liggen. Vooraf was de verwachting dat de constructie met de hand verplaatst kon worden. In de praktijk bleek de weerstand van het filter in het water of het gewicht van de constructie te groot. Er is daarom gebruik gemaakt van een kraan die toch aanwezig was bij het maaien. Onderhoudsmedewerkers van het waterschap hebben regelmatig drijfvuil en vrijkomende plantenresten verwijderd die in het filter bleven hangen. Dit vergt extra inzet.

De slibvang vangt organisch materiaal op; er is een sliblaag gevormd in het voorjaar en zomer van 2012. Er was nog geen sprake van verdichting van de slibvang door macrofauna (zoals wormen). De slibvang heeft dus gewerkt, maar waarschijnlijk kan er meer slib worden ingevangen indien de stroming lager is. Een goed functionerende slibvang kost echter wel ruimte van de oevers (landbouwgrond). De bedoeling vooraf was juist om geen extra grond te gebruiken.

De filters bieden onder water structuur voor daar levende dieren zoals macrofauna en vissen. De proeflocatie wordt 's zomers een aantal keer geschoond van waterplanten die normaal gesproken deze rol vervullen. Het filter kan deze rol deels overnemen als schuilplaats, paaihabitat en foerageergebied

5.2 Conclusies - aanvullende experimenten

De aanvullende experimenten hebben laten zien dat op vier van de vijf locaties de perifytongroei na 2 maanden nog niet op gang is gekomen. Bij de keuze om een extra veldexperiment uit te voeren zijn vier hypothesen geformuleerd en getoetst (tabel 5.1).

Tabel 5.1: Conclusies hypothesen aanvullend veldonderzoek

Hypothese aanvullend experiment	Resultaat
Gehalte ortho-P (vrij opneembaar voor perifyton) is te laag op locatie Overasselt	Ortho-P was ook laag in beide watermonsters van aanvullende locaties. IJzer en sulfaatgehalte zijn wat lager; pH is wat hoger. Stikstof wat lager. Beide systemen waarschijnlijk P-gelimiteerd; Geen onderscheidende factor.
Te weinig licht voor goede groei algen (sombere zomer; begroeiing op zuidoever locatie)	Locaties zonder goede lichtinval (drijfvuil; steile oevers; beschaduwing door bomen) hebben geen groei; 1 locatie met veel licht ook geen groei (Parallelweg); mogelijk door te hoge stroomsnelheden i.v.m. gemaal) 1 locatie met veel licht en matige stroming goede aangroei. Mogelijk onderscheidende factor.
In het veld duurt het langer voordat de perifyton gaat groeien dan in het lab	1 locatie in veld duidelijke aangroei na ca. 2 maanden.
Stroomsnelheid te hoog op locatie Overasselt	Stroming ook hoog op aantal andere locaties (A-watergangen); locaties Eeuwerden weinig stroming maar weer veel beschaduwing; locatie Overlaat matige stroming door bovenstroomse duiker die opstuwend effect heeft.

Het overkoepelende beeld is dat groei van perifyton goed mogelijk is onder (gecontroleerde) omstandigheden waarbij aan optimale groeifactoren (licht; stroming; nutriënten; substraat) wordt voldaan. In het lab zijn deze omstandigheden eenvoudig na te bootsen. Uit de praktijkproeven blijkt dat dit in het veld veel lastiger te realiseren is.

5.3 Aanbevelingen

Een aantal randvoorwaarden voor succesvolle zuivering *in de sloot* zijn uit het experiment te destilleren:

- Zorg voor draagvlak voor (innovatieve/experimentele) maatregelen en onderzoeken binnen de eigen organisaties zodat bijvoorbeeld maaibeheer op het experiment kan worden afgestemd.
- A-watergangen zijn minder geschikt voor zuivering in verband met grote stroming en aanwezigheid van drijfvuil.
- Verankering van de opstelling kan beter niet plaatsvinden op de oevers maar bij voorkeur in de bodem.
- Opstellingen moeten een zodanig formaat hebben dat ze in het veld hanteerbaar zijn voor één persoon.
- Bij de locatiekeuze voor het experiment is optimalisatie van omgevingsfactoren van belang. Dus voldoende licht, geen ijzerrijke kwel en niet te veels stroming.

- De slibvang heeft potentie mits de verbreding aan beide zijden van de waterloop wordt uitgevoerd. Dit kost echter wel grond van oevers/schouwpad en/of landbouwgrond.
- Het perifytonfilter zorgt voor meer oppervlakte waar perifyton kan groeien. Echter, ook waterplanten bieden een geschikte habitat voor perifyton. Het is mogelijk interessant om te kijken naar de verwijderingsrendementen die kunnen worden bereikt door later in het jaar of gefaseerd in het jaar te maaien.

6 COMMUNICATIE

6.1 Persberichten

Bij het van start gaan van het veldexperiment is een persbericht uitgestuurd. Dit is door diverse media opgepikt en gepubliceerd:

- De Gelderlander (04-10-2011; website);
- vakblad H2O (22-11-2011; website);
- Sportvisserij Nederland - Federatie Midden Nederland (04-10-2011; website);
- Nieuwe Oogst (28-09-2011; website).

6.2 Veldbezoek projectpartners Nagrewa

De Maas wordt gevoed door tal van beken en zijriviertjes uit Nederland en Duitsland. Maar het water dat op weg is naar de Maas trekt zich niets aan van de landsgrens. Daarom werken vijf Duitse en Nederlandse waterschappen in het stroomgebied van de Maas samen aan de verbetering van waterkwaliteit en waternatuur. Dat gebeurt in het grensoverschrijdende project Natuurlijke Grenswateren - Nagrewa. Samenwerkende projectpartners zijn waterschap Aa en Maas, waterschap Rivierenland, waterschap Peel en Maasvallei, Schwalmverband, Niersverband.

Op 29 september hebben ongeveer 25 bestuurders en medewerkers van de samenwerkende waterbeheerders uit Duitsland en Nederland een bezoek gebracht aan de proefopstelling met een perifytonfilter in Overasselt (figuur 6.1). Tijdens dit bezoek is gediscussieerd over de optimale ligging van de slibvang en de by-pass.



Figuur 6.1: Veldbezoek Nagrewa projectpartners aan het veldexperiment (29-09-2011)

6.3 Zichtbaarheid

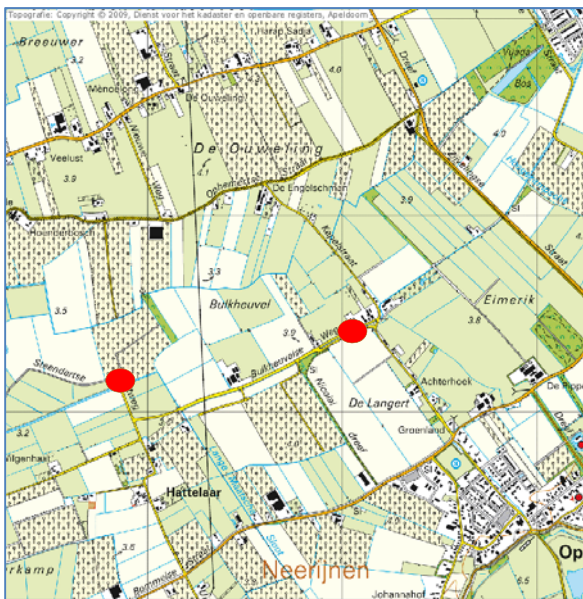
Het grote veldexperiment ligt afgelegen en buiten recreatie-routes. De kleinere veldexperimenten die in mei 2012 zijn geïnstalleerd, liggen vaak nabij fiets- en wandelroutes. Om geïnteresseerde voorbijgangers te informeren zijn bordjes bij de proefopstellingen geplaatst met een toelichting op het experiment.



Figuur 6.2: Informatie over veldexperiment

Bijlage 1

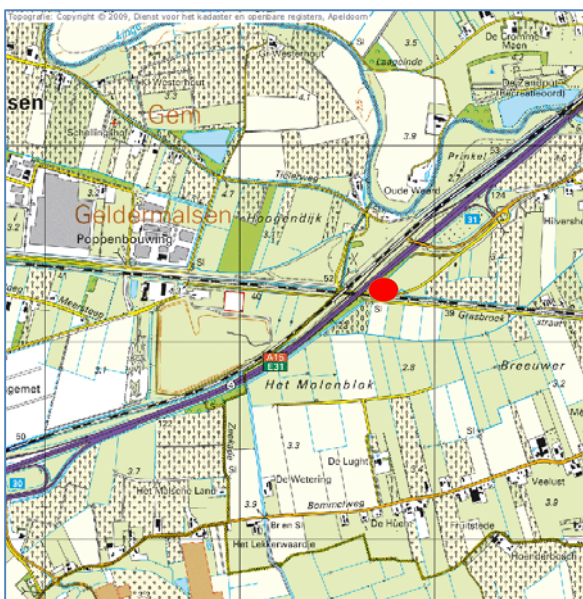
Locaties aanvullend veldonderzoek



Locaties Steendertse Uitweg en Kapelstraat



Locatie De Eeuwerden



Locatie Overlaat

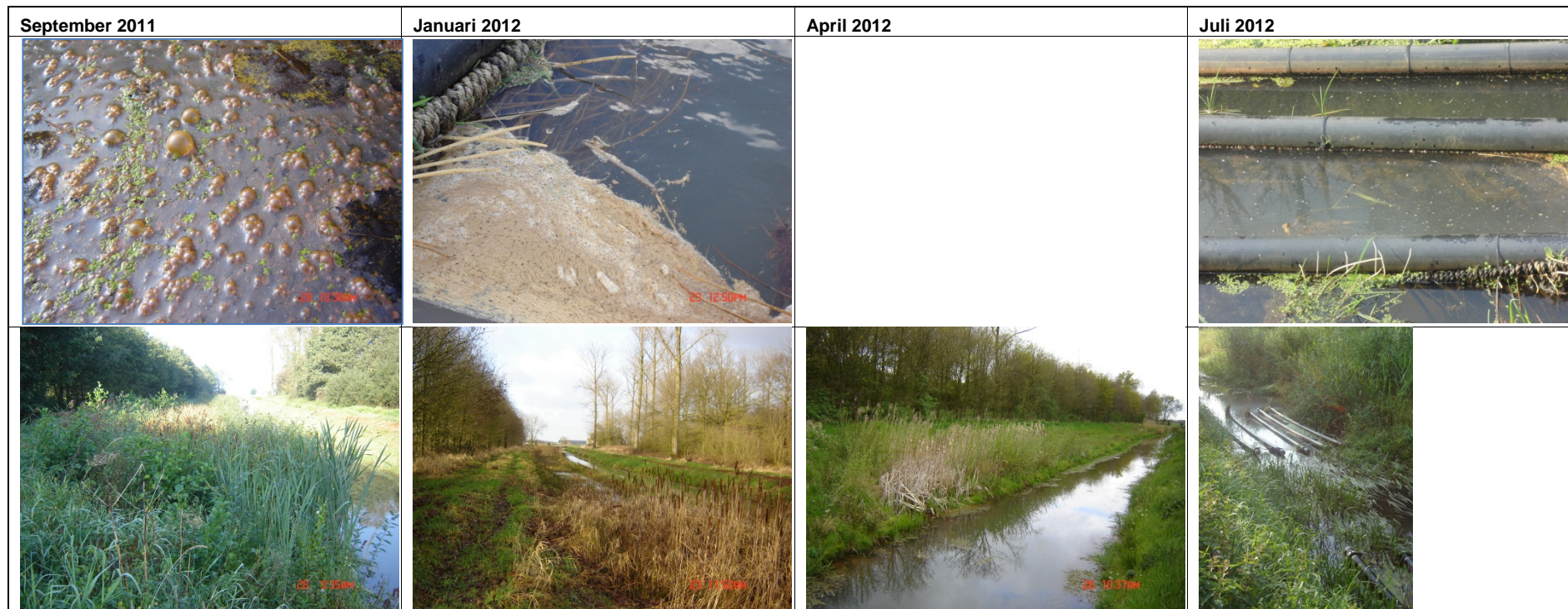


Locatie Parallelweg

Bijlage 2
Foto's veldonderzoek - Overasselt

Algemeen beeld opstelling







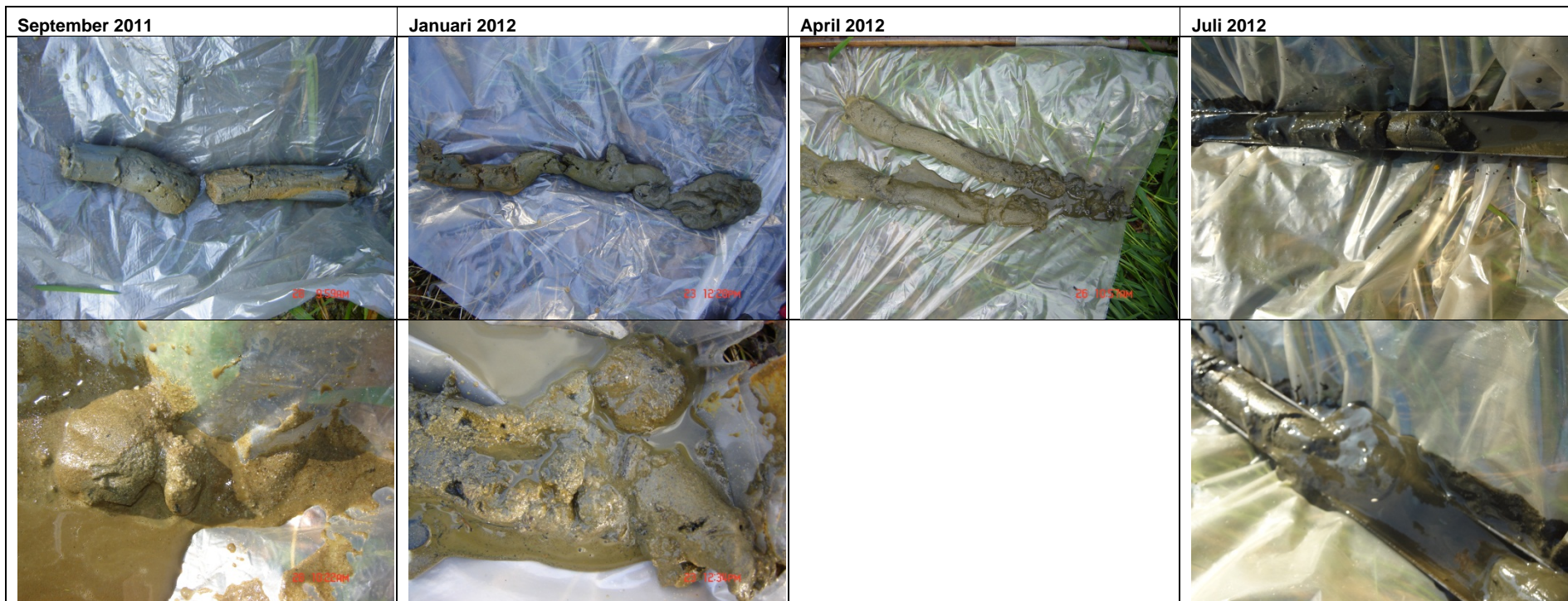
Waarnemingen perifyton





Waarnemingen slibvang

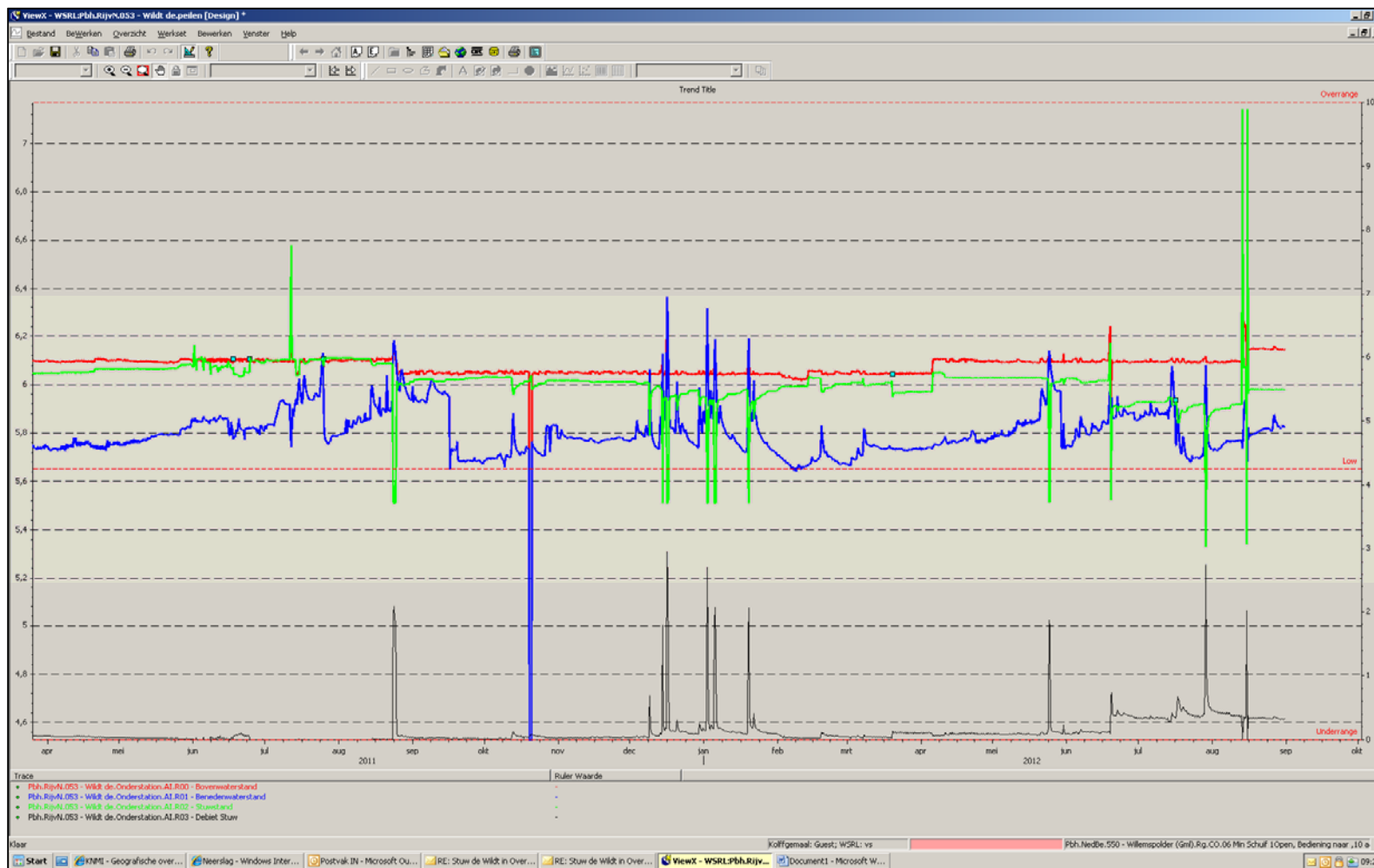




Bijlage 3

Waterstanden en debieten Overasselt

Figuur: Waterstanden en stuwstand: rood = bovenwaterstand; groen = stuwstand; blauw = benedenwaterstand; zwart = debiet (aflezen op rechter as)



Bijlage 4

Foto's aanvullend veldonderzoek

<p>De Eeuwerden</p>				
<p>Steendertse Uitweg</p>				

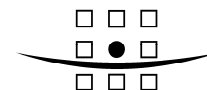


Parallelweg



Bijlage 5

Onderzoek geschikte proeflocaties



Memo

Aan : Ton van der Putten (Waterschap Rivierenland)
 Van : Floris Verhagen, Jeroen Bouwmans
 Datum : 25 februari 2011
 Kopie :
 Onze referentie : 9W3326/M0001/900642/DenB

Betreft : Locatiebezoek 22 februari 2011

1. De locatie

Er zijn drie locaties aangemeld:

1. A.J. van Raai; Ijkelaarstraat 2; 6611 KN OVERASSELT
2. L.P.G. de Wildt; Gaassessedam 1; 6611 AC OVERASSELT
3. J.W.F.M. van Wijk; Mosterdwal 2; 6658 KT BENEDEN LEEUWEN



Ijkelaarstraat
Overasselt



Gaassessedam
Overasselt



Mosterdwal
Beneden-Leeuwen

De locaties moet aan een aantal voorwaarden voldoen:

	Loc 1	Loc 2	Loc 3
Aanliggende agrariër moet mee willen werken	😊	😊	😊
Agrariër moet vrijgekomen waterbodembodem willen ontvangen	😊	😊	😊
Sloot bevat voldoende nutriënten	😬	😊	😬
Locatie is goed bereikbaar voor installatie/onderhoud/bemonstering	😊	😊	😊
Locatie is niet vandalisme gevoelig	😞	😊	😞
Sloot heeft een debiet (***) m ³ /s) dat goed verwerkt kan worden	😊	😬	😞
Weinig tot geen fluctuaties in debieten (piekafvoeren)	😊	😞	😊

Tabel 1 Analyse watermonsters locaties

	Locatie 1	Locatie 2	Locatie 3	Eenheid
Troebelheid	1.45	9.72	16.50	FNU
P-totaal	0.163	0.211	0.228	mg/l
P-ortho	0.126	0.191	0.202	mg/l
P-organisch	0.037	0.020	0.026	mg/l
N-totaal	18.4	11.5	2.9	mg/l
Ammonium	0.227	0.186	0.373	mg/l
Nitriet	0.135	0.028	0.030	mg/l
Nitraat	0.207	9.98	1.36	mg/l
Ijzer	-	1.33	-	mg/l

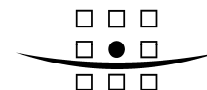
Locatie 1 is om praktische redenen niet geschikt voor het plaatsen van een perifytonfilter. De sloot is te klein. Daarnaast is nutriëntensamenstelling van het water minder geschikt. Er is redelijk weinig fosfaat aanwezig en de hoge concentratie stikstof is hoogstwaarschijnlijk te verklaren aan het uitrijden van mest één week voor het moment van monstername.

De sloot op locatie 3 valt af vanwege de weinige stroming gedurende het gehele jaar. Dit is een algemeen kenmerk van de sloten in de omgeving van Beneden Leeuwen. De voordelen van een lange hydraulische verblijftijd wegen niet op tegen de nadelen die hierdoor ontstaan. Door beperkte beweging van perifyton zal het minder robuust/divers zijn en niet profiteren van de oppervlakte vergroting door "verwaaïing" van EPS. De toepasbaarheid van een slibvang wordt ook beperkt. Strikt genomen geldt uiteraard dat minder stroming een positieve uitwerking heeft op het functioneren van een slibvang. Als er echter geen stroming aanwezig is, of geen duidelijke stromingsrichting, heeft een slibvang weinig nut. Daarnaast is de concentratie stikstof zodanig laag dat deze limiterend zal zijn, met als gevolg een lager rendement voor de P-verwijdering.

Locatie 2: Gaassessedam is het meest geschikt. De sloot heeft een praktisch formaat (3 - 4m breed en 0.5m diep) en ligt nagenoeg op het boerenerf in een afgelegen gebied. Dit verkleint de kans op vandalisme aanzienlijk. De verhouding N:P is zodanig hoog dat P limiterend zal zijn. Het enige nadeel aan deze locatie is de kans op piekafvoeren. Hiermee dient tijdens de mogelijke constructie rekening gehouden te worden.

Bijlage 6

Globale opzet veldexperiment



Memo

Aan : Ton van der Putten (Waterschap Rivierenland)
 Van : Floris Verhagen, Jeroen Bouwmans
 Datum : 4 maart 2011
 Kopie :
 Onze referentie : 9W3326/M0002/900642/DenB

Betreft : Opzet proef zuivering in de sloot

1. Inleiding

Waterschap Rivierenland onderzoekt nieuwe mogelijkheden om de waterkwaliteit in landbouwgebied te verbeteren. Dit wordt gedaan binnen het INTERREG project Natuurlijke Grenswateren (Nagrewa). Een van de deelprojecten betreft Zuivering in de Sloot, uitgevoerd door Royal Haskoning. Het concept bestaat uit drie onderdelen:

1. een slibvang
2. een perifytonfilter
3. slibwormen

In deze notitie is op een rij gezet hoe het concept van Zuivering in de Sloot verder uitgewerkt kan worden. Op basis van deze notitie wordt door het waterschap een go/nogo beslissing genomen over de daadwerkelijke uitvoering van de proef.

2. De locatie

Er zijn drie locaties aangemeld:

1. A.J. van Raai; Ijkelaarstraat 2; 6611 KN OVERASSELT
2. L.P.G. de Wildt; Gaassessedam 1; 6611 AC OVERASSELT
3. J.W.F.M. van Wijk; Mosterdwal 2; 6658 KT BENEDEN LEEUWEN



Ijkelaarstraat
Overasselt



Gaassessedam
Overasselt



Mosterdwal
Beneden-Leeuwen

De locaties moeten aan een aantal voorwaarden voldoen:

Tabel 1 **Vergelijking drie locaties**

	Loc 1	Loc 2	Loc 3
Aanliggende agrariër moet mee willen werken	😊	😊	😊
Agrariër moet vrijgekomen waterbodembodem willen ontvangen	😊	😊	😊
Sloot bevat voldoende nutriënten	😬	😊	😬
Locatie is goed bereikbaar voor installatie/onderhoud/bemonstering	😊	😊	😊
Locatie is niet vandalisme gevoelig	😞	😊	😞
Sloot heeft een debiet dat goed verwerkt kan worden	😊	😬	😞
Weinig tot geen fluctuaties in debieten (piekafvoeren)	😊	😞	😊

Tabel 2 **Analyse watermonsters locaties**

	Locatie 1	Locatie 2	Locatie 3	Eenheid
Troebelheid	1.45	9.72	16.50	FNU
P-totaal	0.163	0.211	0.228	mg/l
P-ortho	0.126	0.191	0.202	mg/l
P-organisch	0.037	0.020	0.026	mg/l
N-totaal	18.4	11.5	2.9	mg/l
Ammonium	0.227	0.186	0.373	mg/l
Nitriet	0.135	0.028	0.030	mg/l
Nitraat	0.207	9.98	1.36	mg/l
IJzer	-	1.33	-	mg/l

Locatie 1 is om praktische redenen niet geschikt voor het plaatsen van een perifytonfilter. De sloot is te klein. Daarnaast is nutriëntensamenstelling van het water minder geschikt. Er is redelijk weinig fosfaat aanwezig en de hoge concentratie stikstof is hoogstwaarschijnlijk te verklaren aan het uitrijden van mest één week voor het moment van monsternamen.

De sloot op locatie 3 valt af vanwege de weinige stroming gedurende het gehele jaar. Dit is een algemeen kenmerk van de sloten in de omgeving van Beneden Leeuwen. De voordelen van een lange hydraulische verblijftijd wegen niet op tegen de nadelen. Door beperkte beweging van perifyton zal het minder robuust/divers zijn en niet profiteren van de oppervlaktevergroting door “verwaaiering” van EPS. De werking van een slibvang wordt ook beperkt. Strikt genomen geldt uiteraard dat minder stroming een positieve uitwerking heeft op het functioneren van een slibvang. Als er echter geen stroming aanwezig is, of geen duidelijke stromingsrichting, heeft een slibvang weinig nut. Daarnaast is de concentratie stikstof zodanig laag dat deze limiterend zal zijn, met als gevolg een lager rendement voor de P-verwijdering.

Locatie 2: Gaasselsedam is het meest geschikt. De sloot heeft een praktisch formaat (3 - 4m breed en 0.5m diep) en ligt nagenoeg op het boerenerf in een afgelegen gebied. Dit verkleint de kans op vandalisme aanzienlijk. De verhouding N:P is zodanig hoog dat P limiterend zal zijn. Het enige nadeel aan deze locatie is de kans op piekafvoeren. Hiermee dient tijdens de mogelijke constructie rekening gehouden te worden.

Vlakkig locatie 2 staat een meetstuw van Waterschap Rivierenland (tabel 3).

Tabel 3 Gemeten debieten op locatie 2 in de periode maart 2010 tot en met maart 2011

	Gemiddelde	Mediaan
Debiet gehele periode	159	70
Debiet zomer periode	64	10

In de winterperiode is de afvoer groot met piekafvoeren. Voordelig voor het perifyton-systeem is het lage debiet gedurende de zomer, wanneer ecologisch gezien de grootste winst is te verwachten. In de zomer wordt een verhoogd rendement verwacht. Voor de berekeningen (paragraaf 4.2) is een gemiddeld debiet van 70 l/s aangehouden, globaal het gemiddelde gedurende de zomer periode en de mediaan van de winter periode.

3. De slibvang

De werking van de slibvang is gericht op het vangen van loskomend perifyton materiaal en zwevend materiaal uit de sloot. De stikstof wordt in de winter gedenitrificeerd.

De slibvang is gedimensioneerd op basis van praktijkervaring:

- 10m lang
- 5m breed (1m verbreed aan beide kanten bodem sloot)
- 1m diep (vanaf bodem sloot)

Hiervoor dient ongeveer 70 m³ slib te worden afgegraven. De vrijkomende grond wordt over het land uitgereden. Tijdens het veldbezoek bleek in het algemeen hier weinig bezwaar tegen te zijn, mits de grond niet vervuild is.

Het is nog onduidelijk of de bodem/wanden verstevigd dienen te worden. De mogelijkheid bestaat om doormiddel van grind of beton de slibvang te beschermen, voornamelijk tegen piekafvoeren. Daarnaast is het belangrijk de slibvang niet te dicht bij de overlaat (locatie 2) te plaatsen, in verband met lokale stroomversnellingen.

De slibvang kan voor ongeveer € 800 worden aangelegd. De aan- en afvoerkosten van de machine bedragen € 500; de graafkosten € 300,-. Aanvullend moet nog een waterbodemonderzoek worden uitgevoerd. Indien de waterbodem vervuild blijkt te zijn, zullen de kosten voor afvoer en verwerking hoog zijn. De locatie valt dan af voor de proef.

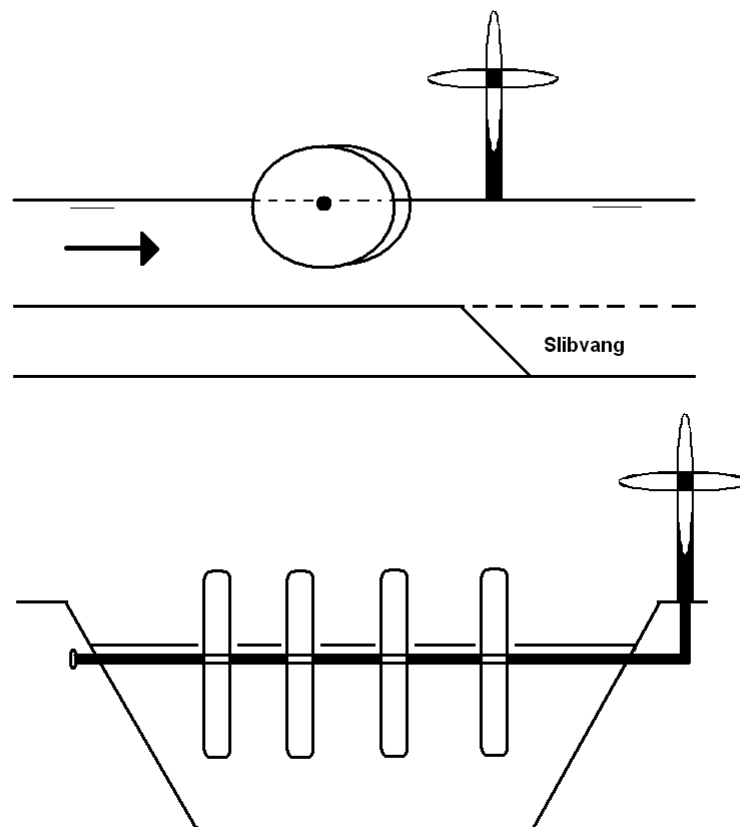
4. Perifytonfiler

4.1 Systeemkeuze op hoofdlijnen

In de offerte is een voorzet gegeven voor de uitwerking: draaiende schijven aangedreven door een windmolen of zonnecel (systeem 1). Daarnaast is gekeken naar twee alternatieven. Dit is een drijvende mat met ballen (systeem 2) en een drijvende cilinder (systeem 3). De drie deelsystemen worden hieronder beschreven. Per deelsysteem zijn de voor- en nadelen op een rij gezet.

System 1: Aangedreven schijven/bollen

Perifyton kan zich hechten aan enkele grotere schijven of bollen. Omdat voor de aangroei licht nodig is moet het geheel kunnen draaien. De aandrijving vindt plaats via een windmolen (mechanisch).



Figuur 1 Principeschets systeem 1 (schijven en bollen)

In de bovenstaande figuur staat het ontwerp weergegeven.

Voordelen:

- Het systeem kan bewegen, ook al is er geen stroming in de sloot (aangenomen dat het wel waait)
- Beweging van perifyton leidt tot robuuster perifyton en tevens een vergroot oppervlakte (verwaaing EPS)
- Mogelijkheid om verder de diepte in te gaan en daardoor het contact oppervlakte verder te vergroten.
- De schijven zijn eenvoudig schoon te spuiten
- Nagenoeg geen invloed op stroming sloot
- Perifyton zal eenvoudig loslaten naargelang de laagdikte toeneemt

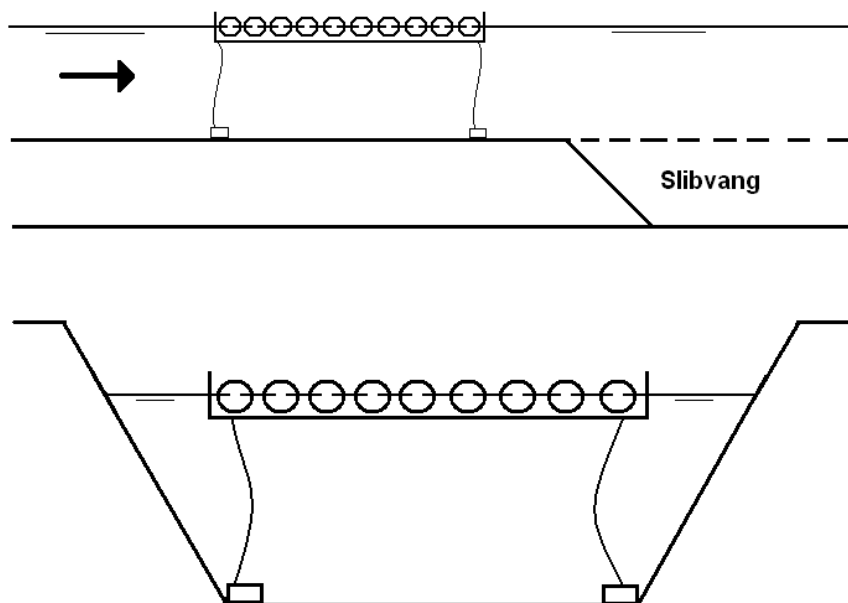
Nadelen:

- Complex systeem om te bouwen, met name aandrijving via windmolen
- Uitwerking van windmolen kan mogelijk duurder uitvallen (dit is een risico)
- Mogelijk onderhoudsgevoelig

- Vandalisme gevoelig
- Weinig effect bij windstille situaties
- Gevoeligheid extreme weersomstandigheden (voornamelijk wind)
- Efficiëntie sterk afhankelijk van richting watergang t.o.v. zon

Systeem 2: Mat met (bio)ballen

Het principe van dit systeem is het meest eenvoudig. Het bestaat uit een geraamte, gemaakt van PVC of hout, gevuld met ballen die het geheel van drijfvermogen voorziet. Om de kosten beperkt te houden is uitgegaan van normale piepschuimen ballen. De grootte van de ballen heeft geen invloed omdat het effectieve oppervlak bij verschillende maten gelijk blijft. De efficiëntie kan verhoogd worden met speciale bioballen, maar de kosten hiervan zijn veel hoger. Het drijfvermogen zal zodanig worden ingesteld dat ongeveer de helft van de ballen boven water uit komt. Tevens kunnen de ballen binnen dit geraamte vrij bewegen. Dit zal bijdragen aan verbeterde groei over het gehele oppervlakte van de bal. Het oppervlak van de bal komt dus zowel in aanraking met licht/lucht als het water.



Figuur 2 Principeschets van systeem 2 (mat met bioballen). Boven: lengteprofiel en onder: dwarsdoorsnede

Voordelen:

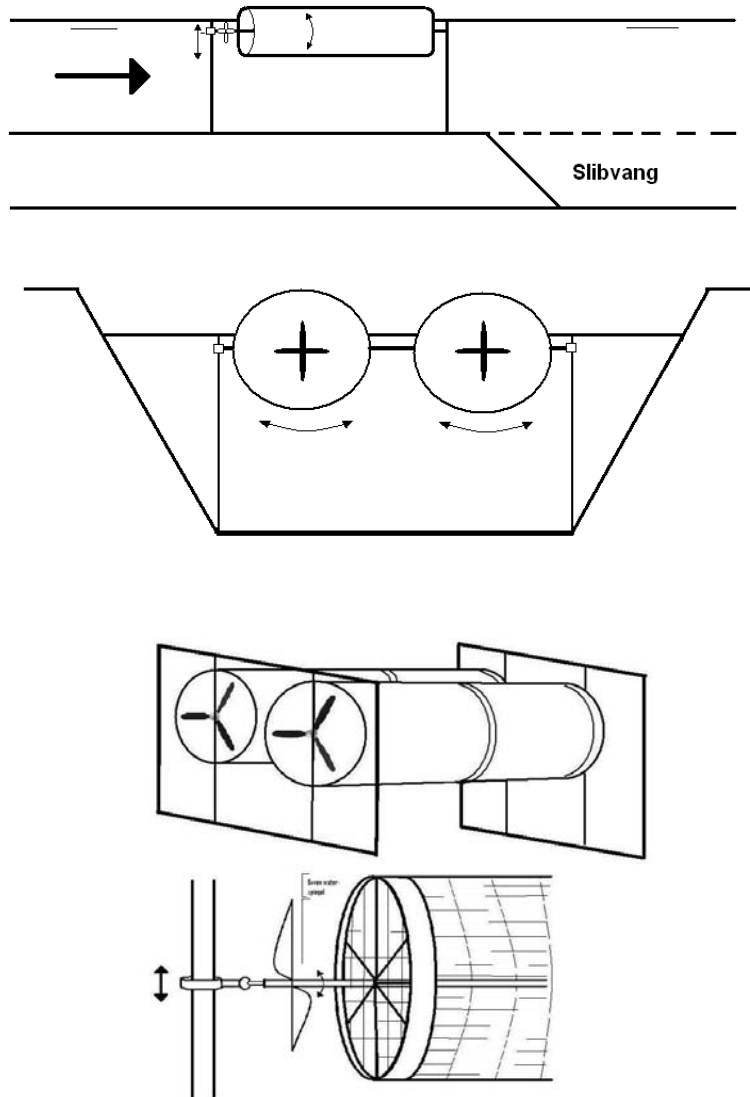
- Goedkoop systeem
- Eenvoudig te plaatsen, onderhouden en verwijderen
- Veel lichtval
- Vanwege het drijfvermogen in staat te rijzen en zakken met de waterstand
- Weinig tot geen invloed op stroming in de sloot
- Geen turbulentie – geen negatieve invloed op slibvang

Nadelen:

- Relatief weinig contact oppervlak tussen substraat en water (afhankelijk van diepte sloot)
- Hogere lichtintensiteit leidt tot een minder diverse samenstelling van verschillende soorten organismen in het perifyton. En daardoor een minder robuust perifyton
- Gevoeligheid bij extreme weersomstandigheden (wind, golven, neerslag etc)
- Beweging en dus efficiëntie van het systeem is afhankelijk van voldoende stroomsnelheid

Systeem 3: Cilinders

Dit systeem bestaat uit één of meerdere cilinders die over de lengte van de sloot lopen. Deze cilinders worden aangedreven door middel van propellers die draaien door de stroming in de sloot. De cilinders kunnen volledig of gedeeltelijk worden gevuld met (bio)ballen en worden bekleed met hechtingsmateriaal.



Figuur 3 **Principeschets van systeem 3 (cilinder)**

Voordelen:

- Zeer groot contact oppervlak
- In beweging, dus robuuster perifyton en vergroot oppervlak (EPS)
- Drijvende cilinders passen zich aan waterpeil aan
- Zowel in contact met het water als licht/lucht
- Perifyton laat zeer lokaal los, vanwege draairichting. Mogelijk positieve effecten op naastgelegen slibvang.

Nadelen:

- Complex te bouwen en in te stellen systeem
- Relatief duur
- Gevoeligheid bij mogelijke hogere stroomsnelheden
- Minder efficiënt bij onvoldoende stroming in de sloot
- Onderhoudsgevoelig
- Na verstopping/vergroeiing van het systeem mogelijk negatieve invloed op watervoerendheid.

In tabel 4 staan de verschillende systemen tegenover elkaar uitgezet uitgaande van meerdere factoren. De waardering is globaal uitgevoerd.

Tabel 4 **Vergelijking van de drie systemen**

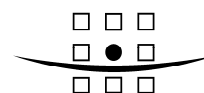
	Systeem 1 - Schijf	Systeem 2 - Mat	Systeem 3 - Cilinder
Contact (opp)	++	+	+++
Complexiteit van het ontwerp	++	+++	+
Licht (oppervlak / hoek)	++	+++	++
Robuustheid/hechting perifyton	+	++	+++
Invloed op slibvang	+++	+++	+++
Invloed stroming sloot	+++	+++	++
Onderhoud	+++	++	++
Kosten	++	+++	+
Gevoeligheid weer, piekafvoeren	+	+++	++
TOTAAL	19	23	18

Op basis van deze vergelijking willen we voorstellen om systeem 2 verder uit te werken. Alle drie de systemen zijn in materiaalkosten vergelijkbaar (ongeveer € 1.000,- voor een oppervlak 10m2). Systeem 1 en 3 zijn ingewikkelder te construeren en daarom duurder.

4.2 Zuiveringsrendement en benodigde oppervlak

De efficiëntie van het perifyton-systeem is vergeleken met een helofytenfilter. De efficiëntie is uitgedrukt als de totale nutriëntenverwijdering per oppervlak. Voor stromende systemen met grote verschillen in afvoer is dit een betere maat dan het zuiveringsrendement (hoeveelheid verwijderd ten opzichte van de instroom).

Aannames



De werking van helofytenfilters blijkt volgens de literatuur in de praktijk te verschillen. De P-verwijderingsrendementen lopen uiteen van 10-90%; de beheerkosten van € 700-18.000 ha/jaar. Hoge rendementen P-verwijdering in helofytenfilters worden doorgaans behaald door voorbezinking of opslag/infiltratie in de bodem. Werkelijke P-verwijdering door afvoeren van maaisel blijkt vaak niet significant vergeleken bij de totale P-verwijdering.

Het perifyton-systeem is vergeleken met het helofytenfilter Eversteekoog omdat (1) veel gegevens beschikbaar zijn en (2) de hydraulische belasting van dit helofytenfilter nagenoeg overeenkomt met de hydraulische belasting bij eerdere onderzoeken naar perifyton ($10l/m^2/u$) (S.Glorius 2007, T.Meliefste 2008). Er is ook gekeken naar een verticaal helofytenfilter. Het systeem in Lauwersoog behaalde bij een lage belasting een rendement van 26%. Dit is echter een duurder systeem.

De vrachtverwijdering uit het perifyton onderzoek is overgenomen als een optimale variant. De werking kan tegenvallen in een boerensloot. Daarom is ook rekening gehouden met een gereduceerde werking.

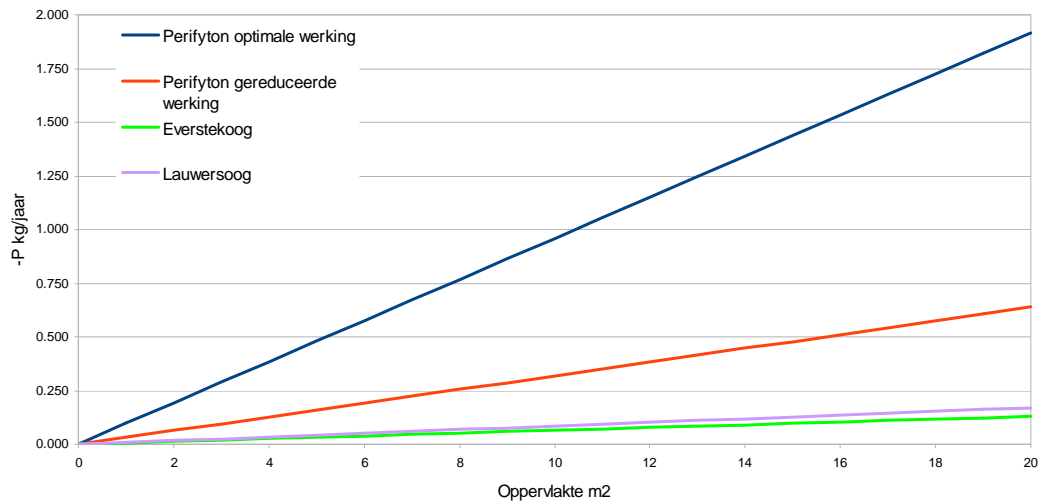
Vergelijking werking perifyton en helofyten

Tabel 5 **Vergelijking tussen perifyton en helofyten systeem**

	Perifytonfiler		Helofyten Eversteekoog
	Optimaal	Gereduceerd	
Benodigd oppervlak (m^2 per kg/jaar)	10	31	154
Kosten investering (per m^2)	100	100	18
Kosten investering (€ per kg P)	1850	3950	2772
Kosten beheer (€ per kg P)	290	429	347

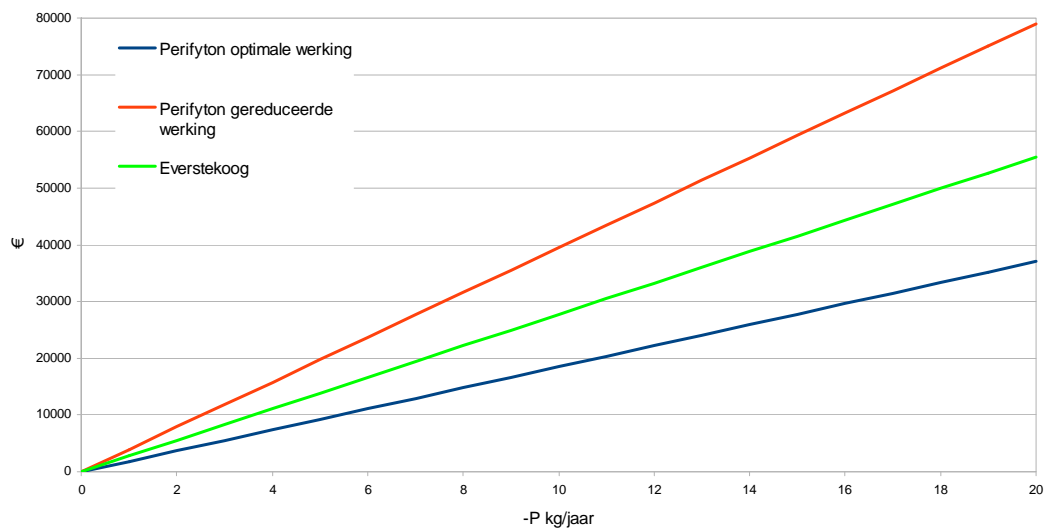
Er is vergeleken hoeveel m^2 filter nodig is voor het verwijderen van 1 kg P per jaar. Uit de vergelijking (tabel 5) blijkt dat met het perifyton-systeem volstaan kan worden met een veel kleiner oppervlak. De kosten voor aanleg en beheer zijn ook hoger, maar dit weegt op tegen de grotere hoeveelheden verwijderde vracht. Het voordeel wordt nog groter wanneer extra kosten worden gemaakt voor grondaankoop. In tabel 5 zijn de kosten voor grondaankoop namelijk niet meegenomen. De kosten zijn grafisch uitgezet in de figuren 4 tot en met 6.

P-verwijdering verschillende systemen

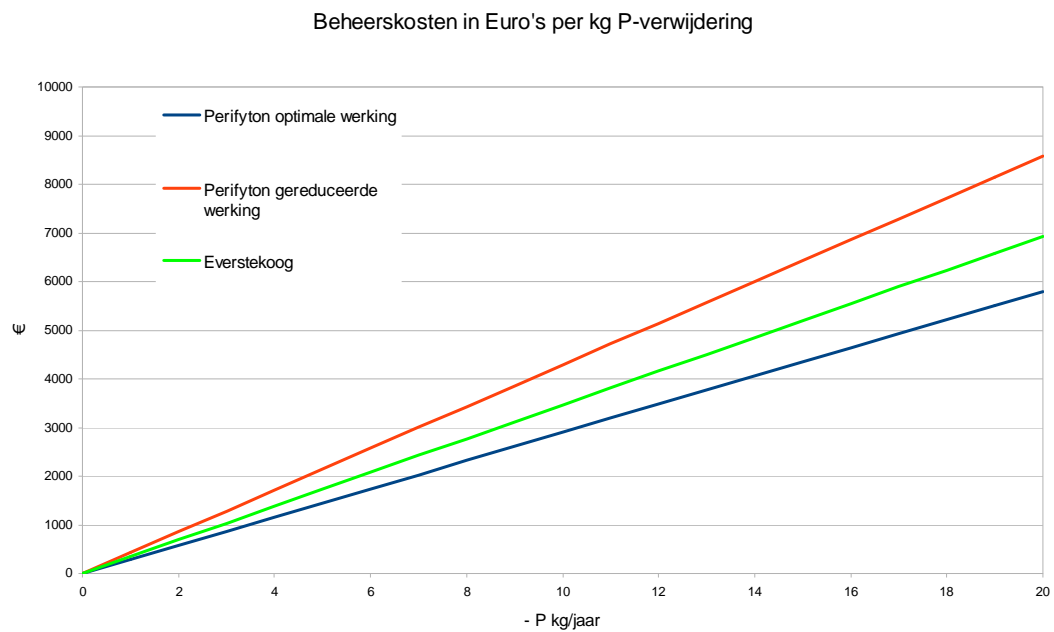


Figuur 4 Vergelijking van benodigd oppervlak voor P-verwijdering voor vier systemen

Investeringskosten in Euro's per kg P-verwijdering



Figuur 5 Vergelijking van de investeringskosten per kg P-verwijdering voor drie systemen



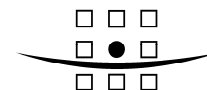
Figuur 6 **Vergelijking van beheerkosten per kg P-verwijdering voor drie systemen**

5. **Voorstel**

We raden aan om systeem 2, mat met ballen, te kiezen voor verdere uitwerking, in combinatie met een slibvang en de toepassing van slibwormen.

Bijlage 7

Uitwerking ontwerpvarianten



Memo

Aan : Ton van der Putten, Jan Kerkhoff (Waterschap Rivierenland)
 Van : Floris Verhagen, Jeroen Bouwmans
 Datum : 19 april 2011
 Kopie :
 Onze referentie : 9W3326/M0003/900642/DenB

Betreft : Ontwerpvoorstel pilot Zuivering in de Sloot

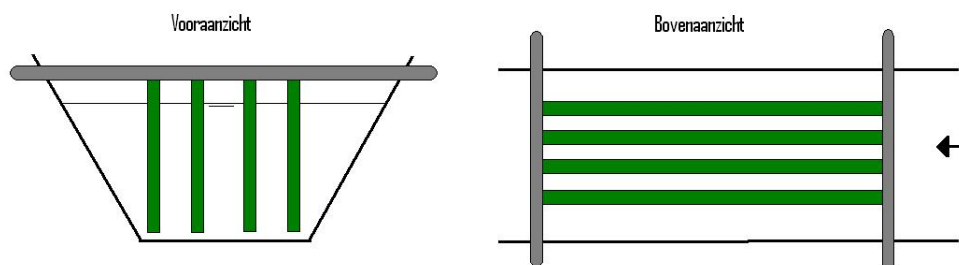
1. Inleiding

Er zijn verschillende manieren om de lamellen in de sloot te plaatsen. In deze memo worden vier mogelijke uitvoeringen besproken. Van drijvende constructies tot volledig onder water staande systemen. Duidelijk is dat ieder systeem voor- en nadelen heeft. Een afweging zal worden gemaakt uitgaande van kosten, levensduur, eenvoud, doorstroming sloot, onderhoud, gevoeligheid voor vandalisme en substraat mogelijkheden. De vier meest belovende constructies staan hieronder gedetailleerd uitgewerkt. Vervolgens staat de problematiek rondom het slootonderhoud beschreven. Het laatste hoofdstuk is gewijd aan de mogelijkheden in materiaalkeuze als drager van het perifyton (substraat).

2. De vier verschillende opties

Optie 1 – steiger

Een van de mogelijkheden is het plaatsen van stevige balken/buizen die het gewicht dragen van de hangende lamellen. Deze dragers worden bevestigd in de oevers van de sloot. Het heeft dus wel als nadeel dat het afhankelijk is van de stevigheid van de oevers. Als de dragers onder het maaiveld worden geplaatst heeft dit tevens geen nadelige gevolgen voor maaibeheer langs de oevers. Maaien of baggeren in de sloot zelf wordt wel bemoeilijkt aangezien het systeem lastig te verplaatsen is. Daarom bestaat de mogelijkheid om ringen te bevestigen aan de lamellen, waardoor de lamellen over de lengte van de steigerbuizen kunnen schuiven. Doormiddel van een lange stok met haak kunnen de lamellen naar één kant van de sloot worden geschoven.



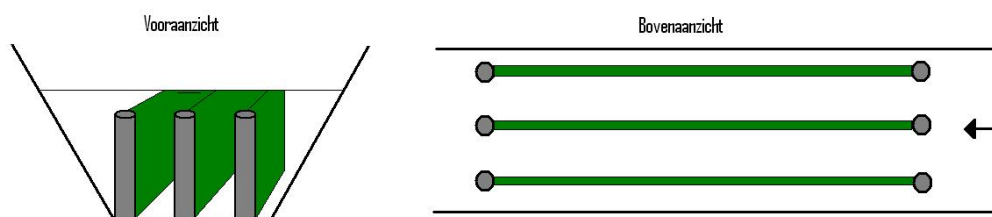
Figuur 1. Voor- en bovenaanzicht van het steigersysteem

Constructie materialen:

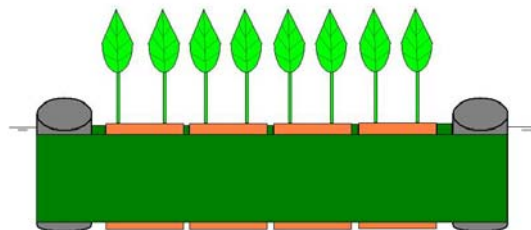
- Gegalvaniseerd staal of aluminium buizen (beide buizen zijn maximaal 6m lang. Daarnaast is aluminium mogelijk minder geschikt vanwege corrosie en dus lokale vervuiling)
- Kunstmatig touw of dergelijke voor bevestiging substraat materiaal.

Optie 2 – duiker

Er kan ook worden gekozen om het systeem volledig onder water te plaatsen. Hierdoor is er geen constructie nodig langs de oevers. Het systeem heeft dus geen invloed op het maaien van de oevers. Daarnaast is een robuuste oever geen vereiste. Omdat het systeem zich nagenoeg volledig onder water bevindt is het minder vandalisme gevoelig dan de andere systemen. Onderhoud of verwijdering van het systeem is daarentegen wel ingewikkelder. Optioneel kan ervoor worden gekozen om de palen zodanig te bekleden dat er ruimte ontstaat tussen de twee wanden (figuur 3). Deze ruimte kan vervolgens worden gebruikt voor het plaatsen van waterplanten in met kiezel en grond gevulde manden. Deze planten zullen verder bijdragen aan nutriëntenverwijdering en ecologische waarde in de sloot.



Figuur 2. Voor- en bovenaanzicht van het duikersysteem



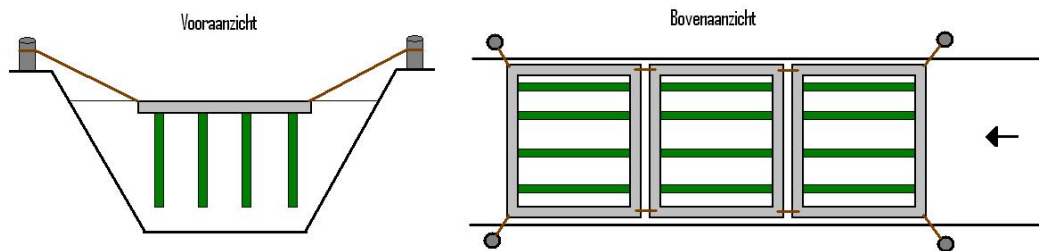
Figuur 3. Zijaanzicht duiker, bezet met manden gevuld met waterplanten

Constructie materialen:

- Houten balken of stalen buizen
- Bevestiging substraat materiaal
- (optioneel) water/moerasplanten
- (optioneel) vijvermanden
- (optioneel) grond/kiezels

Optie 3 – drijver

Dit systeem bestaat uit verschillende drijvende frames die aan elkaar gekoppeld kunnen worden. De sterkste eigenschap van dit systeem is dat het samen met het waterpeil stijgt of zakt. Hierdoor staan de lamellen voortdurend onder water met optimale lichtval. Daarnaast is het systeem vanwege het drijfvermogen en de eenvoudige verankering makkelijk te verplaatsen, bijvoorbeeld voor beheer van de sloot. Aangezien het systeem ook horizontaal vlak in het water ligt vangt het mogelijk drijvend materiaal in de sloot op. Hierdoor bestaat de kans dat het systeem verstopt en daardoor de doorstroming van de sloot negatief beïnvloed. Het systeem is tevens complexer en relatief duurder.



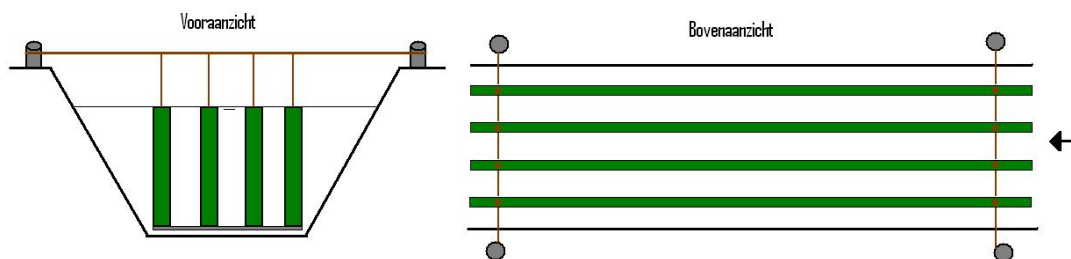
Figuur 4. Voor- en bovenaanzicht van het drijvende systeem

Constructie materialen:

- Houten balk of stalen buis voor verankering
- Touw of kabel voor verankering
- Hout of PVC voor drijvend frame
- Schroeven of PVC druklijm
- Bevestiging substraat materiaal

Optie 4 – hanger

Het principe van het hangende systeem is redelijk eenvoudig. Er worden op minimaal 4 plaatsten palen in de oevers geslagen waartussen kabels worden gespannen. Aan deze kabels worden vervolgens de lamellen gehangen. Dit systeem heeft als voordeel dat het eenvoudig aan te passen is aan verschillende omstandigheden (slootprofiel, waterpeil etc). Wel kan dit systeem als minder robuust worden beschouwd en is het aanzienlijk vandalisme gevoelig.



Figuur 5. Voor- en bovenaanzicht van het hangende systeem

Constructie materialen:

- Houten balk of stalen buis voor verankering
- Kabels voor ophanging en verankering

3. Vergelijking van de verschillende opties

In tabel 1 zijn verschillende factoren meegenomen in de beoordeling van de verschillende opties. De gebruikte factoren zijn als volgt gedefinieerd, met een beschrijving van het meest geschikte en ongeschikte systeem.

Kosten

Onder deze kosten zijn enkel de investeringskosten meegenomen van de constructie zelf. Het is in dit stadium nog niet mogelijk gedetailleerd uitspraak te doen over onderscheid in b.v. transport of beheerskosten van de verschillende opties, mede omdat dit sterk afhankelijk is van substraat keuze. De kosten zullen het laagst zijn bij de duiker (basis systeem), aangezien dit de meest eenvoudige constructie is. Het drijvende systeem zal het duurst uitvallen aangezien hiervoor meer materiaal vereist is.

Levensduur

Dit aspect is een combinatie van duurzaamheid en robuustheid. Er wordt zowel rekening gehouden met hoe het systeem zich verhoudt onder (extreme) weersomstandigheden als de duurzaamheid van de gebruikte materialen van de dragende constructie. De duiker scoort hier hoog vanwege de eenvoudige maar stevige constructie maar ook omdat deze onder water staat, beschermd tegen de meeste elementen. De hanger is gevoelig vanwege de spanning op de verschillende kabels, zeker in het geval van piekafvoeren of bij verstopping van het systeem.

Algemene Toepassing

Hiermee wordt bedoeld in hoeverre het systeem in verschillende types of gedimensioneerde sloten geplaatst kan worden. De steiger scoort op dit punt slecht omdat een steigerbuis maximaal 6 meter lang is. Voor bredere sloten wordt de constructie dus lastiger. De duiker is beter geschikt omdat breedte of diepte van de sloot geen invloed heeft op de constructie. De drijver kan, vanwege de losgekoppelde fragmenten, ook breder worden toegepast.

Vandalisme

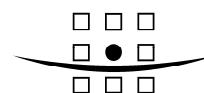
Het aspect 'vandalisme' staat voor zich; hoe aantrekkelijk en eenvoudig is het om het systeem te beschadigen. De duiker is het minst eenvoudig te bereiken en dus te beschadigen. Zowel de drijver als hanger zijn vandalisme gevoelig omdat de verankering vanaf de oever binnen handbereik is. Hetzelfde geldt uiteraard voor de steiger. Deze is echter steviger verankerd onder de grond.

Doorstroming

Misschien wel het belangrijkste aspect dat meeweegt is de doorstroming van de sloot. Aangezien ieder systeem maaibeheer beperkt, kan dit, zeker op de proeflocatie, leiden tot verstopping van het systeem met als gevolg opstuwing. Met name de drijver en hanger zijn hiervoor gevoelig, omdat horizontale delen van de constructie dwars op de stroom liggen. De steiger zal de minste invloed hebben op de stroming omdat enkel de lamellen in contact komen met het water.

Onderhoud van het systeem

Met het laatste aspect 'onderhoud van het systeem' wordt bedoeld hoe eenvoudig of complex het systeem te onderhouden/vervangen is. Het drijvende systeem scoort hier hoog omdat deze lichte constructie eenvoudig uit de sloot te verwijderen valt. De duiker daarentegen is lastiger te onderhouden vanwege de ligging en immobiliteit van het systeem.



Tabel 1. Toetsing van de verschillende systemen aan verschillende randvoorwaarden

	Optie 1 - steiger	Optie 2 - duiker	Optie 3 - drijver	Optie 4 - hanger
Kosten	+++	++++	++	+++
Levensduur	++	++++	+++	+
Alg. Toepassing	+	++++	++++	+
Vandalisme	+++	++++	+	+
Doorstroming	++++	+++	++	++
Onderhoud van het systeem	+++	+	++++	+++
Totaal Score	16	20	16	11

4. Onderhoud sloot

Een belangrijke randvoorwaarde is het onderhoud van de sloot zelf. Met nadruk op het maaien van waterplanten. De kans is aanwezig dat bij weinig tot geen verwijdering van waterplanten tussen het systeem verstopping ontstaat. Hiermee dient tijdens de constructie rekening te worden gehouden. De meest eenvoudige oplossing is het mobiel maken van het systeem, zodat het eenvoudig verplaatst kan worden. Het drijvende systeem bezit deze eigenschap uiteraard al. Bij de steiger kan de constructie worden aangepast zodat alle lamellen naar de oevers van de sloot kunnen worden geschoven. Bij de hanger is deze toepassing echter niet mogelijk omdat de lamellen onderaan met elkaar verbonden zijn. Het verwijderen of verplaatsen van de optie duiker is onmogelijk. Om die reden zal samen met het Waterschap moeten worden gekeken naar mogelijkheden om waterplanten tussen de lamellen te verwijderen zonder het systeem te verplaatsen.

5. Opties substraat

Op dit moment worden in het technisch laboratorium van hogeschool HAS Den Bosch verschillende materialen getoetst voor toepassing in het uiteindelijk systeem. Deze materialen zijn sisal touw, kunstgras, biogrit en polyurethaan. In tabel 2 staat mogelijke toepassing van de verschillende materialen weergegeven per optie. Daarbij staat een + voor gunstige, 0 voor lastige, en – voor ongunstige toepassing.

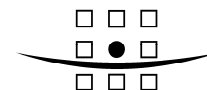
Tabel 2. Toepassingsmogelijkheden materialen per systeem

	Steiger	Duiker	Drijver	Hanger
Touw	+	0	+	+
Kunstgras	+	+	+	+
Biogrit	+	+	+	+
Polyurethaan	+	0	0	-

Voor zowel de steiger als de drijver zijn alle materialen geschikt. Polyurethaan is in meerdere gevallen problematisch vanwege het hoge drijfvermogen en kwetsbaarheid ten opzichte van de andere materialen. Touw is in het geval van de duiker minder geschikt als er gekozen wordt voor de 'waterplant' optie, omdat het touw de inhoud van het systeem op de plek moet houden. In dat geval kan worden gekeken naar de mogelijkheid om een net te vinden van hetzelfde of soortgelijk materiaal. Naast deze constructie afwegingen zijn er geen praktische redenen waarom een materiaal niet gekozen zou kunnen worden. Het lopende substraat onderzoek zal duidelijkheid moeten verschaffen over het best beschikbare substraat.

Bijlage 8

Definitief ontwerp veldexperiment



Notitie

Aan : Ton van der Putten, Jan Kerkhoff
 Van : Floris Verhagen, Jeroen Bouwmans
 Datum : 27 mei 2011
 Kopie :
 Onze referentie : 9W3326/M0004/900642/DenB

HASKONING NEDERLAND B.V.
 RUIMTELIJKE ONTWIKKELING

Betreft : Dimensionering systeem "Zuivering in Sloot"

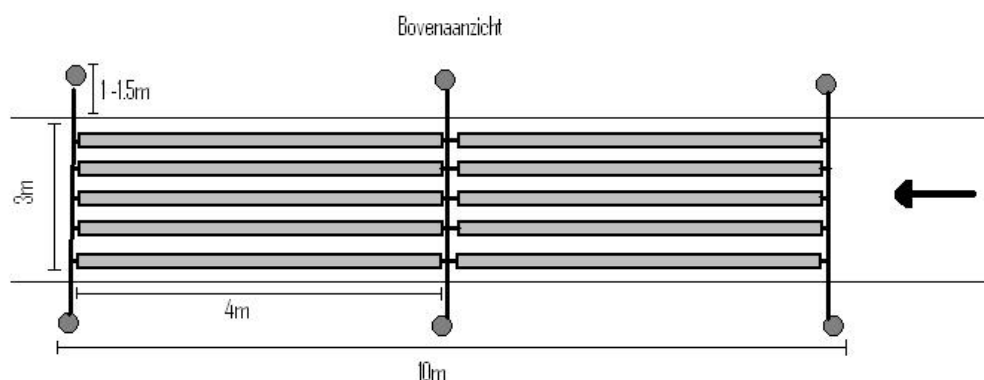
Aanleiding

Voor het opstellen van de toestemmingsbrief door de afdeling Vergunningen (WSRL) is gevraagd de dimensionering van het te plaatsen systeem aan te leveren.

Dimensionering

Het drijvende systeem bestaat uit twee modules, elk in totaal 3m breed en 4m lang. Een module bestaat uit vijf 4m lange PVC drukbuizen, die door middel van stalen kabels en buisingen met elkaar verbonden zijn. De twee modules zijn aan elkaar bevestigd maar kunnen eenvoudig worden losgekoppeld. Uitgaande van stabiliteit kan ervoor worden gekozen om twee extra verankeringen te plaatsen tussen de twee modules. Het gehele systeem inclusief verankeringen heeft een lengte van 10-11m, is 5-6m breed en heeft een diepte van 0.5m vanaf het waterpeil.

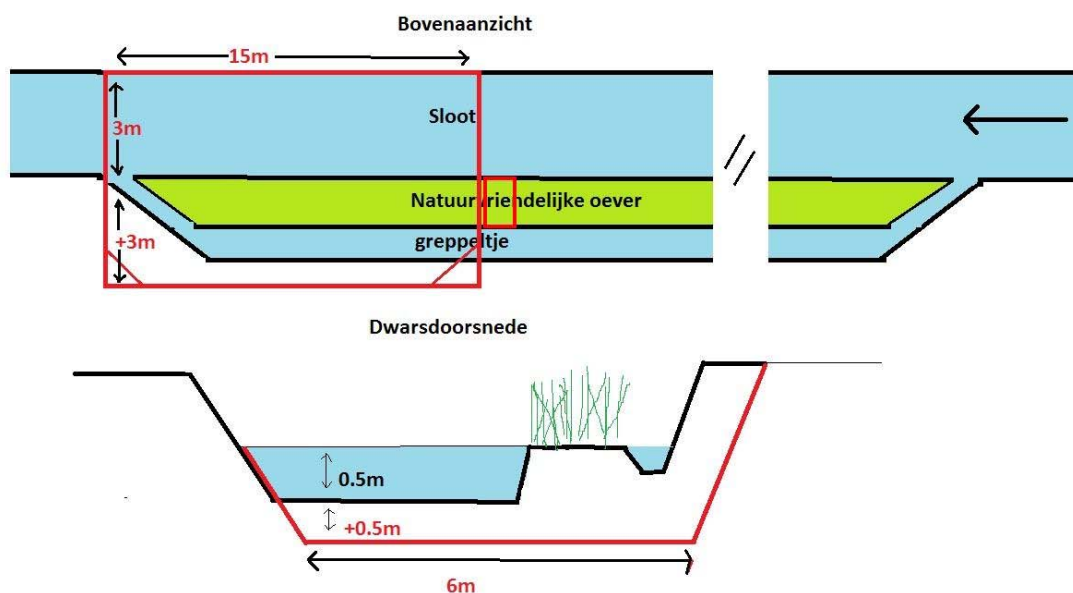
In figuur 1 staat de gehele constructie schematisch weergegeven met de afmetingen.



Figuur 1. Bovenaanzicht drijvende systeem

Slibvang

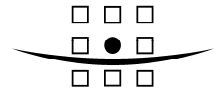
Er is in overleg gekozen voor een slibvang van 15m lang, 6m breed en 0.5m diep vanaf de bodem van de sloot (scenario 3 – Memo 5 *Dimensies Slibvang*), op enige (15m) afstand gelegen van de stuw De Wildt. De slibvang wordt dus geplaatst aan het einde van de natuurvriendelijk oever (westelijke kant). De verbreding vindt enkel plaats aan de kant van de NVO (zuidelijke oever). De te verzetten grond (~70m³) zal worden aangebracht op de zuidelijke oever en worden gebruikt ter versterking van het talud. De kwaliteit van de grond zal worden gecontroleerd door het nemen van een monster. Daarnaast zal een klein aandeel van deze grond worden gebruikt om een uitlopend profiel aan het begin en einde van de slibvang te realiseren en de greppel van de NVO om te leiden ter plaatse van het perifyton systeem. In figuur 2 zijn de locatie en profiel van de slibvang weergegeven. In figuur 3 is een situatieschets gegeven van zowel het systeem als de slibvang. Na afloop van de proef wordt de grond weer terug aangebracht.



Figuur 2. Dimensies slibvang



Figuur 3. Situatieschets



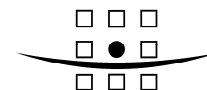
ROYAL HASKONING

Planning werkzaamheden

Op 9 juni wordt het perifyton systeem door Jeroen Bouwmans en een veldmedewerker van RHK geplaatst in Overasselt. De verwachting is dat de slibvang voor deze datum is gegraven en een waterbodemmonster is genomen. Ook moet de zuidelijke oever van de sloot nog gemaaid worden. Maar dit wordt ook voor 9 juni gedaan. Op dit moment is RHK nog in afwachting van een offerte/planning van het aannemersbedrijf Willems-Winnsen. Zodra dat bekend is worden Ton van der Putten en Jan Kerkhoff daarvan op de hoogte gesteld.

Bijlage 9

Ontwerp slibvang



Memo

Aan : Ton van der Putten;
 Van : Frank van Herpen & Jeroen Bouwmans
 Datum : 8 april 2011
 Kopie : Floris Verhagen, Ton Schomaker
 Onze referentie : 9W3326.A0/M00005/902795/DenB

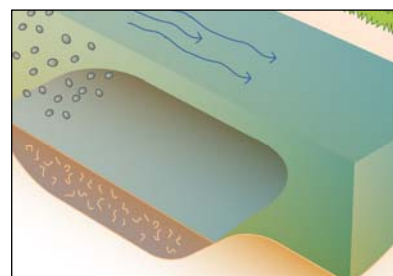
Betreft : dimensies slibvang

Toelichting slibvang “nutriëntental”

De nutriëntental combineert drie al bestaande concepten:

- de slibvang, zoals al toegepast in grotere beken;
- perifytonfilter voor het kweken van algen;
- de inzet van slibwormen voor slibreductie (*Oligochaeta*).

In deze memo geven we een toelichting op de dimensies van de slibvang. De slibvang kan relatief eenvoudig gemaakt worden. Het gaat om een verbreding en verdieping van de bestaande waterloop. De stroomsnelheid wordt daarmee verlaagd en is waarschijnlijk voldoende laag om onopgeloste deeltjes voor een belangrijk deel te laten bezinken. Deze deeltjes zijn afkomstig uit bovenstroomse deel van de waterloop maar ook van het perifytonfilter.



Het perifytonfilter wordt bovenstrooms van de slibvang geplaatst en bestaat uit een frame waaraan substraat wordt opgehangen (bv kunstgras; touw). Het is de bedoeling dat het perifyton op dit substraat gaat groeien. Het substraat komt (in stroomrichting) in het water te hangen en zal niet voor opstuwing zorgen.

Werkzaamheden voor de aanleg van de slibvang zijn:

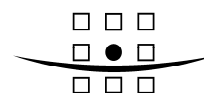
- 1) weggraven van het dammetje tussen de natuurvriendelijke oever (verder: NVO) en waterloop;
- 2) verdiepen van de waterloop zelf;
- 3) uitgraven van de NVO zelf tot benodigde diepte voor slibvang.

Voor het optimaal functioneren van de slibvang dient deze de stroomsnelheid zoveel mogelijk te vertragen zodat ook de fijnste deeltjes goed kunnen bezinken. Hoe breder en langer de slibvang hoe beter deze dus zal functioneren. Beschikbare ruimte en budget laat geen heel grote slibvang toe (niet wenselijk om gehele NVO af te graven).

Op basis van beschikbare debietgegevens bij de stuw De Wildt (kruising Spellingsestraat – Gasselsedam) en een aantal vuistregels hebben we de dimensies bepaald voor de slibvang.

Hierbij maken we gebruik van drie scenario's:

- maximale variant (op basis van bovengrens jaarlijkse afvoer excl. piekbelastingen)
- gemiddelde variant (op basis van mediane afvoer op jaarbasis).
- minimum variant: werkend in zomerperiode (groeiperiode van perifyton)



Voor het dimensioneren van de slibvang op piekbelastingen (na regenbuien) is de beschikbare ruimte niet voldoende (ca 25 m breedte benodigd). Voor perioden waarbij er geen sprake is van stroming (debiet 0 m³/s) is in principe geen slibvang nodig omdat de gehele waterloop zich dan gedraagt als slibvang.

Bij gering debiet is verdieping van de waterloop maar zeer beperkt nodig (ca 10 cm) om ervoor te zorgen dat de slibvang zal werken. Om te voorkomen dat bij een piekbelasting de slibvang meteen weer leeg spoelt is ons advies om ook voor lage ontwerpdebieten de slibvang toch verder te verdiepen. De diepte van de slibvang (1 m) is ten opzichte van het waterpeil; met een waterdiepte van 0,5 m in huidige situatie betekent dit een verdieping van 50 cm.

De ontwerpdebieten (tabel 1) zijn de debieten waarop de afmetingen van de slibvang zijn afgestemd. Bij deze debieten en de omvang van de slibvang (tabel 2) bezinken de deeltjes in de slibvang.

Tabel 1: debieten voor scenario's

debiet	1 - jaarrond (mediaan)	2 - jaarrond (normaal debiet)	3 - groeiseizoen
minimum	0 m ³ /s		0 m ³ /s
maximum	3,79 m ³ /s		3,44 m ³ /s
gemiddelde	0,16 m ³ /s		0,07 m ³ /s
mediaan	0,07 m ³ /s		0,01 m ³ /s
ontwerpdebiet	0,07 m ³ /s	0,25 m ³ /s	0,03 m ³ /s

Tabel 2: ontwerpparameters scenario's

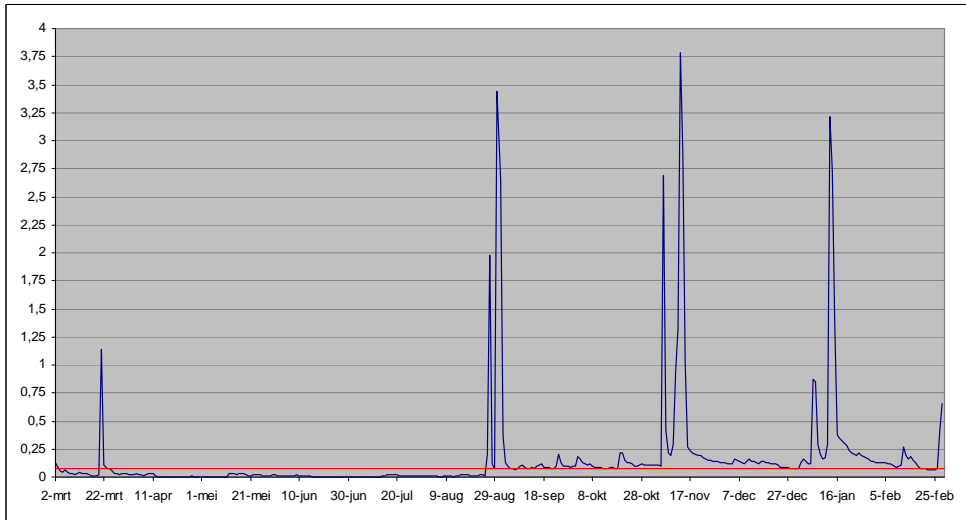
	1 - jaarrond (mediaan)	2 - jaarrond (normaal debiet)	3 - groeiseizoen
breedte (m)	6	6	6
lengte (m)	35	130	15
diepte (m) (tov waterpeil)	1	1	1
afgraven m ³ (schatting)	175	650	75

Advies

Afhankelijk van de mogelijkheden tot weggraven van de NVO adviseren we om te kiezen voor scenario 1 (35 m). Deze optie kan dan worden voorgelegd bij Staatsbosbeheer.

Als een slibvang van 35 m niet mogelijk of niet gewenst is dan kan worden gekozen voor scenario 3 (15 m).

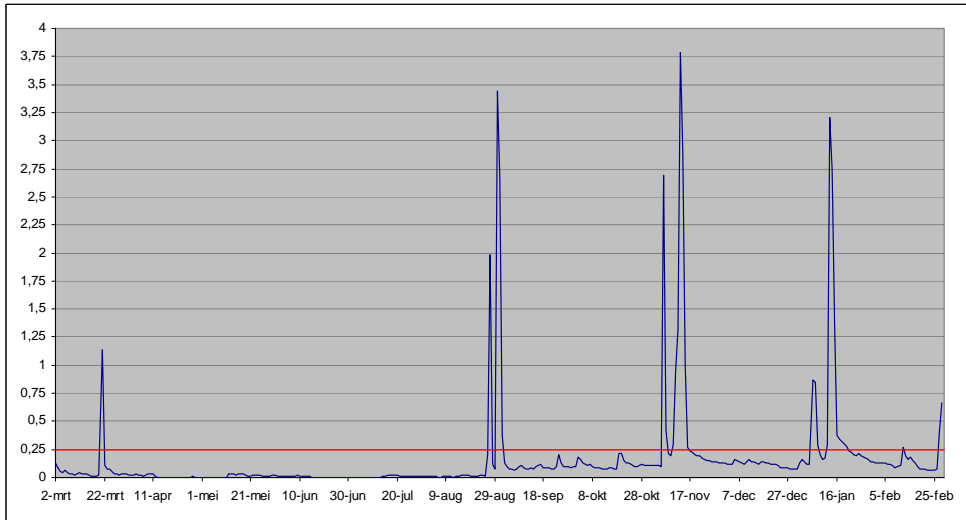
Figuur scenario 1: debiet Stuw De Wildt (gehele meetreeks); blauw: debiet; rood: ontwerpdebiet slibvang



Figuur scenario 1: ligging en omvang slibvang (ca 35 m bij 6 m)



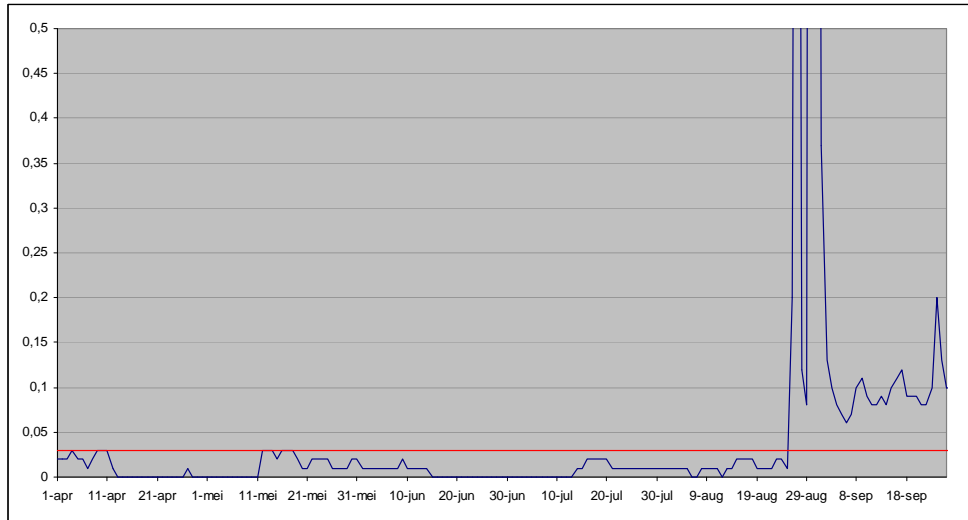
Figuur scenario 2: debiet Stuw De Wildt (alleen groeiseizoen);); blauw: debiet; rood: ontwerpdebiet slibvang



Figuur scenario 2: ligging en omvang slibvang (ca 130 m bij 6 m)



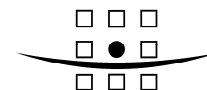
scenario 3: debiet Stuw De Wildt (alleen groeiseizoen);); blauw: debiet; rood: ontwerpdebiet slibvang



Figuur scenario 3: ligging en omvang slibvang (ca 15 m bij 6 m)



Bijlage 10
Verslag plaatsing veldexperiment



Memo

Aan : Ton van der Putten, Jan Kerkhoff, Bart Bardeel
Van : Jeroen Bouwmans, Floris Verhagen
Datum : 15 juni 2011
Kopie : Frank van Herpen, Ton Schomaker
Onze referentie : 9W3326/M0006/900642/DenB

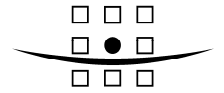
Betreft : Plaatsing Filter & Slibvang

Plaatsing filtersysteem

Op 9 juni is door Jeroen Bouwmans en Geert-Jan Oosterhoff (meetdienst RHK) succesvol het perifyton systeem geplaatst te Gaasselsedam 1, Overasselt. Er waren geen complicaties tijdens het plaatsen. Beide units zijn apart verankerd en moeten, indien nodig, individueel verplaatst worden. De 5 buizen per unit creëren voldoende drijfvermogen om het gehele systeem drijvende te houden, waardoor het eenvoudig te verplaatsen valt. Een unit is aan 4 kanten verankerd. In figuur 2 is te zien hoe de staalkabel is bevestigd door middel van een weerbestendig hangslot. Een set van deze sleutels zal worden opgestuurd naar WSRL. Alle ankerpalen zijn aan de bovenkant voorzien van gele tape om deze beter zichtbaar te maken (zie figuur 3).



Figuur 1. De complete buizen klaar voor bevestiging in de sloot.



ROYAL HASKONING



Figuur 2. Verankering systeem, met speling in kabel voor eventuele peilverhogingen. De gele tape is later geplaatst.

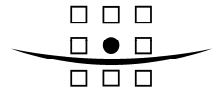


Figuur 3. Overzicht van beide units, met rechts in beeld de stuw De Wildt.

Slibvang

Aannemersbedrijf Willems-Winssen zal 22 juni in aanwezigheid van o.a. Jeroen Bouwmans de slibvang graven. De werkzaamheden starten om 08:00 en duren hoogstwaarschijnlijk een half dagdeel.

Bijlage 11 Monitoringsplan



Memo

Aan : Ton v/d Putten,
 Van : Frank van Herpen & Floris Verhagen
 Datum : 11 augustus 2011
 Kopie : Ton Schomaker, Bart Bardoel
 Onze referentie : 9W3326/M0007/902795/DenB

Betreft : Monitoringsplan Zuiverende Sloot

1) Inleiding

Waterschap Rivierenland onderzoekt nieuwe mogelijkheden om de waterkwaliteit in landbouwgebied te verbeteren. Dit wordt gedaan binnen het INTERREG project Natuurlijke Grenswateren (Nagrewa). Een van de deelprojecten betreft Zuivering in de Sloot, uitgevoerd door Royal Haskoning. Het concept bestaat uit twee onderdelen:

1. een perifytonfilter
2. een slibvang

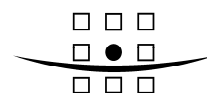
Het perifytonfilter bestaat uit drijvers met daaraan bevestigd touwen. Deze touwen dienen als substraat voor hechting van perifyton (soort algen). Perifyton zal door te groeien voedingsstoffen uit het water onttrekken en op die manier een bijdrage leveren aan de natuurlijke zuivering. Hierdoor zal de belasting benedenstrooms met nutriënten in het watersysteem gelegen waterlopen afnemen.



Benedenstrooms van het perifytonfilter is een zandvang aangelegd. Het idee is dat (fijn) zwevend materiaal uit de sloot bezinkt in de zandvang. Voedingsstoffen in dit zwevend stof worden dan geconcentreerd in de zandvang opgevangen. Perifyton dat afsterft op het filter laat los en komt ook in de zandvang annex nutriëntenval terecht. Wormen en andere ongewervelden die in water leven kunnen in de slibvang zorgen voor verdere verdichting van organisch materiaal.

2) onderzoeksdoelstellingen

In voorbereiding op het veldexperiment is een laboratoriumexperiment uitgevoerd naar groei van perifyton op verschillende substraattypen. Deze materialen waren sisal touw, kunstgras, biogrit en polyurethaan. Uit het experiment bleek dat 1) perifyton groeit op het substraat en 2) dat perifyton het beste groeide op sisal touw.



Voor het veldexperiment zijn er een aantal onderzoeksvragen om te beantwoorden. Deze vragen moeten antwoord geven op de vraag of de nutriëntenvol een bijdrage levert aan versterking van de zelfreinigende werking van het watersysteem. Uiteindelijk is de wens om het zuiverende vermogen van de nutriëntenvol te vergelijken met andere biologische zuiveringssystemen (o.a. helofytenfilters).

Optioneel: ecologische meerwaarde (onderzoeksvraag 1.1.5 en 2.1.3)

Naast het vergroten van het zelfreinigende vermogen van een sloot kan een filter ook meerwaarde bieden voor soorten die in de sloot leven. Een voorbeeld hiervan is het beschikbaar komen van (kunstmatig) paaihabitat voor vis of het creëren van habitat voor diertjes die normaal gesproken in dichte vegetatie voorkomen. Deze extra bijdrage aan diversiteit van levensgemeenschap in de sloot is geen hoofddoel van de proef maar kan een positief bijkomstig effect zijn.

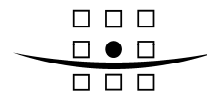
Het monitoren van de ecologie is vooraf niet voorzien. Een mogelijkheid is dat de ecologische monitoring wordt opgenomen in het ecologisch monitoringprogramma van het waterschap. Het voorstel is om de ecologische meerwaarde op een kwalitatieve manier in beeld gebracht. In de zandvang kan in het voorjaar van 2012 de macrofauna-gemeenschap in kaart worden gebracht op hoofdgroepen. Hierbij ligt de aandacht vooral op de soorten die kunnen helpen om de sliblaag te verdichten (Oligochaeta). Het filter wordt dan visueel onderzocht op het voorkomen en gebruik door andere soortgroepen paaihabitat; schuilplaatsen) of door met een netje steekproefsgewijs te bemonsteren tussen de touwen van het filter. Eventueel kan de inventarisatie van de soortgroepen ook door een ecoloog van Royal Haskoning uitgevoerd worden.

1) Onderzoeksvragen m.b.t. perfytonfilter:

- 1.1 Groeit het perfyton ook in natuurlijke omstandigheden op het filter?
 - 1.1.1 Hoeveel perfyton groeit er (biomassa)?
 - 1.1.2 Zijn er verschillen te zien binnen het filter?
 - 1.1.3 Hoeveel nutriënten worden in biomassa vastgelegd?
 - 1.1.4 Ondervinden water- en oeverplanten last van filter?
 - 1.1.5 Is filter gekoloniseerd door andere soortgroepen (o.a. macrofauna) - *optioneel*
- 1.2 Hoe houdt het systeem zich?
 - 1.2.1 Is het geschikt om jaarrond in sloot aanwezig te laten zijn?
 - 1.2.2 Hoe pakt het praktisch uit met reguliere beheer en onderhoud?

2) Onderzoeksvragen met betrekking tot zandvang

- 2.1 Werkt de zandvang?
 - 2.1.1 Zo ja, welk materiaal treffen we aan?
 - 2.1.2 Zo ja hoeveel is er al gesedimenteerd en hoeveel nutriënten worden op deze manier vastgelegd?
 - 2.1.3 Is er al sprake van een biologische gemeenschap die zich kan handhaven en zorgen voor biologische verdichting van bezonken materiaal? - *optioneel*
- 2.2 Hoe houdt het systeem zich?
 - 2.2.1 Is er sprake van erosie aan oevers?
 - 2.2.2 Hoe pakt het praktisch uit met reguliere beheer en onderhoud?



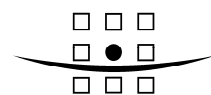
Om een goed antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvragen is het ook goed om de waterkwaliteitsparameters goed vast te leggen.

- 3) Onderzoeksvragen met betrekking tot waterkwaliteit
 - 3.1 Wat is het algemene beeld voor de waterkwaliteit?
 - 3.2 Hoe groot is de belasting van de nutriëntenval met voedingsstoffen?
 - 3.3 Hoe groot kan de bijdrage van ijzerrijke kwel zijn voor vastlegging van fosfaat in veldexperiment?

3) parameters

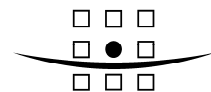
In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de te meten parameters. Ook aangegeven in de tabel is de relatie met de onderzoeksvragen (paragraaf 2) en de voorgestelde frequentie in 2011 en 2012. Naast het onderstaande monitoringsplan (met frequenties) is het voorstel om tussen monitoringmomenten door korte bezoeken te brengen aan het filter om de algemene toestand in de gaten te houden.

Uit de laboratoriumproef is bekend dat er zeker 4-6 weken nodig zijn dat perfyton (zichtbaar) aanwezig wordt op het substraat. Om ervoor te zorgen dat het systeem onder veldomstandigheden voldoende de tijd heeft gehad om op een natuurlijke manier in te stellen begint de monitoring daarom pas in september.



Tabel 1: overzicht monitoring

parameter	onderzoeks-vraag	methode	frequentie	uitvoering
stroomsnelheid & debiet in waterloop	3	* via meetstuw Gaasseldam (opvragen bij waterschap)	september, januari, april, juli	via waterschap
nutriënten boven- en beneden-strooms	3	* N-totaal, * orto-P, P-totaal	september, januari, april, juli	veldwerk: nemen & afleveren monsters; lab: uitvoeren analyses
algemene waterkwaliteit	3	* pH, zuurstof, EGV, Chloride, waterdiepte * IJzer (Fe); Sulfaat (SO ₄).	september, januari, april, juli	veldwerk: nemen & afleveren monsters; lab: uitvoeren analyses
perfytongroei	1.1	* visuele inspectie; vast leggen mbv foto's	september, januari, april, juli	veldwerk
	1.1.1; 1.1.2,	* meten dikte biofilm met schuifmaat op 10 touwen. Hierbij worden touwen bemonsterd aan zowel de randen als de binnenzijde van de filters * aangroei op touw vastleggen op foto	september, januari, april, juli	veldwerk
	1.1.3	* afknippen 4 stukjes touw van 5 cm. In lab wordt natgewicht en drooggewicht perfyton bepaald. Hiertoe wordt perfyton zo goed mogelijk van het touw afgeschraapt. Aan hand van drooggewicht en literatuurgegevens kunnen we inschatting maken van vastgelegde hoeveelheid nutriënten.	april, juli	veldmetingen, nemen & afleveren monsters; lab: uitvoeren analyses
vegetatie	1.1.4	* groeien er waterplanten tussen het filter; zo ja: belemmeren die het filter in werking (visueel; foto)	september, april	veldwerk
Ecologie optioneel	1.1.5	* visuele inspectie op gebruik filter door andere soortgroepen (vissen; amfibieën; reptielen) * touwen onderzoeken op voorkomen macrofauna; afzettingen van eitjes vissen/amfibieën	september, april april	optioneel veldwerk veldwerk
werking systeem perfytonfilter	1.2, 1.2,1	* visuele inspectie & foto; * algemene indruk systeem; sprake van beschadigingen; zijn alle touwen nog aanwezig; zorgt systeem voor opstuwning waterpeil;	september, januari, april, juli	veldwerk
beheer & onderhoud	1.2.2	* navraag bij waterschap/aannemer naar ervaringen m.b.t. beheer en onderhoud waterloop in onderzoeksgebied; * navragen of systeem zorgt voor opstuwning	september, juli	bureauwerk
werking zandvang	2.1	* wat is algemene indruk van de zandvang? (foto)	september, januari, april, juli	veldwerk
	2.1.1; 2.1.2	* nemen 4 monsters met doorzichtige steekbuis voor bepaling dikte sliblaag	september, januari, april, juli	veldwerk
	2.1.2	* nemen mengmonsters sliblaag voor bepalen samenstelling slib (korrelgrootte; organisch stof;	januari, juli	veldwerk: nemen & afleveren monsters;



		nutriëntensamenstelling).		lab: uitvoeren analyses
<i>optioneel</i> levensgemeenschap	2.1.3	* mbv net samenstelling macrofauna in kaart brengen (op hoofdgroep)	april	<i>optioneel</i>
stabiliteit zandvang	2.2; 2.2.1	is zandvang stabiel; treed zichtbare erosie op aan oevers (foto's)	september, januari, april, juli	veldwerk
beheer & onderhoud	2.2.2	* navraag bij waterschap/aannemer naar ervaringen m.b.t. beheer en onderhoud waterloop in zandvang;	september, juli	bureauwerk

4) kosten monitoring

Tabel 4.1 geeft het overzicht van de kosten voor de monitoring. Tabel 4.2 geeft een uitsplitsing voor de kosten van de analyses. De kosten vallen binnen het vooraf geraamde budget voor de monitoring. In tabel 4.3 een overzicht voor kosten van optionele monitoring.

Tabel 4.1: raming kosten monitoring

activiteit	wie & wat	# dagen	totaal
opstellen monitoringsplan	bureamedewerker	1	€ 600
uitzetten & begeleiden veldwerk	bureamedewerker	1	€ 600
tussentijdse inspecties	bureamedewerker	2	€ 1.200
veldwerk	veldmedewerker & bus	4	€ 2.400
opleveren meetresultaten na elke ronde monitoring	bureamedewerker	2	€ 1.200
analysekosten lab*			€ 1.800
totaal			€ 7.800,-

* exclusief kosten voor bepalen drooggewicht perfyton

Tabel 4.2: samenvatting kosten analyses laboratoria

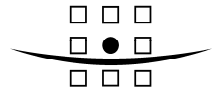
parameter	frequentie	# analyses	totaal
waterkwaliteitsbepalingen	4x; 2 meetpunten;	8	€ 1.600,-
samenstelling slib zandvang	2x; 1 mengmonster;	2	€ 200,-
gewicht perfyton	2x; 4 monsters	8	p.m.*
totaal analyses			€ 1.800

* o.a. afhankelijk van mogelijkheden voor het inschakelen van lab van waterschap

Tabel 4.3: samenvatting kosten optionele monitoring

parameter	frequentie	# analyses	totaal
andere soortgroepen	2x; ecooloog mee met veldwerk	2	€ 1.200,-
levensgemeenschap zandvang	1x (voorjaar 2012);		Bij voorkeur door waterschap zelf uit te voeren

* o.a. afhankelijk van mogelijkheden voor het inschakelen van lab van waterschap



ROYAL HASKONING

5) Resultaten

Na elke monitoringsronde worden de meetresultaten opgeleverd. In oktober leveren we een korte tussenrapportage, inclusief de eerste meetresultaten. In de eindevaluatie (oktober 2012) worden de resultaten gerapporteerd en geëvalueerd. In dit rapport komen de meetresultaten en de praktische ervaringen met de proef aan bod. De afzonderlijke onderdelen van de proef zullen we, zo goed als mogelijk, afzonderlijk beoordelen.

Bijlage 12
Resultaten monitoring september 2011



Memo

HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER

Aan : Ton v.d. Putten
Van : Frank van Herpen en Floris Verhagen
Datum : 27 oktober 2011
Kopie : -
Onze referentie : 9W3326/M00008/902795/BW/DenB

Betreft : Resultaten monitoring september 2011

1. Inleiding

Op 28 september is de 1^e ronde monitoring uitgevoerd aan veldexperiment voor het perifytonfilter met zandvang. De procedure voor monitoring is beschreven in het monitoringsplan van 11 augustus 2011 (referentie: 9W3326/M0007/902795/DenB). Tabel 1 geeft een overzicht van de geplande en daadwerkelijk uitgevoerde monitoring.

Tabel 1: Overzicht monitoring

Parameter	Methode	Uitvoering				
		Planning	sept. 2011	januar i 2012	april 2012	juli 2012
Stroomsnelheid & debiet in waterloop	* Via meetstuw Gaasseldam (opvragen bij waterschap)	september, januari, april, juli	✓			
Nutriënten boven- en beneden-strooms	* N-totaal, * Orto-P, P-totaal	september, januari, april, juli	✓			
Algemene waterkwaliteit	* pH, zuurstof, EGV, Chloride, waterdiepte * IJzer (Fe); Sulfaat (SO ₄).	september, januari, april, juli	✓			
Perifytongroei	* Visuele inspectie; vast leggen mbv foto's	september, januari, april, juli	✓			
	* Meten dikte biofilm met schuifmaat op 10 touwen. Hierbij worden touwen bemonsterd aan zowel de randen als de binnenzijde van de filters * Aangroei op touw vastleggen op foto	september, januari, april, juli	x			
	* Afknippen 4 stukjes touw van 5 cm. In lab wordt natgewicht en drooggewicht perifyton bepaald. Hiertoe wordt perifyton zo goed mogelijk van het touw afgeschraapt. Aan hand van drooggewicht en literatuurgegevens kunnen we inschatting maken van vastgelegde hoeveelheid nutriënten.	april, juli	nvt			
Vegetatie	* Groeien er waterplanten tussen het filter; zo ja: belemmeren die het filter in werking (visueel; foto)	september, april	✓			



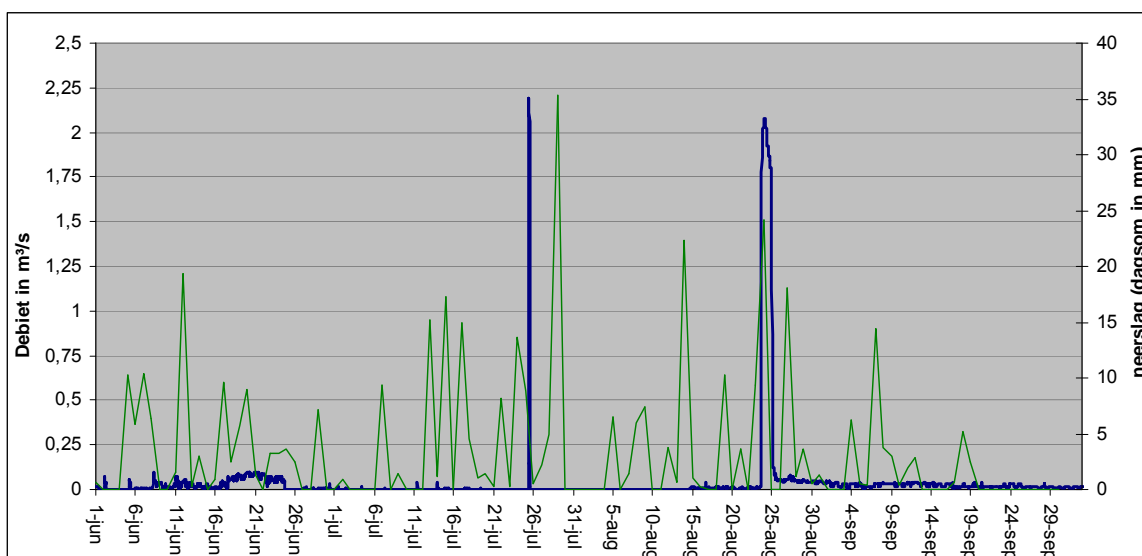
Parameter	Methode	Uitvoering				
		Planning	sept. 2011	januar i 2012	april 2012	juli 2012
Werking systeem perifytonfilter	* Visuele inspectie & foto; * Algemene indruk systeem; sprake van beschadigingen; zijn alle touwen nog aanwezig; zorgt systeem voor opstuwung waterpeil;	september, januari, april, juli	✓			
Beheer & onderhoud	* Navraag bij waterschap/aannemer naar ervaringen mbt beheer en onderhoud waterloop in onderzoeksgebied; * Navragen of systeem zorgt voor opstuwung	september, juli	✓			
Werking zandvang	* Wat is algemene indruk van de zandvang? (foto)	september, januari, april, juli	✓			
	* Nemen 4 monsters met doorzichtige steekbuis voor bepaling dikte sliblaag	september, januari, april, juli	✓			
	* Nemen mengmonsters sliblaag voor bepalen samenstelling slib (korrelgrootte; organisch stof; nutriëntensamenstelling).	januari, juli	nvt			
Stabiliteit zandvang	Is zandvang stabiel; Treed zichtbare erosie op aan oevers (foto's)	september, januari, april, juli	✓			
Beheer & onderhoud	* Navraag bij waterschap/aannemer naar ervaringen mbt beheer en onderhoud waterloop in zandvang;	september, juli	✓			

2. Stroomsnelheid & debiet in waterloop

De proefopstelling van het perifytonfilter is op 9 juni 2011 geïnstalleerd. Op 22 juni is de slibvang aangelegd. Figuur 1 geeft een overzicht van het gemeten verloop van het debieten Stuw de Wildt en de dagsom neerslag (in mm) zoals gemeten in meetstation Heumen. Op 25 juli en rond 25 augustus zijn er grote pieken in afvoer geweest. Rest van de tijd is de afvoer tussen 0 en 0,1 m³/sec geweest. Gemiddelde afvoer in het najaar tot dusver ligt rond de 25 l/sec.

In de periode 26 juli-14 augustus is er debiet van "0" gemeten over de meetstuw. Wel is er in die periode neerslag gevallen. In figuur 2 de waterstanden boven- en benedenstrooms van de meetstuw, deze laten ook zien dat er nauwelijks afvoer over de stuw is geweest. De ervaringen van het district in de zomer was dat het erg lastig was om het water uit de sloot afgevoerd te krijgen, onder andere door opstuwung van de waterplanten. Het water heeft gedurende de zomer dus een maand stil gestaan in de sloot met de proefopstelling.

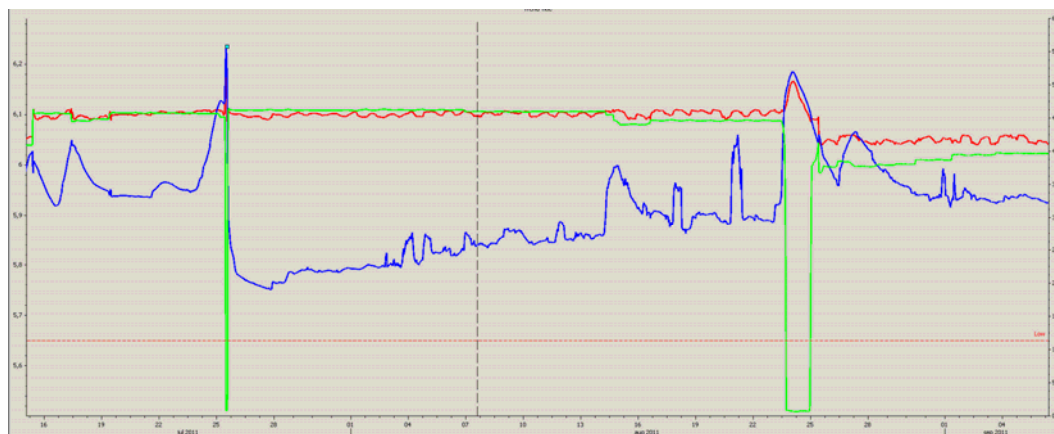
Op 25 juli is de watergang benedenstrooms van de stuw geschoond van begroeiing en dat is zeer duidelijk te zien in de grafiek (stuwstand omlaag en piek in afvoer).



Figuur 1: Debiet & neerslaggegevens

Data neerslaggegevens: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) – meetstation Heumen;

Data afvoergegevens: waterschap Rivierenland – meetstuw De Wildt



Figuur 2: Waterstanden boven en benedenstrooms van de stuw en stand van de stuw. Detail periode juli-september

Rood = bovenwaterstand; groen = stuwstand; blauw = benedenwaterstand.

3. Nutriënten & algemene waterkwaliteit

Tabel 2 geeft een overzicht van de waterkwaliteitsparameters. Het meetpunt “bovenstrooms” is gelegen bovenstrooms van het perifytonfilter; het meetpunt “benedenstrooms” ligt benedenstrooms van de zandvang maar bovenstrooms van de stuw. De ligging van de meetpunten is aangegeven op het veldformulier (bijlage 1). Het analyserapport met de resultaten voor nutriënten, sulfaat, chloride en ijzer is opgenomen als bijlage 2.

September

Algemene waterkwaliteitsparameters laten weinig verschil zien tussen meetpunten boven- en benedenstroom van de proefopstelling. Uitzondering hierop is ijzer, waarbij benedenstrooms de concentraties 1000 µg/l hoger is dan bovenstrooms (precisie bepaling = + - 50 µg/l).



Het is nog niet duidelijk wat dit verschil veroorzaakt. Metingen in 2012 moeten laten zien of het een consistent verschil in concentratie is of slechts een incident.

Het chloridegehalte is met 29 mg/l laag en laat zien dat water in de sloot grotendeels bestaat uit lokaal afkomstig water en nauwelijks is beïnvloed door grote rivieren. De hoge gehalten ijzer en sulfaat worden duidelijk beïnvloed door de toestroom van grondwater in de sloot.

Wat betreft de nutriënten is stikstof aan de hoge kant (vergelijk met KRW-norm voor sloten voor goede ecologisch potentieel: 2,4 mg/l). Opvallend is de zeer lage concentratie van opgelost fosfaat (beneden detectielimiet). Dit is de vorm van fosfaat dat door perifyton kan worden opgenomen.

Tabel 2: Parameters waterkwaliteit




Parameter	Bovenstrooms				Benedenstrooms				Eenheid	Bepaling
	sep	jan	apr	jul	sep	jan	apr	jul		
Weer	zonnig				zonnig					
Tijdstip monster	11:30				12:11					
Waterdiepte	65				60				cm	veldmeting
Zuurgraad	6,69				6,65				-	veldmeting
Geleidbaarheid	460				461				µS/cm	veldmeting
Temperatuur	15,5				16,2				°C	veldmeting
Zuurstof	6,55				6,03				mg/l	veldmeting
Totaal-N	8,8				8,6				mg N /l	lab
Nitriet	0,04				0,05				mg N /l	lab
Nitraat	8				7,9				mg N /l	lab
Kjeldahl-N	0,7				0,7				mg N /l	lab
Totaal-P	0,07				0,09				mg P /l	lab
Ortho-P	<0,05				<0,05				mg P /l	lab
Chloride	29				29				mg/l	lab
Sulfaat	77				76				mg/l	lab
IJzer	2000				3000				µg/l	lab

4. Perifytongroei

September

Er is nauwelijks sprake van groei van perifyton op touwen. Opmeten van de groei van perifyton met schuifmaat is daarom niet uitgevoerd. Op de touwen (en andere onderdelen) van de filters en de waterplanten tussen de filters zat een laag roodbruine aanslag van heel fijn materiaal. Bij beetje beweging komt dit los en drijft het verder in de waterloop. Het betreft hier een neerslag van ijzer (ijzervlokken/ijzeroer) wat een indicatie is voor kwel. Andere indicatie voor de het optreden van kwel is de aanwezigheid van bacterievlies. Zie bijlage 3 voor meer foto's van de monitoring.

Tabel 3: Waarnemingen perifyton

	sept	jan	apr	jul
Dikte biofilm	niet bepaald			
Drooggewicht perifyton	nvt	nvt		
Visuele inspectie				
				
				

5. Algemene werking filter

September

De constructie van het filter zelf zit nog stevig in elkaar en is nog goed verankerd aan de oever. De drijvers zijn niet lek en goed in staat om de touwen in het water te laten hangen in plaats van af te laten zinken naar de bodem. Wel is er sprake van aangroei van vegetatie op de drijvers.

De touwen zijn nog goed van kwaliteit, zitten stevig vast aan de drijvers. Het afrafelen van de touwen aan de onderkant is beperkt tot borging met tieraps. De onderkant van de touwen verkleurt wel zwart. Het is niet duidelijk of dat dit komt doordat de onderkanten van de touwen in de waterbodem hangen of dat er een ander proces zorgt voor de zwartkleuring.

De filters dienen als soort obstakel is de sloot waardoor kroos en flab tussen de drijvers van het filter blijven hangen en een drijfslag vormen. Deze drijfslag is niet uniek voor het perifytonfilter maar komt ook voor bij een duiker die wat verder bovenstrooms ligt. Benedenstrooms van het perifytonfilter (maar ook van de duiker) is de drijfslag afwezig. Er was maar zeer beperkt sprake van groei van waterplanten tussen de filters in vergelijking met het voorjaar. Dit komt omdat vlak voor de monitoring de sloot is geschoond van vegetatie. Ook eind juli (figuur 1 en 2) is de sloot geschoond van vegetatie.

De ervaring bij maaien van oevers en schonen watergang is dat het niet goed mogelijk is om het perifytonfilter met de hand te verplaatsen. Daarvoor is de weerstand van het filter in het water of het gewicht van de constructie te groot. Voor het verplaatsen van het filter bleek in de praktijk de hulp van een kraan bij nodig welke aanwezig was om het maaien uit te voeren.

Zie bijlage 3 voor meer foto's van de monitoring.




6. Slibvang

De algemene indruk van de zandvang is dat deze stabiel is. Er is geen sprake van verdere erosie van de oevers dan vlak na de aanleg. Dit is ook het beeld dat de districtsmedewerkers hebben over de proefopstelling.

Wel viel op dat de waterstroom door de slibvang nauwelijks afneemt. De stroom gaat van bovenstrooms naar benedenstrooms. In het beschutte deel van de zandvang staat het water min of meer stil en is het wat troebeler. De randen van de zandvang zijn volledig begroeid. In de oevers van de zandvang zijn reeënsporen waargenomen.

De diepte van de zandvang was rond de 85 tot 95 cm. Met steekbuizen zijn monsters genomen van de waterbodem. Er was echter geen sprake van neerslag van zwevend materiaal of slib.

Tabel 4: Waarnemingen zandvang

	sep	jan	apr	jul
Dikte sliblaag	0 cm			
Samenstelling slib	nvt		nvt	
Visuele inspectie				
				
				

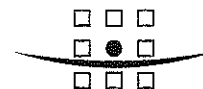
7. Aanbevelingen monitoring:

Naast de monitoring zoals opgenomen in monitoringsplan stellen we voor wat aanvullende parameters te onderzoeken om de werking van de slibvang beter inzichtelijk te krijgen:

- bepalen doorzicht & zwevend stof gehalte;
- bepalen stroomsnelheden en stromingsrichtingen in de slibvang.



Bijlage 1 **Veldformulieren**

**ROYAL HASKONING**

HASKONING NEDERLAND B.V.

MILIEU

Rapportageformulier Meetdienst

Projectgegevens

Projectnummer: OW 3326Locatie: ZUIVERDE SLOOT - LANDBOUW GEBIED
Overasselt - spellingsestraat

Uitvoeringsdata op locatie

<u>28-09-2011</u>		

Werkzaamheden (aanvinken)

- Onder certificaat van de BRL SIKB 2000 Veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek**
- protocol 2001 boorprofielen en monstername grond protocol 2003 waterbodembodem
 protocol 2001 plaatsen peilbuizen protocol 2018 asbest onderzoek
 protocol 2002 monstername water

Tevens onder certificaat van de

- BRL SIKB 6000 Milieukundige begeleiding van (waterbodembodem)sanering en nazorg**
- protocol 6001 conventioneel en/of grondwater protocol 6003 waterbodembodem
 protocol 6002 in situ en/of grondwater protocol 6004 nazorg en/of grondwater

Funcitiescheiding

Haskoning Nederland B.V. is een onafhankelijk adviesbureau en is geen eigenaar van het terrein waarop de werkzaamheden betrekking hebben. De werkzaamheden zijn onafhankelijk van de opdrachtgever uitgevoerd.

Uitvoerenden

Naam (aanvinken)	Geregistreerd voor protocollen (of vermelden in opleiding)	Handtekening/paraaf
<input type="checkbox"/> G. Hersmus	2001, 2002, 2003, 2018, 6001, 6002, 6003 en 6004	
<input type="checkbox"/> X.P.M. Maas	1001, 1002, 1003, 2001, 2002 en 2018	
<input type="checkbox"/> G.J. Oosterhoff	2001, 2002 en 2018	
<input type="checkbox"/> J.T. van de Pol	2001, 2002, 6001 en 6003	
<input type="checkbox"/> J.M. Roos	2001, 2002, 6001 en 6003	
<input checked="" type="checkbox"/> F. Sahacic	2001, 2002, 2003 en 2018	<u>F. Sahacic</u>
<input type="checkbox"/> W. Termeer	2001, 2002, 2003 en 6004	
<input type="checkbox"/> B. Valkenburg	2001, 2002 en 2003	
<input type="checkbox"/> J.H. Vos	1001, 2001, 2002, 2003, 2018 en 6004	
<input type="checkbox"/> S. van Veen	2001 en 2002	
<input type="checkbox"/>	In opleiding	
<input type="checkbox"/>	In opleiding	
<input type="checkbox"/>		

Formulier opnemen in bijlage rapport

PROJECT:

ONDERDEEL:

PROJECTNR.:

NAAM:

Overaselt
9W3326

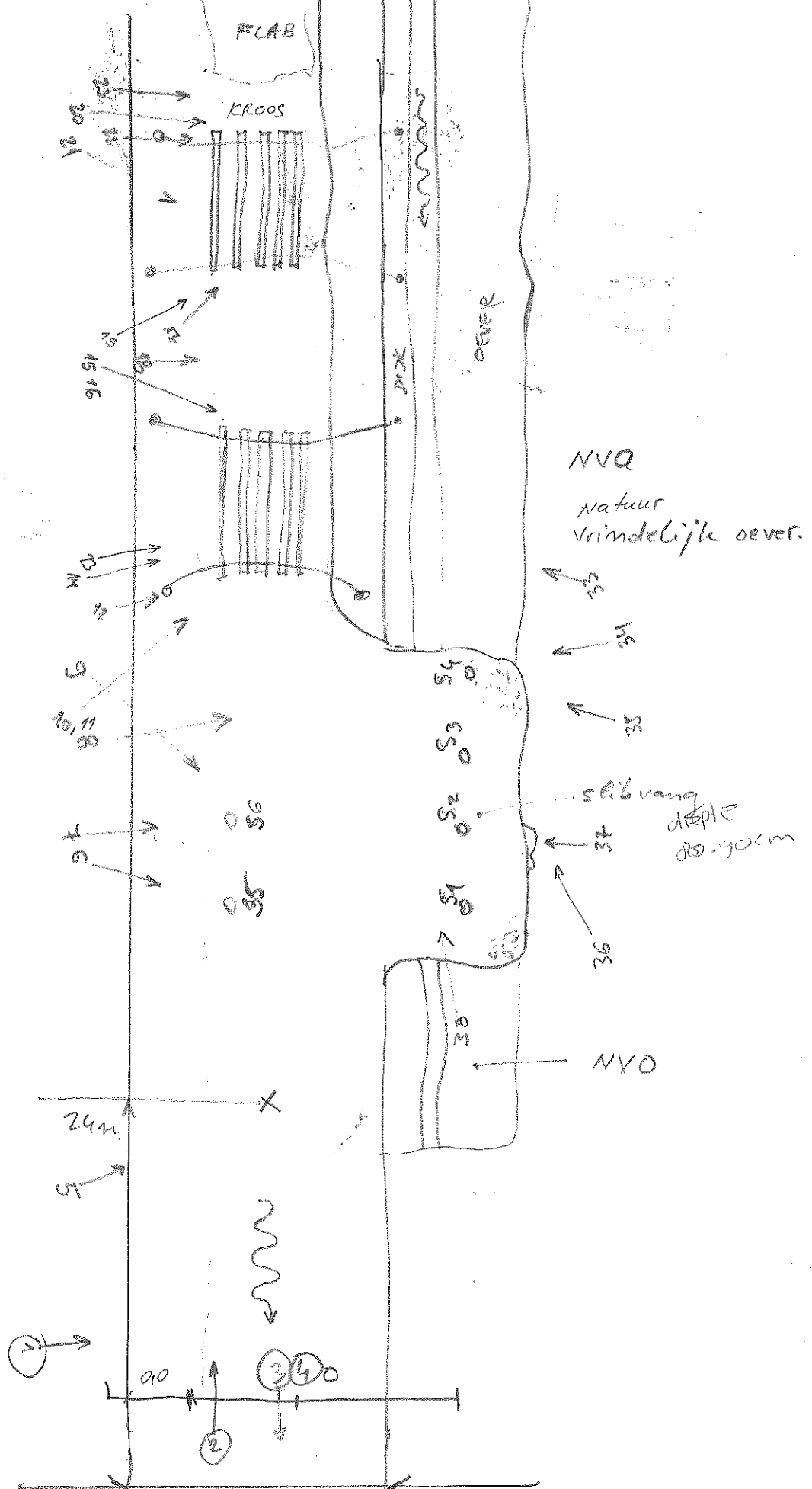
ZUIVERENDE SLOOT Spellingsestraat

DATUM: 28-09-2011



ROYAL HASKONING

Beneden
water monitor



PROJECT:

ZUIVERENDE SLOOT - Overasselt

ONDERDEEL:

Spellingsestraat.

PROJECTNR.:

9W 3326

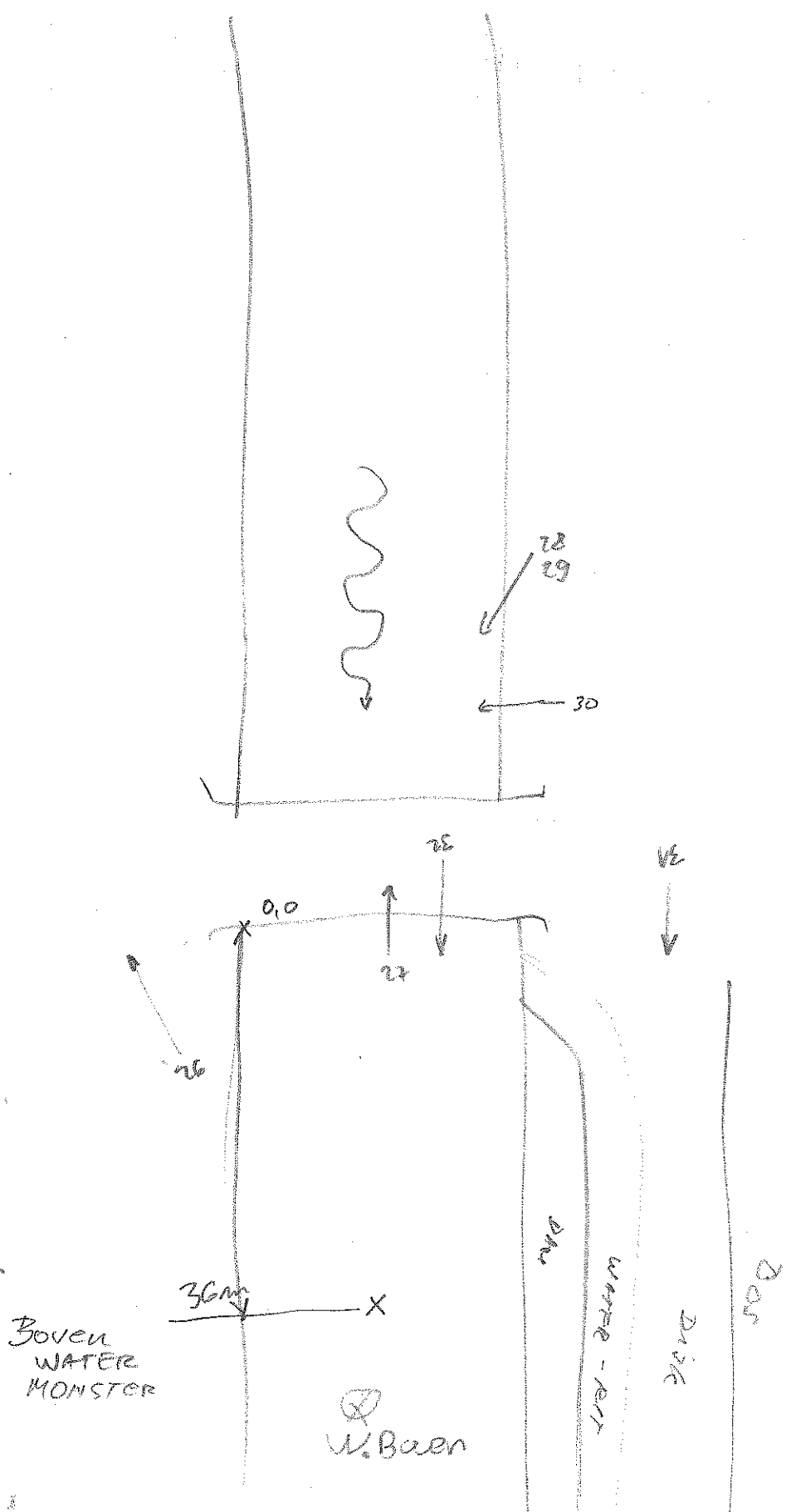
DATUM:

28-09-2011

NAAM:



ROYAL HASKONING



- leekwond stof ^{rechten} in het net
- staat net op ^{rechten} met ^{rechten} van of vlak
fase van ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten}
- ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten}
- ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten}
- ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten} ^{rechten}



Bijlage 2
Meetformulieren lab

Waterschap Rivierenland, Beleidsafdeling Water
T.a.v. de heer A.J.W. van der Putten
Postbus 599
4000 AN TIEL

ANALYSERAPPORT

Datum	Code	Versie	Informatie
14-10-2011	R2011101400138	1	info@aquon.nl 0344 64 93 11

Geachte heer van der Putten,

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd . Deze analyses hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u ter analyse zijn aangeboden .

De werkzaamheden zijn, tenzij anders aangegeven, uitgevoerd in overeenstemming met het document 'Dienstverleningsovereenkomst Aqon' . Gegevens over de analysemethoden en meetonzekerheden worden u op aanvraag toegezonden .

Het analyserapport mag slechts in zijn geheel worden gereproduceerd. Tenzij voorafgaand schriftelijk toestemming van het laboratorium wordt verkregen .

Ik vertrouw erop uw opdracht naar tevredenheid en conform de afspraak te hebben uitgevoerd . Heeft u, naar aanleiding van deze rapportage, nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met het laboratorium via het bovenstaande telefoonnummer of emailadres .

Hoogachtend,



ir. E.F.M. Nieuwenhuis
Adjunct-directeur

Monstervolgnr.	Opm.	Monsterpuntcode	Codering klant	Monsteromschrijving
2011-015813	*	OR-ADHOC	Boven GW 3326	Ad-hoc oppervlaktewatermonster

Monstervolnummer	2011-015813
Monstertype	Oppervlaktewater
Monsternamedatum	28-09-2011
Monsternametijd	08:00
Inboekdatum	28-09-2011

Veldgegevens (locatie Tiel)

Monstername door - e

Fysisch Chemisch Onderzoek (locatie Tiel)

Q	Stikstofgehalte volgens Kjeldahl (als N)	mg/l	0.7
Q	Fosfor (P)	mg/l	0.07
	Totaal Stikstof (als N)	mg/l	8.8

Anorganische parameters - mbv Ionchromatograaf (locatie Tiel)

Q	Chloride	mg/l	29
Q	Fosfaat (PO4-P)	mg/l	<0.05
Q	Nitriet (NO2-N)	mg/l	0.04
Q	Nitraat (NO3-N)	mg/l	8.0
Q	Sulfaat (SO4)	mg/l	77

Anorganische parameters - Metalen mbv ICP-MS (Locatie Tiel)

IJzer (Fe) ug/l 2000

Overzicht opmerkingen

2011-015813

Er zijn verschillen met de richtlijnen geconstateerd die mogelijk de betrouwbaarheid van de resultaten van het monster of analyses hebben beïnvloed.

De conserveringstermijn is voor de volgende analyse(s) overschreden:

, O-Nitraat (NO3-N), O-Nitriet (NO2-N).

Legenda

De met een "Q" gemerkte parameters zijn door de RvA erkend.

De met een "S" gemerkte parameters zijn door de RvA geaccrediteerd op basis van het schema AS 2000 en AS 3000.

Monsternamen: e = extern (niet door Aquon-Tiel uitgevoerd).

Monsternamen: i = intern (door Aquon-Tiel uitgevoerd).

De analysesresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. De analyses worden uitgevoerd zoals deze zijn omschreven in het document 'PDC Aquon'. Dit document is bij Aquon op te vragen. Op verzoek is ook de werklĳst in te zien waarop de gegevens zijn aangegeven die leiden tot het eindresultaat alsmede de datum van het onderzoek.

Indien voor een analyse een "i" staat dan is deze analyse uitgevoerd op een andere locatie van Aquon. Informatie over de analyse, inclusief accreditatie, is op te vragen bij accountmanagement.

Bezoekadres Aquon locatie Boxtel:	Boscheweg 56	5482 WB	Boxtel
Bezoekadres Aquon locatie Breda:	Korte Huifakkerstraat 6	4815 PS	Breda
Bezoekadres Aquon locatie Leiden:	Voorschoterweg 16	2324 AB	Leiden
Bezoekadres Aquon locatie Rotterdam:	Bonn en Meeswerf 205	3087 EH	Rotterdam
Bezoekadres Aquon locatie Tiel:	De Blomboogerd 12	4003 BX	Tiel
Postadres Aquon:	Postbus 328	4000 AH	Tiel

Waterschap Rivierenland, Beleidsafdeling Water
T.a.v. de heer A.J.W. van der Putten
Postbus 599
4000 AN TIEL

ANALYSERAPPORT

Datum	Code	Versie	Informatie
14-10-2011	R2011101400139	1	info@aquon.nl 0344 64 93 11

Geachte heer van der Putten,

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd . Deze analyses hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u ter analyse zijn aangeboden .

De werkzaamheden zijn, tenzij anders aangegeven, uitgevoerd in overeenstemming met het document 'Dienstverleningsovereenkomst Aqon' . Gegevens over de analysemethoden en meetonzekerheden worden u op aanvraag toegezonden .

Het analyserapport mag slechts in zijn geheel worden gereproduceerd. Tenzij voorafgaand schriftelijk toestemming van het laboratorium wordt verkregen .

Ik vertrouw erop uw opdracht naar tevredenheid en conform de afspraak te hebben uitgevoerd . Heeft u, naar aanleiding van deze rapportage, nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met het laboratorium via het bovenstaande telefoonnummer of emailadres .

Hoogachtend,



ir. E.F.M. Nieuwenhuis
Adjunct-directeur

Monstervolgnr.	Opm.	Monsterpuntcode	Codering klant	Monsteromschrijving
2011-015814	*	OR-ADHOC	Beneden GW 3326	Ad-hoc oppervlaktewatermonster

Monstervolnummer	2011-015814
Monstertype	Oppervlaktewater
Monsternamedatum	28-09-2011
Monsternametijd	08:00
Inboekdatum	28-09-2011

Veldgegevens (locatie Tiel)

Monstername door - e

Fysisch Chemisch Onderzoek (locatie Tiel)

Q	Stikstofgehalte volgens Kjeldahl (als N)	mg/l	0.7
Q	Fosfor (P)	mg/l	0.09
	Totaal Stikstof (als N)	mg/l	8.6

Anorganische parameters - mbv Ionchromatograaf (locatie Tiel)

Q	Chloride	mg/l	29
Q	Fosfaat (PO4-P)	mg/l	<0.05
Q	Nitriet (NO2-N)	mg/l	0.05
Q	Nitraat (NO3-N)	mg/l	7.9
Q	Sulfaat (SO4)	mg/l	76

Anorganische parameters - Metalen mbv ICP-MS (Locatie Tiel)

IJzer (Fe) ug/l 3000

Overzicht opmerkingen

2011-015814

Er zijn verschillen met de richtlijnen geconstateerd die mogelijk de betrouwbaarheid van de resultaten van het monster of analyses hebben beïnvloed.

De conserveringstermijn is voor de volgende analyse(s) overschreden:

, O-Nitraat (NO3-N), O-Nitriet (NO2-N).

Legenda

De met een "Q" gemerkte parameters zijn door de RvA erkend.

De met een "S" gemerkte parameters zijn door de RvA geaccrediteerd op basis van het schema AS 2000 en AS 3000.

Monsternamen: e = extern (niet door Aquon-Tiel uitgevoerd).

Monsternamen: i = intern (door Aquon-Tiel uitgevoerd).

De analyseresultaten hebben uitsluitend betrekking op het onderzochte monster. De analyses worden uitgevoerd zoals deze zijn omschreven in het document 'PDC Aquon'. Dit document is bij Aquon op te vragen. Op verzoek is ook de werklĳst in te zien waarop de gegevens zijn aangegeven die leiden tot het eindresultaat alsmede de datum van het onderzoek.

Indien voor een analyse een "i" staat dan is deze analyse uitgevoerd op een andere locatie van Aquon. Informatie over de analyse, inclusief accreditatie, is op te vragen bij accountmanagement.

Bezoekadres Aquon locatie Boxtel:	Boscheweg 56	5482 WB	Boxtel
Bezoekadres Aquon locatie Breda:	Korte Huifakkerstraat 6	4815 PS	Breda
Bezoekadres Aquon locatie Leiden:	Voorschoterweg 16	2324 AB	Leiden
Bezoekadres Aquon locatie Rotterdam:	Bonn en Meeswerf 205	3087 EH	Rotterdam
Bezoekadres Aquon locatie Tiel:	De Blomboogerd 12	4003 BX	Tiel
Postadres Aquon:	Postbus 328	4000 AH	Tiel



Bijlage 3
Selectie foto's monitoring

begroeiing op
zandvang



erosie oever
zandvang



ophoping kroos en flab tussen drijvers filter



ophoping kroos en flab tussen drijvers filter



opstuwning flab en ijzerneslag bovenstrooms van filter (links); komt echter ook voor bij duiker bovenstrooms(foto rechts)



samenstelling
waterbodem



samenstelling
waterbodem



zwevende
ijzerneerslag
nadat water is
beroerd



biofilm van
ijzerbacteriën
duidt op kwel



flablaag met
bellen duidt op
productie gassen
(zuurstof)



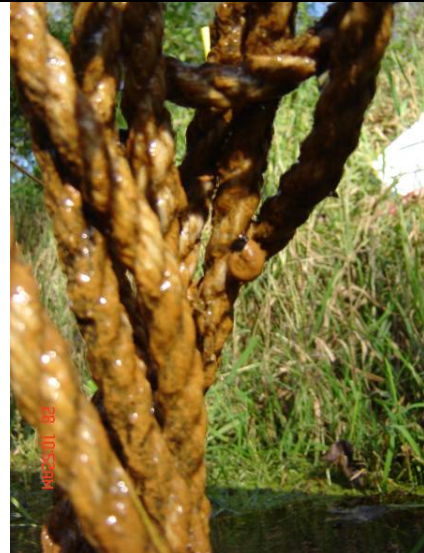
opstuwung flab en
kroos door filter



weinig aangroei
van perifyton



ijzerneerslag op
filter



weinig aangroei
van perifyton



Bijlage 13
Voortgangsrapportage oktober 2011



Memo

HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER

Aan : Ton v/d Putten
Van : Frank van Herpen & Floris Verhagen
Datum : 25 oktober 2011
Kopie :
Onze referentie : 9W3326/M00009/902795/DenB

Betreft : voortgangsrapportage oktober 2011

1 Plan

Waterschap Rivierenland onderzoekt nieuwe mogelijkheden om de waterkwaliteit in landbouwgebied te verbeteren. Dit wordt gedaan binnen het INTERREG project Natuurlijke Grenswateren (Nagrewa). Een van de deelprojecten betreft het vergroten van de Zuivering in de Sloot. Royal Haskoning heeft eind 2010 een voorstel ingediend voor een oplossing om Zuivering in de Sloot te onderzoeken: De nutriënterval.

Het concept bestaat uit twee hoofdonderdelen:

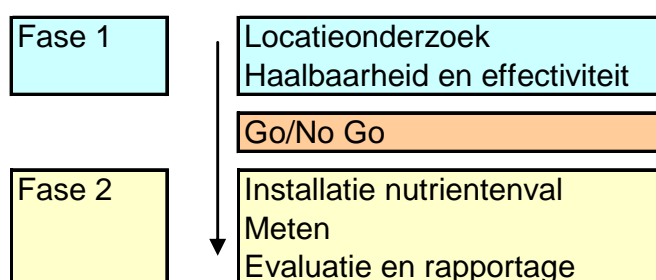
1. een perifytonfilter
2. een slibvang (met ongewervelden)

Het perifytonfilter bestaat uit substraat voor hechting van perifyton (soort algen). Perifyton zal door te groeien voedingsstoffen uit het water onttrekken en op die manier een bijdrage leveren aan de natuurlijke zuivering. Hierdoor zal de belasting benedenstreams met nutriënten in het watersysteem gelegen waterlopen afnemen.

Benedenstreams van het perifytonfilter ligt een slibvang. Het idee is dat (fijn) zwevend materiaal uit de sloot bezinkt in de slibvang. Voedingsstoffen in dit zwevend stof worden dan geconcentreerd in de slibvang opgevangen. Perifyton dat afsterft op het filter laat los en komt ook in de slibvang annex nutriënterval terecht. Wormen en andere ongewervelden die in water leven kunnen in de slibvang zorgen voor verdere verdichting van organisch materiaal.

2 Aanpak

De aanpak op hoofdlijnen in twee fasen is hieronder geschetst. Fase 1 bestond uit een locatieonderzoek en een onderzoek aan haalbaarheid en effectiviteit. Het onderzoek aan haalbaarheid en effectiviteit is naast een theoretische beschouwing uitgebreid met een laboratoriumproef. Na het nemen van de "go"-beslissing is in fase 2 de proefopstelling en slibvang in detail ontworpen en gemaakt. In juni is veldexperiment gestart en is begonnen met de monitoring. De looptijd van het experiment is tot en met de zomer 2012.



3 Fase 1

3.1 *Locatieonderzoek*

Er zijn drie potentiële locaties onderzocht voor de uitvoering van de praktijkproef. Locatie aan de Gaassensedam bij meetstuw De Wildt bleek het meeste geschikt qua afmetingen, stroming, waterkwaliteit en toegankelijkheid. De oevers van de sloot zijn enkelzijdig ingericht als natuurvriendelijke oever. Dit biedt ruimte voor de aanleg voor de slibvang.



Figuur: geselecteerde locatie voor praktijkproef

3.2 *Haalbaarheid en Effectiviteit*

In een theoretische beschouwing zijn in eerste instantie drie mogelijke proefopstellingen uitgewerkt:

- draaiende schijven aangedreven door een windmolen of zonnecel (systeem 1).
- een drijvende mat met ballen (systeem 2)
- en een drijvende cilinder (systeem 3).

Per deelsysteem zijn de voor- en nadelen op een rij gezet en is een inschatting gemaakt van verwachte zuiveringsrendementen in vergelijking met benodigd oppervlak.

Systeem 2 (mat met ballen) leek in theorie het meest kansrijke systeem om verder uitgewerkt te worden voor de praktijkproef. Tijdens het overleg van 9 maart is besloten om verder te gaan met de uitvoering van de praktijkproef en de proefopstelling in detail uit te werken.

4 Nadere uitwerking ontwerp

Na het nemen van de “go”-beslissing is het ontwerp van de ballenmat nader uitgewerkt. Er bestonden echter twijfels over toepasbaarheid van de bioballen in de proefopstelling. Een kort experiment in het lab liet zien dat het drijfvermogen van ballen te groot is waardoor contactoppervlak van de ballen met water gering was. Het was onze verwachting dat hierdoor de functionaliteit van de proefopstelling gering zou zijn. De praktijkproef is daarom uitgebreid met een laboratorium experiment om een geschikt substraat te vinden voor het perifytonfilter.

4.1 *Laboratorium experiment*

Aanvullend op de eerder beschreven werkzaamheden is een extra proef gehouden in de meethal van de HAS in Den Bosch. De proef is onderdeel van het stageproject van de HAS student Jeroen Bouwmans.

Het doel van dit onderzoek was gericht op het verkrijgen van inzicht naar de eigenschappen van verschillende materialen die gebruikt kunnen worden in het uiteindelijke systeem. De nadruk lag daarbij voornamelijk op het vermogen van het perifyton om te hechten aan het substraat. Andere factoren als duurzaamheid en robuustheid zijn ook onderzocht. Gedurende het onderzoek is zowel de aangroei als loskomend perifyton gemeten om zo het totale vermogen van het individuele materiaal vast te stellen. In de testopstelling zijn onderstaande vier typen substraat met elkaar vergeleken:

- touw (sisal)
- kunstgras
- biogrit (plastic rekken speciaal ontwikkeld voor biofilters)
- polyurethaan (piepschuim)



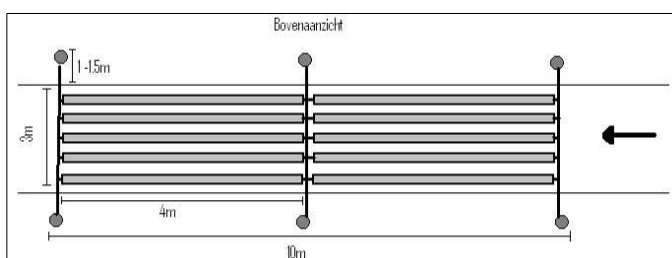
figuur: testopstelling

Uit de laboratoriumproef bleek dat sisaltouw beste ondergrond was voor hechting van perifyton.

4.2 *Ontwerp*

Er zijn verschillende manieren om het substraat voor het perifyton in de sloot te plaatsen. In totaal zijn vier mogelijke uitvoeringen uitgedacht: van drijvende constructies tot volledig onder water staande systemen. Duidelijk bleek dat ieder systeem voor- en nadelen heeft. Belangrijke aandachtspunten voor het bepalen van de keuze waren kosten, levensduur, eenvoud, doorstroming sloot (geen opstuwing), uitvoering beheer & onderhoud sloot (maaieren), gevoeligheid voor vandalisme en substraat mogelijkheden.

Als drager voor het perifytonfilter is gekozen voor een drijvende constructie. De voornaamste argumenten hiervoor zijn de onderhoudsvriendelijkheid en algemene toepasbaarheid. De constructie moet eenvoudig te verplaatsen zijn zodat maaibeheer doorgang kan vinden zonder al te veel extra handelingen. Daarnaast is het van belang dat de constructie niet alleen toepasbaar is op de geselecteerde onderzoekslocatie maar dat het filter ook eenvoudig in andere watersystemen in landbouwgebieden toegepast kan worden.



Figuur: Bovenaanzicht
drijvende systeem



Het drijvende systeem bestaat uit twee modules, elk in totaal 3m breed en 4m lang. Een module bestaat uit vijf 4m lange PVC drukbuizen, die door middel van stalen kabels en buisingen met elkaar verbonden zijn. Het gehele systeem inclusief verankeringen heeft een lengte van 10-11m, is 5-6m breed en heeft een diepte van 0.5 m vanaf het waterpeil. In onderstaande figuur staat de gehele constructie schematisch weergegeven. Daarnaast is besloten op basis van resultaten van het laboratorium experiment om sisal touw als substraat materiaal te gebruiken. Dit zorgt voor flexibele constructie waarbij de verwachting is dat opstuwing van water door het filter beperkt zal blijven.

4.3 *Slibvang*

De slibvang is naast het perifytonfilter het tweede onderdeel van de nutriëntental. Het betreft een verbreding en verdieping van de bestaande waterloop. De stroomsnelheid wordt daarmee verlaagd en is waarschijnlijk voldoende laag om onopgeloste deeltjes voor een belangrijk deel te laten bezinken. Deze deeltjes zijn afkomstig uit bovenstroomse deel van de waterloop maar ook van het perifytonfilter. De slibvang kan relatief eenvoudig gemaakt worden door de bestaande waterloop te verbreden. Voor het optimaal functioneren van de slibvang dient deze de stroomsnelheid zoveel mogelijk te vertragen zodat ook de fijnste deeltjes goed kunnen bezinken. Hoe breder en langer de slibvang hoe beter deze dus zal functioneren.

Een slibvang van optimale afmeting (35 m lengte) bleek niet realiseerbaar. In overleg met waterschap is vervolgens gekozen voor een slibvang met een alternatieve lengte van 15m lang, 6m breed en 0.5m diep vanaf de bodem van de sloot. De slibvang is op enige (15m) afstand gelegen van de stuw De Wildt aan het einde van de natuurvriendelijke oever (westelijke kant). De verbreding vindt enkel plaats aan de kant van de NVO (zuidelijke oever); een deel van de NVO is dus voor de looptijd van het experiment afgegraven.

Aan de keuze om voor een slibvang van beperkte lengte zitten een aantal risico's voor de werking. Door de korte lengte is mogelijk dat de stroming onvoldoende afneemt om materiaal te laten bezinken. Daarnaast is door de korte lengte het risico groter dat bij een piekafvoer het neergeslagen materiaal weer wegspoelt uit de slibvang. Op de internationale NAGREWA-bijeenkomst in september 2011 is over deze risico's gediscussieerd (zie h6).

Voorafgaand aan het graven van de slibvang is een waterbodemmonster onderzoek uitgevoerd om eventuele verontreinigingen op te sporen. De waterbodemmonsters vielen allemaal binnen de meest ruime (dus schone) toepassingsmogelijkheid. De grond die is vrijgekomen bij vergraven van de NVO tot slibvang is voor de looptijd van het experiment op de kant gezet. De grond kan na het experiment worden gebruikt op de NVO terug te brengen in oorspronkelijke staat.

5 Plaatsing praktijkopstelling

Na uitwerking van het ontwerp van het perifytonfilter is deze door stagiair Jeroen Bouwmans en aantal van zijn studiegenoten van de HAS in elkaar gezet (zie foto's hieronder). In totaal zijn ruim 3000 touwen vastgeknoopt aan de drijvers. Donderdag 9 juni is het perifytonfilter geïnstalleerd. Op 22 juni is de slibvang gegraven.



Figuren: constructie perifytonfilter



Figuren: plaatsing perifytonfilter

6 monitoring

Na plaatsing van het veldexperiment is gestart met de monitoring. In totaal zijn 4 momenten voor monitoring vastgesteld:

- september 2011
- januari 2012
- april 2012
- juli 2012

Bij de monitoring wordt er gekeken naar de volgende aspecten:

- stroomsnelheid & debiet in waterloop (meetstuw De Wildt)
- waterkwaliteit
- groei perifyton
- werking slibvang
- robuustheid proefopstelling (perifytonfilter & slibvang)



De monitoring wordt uitgevoerd door Royal Haskoning. De watermonsters worden voor analyse aangeboden aan Aquon vestiging Tiel.

Resultaten monitoring september 2011

Debietmetingen laten zien dat stroming in de sloot in de zomermaanden gering is geweest. Wel zijn er piekafvoeren zichtbaar in debietmetingen rondom de uitvoering van maaiwerkzaamheden. Metingen aan de waterkwaliteit laten geen verschillen zien boven- en benedenstrooms van het filter. Wel opvallend is de aanwezigheid van ijzerner slag (afkomstig uit grondwater) waardoor het filter is bedekt met dunne laag van oranje-bruin fijn zwevend materiaal. IJzerner slag is afkomstig van grondwater/kwel. Aanwezig ijzer zorgt mogelijk ook voor de lage gehalten aan ortho-fosfaat: vrij beschikbaar fosfaat wordt snel door ijzer gebonden.

Op de filters is nauwelijks sprake van groei van perifyton. De constructies van de filters zijn nog volledig in orde. Tijdens het maaien kon het filter met de kraan opzij geschoven worden. Handmatig bleek dit lastig te zijn. De slibvang is nog in goede staat (nauwelijks afkalving oevers) maar er is nog geen sprake van zichtbare invang van fijne sedimenten.

De werking van de slibvang was tijdens een internationaal projectbezoek (NAGREWA) onderwerp van discussie. De discussie spitste zich toe op het benutten van de gehele NVO als slibvang om de huidige hoofdstroom alleen te gebruiken als bypass bij piekafvoeren. Hierdoor kan worden voorkomen dat de slibvang bij piekafvoer wordt schoongespoeld. De splitsing van stromen kan worden bereikt door te werken met geleiding waardoor water onder normale omstandigheden door de slibvang wordt geleid en bij piekafvoeren via de bypass kan stromen. De ruimte om de hele NVO in te richten als bypass is niet beschikbaar. Wel is geconstateerd dat het nodig is om bij de volgende monitoringsronde uitgebreider te meten aan stroomsnelheden en stromingspatronen in de slibvang. Op basis van deze gegevens kan worden besloten om toch te gaan werken met een geleidingsstructuur

7 Vervolg

In november 2011 worden in een overleg de tussenresultaten besproken. In 2012 wordt nog drie keer een monitoring uitgevoerd. In september 2012 volgt de eindrapportage en eindevaluatie van het project.



Bijlage:

Overzicht van de memo's behorende bij project zuiverende sloot met verwijzing naar hoofdstukken in deze rapportage.

memo/notitie/rapportage	hoofdstuk
M0001 locatie.doc	3.1 - locatieonderzoek
M0002 opzet proef.doc	3.2 - haalbaarheid
M0003 Pilotvoorstel.doc	4.2 ontwerp
M0004 Opzet systeem.doc	4.2 ontwerp
M0005 memo slibvang.doc	4.3 - slibvang
M0006 Plaatsing Filter.doc	5 – plaatsing praktijkopstelling
M0007 Monitoringsplan.doc	6 – monitoring
M00008 resultaten monitoring	

Bijlage 14
Verslag monitoring veldexperiment en aanvullend
veldexperiment juli 2012



Memo

HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER

Aan : Ton v/d Putten; Bart Bardeel
Van : Frank van Herpen
Datum : 26 juli 2012
Kopie : Floris Verhagen
Onze referentie : 9W3326/M/902795/DenB

Betreft : bemonstering veldexperiment juli 2012

1. Veldexperiment Overasselt

De drijvers lagen er nog goed in. Wel sprake van ophoping van vuil en waterplanten rondom de drijvers. Er is ook sprake van uitbundige groei van waterplanten op, tussen en rondom de drijvers.



figuur: overzicht van drijvers (links) en slibvang (rechts)

Op eerste gezicht leek er geen sprake van aangroei door perifyton. Nadere inspectie vanuit het water liet zien dat er toch sprake is van aangroei door perifyton. De aangroei concentreerde zich met name op de drijvers en op de tyrips. Op een van de tyrips bevond zich een kluwen van wat lijkt op perifyton en wormen. Op enkele van de touwen was ook duidelijk sprake van aangroei. Alle touwen waren wel zwart, waarschijnlijk van ingevangen zwevend stof of rotting. Constructie blijkt na ruim een jaar wel aan het einde te komen. De drijvers en tyrips werken nog prima, evenals de ankerkabels. De touwen zelf echter scheuren erg gemakkelijk af bij aanraking.



figuur: aangroei van perifyton op de tyrips (links) en touwen (rechts)



figuur: aangroei op tyrips (links) en afgebroken touwen (rechts)

De slibvang is onderzocht op aanwezigheid van slib. Er was een ca 5 cm dikke sliblaag aanwezig (erg vloeibaar). Bodemonsters genomen voor bepaling van de samenstelling. Met waadpakken zijn we ook door de slibvang en de hoofdloop heen gelopen. Bij slibvang zakte je duidelijk weg in een sliblaagje voordat vaste bodem werd bereikt; in hoofdstream was dit minder het geval (kwalitatieve inschatting)



figuur: monsters waterbodern in slibvang. Duidelijk zichtbaar de sliblaag bovenop de vaste zandbodem

Verder opvallend was de aanwezigheid van aangroei van perifyton op harde constructies rondom de stuw. Hiervan hebben we een aantal monsters uit het water gehaald en schoongespoeld. Het zijn groenachtige draadwieren. Bruine kleur komt door invangen zwevend stof (neerslag ijzer)



figuur: aangroei van perifyton bij harde constructie rondom stuw

De installatie is lastig bereikbaar door oeverbegroeiing met brandnetels en reuzenberenklauw. Met uithalen experiment wachten tot na maaibeurt waterschap.

monsters:

- 2 monsters van waterbodern t.b.v. slianalyse (OS1 OS2)
- touw t.b.v. microscopische analyse (OS touw)
- kluven perifyton/wormen t.b.v. microscopische analyse (OS alg)
- pH: 6,43
- EGV: 428 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- temperatuur 20,1 °C

2. BENL0013 De Euwerden – Waardenburg

De drijver lag nog goed in het water, wel waren de touwen aan perceel met koeien los. Klein beetje groei van waterplanten. Touwen zwart aan onderzijde en gedeeltelijk zwart aan bovenzijde. Op het oog geen perifyton maar eerder slib en mogelijk ook rotting van het touw.



figuur: locatie Eeuwerden

BENL0144 Steendertse Uitweg – Ophemert

Drijver lag nog goed in het water, wel is er sprake van sterke ophoping van drijfvuil, waterplanten, kroos, flab rondom de proefinstallatie. Veel waterplanten aanwezig, ook rondom de drijver. De touwen waren zwart; op het oog weinig aanwijzingen voor perifyton. Weinig stroming in het water. Perceel naast proefinstallatie is 's ochtends nog bemest (injectie).



figuur: locatie Steendertse Uitweg

BENL0006 Kapelstraat – Ophemert

De installatie lag er nog prima bij. Ook hier was veel drijfvuil rondom de constructie. Touwen waren pikzwart, lijkt eerder zwevend stof dan perifyton. Bij beroeren van installatie begint water te stinken (rottingsprocessen onder drijfslag?). Touwen ook zwarter dan op locatie Steendertse uitweg terwijl het dezelfde watergang betreft.

monsters:

- watermonsters genomen (KA)
- pH: 7,47
- EGV: 568 $\mu\text{S/cm}$
- temperatuur 22,3 °C



figuur: locatie Kapelstraat

BENL0032 Overlaat – Wadenoijen

Mooie locatie met rustig water, geen drijfvuil en goed liggende installatie. Ook groeien er water en oeverplanten rondom de installatie. Drijfvuil wordt tegengehouden door duiker die iets verder bovenstrooms ligt. Op touwen duidelijk sprake van aangroei door perifyton. Ook op de drijver en de ankertouwen afzettingen.

monsters:

- watermonsters genomen (GELD)
- pH: 7,64
- EGV: 585 $\mu\text{S/cm}$
- temperatuur 24,2 °C



figuur: locatie Overlaat

Parallelweg – Kerk Avezaath

vrij steriele locatie. Klein beetje waterpest aanwezig. Installatie nog maar met 3 touwen vast (idem in juni). Zwarte touwen maar visueel geen aangroei van perifyton gezien. Ook op harde constructie op stuw iets benedenstrooms geen aangroei aanwezig.



figuur: locatie Parallelweg