

## **SANERINGSONDERZOEK LAND- EN WATERBODEM FRIESE VEEN**

WATERSCHAP HUNZE EN AA'S

VERENIGING NATUURMONUMENTEN

15 augustus 2008

110315/NA8/0K4/000195/001





# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2 Het Friese Veen</b>	<b>11</b>
2.1 Algemeen	11
2.2 Natuurdoelstelling	12
2.3 Beheer	12
2.4 Bodemopbouw	12
2.5 Water	13
2.6 Vegetatie	15
2.7 Fauna	15
2.8 Recreatief medegebruik	17
<b>3 Samenvatting verrichte onderzoeken</b>	<b>19</b>
3.1 Land- en waterbodem	19
3.2 Waterkwaliteit	22
3.3 Analyse van de problematiek	24
<b>4 Opstellen en afwegen varianten bodemsanering</b>	<b>27</b>
4.1 Varianten landbodem (stort)	27
4.2 Varianten waterbodem	28
4.3 Combinatievariant landbodem-waterbodem	29
4.4 Vergunningen en toestemmingen	30
4.5 Beschrijving effecten	31
4.6 Kans op falen en risico's bij de uitvoering	33
4.7 Afweging varianten	34
<b>5 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>39</b>
5.1 Conclusies	39
5.2 Aanbevelingen	40
Bijlage 1 Gebruikte literatuur	
Bijlage 2 Uitwerking natuurdoelstelling	
Bijlage 3 Aanvullend waterbodemonderzoek	
Bijlage 4 Notitie Medusa	
Bijlage 5 Bijstelling waterbalans	
Bijlage 6 Nutriëntenonderzoek	

Bijlage 7 Posten op de nutriëntenbalans \_\_\_\_\_

Bijlage 8 Schudexperimenten \_\_\_\_\_

Bijlage 9 Beschikbare bodemsaneringstechnieken \_\_\_\_\_

Bijlage 10 Inventarisatie en afweging verwerkers \_\_\_\_\_

Bijlage 11 Kostenindicatie saneringsvarianten \_\_\_\_\_

Bijlage 12 Overleg over interne verwerking met aannemers \_\_\_\_\_

Bijlage 13 Tekening \_\_\_\_\_

**Colofon** \_\_\_\_\_

# Samenvatting

In opdracht van het waterschap Hunze en Aa's en Vereniging Natuurmonumenten heeft ARCADIS een saneringsonderzoek uitgevoerd voor de land- en waterbodem van het Friese Veen in Paterswolde. Dit is een laagveenplas, waarin een voormalige stort van huisvuil aanwezig is en waarvan de waterbodem verontreinigd is met zware metalen (klasse 4). De waterbodem bevat verhoogde gehalten aan nutriënten en 's zomers wordt algenbloei geconstateerd. De relatief dikke sliblaag zorgt voor ongunstige vestigingsmogelijkheden voor waterplanten.

## **Doel**

Doel van het saneringonderzoek is het mogelijk maken van een gefundeerde keuze tussen een aantal saneringmogelijkheden<sup>1</sup>, zodat op basis daarvan een saneringplan en een –bestek kunnen worden opgesteld.

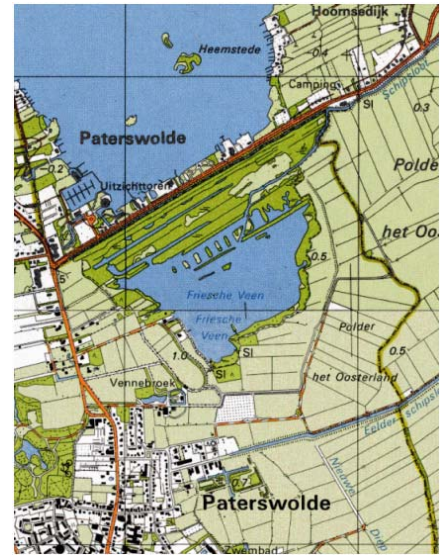
## **Verricht onderzoek**

Om deze onderzoeksdoelstelling te bereiken zijn samengevat de volgende werkzaamheden verricht:

- een bureaustudie van alle reeds verrichte onderzoeken;
- een veld- en laboratoriumonderzoek om meer inzicht te verkrijgen in de mate en omvang van de zware metalenverontreiniging van de waterbodem;
- een veld- en laboratoriumonderzoek om meer inzicht te verkrijgen in de mate waarin nutriënten beschikbaar kunnen komen in de waterkolom vanuit het slib;
- het opstellen van een nutriëntenbalans voor het gebied;
- een beschrijving van de potentiële saneringsmaatregelen (varianten) op zodanige wijze dat de natuurwaarden in het gebied veilig gesteld worden en potentiële risico's ten gevolge van de verontreiniging weggenomen worden;
- een raming van de globale kosten van de potentiële saneringsmaatregelen en een beschrijving van de verwachte effecten ervan op het natuurgebied.

## **Onderzoeksresultaten zware metalen**

Het uitgevoerde waterbodemonderzoek naar zware metalen bevestigt grotendeels de resultaten van het eerder door Medusa uitgevoerde onderzoek. Aan de hand van het onderzoek zijn de hoeveelheden verontreinigde waterbodem geactualiseerd. De geactualiseerde hoeveelheden zijn hierna weergegeven



<sup>1</sup> Onder sanering wordt in dit geval een landbodemsanering (het stort) of een waterbodemsanering (het slib in de plas) verstaan.

	kwaliteit	indicatie hoeveelheid (m <sup>3</sup> )	nauwkeurigheid schatting
Stort	onbekend	10.000 tot 30.000	zeer onnauwkeurig
Afdeklaag stort	matig tot ernstig verontreinigd	1.000 tot 5.000	zeer onnauwkeurig
Grondwater	niet verontreinigd	n.v.t.	
Waterbodem	klasse 0-2	5.000 – 15.000	redelijk nauwkeurig
	klasse 3	10.000 - 15.000	redelijk nauwkeurig
	klasse 4	75.000 – 85.000	redelijk nauwkeurig
	totaal	ca. 100.000	

### Onderzoeksresultaten nutriënten

- De schudexperimenten laten zien dat de opwerveling van slib een beperkte invloed heeft op de nutriëntenhuishouding in het water. Het duidt zelfs op een kleine verlaging van de stikstof- en fosfaatconcentratie, omdat het slib nog een buffercapaciteit heeft.
- De hoeveelheid fosfor in het slib is erg groot waardoor de verlagingen van de concentraties fosfor in het water gemakkelijk opgevangen kunnen worden. Bij de groei van algen nemen deze anorganische fosfor op uit het water waarna het evenwicht van fosfor tussen water en slib zich opnieuw instelt en er fosfor vrijkomt uit het slib.
- Belangrijke bronnen voor stikstof en fosfor zijn de afbraak van veen en de aanvoer van oppervlaktewater van elders. Tot voor kort was dat water vanuit het Noord Willemskanaal, sinds maart 2008 vanuit de Drentse Aa. Hoewel de situatie daardoor sterk verbetert, is de aanvoer vanuit de Drentse Aa nog steeds een belangrijke bijdrage aan de nutriëntenbalans. Daarnaast zit er een grote hoeveelheid fosfor in het slib opgeslagen, die door algen opgenomen kan worden en daardoor naar de waterkolom gevoerd kan worden.
- Uit de nutriëntenbalans blijkt dat er jaarlijks nutriënten accumuleren in het Friese Veen; de nutriëntenvoorraad in het gebied neemt dus alsmaar toe. Er moet wel gezegd worden dat er grote onzekerheden in de balans zitten, maar de balans is een goed uitgangspunt om te bekijken welke bronnen belangrijk zijn en in welke richting oplossingen gezocht kunnen worden.
- Het slib is geen aan- of afvoerpost op de nutriëntenbalans, maar herbergt een grote voorraad aan nutriënten die beschikbaar kan komen via biologische activiteit of door verandering in de zuurstofhuishouding. In perioden van algengroei zal bij een kleinere (of geen) sliblaag de voorraad eerder uitgeput zijn en de algengroei begrenzen. Echter, de aanvoer van nutriënten van buiten het systeem is nog zo hoog dat de voorraad binnen enkele jaren weer zodanig hoog zal zijn, dat het de algengroei niet meer beperkt. Het interne land (afbraak van veen) draagt 30 tot 50% bij aan de nutriëntenaanvoer.

### Beoordeling saneringsvarianten

- Uit de beoordeling van de saneringsvarianten voor de landbodem blijkt dat het ontgraven en afvoeren van het stortmateriaal zeer kostbaar en geen milieuwinst oplevert. Daarmee wordt het uitvoeren van deze saneringsvariant ontraden. Het afdekken van het stortmateriaal met een extra leeflaag is minder kostbaar, maar de kosten wegen ook hierbij nauwelijks op tegen de te behalen milieuwinst. Op grond hiervan, en op grond van de bijkomende (tijdelijke) negatieve effecten voor ecologie en recreatie, adviseren wij voor de landbodem uit te gaan van de nulvariant. Dat wil zeggen dat geen extra maatregelen worden getroffen ten opzichte van de huidige situatie. Aanvullend daarop is het aan te raden afslag van de oevers tegen te gaan om verspreiding van stortmateriaal in de plas te voorkomen.

- Uit de beoordeling van de saneringsvarianten voor de waterbodem blijkt dat het wegnemen van het verontreinigde slib grote kosten met zich meebrengt (3,3 tot 5,5 miljoen euro) en geen effect heeft op de risico's van de zware metalenverontreiniging. Op korte termijn heeft het een sterk positief effect op waterkwaliteit en ecologie. Op langere termijn zijn deze effecten twijfelachtig, vanwege de doorgaande accumulatie van nutriënten. Het nut van een baggeroperatie kan worden versterkt door een aantal aanvullende maatregelen, waarvan een positief effect op de waterkwaliteit en de ecologie wordt verwacht.
- Omdat de afvoer van baggerspecie naar elders de belangrijkste kostenpost is, ligt het voor de hand de oplossing te zoeken uitgaande van de interne verwerkingsvariant (het binnen het gebied verwerken van baggerspecie).

### ***Aanbevelingen***

Op grond van de voorgaande conclusies wordt aanbevolen de landbodem niet te saneren en voor de waterbodem uit te gaan van de interne verwerkingsvariant, en deze aan te vullen met minder ingrijpende maatregelen waarvan een positief effect op de waterkwaliteit en de ecologie wordt verwacht. Deze aanvullende maatregelen kunnen deels bestaan uit intern hergebruik van baggerspecie.

Doel van het totale pakket aan maatregelen is niet zozeer een traditionele waterbodemsanering, maar

- het verbeteren van de waterkwaliteit op korte termijn door het weghalen van de bulk aan nutriënten in het slib door middel van baggeren,
- aangevuld met maatregelen die ook op langere termijn de waterkwaliteit verbeteren.

### Te treffen maatregelen

De eerste maatregel die medio maart 2008 reeds uitgevoerd is, is het afsluiten van het Friese Veen van het Noord Willemskanaal. Aanvullend daarop, kunnen de volgende maatregelen worden overwogen:

- Verbetering van de waterkwaliteit van de Drentse Aa. Als de doelstellingen uit het watersysteemplan van het waterschap gerealiseerd wordt, is een significante verbetering van de kwaliteit van het in te laten water bereikbaar.
- Peilbeheer. Onderzocht zou kunnen worden hoe door middel van een uitgekiend peilbeheer de hoeveelheid in te laten Drentse Aa water zoveel mogelijk beperkt kan worden.
- Polder Camphuis. Het gebruik van de polder als slibvang en helofytenfilter zou de faalkans van baggeren kunnen verkleinen.
- Visstandbeheer. Visstandbeheer is ook een maatregel die de faalkans verkleint. Er moet dan wel voor gezorgd worden dat een groot deel van de brasem weggevangen wordt.
- Vooroevers. Momenteel zijn de oevers erg steil en bieden ze weinig kans voor oevervegetatie. Met het creëren van vooroevers word er een flauwer talud gecreëerd wat kansen biedt voor vegetatie, wat bijdraagt aan de interne 'zuivering' van het water. De vegetatie vermindert de opwerveling van het slib en het biedt schuilplaatsen voor vissen.
- De aanleg van enkele eilandjes. Door de aanleg van eilandjes wordt de strijklengte (lengte met kaal oppervlak op het meer) kleiner. Hierdoor zal in de nieuwe situatie de wind minder vat hebben op het slib en zal er minder slib opwervelen door de wind.

Bij de laatste twee maatregelen kan slib vanuit de plas worden toegepast (interne verwerking van de baggerspecie).

Een compleet plan voor het herstel van het Friese Veen kan nu nog niet worden opgesteld. Wij adviseren een Plan van Aanpak op te stellen om uiteindelijk te komen tot een dergelijk plan. In het Plan van Aanpak kan aangegeven worden welke stappen achtereenvolgens moeten worden ondernomen.



# HOOFDSTUK 1 Inleiding

In opdracht van het waterschap Hunze en Aa's en Vereniging Natuurmonumenten heeft ARCADIS een saneringsonderzoek uitgevoerd voor de land- en waterbodem van het Friese Veen.

## **Achtergrond**

Het natuurgebied Het Friese Veen bij Paterswolde is een laagveenplas omgeven door trilveen- en broekbosvegetaties en is in eigendom bij Vereniging Natuurmonumenten. Het bestaat uit open water, moerasbos, rietland en hooiland. In het begin van de vorige eeuw is tot omstreeks 1930 huisvuil vanuit de stad Groningen gestort. In het stort en in de waterbodem van het Friese Veen zijn diverse onderzoeken uitgevoerd, waaruit kort samengevat blijkt dat:

- In het stort is weliswaar afval aanwezig, maar in de grond en het grondwater onder en naast het stort zijn geen verontreinigingen aangetroffen. De waterbodem van het Friese Veen is verontreinigd met zware metalen (met name zink).
- De relatief dikke sliblaag draagt bij aan de matige ontwikkeling van de natuurwaarden in het gebied: De dikke sliblaag biedt relatief ongunstige vestigingsmogelijkheden voor de watervegetatie en zorgt voor vertroebeling en een slecht doorzicht in de plas. De waterbodem bevat ook verhoogde gehalten aan nutriënten, maar het ecologische effect hiervan is (nog) niet geheel duidelijk. Wel wordt 's zomers algenbloei geconstateerd.
- Er zijn nauwelijks risico's ten gevolge van de aanwezige stort en zware metalenverontreiniging.



Voor het Friese Veen is medio 2002 in opdracht van Vereniging Natuurmonumenten een herstelplan opgesteld. Recent is een voorziening in de Paterswolder Schipsloot gemaakt waarmee de open verbinding met het (voedselrijke) water van het Noord Willemskanaal verbroken kan worden en water vanuit de Drentse Aa kan worden inlaten. Medio maart 2008 is de verbinding daadwerkelijk verbroken. Een andere in het herstelplan opgenomen maatregel is het verwijderen van de sliblaag. Gezien de verontreiniging van de sliblaag met metalen, zal deze verwijdering uitgevoerd worden als een waterbodemsanering.

**Doel**

Doel van het saneringonderzoek is het mogelijk maken van een gefundeerde keuze tussen een aantal saneringmogelijkheden<sup>2</sup>, zodat op basis daarvan een saneringplan en een –bestek kunnen worden opgesteld.

**Verricht onderzoek**

Om deze onderzoeksdoelstelling te bereiken, zijn samengevat de volgende werkzaamheden verricht:

- een bureaustudie van alle reeds verrichte onderzoeken;
- een veld- en laboratoriumonderzoek om meer inzicht te verkrijgen in de mate en omvang van de zware metalenverontreiniging van de waterbodem;
- een veld- en laboratoriumonderzoek om meer inzicht te verkrijgen in de mate waarin nutriënten beschikbaar kunnen komen in de waterkolom vanuit het slib;
- het opstellen van een nutriëntenbalans voor het gebied;
- een beschrijving van de potentiële saneringsmaatregelen (varianten) op zodanige wijze dat de natuurwaarden in het gebied veilig gesteld worden en potentiële risico's ten gevolge van de verontreiniging weggenomen worden;
- een raming van de globale kosten van de potentiële saneringsmaatregelen en een beschrijving van de verwachte effecten ervan op het natuurgebied.

**Leeswijzer**

In het eerstvolgende hoofdstuk (2) beschrijven wij kort het Friese Veen. Hoofdstuk 3 vat vervolgens de uitgevoerde onderzoeken samen, zowel de eerder uitgevoerde onderzoeken als de in het kader van dit onderzoek uitgevoerde deelonderzoeken naar waterbodemkwaliteit en beschikbaarheid van nutriënten. De diverse uitgevoerde deelonderzoeken worden gerapporteerd in de bijlagen 2 tot en met 7.

In hoofdstuk 5 wordt een aantal saneringsvarianten beschreven, op basis van in bijlage 9 beschreven beschikbare saneringstechnieken. De varianten worden vervolgens aan het eind van dit hoofdstuk vergeleken op kosten en effecten. Het rapport eindigt met conclusies en aanbevelingen.

**Opmerking:**

Voor het Friese Veen is een aantal spellingen in omloop: "Het Friescheveen", "Het Friesche Veen" en "Het Friese Veen". Deze laatste spellingswijze wordt door de eigenaar van het gebied, Vereniging Natuurmonumenten, gehanteerd. Daarom wordt deze in dit rapport aangehouden.

<sup>2</sup> Onder sanering wordt in dit geval een landbodemsanering (het stort) of een waterbodemsanering (het slib in de plas) verstaan.

## HOOFDSTUK 2 Het Friese Veen

### 2.1

#### ALGEMEEN

Het Friese Veen bij Paterswolde is een laagveenplas, een voormalig petgatengebied, met een oppervlak van circa 72 ha omgeven door trilveen- en broekbosvegetaties. Op dit moment bestaat het uit open water, moerasbos, rietland en hooiland. Het open water is in het verleden ontstaan ten gevolge van winderosie; het moerasbos heeft zich langs de randen en op de verlaten legakkers ontwikkeld. Circa 25 ha is water, 30 ha is moerasbos en de rest is hooiland, riet en ruigteland.



Het gebied ligt op de overgang van de zandrug van Eelde-Paterswolde naar de (polders van de) benedenloop van de Drentse Aa. Aan de noordkant ligt het Paterswoldse meer en aan de oostzijde staat het Friese Veen door middel van de Paterswolder Schipsloot in verbinding met het Noord Willemskanaal. Aan de oost- en zuidzijde ligt de Polder Camphuis die enkele jaren geleden onder water is gezet, als buffer tussen het gebied en de polders van de benedenloop van Drentse Aa. Aan de zuidwest- en westzijde ligt op de genoemde zandrug het landgoed Vennebroek, eveneens in eigendom en beheer bij Vereniging Natuurmonumenten.

Het gebied was oorspronkelijk een hoogveengebied dat in de achttiende eeuw door Friese turfstekers is verveend. Daarbij ontstonden petgaten die ten gevolge van winderosie uitgroeiden tot de huidige plas. Tot de jaren vijftig van de vorige eeuw is Friese Veen grotendeels gebruikt als hooiland. Nadat dit hooilandbeheer gestaakt werd, is het gebied langzamerhand verbost.

Begin twintigste eeuw is tot omstreeks 1930 de kade tussen het Friese Veen en de Polder Camphuis versterkt met huisvuil uit de stad Groningen. Dit gebeurde, omdat deze kade steeds meer bedreigd werd ten gevolge van de winderosie. Vanwege het vele metaal in het afval wordt deze dijk sindsdien de Blikdijk genoemd. Deze strook stortmateriaal is ondertussen begroeid met moerasbos.

## 2.2 NATUURDOELSTELLING

De natuurdoelstelling voor het gebied is het behouden en ontwikkelen van levensgemeenschappen van open water, moeras- en hooilandvegetaties en het in standhouden van zich spontaan ontwikkelend moerasbos. Vereniging Natuurmonumenten richt zich op het ontwikkelen van water- en verlandingsvegetaties in een reeks van open water naar moerasbos met de daaraan gekoppelde fauna (denk aan moerasvogels, libellen, insecten en macrofauna).

Specifiek voor het oppervlaktewater kan dit vertaald worden als het ontwikkelen en in stand houden van soortenrijk water, helder water met een goed ontwikkelde ondergedoken vegetatie.

In bijlage 2 wordt de natuurdoelstelling nader uitgewerkt.

## 2.3 BEHEER

In tabel 2.1 worden de gegevens met betrekking tot het beheer samengevat.

Tabel 2.1

Samenvatting beheer

Eigenaar	Vereniging Natuurmonumenten
Natuurbeheerder	Vereniging Natuurmonumenten
Waterkwaliteitsbeheerder	Waterschap Hunze en Aa's
Waterkwaliteitsdoelstelling	Water geschikt als soortenrijk water
Waterkwantiteitsbeheerder	Waterschap Hunze en Aa's
Streefpeil	
streefpeil waterschap tot maart 2008	0,57 m NAP (boezempeil) (jaarrond)
door natuurbeheerder gewenst peil (sinds maart 2008)	winter: circa 0,70 m NAP zomer: circa 0,50 m NAP
Onderhoudsdiepte waterbeheer	niet vastgesteld

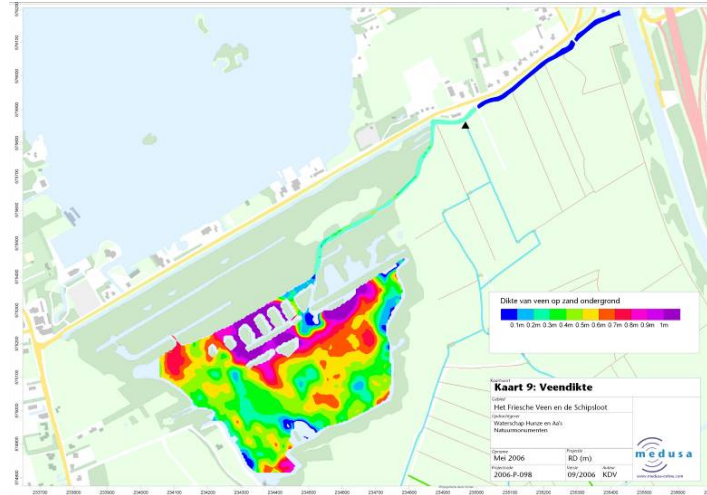
## 2.4 BODEMOPBOUW

In het gebied bestond het bovenste deel van de bodem uit veen (veenmosveen). Ten gevolge van de vervening is deze bodemlaag nagenoeg alleen nog ter plaatse van de legakkers aanwezig. In het open water worden verder aan de noordzijde van het gebied nog resten van het veen aangetroffen. In de aangrenzende polders is ook veen aanwezig (rietzeggeveen) met een kleiige bovenlaag. De dikte van de kleilaag neemt toe richting Drentse Aa.

**Afbeelding 2.1**

Veendikte

Bron: Medusa



De ondergrond bestaat uit fijne zanden afgewisseld met leemlagen op enkele meters diepte. De dikte van deze leemlagen kan variëren van enkele decimeters tot drieënhalve meter. Plaatselijk wordt in de omgeving ook potklei aangetroffen.

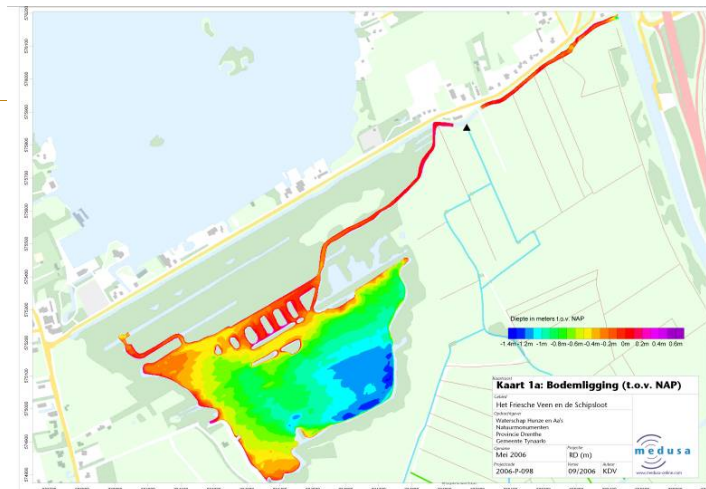
**2.5****WATER*****Diepte open water***

Het peil in het Friese Veen is momenteel 0,57 m NAP. De bodemligging (bovenzijde slib) varieert van enkele decimeters (langs de oevers in het zuidwesten en westen en tussen de legakkers aan de noordzijde van het gebied) tot circa 2 meter in het zuidoosten van het gebied.

**Afbeelding 2.2**

Waterdiepte van het Friese Veen (ter vergelijking: het waterpeil is 0,57 m NAP)

Bron: Medusa



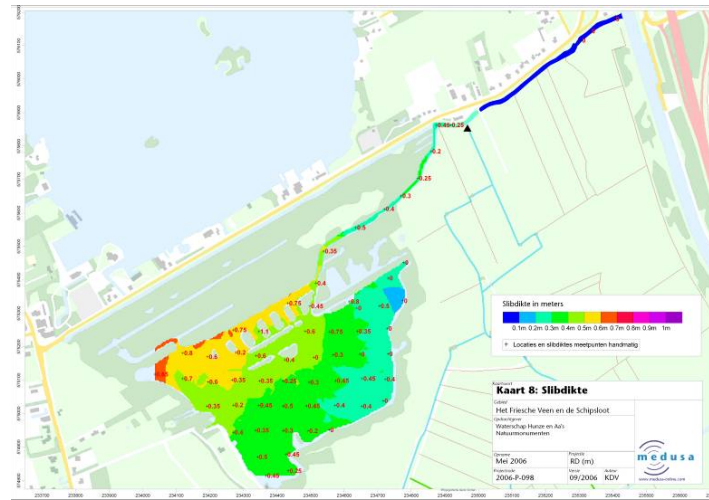


De sliblaag is het dikst tussen de legakkers aan de noordzijde van het gebied (tot 80 cm). In de open plas variëren de slibdiktes van 20 tot 50 cm.

### Afbeelding 2.3

Slibdikte

Bron: Medusa



### Hydrologie

Het Friese Veen wordt gevoed door kwelwater vanaf de zandrug van Eelde Paterswolde en neerslag (in het Friese Veen en de Polder Camphuis). In het verleden was er een forse kwelstroom vanuit het Friese Veen naar de Polder Camphuis. Sinds deze polder onder water is gezet, is deze kwelstroom kleiner geworden. Vanuit het Friese Veen is er verder sprake van wegzijging van water naar de diepere ondergrond en met name het Paterswoldse meer. In bijlage 5 wordt de waterbalans van Royal Haskoning geactualiseerd op basis van recente veranderingen in het gebied.

Het Friese Veen stond tot halverwege de jaren zestig via de Paterswolder Schipsloot in open verbinding met het Noord Willemskanaal. Om aanvoer van verontreinigd water te keren, werd toen de verbinding verbroken. Bij hoge waterstanden werd water vanuit het Friese Veen geloosd, terwijl er incidenteel, bij lage waterstanden, water vanuit het Noord Willemskanaal werd aangevoerd.

Sinds 1985/1990 stond het Friese Veen in open verbinding met het Noord Willemskanaal. Recent is in het kader van de herinrichting van de Benedenloop van de Drentse Aa in de Schipsloot een kunstwerk aangebracht, waardoor het mogelijk is het Friese Veen weer af te sluiten van het Noord Willemskanaal en indien nodig incidenteel te voeden met water vanuit de Drentse Aa. Deze maatregel is getroffen omdat het water van het Noord Willemskanaal een negatieve invloed heeft op de kwaliteit van het Friese Veen. Medio maart 2008 is (in de loop van de uitvoering van dit onderzoek) de verbinding daadwerkelijk verbroken.

### Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van het Friese Veen is ten gevolge van te hoge nutriëntengehaltes en te weinig doorzicht te slecht om de gewenste natuurdoelstelling te halen. Dit wordt veroorzaakt door opwoeling van bodemslib (slecht doorzicht) en door (recent stopgezette) waterinstroom vanuit het Noord Willemskanaal en afbraak van het veen ten gevolge van afkalving (nutriënten). In de huidige situatie treedt 's zomers algenbloei op. Er zit een grote hoeveelheid nutriënten in het slib opgeslagen die 's zomers door algenactiviteit geactiveerd kunnen worden.

## 2.6

**VEGETATIE**

Kort samengevat kan de vegetatie van het Friese Veen als volgt beschreven worden:

***Water***

De watervegetatie is matig ontwikkeld en bestaat uit de associatie van Witte waterlelie en Gele plomp. Deze komt voor op beschutte plaatsen en langs de rand van de plas, in het grootste deel van de waterplas ontbreekt echter vegetatie.

***Oever***

De oevervegetaties zijn over het algemeen matig ontwikkeld en komen voor in zeer smalle zones. Het betreft algemeen voorkomende soorten die duiden op natte, voedselrijke en vrij zure tot basenrijke standplaatsen. Goed ontwikkelde verlandingsvegetaties ontbreken geheel. Wel zijn broekbossen in ruime mate aanwezig, deze kunnen worden beschouwd als de laatste fase in het proces van verlanding.

***Hooiland***

In het Friese Veen liggen twee hooilanden, de viermat en de achtmat.

- De viermat is een lang en smal hooiland omringd door moerasbos. Plaatselijk heeft de vegetatie zich ontwikkeld richting veenmosrietland met karakteristieke soorten als moerasviooltje en echte koekoeksbloem. Het overgrote deel van de viermat bestaat uit een vegetatie uit de Rompgemeenschap van Rietgras.
- De achtmat is een beter ontwikkeld veenmosrietland met grote groeiplekken van moerasviooltje, verder staat hier sterzegge, draadzegge, veenreukgras, moerasbastaardwederik en holpijp. Er wordt sinds 1986 regelmatig onderzoek gedaan. Hieruit blijkt dat de mosbedekking is toegenomen van 5% naar 95%, tevens is de soortenrijkdom ongeveer met 20% achteruit gegaan.

***Moerasbos***

Het vroegere hooilandbeheer van alle legakkers is na de vijftiger jaren gestaakt. Sindsdien heeft zich op het grootste deel moerasbos ontwikkeld. De boomlaag hiervan bestaat uit Els met plaatselijk Es en Berk. De ondergroei varieert afhankelijk van het stadium van de boomopslag, maar wordt gedomineerd door Canadese prachtframboos. Vaak wordt Hennegras aangetroffen met soorten uit de Rietklasse. De natte varianten zijn goed ontwikkeld en bevatten Zeggesoorten en Gele lis. Op enkele plaatsen is de Dotterbloem nog te vinden. Het grootste deel van het moerasbos is echter droger en bevat meer Hennegras. Daarnaast zijn er verruigde bostypen aanwezig met Braam, Zwarte bes, Brandnetel en Harig wilgenroosje.

Op de voormalige stort komt een afwijkend bostype voor met populieren, fruitbomen, esdoorn, paardenkastanje, e.d. Tevens komt hier ook veel Hop voor, afkomstig uit afval van een bierbrouwerij. Een van de legakkers heeft ook een afwijkend type, omdat deze is opgehoogd met tarragrond.

## 2.7

**FAUNA*****Vogels***

De broedvogelbevolking is gevarieerd en bestaat vooral uit vogels van voedselrijk, open water met weinig waterplanten, zoals Nijlgans, Canadese gans, Brandgans, Fuut en Wilde

eend. Natuurmonumenten monitort zogenaamde aandachtsoorten. Voor de verschillende soortgroepen kan het volgende worden opgemerkt:

- **Roofvogels:**  
In het Friese Veen broeden regelmatig de Bosuil (meerdere paren), Buizerd (2 paren) en Havik (1 paar). De visarend is een regelmatige wintergast.
- **Kolonievogels:**  
De kolonie Aalscholvers is qua omvang stabiel met circa 60 broedparen. In het Friese Veen is de visstand door deze soort sterk gedecimeerd, zodat de vogels nu in de wijde omgeving foerageren (tot aan het Leekstermeer toe).
- **Loofboomvogels:**  
Er zijn meerdere broedparen van de Kleine Bonte Specht. De Wielewaal gaat hard achteruit en beperkt zich tot het vochtige loofbos en eikenbos. De Nachtegaal broedt onregelmatig met een paartje in het gebied.
- **Slobeendgroep:**  
De Visdief is vanaf 1987 aanwezig, de laatste tijd met circa 12 broedparen. De Krakeend broedt waarschijnlijk met enkele paren in het gebied. In 2003 zijn er twee paar broedende IJsvogels waargenomen.
- **De Kuifeend-groep:**  
De Brandgans en de Canadese gans hebben zich de afgelopen jaren met enkele broedparen gevestigd. De Nijlgans is aanwezig met meer dan 50 paren in het gebied. Deze vogel foerageert in de omgeving.
- **Moerasvogels:**  
Met enkele broedparen is de Rietzanger te vinden in de rietvegetaties. Tegenwoordig broeden ook enkele paren van de Waterral en De Blauwborst. De Roerdomp broedde in het verleden maar nu niet meer. In het voorjaar van 2004 is de Porseleinhoen een aantal keren gehoord. De Snor heeft in 2001 gebroed vlakbij de vogelkijkhut

### ***Vissen***

De visstand van het Friese Veen behoort tot het blankvoorn-brasem type, kenmerkend voor stilstaand matig helder en matig plantenrijk water. Uit een visstandbemonstering van 2001 is gebleken dat de visstand voor 54% bestaat uit Brasem en 19,4% uit Blankvoorn. Vissen met de lengte 8-40 centimeter ontbreken vrijwel, hetgeen duidt op sterke wegvraat door Aalscholvers.

### ***Macrofauna***

In het Friese Veen is er sprake van een verarmde macrofaunagemeenschap, wat veroorzaakt wordt door het ontbreken van structuur in de vorm van water- en oeverplanten.

### ***Sieralgen***

Bij een opname van 2001 zijn soorten aangetroffen van de geslachten Staurasrum, Closterium en Cosmarium, soorten van mesotrope tot eutrofe, lichtzure tot alkalische wateren. Dit duidt erop dat de plas weliswaar eutroof is, maar dat de algen van hypertrofe condities nog niet geheel de overhand hebben genomen.

### ***Overige fauna***

Op de achtmat komt een flinke populatie voor van de moerassprinkhaan. In Polder Camphuis zijn dit jaar larvehuidjes gevonden van de Glassnijder. Verder Roodwangschildpadden, Rosse woelmuis, Reeën, Beverrat en Muskusrat (deze wordt bestreden). In de bosrand bij het stort vliegen veel vlinders vooral Gehakkelde aurelia (Hop). Op de plas foerageren bijzonder veel vleermuissoorten zoals Meervleermuis, Watervleermuis, Franjestaart, Gewone dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis, Laatvlieger.



## 2.8

**RECREATIEF MEDEGEBRUIK**

Het Friese Veen wordt ook recreatief gebruikt.

- Over de zuidoostelijke kade loopt een wandelpad van het landgoed het Vennebroek naar het café Friese Veen aan de Meerweg. Dit pad sluit aan op enkele paden in en om de Polder Camphuis en daarmee op enkele paden in de polders van de Benedenloop van de Drentse Aa. Ook aan de westzijde van de plas loopt een wandelpad, dat onderdeel uitmaakt van het wandelpadenstelsel van het Landgoed Vennebroek.
- Bij café Het Friese Veen zijn roeibootjes te huur, waarmee recreanten een vaartocht kunnen maken in het Friese Veen.

Over aantallen recreanten zijn geen cijfers bekend. Het gaat naar schatting van Vereniging Natuurmonumenten om enkele duizenden bezoekers per jaar. De laatste jaren lijkt er sprake van een toename.





# HOOFDSTUK 3

## Samenvatting verrichte onderzoeken

Reeds eerder zijn diverse onderzoeken verricht naar de kwaliteit van de land- en waterbodem en naar de mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit en daarmee de natuurkwaliteiten van het gebied. Zo heeft Oranjewoud in de periode 1989 - 1995 diverse land- en waterbodemonderzoeken verricht, is in 2005 door Royal Haskoning een zogenaamd NAVOS-onderzoek naar het stort uitgevoerd en heeft Medusa in 2007 een waterbodemonderzoek uitgevoerd. Royal Haskoning heeft in 2002 een herstelpun voor het Friese Veen opgesteld.

In bijlage 1 worden de rapporten die voor dit onderzoek zijn gebruikt weergegeven. In dit hoofdstuk vatten we kort de resultaten van deze onderzoeken samen in samenhang met de onderzoeken die in het kader van dit saneringsonderzoek zijn verricht (bijlagen 2 t/m 7).

### 3.1

#### LAND- EN WATERBODEM

In het Friese Veen zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de waterbodemkwaliteit, waarbij het probleem vanuit verschillende invalshoeken is bekeken. Al deze onderzoeken samen leveren een vrij goed en consistent beeld van de verontreiniging en de daarmee samenhangende risico's. Er zijn echter twee punten waarover bij de start van dit saneringsonderzoek geen duidelijkheid bestaat, namelijk:

- de vraag of de eventuele aanwezigheid van metaaldeeltjes in het slib een overschatting van de verontreinigingsgraad (klasse-indeling) oplevert;
- (in samenhang daarmee) of ten gevolge van deze metaaldeeltjes de Medusa-methode wel een geschikte onderzoeksmethode is.

Daarom hebben wij een aanvullend waterbodemonderzoek uitgevoerd, dat in bijlage 3 gerapporteerd wordt. De genomen waterbodemmonsters zijn na analyse aan Medusa ter beschikking gesteld, die aan deze monsters metingen heeft uitgevoerd. Medusa heeft hierover een notitie opgesteld, die als bijlage 4 is bijgevoegd.

#### **Samenvatting resultaten alle onderzoeken**

- Langs de zuidoostoever en plaatselijk ook langs de Schipsloot ligt afval (het stort); de totale hoeveelheid wordt geschat tussen 10.000 en 30.000 m<sup>3</sup>.
- Het afval is afgedekt met een dun laagje grond van goede kwaliteit. Doordat bomen zijn omgewaaid, komt het afval op verschillende plekken weer aan de oppervlakte.
- Het gaat om huishoudelijk afval uit de twintiger jaren van de vorige eeuw, afval dat destijds geen waarde had en waaruit de composteerbare bestanddelen waren verwijderd. Wat destijds gestort werd en nu nog teruggevonden wordt, zijn onder andere potten, pannen, glas en hout. Aanvankelijk was er sprake van dat er ook afval van de gasfabriek

in Groningen zou zijn gestort, maar de uitgevoerde onderzoeken hebben dit niet bevestigd. Ook los daarvan is het niet waarschijnlijk dat gasfabrieksafval is gestort, omdat alle rest- en nevenproducten destijds geld opbrachten (mededeling oud medewerker gasfabriek aan Oranjewoud).

- De waterbodem bevat zeer weinig droge stof, is zandarm en erg organische stofrijk (zie de afbeeldingen 3.1 en 3.2).
- De waterbodem is verontreinigd met zware metalen (met name zink, lood en koper). Voor het grootste deel wordt de waterbodem ingedeeld in klasse 4 volgens het toetsingskader uit de Vierde Nota Waterhuishouding (zie afbeelding 3.3). De verontreiniging is gebonden aan zeer fijn slib, dat zich als gevolg van opwerveling door stroming en wind gemakkelijk binnen het gebied verplaatst. Verspreiding naar buiten het gebied is niet of nauwelijks te verwachten. De ecologische en humane risico's zijn nihil.
- In een smalle zone van enkele meters breed direct langs de zuidoostoever komt ook afval op de bodem van de plas voor. Het gaat vooral om 'gruis', fijn verdeeld afval, waaronder metaaldeeltjes.
- Dit laatste is waarschijnlijk de oorzaak van de zeer hoge gehalten die vlak langs de oever in het bodemslib zeer zijn aangetroffen. Oranjewoud trekt met betrekking tot de metaaldeeltjes de conclusie dat de metalen geleidelijk in oplossing zullen gaan, maar nooit in dusdanig tempo dat dit zal leiden tot meetbaar verhoogde concentraties in het oppervlaktewater.
- Het grondwater in het stortlichaam is niet verontreinigd. Het oppervlaktewater van het Friese Veen is niet verontreinigd. Het oppervlaktewater en bodemslib in de sloten die de plas omringen, zijn niet verontreinigd.
- In Brasem, gevangen in de plas, zijn geen verhoogde gehalten metalen gevonden.
- Bio-assays geven hooguit lichte aanwijzingen voor het optreden van negatieve effecten op het ecosysteem. Deze effecten deden zich uitsluitend voor in monstervakken grenzend aan het gestorte materiaal.

Uit bovenstaande punten blijkt dat de aanwezigheid van het stortlichaam geen risico's met zich meebrengt voor het ecosysteem of voor verspreiding van verontreinigingen naar de omgeving. Louter milieuhygiënisch gezien is er dus nauwelijks reden tot ingrijpen. Hooguit is het zinvol preventieve maatregelen te treffen om te voorkomen dat ten gevolge van verdere afkalving van de oevers afval van het stort in de plas terecht komt.

De risico's van de waterbodem hebben alleen betrekking op verdere verspreiding. In de loop van de tijd heeft de verontreiniging zich al binnen de plas verspreid. Verdere verspreiding via slibtransport is niet geheel uitgesloten.

#### ***Omvang verontreiniging***

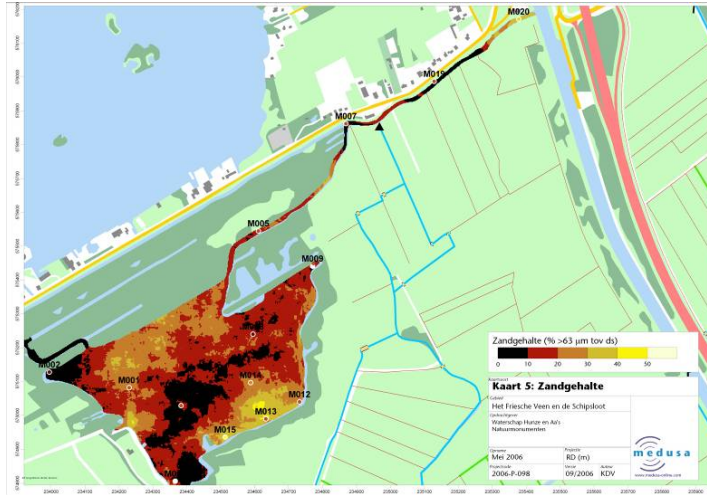
Op basis van al deze onderzoeken wordt in tabel 3.1 een samenvatting van de verontreinigingssituatie met betrekking tot zware metalen gegeven. De hoeveelheden betreffen afgeronde hoeveelheden uit de voorgaande onderzoeken.

Vooraf bij het stort moet opgemerkt worden dat er geen goede onderzoeken naar de omvang van het stort bekend zijn. Voor het volume is een ruwe schatting gemaakt op basis van een oppervlakte van circa 20.000 m<sup>2</sup> en een gemiddelde dikte van 1,5 meter. Deze dikte is gebaseerd op de aanname dat de bodem van het stort zich op hetzelfde niveau zal bevinden als de vaste bodem in de plas van het Friese Veen.

**Afbeelding 3.1**

Zandgehalte waterbodem  
Friese Veen

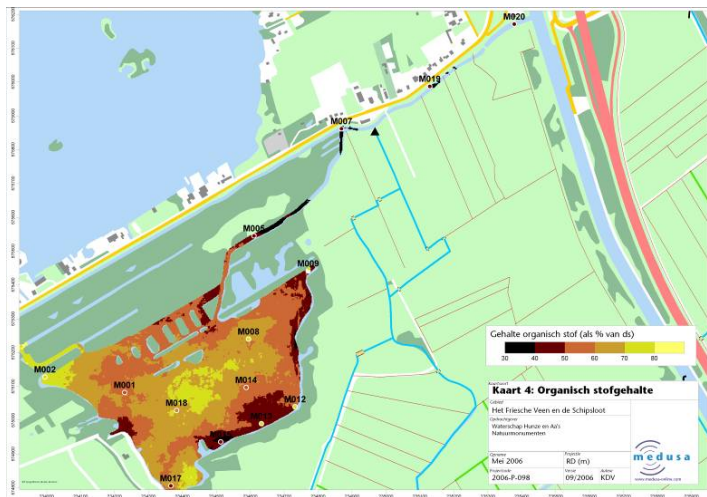
Bron: Medusa



**Afbeelding 3.2**

Organisch stofgehalte  
waterbodem Friese Veen

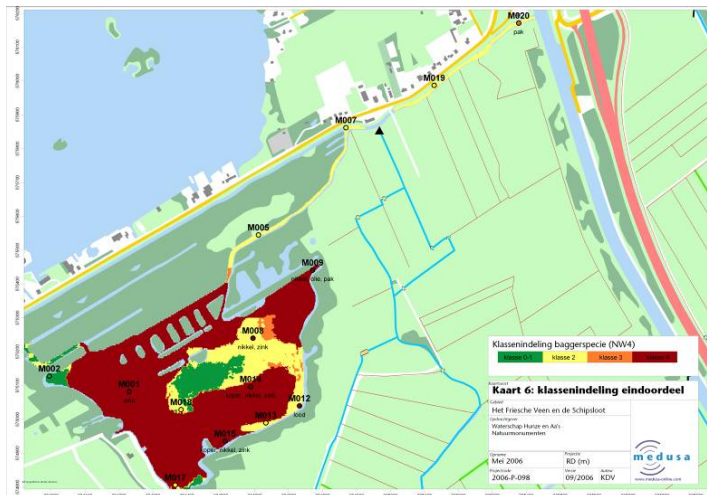
Bron: Medusa



**Afbeelding 3.3**

Verontreiniging waterbodem  
Friese Veen

Bron: Medusa



**Tabel 3.1**

Samenvatting omvang  
verontreiniging

	kwaliteit	indicatie hoeveelheid (m <sup>3</sup> )	nauwkeurigheid schatting
Stort	onbekend	10.000 tot 30.000	zeer onnauwkeurig
Afdeklaag stort	matig tot ernstig verontreinigd	1.000 tot 5.000	zeer onnauwkeurig
Grondwater	niet verontreinigd	n.v.t.	
Waterbodembodem	klasse 0-2	5.000 – 15.000	redelijk nauwkeurig
	klasse 3	10.000 - 15.000	redelijk nauwkeurig
	klasse 4	75.000 – 85.000	redelijk nauwkeurig
	totaal	ca. 100.000	

**Opmerking:**

Op 1 januari 2008 zijn nieuwe interventiewaarden voor de waterbodembodem van kracht, waardoor ook bovenstaande klasse-indeling vervalst. Aangezien dit onderzoek voor deze datum is gestart en ook de beschikking in het kader van de Wbb (door de provincie Drenthe) op basis van de "oude normen" is genomen, is in dit rapport het normenstelsel uit de Vierde Nota Waterhuishouding gehanteerd.

Voor het Friese Veen is zink bepalend voor de verontreinigings situatie. De interventiewaarde ("maximale waarde klasse B") voor zink wordt per 1 januari 2008 verhoogd van 720 mg/kg naar 2000 mg/kg voor standaard bodem.

Voor het Friese Veen houdt dit in dat een groot deel van het slib niet meer ernstig verontreinigd zal zijn, maar in de nieuwe klassen A of B zal vallen. Bij het ARCADIS- en Medusa-onderzoek is geen enkel zinkgehalte aangetroffen dat de nieuwe interventiewaarde overschrijft. Toch wordt op basis van eerdere Oranjewoud-onderzoeken verwacht dat in de strook langs het stort wel overschrijdingen zullen voorkomen. Dit betekent dat er nog steeds sprake is van een ernstig geval van waterbodembodemverontreiniging, maar dat zich binnen dit geval verschuivingen van hoeveelheden naar lagere verontreinigingsklassen zullen voordoen.

**Asbest**

Asbest is tot dusver niet onderzocht. In de zuidwesthoek en noordwesthoek van het Friese Veen staan botenhuisen die gemaakt zijn van asbest. Mogelijk heeft dit een zeer plaatselijke asbestverontreiniging van de waterbodembodem veroorzaakt. Hiernaar zal nog onderzoek moeten worden uitgevoerd voordat gebaggerd kan worden.

**3.2****WATERKWALITEIT**

Met betrekking tot de eutrofiering van het oppervlaktewater en de waterbodembodem zijn de volgende onderzoeken verricht:

- Door waterschap en Natuurmonumenten zijn diverse resultaten van waterkwaliteitsmetingen aangeleverd.
- ARCADIS heeft een verzamelmonster genomen van de sliblaag van het Friese Veen waarop in samenwerking met het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem Wageningen UR schudexperimenten zijn uitgevoerd. In bijlage 8 worden de opzet en de

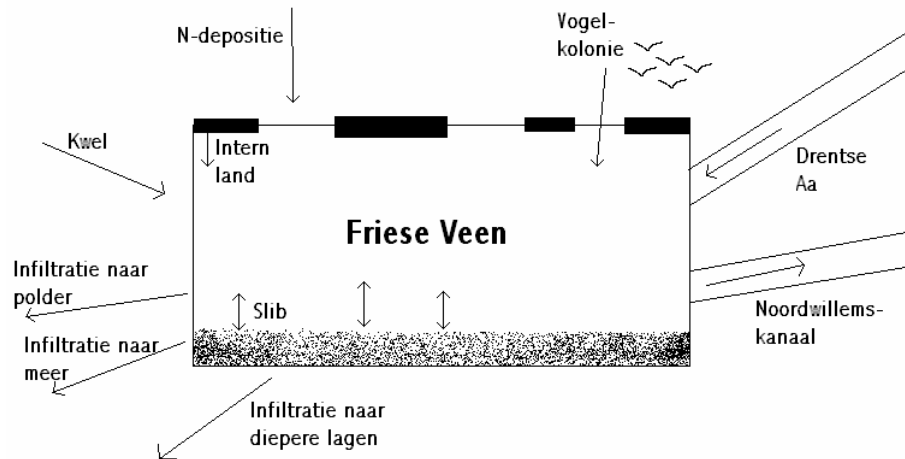


resultaten van de experimenten kort beschreven. De experimenten zijn uitgevoerd met verschillende concentraties slib en verschillende contacttijden.

- ARCADIS heeft met behulp van al deze data en de geactualiseerde waterbalans een gewijzigde nutriëntenbalans opgesteld. De balans is weergegeven in bijlage 6, de onderbouwing van de diverse posten in de balans is weergegeven in bijlage 7.

#### Afbeelding 3.4

Schematische weergave van de aan- en afvoerposten op de nutriëntenbalans van het Friese Veen



#### Samenvatting resultaten

- Tijdens het experiment ontstond zuurstofloosheid bij de meest extreme contacttijd. In werkelijkheid zal een zuurstofloze conditie niet snel ontstaan aangezien het Friese Veen een open systeem is. Daarom wordt de langste contacttijd als niet representatief beschouwd.
- Wanneer wordt uitgegaan van de meest representatieve contacttijd van 1,7 uur gecombineerd met een slibconcentratie van 0,3 g/l voor het Friese Veen, laten de experimenten zien dat de opwerveling van slib bij de gebruikte omstandigheden een beperkte invloed hebben op de nutriëntenhuishouding in het water. Het duidt zelfs op een kleine verlaging van de stikstof- en fosfaatconcentratie, omdat het slib nog een zekere buffercapaciteit heeft.
- De proef met licht waarbij de algengroei is gestimuleerd, geeft aan dat algen anorganisch N en P consumeren. In een afgesloten proefflesje nemen de concentraties dan af. De hypothese is dat in werkelijkheid de P-concentraties in het water mede worden bepaald door adsorptie-desorptie evenwichten van fosfor in de waterfase en P in het slib. Bij de groei van algen nemen zij anorganisch P op uit het water waarna het evenwicht van P tussen water en slib zich instelt en er P vrijkomt uit het slib. De hoeveelheid P in het slib is erg groot waardoor de verlagingen van P in het water gemakkelijk opgevangen kunnen worden.
- Belangrijke bronnen voor N en P zijn de afbraak van veen en de aanvoer van oppervlaktewater van elders. Nu is dat nog water vanuit het Noord Willemskanaal, in de toekomstige situatie vanuit de Drentse Aa. Hoewel de situatie daardoor sterk verbeterd, is de aanvoer vanuit de Drentse Aa nog steeds een belangrijke bijdrage aan de nutriëntenbalans. Daarnaast zit er een grote hoeveelheid P in het slib opgeslagen wat door algen opgenomen kan worden en daardoor naar de waterkolom gevoerd kan worden.
- Uit de nutriëntenbalans blijkt dat er jaarlijks nutriënten accumuleren in het Friese Veen; de nutriëntenvoorraad in het gebied neemt dus alsmat toe. Er moet wel gezegd worden

dat er grote onzekerheden in de balans zitten. Deze worden deels veroorzaakt door onzekerheden in de waterbalans en deels door onzekerheden in het bepalen van de nutriëntenstromen. Echter, de balans is een goed uitgangspunt om te bekijken welke bronnen belangrijk zijn en in welke richting oplossingen gezocht kunnen worden. In bijlage 6 wordt verder een aantal mogelijke oplossingsrichtingen besproken om de waterkwaliteit te verbeteren. Een ervan is het verwijderen van het slib uit het Friese Veen. Deze oplossingsrichting wordt in dit saneringsonderzoek verdere uitgewerkt.



#### ***Doorkijk naar de toekomst***

Naar verwachting zal de kwaliteit van het Drentse Aa water in de nabije toekomst verbeteren ten gevolge van allerlei maatregelen (zie watersysteemplan van het waterschap). Omdat het inlaatwater meer dan de helft van de zomeraanvoer van nutriënten bevat, betekent een halvering van deze invoer een significante verbetering van de waterkwaliteit in de toekomst.

### **3.3**

#### **ANALYSE VAN DE PROBLEMATIEK**

Uit het voorgaande hoofdstuk blijkt dat:

- Er niet of nauwelijks sprake is van milieuhygiënische risico's ten gevolge van de aanwezigheid van het stort. Sanering is naar onze mening hiervoor niet aan de orde. Hooguit is het zinvol preventieve maatregelen te treffen om te voorkomen dat ten gevolge van verdere afkalving van de oevers afval van het stort in de plas terecht komt. Het verwijderen van het stormateriaal of afdekken ervan met een leeflaag is dan ook niet zinvol.
- Er nauwelijks sprake is van risico's in verband met de zware metalenverontreiniging van de waterbodem. Er is weliswaar sprake van een formeel ernstig geval van waterbodemonverontreiniging, maar het verwijderen van het slib is vanuit het oogpunt van de zware metalenverontreiniging niet direct noodzakelijk. Het belangrijkste risico is verspreiding van de verontreiniging, maar de kans op verspreiding is ook gering.
- Baggeren van het slib is mogelijk wel zinvol vanuit het oogpunt van eutrofiering. Voor de kort termijn draagt het zeker bij aan de waterkwaliteit, door het wegnemen van de in het slib opgeslagen bulk aan nutriënten. Daarmee wordt voorkomen dat deze zomers gemobiliseerd worden en in de waterfase de oorzaak vormen voor algenbloei. Ook ontstaan betere vestigingsmogelijkheden voor waterplanten (lichtklimaat, beworteling).
- Op langere termijn is het baggeren niet effectief: door doorgaande aanvoer van nutriënten ontstaat een nieuwe sliblaag. Uiteindelijk zal zonder aanvullende maatregelen de huidige situatie opnieuw ontstaan.



Baggeren kan dus wel een effectieve maatregel zijn, maar alleen in combinatie met aanvullende maatregelen die moeten voorkomen dat op termijn de huidige situatie zich herhaalt. Voor deze aanvullende maatregelen zijn in bijlage 6 diverse suggesties gedaan. Doel van het totale pakket aan maatregelen moet niet zozeer een bodemsanering zijn, maar het behalen van de natuurdoelen voor het Friese Veen.

***Herstelplan/afkoppeling Noord Willemskanaal***

*De gesuggereerde maatregelen komen ook voor in het Herstelplan Friese Veen van Royal Haskoning. De belangrijkste aanbeveling van Royal Haskoning is de hydrologische isolatie van het Noord Willemskanaal in combinatie met het opzetten van het waterpeil. Uit onze nutriëntenbalans blijkt dat dit onvoldoende is, omdat ook het Drentse Aa water van onvoldoende kwaliteit is.*

*In maart 2008 is in het kader van de herinrichting van de Benedenloop van de Drentse Aa door het waterschap in de Schipsloot een kunstwerk in gebruik genomen, waardoor het Friese Veen afgesloten is van het Noord Willemskanaal. Indien nodig kan incidenteel het Friese Veen gevoed worden met water vanuit de Drentse Aa.*



## HOOFDSTUK

# 4 Opstellen en afwegen varianten bodemsanering

In dit hoofdstuk wordt een aantal saneringsvarianten opgesteld en vergeleken. Deze varianten bestaan uit een aantal logisch op elkaar aansluitende (verwijderings-, transport-, be- en verwerkings-) technieken, ook wel saneringsketens genoemd, waarmee het beoogde saneringsresultaat kan worden bereikt.

Daarbij worden ook nulvarianten meegenomen: het niet uitvoeren van een fysieke (land- of water-) bodemsanering, waarbij de verontreiniging uiteraard wel blijvend gemonitord wordt.

Een inventarisatie van de beschikbare bodemsaneringstechnieken is uitgevoerd in bijlage 9.



## 4.1

### VARIANTEN LANDBODEM (STORT)

Voor de landbodem onderscheiden we drie varianten:

1. De nulvariant (L1): er worden geen maatregelen getroffen. Wel wordt de verontreiniging periodiek gemonitord (zoals elke zogenaamde NAVOS-stortplaats).
2. De verwijderingsvariant (L2): Na het verwijderen van de begroeiing wordt de stortplaats ontgraven. Het ontgraven materiaal wordt door middel van zeven gescheiden in een grond- en een afvalfractie. Het afval wordt afgevoerd naar een erkende afvalverwerker en de grond wordt indien mogelijk (op grond van analyses) hergebruikt. De kade naast het stort wordt opgehoogd en verbreed, waarbij door middel van een flauw talud en een stukje plas-dras een goede rietkraag kan ontstaan. Ten behoeve van de aan- en afvoer zullen door middel van platenbanen en verstevigingen met grond afvoerroutes moeten worden gemaakt. Deze gaan of in noordelijke richting (door de polder naar de parkeerplaats het Friese Veen aan de Meerweg) of in westelijke richting (via landgoed Vennebroek naar de hoofdweg in Paterswolde)

3. De isolatievariant (L3): Het bos op de stortplaats wordt gekapt, waarna indien nodig het afval wordt uitgevlakt en een halve meter grond wordt aangebracht<sup>3</sup>. Deze wordt aangevoerd via de hierboven genoemde transportroutes. De afdekgnd wordt aan de oever aangebracht: onder een flauw talud tot in de plas van het Friese Veen, waarbij in de overgangszone ook plas-dras situaties worden gemaakt. In deze oever worden riet-wortelstokken gepoot om zo snel mogelijk een goede rietoever te creëren. De verontreiniging wordt vervolgens periodiek gemonitord en er worden beheersmaatregelen getroffen (regelmatig maaien van het riet om een goede rietkraag te garanderen en het kappen van bomen die te groot zijn geworden).

## 4.2

### VARIANTEN WATERBODEM

Voor de waterbodem onderscheiden we twee groepen varianten: die bij externe verwerking van de baggerspecie en varianten waarbij de baggerspecie intern in het Friese Veen wordt gebruikt. Deze laatste kunnen worden beschouwd als een herschikking van verontreinigde bodem binnen een geval van bodemverontreiniging. Bij de externe verwerkingvarianten laten we in het midden of de specie wordt gestort of (deels) nuttig wordt hergebruikt. Dit wordt te zijner tijd overgelaten aan de verwerker die kort voor aanvang van de sanering zal worden gekozen op basis van een hernieuwde marktverkenning.

#### *Externe verwerkingsvarianten*

1. De nulvariant (W1): er worden geen maatregelen getroffen.
2. Hydraulisch baggeren en transport/indrogingsdepot (W2.1): De waterbodem wordt gebaggerd met behulp van een zuiger. Voorafgaand aan of na afloop van het baggeren wordt het afval op en in de waterbodem verwijderd. Het betreft relatief een geringe hoeveelheid die met behulp van transportbakjes naar de overslaglocatie O3 (zie bijgevoegde tekening) wordt vervoerd en van daaruit verder per as naar de verwerker. De gebaggerde specie wordt met een persleiding afgevoerd naar een tijdelijk depot. Waar dit depot ligt, zal nog nader moeten worden uitgewerkt, maar vanwege het voorkomen van overlast in de omgeving geven wij de voorkeur aan depot D1 (zie tekening). Het perswater wordt via een bezinkcompartiment op het oppervlaktewater geloosd. In het depot wordt de specie ontwaterd en gerijpt en daarvoor zo nodig enige keren omgezet. Vervolgens kan de specie (dan sterk verontreinigde grond) naar een erkend verwerker afgevoerd worden. Het volume is dan sterk verminderd, uitgegaan moet worden van een reductie van meer dan 50%. Aangezien ook het humusgehalte sterk afgenomen is, gaan wij er ook vanuit dat alle specie na rijping ernstig verontreinigd zal zijn.
3. Mechanisch baggeren en indrogingsdepot (W2.2): De waterbodem wordt met behulp van een kraan gebaggerd, waarna de specie met behulp van transportbakjes wordt afgevoerd naar een tijdelijk depot. Gezien de geringe draagkracht van de bodem en daarmee de

<sup>3</sup> De dikte van een halve meter is op basis van het volgende gekozen. Bij een vegetatie als hier (bos), zou bij een functionele sanering normaal gesproken gekozen moeten worden voor een dikte van een tot anderhalve meter, vanwege eventueel omvallende bomen. Als dit grondpakket bovenop het stort wordt aangebracht ontstaat een brede kilometerlange verghoging, met een relatief grote drooglegging. De vegetatie die zich hier op zal ontwikkelen zal niet of nauwelijks passen binnen het waterrijke natuurgebied. Alternatief zou zijn eerst een deel van de stort af te graven, maar dan moet nagenoeg tot aan de onderzijde van het stort worden gegraven. Met andere woorden: dan is het logischer om te kiezen voor het volledig verwijderen van het stortmateriaal (variant lb)

geringe mogelijkheden voor transport per as zal dit depot bij voorkeur direct naast het Friese Veen moeten liggen. Daarom komt alleen locatie D2 in aanmerking. Afval wordt door middel van een zeef afgescheiden (of direct na het baggeren of bij de overslag in het depot). Doordat niet wordt verdund met water, zal niet of nauwelijks water geloosd hoeven te worden. De ontwatering en indroging vinden daarna op dezelfde wijze plaats als bij variant W.2.1.

4. Mechanisch baggeren en directe afvoer naar een verwerker (W2.3): De waterbodem wordt met behulp van een kraan gebaggerd, waarna de specie met behulp van transportbakjes wordt afgevoerd naar de overslaglocatie O3. Van daar wordt het per as verder vervoerd, hetzij direct naar de verwerker, hetzij naar de loskade bij Haren waar het in transportschepen wordt gedeponeed. Afval wordt ergens in dit proces door middel van een zeef afgescheiden.

#### **Interne verwerkingsvarianten**

5. Nuttig intern hergebruik voor het maken van nieuwe legakkers (W3): Mede om toekomstige winderosie te voorkomen, worden nieuwe legakkers in de plas gemaakt. constructietechnisch zijn er diverse mogelijkheden, die in bijlage 12 op basis van gesprekken met diverse aannemers worden besproken. De uiteindelijke keuze van de te gebruiken (set van) technieken, zal bij de verdere uitwerking moeten worden gemaakt op basis van natuurtechnische inzichten.

Om in dit rapport een vergelijking met andere saneringsvarianten te kunnen maken, is de mogelijkheid 'kaden van leem' (zie bijlage 12) nader uitgewerkt.



6. Nuttig intern hergebruik als tussen afdeklaag voor de stortplaats: Zie de volgende paragraaf (combinatievariant).

#### **Niet in beschouwing genomen varianten**

*Het baggeren van een gat in de vaste bodem van de plas, waarbij zand gewonnen kan worden. Vervolgens kan het slib worden verzameld in dit gat. Gezien de hoeveelheid waterbodem, zijn diepe gaten nodig om voldoende ruimte te maken. Bovendien zal de nutriënten uitwisseling tussen slib en water maar ten dele afnemen. Hydrologisch zijn er risico's aan verbonden in verband met een toename van de wegzijging naar de diepere ondergrond en het Paterswoldse meer (waardoor weer extra aanvoer van voedselrijk water nodig is). Derhalve is deze mogelijke variant op voorhand reeds afgevalen.*

## 4.3

### **COMBINATIEVARIANT LANDBODEM-WATERBODEM**

Nuttig intern hergebruik als tussen afdeklaag voor de stortplaats (C): Om te kunnen besparen op de dikte van de aan te brengen afdeklaag en daarmee de hoeveelheid aan te voeren grond, zou baggerspecie kunnen worden ingezet als tussenlaag in een

isolatievariant. Daartoe wordt aan de binnenzijde van de stortzone met behulp van leem een kade gebouwd. De bodem van de plas wordt vooraf opgeschoond van afval en slib, de bomen op het stort worden gekapt en het stortmateriaal wordt uitgevlakt. Daarna wordt tussen de kades de baggerspecie gespoten. Gewacht wordt tot deze baggerspecie voldoende is ingedikt. Daarna wordt het schone leem, waaruit de 'binnenkade' is opgebouwd, gebruikt om een schone afdeklaag op het afval en het verontreinigd slib te maken en om een 'schone' oeverzone te maken. Deze wordt in een flauw talud met plas-dras situaties aangebracht en er wordt rietwortelstokken gepoot. Er ontstaat vervolgens een rietoever, die als bufferzone tussen het water enerzijds en het stortmateriaal en de baggerspecie anderzijds dient.



Ook hiervoor hebben wij enige volumeberekeningen als vingeroefening gedaan. Ervan uitgaande dat bij aanvang een laagdikte van 1 tot 1,5 meter baggerspecie acceptabel is, kan 30.000 tot 50.000 m<sup>3</sup> baggerspecie geborgen worden. Daarbij is circa 40.000 m<sup>3</sup> leem nodig. Opgemerkt wordt dat deze hoeveelheden sterk afhankelijk zijn van de hoogteligging van het huidige stort. Bij verdere uitwerking van deze variant zal de exacte ligging van het stort eerst moeten worden ingemeten.

De oppervlakte van het stort is hoe dan ook bij lange na niet voldoende voor het bergen van alle baggerspecie. Voor het restant specie kan teruggevallen worden op de 'legakker variant', of kan de strook waarin baggerspecie geborgen wordt, verbreed worden. Voor de latere kostencalculatie met deze variant zijn wij uitgegaan van de combinatie met de legakkers.

#### 4.4

#### VERGUNNINGEN EN TOESTEMMINGEN

In het algemeen moet met de volgende vergunningen en toestemmingen rekening gehouden worden:

- Instemming met saneringsplan in het kader van de Wet Bodembescherming door Gedeputeerde Staten van de provincie Drenthe. Beleidsmatig past variant C niet in het huidige bodembeleid van de provincie, maar in het kader van een saneringplan is het mogelijk beargumenteerd van dit beleid af te wijken.
- Voor het baggeren zelf is er geen vergunningsplicht in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren.
- Vergunning in het kader van de Wet Milieubeheer en de Wet Verontreiniging oppervlaktewateren voor een eventueel tijdelijk indrogingsdepot.
- Een vrijstelling en/of ontheffing in het kader van de Flora- en faunawet.
- Een ontheffing van de keur van het Waterschap Hunze en Aa's.
- Een vergunning of melding in het kader van de Wet milieubeheer voor het inrichten van overslaglocaties en een eventueel ketenpark.



- Een toestemming van de gemeente Tynaarlo of gemeente Haren voor het gebruik van de overslaglocatie(s).

In aanvulling op bovenstaande dienen de volgende meldingen te worden gedaan.

- Een melding van de daadwerkelijke start van de sanering bij Gedeputeerde Staten van de provincie Drenthe en bij het waterschap Hunze en Aa's.
- Een melding aan de Arbeidsinspectie.

Daarnaast dienen bij de verwerkingslocaties afvalstroomnummers te worden aangevraagd voor het transport van de baggerspecie en het grof afval.

## 4.5

### BESCHRIJVING EFFECTEN

De effecten van de varianten wordt op de volgende punten kort beschreven:

- Vermindering van humane, ecologische en verspreidingsrisico's.
- Effecten op de waterkwaliteit.
- Ecologische effecten.
- Gevolgen voor het beheer van het natuurgebied in de toekomst.
- Gevolgen voor het recreatieve medegebruik van het Friese Veen.
- Gevolgen voor de directe omgeving (overlast omwonenden, verstoring flora en fauna in de omgeving, economische schade ondernemers).
- Faalkans en risico's uitvoering.
- Kosten.

#### *Vermindering risico's ten gevolge van (water)bodemverontreiniging*

Over de risico's ten gevolge van de aanwezigheid van een zware metalen verontreiniging kan het volgende worden opgemerkt:

- Humane risico's: uit de uitgevoerde onderzoeken is gebleken dat er geen humane risico's aanwezig zijn. Daarom heeft geen van de saneringsvarianten effect.
- Ecologische risico's: uit de uitgevoerde onderzoeken blijkt dat de ecologische risico's ten gevolge van de zware metalenverontreiniging nihil zijn. Daarom heeft geen van de saneringsvarianten effect op dit punt. Op de ecologische risico's in verband met nutriënten, wordt hierna nog nader ingegaan.
- Verspreiding naar buiten het gebied van de verontreiniging met zware metalen is in de huidige situatie nauwelijks te verwachten, maar niet geheel uit te sluiten. De verwijderingvarianten voor de waterbodem (W2.1; W2.2; W2.3 en W3) hebben dus een gering positief effect. Verspreiding van verontreiniging via het grondwater vanuit het stort is niet aan de orde.



#### *Waterkwaliteit*

Voor de waterkwaliteit zijn alleen de waterbodemvarianten en de combinatievariant van belang. In alle varianten is het uitgangspunt dat geen Noord Willemskanaalwater meer wordt aangevoerd. Dit betekent ook voor de nulvariant dat de aanvoer van nutriënten verminderd, wat mogelijk een geringe verbetering van de waterkwaliteit betekent.

In de varianten waarin de sliblaag van de bodem wordt verwijderd (W2.1; W2.2; W2.3, W3 en combinatievariant) is het belangrijkste effect dat grote voorraad P (en N) in het slib is verdwenen uit het systeem. Verder verbruikt de sliblaag nu veel zuurstof (door de afbraak van organisch materiaal). Na het baggeren zal ook de zuurstofhuishouding verbeteren. De kans bestaat dat het baggeren slechts een tijdelijk effect zal hebben. Op dit moment is er sprake van een netto input van nutriënten. Dit wil zeggen dat de voorraad uit het slib netto niet wordt aangesproken maar nog wordt aangevuld. Met het baggeren wordt de nutriëntenvoorraad in het slib verwijderd. De externe belasting van het Friese Veen blijft echter bestaan waardoor op termijn de nutriëntenvoorraad weer aangevuld wordt. Ook afbraak van het veen in het gebied zorgt voor de aanwas van de nieuwe sliblaag.

### ***Ecologische effecten***

#### ***Waterbodemsanering***

De ecologische effecten van het verwijderen van de sliblaag (W2.1; W2.2; W2.3, W3 en combinatievariant) zijn de volgende:

- Een verbetering van de groeiplaats voor planten. Het slib is nu een slechte groeiplaats voor planten. Door het verwijderen van het slib, zal er een stevigere waterbodem ontstaan die meer kansen biedt voor de ontwikkeling van waterplanten.
- Een verbetering van het doorzicht. Het slib wervelt nu op en vermindert het doorzicht van het water. Door het verwijderen van het slib zal het lichtklimaat verbeteren omdat het water niet meer vertroebeld door slibdeeltjes.

In de varianten waarbij eilandjes gemaakt worden (W2.3, W3 en combinatievariant) zijn daarop aanvullend nog de volgende effecten te verwachten:

- Door de aanleg van eilandjes wordt de strijklengte (lengte met kaal oppervlak) kleiner. Hierdoor zal in de nieuwe situatie de wind minder vat hebben op het slib en zal er minder slib opwervelen door de wind.
- De nieuwe aangelegde oevers bieden kansen voor ontwikkeling van nieuwe vegetatie. De oeverzone is een goede plek hiervoor. Hierdoor is het verstandig om de nieuwe oevers niet te steil te maken want dan is het voor planten veel lastiger om er te groeien.

Daarnaast moet rekening gehouden worden met de risico's van het baggeren zelf (de fysieke ingreep). Het systeem wordt namelijk tijdelijk bruut verstoord. In elk systeem is een soort van evenwicht waarbij soorten voorkomen. Door het baggeren ontstaat een nieuwe situatie waarbij de bestaande vegetatie verdwijnt en een nieuwe zich moet ontwikkelen. Dit kost tijd. En het is hierdoor aan te raden om niet de gehele plas in een keer te baggeren. Door gefaseerd baggeren kan het ecosysteem zich makkelijker in stand houden.

Verder zal voor de varianten met een indrogingsdepot (W2.2 en W2.3), rekening moeten worden gehouden met verstoring in de nabijgelegen polders van de Drentse Aa. Het betreft verstoring bij het transport van natte baggerspecie, verstoring bij de afvoer van ingedroogde specie en het feit dat het depot enige jaren aanwezig is.

#### ***Landbodemsanering***

Op de voormalige stort komt in de rest van het Friese Veen afwijkend bostype voor met populieren, fruitbomen, esdoorn, paardenkastanje, e.d. Tevens komt hier ook veel hop voor. Dit is niet het meest waardevolle type. Toch zal ook het korte termijn effect van de sanering L2 en L3 en de combinatievariant zijn dat het systeem hier ernstig verstoord raakt. De bestaande vegetatie wordt volledig verwijderd. Hoewel het herstelproces versneld kan



worden door inzaaien en herplanten, zal het jaren duren voordat er weer een volwaardig bos is teruggekomen.

### ***Effecten voor het beheer***

Hieronder vatten we de belangrijkste gevolgen van de diverse varianten voor het beheer van het Friese Veen samen.

- Bij de nulvariant voor de landbodem (L1) zal er rekening mee moeten worden gehouden dat meer dan tot dusver gebeurd periodiek de afdekkende laag wordt hersteld als bijvoorbeeld bomen zijn omgewaaid.
- Bij varianten waarbij oeverzones worden aangelegd (L2, L3, W3 en C), zal bij het beheer er rekening mee moeten worden gehouden dat periodiek de oevers worden gemaaid (maaien en afvoeren riet).
- Bij het weghalen van het stort (L2), kan gekozen worden voor een nieuwe invulling van deze zone. Afhankelijk van het te ontwikkelen natuurtype dient het beheer te worden aangepast.



### ***Effecten recreatief medegebruik***

De tijdelijke effecten van de fysieke maatregelen (alle varianten met uitzondering van L1 en W1) voor het recreatieve medegebruik zijn fors.

- Voor de waterbodem vallen deze te verminderen door de sanering gefaseerd uit te voeren. Plaatselijk zal er voor de vaarrecreanten (roeiboten) hinder zijn.
- Voor de landbodem is gefaseerde uitvoering nauwelijks haalbaar. Daar komt bij dat de te saneren stort zich direct naast het meest intensief gebruikte wandelpad bevindt. De wandelaars zullen de werkzaamheden nauwelijks kunnen mijden. Ook in verband met gevaarsaspecten, is het daarom raadzaam het gebied tijdens de werkzaamheden voor recreanten te sluiten.

Bij de sanering van de landbodem, zullen de wandelaars ook na afloop nog enige jaren zicht blijven houden op 'de kaalslag' die zal ontstaan ter plaatse van het stort. Sowieso valt het aan te bevelen bij de planning van de werkzaamheden rekening te houden met recreanten.

## **4.6**

### **KANS OP FALEN EN RISICO'S BIJ DE UITVOERING**

#### ***Faalkans***

Bij die varianten die uitgaan van het verwijderen van de sliblaag (W2.1; W2.2; W2.3, W3 en combinatievariant) moet serieus rekening gehouden worden met het falen van de ingreep.

- De kans bestaat dat het baggeren slechts een tijdelijk effect zal hebben. Op dit moment is er sprake van een netto input van nutriënten. Dit wil zeggen dat de voorraad uit het slib netto niet wordt aangesproken maar nog wordt aangevuld. Met het baggeren wordt de nutriëntenvoorraad in het slib verwijderd. De externe belasting van het Friese Veen blijft

echter bestaan waardoor op termijn de nutriëntenvoorraad weer aangevuld wordt. Ook afbraak van het veen in het gebied zorgt voor de aanwas van de nieuwe sliblaag.

- De kans bestaat daarom dat de waterkwaliteit na het baggeren op kortere en lange termijn niet aan de wensen voldoet.
- Om de faalkans te verkleinen, zullen aanvullende maatregelen genomen moeten worden: visstandbeheer, beschoeiing langs eilandjes of, nog beter, aanleg van vooroevers waarop waterplanten goed gedijen. Het is verder van belang de externe belasting te verminderen. Met name verbetering van de kwaliteit van het Drentse Aa water biedt op langere termijn perspectief. Overige mogelijkheden zijn beperkt, maar het lijkt wel mogelijk om de hoeveelheid inlaatwater iets terug te dringen. Ook het peilbeheer zou aangepast moeten worden: een kleine verhoging van het peil en het toestaan van enige variatie.

#### ***Uitvoeringsrisico's***

Hieronder vatten we de belangrijkste uitvoeringsrisico's samen:

- Bij het verwijderen van het stort zal in den droge ontgraven moeten worden. Het over de hele lengte plaatsen van een tijdelijke damwand is zeer duur. Daarom is in onze berekeningen ervan uitgegaan dat gedurende het werk de ontgraving van het water van de plas is afgescheiden door middel van het stortmateriaal of uitgezeefde grond. Hieraan kleven duidelijke uitvoeringsrisico's (instorten van deze kade door de waterdruk of onderloop). Als wordt gekozen voor deze variant, zal het beperken van deze risico's een belangrijk onderdeel van de verdere planuitwerking moeten zijn.
- Transport per as over de weinig draagkrachtige bodem kan problemen opleveren. toepassing van rijplaten kan deze risico's reduceren.
- Toepassing van keileem onder water (varianten W3 en C) is mogelijk, maar bij onzorgvuldig werken kan het keileem 'wegvloeien'. Ten gevolge daarvan zal veel meer keileem nodig zijn, maar zal ook de plas verontreinigd raken met grote hoeveelheden keileem. Ook zal er voor moeten worden gezorgd dat "vette keileem" gebruikt wordt.

#### ***Kosten***

De kosten van de diverse ingrepen zijn geraamd in bijlage 11. Dit betreft slechts een kostenindicatie omdat in dit stadium van planvorming geen nauwkeurige raming is te geven. Waar er sprake is van toekomstige uitgaven zijn deze gekapitaliseerd (omgerekend naar contante waarde), om een vergelijking met de te maken investering mogelijk te maken.

De indicatie is gebaseerd op de uit de in hoofdstuk 3 weergegeven hoeveelheden op basis van de vooronderzoeken en van de in bijlage 10 weergegeven verwerkingstarieven. Het percentage onvoorzien varieert tussen de verschillende varianten. Hiermee is uitdrukking gegeven aan de onzekerheden die met een bepaalde variant samenhangen. Zo is het hoogste percentage van toepassing op variant L2: het verwijderen van al het stortmateriaal. Tot dusver is de hoeveelheid stortmateriaal niet in beeld gebracht. De geraamde hoeveelheden zijn dan ook erg onnauwkeurig, wat resulteert in een hoog percentage onvoorzien.

## **4.7**

### **AFWEGING VARIANTEN**

In tabel 6.5 worden de varianten onderling vergeleken.

***Toelichting op de tabel:***

- ++ : variant scoort zeer positief ten aanzien van dit punt
- + : variant scoort positief ten aanzien van dit punt
- 0 : variant scoort neutraal ten aanzien van dit punt
- : variant scoort negatief ten aanzien van dit punt
- : variant scoort zeer negatief ten aanzien van dit punt

	L1	L2	L3	W1	W2.1	W2.2	W2.3	W3	C
Omschrijving	landbodem, nulvariant	verwijderen stort	afdekken stort	waterbodem nulvariant	hydraulisch baggeren, indrogingsdepot	mechanisch baggeren, indrogingsdepot	mechanisch baggeren, directe afvoer	baggeren, hergebruik in legakkers	afdekken stort met slib + legakkers
<b>Risico's</b>									
Humane risico's metalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecologische risico's metalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verspreiding metalen slib				+	+	+	+	+	+
Verspreiding grondwater	0	0	0						0
<b>Waterkwaliteit</b>									
aanvoer nutriënten				+	+	+	+	0	0
nutriënten voorraad korte termijn				++	++	++	++	++	++
nutriënten voorraad lange termijn				0	0	0	0	0	0
zuurstofhuishouding korte termijn				++	++	++	++	++	++
zuurstofhuishouding lange termijn				0	0	0	0	+	0
<b>Ecologische effecten</b>									
doorzicht korte termijn				++	++	++	++	++	++
doorzicht lange termijn				0	0	0	+	+	+
groeiplaats waterplanten korte termijn				++	++	++	++	++	++
groeiplaats waterplanten lange termijn				0	0	0	+	+	+
groeiplaats oeverplanten		+	+	0	0	0	++	++	++
effecten tijdens werkzaamheden	++	--	--	++	--	--	--	--	--
<b>Effecten beheer</b>	0	+	0	0	0	0	0	+	+
<b>Effecten recreatie</b>									
verstoring tijdens werkzaamheden	++	--	--	++	--	--	-	--	--
effecten enige jaren na afloop werkzaamheden	0	-	-	++	0	0	+	-	-

	L1	L2	L3	W1	W2.1	W2.2	W2.3	W3	C
Omschrijving	landbodem, nulvariant	verwijderen stort	afdekken stort	waterbodem nulvariant	hydraulisch baggeren, indrogingsdepot	mechanisch baggeren, indrogingsdepot	mechanisch baggeren, directe afvoer	baggeren, hergebruik in legakkers	afdekken stort met slib + legakkers
lange termijn effecten	-	++	0	++	--	0	++	++	0
<b>Faalkans</b>	++	0	0	++	--	--	-	-	0
<b>Uitvoeringsrisico's</b>	+++	--	-	++	+	+	0	0	-
<b>Kosten</b>									
kosten in miljoen € (inclusief BTW)	0,4	3,4	0,9	0,1	4,8	5,4	4,6	3,3	3,6
kans op kostenoverschrijdingen	normaal	zeer groot	licht verhoogd	normaal	normaal	normaal	normaal	licht verhoogd	licht verhoogd

## ***Bespreking***

### ***Landbodem***

Het ontgraven van het stort is zeer kostbaar en levert geen milieuwinst op. Daarmee wordt het uitvoeren van deze saneringsvariant ontraden. Het afdekken van het stortmateriaal (L3 en C) met een extra leeflaag is minder kostbaar, maar de kosten wegen ook hierbij nauwelijks op tegen de te behalen milieuwinst. Op grond hiervan, en op grond van de bijkomende (tijdelijke) negatieve effecten voor ecologie en recreatie, adviseren wij voor de landbodem uit te gaan van de nulvariant. Daarbij is het aan te bevelen wel maatregelen te treffen om de afslag van de oever ter plaatse van de stort tegen te gaan.

### ***Waterbodem***

Als alleen de verontreiniging met zware metalen in acht wordt genomen, is er ook bij het verwijderen van de sliblaag nauwelijks milieuwinst te behalen. Gezien de kosten, is er vanuit deze optiek dan ook geen reden om te baggeren.

De milieuwinst is te behalen vanwege de effecten op de waterkwaliteit (nutriënten) en daarmee samenhangend de ecologische effecten. Op deze punten scoren de 'baggervarianten' positief; zeker op korte termijn, wat minder op de langere termijn. Opvallend is dat de varianten waarbij de baggerspecie naar elders worden afgevoerd, niet beter scoren dan de varianten waarbij de baggerspecie intern wordt hergebruikt. Omdat de afvoer de belangrijkste kostenpost is, ligt het voor de hand de oplossing te zoeken uitgaande van de interne verwerkingsvariant.

Deze voorkeursvariant moet aangevuld worden met een aantal aanvullende maatregelen. Het baggeren heeft op lange termijn geen effect, als niet een aantal maatregelen worden getroffen die ook op langere termijn een goede waterkwaliteit bevorderen. Wij verwijzen hiervoor naar de oplossingsrichtingen die bijlage 6 worden genoemd en die in het komende hoofdstuk worden meegenomen.

# HOOFDSTUK 5 Conclusies en aanbevelingen

## 5.1 CONCLUSIES

### *Zware metalen*

Het uitgevoerde waterbodemonderzoek naar zware metalen bevestigt grotendeels de resultaten van het eerder door Medusa uitgevoerde onderzoek. Aan de hand van het onderzoek zijn de hoeveelheden verontreinigde waterbodem geactualiseerd. De geactualiseerde hoeveelheden zijn hierna weergegeven

	kwaliteit	indicatie hoeveelheid (m <sup>3</sup> )	nauwkeurigheid schatting
Stort	onbekend	10.000 tot 30.000	zeer onnauwkeurig
Afdeklaag stort	matig tot ernstig verontreinigd	1.000 tot 5.000	zeer onnauwkeurig
Grondwater	niet verontreinigd	n.v.t.	
Waterbodem	klasse 0-2	5.000 – 15.000	redelijk nauwkeurig
	klasse 3	10.000 - 15.000	redelijk nauwkeurig
	klasse 4	75.000 – 85.000	redelijk nauwkeurig
	totaal	ca. 100.000	

### *Nutriënten*

- De schudexperimenten laten zien dat de opwerveling van slib een beperkte invloed heeft op de nutriëntenhuishouding in het water. Het duidt zelfs op een kleine verlaging van de stikstof- en fosfaatconcentratie, omdat het slib nog een buffercapaciteit heeft.
- De hoeveelheid fosfor in het slib is erg groot waardoor de verlagingen van de concentraties fosfor in het water gemakkelijk opgevangen kunnen worden. Bij de groei van algen nemen deze anorganisch fosfor op uit het water waarna het evenwicht van fosfor tussen water en slib zich opnieuw instelt en er fosfor vrijkomt uit het slib.
- Belangrijke bronnen voor stikstof en fosfor zijn de afbraak van veen en de aanvoer van oppervlaktewater van elders. Nu is dat nog water vanuit het Noord Willemskanaal, in de toekomstige situatie vanuit de Drentse Aa. Hoewel de situatie daardoor sterk verbeterd, is de aanvoer vanuit de Drentse Aa nog steeds een belangrijke bijdrage aan de nutriëntenbalans. Daarnaast zit er een grote hoeveelheid fosfor in het slib opgeslagen, die door algen opgenomen kan worden en daardoor naar de waterkolom gevoerd kan worden.
- Uit de nutriëntenbalans blijkt dat er jaarlijks nutriënten accumuleren in het Friese Veen; de nutriëntenvoorraad in het gebied neemt dus alsmaar toe. Er moet wel gezegd worden dat er grote onzekerheden in de balans zitten, maar de balans is een goed uitgangspunt

om te bekijken welke bronnen belangrijk zijn en in welke richting oplossingen gezocht kunnen worden.

- Het slib is geen aan- of afvoerpost op de nutriëntenbalans, maar herbergt een grote voorraad aan nutriënten die beschikbaar kunnen komen via biologische activiteit of door verandering in de zuurstofhuishouding. In perioden van algenbloei zal bij een kleinere (of geen) sliblaag de voorraad eerder uitgeput zijn en de algengroei begrenzen. Echter, de aanvoer van nutriënten van buiten het systeem is nog zo hoog dat de voorraad binnen enkele jaren weer zodanig hoog zal zijn, dat het de algengroei niet meer beperkt. Het interne land (afbraak van veen) draagt 30 tot 50% bij aan de nutriëntenaanvoer.

#### **Beoordeling saneringsvarianten**

- Uit de beoordeling van de saneringsvarianten voor de landbodem blijkt dat het ontgraven en afvoeren van het stortmateriaal zeer kostbaar en geen milieuwinst oplevert. Daarmee wordt het uitvoeren van deze saneringsvariant ontraden. Het afdekken van het stortmateriaal met een extra leeflaag is minder kostbaar, maar de kosten wegen ook hierbij nauwelijks op tegen de te behalen milieuwinst. Op grond hiervan, en op grond van de bijkomende (tijdelijke) negatieve effecten voor ecologie en recreatie, adviseren wij voor de landbodem uit te gaan van de nulvariant. Dat wil zeggen dat geen extra maatregelen worden getroffen ten opzichte van de huidige situatie.
- Uit de beoordeling van de saneringsvarianten voor de waterbodem blijkt dat het wegnemen van het verontreinigde slib grote kosten met zich meebrengt (3,3 tot 5,5 miljoen euro) en geen effect heeft op de risico's van de zware metalenverontreiniging. Op korte termijn heeft het een sterk positief effect op waterkwaliteit en ecologie. Op langere termijn zijn deze effecten twijfelachtig, vanwege de doorgaande accumulatie van nutriënten. Het nut van een baggeroperatie kan worden versterkt door een aantal aanvullende maatregelen, waarvan een positief effect op de waterkwaliteit en de ecologie wordt verwacht.
- Omdat de afvoer van baggerspecie naar elders de belangrijkste kostenpost is, ligt het voor de hand de oplossing te zoeken uitgaande van de interne verwerkingsvariant (het binnen het gebied verwerken van baggerspecie).

## 5.2

### **AANBEVELINGEN**

Op grond van de voorgaande conclusies wordt aanbevolen de landbodem niet te saneren en voor de waterbodem uit te gaan van de interne verwerkingsvariant, en deze aan te vullen met minder ingrijpende maatregelen waarvan een positief effect op de waterkwaliteit en de ecologie wordt verwacht. Deze aanvullende maatregelen kunnen deels bestaan uit intern hergebruik van baggerspecie.

Doel van het totale pakket aan maatregelen is niet zozeer een traditionele waterbodemsanering, maar

- het verbeteren van de waterkwaliteit op korte termijn door het weghalen van de bulk aan nutriënten in het slib door middel van baggeren,
- aangevuld met maatregelen die ook op langere termijn de waterkwaliteit verbeteren

#### **Aanvullende maatregelen**

Nadat deze maatregel is uitgevoerd, kunnen de volgende aanvullende maatregelen worden overwogen:



- Verbetering van de waterkwaliteit van de Drentse Aa

Als de doelstellingen uit het watersysteemplan van het waterschap gerealiseerd wordt, is een significante verbetering van de kwaliteit van het in te laten water bereikbaar.

- Polder Camphuis

Het gebruik van de polder als slibvang en helofytenfilter zou de faalkans van baggeren kunnen verkleinen. Dit kan vrij eenvoudig door het water 'rond te pompen, bijvoorbeeld met behulp van een windmolen. Er zal dan wel een maai- en baggerbeleid opgesteld moeten worden om de polder af en toe schoon te maken zodat het zijn zuiverende werking kan behouden. De aanbeveling is opgesteld op basis van enkele indicatieve analyses door Natuurmonumenten. Aanbevolen wordt in het voorjaar en de zomer van 2008 een reeks metingen te verrichten, zodat op korte termijn er zicht is op het effect van deze maatregel<sup>4</sup>.

- Visstandbeheer

Visstandbeheer is ook een maatregel die de faalkans verkleint. Er moet dan wel voor gezorgd worden dat een groot deel van de brasem weggevangen wordt. Het in het herstelplan van Royal Haskoning aangegeven 75% is een minimale vereiste. Ook is het creëren van paaiplaatsen voor bijvoorbeeld de snoek belangrijk om kansen te creëren voor een evenwichtiger visstand. Deze paaiplaatsen kunnen gecreëerd worden met meer oevervegetatie. De recente afsluiting van de Schipsloot voorkomt dat weggevangen brasem weer van elders weer migreert naar het Friese Veen.

- Peilbeheer

Onderzocht zou moeten worden wat het meest wenselijke peil is, zowel voor het Friese Veen als de Polder Camphuis. De maatregel die reeds uitgevoerd is, is het afsluiten van het Friese Veen van het Noord Willemskanaal. Nader onderzocht zou moeten worden hoe ook de hoeveelheid in te laten Drentse Aa water zoveel mogelijk beperkt zou kunnen worden.

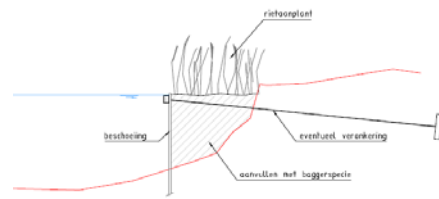
- Vooroevers

Momenteel zijn de oevers erg steil en bieden ze weinig kans voor oevervegetatie. Met het creëren van vooroevers wordt er een flauwer talud gecreëerd wat kansen biedt voor vegetatie. De opbouw van de vooroevers kan bestaan uit het slib uit de plas, maar er moet wel voor gezorgd worden dat het op de plek blijft liggen. Hiervoor worden in bijlage 12 diverse mogelijkheden besproken. Het planten van een eerste vegetatie helpt ook bij het vasthouden van het slib.

De vooroevers zorgen voor meer plantengroei hetgeen bijdraagt aan de interne 'zuivering' van het water. De vegetatie vermindert de opwerveling van het slib, en het biedt schuilplaatsen voor vissen. Door slib in de vooroevers te verwerken zal dit worden vastgelegd waardoor dat deel van het slib niet meer zal opwervelen. Door het aanleggen en vastleggen van vooroevers vermindert de afslag van veen en daarmee vermindert het de aanvoer van nutriënten uit het veen (aanvoerpost op de nutriëntenbalans). Als ook langs het stort vooroevers worden aangelegd, vermindert dit afkalving van het stort en daarmee verspreiding van metalen naar de plas.

---

<sup>4</sup> Dit onderzoek is momenteel in uitvoering.



#### ▪ De aanleg van enkele eilandjes

Door de aanleg van eilandjes wordt de strijklengte (lengte met kaal oppervlak op het meer) kleiner. Hierdoor zal in de nieuwe situatie de wind minder vat hebben op het slib en zal er minder slib opwerpen door de wind. Uitgewerkt moet worden welke eilandjes op welke plaats wenselijk zijn voor het beperken van de strijklengte en de winderosie. Door de eilandjes op goed gekozen plekken aan te leggen en voor de aanleg vooral slib uit het westelijk deel van de plas te gebruiken, ontstaat een vorm van compartimentering. Het verwijderen van het slib aan de westzijde van de nieuwe eilandjes kan twee positieve neveneffecten hebben. Het via Polder Camphuis rond te pompen water bevat minder zwevend slib, wat de verontreiniging met sedimentarend slib daar vermindert. Verder neemt de (schone) kwelstroom vanaf de zandrug van Paterswolde richting de plas toe. Door het slib aan de noordzijde van het Friese Veen niet te baggeren wordt wegzijging van schoon water richting het Paterswoldse meer tegengegaan

#### ***Verdere uitwerking***

Een compleet plan voor het herstel van het Friese Veen kan nu nog niet worden opgesteld. Wij adviseren een Plan van Aanpak op te stellen om uiteindelijk te komen tot een dergelijk plan. In het Plan van Aanpak kan aangegeven worden welke stappen achtereenvolgens moeten worden ondernomen. Daarbij denken wij op dit moment aan:

- onderzoek haalbaarheid inzet Polder Camphuis (bemonstering, inzet windmolen);
- hydrologische onderbouwing en uitwerking (minimaliseren inname van water, welk peilbeheer is wenselijk, wat daarbij te doen met de op houtenpalen gefundeerde villa naast het Friese Veen, is de kade tussen Friese Veen en Polder Camphuis voldoende op hoogte, maximalisering van de toename schone kwel door baggeren, minimalisatie van wegzijging richting Paterswoldse meer);
- de noodzaak voor verder onderzoek naar de invloed algen en licht op de waterkwaliteit;
- planning baggerwerk in relatie tot de voortgang bij de verbetering van de kwaliteit van het water van de Drentse Aa;
- uitwerking eilandjes (strijklengte, gewenste vorm en ligging van de eilandjes);
- proefprojecten met als doel te komen tot een optimalisering van het ontwerp (bijvoorbeeld proefstroken voor de inrichting van oevers, visbeheer, inzet keileem);
- kansen waarop moet worden ingespeeld (bijvoorbeeld alert blijven op een aanbod van keileem in de omgeving);
- relatie met het project herinrichting Meerweg;
- de verdere procedures met betrekking tot de metalenverontreiniging;
- kosten en dekking van deze kosten (subsidies).

# BIJLAGE 1 Gebruikte literatuur

Titel	auteur	datum	kenmerk
Nader onderzoek naar de aanwezigheid van enkele verontreinigende stoffen in het natuurgebied 'Het Friescheveen' te Eelde	Oranjewoud	augustus 1989	93-06432
Nader onderzoek inzake de noodzaak en urgentie van sanering van het Friesche Veen	Oranjewoud	juli 1992	19475-07119
Aanvullend nader onderzoek inzake de noodzaak en urgentie van sanering van het Friesche Veen	Oranjewoud	februari 1993	19475-07119
Urgentiebepaling inzake de waterboderverontreiniging van hert Friesche veen te Eelde	Oranjewoud	mei 1995	13382-62497
Herstelplan Friese Veen	Royal Haskoning	6 december 2002	26833
NAVOS onderzoek Drenthe 1999-2004, Stortplaats Friescheveen, DR/045/00002 (Paterswolde, gemeente Tynaarlo)	Royal Haskoning	1 november 2005	9P6710
Aanvullend waterbodemonderzoek Friesche Veen en de Schipsloot	Medusa	12 april 2007	2006-P-098
Fytoplankton Friesche Veen 2006 (per e-mail toegezonden als Word-document)	F. Ebbens	14 december 2006	geen
Broedvogelinventarisatie Friese Veen 2005 (per e-mail toegezonden als Word-document)	K. van der Wal	onbekend	geen
Flora en Fauna Friese veen & Polder Camphuis (per e-mail toegezonden als Word-document)	Intern document Natuurmonument en	onbekend	geen
Friese Veen: Het water onder de Loep (concept)	Intern document Natuurmonument en	februari 2007	geen
CD met resultaten wateronderzoek 2006-2006 Friese Veen	Intern document Natuurmonument en	onbekend	geen
Metingen waterkwaliteit drie punten van 21-12-2006	Intern document Natuurmonument en	december 2006	geen
Spreadsheets met waterkwaliteitsgegevens 1996-2005	Intern bestand waterschap Hunze en Aa's	juni 2007	onbekend
Water voor het Paterswoldermeer, een analyse van de ecologische vppr- en nadelen van aankoppelen van de Drentsche Aa een het Paterswoldermeer	ARCADIS	23 maart	2005110315/0F5/0 04/000016/LB
Guanotrofie door aalscholvers in het Naardermeer	Denneman, W.D., Vries, P.J.H., de	De levende natuur, jaargang 86, nummer 6	1985
Interne eutrofiering van veenplassen belangrijker dan voorheen erkend?	Michelsen, B., Lamers, L., Smolders, F	H2O, jaargang 2007, nummer 8	2007
Uitspoeling van meststoffen uit grasland	Weerd, H. van de, Torenbeek, R	STOWA-rapport 2007-14, Utrecht.	2007
Waterbeheersing Naardermeer, bijlage 2,	Witteveen & Bos		1980
Watersysteemplan Drentsche Aa	Waterschap Hunze en Aa's	Eindconcept, februari 2008	
Nutrient losses from grassland on peat soil, PdH tehsis	Christy van Beek	Wageningen	2007

		Universiteit	
Berekening van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in vier poldergebieden. Analyse van bronnen	R.F.A. Hendriks, R. Kruijne, J. Roelsman, K. Oostindie, H.P. Oosterom, O.F. Schoumans	Alterra rapport 408	2002
Pitrus, l'enfant terrible van het natte natuurbeheer? Lastige beheersvragen in de Nederlandse veenweiden. Tussen Duin en Dijk.	L. Lamers, A. Smolders, J. van Diggelen, E. Lucassen, D. Kleijn, J. Roelofs	In druk	
<b>websites:</b>			
HelpdeskWater			
<a href="http://www.helpdeskwater.nl/leidraadmonitoring/gegevensanalyse_en/normtoetsing/microverontreiniging">http://www.helpdeskwater.nl/leidraadmonitoring/gegevensanalyse_en/normtoetsing/microverontreiniging</a>			

## BIJLAGE 2

## Uitwerking natuurdoelstelling

Bron: Vereniging Natuurmonumenten

### ***Natuurdoelstelling Friese Veen/Polder Kamphuis***

Op natuurdoeltypenkaart provincie Drenthe aangegeven als Bos van bron en beek (3.15) en als zoetwatergemeenschap (3.2). Het gebied, dat oorspronkelijk een hoogveengebied geweest is, heeft na de vervening het karakter van laagveenmoeras gekregen met daarin een belangrijk aandeel moerasbos. NM streeft voor het Friese Veen en Polder Kamphuis naar instandhouding en herstel van voor laagveenplassen karakteristieke

levensgemeenschappen: watervegetaties, verlandingsvegetaties, moerasbos, rietland en nat schraalland met bijbehorende fauna-elementen.

Friese veen is aangemeld voor Programma Beheer in 2001. De volgende beheerspakketten zijn afgesloten: Natuurbos, Moeras, Plas en ven, (Half)natuurlijk grasland, Veenmosrietland en moerasheide

#### Doeltypen en doelsoorten

Hierna zijn in deze bijlage aangegeven de doelstellingen op langere termijn voor het Friese Veen en Polder Kamphuis. **Vetgedrukt zijn** doeltypen volgens systeem NM (Handboek Doelen en Monitoring, 2002), Onderstreept zijn doelsoorten van beheerspakketten Programma Beheer

#### ***1. Soortenrijke plas met drijvende en ondergedoken waterplanten***

Doel: plas met watervegetatie van ondergedoken en drijvende waterplanten met bijbehorende macrofaunagemeenschap. Gradiënt in voedselrijkdom van voedselrijk eutroof in grote plas naar voedselarmere omstandigheden in meer geïsoleerde delen (achterste stukken voormalige petgaten).

##### **Wa2 soortenrijk water =PB 12 Plas en ven**

*Doelsoorten hogere planten:* krabbenscheer, stomp fonteinkruid, spits fonteinkruid, sterkranswier, puntdragend kranswier, witte waterlelie, gele plomp, groot blaasjeskruid, glanzig fonteinkruid, waterviolier, kransvederkruid.

*Vegetatiekundige eenheden:* Waterlelie-verbond, Kikkerbeet-verbond (Krabbescheer associatie)

*Broedvogels:* o.a. fuut, zomertaling, zwarte stern, waterhoen, meerkoet, visdief

*Libellen:* o.a. groene glazenmaker, vroege glazenmaker, glassnijder, bruine korenbout, variabele waterjuffer

*Reptielen:* ring slang

*Vissen:* visgemeenschap van eutroof laagveenwater met o.a. blankvoorn, snoek, ruisvoorn, zeelt, baars, karper

*Zoogdieren:* otter, waterspitsmuis, meervleermuis, ruige dwergvleermuis

#### ***2. Oever- en verlandingsvegetaties***

Doel: langs oevers waterriet en kleine lisdodde-zoom, op andere plekken soortenrijke verlandingsvegetaties. Gradiënt van meer voedselrijke vegetaties langs de grote open plas naar mesotrofe oever- en verlandingsvegetaties in de achterste delen van geïsoleerd liggende voormalige petgaten.

**Mo3 Overjarig rietland en Le13 Rietzoom (=PB 13 Moeras)**

*Doelsoorten hogere planten:* o.a. riet, kleine lisdodde, waterscheerling, slangenwortel, moerasvaren, moerasspirea, echte valeriana, pluimzegge, hoge cyperzegge, scherpe zegge, stijve zegge

*Vegetatiekundige eenheden:* Riet-verbond, Waterscheerling-verbond, Verbond van Scherpe zegge, Verbond van stijve zegge, Verbond van Harig wilgeroosje, Moerasspirea-verbond

*Broedvogels:* o.a. roerdomp, waterral, rietgors, sprinkhaanzanger, kleine karekiet, rietzanger

*Libellen:* zie boven

**3. Hooilanden en gemaaide rietlanden/grote zeggen vegetaties**

In het Friese veen zijn nog enkele kleine restanten van de vroegere kraggehooilanden aanwezig. NM streeft ernaar het huidige oppervlak aan gemaaide riet- en hooilanden in stand te houden.

Een klein deel van het gebied (Achtmaat) is in de huidige situatie te karakteriseren als veenmoshooiland. Door verdroging en verzuring is de bloemrijkdom in dit perceel de laatste jaren sterk afgenomen, waardoor overgangen van het veenmoshooiland naar bloemrijkere vormen van Dotterbloemhooiland dreigen te verdwijnen. NM streeft ernaar deze hooilanden met overgangen weer te herstellen.

Enkele andere maaipercelen worden gekenmerkt door voedselrijke vegetaties van grote zeggen, liesgras, rietgras, riet. NM streeft voor deze stukken naar ontwikkeling van bloemrijkere vormen van het Moerasspirea-verbond.

Deze doelstelling leidt tot de volgende doeltypen volgens systeem NM:

**Mo1 Moeras (algemeen) =PB 13 Moeras**

*Doelsoorten hogere planten:* poelruit, moerasspirea, moeraswederik, melkeppe, moeraslathyrus, scherpe zegge

*Vegetatiekundige eenheid:* Riet verbond, Verbond van scherpe zegge, Moerasspirea-verbond

**Mo5 Veenmosrietland = PB 27 Veenmosrietland en moerasheide**

*Doelsoorten hogere planten:* kamvaren, moerasviooltje, sterzegge, ronde zonnedauw, veenreukgras, draadzegge, tormentil, wateraardbei, welriekende nachtorchis, melkeppe, koningsvaren

*Vegetatiekundige eenheid:* associatie van Veenmosrietland

**Gr3 Dotterbloemgrasland =PB 15 (Half)natuurlijk grasland of PB 28A Nat soortenrijk grasland**

*Doelsoorten hogere planten:* o.a. echte koekoeksbloem, veenreukgras, gewone dotterbloem, grote ratelaar, rietorchis, gevelegeld hertshooi

**Gr2 kruidenrijk en/of structuurrijk grasland (dijkjes)= PB 15 (Half)natuurlijk grasland**

Voor de dijkjes rond Friese Veen en Polder Kamphuis wordt in aansluiting op de oevervegetatie gestreefd naar structuurrijke/kruidenrijke vegetaties. Met name belangrijk voor kleine zoogdieren, insecten, dagvlinders en sprinkhanen.

Faunadoelstelling voor bovengenoemde doeltypen:

*Sprinkhanen:* moerassprinkhaan

*Reptielen:* ringslang

*Amfibieën:* heikikker, poelkikker

*Dagvlinders:* bruin zandoogje, groot dikkopje, bruine vuurvlieder, aardbeivlieder, hooibeestje

*Zoogdieren:* veldspitsmuis, waterspitsmuis, ruige dwergvleermuis, franjestaart

#### 4. Moerasbos

NM streeft naar instandhouding van het huidige areaal moerasbos. Het bos mag zich spontaan ontwikkelen.

Doel is een structureel, gevarieerd moerasbos met een goed ontwikkelde kruid- en struiklaag.

##### Bo3 Veenbos = PB 39 Natuurbos

*Doelsoorten hogere planten:* moerasvaren, elzenzegge, zwarte bes, bittere veldkers, gewone dotterbloem, pluimzegge, stijve zegge, hoge cyperzegge, grote valeriaan, moerasspirea, slangenwortel

*Vegetatiekundige eenheid:* Verbond der Elzenbroekbossen, Berkenbroekbos, Verbond der Wilgenbroekstruwelen

*Doelsoorten broedvogels:* wielewaal, nachtegaal, kleine bonte specht, bosrietzanger, buidelmee, ijsvogel

*Reptielen:* ringslang

#### Waterkwaliteit

Om bovengenoemde doelstellingen te bereiken is verbetering van de waterkwaliteit in het Friese Veen een belangrijke randvoorwaarde. In onderstaande tabel worden de streefwaarden aangegeven (kolom 2&3). In kolom 4 worden de werkelijk gemeten waarden (gemiddelden) aangegeven op basis van onderzoek door NM (2005) en van het waterschap Hunze en Aa's (1986-2001).

	Voedselrijke plassen en meren	Voedselrijke plasjes	Gemeten waarden 2005 (gemiddelden)*
Variabele	Range	Range	
pH	6,5 - 7,5	6,5 - 8,5	7,2 - 7,4
EGV	100 - 250	100 - 250	283 - 290
O <sub>2</sub> %	60 - 120	60 - 120	4,3 - 4,4 mg/l
Hardheid oD	5 - 10	5 - 10	7,6 - 7,9
Fe <sup>++</sup> mg/l	2 - 5	2 - 5	
Ca <sup>++</sup> mg/l	10 - 40	10 - 40	
Na <sup>+</sup> mg/l	5 - 60	5 - 20	
K <sup>+</sup> mg/l	2 - 5	2 - 5	
Mg <sup>++</sup> mg/l	2 - 10	2 - 10	
Cl <sup>-</sup> mg/l	20 - 500	20 - 100	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mgN/l	0.08-0.4	0.08 - 0.4	0,27 - 0,30
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg N/l	0.35-0.46	0 - 0.46	2.18 - 2.31
o-P mg P/l	0.007-0.067	0.007 - 0.067	0,03 - 0,07**
TOC (=totaal organische koolstofgehalte)	2 - 5	2 - 5	

Tabel 1. Streefwaarden waterkwaliteit Friese Veen afgezet tegen gemeten waarden (gemiddeld)

Bron: Higler, B. *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 7, Laagveenwateren*, Wageningen 2000.

\* Bruin, Jacob de & W. Comello *Friesche veen, het water onder de loep*, Natuurmonumenten 2007

\*\* Op basis van metingen Waterschap tussen 1986 - 2001



## BIJLAGE 3

## Aanvullend waterbodemonderzoek

**Doelstelling**

Het aanvullend waterbodemonderzoek richt zich op de aangetroffen zware metalen verontreiniging. Doel ervan is tweeledig:

- Het eerste doel is nader inzicht te krijgen in de aard van de verontreiniging. Vraag is of de aanwezigheid van metallische deeltjes de oorzaak is van de in het laboratorium gemeten hoge metalen gehalten (zoals de resultaten van de Oranjewoud-onderzoeken suggereren), of dat het een 'echte slibverontreiniging' betreft. In het eerste geval kunnen vraagtekens gezet worden bij het toepassen van de Medusa-methode voor de interpretatie van de verspreiding van de verontreiniging.
- Bij de onderzoeken tot dusver zijn een drietal 'lobben' van het meer niet meegenomen, mede omdat deze vanwege de krapte van de invaarroute niet toegankelijk waren voor het equipment van Medusa. Doel is hier een indicatie te krijgen van de kwaliteit en kwantiteit van het aanwezige slib

**Verrichte werkzaamheden**

Ten behoeve van het onderzoek zijn:

- Negen slibboringen verricht in het reeds onderzochte deel van het Friese Veen (de boringen S20 t/m S23 en S25 t/m S29). Hierbij is een monster genomen van de gehele sliblaag.
- Een boring verricht in het nog niet onderzochte deel van het Friese Veen (S30). Hierbij is een monster genomen van de gehele sliblaag.
- Negen boringen verricht in het nog niet onderzochte deel van het Friese Veen (S31 t/m S39) voor een indicatieve hoeveelheidschatting.
- Uit de tien genomen slibmonsters (S20 t/m S23 en S25 t/m S30) zijn in het laboratorium de metallische deeltjes voor zover mogelijk verwijderd (zie hierna). Daarna zijn de monsters geanalyseerd op het zogenaamde beperkte waterbodempakket (zware metalen, PAK, minerale olie, EOX, humus en lutum).
- De analyseresultaten getoetst aan het toetsingskader uit de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4).
- De analyseresultaten en het restant van de monsters zijn ter beschikking gesteld aan Medusa, die daarmee een herinterpretatie heeft uitgevoerd van haar eerdere onderzoek. Deze herinterpretatie wordt kort gerapporteerd (zie bijlage 4 in dit rapport).

De plaats van de boringen is weergegeven op de tekening in dit rapport. De analysecertificaten en boorprofielen zijn verderop in deze bijlage opgenomen.

**Resultaten hoeveelheid slib boringen S30 t/m S39**

Op een enkele plaats wordt niet (S34, S37) of nauwelijks (S35, S38, S39) slib aangetroffen op andere plaatsen meer. De diepteligging van de sliblaag varieert van 0,9 tot 1,3 meter beneden waterspiegel (gemiddeld 1,2 meter). De gemiddelde slibdikte is 30 cm. Het totale wateroppervlak in de tot dusver eerdere onderzoeken ontbrekende deel van het Friese Veen is ruim 1 ha. Daarmee wordt de hoeveelheid aanwezig slib geraamd op circa 3.000 m<sup>3</sup>.

### Onderzoek metalen verontreiniging

De bedoeling was de monsters voorafgaand aan de voorbehandeling in het laboratorium te zeven op een 2 mm zeef om vervolgens het gezeefde materiaal in behandeling te nemen. Het bleek echter dat de zeef ten gevolge van het zeer humeuze materiaal verstopt raakte. Daardoor was deze handeling niet mogelijk en is besloten de deeltjes op basis van visuele selectie te verwijderen.

Het deelmonster ten behoeve van de metalen analyse is uitgespreid op een glasplaat in een zeer dunne laag. Vervolgens zijn met een pincet alle deeltjes groter dan circa 2 mm verwijderd. Dit bleken maar zeer weinig deeltjes te zijn. Het opgeschoonde materiaal is vervolgens met de gebruikelijke voorbehandeling ingezet voor een metalen analyse. PAK en minerale olie zijn op reguliere wijze ingezet voor een analyse.

Tabel 1 vat de resultaten van de toetsing van de laboratoriumanalyses samen<sup>5</sup>.

Boring	Klasse	Klasse-bepalende parameters	Nevenverontreiniging klasse 3	Nevenverontreiniging klasse 2
S20	4	Zn	Ni	Hg, Cu, PAK
S21	4	Zn	Ni	Hg, Cu
S22	4	Zn	Ni	Cd, Hg, Cu, PAK
S23	4	Zn	Ni	Hg, Cu, PAK
S25	4	Zn	Ni	Cd, Hg, Cu, PAK
S26	4	Zn	Ni	Hg, Cu, PAK
S27	4	Zn	Ni	Hg, Cu, PAK
S28	4	Zn	Ni	Hg, Cu, PAK
S29	4	Zn	Ni	Hg, Cu, PAK
S30	2	Hg, PAK	n.v.t.	n.v.t.

### Conclusies:

- De resultaten van de analyses bevestigen grotendeels het Medusa-onderzoek, zij het dat op onderdelen er afwijkingen zijn. Zo is S21 geprojecteerd in wat voorheen als het klasse 3-gebied werd beschouwd. Medusa gaat in haar notitie zelf hierop nader in. Medusa stelt haar verspreidingskaart niet bij, maar geeft wel aan dat de Medusa-metingen de kwaliteit van de waterbodem mogelijk nader onderschat. Voor het klasse 3-gebied zou dit kunnen inhouden dat er sprake is van klasse 4-specie en voor het klasse 2-gebied, dat er sprake is van klasse 3-specie. Om die redenen hebben wij de verspreidingskaart niet aangepast, maar werken wij in het hoofdrapport met een range aan hoeveelheden per kwaliteitsklasse.
- Het slib bevat nauwelijks wat grotere metaaldeeltjes. Waarschijnlijk blijft de waarneming van Oranjewoud dat het slib metaaldeeltjes bevat beperkt tot de randzone langs het voormalige stort. De Medusa-methode is daarmee geschikt voor het bepalen van de verspreiding van de verontreiniging.
- De drie tot dusver niet onderzochte lobben bevatten circa 3.000 m<sup>3</sup> klasse 3-slib. Vergeleken met de totale hoeveelheid in het Friese Veen, is dit gering.

<sup>5</sup> Omdat het onderzoek in 2007 is uitgevoerd, wordt de toen nog geldende klasse-indeling gebruikt (klasse 0, 1, 2, 3 en 4).

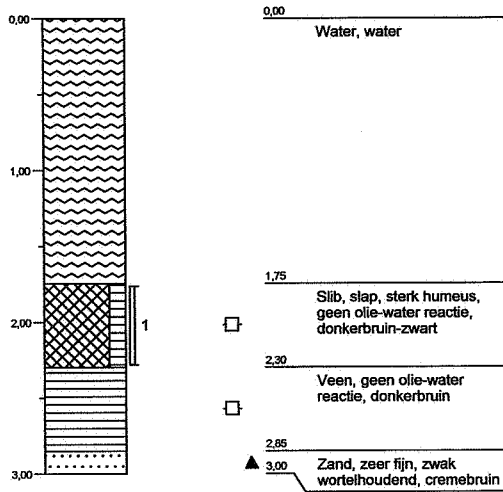
Met inachtneming van het bovenstaande zijn hieronder de hoeveelheden die het uitgangspunt voor het saneringonderzoek aangepast.

	hoeveelheid (m <sup>3</sup> ) volgens rapport Medusa	hoeveelheid (m <sup>3</sup> ) als uitgangspunt voor dit saneringonderzoek
klasse 0-2	12.970	5.000 – 15.000
klasse 3	9.120	10.000 - 15.000
klasse 4	76.160	75.000 – 85.00
totaal	99.600	ca. 100.000

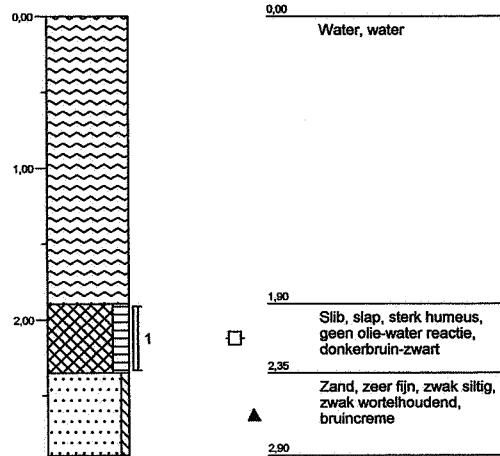


Schaal 1: 50

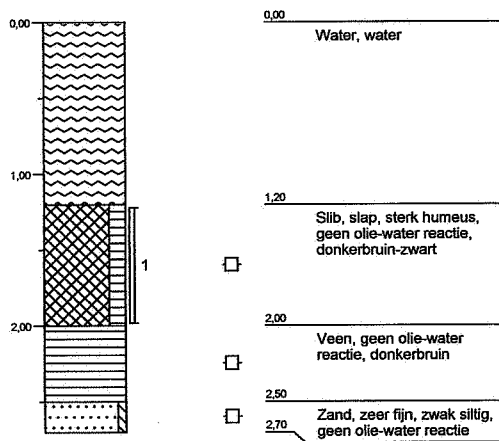
Boring: S20



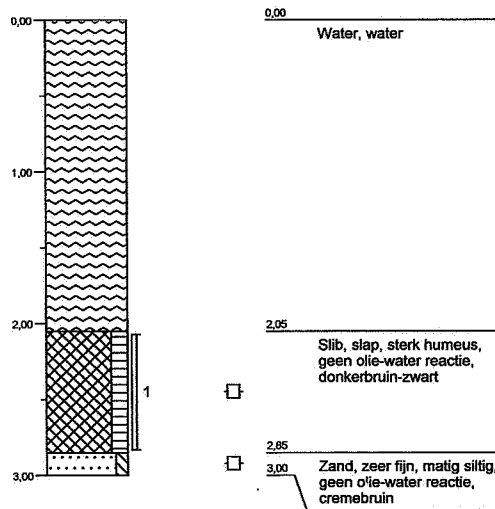
Boring: S21



Boring: S22



Boring: S23



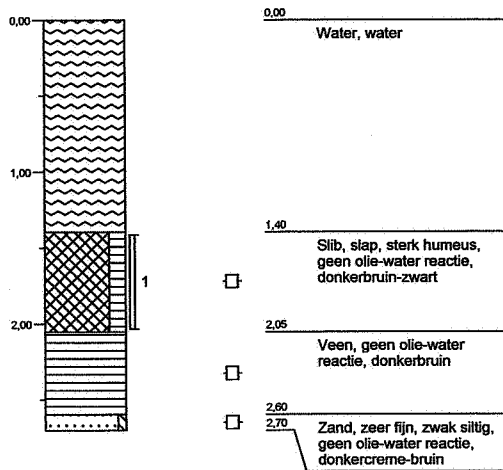
Projectcode: 110315000195

Projectnaam: Friese veen

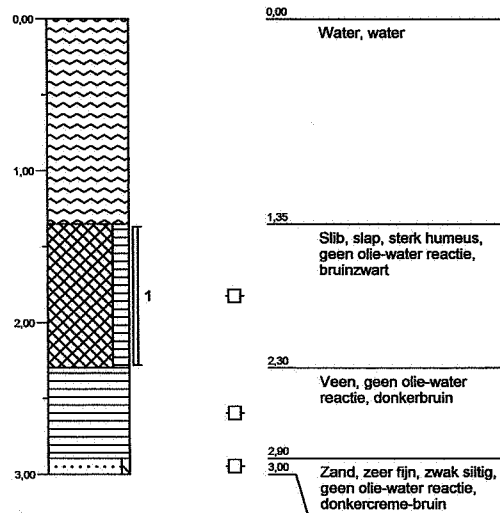
Opdrachtgever:

Schaal 1: 50

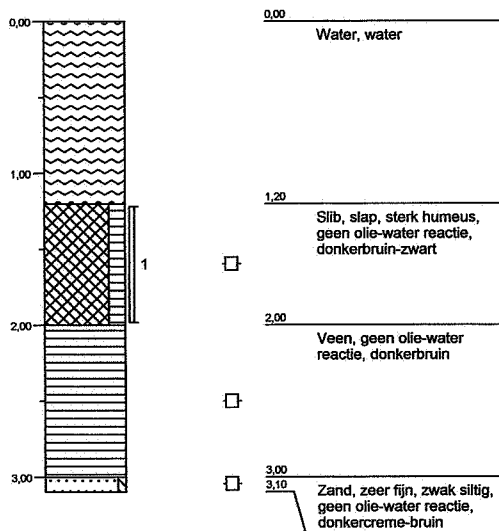
Boring: S25



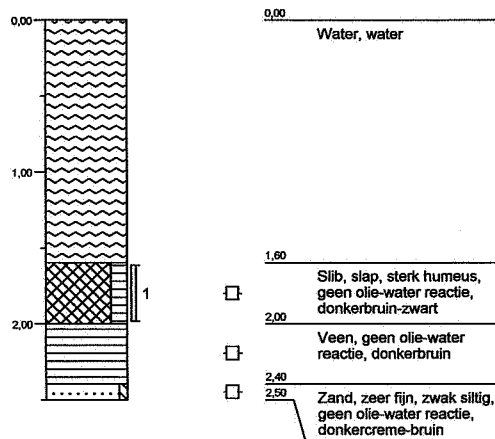
Boring: S26



Boring: S27



Boring: S28



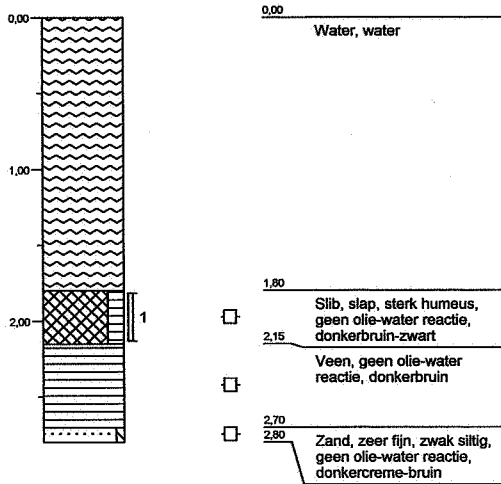
Projectcode: 110315000195

Projectnaam: Friese veen

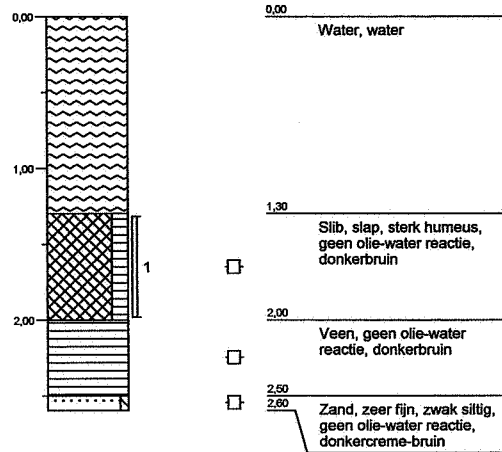
Opdrachtgever:

Schaal 1: 50

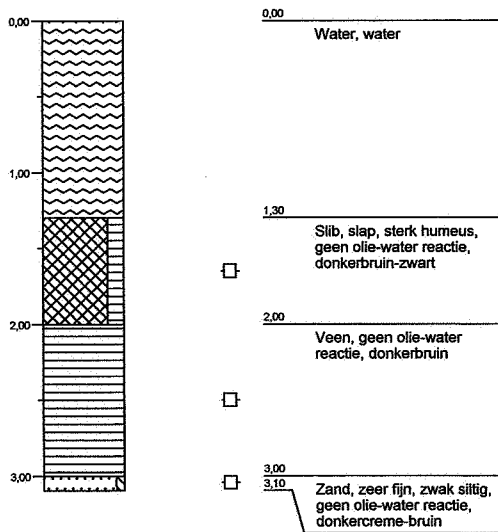
Boring: S29



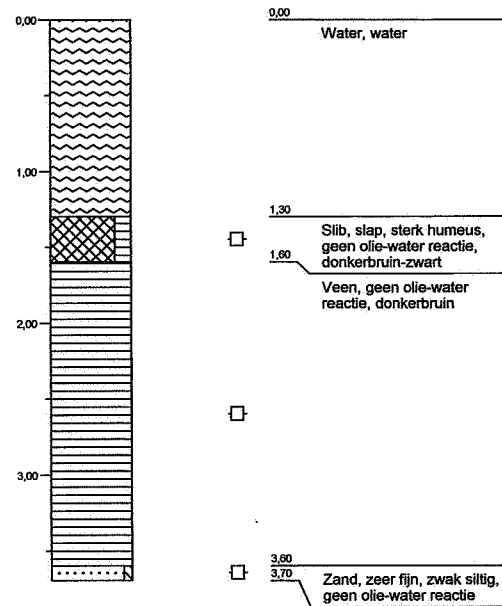
Boring: S30



Boring: S31



Boring: S32



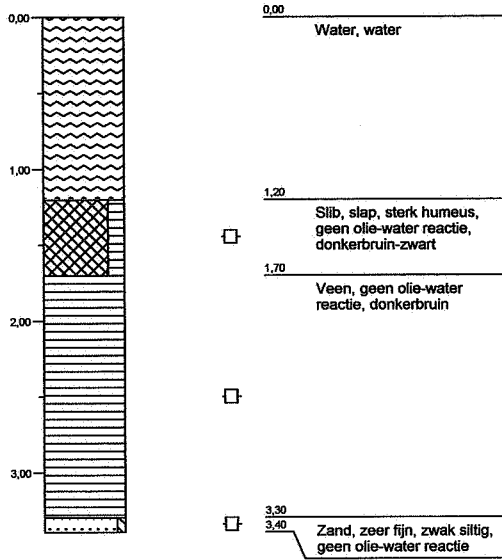
Projectcode: 110315000195

Projectnaam: Friese veen

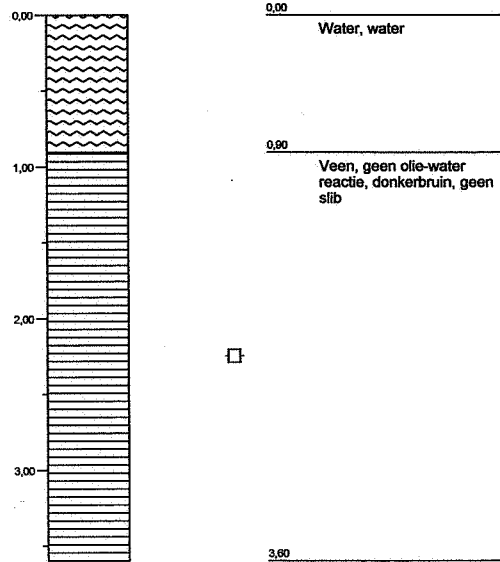
Opdrachtgever:

Schaal 1: 50

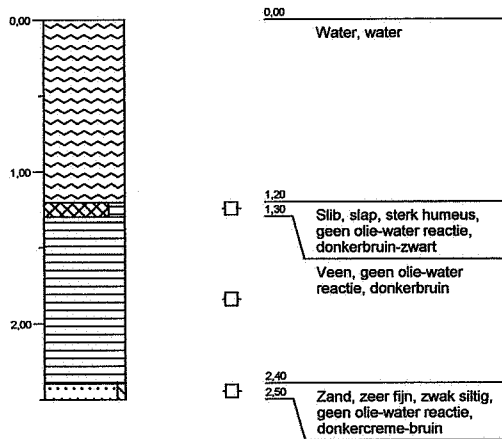
Boring: S33



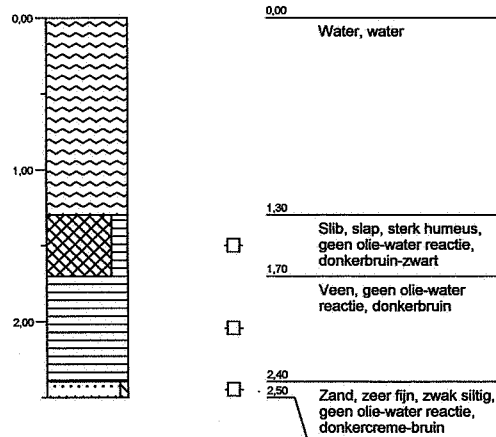
Boring: S34



Boring: S35



Boring: S36



Projectcode: 110315000195

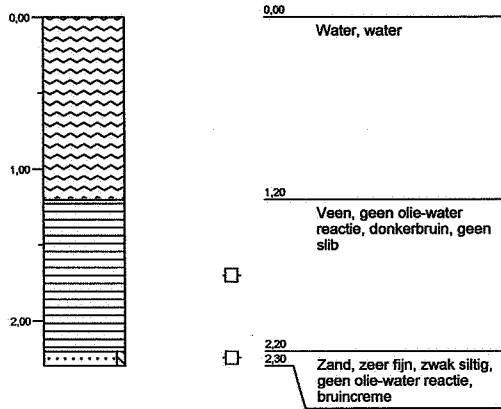
Projectnaam: Friese veen

Opdrachtgever:

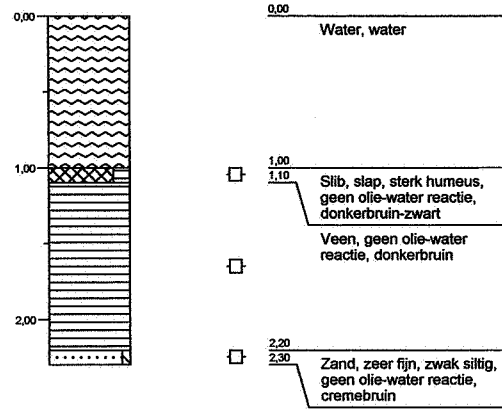


Schaal 1: 50

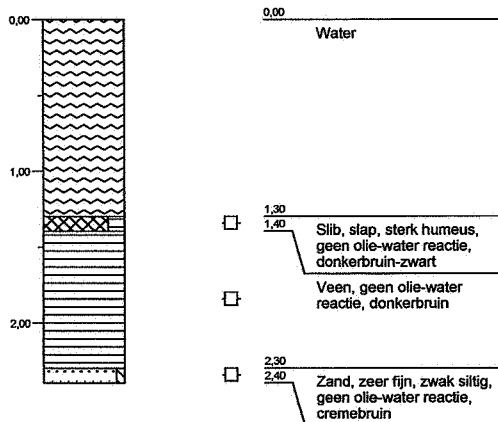
Boring: S37



Boring: S38



Boring: S39



Projectcode: 110315000195

Projectnaam: Friese veen

Opdrachtgever:

# Legenda (conform NEN 5104)

## grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

## zand

	Zand, kleiïg
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

## veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiïg
	Veen, sterk kleiïg
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

## klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

## leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

## overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

## geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

## olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

## p.i.d.-waarde

- > 0
- > 1
- > 10
- > 100
- > 1000
- > 10000

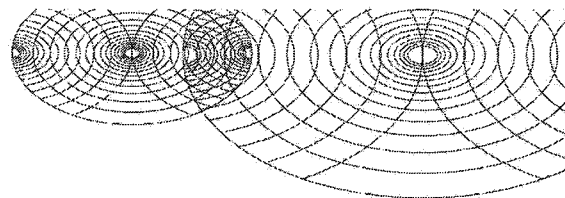
## monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster

## overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water





## Analysecertificaat

Uw projectnummer	110315000195001	Certificaatnummer	2007118518
Uw projectnaam	Friese Veen	Startdatum	04-09-2007
Uw ordernummer	110315000195001	Rapportagedatum	01-10-2007/15:06
Datum monstername	03-09-2007	Bijlage	A, B, C
Monsternemer	Martin Amsing	Pagina	1/2

Analyse	Eenheid	1	2	3	4	5
<b>Bodemkundige analyses</b>						
Q Droge stof	% (m/m)			8.8		11.7
Q Droge stof	% (m/m)	17.3	19.4		14.3	
Q Organische stof	% (m/m) ds	39.7	51.9	45.6	47.0	49.6
Q Gloeirest	% (m/m) ds	60.2	48.0	54.4	53.0	50.4
Q Korrelgrootte < 2 µm	% (m/m) ds	1.0	1.2	0.1	0.7	0.6
<b>Metalen</b>						
Q Arseen (As)	mg/kg ds	12	19	14	16	20
Q Cadmium (Cd)	mg/kg ds	1.6	1.7	2.8	2.1	2.7
Q Chroom (Cr)	mg/kg ds	18	23	37	20	34
Q Koper (Cu)	mg/kg ds	56	46	92	54	68
Q Kwik (Hg)	mg/kg ds	0.48	0.68	0.92	0.69	0.91
Q Nikkel (Ni)	mg/kg ds	17	20	27	17	24
Q Lood (Pb)	mg/kg ds	180	190	250	200	230
Q Zink (Zn)	mg/kg ds	580	730	900	840	1100
<b>Minerale olie</b>						
Q Minerale olie C10-C16	mg/kg ds	<48	<48	<110	<72	<72
Q Minerale olie C16-C22	mg/kg ds	<32	<32	96	59	90
Q Minerale olie C22-C30	mg/kg ds	190	140	710	440	640
Q Minerale olie C30-C40	mg/kg ds	210	430	710	610	1200
Q Minerale olie (GC) totaal	mg/kg ds	440	590	1500	1100	1900
<b>Somparameter organohalogen verbindingen</b>						
Q EOX	mg/kg ds	1.0	2.4	3.3	1.7	2.9
<b>Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAK</b>						
Q Naftaleen	mg/kg ds	0.16	0.35	0.24	0.078	0.28
Q Fenanthreen	mg/kg ds	0.37	0.14	0.55	0.25	0.46
Q Anthraceen	mg/kg ds	<0.0050	0.020	0.20	0.083	0.12
Q Fluorantheen	mg/kg ds	1.4	0.34	2.3	1.0	1.6
Q Benzo(a)anthraceen	mg/kg ds	0.62	0.081	0.76	0.41	0.70
Q Chryseen	mg/kg ds	0.63	0.084	0.75	0.38	0.75
Q Benzo(k)fluorantheen	mg/kg ds	0.39	0.059	0.49	0.24	0.51
Q Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	0.78	0.10	0.90	0.48	0.96
Q Benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	0.65	0.098	0.74	0.37	0.88
Q Indeno(123-cd)pyreen	mg/kg ds	0.40	0.16	1.2	0.45	1.3
Q PAK Totaal VROM (10)	mg/kg ds	5.4	1.4	8.1 <sup>1)</sup>	3.8 <sup>2)</sup>	7.6

### Nr. Monsteromschrijving

- 1 S20
- 2 S21
- 3 S22
- 4 S23
- 5 S25

### Analytico-nr.

- 3388180
- 3388181
- 3388182
- 3388183
- 3388184

Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 RL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail info@analytico.com  
Site www.analytico.com

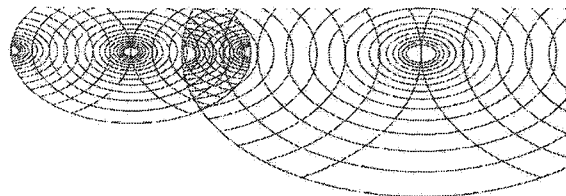
ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.801  
KVK No. 09088623

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting  
A: AP04 geaccrediteerde verrichting  
S: AS 3000 erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVRM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-DWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).




**Analysecertificaat**

Uw projectnummer	110315000195001	Certificaatnummer	2007118518
Uw projectnaam	Friese Veen	Startdatum	04-09-2007
Uw ordernummer	110315000195001	Rapportagedatum	01-10-2007/15:06
Datum monstername	03-09-2007	Bijlage	A, B, C
Monsternemer	Martin Amsing	Pagina	2/2

Analyse	Eenheid	6	7	8	9	10
<b>Bodemkundige analyses</b>						
Q Droge stof	% (m/m)	12.6			17.3	
Q Droge stof	% (m/m)		13.5	9.2		9.4
Q Organische stof	% (m/m) ds	36.3	41.9	49.7	47.8	53.1
Q Gloeirest	% (m/m) ds	63.4	58.0	50.0	52.1	46.6
Q Korrelgrootte < 2 µm	% (m/m) ds	3.4	0.9	3.1	0.8	4.5
<b>Metalen</b>						
Q Arseen (As)	mg/kg ds	13	15	16	15	13
Q Cadmium (Cd)	mg/kg ds	2.0	2.3	2.3	1.6	0.96
Q Chroom (Cr)	mg/kg ds	26	33	26	15	21
Q Koper (Cu)	mg/kg ds	80	63	75	51	14
Q Kwik (Hg)	mg/kg ds	0.68	0.81	0.94	0.58	0.51
Q Nikkel (Ni)	mg/kg ds	23	22	25	16	13
Q Lood (Pb)	mg/kg ds	240	180	270	190	55
Q Zink (Zn)	mg/kg ds	700	720	880	620	200
<b>Minerale olie</b>						
Q Minerale olie C10-C16	mg/kg ds	<72	<72	<110	<48	<110
Q Minerale olie C16-C22	mg/kg ds	94	110	<72	<32	74
Q Minerale olie C22-C30	mg/kg ds	400	590	850	220	250
Q Minerale olie C30-C40	mg/kg ds	490	920	790	160	870
Q Minerale olie (GC) totaal	mg/kg ds	1000	1600	1700	400	1200 <sup>5)</sup>
<b>Somparameter organohalogeen verbindingen</b>						
Q EOX	mg/kg ds	2.1	2.1	4.0	1.5	1.2
<b>Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAK</b>						
Q Naftaleen	mg/kg ds	0.14	0.16	0.21	0.083	0.36
Q Fenanthreen	mg/kg ds	0.46	0.57	0.59	0.31	0.42
Q Anthraceen	mg/kg ds	0.21	0.13	0.15	0.12	0.057
Q Fluorantheen	mg/kg ds	2.6	1.8	1.8	1.5	0.79
Q Benzo(a)anthraceen	mg/kg ds	0.95	0.79	0.92	0.54	0.20
Q Chryseen	mg/kg ds	0.96	0.88	0.86	0.49	0.31
Q Benzo(k)fluorantheen	mg/kg ds	0.58	0.57	0.57	0.32	0.18
Q Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	1.2	1.1	1.2	0.61	0.28
Q Benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	0.82	1.1	1.1	0.47	0.31
Q Indeno(123-cd)pyreen	mg/kg ds	2.6	1.2	1.2	<0.010	0.34
Q PAK Totaal VROM (10)	mg/kg ds	10 <sup>3)</sup>	8.3	8.6	4.4 <sup>4)</sup>	3.2

**Nr. Monsteromschrijving**

6 S26  
7 S27  
8 S28  
9 S29  
10 S30

**Analytico-nr.**

3388185  
3388186  
3388187  
3388188  
3388189

**Akkoord**  
Pr.coörd.  
GW

**Analytico Milieu B.V.**

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail info@analytico.com  
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456  
VRT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KVK No. 09088623

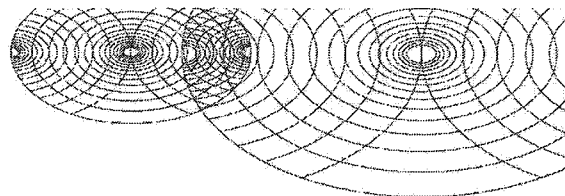
Q: door RVA geaccrediteerde verrichting  
R: AP04 geaccrediteerde verrichting  
S: AS 3000 erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).



**TESTEN**  
RvA L010

**Bijlage (A) met deelmonsterinformatie behorende bij analysecertificaat 2007118518**

Pagina 1/1

Analytico-n Boornr	Deelmonster Omschrijving	Van	Tot	Barcode	Monsteromschrijving
3388180				0580319913	S20
3388181				0580319909	S21
3388182				0580319905	S22
3388183				0580319914	S23
3388184				0580319910	S25
3388185				0580319906	S26
3388186				0580319915	S27
3388187				0580319911	S28
3388188				0580319907	S29
3388189				0580319908	S30

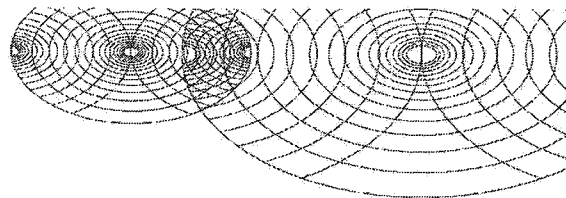
**Analytico Milieu B.V.**

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).

**Bijlage (B) met opmerkingen behorende bij analysecertificaat 2007118518**

Pagina 1/1

**Opmerking 1)**

Indicatieve waarde(n) vanwege matrixstoring.

**Opmerking 2)**

Indicatieve waarde(n) vanwege matrixstoring.

**Opmerking 3)**

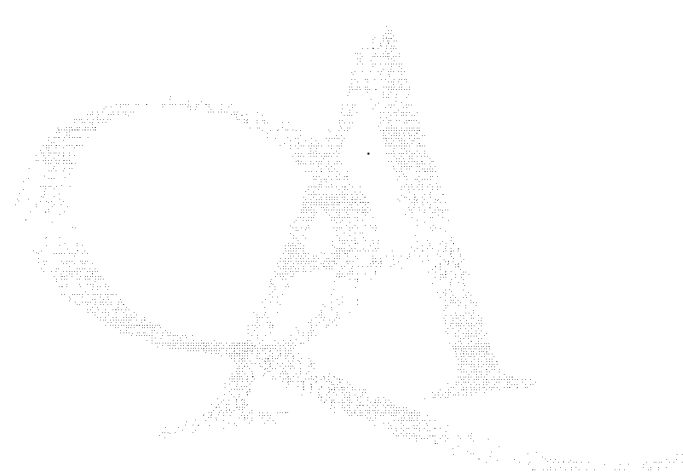
Indicatieve waarde(n) vanwege matrixstoring.

**Opmerking 4)**

Indicatieve waarde(n) vanwege matrixstoring.

**Opmerking 5)**

Humusachtige verbindingen aangetoond.

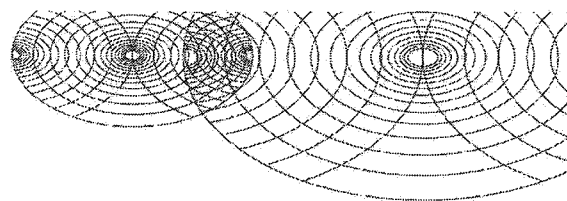
**Analytico Milieu B.V.**

Gildeweg 44-46  
3771 NB Barneveld  
P.O. Box 459  
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
Fax +31 (0)34 242 63 99  
E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

ABN AMRO 54 85 74 456  
VAT/BTW No.  
NL 8043.14.883.B01  
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE), het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD) en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).


**Bijlage (c) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2007118518**

Pagina 1/1

Analyse	Methode	Techniek	Referentiemethode
AES/ICP Kwik (Hg)	W0417	ICP-AES	Eigen methode / Gelijkw. EN 1483: 1997 i
AES/ICP Lood (Pb)	W0417	ICP-AES	Conform NEN 6966: 2005 / CMA 2/I/B.1
AES/ICP Cadmium (Cd)	W0417	ICP-AES	Conform NEN 6966: 2005 / CMA 2/I/B.1
AES/ICP Chroom (Cr)	W0417	ICP-AES	Conform NEN 6966: 2005 / CMA 2/I/B.1
Minerale olie (GC)	W0202	GC-FID	Eigen methode
AES/ICP Koper (Cu)	W0417	ICP-AES	Conform NEN 6966: 2005 / CMA 2/I/B.1
AES/ICP Arseen (As)	W0417	ICP-AES	Conform NEN 6966: 2005 / CMA 2/I/B.1
PAK (VROM)	W0301	HPLC	Conform NEN 5710
Organische stof	W0109	Gravimetrie	Conform NEN 6499 / NEN EN 12879
AES/ICP Nikkel (Ni)	W0417	ICP-AES	Conform NEN 6966: 2005 / CMA 2/I/B.1
Droge stof	W0104	Gravimetrie	Gelijkw. ISO 11465/CMA 2/II/A.1(g) / EN 1
Korrelgrootte < 2 µm (Lutum) Sedimen	W0173	Sedimentatie	Conform NEN 5753
AES/ICP Zink (Zn)	W0417	ICP-AES	Conform NEN 6966: 2005 / CMA 2/I/B.1
EOX	W0351	Microcoulometrie	Eigen methode

Nadere informatie over de toegepaste onderzoeksmethoden alsmede een classificatie van de meetonzekerheid staan vermeld in ons overzicht "Specificaties analysemethoden", versie januari 2004


**Analytico Milieu B.V.**

 Gildeweg 44-46  
 3771 NB Barneveld  
 P.O. Box 459  
 3770 AL Barneveld NL

 Tel. +31 (0)34 242 63 00  
 Fax +31 (0)34 242 63 99  
 E-mail [info@analytico.com](mailto:info@analytico.com)  
 Site [www.analytico.com](http://www.analytico.com)

 ABN AMRO 54 85 74  
 456  
 VAT/BTW No.  
 NL 8043.14.883.B01  
 KvK No. 09088623

 Analytico Milieu B.V. is ISO 9001: 2000 gecertificeerd door Lloyd's  
 RQA en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LNE),  
 het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD)  
 en door de overheden van Frankrijk (MEDD) en Luxemburg (MEV).



Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S20

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 35,82 %

-als lutumgehalte : 1,00 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	1,600	1,211	1		51,40
anorganisch kwik	mg/kg	0,480	0,570	2		13,96
koper	mg/kg	56,000	54,351	2		50,98
nikkel	mg/kg	17,000	54,091	3		20,20
lood	mg/kg	180,000	176,227	1		107,33
zink	mg/kg	580,000	828,571	4		15,08
chrom	mg/kg	18,000	34,615	0		-
arseen	mg/kg	12,000	12,701	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	5,400	1,800	2		80,00
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	5,404	1,801	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	440,000	146,667	1		193,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,000	0,333	1		11,11

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S21

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 46,80 %

-als lutumgehalte : 1,20 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	1,700	1,285	1		60,64
anorganisch kwik	mg/kg	0,680	0,805	2		61,02
koper	mg/kg	46,000	37,808	2		5,02
nikkel	mg/kg	20,000	62,500	3		38,89
lood	mg/kg	190,000	164,796	1		93,88
zink	mg/kg	730,000	1036,511	4		43,96
chrom	mg/kg	23,000	43,893	0		-
arsen	mg/kg	19,000	20,051	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	1,432	0,477	.		.
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	1,432	0,477	0		-
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	590,000	196,667	1		293,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,400	0,800	1		166,67

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S22

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 41,04 %

-als lutumgehalte : 0,10 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,800	2,133	2		6,63
anorganisch kwik	mg/kg	0,920	1,105	2		121,09
koper	mg/kg	92,000	83,459	2		131,83
nikkel	mg/kg	27,000	93,564	3		107,92
lood	mg/kg	250,000	233,158	1		174,30
zink	mg/kg	900,000	1322,141	4		83,63
chrom	mg/kg	37,000	73,705	0		-
arsen	mg/kg	14,000	15,015	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	8,130	2,710	2		171,00
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	8,130	2,710	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1500,000	500,000	1		900,00
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	3,300	1,100	1		266,67

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S23

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 42,30 %

-als lutumgehalte : 0,70 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,100	1,593	1		99,11
anorganisch kwik	mg/kg	0,690	0,822	2		64,48
koper	mg/kg	54,000	47,647	2		32,35
nikkel	mg/kg	17,000	55,607	3		23,57
lood	mg/kg	200,000	182,796	1		115,05
zink	mg/kg	840,000	1211,123	4		68,21
chrom	mg/kg	20,000	38,911	0		-
arsen	mg/kg	16,000	17,009	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	3,741	1,247	2		24,70
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	3,741	1,247	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1100,000	366,667	1		633,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,700	0,567	1		88,89

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S25

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 44,64 %

-als lutumgehalte : 0,60 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,700	2,049	2		2,47
anorganisch kwik	mg/kg	0,910	1,086	2		117,21
koper	mg/kg	68,000	58,087	2		61,35
nikkel	mg/kg	24,000	79,245	3		76,10
lood	mg/kg	230,000	205,271	1		141,50
zink	mg/kg	1100,000	1590,909	4		120,96
chrom	mg/kg	34,000	66,406	0		-
arsen	mg/kg	20,000	21,292	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	7,560	2,520	2		152,00
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	7,560	2,520	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1900,000	633,333	1		1166,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,900	0,967	1		222,22

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S26

Datum monstername: 05-09-2007

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Laag boven (cm): 0

Tijd monstername: 0:00:00

Y-coördinaat: 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 32,94 %

-als lutumgehalte : 3,40 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,000	1,490	1		86,23
anorganisch kwik	mg/kg	0,680	0,782	2		56,43
koper	mg/kg	80,000	78,252	2		117,37
nikkel	mg/kg	23,000	60,075	3		33,50
lood	mg/kg	240,000	236,275	1		177,97
zink	mg/kg	700,000	931,559	4		29,38
chrom	mg/kg	26,000	45,775	0		-
arsen	mg/kg	13,000	13,293	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	10,520	3,507	2		250,67
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	10,520	3,507	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1000,000	333,333	1		566,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,100	0,700	1		133,33

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S27

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 37,80 %

-als lutumgehalte : 0,90 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,300	1,742	1		117,78
anorganisch kwik	mg/kg	0,810	0,963	2		92,57
koper	mg/kg	63,000	59,341	2		64,84
nikkel	mg/kg	22,000	70,642	3		56,98
lood	mg/kg	180,000	172,492	1		102,93
zink	mg/kg	720,000	1031,730	4		43,30
chrom	mg/kg	33,000	63,707	0		-
arsen	mg/kg	15,000	15,899	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	8,300	2,767	2		176,67
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	8,300	2,767	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1600,000	533,333	1		966,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,100	0,700	1		133,33

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S28

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootte voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 45,00 %  
-als lutumgehalte : 3,10 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,300	1,717	1		114,59
anorganisch kwik	mg/kg	0,940	1,085	2		117,08
koper	mg/kg	75,000	61,560	2		71,00
nikkel	mg/kg	25,000	66,794	3		48,43
lood	mg/kg	270,000	233,945	1		175,23
zink	mg/kg	880,000	1181,208	4		64,06
chrom	mg/kg	26,000	46,263	0		-
arsen	mg/kg	16,000	16,431	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	8,600	2,867	2		186,67
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	8,600	2,867	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1700,000	566,667	1		1033,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	4,000	1,333	1		344,44

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat



Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S29

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 43,11 %

-als lutumgehalte : 0,80 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	1,600	1,213	1		51,60
anorganisch kwik	mg/kg	0,580	0,690	2		38,07
koper	mg/kg	51,000	44,406	2		23,35
nikkel	mg/kg	16,000	51,852	3		15,23
lood	mg/kg	190,000	171,973	1		102,32
zink	mg/kg	620,000	891,170	4		23,77
chrom	mg/kg	15,000	29,070	0		-
arsen	mg/kg	15,000	15,922	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	4,443	1,481	2		48,10
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	4,450	1,483	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	400,000	133,333	1		166,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,500	0,500	1		66,67

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S30

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 48,06 %

-als lutumgehalte : 4,50 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	0,960	0,710	0		-
anorganisch kwik	mg/kg	0,510	0,578	2		15,67
koper	mg/kg	14,000	10,830	0		-
nikkel	mg/kg	13,000	31,379	0		-
lood	mg/kg	55,000	45,583	0		-
zink	mg/kg	200,000	258,065	1		84,33
chrom	mg/kg	21,000	35,593	0		-
arsen	mg/kg	13,000	13,090	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	3,247	1,082	2		8,23
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	3,247	1,082	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1200,000	400,000	1		700,00
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,200	0,400	1		33,33

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 2

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Einde uitvoerverslag

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S20

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootte voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 35,82 %

-als lutumgehalte : 1,00 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	1,600	1,211	1		51,40
anorganisch kwik	mg/kg	0,480	0,570	2		13,96
koper	mg/kg	56,000	54,351	2		50,98
nikkel	mg/kg	17,000	54,091	3		20,20
lood	mg/kg	180,000	176,227	1		107,33
zink	mg/kg	580,000	828,571	4		15,08
chrom	mg/kg	18,000	34,615	0		-
arsen	mg/kg	12,000	12,701	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	5,400	1,800	2		80,00
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	5,404	1,801	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	440,000	146,667	1		193,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,000	0,333	1		11,11

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S21

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 46,80 %

-als lutumgehalte : 1,20 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	1,700	1,285	1		60,64
anorganisch kwik	mg/kg	0,680	0,805	2		61,02
koper	mg/kg	46,000	37,808	2		5,02
nikkel	mg/kg	20,000	62,500	3		38,89
lood	mg/kg	190,000	164,796	1		93,88
zink	mg/kg	730,000	1036,511	4		43,96
chrom	mg/kg	23,000	43,893	0		-
arsen	mg/kg	19,000	20,051	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	1,432	0,477	.		.
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	1,432	0,477	0		-
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	590,000	196,667	1		293,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,400	0,800	1		166,67

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S22

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 41,04 %

-als lutumgehalte : 0,10 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,800	2,133	2		6,63
anorganisch kwik	mg/kg	0,920	1,105	2		121,09
koper	mg/kg	92,000	83,459	2		131,83
nikkel	mg/kg	27,000	93,564	3		107,92
lood	mg/kg	250,000	233,158	1		174,30
zink	mg/kg	900,000	1322,141	4		83,63
chrom	mg/kg	37,000	73,705	0		-
arsen	mg/kg	14,000	15,015	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	8,130	2,710	2		171,00
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	8,130	2,710	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1500,000	500,000	1		900,00
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	3,300	1,100	1		266,67

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S23

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootte voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 42,30 %

-als lutumgehalte : 0,70 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,100	1,593	1		99,11
anorganisch kwik	mg/kg	0,690	0,822	2		64,48
koper	mg/kg	54,000	47,647	2		32,35
nikkel	mg/kg	17,000	55,607	3		23,57
lood	mg/kg	200,000	182,796	1		115,05
zink	mg/kg	840,000	1211,123	4		68,21
chrom	mg/kg	20,000	38,911	0		-
arsen	mg/kg	16,000	17,009	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	3,741	1,247	2		24,70
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	3,741	1,247	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1100,000	366,667	1		633,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,700	0,567	1		88,89

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S25

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartiment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 44,64 %

-als lutumgehalte : 0,60 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,700	2,049	2		2,47
anorganisch kwik	mg/kg	0,910	1,086	2		117,21
koper	mg/kg	68,000	58,087	2		61,35
nikkel	mg/kg	24,000	79,245	3		76,10
lood	mg/kg	230,000	205,271	1		141,50
zink	mg/kg	1100,000	1590,909	4		120,96
chroom	mg/kg	34,000	66,406	0		-
arsen	mg/kg	20,000	21,292	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	7,560	2,520	2		152,00
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	7,560	2,520	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1900,000	633,333	1		1166,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,900	0,967	1		222,22

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S26

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 32,94 %

-als lutumgehalte : 3,40 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,000	1,490	1		86,23
anorganisch kwik	mg/kg	0,680	0,782	2		56,43
koper	mg/kg	80,000	78,252	2		117,37
nikkel	mg/kg	23,000	60,075	3		33,50
lood	mg/kg	240,000	236,275	1		177,97
zink	mg/kg	700,000	931,559	4		29,38
chroom	mg/kg	26,000	45,775	0		-
arseen	mg/kg	13,000	13,293	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	10,520	3,507	2		250,67
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	10,520	3,507	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1000,000	333,333	1		566,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,100	0,700	1		133,33

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat



Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S27

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 37,80 %

-als lutumgehalte : 0,90 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,300	1,742	1		117,78
anorganisch kwik	mg/kg	0,810	0,963	2		92,57
koper	mg/kg	63,000	59,341	2		64,84
nikkel	mg/kg	22,000	70,642	3		56,98
lood	mg/kg	180,000	172,492	1		102,93
zink	mg/kg	720,000	1031,730	4		43,30
chrom	mg/kg	33,000	63,707	0		-
arsen	mg/kg	15,000	15,899	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	8,300	2,767	2		176,67
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	8,300	2,767	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1600,000	533,333	1		966,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	2,100	0,700	1		133,33

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S28

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 45,00 %

-als lutumgehalte : 3,10 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	2,300	1,717	1		114,59
anorganisch kwik	mg/kg	0,940	1,085	2		117,08
koper	mg/kg	75,000	61,560	2		71,00
nikkel	mg/kg	25,000	66,794	3		48,43
lood	mg/kg	270,000	233,945	1		175,23
zink	mg/kg	880,000	1181,208	4		64,06
chrom	mg/kg	26,000	46,263	0		-
arsen	mg/kg	16,000	16,431	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	8,600	2,867	2		186,67
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	8,600	2,867	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1700,000	566,667	1		1033,33
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	4,000	1,333	1		344,44

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S29

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootte voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 43,11 %

-als lutumgehalte : 0,80 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	1,600	1,213	1		51,60
anorganisch kwik	mg/kg	0,580	0,690	2		38,07
koper	mg/kg	51,000	44,406	2		23,35
nikkel	mg/kg	16,000	51,852	3		15,23
lood	mg/kg	190,000	171,973	1		102,32
zink	mg/kg	620,000	891,170	4		23,77
chromium	mg/kg	15,000	29,070	0		-
arsen	mg/kg	15,000	15,922	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	4,443	1,481	2		48,10
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	4,450	1,483	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	400,000	133,333	1		166,67
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,500	0,500	1		66,67

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 4

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Volgens de regelgeving is het gehalte lutum onbetrouwbaar, bij verdere beoordeling dient u hiermee rekening te houden.

Toetsing volgens: Productkwaliteitsnormen (NW4)

Towabo 2.4.2

Datum toetsing: 01-10-2007

Meetpunt: S30

Datum monstername: 05-09-2007

Tijd monstername: 0:00:00

Beheerder: HENK HAZELHORST

X-coördinaat: 0

Y-coördinaat: 0

Maaiveld t.o.v. NAP (m): 0

Compartment: Bodem/Sediment

Laag boven (cm): 0

Laag onder (cm): 0

Gebruikte standaardisatiemethode: NW4

Gebruikte grootheid voor standaardisatie:

-als org.stofgehalte : 48,06 %

-als lutumgehalte : 4,50 %

Parameter		gemeten gehalte	gestand. gehalte	oordeel	melding	% oversch.
<i>METALEN</i>						
cadmium	mg/kg	0,960	0,710	0		-
anorganisch kwik	mg/kg	0,510	0,578	2		15,67
koper	mg/kg	14,000	10,830	0		-
nikkel	mg/kg	13,000	31,379	0		-
lood	mg/kg	55,000	45,583	0		-
zink	mg/kg	200,000	258,065	1		84,33
chrom	mg/kg	21,000	35,593	0		-
arsen	mg/kg	13,000	13,090	0		-
<i>PAK</i>						
som PAK 10 (VROM) (1.0)	mg/kg	3,247	1,082	2		8,23
som PAK 10 (VROM) (0.7)	mg/kg	3,247	1,082	.		.
<i>OVERIGE STOFFEN</i>						
minerale olie GC	mg/kg	1200,000	400,000	1		700,00
<i>SCREENINGSPARAMETERS</i>						
EOX	mg/kg	1,200	0,400	1		33,33

Aantal getoetste parameters: 11

Eindoordeel: Klasse 2

Meldingen:

\* Indicatief toetsresultaat

Einde uitvoerverslag

## BIJLAGE 4 Notitie Medusa



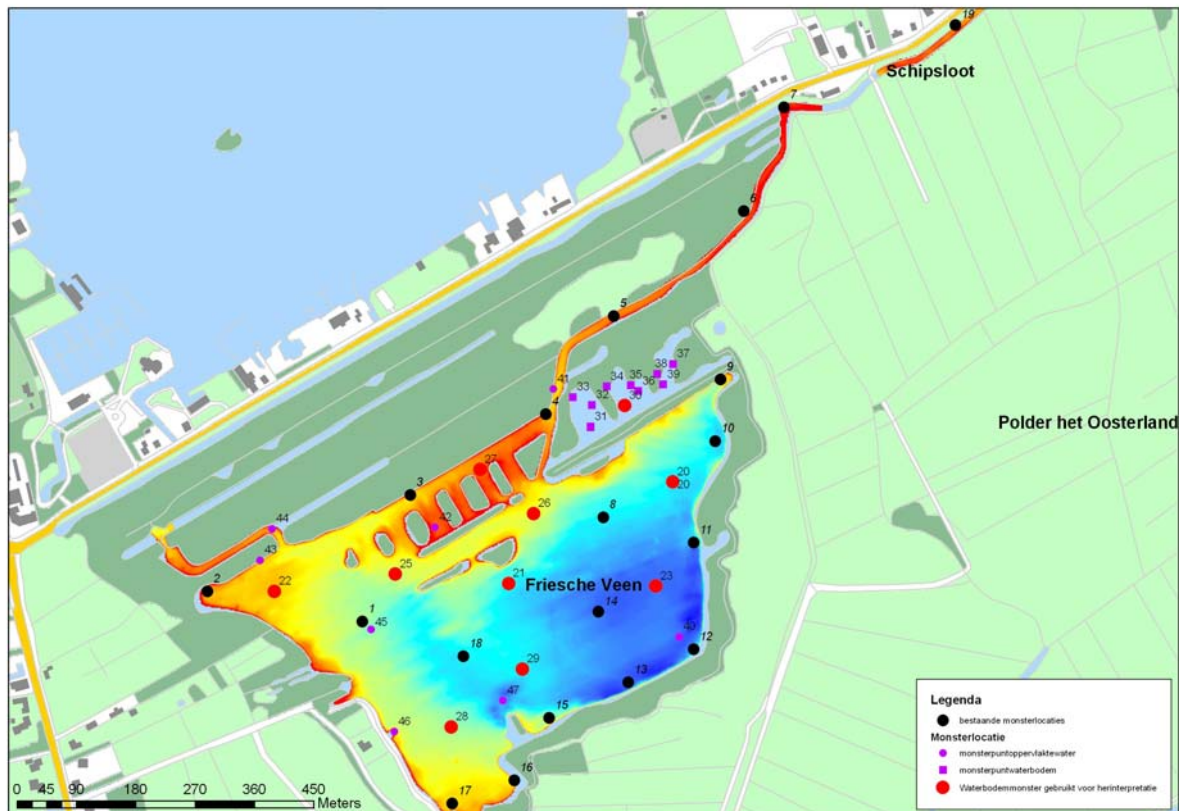
# Herinterpretatie aanvullende bemonstering Friese Veen

## Inleiding

Medusa heeft in 2006 een aanvullend waterbodemonderzoek in het Friese Veen uitgevoerd. Naast onderzoek naar de fysische eigenschappen van de waterbodem, waterdiepte, slibdikte en het voorkomen van nutriënten is tevens de waterbodemkwaliteit gebiedsdekkend in kaart gebracht. Uit dit onderzoek bleek dat een groot deel van het Friese Veen sterk verontreinigd is met zware metalen als zink, nikkel en koper. Dit is opmerkelijk aangezien in een eerder onderzoek van Oranjewoud alleen aan de rand van het Friese Veen nabij de blikdijk klasse 4 verontreiniging aangetroffen is. Door dit opmerkelijke verschil is er onduidelijkheid ontstaan over de mate van verontreiniging van het slib.

Om deze onduidelijkheid weg te nemen is in het saneringsonderzoek van Arcadis voorgesteld om een aanvullende bemonstering en analyse uit te voeren, en de resultaten te gebruiken voor herinterpretatie van het Medusa-onderzoek.

Binnen dit onderzoek zijn door Arcadis 10 monsters geplaatst (zie figuur 1). De bemonsteringslocaties zijn in overleg met Medusa worden gekozen. De bemonstering is op 5 september 2007 uitgevoerd.



figuur 1 Monsterlocaties

Op de 10 monsterlocaties is een monster genomen en vervolgens na menging in tweeën gesplitst. Eén deel is aangeboden ter chemische analyse en een ander deel is bij Medusa op radiometrie gemeten. Naast de 10 monsters die gebruikt zijn voor de herinterpretatie zijn er door Arcadis ook nog aanvullende monsters genomen tussen de eilanden in het noordoostelijk deel van de plas (monster 31 t/m 39). Tijdens het Medusa onderzoek kon hier niet gevaren worden. Koppeling met de Medusa-meting is hier dan ook niet mogelijk. Tevens zijn nog een aantal oppervlaktewatermonsters voor analyse op nutriënten genomen.

De 10 monsters zijn op radiometrie gemeten in de laboratoriumopstelling bij Medusa. De resultaten zijn gebruikt om de ijking van de Medusa-meting in het eerste aanvullend onderzoek te controleren.

### **Resultaat heranalyse**

De monsteranalyses van de 10 nieuwe monsters (radiometrie en chemische analyse) zijn vergeleken met de eerdere resultaten uit het eerste onderzoek. Wat hieruit blijkt is dat de "Fingerprint" (de ijklijn tussen de Medusa-metingen en de metingen van de kwaliteit van het waterbodemonster) gelijk is voor beide monstersets. Dat betekent dat onze voorspelling van de kwaliteit niet afwijkt van de genomen monsters.

Wat wel opvalt, is dat vooral monster 21, 25 en 23 het sterkst afwijken van onze ijklijn. Ook in de kaart blijkt dat de monsters sterker verontreinigd te zijn dan wij op basis van de in het veld gemeten radioactiviteitsconcentraties voorspellen. In deze monsters komt bijna geen lutum voor. De correctie voor standaardbodem heeft in deze monsters dan ook een groot effect. Juist in de monsters met een extreem laag lutum gehalte zijn de onzekerheden in de bepaling in de monsters en in het veld groot. Mogelijk dat de Medusa meting op deze locaties de kwaliteit van de waterbodem onderschat.

5-12-2007

Koos de Vries

Medusa Exploration BV  
Verl. Bremenweg 4  
9723 JV GRONINGEN  
Tel: 050-5770280



# BIJLAGE 5

## Bijstelling waterbalans

### **1. Inleiding**

Onderdeel van het onderzoek voor de sanering van het Friese Veen is het opstellen van een stoffenbalans. De basis van deze stoffenbalans wordt gevormd door de waterbalans van het Friese Veen. In het eerder door Royal Haskoning geschreven rapport “Herstelplan Friese Veen” is een waterbalans opgesteld die hiervoor bruikbaar kan zijn. De uitgangspunten van deze waterbalans zijn echter niet meer actueel sinds de oostelijk gelegen Polder het Camphuis binnen het peilgebied van het Friese Veen is gebracht en geen lager polderpeil (onderbemaling) meer heeft.

### *Doelstelling*

Inzicht geven in de waterstromen rond het Friese Veen die als onderlegger voor een stoffenbalans van het Friese Veen zal dienen.

### *Uitgangspunten*

- Als vertrekpunt wordt de huidige waterbalans uit “Herstelplan Friese Veen” gekozen. Deze wordt in het vervolg aangeduid met situatie 2002.
- Benodigd is een jaarbalans en een balans van het zomerhalfjaar (periode 1 april t/m 31 september)

### *Vraagstellingen*

- Wat is de verandering in het watersysteem (waterhuishouding) ten opzichte van de situatie 2002?
- Op welke posten van de waterbalans heeft deze verandering effect?
- Hoe ziet de waterbalans voor de huidige situatie er uit?

### *Leeswijzer*

In deze bijlage wordt eerst de waterbalans voor de situatie 2002 weergegeven, vervolgens zijn de vragen beantwoordt die volgen uit de doelstelling. De resultaten worden samengevat in de conclusie. Op basis van de bevindingen worden vervolgens aanbevelingen voor het vervolg gedaan.

### **2. Waterbalans situatie 2002**

#### *Opstellen waterbalans*

Het Friese Veen wordt gevoed door:

- Neerslag
- Kwel
- Aanvoer vanuit Noord Willemskanaal, (in de toekomstige situatie wordt dit aanvoer uit Drentse Aa)

Naast deze aanvoerwegen zijn er de volgende posten voor afvoer van water vanuit het Friese Veen:

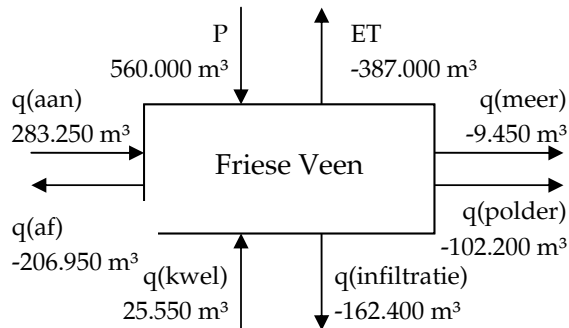
- Verdamping
- Infiltratie naar het Paterswoldse meer
- Infiltratie naar de aanliggende polder Camphuis
- Afvoer naar het Noord Willemskanaal

In afbeelding 1 zijn de verschillende posten van de waterbalans schematisch weergegeven. Hierin is:

P	= neerslag (mm)
ET	= verdamping (mm)
q(aan)	= aanvoer vanuit de Drentse Aa (in 2002 nog aanvoer uit Noord Willemskanaal) (mm)
q(af)	= afvoer naar het Noord Willemskanaal (mm)
q(kwel)	= kwel vanaf de zandrug Paterswolde (mm)
q(infiltratie)	= infiltratie naar diepere lagen (mm)
q(polder)	= infiltratie naar de aanliggende polder (mm)
q(meer)	= infiltratie naar het Paterswoldse meer (mm)

Er wordt uitgegaan van een gelijk oppervlaktewaterniveau op de lange termijn. Jaarlijkse variatie in waterstand is aanwezig, maar het water wat in de zomer verdampt wordt in de winter weer aangevuld. Hierdoor kan de bergingsverandering in het Friese Meer op nul gesteld worden voor een hydrologisch jaar (april t/m maart).

Afbeelding 1



Uitgaand van een bergingsverandering van nul, en de hierboven aangegeven posten, wordt de waterbalans bepaald door de volgende formule:

$$P + q(\text{aan}) + q(\text{kwel}) = ET + q(\text{af}) + q(\text{infiltratie}) + q(\text{meer}) + q(\text{polder})$$

#### Kwantificering van de waterbalans

Na de identificatie van de verschillende posten op de waterbalans is het van belang om kwantitatieve waarden toe te kennen. Hiervoor is wederom de studie van Haskoning uit 2002 gebruikt. Er is gebruik gemaakt van twee scenario's voor de weerstand bij infiltratie aangezien deze parameter niet bekend is. Scenario A gaat uit van een lage weerstand van 500 dagen en scenario B gaat uit van een hogere weerstand van 1250 dagen.

Tabel 1

Waterbalans jaarrond 2002

	Term	Scenario A c = 500 dagen		Scenario B c = 1250 dagen	
		mm	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup>
Aanvoer	P	+ 800	560.000	+ 800	560.000
	q(kwel)	+ 18.5	25.550	+ 18.5	25.550
	q(aan)		283.250		189.900
Afvoer	ET	- 554	387.800	- 554	387.800
	q(infiltratie)	- 580	162.400	- 230	96.600
	q(meer)	- 189	9.450	- 71	7.100
	q(polder)	- 365	102.200	- 136	19.040
	q(af)		206.950		264.900

Bij de berekening van de evapotranspiratie (EP) van het gebied is men uitgegaan van 30 ha open water en 40 ha land. Bij de berekening van de aanvoer van water via kwel is 20% van het gebied meegerekend waar kwelwater naar boven komt.

**Tabel 2.**  
Waterbalans zomerhalfjaar  
2002

	Term	Scenario A c = 500 dagen		Scenario B c = 1250 dagen	
		mm	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup>
Aanvoer	P	+ 300	350.000	+ 300	350.000
	q(kwel)	+ 9,5	13.300	+ 9,5	13.300
	berging	16	11.200	16	11.200
	q(aan)		283.250		189.900
Afvoer	ET	- 500	350.000	- 500	350.000
	q(infiltratie)	- 350	97.400	-138	58.000
	q(meer)	- 119	5.950	- 44	4.400
	q(polder)	- 230	64.400	- 86	12.000
	q(af)		0		0

De aangegeven berging hangt samen met de peilfluctuatie en is jaarrond in balans (gelijk aan 0).

### 3. Uitwerking

#### Verandering watersysteem

Ten tijde van de situatie 2002 werd de oostelijk gelegen Polder het Camphuis bemalen op een lager peil dan het Friese Veen. In de huidige situatie is Polder het Camphuis binnen het peilgebied van het Friese Veen gebracht. Hierdoor worden de polderpeilen van -0,40 m NAP ZP en 0 m NAP WP verhoogd naar een peil van +0,57 m NAP. Gevolg van deze ingreep is:

- Vergroting peilvak (directe oppervlaktewateruitwisseling)
- Toename afstromend oppervlak naar het Friese Veen
- Afname kwel vanuit Friese Veen naar polder Camphuis

Net als voor het Friese Veen staat de grondwaterstand in de winter aan en plaatselijk op het maaiveld.

Deze veranderingen hebben tot gevolg dat de volgende posten in de waterbalans zullen veranderen:

q(aan)	= aanvoer vanuit de Drentse Aa (mm)
q(af)	= afvoer naar het Noord Willemskanaal (mm)
q(polder)	= infiltratie naar de aanliggende polder Camphuis (mm)
q(aan)	= aanvoer uit polder Camphuis (m3)
q(af)	= afvoer uit polder Camphuis (m3)

#### Aanpassing Waterbalansposten

Op basis van waarnemingen van de terreinbeheerders blijkt dat de aangebrachte duikers tussen Polder Camphuis en Friese Veen leiden tot een peilverschil van circa 0,10 m. De infiltratie naar de aanliggende polder Camphuis zal daardoor niet volledig afnemen.

In de eerder opgestelde waterbalans (situatie 2002) is aangegeven dat de  $q(\text{af})$  lastig te bepalen is voor het Friese Veen. Dit heeft tot gevolg dat ook  $q(\text{aan})$  ook lastig te bepalen is en waarschijnlijk onderschat wordt. Vooral voor de zomerperiode zal  $q(\text{aan})$  een relevante post in de waterbalans kunnen zijn.

Door deze onzekerheid in deze posten en de verder niet veranderende waterbalansposten wordt de waterbalans kloppend gemaakt op  $q(\text{af})$  en  $q(\text{aan})$ . Voor de zomerperiode wordt  $q(\text{af})$  op 0 m<sup>3</sup> gesteld en in de winterperiode  $q(\text{aan})$  op 0 m<sup>3</sup>.

Dit betekent:

$q(\text{aan}) ::= 182.700$  tot  $231.730$  m<sup>3</sup>

$q(\text{af}) ::= 231.870$  tot  $267.150$  m<sup>3</sup>

De waterbalans komt er daarmee als volgt uit te zien.

**Tabel 3**

Waterbalans jaarrond,  
bijgesteld

	Term	Scenario A c = 500 dagen		Scenario B c = 1250 dagen	
		mm	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup>
Aanvoer	P	800	560.000	800	560.000
	q(kwel)	18,5	25.550	18,5	25.550
	q(aan)		231.730		182.700
Afvoer	ET	- 554	-387.800	- 554	-387.800
	q(infiltratie)	- 580	-162.400	- 230	-96.600
	q(meer)	- 189	-9.450	- 71	-7.100
	q(polder)	-92	-25.760	-34	-9.600
	q(af)		231.870		267.150

**Tabel 4**

Waterbalans zomerhalfjaar,  
bijgesteld

	Term	Scenario A c = 500 dagen		Scenario B c = 1250 dagen	
		mm	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup>
Aanvoer	P	300	210.000	300	210.000
	q(kwel)	9,5	13.300	9,5	13.300
	berging	16	11.200	16	11.200
	q(aan)		231.730		182.700
Afvoer	ET	-500	-350.000	-500	-350.000
	q(infiltratie)	-350	-97.400	-138	-58.000
	q(meer)	-119	-5.950	-44	-4.400
	q(polder)	-46	-12.880	17	-4.800
	q(af)		0		0

#### *Verklaring voor de verandering in de waterbalansstermen*

De aanvoer van oppervlaktewater in het zomerhalfjaar neemt af ten gevolge van de afname in infiltratie naar polder Camphuis. Door overwegend infiltratiesituatie in Polder Camphuis is de afvoer uit dit gebied naar het Friese Veen beperkt.

De afvoer naar het omliggende oppervlaktewatersysteem neemt in de wintersituatie toe. Dit door een afname in infiltratie naar polder Camphuis.

#### 4. Conclusie

Door de afname in infiltratie naar polder Camphuis neemt het aandeel aanvoer van oppervlaktewater in het zomerhalfjaar af. Het aandeel afvoer uit de plas neemt in het winterhalfjaar toe.

#### 5. Aanbeveling

##### *Bodemweerstand*

De kwel zal aangrijpen op de westrand van de plas, de infiltratie naar het Paterswoldse meer zal naar verwachting vooral plaatsvinden aan de noordzijde van het Friese Veen.

Binnen de plas is er een verschil in slibdikte. In het noordelijk deel is de slibdikte groter (0,5 à 0,6 m) dan in het westelijk deel (0,3 à 0,4 m). Tevens bevindt zich in het noordelijke deel een veenlaag van 0,8 à 1,0 meter. De weerstand van de bodem is daarmee groter in het deel waar infiltratie naar de omgeving plaatsvindt. Deze infiltratie vormt een grote post in de waterbalans, dit ook in vergelijking met de aanvoer.

Wanneer de weerstand van de plasbodem afneemt ten gevolge van baggerwerkzaamheden dan zal dit aan de noordzijde kunnen leiden tot een toename van de infiltratie naar het Paterswoldse meer. Die daarmee een toename in aanvoer van oppervlaktewater tot gevolg heeft. Aan de westzijde zal juist de kwel naar het Friese Veen toenemen.

##### **Weerstand**

De aangehouden weerstand van infiltratie vanuit het Friese Veen naar de omgeving is opgebouwd uit een aantal weerstandstermen. Deze zijn de intreeweerstand (waterbodem), de weerstand van de aanwezige leem (in kwel- en infiltratiesituatie) en de uittreeweerstand. Omdat de totaalweerstand en de afzonderlijke delen moeilijk te kwantificeren zijn, is in de uitwerking van de situatie 2002 een twee tal extremen uitgewerkt. Het aandeel bodemweerstand. De slibdikte in het noordelijke deel van de plas bedraagt circa 0,5 tot 0,6 m. Hieronder een veenlaag van circa 0,8 tot 1,0 meter, daaronder zand met lemige lagen. De samenstelling van de slibmonsters duiden op een venige samenstelling van het bodemmateriaal. Ingeschat wordt dat deze waterbodemaag een weerstand heeft die varieert van 100 tot 250 dagen. Ten opzichte van de totale weerstand is dit een afname van ongeveer 20-25%. De afname in weerstand is gelijk aan de toename in infiltratie die zal optreden wanneer de waterbodem verwijderd wordt. Aanbeveling: Gezien de bandbreedte van de eerder aangehouden weerstandwaarden en infiltratie (situatie 2002) zullen de risico's van baggerwerkzaamheden aan de noordzijde van de plas op de post infiltratie nader onderzocht moeten worden.

##### *Kwel/neerslagaanvulling*

Uit de waterbalans komt naar voren dat de kwel die de oorsprong heeft van de rug van Eelde-Paterswolde een beperkt aandeel in de totale voeding van de plas heeft. Het grootste deel is afkomstig van de neerslagaanvulling.

Suggestie: Gezien de te verwachten goede kwaliteit van deze kwel en de mogelijk daarmee te ontwikkelen natuurwaarden zou een uitsplitsing van waterkwaliteiten binnen de plas overwogen kunnen worden. Het grondwater vanaf de zandrug, zal de plas aan de westzijde voeden. Eventueel kan een compartimentering met diverse waterkwaliteiten nagestreefd worden.



## BIJLAGE 6

## Nutriëntenonderzoek

In deze bijlage staan de uitkomsten van het nutriëntenonderzoek beschreven. Er is een waterbalans en een nutriëntenbalans. Voor het nutriëntenonderzoek zijn experimenten uitgevoerd om te kwantificeren hoeveel nutriënten er vrij komen bij de opwerveling van het slib. De experimenten staan in bijlage 8 beschreven. De uitkomsten van de experimenten zijn gebruikt voor het opstellen van de nutriëntenbalans. De berekeningen en aannames voor het opstellen van de balans zijn te vinden in bijlage 7. De uitkomsten staan hieronder beschreven.

**Waterbalans**

Voor het opstellen van een nutriëntenbalans is het noodzakelijk om eerst een waterbalans op te stellen omdat een groot deel van de nutriënten aan- en afgevoerd wordt via waterstromen. De waterbalans staat in tabel 1samengevat (zie bijlage 5 voor verdere onderbouwing):

Jaarrond:**Tabel 2**

De waterbalans van het Friese Veen. Boven staat de balans voor een heel jaar, en onder staat de balans voor het zomerhalfjaar (1 april t/m 31 september)

	Term	Scenario A c = 500 dagen		Scenario B c= 1250 dagen	
		mm	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup>
Aanvoer	P	800	560.000	800	560.000
	q(kwel)	18,5	25.550	18,5	25.550
	q(aan)		231.730		182.700
Afvoer	ET	- 554	-387.800	- 554	-387.800
	q(infiltratie)	- 580	-162.400	- 230	-96.600
	q(meer)	- 189	-9.450	- 71	-7.100
	q(polder)	-92	-25.760	-34	-9.600
	q(af)		-231.870		-267.150

Zomerhalfjaar (1 april t/m 31 september):

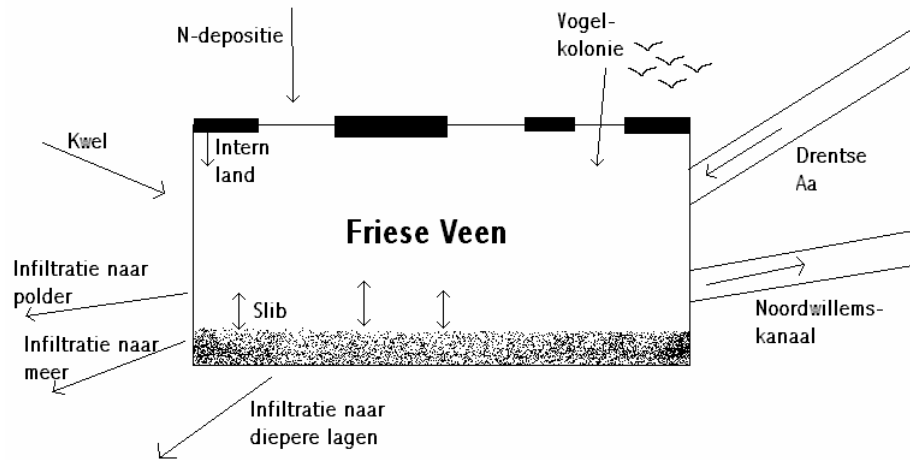
	Term	Scenario A c = 500 dagen		Scenario B c= 1250 dagen	
		mm	m <sup>3</sup>	mm	m <sup>3</sup>
Aanvoer	P	300	210.000	300	210.000
	q(kwel)	9,5	13.300	9,5	13.300
	q(aan)		231.7330		182.700
Afvoer	ET	-500	-350.000	-500	-350.000
	q(infiltratie)	-350	-97.400	-138	-58.000
	q(meer)	-119	-5.950	-44	-4.400
	q(polder)	-46	-12.880	-17	-4.800
	q(af)		0		0
Berging	verandering	16	11.200	16	11.200

### Nutriëntenbalans

Aan de hand van de waterbalans kan het debiet van de verschillende stromen berekend worden. Door dit te combineren met de concentratie van bepaalde stoffen in het water is het mogelijk de vracht te berekenen. Een schematische weergave van de aan- en afvoerposten in het Friese Veen is te vinden in afbeelding 1.

#### Afbeelding 1

Schematische weergave van de aan- en afvoerposten op de nutriëntenbalans van het Friese Veen



De verschillende posten op de nutriëntenbalans zijn hieronder kort toegelicht. Een uitgebreidere uitleg en achtergronden bij de kwantificering van de nutriëntenbalans zijn te vinden in bijlage 7. In de nutriëntenbalans wordt onderscheid gemaakt tussen de jaarbalans en de zomerhalfjaarbalans (1 april t/m 31 september). Er wordt ingezoomd op het zomerhalfjaar aangezien dit de tijd van het jaar is waarin de problemen voorkomen met algenbloei.

- **Depositie.** Depositie is de aanvoer van stikstof via de lucht. Dit kan in de vorm van droge depositie (stofdeeltjes) en via natte depositie (via neerslag).
- **Aanvoer vanaf het (interne) land.** Het land in het Friese Veen bestaat uit veen. Het veen is onderhevig aan afslag en afbraak van het veen (mineralisatie).
- **Vogelkolonie.** Vogels zijn een bron van N en P. Deze nutriënten komen in het gebied via de ontlasting van de vogels en via de eieren, veren en kadavers.
- **Aanvoer via kwel.** Een kwelstroom vanaf de zandrug Eelde-Paterswolde voert water aan met bepaalde concentraties nutriënten.
- **Aanvoer vanuit het slib.** Eutrofiëring wordt veroorzaakt door een hoge concentratie nutriënten in het water. Echter, niet alleen nutriënten in de waterfase zijn van belang voor de voedselrijkdom van een meer, ook het slib kan een belangrijke rol spelen. Het slib ligt op de bodem van het meer en bevat grote hoeveelheden nutriënten. Deze nutriënten kunnen op verschillende manieren in de waterfase terecht komen; via fysisch chemische processen en via biologische activiteit.
- **Berging in het Friese Veen.** Het water in het Friese Veen heeft een bepaalde concentratie nutriënten en herbergt daarmee een hoeveelheid nutriënten in het systeem.
- **Aanvoer water Drentse Aa.** Per jaar wordt er een aanzienlijke hoeveelheid water ingelaten vanuit de Drentse Aa<sup>6</sup>. De precieze hoeveelheid is afhankelijk van het gekozen

<sup>6</sup> Uitgangspunt van dit rapport is dat de afsluiting van het Friese Veen van het Noord Willemskanaal met behulp van het aanwezige kunstwerk hoe dan ook gerealiseerd wordt. Deze bijlage beschrijft de nutriëntenhuishouding op basis van deze toekomstige situatie.



scenario zoals aangegeven bij de waterbalans. Met het water van de Drentse Aa worden ook nutriënten aangevoerd.

- **Afvoer naar Noord Willemskanaal.** De afvoer naar het Noord Willemskanaal, is evenals de aanvoer vanuit de Drentse Aa, afhankelijk van het gekozen scenario. Het water voert water af met concentraties nutriënten zoals deze in het Friese Veen voorkomen.
- **Afvoer naar Paterswoldse meer.** Het Paterswoldse meer ligt naast het Friese Veen en heeft een lager peil waardoor er een infiltratiestroom ontstaat van het Friese Veen naar het meer. Deze infiltratiestroom voert nutriënten af uit het Friese Veen.
- **Afvoer naar polder Camphuis.** Het peil in de polder is gelijkgetrokken met het peil in het Friese Veen. Echter, de verbinding via duikers zorgt voor een weerstand waardoor het peilverschil 0,10 meter bedraagt. Dit peilverschil veroorzaakt een kwelstroom van het Friese Veen naar de polder waarmee ook nutriënten uit het Friese Veen wegstromen.
- **Infiltratie naar diepere lagen.** Naast de infiltratiestroom naar het Paterswoldse meer en de polder is er ook een stroom die water naar diepere lagen voert.
- **Afvoer via natuurlijke (chemische) processen.** Naast de verschillende afvoerposten waarbij stikstof en fosfor uit het systeem verdwijnen via routes van het watersysteem, zijn er ook andere processen waarbij stikstof en fosfor uit het Friese Veen verdwijnen. Stikstof verdwijnt via denitrificatie en sedimentatie. Fosfor verdwijnt via sedimentatie, adsorptie en precipitatie. Deze processen samen worden ook wel retentie genoemd.

Hieronder zijn de totale balansen voor stikstof en fosfor weergegeven in twee tabellen. In tabel twee staat de stikstofbalans voor zowel het gehele jaar als voor het zomerhalfjaar (1 april t/m 31 september). De conversie naar de zomerbalans is, afhankelijk van de bron, gedaan aan de hand van de waterbalans voor het zomerhalfjaar of aan de hand van het aantal dagen in de periode. In tabel drie staan deze balansen voor fosfor. De afvoer via natuurlijke processen is als sluitpost op de balans gebruikt. In de laatste kolom van de tabel is een onzekerheidsrange gegeven. Deze range is een 'expert judgement' die aangeeft in welke orde van grootte de onzekerheid van de verschillende posten is.

#### Jaarrond:

**Tabel 2**

Stikstofbalans van het Friese Veen met de berekende vrachten voor de verschillende aan- en afvoerposten.

Aanvoer/afvoer bron		Scenario A C = 500 dagen (kg N)	Scenario B C = 1250 dagen (kg N)	Onzekerheids- range
<b>Berging</b>	Friese Veen (water)	1308	1308	1250-1350
<b>Aanvoer</b>	Depositie	788	788	750-800
	Intern land	1028	1028	300-5000
	Vogelkolonie	51	51	30-100
	Kwel	50	50	25-75
	Drentse Aa	846	667	600-900
	<b>Totaal</b>	<b>2772</b>	<b>2593</b>	
<b>Afvoer</b>	Noord Willemskanaal	654	753	600-800
	Paterswoldse meer	27	20	15-35
	Polder Camphuis	73	27	20-80
	Infiltratie (diep)	457	272	200-600
	Natuurlijke processen	1561	1521	sluitpost
	<b>Totaal</b>	<b>2772</b>	<b>2593</b>	

Zomerhalfjaar:

Aanvoer/afvoer bron		Scenario A C = 500 dagen (kg N)	Scenario B C = 1250 dagen (kg N)	Onzekerheids- range
<b>Berging</b>	Friese Veen (water)	1341	1341	1300-1400
<b>Aanvoer</b>	Depositie	296	296	270-315
	Intern land	431	431	120-3000
	Vogelkolonie	25	25	15-50
	Kwel	26	26	13-73
	Drentse Aa	846	667	600-900
	<b>Totaal</b>	<b>1624</b>	<b>1445</b>	
<b>Afvoer</b>	Noord Willemskanaal	0	0	0
	Paterswoldse meer	17	13	7-25
	Polder Camphuis	36	14	10-50
	Infiltratie (diep)	274	163	100-400
	Natuurlijke processen	1297	1255	sluitpost
	<b>Totaal</b>	<b>1624</b>	<b>1445</b>	

**Tabel 3**

Fosforbalans van het Friese Veen met de berekende vrachten voor de verschillende aan- en afvoerposten.

Jaarrond:

Aanvoer/afvoer bron		Scenario A C = 500 dagen (kg P)	Scenario B C = 1250 dagen (kg P)	Onzekerheids- range
<b>Berging</b>	Friese Veen (water)	86	86	80-95
	Slib	3900	3900	3000-5000
<b>Aanvoer</b>	Intern land	47	47	10-250
	Vogelkolonie	12,5	12,5	4-25
	Kwel	3,4	3,4	1.5-8
	Drentse Aa	46	37	30-60
	<b>Totaal</b>	<b>104,4</b>	<b>95,4</b>	
<b>Afvoer</b>	Noord Willemskanaal	44	51	40-60
	Paterswoldse meer	2	1	0.3-5
	Polder Camphuis	4,9	1,8	0.5-12
	Infiltratie (diep)	31	18	10-50
	Natuurlijke processen	22,5	23,6	sluitpost
	<b>Totaal</b>	<b>104,4</b>	<b>95,4</b>	

Zomerhalfjaar:

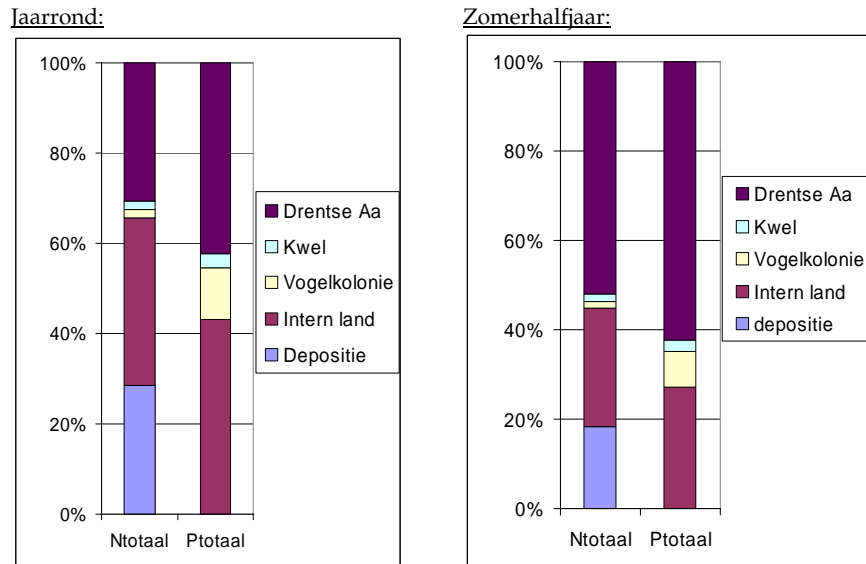
Aanvoer/afvoer bron		Scenario A C = 500 dagen (kg P)	Scenario B C = 1250 dagen (kg P)	Onzekerheids- range
<b>Berging</b>	Friese Veen (water)	90	90	85-100
	Slib	3900	3900	3000-5000
<b>Aanvoer</b>	Intern land	20	20	5-125
	Vogelkolonie	6	6	2-15
	Kwel	1,8	1,8	0.5-5
	Drentse Aa	46	37	30-60
	<b>Totaal</b>	<b>70,8</b>	<b>61,8</b>	
<b>Afvoer</b>	Noord Willemskanaal	0	0	0
	Paterswoldse meer	1,1	0,8	0.2-3
	Polder Camphuis	2,4	0,9	0.3-7
	Infiltratie (diep)	19	11	5-30
	Natuurlijke processen	48,3	49,1	sluitpost
	<b>Totaal</b>	<b>70,8</b>	<b>61,8</b>	

De natuurlijke processen waarmee stikstof en fosfor het systeem verlaten is de sluitpost op de stoffenbalans. Voor stikstof blijkt het een belangrijke post te zijn waarbij het grootste aandeel in de zomer wordt geleverd. Dit sluit aan bij de verwachting dat denitrificatie voornamelijk in de zomer zorgt voor afvoer van stikstof uit het Friese veen. Voor fosfor is de afvoer via natuurlijke processen in de zomer groter dan door het jaar heen. Dit betekent dat er in de winter fosfor vrij komt bij de processen van sedimentatie, adsorptie en precipitatie.

Berging in het Friese Veen is er in het water en in het slib. De grote hoeveelheden N en P in het slib zijn van belang in verband met nalevering. Op het moment lijkt er sprake te zijn van een netto input van nutriënten en wordt het systeem steeds verder verrijkt. Op momenten dat de omstandigheden ideaal zijn voor algengroei, komt er anorganisch P vanuit het slib in het water waardoor nutriënten niet beperkend zijn voor de algen. Opwerveling zelf is geen bron van nutriënten, zoals uit de experimenten (zie bijlage 8) is gebleken. Echter, opwerveling kan wel de evenwichtinstelling versnellen, waardoor de voorraad nutriënten in het water sneller wordt aangevuld in tijden van algenvloei en daardoor kunnen de algen nog sneller in aantal toenemen. De nutriënten die op deze manier in het water terecht komen en door de algen opgenomen worden, blijven in het systeem en komen weer in de sliblaag wanneer de algen afsterven. Het slib vormt daarmee geen aanvoerpost op de balans. Maar het speelt wel een erg grote rol binnen het systeem.

**Figuur 2**

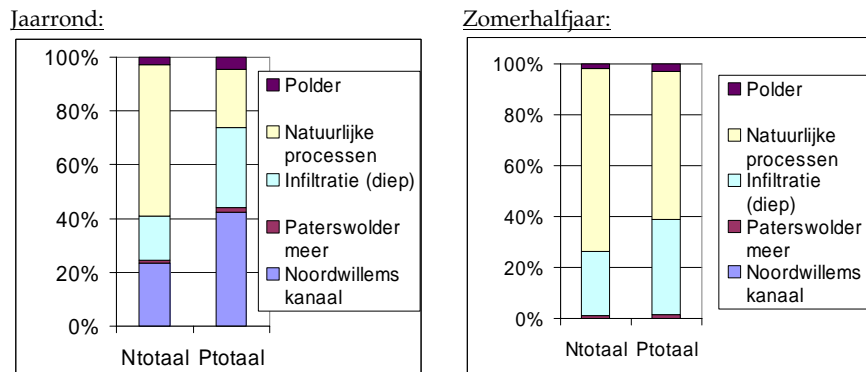
Weergave van de bijdrage van verschillende bronnen aan de totale aanvoer van stikstof en fosfaat uit het Friese Veen (uitgaande van scenario A).



In figuur 2 is de aanvoer van N en P weergegeven per bron als percentage van de totale aanvoer. Hierbij is uitgegaan van scenario A. De belangrijkste aanvoerposten van N en P zijn het water uit de Drentse Aa en het interne land (veenafbraak). De weergave van de verschillende bronnen van afvoer van nutriënten uit het Friese Veen (zie figuur 3) vertoont grote gelijkens voor stikstof en fosfaat. Een groot deel van de nutriënten verlaat het systeem via natuurlijke processen zoals denitrificatie en sedimentatie. Ook infiltratie is een belangrijke afvoerrote van de nutriënten.

**Figuur 3**

Weergave van de bijdrage van verschillende bronnen aan de totale afvoer van stikstof en fosfaat uit het Friese Veen (uitgaande van scenario A).



Een belangrijke aanname bij het opstellen van de stoffenbalans is dat het aanvoerwater ingelaten wordt uit de Drentse Aa en niet uit het Noord Willemskanaal. Het water in de Drentse Aa heeft een betere kwaliteit en het heeft dan ook een positieve uitwerking op het Friese Veen als deze maatregel wordt genomen. Daarbij is het de verwachting dat het water in de Drentse Aa de komende jaren verbeteren waardoor de nutriëntenconcentraties met circa 50% zullen verlagen ten opzichte van de huidige concentraties (Watersysteemplan Drentse Aa). Tabel 4 geeft de nutriëntenconcentraties in de verschillende soorten inlaatwater. Uit de tabel blijkt dat de toekomstige situatie van de Drentse Aa een sterke verbetering is van de huidige situatie. Wanneer men dan ook realiseert dat het inlaatwater

meer dan de helft van de zomeraanvoer van nutriënten bevat, dan betekent een halvering van deze invoer een significante verbetering van de waterkwaliteit.

**Tabel 4**

Nutriëntenconcentratie in de verschillende bronnen van inlaatwater voor het Friese Veen.

	N (mg/l)	P (mg/l)
Noord Willemskanaal	5,9	0,51
Drentse Aa – huidige situatie	3,65	0,20
Drentse Aa – toekomstige situatie	1,8	0,09
Streefwaarde Drentse Aa	< 2,2	0,08-0,10

### Conclusies

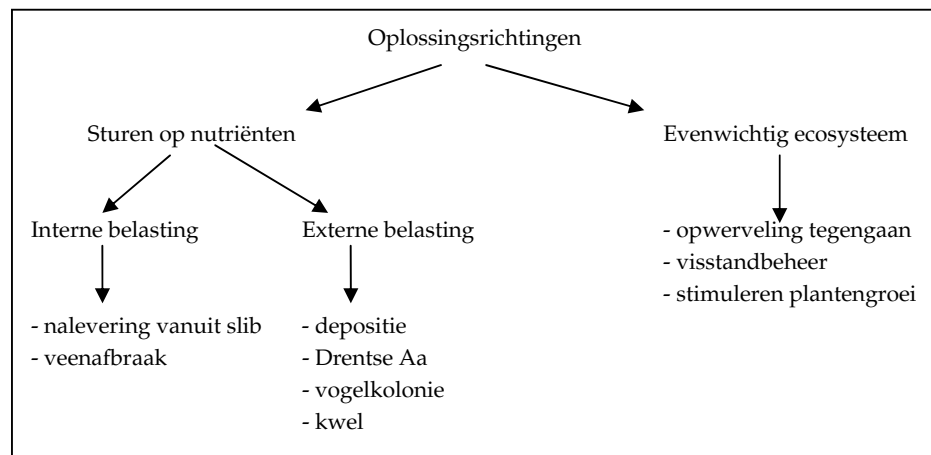
Belangrijke bronnen voor N en P zijn de afbraak van veen en de aanvoer met het water vanuit de Drentse Aa. Daarnaast zit er een grote hoeveelheid P in het slib opgeslagen wat door algen opgenomen kan worden en daardoor naar de waterkolom gevoerd kan worden. Uit de nutriëntenbalans blijkt dat er jaarlijks nutriënten accumuleren in het Friese Veen; de nutriëntenvoorraad in het gebied neemt dus alsmaar toe. Er moet wel gezegd worden dat er grote onzekerheden in de balans zitten. Deze worden deels veroorzaakt door onzekerheden in de waterbalans en deels door onzekerheden in het bepalen van de nutriëntenstromen. Echter, de balans is een goed uitgangspunt om te bekijken welke bronnen belangrijk zijn en in welke richting oplossingen gezocht kunnen worden. In het volgende stuk worden aanbevelingen en oplossingsrichtingen besproken.

### Aanbevelingen/oplossingsrichtingen

De problemen met de waterkwaliteit, ecologie en algenbloei worden voor een groot deel veroorzaakt door de nutriënten. Er zijn verschillende oplossingsrichtingen om de nutriëntenhuishouding te verbeteren. Daarnaast is het voor de waterkwaliteit en ecologie ook van belang dat er een evenwichtig ecosysteem ontstaat. Een schematisch overzicht van de verschillende oplossingsrichtingen is weergegeven in figuur 4. Daarna wordt een aantal van de opties toegelicht.

**Figuur 4**

Schematisch overzicht van stuurvariabelen waar de oplossingsrichtingen op aan kunnen sturen.



### Externe belasting: Drentse Aa

Uit de nutriëntenbalans blijkt dat een groot deel van de nutriënten aangevoerd wordt met het water dat vanuit de Drentse Aa in het gebied wordt ingelaten. Om deze post op de balans te verminderen, zijn er twee opties: hoeveelheid inlaatwater verminderen, of water van een betere kwaliteit inlaten. Beide opties zijn lastig uit te voeren. Er is geen alternatief

inlaatwater met schoner water voorhanden. Ook de hoeveelheid inlaatwater is niet zo gemakkelijk te beperken. De natuur in het gebied is immers natte natuur en er moet voorkomen worden dat het gebied uitdroogt. Het kan de moeite lonen om meer in detail hiernaar te kijken en te zien in hoeverre het nog mogelijk is om peilschommelingen toe te staan waarmee de inlaat van water in enige mate te beperken is. Ook opties om water langer vast te houden, kunnen onderzocht worden.

#### *Interne belasting: veenafbraak*

De afbraak van veen is een grote bron van nutriënten in het Friese Veen. De afbraak van veen wordt gestimuleerd door het afkalven van de eilandjes. Door golfslag wordt het veen afgeslagen en de afgeslagen brokken zullen sneller mineraliseren. Deze afkalving moet dus tegen gegaan worden. Hiervoor zal een vorm van schotten langs de eilandjes gezet moeten worden waardoor de golfslag minder impact heeft op de eilandjes.

#### *Interne belasting: de rol van het slib*

De rol van het slib in het Friese Veen is tweeledig. Het slib is een belangrijke bron van P voor de algen. En via de algen komt het in het watersysteem van het Friese Veen terecht. Daarnaast is het slib ook belangrijk omdat het een slechte basis is voor waterplanten. Het is lastig voor planten om in het slib te ontkiemen en te groeien omdat de bodem weinig stabiel is. Tevens zorgt het opgewervelde slib ervoor dat er in de plas weinig doorzicht is en daarmee is het lichtklimaat in de plas niet geschikt om plantengroei mogelijk te maken.

Het verwijderen van het slib uit het Friese Veen lijkt – gebaseerd op bovenstaande – een goede oplossing van het probleem. Echter, het verwijderen van het slib zal niet alleen positieve gevolgen hebben. Bij het baggeren zal het systeem aangetast worden, en een veengebied is hier erg gevoelig voor. Ook is het maar zeer de vraag hoelang het zal duren voor de effecten weer teniet gedaan zijn. Er is immers een aanzienlijke externe belasting die ervoor zal zorgen dat er weer een nutriëntenvoorraad wordt opgebouwd. Ook de afbraak van het veen zal zorgen dat er een nieuwe sliblaag wordt gevormd die rijk is aan nutriënten. Er wordt geschat dat het effect van baggeren met een aantal jaar teniet is gedaan en dat het systeem dan weer een nieuwe nutriëntenrijke sliblaag heeft. Een ander gevolg van het baggeren is dat er nutriënten vrij komen uit het slib tijdens de activiteiten van het baggeren.

#### *Sturing op het ecosysteem: compartimentering*

Het kwelwater heeft zijn oorsprong op een zandrug en heeft een goede waterkwaliteit. Het kwelwater zal dan ook een beperkt aandeel in de totale voeding van de plas hebben. De kwel komt voornamelijk aan de westkant van de plas omhoog, en het kan dan ook overwogen worden of er mogelijkheden zijn om de plas in compartimenten onder te verdelen. Hierdoor zou een deel van de plas sterker beïnvloed kunnen worden door de kwel waardoor hier een hogere kwaliteit gehaald kan worden. Overige delen van de plas zullen een lager kwaliteitsniveau halen.

Dit lijkt een lastig uitvoerbare oplossing, en vanuit het oogpunt van waterkwaliteit is er een groot risico dat een of meerdere van de compartimenten een zeer slechte kwaliteit zullen krijgen. Tevens lijkt de oorzaak van het probleem grotendeels in het slib te zitten, en daarvoor is compartimentering geen oplossing.

#### *Sturing op het ecosysteem: zuivering in Polder Camphuis*

De polder staat via duikers in verbinding met het Friese Veen en heeft een peil dat 10 cm lager ligt. Het water stroomt vanuit het Friese Veen naar de polder toe en komt daarna uit op de polders van de Drentse Aa. Er zijn door Natuurmonumenten metingen gedaan waaruit blijkt dat de concentratie N en P afneemt als het water door de polder stroomt.

Hierdoor is de gedachte opgekomen om Polder Camphuis als filter te gebruiken en het water bij de uitlaat van de polder weer terug te pompen in het Friese Veen. Gebaseerd op de huidige metingen is het niet mogelijk om te zeggen of dit een reële optie is. Er zijn slechts eenmalig metingen gedaan op 21 december. In de winter zijn planten niet actief en zal de filterende werking niet optreden. De afname van de concentraties kan dan ook niet verklaard worden doordat de polder als een helofytenfilter zou werken. De meest waarschijnlijke verklaring voor de afname van de nutriëntenconcentraties is dat er bezinking plaatsvindt. Om te bekijken of de polder ook als helofytenfilter kan fungeren waarbij de planten het water actief zuiveren, is het nodig om meer metingen te doen. Ten eerste is het belangrijk dat er meer dan één keer wordt gemeten. Tevens is het belangrijk om niet in de winter te meten, maar juist in het zomerhalfjaar wanneer het systeem actief is. Wanneer men vanaf april maandelijks meet tijdens het zomerhalfjaar, zal dit een beeld geven van de mogelijkheden voor zuivering in de polder.

Mocht het beeld dat nu uit de meting naar voren komt, bevestigd worden door de nieuwe metingen, dan is het wel van belang het volgende te realiseren. Het water in het Friese Veen bevat een hoge dosis opgewerveld slib. Dit slib zal in de polder bezinken waardoor er ophoping van slib en nutriënten in de polder plaatsvindt. Door de polder te baggeren kan het systeem wel blijven werken, en het is voor de natuurwaarde van het Friese Veen veel beter om te baggeren in de polder dan in de plas zelf. Op deze manier zal er slib en nutriënten uit de plas verwijderd worden. Dit is echter geen methode om snel een betere waterkwaliteit te bereiken, maar het kan een goede manier zijn om de waterkwaliteit op langere termijn op peil te houden wanneer er ook andere maatregelen genomen worden waarmee een eerste grote stap gezet wordt.

#### *Sturing op het ecosysteem: bodemweerstand en baggeren*

De dikte van de sliblaag heeft een gemiddelde dikte van 0,46 cm (metingen september 2007). De dikte varieert in de ruimte. In het noordelijke deel van de plas is het dikker dan in het westen. Bij het baggeren van de plas zal de weerstand verminderen waardoor de infiltratie zal toenemen en daarmee zal ook de kwelstroom aantrekken.

Door plaatselijk baggeren kan de kwelstroom gemaximaliseerd worden en de infiltratiestroom ongewijzigd blijven. Het gevolg is dat er meer doorspoeling is met 'schoon' kwelwater. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit is het een positief effect als er meer schoon kwel het gebied in komt. Ook is een grotere doorstroming positief voor de waterkwaliteit.

Om een beeld te krijgen van de risico's van het baggeren en de gevolgen, zal de bodemweerstand in kaart gebracht moeten worden. De vraag is of deze oplossing duurzaam is: ten gevolge van intern slibtransport zal het gebaggerde deel waarschijnlijk snel verontreinigd raken met een nieuwe sliblaag.

#### *Sturing op het ecosysteem: visstandbeheer*

Vissen beïnvloeden de waterkwaliteit. Het huidige visbestand wordt gedomineerd door Brasem. Deze vis veroorzaakt opwerveling doordat ze sediment omwoelt of opeet. Er zijn weinig algenetende vissen om de algengroei binnen de perken te houden. Door actief visstandbeheer kan een evenwichtiger en duurzamer visbestand gecreëerd worden. De hoeveelheid brasems moet gereduceerd worden en de hoeveelheid algenetende vissen moet worden vergroot. Als dit gebeurt, zal het visbestand een positieve uitwerking hebben op de waterkwaliteit.





## BIJLAGE 7

### Posten op de nutriëntenbalans

#### ***Nutriëntenbalans***

Aan de hand van de waterbalans kan het debiet berekend worden van de verschillende stromen. Gecombineerd met de concentraties is het mogelijk de vracht te berekenen. De verschillende posten die meegenomen zijn voor de nutriëntenbalans zijn:

- Depositie op het open water
- Aanvoer vanaf het (interne) land
- Vogelkolonie
- Aanvoer via kwel
- Aanvoer vanuit het slib
- Berging in het Friese Veen
- Aanvoer via water Drentse Aa
- Afvoer naar Noord Willemskanaal
- Afvoer naar Paterswoldse meer
- Afvoer naar polder Camphuis
- Infiltratie naar diepere lagen
- Afvoer via natuurlijke (chemische) processen

De verschillende posten op de nutriëntenbalans zullen hieronder behandeld worden voor zowel N als P. In bijlage 6 staan de balansen en in deze bijlage wordt uitleg gegeven hoe de getallen in de balansen zijn samengesteld. Onzekerheden in de balans zijn vooral belangrijk als het gaat om grote onzekerheden in belangrijke posten: aanvoer vanaf het land en vanuit de Drentse Aa, infiltratie naar diepere lagen en afvoer via natuurlijke processen.

#### ***Depositie***

De gemiddelde depositie van stikstof in de regio bedraagt 31,5 kg N/ha/jaar. Een deel hiervan komt direct op het water en vormt daarmee een aanvoer op een nutriëntenbalans. Daarnaast komt een deel van de depositie op het land binnen het gebied. Dit zal niet direct meegenomen worden in de nutriëntenbalans, maar is uiteindelijk terug te vinden doordat het via het land ook weer nutriënten afgevoerd kunnen worden naar het water. Uitgaande van 25 ha open water komt de totale aanvoer van stikstof in het meer op 787,5 kg N per jaar. Bij de nutriëntenbalans van fosfor speelt depositie geen rol.

#### ***Afvoer vanaf het (interne) land***

Het Friese Veen is een veengebied waarbij het veen zorgt voor aanvoer van nutriënten. Nutriënten komen vrij bij veenafbraak en komen ook in het water terecht. De bijdrage van de afbraak met zuurstof (aerobe afbraak) van de veenbodem is afhankelijk van het soort veen (eutroof, mesotroof of oligotroof) en van de waterstromen (kwel, wegzijging). Hendriks et al. (2002) heeft door middel van modelberekening de bijdrage van bodemmineralisatie aan de nutriëntstromen naar het oppervlaktewater berekend. In de door hem gemodelleerde percelen varieerde de bijdrage van de bodem voor N tussen 10 en 50 kg N/ha/y en voor P tussen 1 en 6 kg P/ha/jaar.

In het DOVE Veen project heeft Van beek (2007) de mineralisatie bepaald 242 kg N/ha/jaar en 11 kg P/ha/jaar. Deze getallen combineren we met de volgende aannames: 1) geen

sorptie van P in de veenbodem, 2) net als in DOVE veen geldt dat denitrificatie en depositie tegen elkaar wegvallen en 3) 25% van de gemineraliseerde nutriënten komen via stroombanen in het oppervlaktewater. Deze combinatie leidt tot mineralisatiegetallen van 60 kg N/ha/jaar en 3 kg P/ha/jaar. Deze getallen liggen in dezelfde orde van grootte als de getallen van Hendriks et al. (2002).

De veenaafbraak met zuurstof verloopt over het algemeen sneller dan veenaafbraak zonder zuurstof. Onderzoekers van de Radboud universiteit hebben ervaringen met veenrot (afbraak zonder zuurstof) in brakwatersystemen en kantrot en versnelde afbraak van onderwaterbodems in zowel zoetwater- en brakwatergebieden door de verhoogde aanvoer van sulfaat en bicarbonaat. Daarnaast is er mogelijk ook een verband met de bemestingsdruk (Lamers et al., in druk). Deze ervaringen zijn gebaseerd op lokale waarnemingen in systemen. Concrete getallen hiervan zijn niet beschikbaar. Voorlopig nemen we aan dat de bijdrage van deze bronnen verwaarloosbaar is ten opzichte van de bijdrage van afbraak van de veenbodem met zuurstof.

Uitgaande van 17 hectare veen en mineralisatiegetallen van 60 kg N/ha/jaar en 3 kg P/ha/jaar, zal de totale bijdrage van minirealisatie in het Friese veen 1028 kg N per jaar zijn en 47 kg P.

#### *Vogelkolonie*

Vogels zijn een bron van N en P. Om een schatting te krijgen voor deze bijdrage zijn 3 verschillende methoden gebruikt: één gebaseerd op literatuur, en twee gebaseerd op modelberekeningen.

De vogelsoorten die een belangrijke bijdrage hebben, en in groten getale voorkomen, zijn aalscholvers en ganzen. Gebaseerd op gegevens van 2004 en 2005 is uitgegaan van een groep van 85 ganzen en 60 aalscholvers die in het gebied broeden. De Vries en Denneman (1985) spreken van een mestbelasting van 50 gram per vogel per dag, en een P-concentratie van 20 mg/g mest en een N concentratie van 159 mg/g mest. Hiermee komt de totale bijdrage van de aalscholvers en ganzen op 24 kg P/jaar en 180 kg N/jaar. Deze berekeningen zijn alleen gebaseerd op ontlasting en laten de bijdragen van eieren, veren en kadavers buiten beschouwing. Deze overige posten kunnen echter tot 25% van het totaal voor hun rekening nemen (e.g. Witteveen en Bos, 1980). Tevens zijn de overige vogelsoorten buiten de berekening gehouden omdat deze een relatief kleine bijdrage leveren.

Ten aanzien van de bijdrage van ontlasting moet opgemerkt worden dat een deel van de ontlasting direct in het water komt en een deel op het land terecht komt vanwaar het later (gedeeltelijk) afgespoeld kan worden. De vogels broeden op het land en in bomen en de aalscholvers foerageren boven water. Van de fosfor en stikstof dat op het land terechtkomt, zal 25% afspoelen naar het water. Het overige deel zal op het land opgenomen worden in de bodem en de vegetatie. Hiermee komt de bijdrage van de vogelkolonie aan de nutriëntenbalans uit op 7,5 kg P/jaar en 60 kg N/jaar.

Vervolgens is gekeken naar de bijdrage van de vogelkolonie met behulp van een tool die ontwikkeld is bij het NIOO. Deze tool berekent de nutriëntenaanvoer van vogels naar zoetwatersystemen. Deze tool, genaamd 'waterbirds', maakt een schatting op basis van het aantal vogels van verschillende soorten, hun verblijftijd in het gebied, hun voedselbehoefte, en de tijd van het jaar waarin ze in het gebied zijn. De tool bevat twee verschillende

modellen die de nutriëntentoevoer via vogels schat; 1 gebaseerd op voedselinname en een 2<sup>de</sup> gebaseerd op de nutriënten in de uitwerpselen.

Invoer:

60 aalscholvers	365 dagen/jaar	Gehele jaar
60 nijlganzen	75 dagen/jaar	voorjaar
11 Canadese gans	75 dagen/jaar	voorjaar
14 brandganzen	75 dagen/jaar	voorjaar

Uitvoer:

	Model 1		Model 2	
	N	P	N	P
Totaal (kg/jaar)	268	72	107	47
Toevoer water (kg/jaar)	67	18	27	12

Als bij deze methoden wordt uitgegaan van de rekenregel dat 25% van de totale toevoer in het water terecht komt, dan komen de getallen anders uit dan bij de eerdere schatting. Het is ook opvallend dat de twee verschillende modellen binnen de tool een duidelijk andere uitkomst geven. De drie methodes worden elk gezien als een plausibele methode om de bijdrage van de vogelkolonie in te schatten. De gemiddelde waarde van de drie methoden is 51 kg N per jaar en 12,5 kg P per jaar.

#### *Aanvoer via kwel*

Een kwelstroom vanaf de zandrug Eelde-Paterswolde voert water aan met onbekende concentraties. Gemiddelde waarden voor stikstof en fosfor voor het grondwater wat naar het Friese Veen stroomt, is niet bekend. Het is een lokale kwelstroom van goede kwaliteit van een nabij gelegen zandrug waar voornamelijk natuurgebieden zijn en enkele verspreide huizen. De input van nutriënten vanuit het gebied is dan ook klein. Hierop gebaseerd is de aanname gedaan dat de kwaliteit van het kwelwater gelijk is aan de MTR-waarden (2,2 mg N/l, 0,15 mg P/l). De kwelstroom bedraagt 22.550 m<sup>3</sup> per jaar en hieruit volgt dat de vrachten P en N die via het kwelwater naar het Friese Veen geschat worden op 50 kg N en 3,4 kg P zijn.

#### *Aanvoer vanuit het slib*

Niet alleen nutriënten in de waterfase zijn van belang voor de voedselrijkdom van een meer, ook het slib kan een belangrijke rol spelen. Het slib ligt op de bodem van het meer en bevat grote hoeveelheden nutriënten. Deze nutriënten kunnen op verschillende manieren in de waterfase terecht komen.

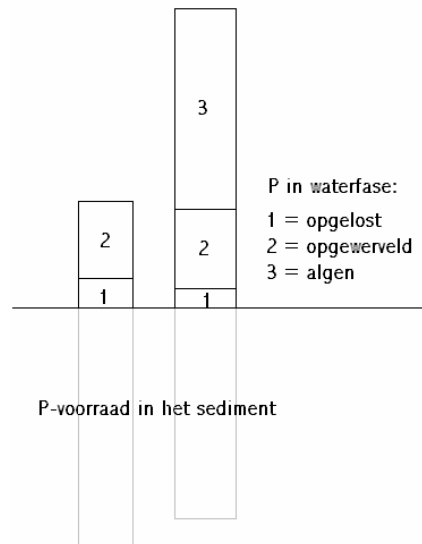
Ten eerste kan dit via fysisch chemische processen. Er zijn verschillende situaties waarin reacties plaats kunnen vinden waarbij nutriënten vrijkomen uit het slib en in oplossing gaan in het water. Hier is onderzoek naar gedaan door schudexperimenten uit te voeren. Deze experimenten en de resultaten ervan staan beschreven in bijlage 8.

Naast de fysisch chemische processen zijn er ook biologische mechanismen waarbij nutriënten beschikbaar kunnen komen in de waterfase. Planten nemen nutriënten op tijdens de groei en als planten (gedeeltelijk) afsterven komt het materiaal in het water terecht. Vissen zorgen voor opwerveling van slib en algen gebruiken ortho-fosfaat uit het water. Als

P de limiterende nutriënt is voor de algen, dan kunnen ze de hoeveelheid oplosbaar P in het water grotendeels opgebruiken. Het vrijkomen van P uit het sediment is grotendeels afhankelijk van adsorptie en desorptie mechanismen. Wanneer algen het fosfaat in het water gebruiken, wordt fosfaat uit de bodem gehaald om het evenwicht weer te herstellen. Hierdoor kunnen algen fosfaat uit de bodem halen waardoor de gemeten hoeveelheden P totaal in het water hoger komen te liggen (zie afbeelding 1).

**Figuur 1**

Algen beïnvloeden de hoeveelheid totaal P in de waterfase



Uit bovenstaande volgt dat het niet genoeg is om totaal-P in het water te meten om het risico op algenbloei door hoge nutriëntenconcentraties in te schatten. Het is van belang om ook een inschatting te maken van het fosfaat wat in het sediment zit en wat beschikbaar kan komen voor algen.

Om een schatting te kunnen maken van de bijdrage van het slib aan de nutriëntenbalans van het Friese Veen zijn er experimenten uitgevoerd. Deze staan beschreven in bijlage 8. Chemisch gezien komt er niet veel P en N vrij uit het slib, maar er zit wel een grote potentiële bron P in het slib wat gemakkelijk vrij kan komen. Uit de experimenten wordt geconcludeerd dat opwerveling geen directe invloed heeft op de nutriëntenconcentraties in het water omdat er geen nutriënten vrijkomen uit het slib tijdens de opwerveling. Het slib speelt vooral een rol doordat het een bron is voor biologische activiteit. Het heeft immers een grote hoeveelheid P en N in zich.

Biologische activiteit zorgt niet voor een toename aan nutriënten in het systeem, maar zorgt voor een nieuwe verdeling over de compartimenten. Dit vindt plaats in cycli van algen die groeien en afsterven waarbij de nutriënten weer terugkomen op de bodem van de plas. Wanneer de externe aanvoer van nutriënten afneemt, zal het sediment nog lange tijd kunnen zorgen voor de aanvoer van nutriënten. De sliblaag fungeert dan als een voorraadkast.

Om een inschatting te maken van de hoeveelheid P in de voorraad gaan we uit van een sliblaag van 15 cm wat beschikbaar kan komen via opwerveling over een oppervlakte van 25 ha. Met een soortelijk gewicht van 1,04 kg/l is dit 39.000.000 kg slib. Bij de experimenten is de hoeveelheid P in de bodem geanalyseerd. Biologisch beschikbaar P (P-Olsen) is 5,48

mg/kg slib. Daarnaast kan ook een deel van het aan aluminium en ijzer gebonden fosfor vrijkomen. In totaal is de hoeveelheid biologisch beschikbaar P en aan ijzer en aluminium gebonden P 400 mg P/kg slib. Als we veronderstellen dat een kwart hiervan ook daadwerkelijk beschikbaar kan komen, is de voorraad P in de bodem wat gebruikt kan worden door de algen 100 mg P/kg slib, ofwel 3900 kg P in het Friese Veen.

De voorraad P in het slib kan niet als aanvoerpost op de nutriëntenbalans meegenomen worden. Het is een voorraad P wat uitwisselbaar is tussen de waterfase en het sediment. De hoeveelheid P in het slib is groot genoeg als voedingsbron voor algenbloei. Er is aangenomen dat P limiterend is en daarom is de hoeveelheid N niet gekwantificeerd.

#### *Berging in het Friese Veen*

Het Friese Veen heeft een inhoud van 464.342 m<sup>3</sup> water. Met gemiddelde concentraties van 2,82 mg N/l en 0,19 mg P/l bedraagt de totale berging van stikstof en fosfor in het Friese Veen 1308 kg N en 86 kg P. In het zomerhalfjaar is de hoeveelheid water in het Friese Veen groter en daarmee ook de nutriëntenvoorraad aangezien er voor de nutriëntenbalans gebruik wordt gemaakt van een gemiddelde jaarconcentratie.

#### *Aanvoer water Drentse Aa*

Per jaar wordt er een aanzienlijke hoeveelheid water ingelaten vanuit de Drentse Aa. De precieze hoeveelheid is afhankelijk van het gekozen scenario zoals aangegeven bij de waterbalans. De twee scenario's geven een range voor de N en P aanvoer. Bij scenario A gaat men uit van 231.730 m<sup>3</sup> water per jaar. Het water in de Drentse Aa heeft een gemiddelde concentratie van 3,65 mg N/l en 0,20 mg P/l. Hieruit volgt dat de totale aanvoer vanuit de Drentse Aa naar het Friese Veen 846 kg N en 46 kg P bedraagt. Bij scenario B is de aanvoer van water vanuit de Drentse Aa lager, en wel 182.700 m<sup>3</sup> water per jaar. Hieruit volgt dat de totale aanvoer vanuit de Drentse Aa naar het Friese Veen 667 kg N en 37 kg P bedraagt.

#### *Afvoer naar Noord Willemskanaal*

De afvoer naar het Noord Willemskanaal is, evenals de aanvoer vanuit de Drentse Aa, afhankelijk van het gekozen scenario. Bij scenario A wordt 231.870 m<sup>3</sup> water afgevoerd. Het afgevoerde water heeft een gemiddelde concentratie van 2,82 mg N/l en 0,19 mg P/l. Hieruit volgt dat de totale afvoer naar het Noord Willemskanaal 654 kg N en 44 kg P bedraagt. Bij scenario B gaat het om 267.150 m<sup>3</sup> wat in totaal 753 kg N en 51 kg P afvoert.

#### *Afvoer naar Paterswoldse meer*

Het Paterswoldse meer ligt naast het Friese Veen en heeft een lager peil waardoor er een stroom ontstaat van het Friese Veen naar het meer. Afhankelijk van de doorlaatbaarheid van de bodem bedraagt deze waterstroom tussen de 7.100 en 9.450 m<sup>3</sup>. Dit resulteert in een jaarlijkse afvoer van 20,0 tot 26,6 kg stikstof en 1,3 tot 1,8 kg fosfor.

#### *Afvoer naar polder Camphuis*

De polder staat in verbinding met het Friese Veen en door de weerstand van de duikers is het peil 10 cm lager. Dit veroorzaakt een kwelstroom van het Friese Veen naar de polder. Bij scenario A bedraagt deze stroom 25.760 m<sup>3</sup> en bij scenario B bedraagt de stroom 9.600 m<sup>3</sup>. Uitgaande van de concentraties in het Friese Veen wordt hierdoor bij scenario A 73 kg N en 4,9 kg P afgevoerd en bij scenario B wordt 27 kg N en 1,8 kg P afgevoerd.

*Infiltratie naar diepere lagen*

Naast de infiltratiestroom naar het Paterswoldse meer is er ook een stroom die water naar diepere lagen voert. Deze stroom bedraagt tussen de 96.600 en 162.400 m<sup>3</sup> en voert daarmee 272,1 tot 457,4 kg N en 17,9 tot 30,8 kg P af uit het Friese Veen

*Afvoer via natuurlijke (chemische) processen*

Naast de verschillende afvoerposten waarbij stikstof en fosfor uit het systeem verdwijnen via routes van het watersysteem, zijn er ook processen waarbij stikstof en fosfor uit het Friese Veen verdwijnen. De belangrijkste processen voor stikstof zijn denitrificatie en sedimentatie. Voor fosfor zijn de belangrijkste processen sedimentatie, adsorptie en precipitatie. Deze processen vinden voornamelijk in de zomer plaats; de tijd van het jaar waarin het natuurlijke systeem het actiefst is. Voor stikstof is de denitrificatie wat ervoor zorgt dat het grootste deel van het stikstofverlies via processen in de zomer plaatsvindt. Voor fosfor zijn de getallen tegen verwachting. In de zomer wordt er meer fosfor afgevoerd dan over het gehele jaar. Dit komt doordat de natuurlijke processen twee kanten op werken en de afvoer is hier de som van de aan- en afvoer (adsorptie-desorptie, sedimentatie-resuspentie).

Deze post is gebruikt als sluitpost op de balans en heeft dan ook een grote onzekerheid. Voor het Friese Veen wordt hierdoor uitgegaan van de volgende gegevens (scenario A en B):

	Afvoer N	Afvoer P
Jaar	1561-1521 kg	22,5-23,6 kg
Zomerhalfjaar	1297-1255 kg	48,3-49,1 kg

## BIJLAGE 8

## Schudexperimenten

Schudexperimenten zijn uitgevoerd om het beschikbaar komen van nutriënten vanuit het slib in de waterkolom te kwantificeren. Het gaat hier om het naleveren van nutriënten uit opgewerveld slib in de waterkolom. De centrale onderzoeksvraag bij deze experimenten is: Neemt de hoeveelheid nutriënten in de waterkolom toe als gevolg van opwerping van slib gevolgd door bezinking? Om deze vraag te beantwoorden, zijn schudexperimenten uitgevoerd in samenwerking met het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem Wageningen UR. In deze bijlage wordt de opzet van de experimenten kort beschreven, gevolgd door de resultaten met discussie en vervolgens een conclusie.

### 1. Opzet van de experimenten

Op 4 september 2007 zijn slibmonsters en watermonsters genomen in het Friese Veen. De schudexperimenten werden in triplo uitgevoerd in 100 ml polyethyleen potjes met vier verschillende schudverhoudingen (slib/water), vier verschillende contacttijden:

- Schudverhoudingen op basis van droge stof: 0,03 g /l, 0,3 g/l, 3 g/l en 30 g/l.
- Contacttijden: 168 uur, 17 uur, 1,7 uur en 0,17 uur.

De gebruikte schudmethode was end-over-end. Na de contacttijd was de bezinktijd 2 uur. Na de bezinktijd zijn de volgende metingen gedaan:

- S (mg/l);
- N-NH<sub>4</sub> (mg/l), N-(NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>) (mg/l), N<sub>ts</sub> (mg/l), N-NO<sub>2</sub> (mg/l), N<sub>tot</sub> (mg/l);
- P-PO<sub>4</sub> (mg/l), P<sub>tot</sub> (mg/l);
- Redox en pH.

Tabel 1 geeft een overzicht van de gebruikte methoden en de aantoonbaarheidsgrenzen.

Tabel 1

Methoden waarmee de analyses zijn uitgevoerd

Bepaling	Standaard werkvoorschrift	Geaccrediteerd	Methode	Aantoonbaarheidsgrens
Vochtbeplating	E0101	ja		
Destructie slib Nt Pt	E1406	ja	Colorometrisch SFA	N 80 mmol/kg P 8 mmol/kg
S beplating	E1304		ICP AES	0.04 mg/l
NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> water	E1417	ja	Colorometrisch SFA	NH <sub>4</sub> 0.09 mg/l N (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> ) 0.03 mg/l
N <sub>ts</sub> water	E1417		Colorometrisch SFA	N <sub>ts</sub> 0.15 mg/l
P water	E1417	ja	Colorometrisch SFA	P 0.02 mg/l

Gebaseerd op de experimenten, zijn de omstandigheden gekozen die het meest aansluiten bij de praktijk (contacttijd van 1,7 uur en slibconcentratie van 0,3 g/l). Vervolgens is een tweede serie experimenten uitgevoerd waarbij de invloed van pH, licht en zwavel zijn onderzocht. Tevens zijn metingen gedaan van de P-concentratie in het slib om de P-voorraad in het slib in te kunnen schatten.

### 2. Resultaten en discussie

De resultaten van de nutriëntenmetingen worden besproken en gekoppeld aan een discussie over wat er gebeurt. De (meeste) grafieken hebben een logaritmische schaal op de x-as, omdat de concentraties slib en de tijdsduur steeds met een factor 10 toenemen. Hierdoor

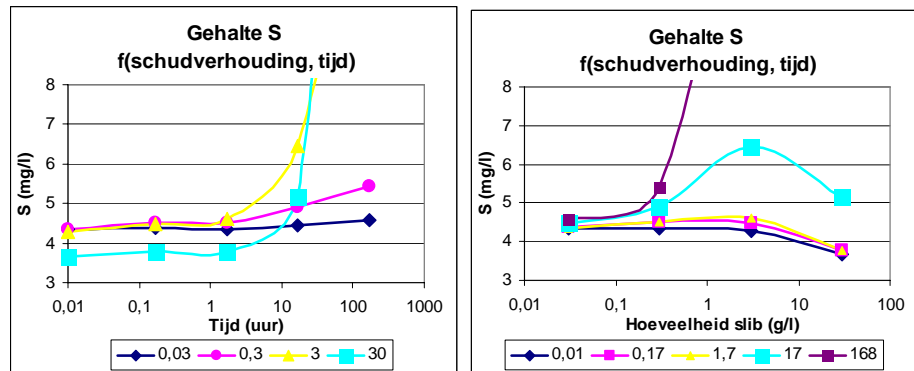
vertekent het beeld van de toename van de gemeten stof, maar zijn de veranderingen aan het begin van de reeks beter te zien.

### Zwavel

In eerste instantie gebeurt er niet veel met de concentratie zwavel in het water. Wanneer echter de concentratie slib en de contactduur toenemen, neemt de concentratie S op een gegeven moment ook enorm toe (zie figuur 3). Waarschijnlijk wordt er veel zwavel gevormd als er zuurstofloze condities ontstaan. Hierbij wordt  $\text{SO}_4^-$  als zuurstofbron gebruikt en wordt  $\text{H}_2\text{S}$  gevormd. Dit ontsnapt uit het systeem in de vorm van gas, en werd waargenomen bij de experimenten door de kenmerkende lucht van  $\text{H}_2\text{S}$ .

**Figuur 3**

De concentratie zwavel bij de schudexperimenten als functie van de tijd en de hoeveelheid slib, uitgezet als concentratie zwavel (mg/l) tegen tijd (links) en hoeveelheid slib (rechts).



### ROL VAN ZWAVEL BIJ INTERNE EUTROFIËRING

Voor de afbraak van organisch materiaal is zuurstof nodig. In situaties van zuurstofloze omstandigheden zijn er alternatieve zuurstof acceptoren die gebruikt kunnen worden voor de afbraak van organisch materiaal. Sulfaat kan in anaerobe bodems deze rol op zich nemen, en zal de afbraak versnellen. Hierbij wordt sulfide gevormd wat kan reageren met ijzer waarbij ijzersulfiden gevormd worden. De vorming van ijzersulfiden verminderd de mogelijkheden tot het binden van fosfaat aan ijzer. Hierdoor verhoogt de vorming van sulfide de concentraties fosfaat in het poriewater (Michelsen et al., 2007).

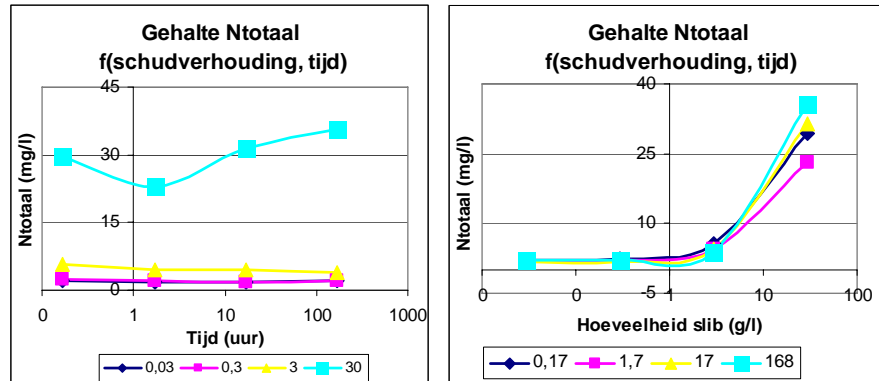
### Stikstof

Het lijkt erop dat de hoeveelheid voornamelijk bepaald wordt door het potentieel aanwezige N. De verschillende contacttijden laten geen verschil zien in de uiteindelijke concentratie N<sub>totaal</sub>. Een uitzondering hierop is de serie met een slibconcentratie van 30 g/l. Hier schommelt de concentratie tussen de 25 en 30 mg/l. Een weergave van de concentraties N<sub>totaal</sub> is te zien in figuur 4. De logaritmische schaal vertekent het beeld van de toename van N<sub>totaal</sub>. Met een reguliere schaalverdeling blijkt de concentratie N<sub>totaal</sub> lineair toe te nemen met de slibconcentratie. De bepalende factor voor de hoeveelheid N<sub>totaal</sub> is dan ook de hoeveelheid slib.



**Figuur 4**

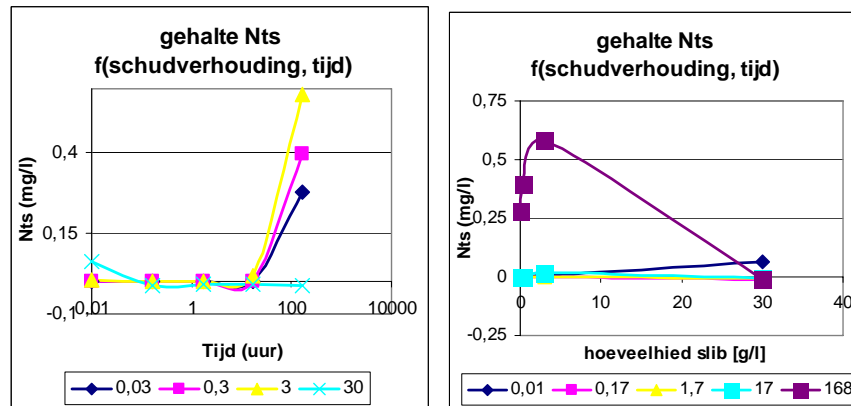
De concentratie Ntotaal bij de schudexperimenten als functie van de tijd en de hoeveelheid slib, uitgezet als concentratie Ntotaal (mg/l) tegen tijd (links) en hoeveelheid slib (rechts).



Het verschil tussen de bepaling van Ntotaal en Nts is het feit dat het monster voor de bepaling van de Nts gecentrifugeerd is. Bij lage concentraties slib neemt de hoeveelheid Nts langzaam af (zie figuur 5). De redoxverandering door toevoeging van water is het grootst bij lage concentraties slib. Deze verhoging van de redox beperkt de oplosbaarheid van stikstof.

**Figuur 5**

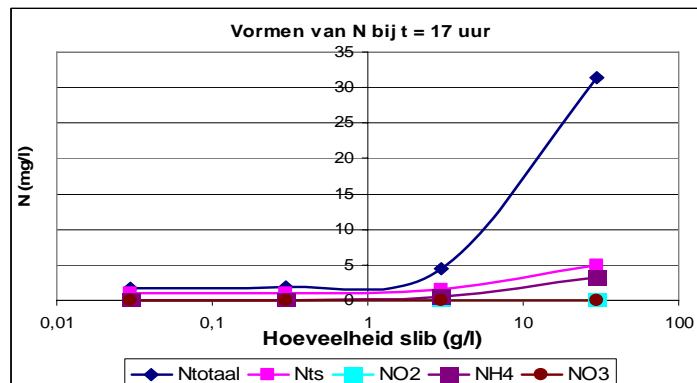
De concentratie van totaal opgelost stikstof bij de schudexperimenten als functie van de tijd en de hoeveelheid slib, uitgezet als concentratie Nts (mg/l) tegen tijd (links) en hoeveelheid slib (rechts).



De concentraties NO<sub>2</sub>- en NO<sub>3</sub>- zijn erg laag en leveren geen substantiële bijdrage aan Nts. De concentraties NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en Nts lopen parallel aan elkaar (zie figuur 6). Hieruit valt te concluderen dat de verandering van concentratie Nts grotendeels wordt bepaald door de verandering in concentratie NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Figuur 6**

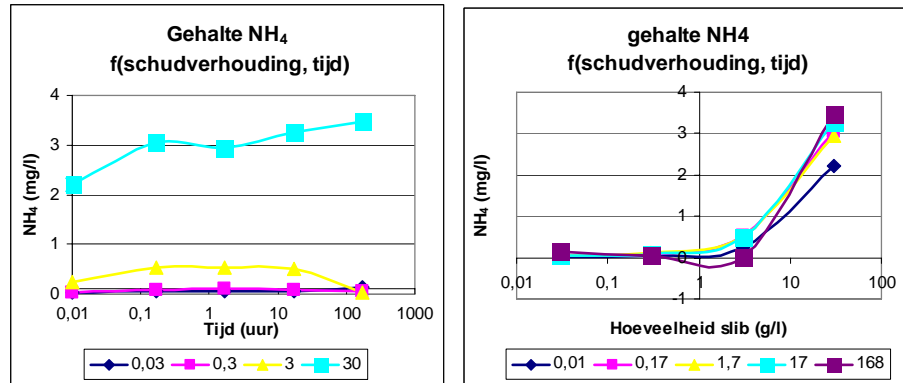
De concentratie van de verschillende vormen stikstof bij een contacttijd van 17 uur



De toename van de concentratie ammonium is nagenoeg lineair met de hoeveelheid slib (zie figuur 7). De contacttijd heeft nagenoeg geen impact wat betekent dat het ammonium wat vrij kan komen ook snel vrijkomt wanneer het opwerfelt, ongeacht de tijdsduur van de verstorning. Het  $\text{NH}_4$  is in het poriewater van het slib en het slib zelf aanwezig en door contact met het water komt het in oplossing.

**Figuur 7**

De concentratie  $\text{NH}_4$  bij de schudexperimenten als functie van de tijd en de hoeveelheid slib, uitgezet als concentratie  $\text{NH}_4^+$  (mg/l) tegen tijd (links) en hoeveelheid slib (rechts).

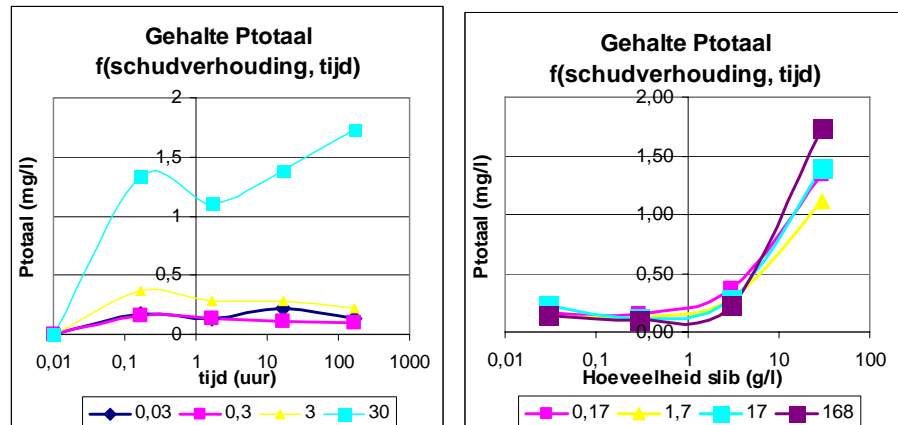


#### Fosfor

De gehalten aan Ptotaal liggen duidelijk boven die van  $\text{PO}_4^-$ , en de bijdrage van  $\text{PO}_4^-$  aan de curve van Ptotaal is dan ook minimaal. De totale hoeveelheid fosfor in het water neemt lineair toe over de tijd, waarbij wel opgemerkt moet worden dat bij de lange contacttijd ( $t=168$  uur) de concentratie meer dan lineair is toegenomen (zie figuur 8). Dit betekent dat er een proces gaande is waarbij P gevormd wordt waardoor na een lage tijd de concentratie verder toeneemt.

**Figuur 8**

De concentratie Ptotaal bij de schudexperimenten als functie van de tijd en de hoeveelheid slib, uitgezet als concentratie Ptotaal (mg/l) tegen tijd (links) en hoeveelheid slib (rechts).



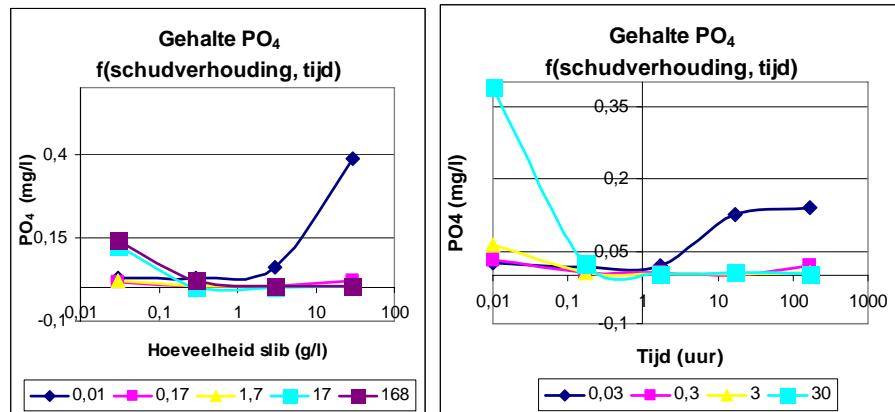
De grafiek van  $\text{PO}_4^-$  tegen slibconcentratie vertoont eerst een sterke afname (zie figuur 9). Deze kan worden verklaard door het toegenomen potentieel aan Fe(III) wat P kan adsorberen. Het tweede kenmerk van de grafiek is vervolgens een toename van de  $\text{PO}_4^-$  concentratie. Deze toename kan worden verklaard met de snelle aerobe afbraak wat alleen plaats kan vinden bij lage slibconcentraties.

De redox van het slib is lager dan van het water wat bij deze proef aan het slib is toegevoegd. Hierdoor neemt de redox toe voor de stoffen in het slib. Een hogere redox zorgt voor de omzetting van Fe(II) naar Fe(III). Fosfor kan adsorberen aan deze laatste vorm van ijzer. Vers gevormd Fe(III) adsorbeert sterk. Als er minder slib aanwezig is, is de hoeveelheid Fe(III) dat gevormd kan worden ook lager, en kan er dus ook minder adsorptie plaatsvinden.

Bij lage concentraties slib is er een hogere concentratie  $\text{PO}_4^-$  dan bij de slibconcentraties van 0,3 en 3 g/l. De hypothese is dat bij lage concentraties slib er versnelde afbraak plaatsvindt. Bij hogere concentraties slib verandert de verhouding tussen zuurstof en organische stof en is er minder potentieel voor snelle afbraak van het organische materiaal in het slib.

**Figuur 9**

De concentratie  $\text{PO}_4$  bij de schudexperimenten als functie van de tijd en de hoeveelheid slib, uitgezet als concentratie  $\text{PO}_4$  (mg/l) tegen tijd (links) en hoeveelheid slib (rechts).

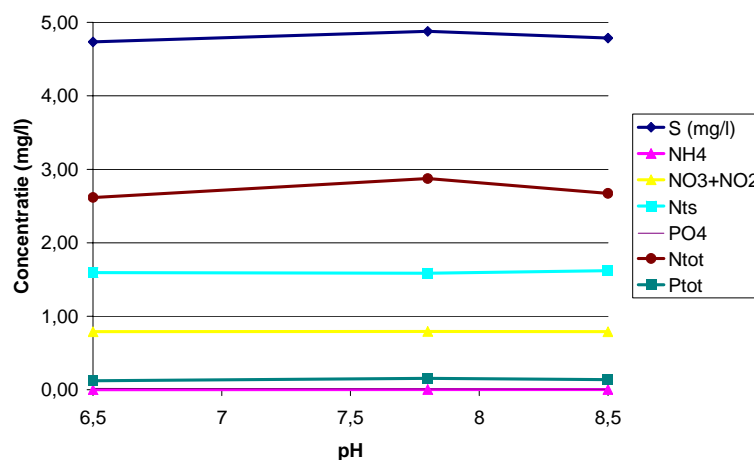


#### Invloed van pH op het vrijkomen van nutriënten

Bij een contacttijd van 1,7 uur en een slibconcentratie van 0,3 g/l zijn de schudexperimenten uitgevoerd bij een pH van 6,5 en 7,8 en 8,5. Bij deze experimenten zijn de concentraties S,  $\text{NH}_4$ , ( $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ ), Nts,  $\text{PO}_4$ , Ntotaal, en Ptotaal gemeten. Er zijn geen duidelijke verschillen in concentraties te zien bij de verschillende pH waarden (zie figuur 10). De pH lijkt dan ook geen effect te hebben op het vrijkomen van nutriënten uit het slib.

**Figuur 10**

De invloed van pH op de concentraties S, N en P na het uitvoeren van schudexperimenten met een contacttijd van 1,7 uur en een slibconcentratie van 0,3 g/l.



*Invloed van licht op het vrijkomen van nutriënten*

Het uitgangsmateriaal is enige dagen onder een lamp (HPL) belicht om algengroei op gang te brengen. Daarna is het experiment uitgevoerd. De concentraties anorganisch N en anorganisch P nemen af door biologische activiteit. Door het licht wordt de groei van algen gestimuleerd, en de algen consumeren anorganisch N en P bij hun groei.

**Tabel 2**

		S	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub>	N <sub>ts</sub>	PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	N <sub>totaal</sub>	P <sub>totaal</sub>
Overzicht van de concentraties N, P, en S bij twee verschillende lichtcondities	-	4,88	0,00	0,79	1,59	0,01	0,02	2,87	0,16
	Extra licht	4,85	0,00	0,00	0,82	0,00	0,01	2,39	0,17
	verschil	-0,02	0,00	-0,79	-0,77	-0,01	0,00	-0,48	0,01

*Betrouwbaarheid van de resultaten*

Alle proeven zijn in drievoud uitgevoerd en gemiddelde waarden zijn als resultaten gebruikt. De redoxmetingen als indicator voor gereduceerde dan wel geoxideerde omstandigheden zijn niet erg betrouwbaar. Ze dienen slechts als relatieve indicator. De metingen van de redox beïnvloeden de situatie in de flesjes waardoor eventueel ontstane gereduceerde omstandigheden al snel weer (gedeeltelijk) oxideren. Een betere indicator voor anaërobie is de lucht van rotte eieren die ontsnapte bij het openen van enkele van de flesjes. Deze lucht ontstaat door H<sub>2</sub>S gas wat gevormd wordt wanneer SO<sub>4</sub> gebruikt wordt als zuurstofbron.

De experimenten zijn uitgevoerd onder laboratoriumomstandigheden. Omstandigheden in het veld zullen hiervan afwijken. Er is geprobeerd het principe van opwerveling na te bootsen, maar in het veld zullen meer factoren een rol spelen die bij deze proef uitgesloten zijn. De resultaten kunnen dus niet zonder slag of stoot vertaald worden naar het Friese veen.

**3. Conclusie en terugkoppeling naar het Friese Veen**

De experimenten zijn uitgevoerd met verschillende concentraties slib en verschillende contacttijden. Bij het interpreteren van de resultaten is het van belang om terug te koppelen naar de condities in het Friese Veen.

De contacttijd heeft tijdens het experiment voor zuurstofloosheid gezorgd bij de meest extreme contacttijd. Dit kan ontstaan door het afgesloten milieu van het flesje waarin het experiment plaatsvindt. In werkelijkheid zal een zuurstofloze conditie niet snel ontstaan aangezien het Friese Veen een open systeem is. Dit is één van de redenen om de langste contacttijd als niet representatief te beschouwen. De contacttijd bij het experiment representeert de duur van een opwerveling. Opwerveling van slib kan veroorzaakt worden door vissen (in het Friese Veen voornamelijk de brasem) en door de wind. Aangezien het meer een beperkte diepte heeft en een groter open gebied, kan de wind vat krijgen op het slib. Deze vorm van opwerveling is afhankelijk van de windsterkte en de diepte van het water. Door de grote populatie brasem is het aannemelijk dat zij een duidelijke bijdrage zal leveren aan de opwerveling van slib, en dat de tijdsduur van het contact van het slib met het water ook meerdere uren kan zijn. De tijdsduur van opwerveling door de wind kan ook enkele uren tot meerdere dagen duren. Bij het experiment werd een bepaalde hoeveelheid slib voortdurend in opwerveling gehouden. In werkelijkheid zal dit echter niet het geval zijn, en zullen slibdeeltjes afwisselend opwervelen en weer bezinken. Het experiment zorgt

echter ook voor extreme condities doordat het een afgesloten systeem is. Om deze reden wordt 1,7 uur als het meest representatieve uitgangspunt voor het Friese Veen gekozen.

De concentraties slib die bij dit experiment gebruikt zijn lopen op tot waarden boven het verwachte niveau in het Friese Veen. Een standaardwaarde voor oppervlaktewater is 30 mg zwevend stof per liter (website HelpdeskWater). Gebaseerd op deze informatie lijkt het verstandig om uit te gaan van de gebruikte slibconcentratie van 0,3 g/l. Dit is ruim hoger dan de waarde voor standaardwater, maar het Friese Veen is dan ook een troebele plas<sup>7</sup>.

Wanneer wordt uitgegaan van de meest representatieve contacttijd van 1,7 uur gecombineerd met een slibconcentratie van 0,3 g/l voor het Friese Veen, laten de experimenten zien dat de opwerveling van slib bij de gebruikte omstandigheden een beperkte invloed hebben op de nutriëntenhuishouding in het water. Het duidt zelfs op een kleine verlaging van de stikstof en fosfaat concentratie.

De proef met licht waarbij de algengroei is gestimuleerd, geeft aan dat algen anorganisch N en P consumeren. In een afgesloten proefflesje nemen de concentraties dan af. De hypothese is dat in werkelijkheid de P-concentraties in het water mede worden bepaald door adsorptie-desorptie evenwichten van fosfor in de waterfase en P in het slib. Bij de groei van algen nemen zij anorganisch P op uit het water waarna het evenwicht van P tussen water en slib zich instelt en er P vrijkomt uit het slib. De hoeveelheid P in het slib is erg groot waardoor de verlagingen van P in het water gemakkelijk opgevangen kunnen worden.

#### **4. Aanbevelingen**

Om de redenering in de vorige paragraaf verder te kunnen testen en verifiëren, is het goed om verder onderzoek te doen naar de rol van slib bij het aanvullen van de P-concentratie in het water. Wanneer algen anorganisch P opnemen uit het water wordt dit vanuit het slib aangevuld doordat er nieuwe evenwichten worden ingesteld. Worden deze evenwichten sneller opnieuw ingesteld als er opwerveling plaatsvindt? Dit kan onderzocht worden door experimenten te doen waarbij twee variabelen zijn. Er zijn proeven waarbij algen onder ideale omstandigheden kunnen groeien (licht en warmte), en proeven waarbij algengroei niet optimaal zal zijn (donker en koud). Tevens wordt er onderscheid gemaakt tussen een situatie met opwerveling en een situatie zonder opwerveling. Door metingen te doen naar de totale hoeveelheid N en P in het water kan verder onderzocht worden hoe de P-voorraad in het water aangevuld wordt.

Algengroei hoog (warmte en licht)		Algengroei beperkt (koud en donker)	
Opwerveling	Geen opwerveling	Opwerveling	Geen opwerveling

<sup>7</sup> Doorzichtmetingen van het Waterschap laten zien dat het doorzicht varieert tussen de 30 en 50 cm, met als uitzondering een meting in januari met een doorzicht van 100 cm.



## BIJLAGE 9

## Beschikbare bodemsaneringstechnieken

**1. Algemeen**

In deze bijlage beschrijven we kort en op hoofdlijnen de verschillende technieken die beschikbaar zijn voor de sanering van de land- en waterbodem. Met behulp van de technieken worden in hoofdstuk 5 diverse saneringvarianten opgebouwd. De beschrijving van technieken voeren we uit voor de volgende onderdelen

- ontgraven;
- transport en overslag;
- bewerking;
- verwerking;
- isolatie.

De beschrijving van de verschillende technieken en de daarbij gemaakte keuzes heeft niet tot doel de aannemer bepaalde technieken dwingend voor te schrijven. Volgens de RAW-bestekmethodiek kan dit ook niet of alleen in uitzonderingsgevallen. De beschrijving geschiedt echter wel om:

1. duidelijk te maken dat bepaalde onderdelen van de sanering uitvoerbaar zijn;
2. duidelijkheid te krijgen over de vraag waar eventueel te stellen aanvullende randvoorwaarden noodzakelijk zijn;
3. een basis te creëren voor de op te stellen saneringsvarianten en kostenramingen verderop in dit onderzoek.

**2. Ontgraven**

Onder ontgraven verstaan we in dit rapport zowel het ontgraven van landbodem (inclusief stortmateriaal) als het baggeren van de waterbodem.

*Landbodem en stortmateriaal*

Gebruikelijk is te ontgraven door middel van mechanische technieken, dat wil zeggen met behulp van een kraan of grijper. Meest gebruikt wordt een zogenaamde hydraulische graafmachine, waarmee de bodem en het stortmateriaal verwijderd worden en in de transportmiddelen gedeponneerd worden.

*Waterbodem*

In principe komen verschillende baggermethoden in aanmerking, die onderverdeeld kunnen worden in twee groepen:

- Hydraulische baggermethoden (zuigers)

De waterbodem bevat aan de zuidoostzijde van de plas relatief veel afval, dat stagnatie bij de uitvoering zal veroorzaken. Verder is relevant dat bij hydraulische technieken het afval niet verwijderd wordt. Het is niet gewenst om bij de waterbodem het afval achter te laten, mede omdat dit afval de oorzaak is van de waterbodemverontreiniging. Daardoor is het inzetten van hydraulische technieken minder aantrekkelijk, maar niet uitgesloten. Door middel van een afzonderlijke opschoonslag voor het afval, zou een aannemer eventueel toch aan zijn verplichtingen kunnen voldoen.

Hydraulische baggertechnieken zijn alleen zinvol als de specie door middel van een persleiding in een baggerdepot in de directe omgeving zou kunnen worden gespoten.

- Mechanische baggermethoden (kraan en grijper)

Ten behoeve van waterbodemsanering zijn vele typen ontwikkeld, met als doel opwoeling, vertroebeling en mors zoveel mogelijk te voorkomen. In de praktijk blijkt vertroebeling en opwoeling ruimtelijk een zeer beperkt probleem en kan verdere verspreiding worden voorkomen door het toepassen van slibschermen of bellenschermen. Eventuele mors kan in een tweede baggerslag worden verwijderd. Daarom kan het aan de aannemer worden overgelaten welk type mechanische baggertechniek hij inzet. Door in het bestek maximumeisen te stellen aan overdiepte, vertroebeling en mors, kunnen problemen worden voorkomen.

Gezien de kwetsbaarheid van het gebied, kan niet vanaf de kant worden ontgraven en zal vanaf het water moeten worden<sup>8</sup>. Derhalve zal een kraan op een ponton of een kraanschip moeten worden ingezet. Er zal met relatief kleinschalig materieel moeten worden gewerkt.

### *Obstakels*

Bij het baggeren hoeft slechts in beperkte mate met obstakels rekening te worden gehouden. Er zijn slechts in beperkte mate steigers en dergelijke aanwezig. Bij de gemeente is navraag gedaan of het Friese Veen als verdacht voor NGE (Niet Gesprongen Explosieven) geldt. De gemeente heeft geen informatie die er op wijst dat het Friese Veen verdacht gebied is voor NGE.

Tevens in een melding gedaan bij het KLIC. Voor zover uit de terugmelding conclusies te trekken zijn komen er in het eigenlijke Friese Veen geen bekende kabels en leidingen voor. Op de rand van het oppervlaktewater komen kabels voor ter plaatse van enkele gemalen, waarvan bij baggerwerk waarschijnlijk geen hinder wordt ondervonden. Uiteraard blijft het noodzakelijk voor aanvang van de werkzaamheden een nieuwe melding te doen en overleg te voeren met nutsbedrijven.

### *Resumé*

Voor het baggeren komen zowel mechanische als hydraulische technieken in aanmerking. Mechanische technieken hebben het voordeel dat ook het afval verwijderd wordt en de baggerspecie niet verdund wordt. Hydraulische technieken hebben het voordeel dat ze goed aansluiten bij een hydraulische transporttechniek, een techniek waarmee in een kwetsbaar gebied soms schade voorkomen kan worden.

Voor de landbodem komen alleen mechanische technieken in aanmerking.

### **3. Transport**

Een keuze van transporttechnieken is afhankelijk van de wijze van ontgraven en van de wijze van verwerken. De volgende groepen van transporttechnieken worden onderscheiden:

- hydraulisch transport;
- transport over water;
- transport per as.

#### *Transport per as*

Transport per as gebeurt over korte afstand met behulp van dumpers en over grotere afstand met vrachtauto's. Bij het transport van baggerspecie zal de vrachtauto of dumper voorzien moeten worden van vloeistofdichte bakken.

---

<sup>8</sup> Eventueel met uitzondering van een strook aan de zuidoostzijde van het Friese Veen, als de landbodemsanering gelijktijdig met de waterbodemsanering wordt uitgevoerd.



Binnen het Friese Veen is nauwelijks transport per as mogelijk, gezien de kwetsbare begroeiing en de weinig draagkrachtige bodem. Ook de kade tussen het Friese Veen en de Polder Camphuis is te smal en te weinig draagkrachtig om transport per as mogelijk te maken. Eventueel kan bij de landbodemsanering van het stort nog wel met dumpers over het stort zelf gereden worden nadat de begroeiing verwijderd is en rijplaten zijn aangebracht.

Dit houdt in dat transport per as (met uitzondering van het stort) eerst buiten het Friese Veen zelf in aanmerking komt.

#### *Transport over water*

Bij transport over water dient onderscheid gemaakt te worden tussen transport binnen het Friese Veen en transport van het saneringsgebied naar de verwerker van de baggerspecie elders.

- Binnen het Friese Veen is alleen transport in kleine ondiepe bakken mogelijk (20 – 70 m<sup>3</sup>). Daarbij kan gevaren worden tot aan het kunstwerk in de Paterswolder Schipsloot .
- Transport per schip is in het oostelijk deel van de Paterswolder Schipsloot niet mogelijk vanwege de vele obstakels (het kunstwerk en twee dammen met duikers).
- Vanaf het Noord Willemskanaal kunnen grotere transportbakken in gezet worden.

#### *Hydraulisch transport*

Deze wijze van transport komt alleen in aanmerking voor de waterbodem en dan ook nog alleen als het afval eerst uit de baggerspecie is verwijderd. Hydraulisch transport vindt plaats per pijpleiding, waarin een mengsel van water en baggerspecie wordt getransporteerd. Doorgaans is hydraulisch transport gekoppeld aan een zuiger als baggertechniek.

Hydraulische technieken komen voornamelijk in aanmerking voor transport over relatief korte afstand (< circa 4 km). Daarbij moet deze ook nog aansluiten bij de wijze van be- en verwerken, waarbij met name het feit dat de specie verdund is met water relevant is. Groot voordeel van hydraulisch transport ten opzichte van transport per as is dat in kwetsbare gebieden schade voorkomen kan worden. Dit geldt voor schade aan de natuur (geen rijsporen), maar ook voor schade aan de bodem (verzakkingsgevoelige veenbodem). Dit voordeel wordt relevant als de primaire transportrichting oostelijk is (richting Noord Willemskanaal en op- en afritten van de A28).

#### *Overslag*

Uit het voorgaande wordt duidelijk dat hoe dan ook overslag van ontgraven materiaal van het ene transportmiddel in het andere noodzakelijk zal zijn. In en rond het Friese Veen is een visuele inventarisatie uitgevoerd van mogelijke overslaglocaties. In tabel 1 worden potentieel overslaglocaties samengevat. Opties aan de zuidkant van het Friese Veen zijn afgevallen in verband met de slechte bereikbaarheid daar ten gevolge van de smalle kades rond de Polder Camphuis.

**Tabel 1**

Potentiële overslaglocaties

locatie	code op kaart	van	naar	opmerkingen
Gemeentelijk loskade Haren	O1	per as hydraulisch	grote transportschepen	Overslag is goed mogelijk. Nadeel is dat met dumper of de pijpleiding eerst het Noord Willemskanaal overgestoken moet worden. Toestemming havenbeheerder noodzakelijk.
Weiland locatie bij uitmonding Schipsloot in N Willemskanaal	O2	per as hydraulisch	grote transportschepen	Daarvoor zal een woonschip tijdelijk verplaatst moeten worden. Voordeel is dat niet eerst het Noord Willemskanaal overgestoken hoeft te worden. Particuliere eigenaar.
Aan de Schipsloot naast de Meerweg nabij Café Friese Veen	O3	per schip klein	per as	Nadeel overlast bij café en invoegend verkeer op de Meerweg. Grond in bezit bij Natuurmonumenten.
Aan de noordwestzijde met platenbaan aansluiting op de Hoofdweg	O4	per schip klein	per as	Voorziening moet nog volledig worden gebouwd. Daarvoor plaatselijk veenbos kappen, rijplaten naar Hoofdweg aanleggen. Draagkracht van de bodem kan een probleem vormen. Invoegend transportverkeer op de Hoofdweg in Paterswolde kan overlastproblemen opleveren. Grond van particuliere eigenaar.
Aan de westzijde ter plaatse van 'het haventje' met aansluiting op de Friese Laan	O5	per schip klein	per as	Rijplaten over Friese Laan naar Hoofdweg aanleggen. Draagkracht van de bodem kan een probleem vormen. Invoegend transportverkeer op de Hoofdweg in Paterswolde kan overlastproblemen opleveren. Grond van Natuurmonumenten

**Resumé**

- Voor transport over grotere afstand (> 5 km) komen vrachtauto's in aanmerking en grotere transportschepen via het Noord Willemskanaal.
- Binnen het Friese Veen komen in eerste instantie transport met kleine bakjes en hydraulisch transport in aanmerking.

**4. Bewerking****Afscheiden afval baggerspecie**

Doorgaans dient het afval in de baggerspecie afgescheiden te worden, voordat de baggerspecie aangeleverd kan worden bij de verwerker. Hiervoor staan verschillende vormen van zeven ter beschikking.

- De minimale benodigde afscheiding wordt bereikt door de baggerspecie over een 'rooster' in de transportbakken te deponeren. De maaswijdte kan variëren, gebruikelijk is bijvoorbeeld 200mmx200mm. Deze vorm van afvalafscheiding kan direct na het baggeren plaatsvinden, als de baggerspecie met de kraan in de kleine transportbakken wordt gedeponeerd, maar kan ook plaats vinden op de overslagplaats.

- Een beter scheidingsrendement heeft een trommelzeef maar deze is duurder in gebruik. Deze kan bijvoorbeeld ingezet worden als een hoog rendement vereist is en de fysieke ruimte beperkt.
- Bij vervoer over water, waarbij de verwerker van de specie door middel van bakkenzuigers de transportbak leegt, blijft doorgaans puin achter onder in de bak. Afhankelijk van het contract met de verwerker komt dit puin terug op de locatie en zal alsnog moeten worden afgevoerd (tegen hogere storttarieven).

Theoretisch is het mogelijk het afval (in ieder geval de fractie > 200 mm x 200 mm) door middel van handpicking verder te scheiden. Dit is een arbeidsintensief proces, waarvan mogelijk de kosten niet opwegen tegen het bespaarde storttarief. De keuze kan aan de aannemer worden overgelaten.

#### *Afscheiden afval landbodem*

Het verdient aanbeveling ook het ontgraven stortmateriaal te zeven. De uitgezeefde grond kan bemonsterd worden, op basis waarvan besloten kan worden of deze als hergebruiksgrond geschikt is.

#### *Ontwateren en indikken baggerspecie*

De baggerspecie zal ontwaterd en ingedikt moeten worden, voordat deze over grote afstanden getransporteerd kan worden. Dit omdat uit de uitgevoerde onderzoeken naar voren komt dat de waterbodem veel water en erg veel organische stof bevat.

#### *Ontwateringsdepot*

Bij het ontwateren op zich al kunnen grote volume- en massareducties bereikt worden. Daarbij komt nog dat bij ontwateren in een ontwateringsdepot de organische stof na enige tijd ook zal afbreken (oxideren), waardoor nog grotere volume- en massareducties mogelijk zijn<sup>9</sup>. Omdat de verwerker doorgaans afrekent op basis van het gewicht van de aangevoerde baggerspecie kan een ontwateringsdepot kosteneffectief zijn.

De opties voor een eventueel ontwateringsdepot zijn samengevat in tabel 4.2.

Wat precies de in een depot te halen reducties zullen zijn, is moeilijk op voorhand aan te geven. Vooral nog wordt grofweg uitgegaan van 40 - 80 %. Daarbij moet bedacht worden dat de ontwatering en rijping van de baggerspecie gezien de samenstelling (humus) een langdurig proces is. Rekening moet worden gehouden met een periode van drie tot vijf jaar.

---

<sup>9</sup> Een vermindering van het percentage humus betekent echter ook dat de relatieve verontreinigingsgraad van de baggerspecie toeneemt, aangezien de klasse-indeling afhankelijk is van de percentages humus en lutum. Een keuze voor ontwatering kan dus ook een risico inhouden voor het uiteindelijke storttarief.

**Tabel 3**

Potentiële locaties voor een indrogingdepot

Locatie	code op kaart	transport vanaf Friese Veen naar depot	opmerkingen
Weilandlocatie bij Willemskanaal	D1	hydraulisch	Afvoermogelijkheden na indroging zeer goed (per schip/per as via dam naar Meerweg en vervolgens A28). Deels particulier bezit, deels van natuurorganisaties. Ruim ontvangend oppervlaktewater voorhanden (voordeel in verband met de lozingsnormen).
Weilandlocatie bij hoek Meerweg/Hoofdweg	D2	hydraulisch/per schip	Afvoermogelijkheden na indroging per as redelijk. Bij transport per schip naar depot moet veenbos gekapt worden. Voordeel is hier de zandondergrond, waardoor inklinking minimaal zal zijn.
Bestaand rioolbassin gemeente Tynaarlo	D3	hydraulisch	Locatie relatief klein bij hydraulisch transport.
Weilandlocatie Oosterland	D4	locatie eerder ook gebruikt als tijdelijk depot voor grond en bagger	Afvoermogelijkheden na indroging per as problematisch (via woonwijk). Voordeel is dat bodemstructuur hier niet meer zal worden aangetast (is al aangetast door eerder gebruik). Rekening houden met inklinking ondergrond (veenbodem).
Binnen Friese Veen zelf	D5		Bij intern hergebruik van de baggerspecie.

#### *Andere ontwaterings- en indikmethoden*

Daarnaast is het mogelijk mechanisch in te dikken door middel van zeebandpersen en dergelijke. Deze methoden zijn relatief duur en komen vooral in aanmerking als de ruimte voor een ontwateringsdepot ontbreekt. Bovendien halen ze met deze organisch-stofrijke baggerspecie niet de volumereductie die met een ontwateringsdepot mogelijk is.

Ook het gebruik van Geotubes komt in aanmerking. Geotubes zijn grote 'worsten' van waterdoorlatend Geotextiel. Hierin wordt de baggerspecie gespoten (hydraulisch) waarna het water via de poriën in het textiel naar buiten treedt. In de tube blijft de vaste stof achter. Vervolgens kan bij herbruikbare tubes, de tube leeggegraven worden, maar er zijn ook tubes die daarna permanent dienen als weg- en waterbouwkundig werk. Zo zijn onderhand oeververdedigingen en funderingen van waterkeringen met geotubes gebouwd. Het geheel aan ervaringen met geotubes overziend, kan gesteld worden dat geotubes goed functioneren bij relatief grove humusarme baggerspecie. Problemen worden met name gemeld bij humeuze baggerspecie, de tubes 'slaan dan vaak dicht'. In het Friese Veen is duidelijk sprake van zeer humeuze baggerspecie, zodat deze methodiek niet wordt aanbevolen.

#### *Resumé*

Afvalafscheiding is in ieder geval noodzakelijk. Vanwege de potentieel te behalen reducties wordt het wenselijk geacht bij dit onderzoek in ieder geval een saneringsvariant met een ontwateringsdepot te betrekken.

## 5. Verwerking

### *Externe verwerking*

Voor de verwerking van afval, baggerspecie en grond zijn diverse mogelijkheden in de regio. In bijlage 10 hebben wij de mogelijkheden geïnventariseerd en onderling vergeleken. Daartoe is het door de verwerker afgegeven verwerkingstarief eerst omgerekend naar een prijs per in situ m<sup>3</sup>. Dit bedrag is vervolgens vermeerderd met de geraamde transportkosten.

Opgemerkt wordt dat deze inventarisatie een momentopname is. De situatie op de markt voor afval, grond en baggerspecie varieert sterk in de loop der tijd. Aangezien onduidelijk is, op welk moment de sanering uitgevoerd wordt, is het noodzakelijk kort voor uitvoering een degelijke vergelijking te herhalen.

Uit de vergelijking in bijlage 10 volgt dat de volgende verwerkers prijstechnisch het meest voordelig zijn:

- voor het stortmateriaal: Ecopark De Wierde;
- voor natte baggerspecie: Afvalverwerking De Stainkoeln;
- voor ingedroogde baggerspecie: Ecopark De Wierde

Bij het opstellen van de saneringsvarianten is dan ook van deze afvoermogelijkheden uit gegaan.

### *Interne verwerking*

Daarnaast is in het kader van dit onderzoek onderzocht of interne verwerking van de baggerspecie mogelijk is. Daarbij kan gedacht worden aan het afdekken van het stort met behulp van baggerspecie en aan het maken van eilandjes in de plas ('nieuwe legakkers').

## 6. Isolatie

Een isolatievariant is voor de waterbodem niet aan de orde, maar voor de landbodem (stortplaats) wel. Aangezien de verontreiniging zich niet via het grondwater verspreid, is op dit onderdeel geen isolerende maatregelen nodig. Maatregelen nodig om verspreiding van verontreiniging naar oppervlaktewater en waterbodem tegen te gaan, zijn echter wel nodig. Verder kan afdekking van het stort gewenst zijn om ecologisch en humaan contact te vermijden en eventueel om esthetische redenen.

Een isolatievariant bestaat daarom uit twee delen:

- Het afdekken van de stortplaats met een laag grond om humaan en ecologisch contact met het stortmateriaal zoveel mogelijk te vermijden. Voor de dikte van de laag zijn geen standaardnormen, in het geval van een bestemming natuur moet maatwerk geleverd worden. Op de isolatielaag zal spontaan weer begroeiing gaan ontstaan. Als daarbij door beheersmaatregelen (kap) wordt voorkomen dat er grote bomen ontstaan, kan worden uitgegaan van een laag grond van een halve meter, anders is minimaal 1 meter noodzakelijk. Vooralsnog gaan wij in dit onderzoek uit van een laag van een halve meter. De gebruikte grond hoeft niet per se schoon te zijn, maar moet voldoen aan de hergebruiksnormen voor grond (nu nog categorie 1).
- Het afschermen van de oever met behulp van beschoeiing tegen verdere afslag. Deze voorziening kan bestaan uit een eenvoudige beschoeiing, maar kan ook uitgevoerd worden met grond om zodoende een sterke rietoever te creëren. Een rietoever heeft ecologisch gezien de voorkeur.

Voor de aanvoer en het aanbrengen van grond ten behoeve van de isolatie gelden in principe dezelfde transport- en graaftechnieken als hiervoor omschreven.

Nadat de isolatie geïnstalleerd is, zal de verontreiniging gemonitord moeten worden. De monitoring bestaat uit het periodiek nemen van grondwater- en oppervlaktewatermonsters en uit het periodiek inspecteren van de oever op eventuele afslag.

## BIJLAGE 10

## Inventarisatie en afweging verwerkers

**Inleiding**

Voor de verwerking van afval, baggerspecie en grond zijn diverse mogelijkheden in de regio. Daarom hebben wij de mogelijkheden geïnventariseerd en onderling vergeleken. Hieruit blijkt dat er in de nabije omgeving de volgende verwerkingsmogelijkheden zijn:

- voor het verwerken van het stortmateriaal (afval met grond): Afval verwerking De Stainkoeln in Groningen, Essent Milieu in Wijster en Ecopark De Wierde in Oude Haske.
- voor verwerking van natte klasse 4-baggerspecie: Afval verwerking De Stainkoeln in Groningen, Water & Soil in Delfzijl en Ecopark De Wierde in Oude Haske.
- voor verwerking van ingedroogde klasse 4-baggerspecie: Afval verwerking De Stainkoeln in Groningen, Water & Soil in Delfzijl en Ecopark De Wierde in Oude Haske.

Deze verwerkers zijn per telefoon en per e-mail benaderd en hun is gevraagd een indicatieve verwerkingsprijs af te geven. Van Water & Soil is bericht ontvangen dat zij geen indicatie zullen afgeven. Van de overige verwerkers is een prijsindicatie ontvangen.

Bij de aanvraag is aangegeven dat er grond aanwezig is tussen het afval. Daarbij hebben we ook vermeld dat het voor de verwerker mogelijk interessant is deze grond af te zeven. De verwerkers hebben met deze mogelijk rekening gehouden bij hun prijsindicatie.

**Vergelijking**

Op de volgende pagina worden de verwerkers onderling vergeleken op de totale verwachte kosten voor transport naar en verwerking bij de betreffende verwerker. Daartoe is het afgegeven verwerkingstarief eerst omgerekend naar een prijs per in situ m<sup>3</sup>. Dit bedrag is vervolgens vermeerderd met de geraamde transportkosten. Uit de vergelijking volgt dat de volgende verwerkers prijstechnisch het meest voordelig zijn:

- voor het stortmateriaal: Ecopark De Wierde;
- voor natte baggerspecie: Afvalverwerking De Stainkoeln;
- voor ingedroogde baggerspecie: Ecopark De Wierde





## ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen

### Kostenindicatie saneringsonderzoek

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
Projectnummer: x.110315.000195.001

#### Bepaling meest voordelige verwerking vrijkomend materiaal

#### Deel 1: Inhoud voormalige stort (stortmateriaal)

Uitgangspunten:  
Soortelijk gewicht is 1400 kg/m3

<b>Naam verwerkers</b>	<b>Ecopark de Wierde</b>	<b>Essent Milieu</b>	<b>Stainkoeln</b>
Plaats verwerkingsinrichting	Oude Haske	Wijster	Groningen
Afstand (km)	65	50	12
Transportkosten (€ / m3)	11,00	10,00	5,00
Afgegeven verwerkingstarief excl BOM (€ /ton)	26,00	75,00	37,50
BOM (€ /ton)	14,56	14,56	14,56
Verwerkingstarief (€ /ton)	40,56	89,56	52,06
Omgerekend naar in situ m3	56,78	125,38	72,88
<b>kosten verwerking en transport (€/m3)</b>	<b>67,78</b>	<b>135,38</b>	<b>77,88</b>

#### Deel 2: Natte baggerspecie

Uitgangspunten:  
Soortelijk gewicht is 1100 kg/m3

<b>Naam verwerkers</b>	<b>Ecopark de Wierde</b>	<b>Stainkoeln</b>
Plaats verwerkingsinrichting	Oude Haske	Groningen
Afstand (km)	65	12
Transportkosten (€ / m3)	14,50	6,50
Afgegeven verwerkingstarief (€ /ton)	25,00	
omgerekend (€ / in situ m3)	27,50	
Afgegeven verwerkingstarief (€ / in situ m3)		20,00
<b>kosten verwerking en transport (€/m3)</b>	<b>52,50</b>	<b>26,50</b>

#### Deel 3: Ingedroogde baggerspecie

Uitgangspunten:  
volumereductie indrogen 60%  
Soortelijk gewicht is 1400 kg/m3

<b>Naam verwerkers</b>	<b>Ecopark de Wierde</b>	<b>Stainkoeln</b>
Plaats verwerkingsinrichting	Oude Haske	Groningen
Afstand (km)	65	12
Transportkosten (€ / m3)	13,00	6,00
Afgegeven verwerkingstarief (€ /ton)	25,00	43,9
omgerekend (€ /m3 droog)	35,00	61,46
Afgegeven verwerkingstarief (€ /m3 droog)		
<b>kosten verwerking en transport droog (€/m3)</b>	<b>60,00</b>	<b>105,36</b>
<b>Omgerekend naar in situ (€/in stu m3)</b>	<b>24,00</b>	<b>42,14</b>

# BIJLAGE 11 Kostenindicatie saneringsvarianten



**ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen****Kostenindicatie saneringsonderzoek**

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
Projectnummer: x.110315.000195.001

**Variant Landbodem 1: nulvariant**

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	gekapitaliseerde kosten (€)
<b>1 Monitoring en onderhoud</b>				
1 Monitoring door middel van peilbuizen		€/jaar	5.000	100.000
2 Onderhoud meetnet		€/jaar	3.000	60.000
3 Hetstel bovenste afdekkende laag bij omgewaaide bomen		€/jaar	5.000	100.000
<b>Subtotaal</b>				<b>260.000</b>
<b>Onvoorzien</b>	15%			<b>39.000</b>
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>				<b>299.000</b>
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>	19%			<b>56.810</b>
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>				<b>360.000</b>

**Toelichting:**

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.

ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen

Kostenindicatie saneringsonderzoek

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
 Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
 Projectnummer: x.110315.000195.001

Variant Landbodem 2: verwijderen stortmateriaal

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	kosten (€)	afgeronde kosten (€)
<b>1 Voorbereiding tot en met aanbesteding</b>					
1 Voorlichting en communicatie				pm	
2 Aanvullend onderzoek				30.000	
3 Nulsituatieonderzoek baggerdepot				n.v.t.	
4 Plan van aanpak / saneringsplan				10.000	
5 Vergunningen				5.000	
6 Verzekeringen				5.000	
7 Bestek				10.000	
8 Aanbesteding				4.000	
					60.000
<b>2 Voorbereiding na aanbesteding</b>					
1 Opruimen bos	30.000	m <sup>2</sup>	1,0	30.000	
2 Platenbaan	1.500	m	25	37.500	
3 Bemaling				10.000	
4 Werkterrein, keten en milieu-unit e.d.				10.000	
5 Afzetting en verkeersmaatregelen, incl scheepvaart				5.000	
6 Aan- en afvoer materieel				10.000	
7 Informatieborden				5.000	
					110.000
<b>3 Grondwerk</b>					
1 Ontgraven stort + afdekgrond	25.000	m <sup>3</sup>	4,0	100.000	
2 Uitzeven grond uit stortmateriaal	25.000	m <sup>3</sup>	3,0	75.000	
3 Verwerken uitgezeefde grond	5.000	m <sup>3</sup>	4,0	20.000	
4 Aanvullen met grond	7.500	m <sup>3</sup>	12,0	90.000	
					290.000
<b>4 Transport en overslag</b>					
1 Transport stortmateriaal per as naar Oude Haske (65 km)	20.000	m <sup>3</sup>	11,0	220.000	
2 Transport grond naar aanvulling	7.500	m <sup>3</sup>	3,0	22.500	
					240.000
<b>5 Verwerking</b>					
1 Acceptatiekosten afval	28.000	ton	40,6	1.135.680	
					1.140.000
<b>6 Herinrichting</b>					
1 Herplanten met bosplantsoen	30.000	m <sup>2</sup>	2,0	60.000	
					60.000
<b>7 Overig</b>					
1 Directievoering				15% vd uitv.kosten	105.648
2 Milieukundige begeleiding, inclusief analyses				5% vd uitv.kosten	35.216
2 Partijkeuring uitgezeefde grond		2	st	3.000	6.000
2 Rapportage					7.500
					150.000
<b>Subtotaal</b>					2.050.000
<b>Onvoorzien</b>		40%			820.000
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>					2.870.000
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>		19%			545.300
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>					<u>3.420.000</u>

Toelichting:

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.
- De directievoering en milieukundige begeleiding zijn berekend als percentage van de uitvoeringskosten, exclusief verwerking/stortkosten

**ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen**

**Kostenindicatie saneringsonderzoek**

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
 Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
 Projectnummer: x.110315.000195.001

**Variant Landbodem 3: isolatie stort**

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	kosten (€)	afgeronde kosten (€)
<b>1 Voorbereiding tot en met aanbesteding</b>					
1 Voorlichting en communicatie				pm	
2 Aanvullend onderzoek				10.000	
3 Nulsituatieonderzoek baggerdepot				n.v.t.	
4 Plan van aanpak / saneringsplan				10.000	
5 Vergunningen				5.000	
6 Verzekeringen				5.000	
7 Bestek				10.000	
8 Aanbesteding				4.000	
					40.000
<b>2 Voorbereiding na aanbesteding</b>					
1 Opruimen bos	30.000	m <sup>2</sup>	1,0	30.000	
2 Platenbaan	1.500	m	25	37.500	
3 Werkterrein, keten en milieu-unit e.d.				10.000	
4 Afzetting en verkeersmaatregelen, incl scheepvaart				5.000	
5 Aan- en afvoer materieel				10.000	
6 Informatieborden				5.000	
					100.000
<b>3 Grondwerk</b>					
1 Uitvlakken stort	30.000	m <sup>2</sup>	2,0	60.000	
2 Aanbrengen leeflaag met grond	15.000	m <sup>3</sup>	12,0	180.000	
					240.000
<b>4 Transport en overslag</b>					
1 Transport grond naar aanvulling	15.000	m <sup>3</sup>	3,0	45.000	
<b>5 Herinrichting</b>					
1 Herplanten met bosplantsoen	30.000	m <sup>2</sup>	2,0	60.000	
					60.000
<b>5 Overig</b>					
1 Directievoering			15% vd uitv.kosten	67.500	
2 Milieukundige begeleiding, inclusief analyses			5% vd uitv.kosten	22.500	
3 Rapportage				7.500	
					100.000
<b>Subtotaal</b>					590.000
<b>Onvoorzien</b>			25%		147.500
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>					737.500
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>			19%		140.125
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>					<b>880.000</b>

**Toelichting:**

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.
- De directievoering en milieukundige begeleiding zijn berekend als percentage van de uitvoeringskosten, exclusief verwerking/stortkosten

**ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen****Kostenindicatie saneringsonderzoek**

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
Projectnummer: x.110315.000195.001

**Variant Waterbodem 1: nulvariant**

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	gecapitaliseerde kosten (€)
<b>1 Monitoring en onderhoud</b>				
1 Actualisatieonderzoek eens per 20 jaar		€/keer	30.000	45.000
<b>Subtotaal</b>				45.000
<b>Onvoorzien</b>	15%			6.750
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>				51.750
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>	19%			9.833
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>				<u>60.000</u>

**Toelichting:**

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.

**ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen**

**Kostenindicatie saneringsonderzoek**

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
 Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
 Projectnummer: x.110315.000195.001

**Variant Waterbodem 2.1: hydraulisch baggeren - indrogingsdepot**

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	kosten (€)	afgeronde kosten (€)
<b>1 Voorbereiding tot en met aanbesteding</b>					
1 Voorlichting en communicatie				pm	
2 Aanvullend onderzoek				10.000	
3 Nulsituatieonderzoek baggerdepot				10.000	
4 Plan van aanpak / saneringsplan				10.000	
5 Vergunningen				15.000	
6 Verzekeringen				5.000	
7 Bestek				10.000	
8 Aanbesteding				4.000	
					60.000
<b>2 Voorbereiding na aanbesteding</b>					
1 Opruimen twee schiphuizen (asbest)				10.000	
2 Inrichten overslaglocatie	0	st	5.000	0	
3 Nul en eindsituatieonderzoeken overslag	0	st	5.000	0	
4 Werkterrein, keten en milieu-unit e.d.				10.000	
5 Slibschermen en oliebeams- en olieadsorbenten				3.000	
6 Afzetting en verkeersmaatregelen, incl scheepvaart				5.000	
7 Aan- en afvoer materieel				10.000	
8 Informatieborden				5.000	
					40.000
<b>3 Baggeren</b>					
1 Opschonen slib van afval met behulp van een kraan op een ponton	250.000	m <sup>2</sup>	1,0	250.000	
2 Baggeren slib met zuiger	100.000	in situ m <sup>3</sup>	4,0	400.000	
					650.000
<b>4 Transport en overslag</b>					
1 Transport afval (<10 km)	1.000	ton	5,0	5.000	
2 Transport per pijpleiding < 5 km en inbrengen in depot	100.000	in situ m <sup>3</sup>	3,0	300.000	
3 Transport ingedroogde specie per as naar Oude Haske (65 km)	40.000	m <sup>3</sup>	13,0	520.000	
					830.000
<b>5 Bewerking en verwerking</b>					
1 Inrichten baggerdepot	6	ha	2.500	15.000	
2 Tussentijds omzetten specie	100.000	in situ m <sup>3</sup>	1,0	100.000	
3 Opruimen baggerdepot	6	ha	1.500	9.000	
4 Acceptatiekosten baggerspecie klasse 4	56.000	ton	25,0	1.400.000	
5 Acceptatiekosten afval	1.000	ton	90,0	90.000	
					1.610.000
<b>6 Overig</b>					
1 Directievoering	15%	vd uitv.kosten		246.000	
2 Milieukundige begeleiding, inclusief analyses	5%	vd uitv.kosten		82.000	
3 Rapportage				7.500	
					340.000
<b>Subtotaal</b>					3.530.000
<b>Onvoorzien</b>	15%				529.500
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>					4.059.500
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>	19%				771.305
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>					<u>4.830.000</u>

**Toelichting:**

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.
- De directievoering en milieukundige begeleiding zijn berekend als percentage van de uitvoeringskosten, exclusief verwerking/stortkosten
- Uitgaan is van een volumereductie natte specie - ingedroogde specie van 60%



ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen

Kostenindicatie saneringsonderzoek

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
 Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
 Projectnummer: x.110315.000195.001

Variant Waterbodem 2.2: mechanisch baggeren - indrogingsdepot

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	kosten (€)	afgeronde kosten (€)
<b>1 Voorbereiding tot en met aanbesteding</b>					
1 Voorlichting en communicatie				pm	
2 Aanvullend onderzoek				10.000	
3 Nulsituatieonderzoek baggerdepot				10.000	
4 Plan van aanpak / saneringsplan				10.000	
5 Vergunningen				15.000	
6 Verzekeringen				5.000	
7 Bestek				10.000	
8 Aanbesteding				4.000	
					64.000
<b>2 Voorbereiding na aanbesteding</b>					
1 Opruimen twee schiphuizen (asbest)				10.000	
2 Inrichten overslaglocatie	1	st	5.000	5.000	
3 Nul en eindsituatieonderzoeken overslag	1	st	5.000	5.000	
4 Werkterrein, keten en milieu-unit e.d.				10.000	
5 Slibschermen en oliebeams- en olieadsorbenten				3.000	
6 Afzetting en verkeersmaatregelen, incl scheepvaart				5.000	
7 Aan- en afvoer materieel				10.000	
8 Platenbaan	1.500	m	25	37.500	
9 Informatieborden				5.000	
					150.000
<b>3 Baggeren</b>					
1 Baggeren slib met kraan op ponton	100.000	in situ m <sup>3</sup>	4,0	400.000	
					400.000
<b>4 Transport en overslag</b>					
1 Transport specie per beunbak naar overslaglocatie	100.000	in situ m <sup>3</sup>	3,0	300.000	
2 Overslag in dumpers, afscheiden afval	100.000	in situ m <sup>3</sup>	1,0	100.000	
3 Transport afval (<10 km)	1.000	ton	5,0	5.000	
4 Transport specie met dumpers naar depot <5 km)	100.000	in situ m <sup>3</sup>	3,0	300.000	
5 Overslag in depot	100.000	in situ m <sup>3</sup>	1,0	100.000	
2 Transport ingedroogde specie per as naar Oude Haske (65 km)	40.000	m <sup>3</sup>	13,0	520.000	
					1.330.000
<b>5 Bewerking en verwerking</b>					
1 Inrichten baggerdepot	6	ha	2.500	15.000	
2 Tussentijds omzetten specie	100.000	in situ m <sup>3</sup>	1,0	100.000	
3 Opruimen baggerdepot	6	ha	2.500	15.000	
4 Acceptatiekosten baggerspecie klasse 4	56.000	ton	25,00	1.400.000	
5 Acceptatiekosten afval	1.000	ton	90,0	90.000	
					1.620.000
<b>6 Overig</b>					
1 Directievoering	15%	vd uitv.kosten		301.500	
2 Milieukundige begeleiding, inclusief analyses	5%	vd uitv.kosten		100.500	
3 Rapportage				7.500	
					410.000
<b>Subtotaal</b>					3.974.000
<b>Onvoorzien</b>	15%				596.100
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>					4.570.100
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>	19%				868.319
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>					5.440.000

Toelichting:

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.
- De directievoering en milieukundige begeleiding zijn berekend als percentage van de uitvoeringskosten, exclusief verwerking/stortkosten
- Uitgaan is van een volumereductie natte specie - ingedroogde specie van 60%

**ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen**

**Kostenindicatie saneringsonderzoek**

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
 Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
 Projectnummer: x.110315.000195.001

**Variant Waterbodem 2.3: mechanisch baggeren - directe afvoer**

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	kosten (€)	afgeronde kosten (€)
<b>1 Voorbereiding tot en met aanbesteding</b>					
1 Voorlichting en communicatie				pm	
2 Aanvullend onderzoek				10.000	
3 Nulsituatieonderzoek baggerdepot				n.v.t.	
4 Plan van aanpak / saneringsplan				10.000	
5 Vergunningen				2.000	
6 Verzekeringen				5.000	
7 Bestek				10.000	
8 Aanbesteding				4.000	41.000
<b>2 Voorbereiding na aanbesteding</b>					
1 Opruimen twee schiphuizen (asbest)				10.000	
2 Inrichten overslaglocatie	0	st	5.000	0	
3 Nul en eindsituatieonderzoeken overslag	0	st	5.000	0	
4 Werkterrein, keten en milieu-unit e.d.				10.000	
5 Slibschermen en oliebeams- en olieadsorbenten				3.000	
6 Afzetting en verkeersmaatregelen, incl scheepvaart				5.000	
7 Aan- en afvoer materieel				10.000	
8 Informatieborden				5.000	80.000
<b>3 Baggeren</b>					
1 Baggeren slib met kraan op ponton	100.000	in situ m <sup>3</sup>	4,0	400.000	400.000
<b>4 Transport en overslag</b>					
1 Transport specie per beunbbak naar overslaglocatie	100.000	in situ m <sup>3</sup>	3,0	300.000	
2 Overslag in vrachtauto's, afscheiden afval	100.000	in situ m <sup>3</sup>	1,0	100.000	
3 Transport specie per vrachtauto naar Stainkoeln Groningen (12 km)	100.000	in situ m <sup>3</sup>	6,5	100.000	
4 Transport afval (<10 km)	1.000	ton	5,0	5.000	510.000
<b>5 Bewerking en verwerking</b>					
1 Acceptatiekosten baggerspecie klasse 4	100.000	in situ m <sup>3</sup>	20,0	2.000.000	
2 Acceptatiekosten afval	1.000	ton	90,0	90.000	2.090.000
<b>6 Overig</b>					
1 Directievoering	15%	vd uitv.kosten		148.500	
2 Milieukundige begeleiding, inclusief analyses	5%	vd uitv.kosten		49.500	
3 Rapportage				7.500	210.000
<b>Subtotaal</b>					3.331.000
<b>Onvoorzien</b>				15%	499.650
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>					3.830.650
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>				19%	727.824
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>					<u>4.560.000</u>

**Toelichting:**

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.
- De directievoering en milieukundige begeleiding zijn berekend als percentage van de uitvoeringskosten, exclusief verwerking/stortkosten

ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen

Kostenindicatie saneringsonderzoek

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
 Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
 Projectnummer: x.110315.000195.001

Variant Waterbodem 3: hydraulisch baggeren - hergebruik in legakkers

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	kosten (€)	afgeronde kosten (€)
<b>1 Voorbereiding tot en met aanbesteding</b>					
1 Voorlichting en communicatie				pm	
2 Aanvullend onderzoek				10.000	
3 Nulsituatieonderzoek baggerdepot				n.v.t.	
4 Plan van aanpak / saneringsplan				10.000	
5 Vergunningen				10.000	
6 Verzekeringen				5.000	
7 Bestek				10.000	
8 Aanbesteding				4.000	
					50.000
<b>2 Voorbereiding na aanbesteding</b>					
1 Opruimen twee schiphuizen (asbest)				10.000	
2 Werkterrein, keten en milieu-unit e.d.				10.000	
3 Slibschermen en oliebeams- en olieadsorbenten				3.000	
4 Afzetting en verkeersmaatregelen, incl scheepvaart				5.000	
5 Aan- en afvoer materieel				10.000	
6 Informatieborden				5.000	
					40.000
<b>3 Baggeren</b>					
1 Baggeren slib met kraan op ponton	100.000	in situ m <sup>3</sup>	4,0	400.000	
					400.000
<b>4 Transport en overslag</b>					
1 Transport afval (<10 km)	1.000	ton	5,0	5.000	
2 Transport over water en inbrengen in eilandjes	100.000	in situ m <sup>3</sup>	3,5	350.000	
					360.000
<b>5 Bewerking en verwerking in 5 legakkers</b>					
1 Leem ten behoeve van ringkades	60.000	m <sup>3</sup>	8	480.000	
2 Transport en overslag leem binnen Fr.Veen	60.000	m <sup>3</sup>	3	180.000	
3 Verwerking in ringkades	60.000	m <sup>3</sup>	2	120.000	
4 Afwerking depot met leem uit ringkades	30.000	m <sup>3</sup>	2	60.000	
5 Plaatsen onderwater paalschotbeschoeiing	2.100	m	80	168.000	
					1.010.000
<b>6 Overig</b>					
1 Directievoering	15%	vd uitv.kosten		271.500	
2 Milieukundige begeleiding, inclusief analyses	5%	vd uitv.kosten		90.500	
3 Rapportage				7.500	
					370.000
<b>Subtotaal</b>					2.230.000
<b>Onvoorzien</b>	25%				557.500
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>					2.787.500
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>	19%				529.625
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>					<u>3.320.000</u>

Toelichting:

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.
- De directievoering en milieukundige begeleiding zijn berekend als percentage van de uitvoeringskosten, exclusief verwerking/stortkosten

ARCADIS Nederland BV, divisie water, Assen

Kostenindicatie saneringsonderzoek

Prijspeil 2008

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's  
 Project: Saneringsonderzoek Friese Veen  
 Projectnummer: x.110315.000195.001

Combinatievariant

	hoeveel- heid	een- heid	richt- prijs	kosten (€)	afgeronde kosten (€)
<b>1 Voorbereiding tot en met aanbesteding</b>					
1 Voorlichting en communicatie				pm	
2 Aanvullend onderzoek				10.000	
3 Nulsituatieonderzoek baggerdepot				n.v.t.	
4 Plan van aanpak / saneringsplan				10.000	
5 Vergunningen				10.000	
6 Verzekeringen				5.000	
7 Bestek				10.000	
8 Aanbesteding				4.000	
					50.000
<b>2 Voorbereiding na aanbesteding</b>					
1 Opruimen twee schiphuizen (asbest)				10.000	
2 Werkerrein, keten en milieu-unit e.d.				10.000	
3 Slibschermen en oliebeams- en olieadsorbenten				3.000	
4 Opruimen bos	30.000	m <sup>2</sup>	1	30.000	
5 Platenbaan	1.500	m	25	37.500	
6 Afzetting en verkeersmaatregelen, incl scheepvaart				5.000	
7 Aan- en afvoer materieel				10.000	
8 Informatieborden				5.000	
					110.000
<b>3 Baggeren</b>					
1 Baggeren slib met kraan op ponton	100.000	in situ m <sup>3</sup>	4,0	400.000	
					400.000
<b>4 Transport en overslag</b>					
1 Transport afval (<10 km)	1.000	ton	5,0	5.000	
2 Transport over water en inbrengen in eilandjes en op stort	100.000	in situ m <sup>3</sup>	3,5	350.000	
					360.000
<b>5 Grondwerk stort</b>					
1 Leem ten behoeve van kade (1 km lang)	40.000	m <sup>3</sup>	5	200.000	
2 Transport en overslag leem binnen Fr.Veen	40.000	m <sup>3</sup>	3	120.000	
3 Verwerking in kade	40.000	m <sup>3</sup>	1	40.000	
4 Uitvlakken stort	30.000	m <sup>2</sup>	2,0	60.000	
5 Afwerking stort met leem uit ringkades	20.000	m <sup>3</sup>	2	40.000	
6 Plaatsen onderwater paalschotbeschoeiing	1.000	m	100	100.000	
					560.000
<b>6 Bewerking en verwerking in 3 legakkers</b>					
1 Leem ten behoeve van ringkades	30.000	m <sup>3</sup>	8	240.000	
2 Transport en overslag leem binnen Fr.Veen	30.000	m <sup>3</sup>	3	90.000	
3 Verwerking in ringkades	30.000	m <sup>3</sup>	2	60.000	
4 Afwerking depot met leem uit ringkades	15.000	m <sup>3</sup>	2	30.000	
5 Plaatsen onderwater paalschotbeschoeiing	1.500	m	80	120.000	
					540.000
<b>7 Overig</b>					
1 Directievoering				15% vd uitv.kosten	295.500
2 Milieukundige begeleiding, inclusief analyses				5% vd uitv.kosten	98.500
3 Rapportage					7.500
					400.000
<b>Subtotaal</b>					2.420.000
<b>Onvoorzien</b>		25%			605.000
<b>Totaal exclusief omzetbelasting</b>					3.025.000
<b>Omzetbelasting alle kosten exclusief verwerking</b>		19%			574.750
<b>Totaal inclusief BTW (afgerond)</b>					3.600.000

Toelichting:

- Alle bedragen zijn indicatief geraamd en vormen geen aannemersprijs voor de daadwerkelijke uitvoering
- De raming is gebaseerd op de in het rapport beschreven werkwijze.
- Aan deze kostenraming kunnen geen rechten worden ontleend.
- De directievoering en milieukundige begeleiding zijn berekend als percentage van de uitvoeringskosten, exclusief verwerking/stortkosten

## BIJLAGE 12

## Overleg over interne verwerking met aannemers

Op 20 juni 2008 zijn de ideeën voor interne verwerking voorgelegd aan een drietal aannemers. Dit ter toetsing van de mogelijkheden aan de praktijkervaring van de betreffende aannemers. Op basis van deze gesprekken worden in deze bijlage de constructiemogelijkheden voor interne verwerking van de baggerspecie op een rij gezet. Deze bijlage moet worden gezien als een gereedschapskist, waaruit bij het verder uitwerken van plannen voor interne verwerking geput kan worden.

De genoemde mogelijkheden hebben zowel betrekking op het aanleggen van eilandjes in de plas, als op het maken van een oeverbescherming langs de huidige oever met behulp van baggerspecie. Het heeft dus zowel betrekking op saneringsvariant W3 als op de in de aanbevelingen van het hoofdrapport genoemde noodzaak tot het voorkomen van verdere afslag van veen en stortmateriaal.

*De volgende drie aannemers stelden belangeloos hun tijd beschikbaar voor deze toets aan hun praktijkervaring:*

- *Bunnik BV, vertegenwoordigd door de heer F. de Groot.*
- *Knoop Baggerwerken, vertegenwoordigd door de heer J. Knoop*
- *W. Zielman bv, vertegenwoordigd door de heer H. Zielman*

*Waterschap Hunze en Aa's, Vereniging Natuurmonumenten en ARCADIS danken hen nogmaals voor de inspirerende gedachtewisseling.*

De volgende opties zijn besproken:

#### ***Kaden van leem***

Met behulp van leem worden ringkades in de plas gemaakt, en wordt een kade aangelegd min of meer parallel langs de zuidoostelijke oever van de plas. Hierna wordt de baggerspecie daar tussen gespoten. Leem is een relatief goedkoop en gebiedseigen materiaal dat constructietechnisch hiervoor geschikt is. Met behulp van leem kan de kade met een relatief steil talud gebouwd worden (1:1 tot 1:1,5). Hierbij moet zogenaamde 'vette leem' worden toegepast. Als het leem te zandig wordt, zal het onder water wegspoelen en zal de kade minder gemakkelijk kunnen worden opgebouwd. Ook klei is technisch gesproken goed te gebruiken, maar is een minder gebiedseigen materiaal. Het aanbrengen van de leem moet zeer zorgvuldig gebeuren om vertroebeling te voorkomen.

De specie wordt met een overhoogte van circa 1 meter aangebracht, om zettingen en oxidatie te compenseren en om het eilandje voldoende draagkrachtig te maken voor de latere afwerking. Ten gevolge van inklinking en oxidatie zal het niveau van de specie rond waterniveau dalen.

Gewacht wordt totdat de baggerspecie voldoende is ingedikt, waarna een deel van de leem wordt gebruikt om een dunne laag schone grond over de baggerspecie te leggen. De buitenzijde van de leemkades wordt zodanig gemaakt dat daar een flauw talud met plasdras situaties aanwezig is, waarin een rietoever kan ontstaan.

Voor dergelijke eilandjes hebben wij enige volumeberekeningen als vingeroefening gedaan. Uitgaande van eilandjes van 100 bij 50 meter bij een waterdiepte van 1,5 meter en het aanbrengen van de baggerspecie in eerste instantie tot 1 meter boven waterniveau, zijn circa 8 eilandjes nodig. Ten gevolge van inklinking en oxidatie zal het niveau van de specie tot waterniveau dalen, waarna een deel van het leem als afdeklaag over de baggerspecie wordt gebracht. De oevers worden onder een flauw talud afgewerkt, zodat daar een rietoever kan ontstaan. Mogelijk zijn kunstmatige ontwateringsmiddelen noodzakelijk om het indikkings- en ontwateringsproces te versnellen. Ten behoeve van de kade is bij circa 8 eilandjes circa 60.000 m<sup>3</sup> leem noodzakelijk.

### ***Geotubes***

Geotubes zijn langgerekte 'worsten' van goed waterdoorlatend geotextiel. De baggerspecie wordt gebaggerd met behulp van een zuiger en in de geotubes gepompt.

Het water ontwijkt via de poriën van het geotextiel. Het geotextiel heeft twee functies: het fungeert als filterdoek (scheiding van water en sediment) en als steundoek (bijevoeren van de slappe specie). De ontwatering kan worden versneld door toediening van een flocculant.

Met behulp van de geotubes kunnen ringdijken worden gemaakt, waarna vervolgens baggerspecie binnen de ringdijk wordt gespoten om eilanden te maken. De tube wordt daarbij met een aantal palen op zijn plaats gehouden. Ook kan de tube parallel langs de zuidoostelijke oever worden gelegd om vervolgens tussen oever en tube een vooroever te maken.

### ***Combinatie van geotubes en leem***

Hierbij worden de beide voornoemde methodes gecombineerd: Eerst wordt met behulp van geotubes en baggerspecie een kern van de kade gemaakt. Deze wordt afgedekt met keileem en er wordt met keileem een oever onder een flauw talud gemaakt, zodat daar een rietoever kan ontstaan.

### ***Onderwaterdepot met behulp van beschoeiing***

Tot circa waterniveau wordt een beschoeiing geplaatst. Dit kan bijvoorbeeld op de volgende relatief eenvoudige manieren:

- een palenrij (aaneensluitend geplaatste houten palen);
- een paalschotbeschoeiing (een rij palen op wat grotere afstand, waarachter een houten schot geplaatst wordt)
- een paal-wiepenbeschoeiing (twee rijen palen, waartussen bundels wilgenwiepen gedrukt worden).

Omdat de beschoeiing onder water staat, kan met zacht hout gewerkt worden, wat kostenbesparingen oplevert. De ruimte achter deze beschoeiing wordt gevuld met baggerspecie die na enige tijd begroeid raakt met riet. Op deze wijze kunnen rieteilanden worden aangelegd, of rietoevers langs bestaande oevers.

Binnen deze optie zijn nog vele keuzes mogelijk:

- Bovenop de eigenlijke beschoeiing kan met behulp van wiepenbundels een tijdelijke golfbreker geplaatst worden, voor zolang het riet nog onvoldoende gegroeid is.
- Achter de beschoeiing kan een geotextiel geplaatst worden, waarvan een slab circa 1 meter over de bodem van de plas doorloopt. Deze slab wordt verzwaard met stenen of grond. Bij palenrijen en paal-wiepenconstructies is deze zeker noodzakelijk om teruglopen van de baggerspecie in de plas te voorkomen (zowel tijdens het baggerwerk, als daarna als gevolg van golfwerking).

- Het aanplanten van gebiedseigen rietstekken is aan te bevelen om een snelle groei van het riet mogelijk te maken. De stekken kunnen bijvoorbeeld in polder Camphuis gewonnen worden. Overwogen kan worden in de eerste fase ganzen van de betreffende rietaanplant te weren, omdat door de begrazing van ganzen de aanplant mogelijk niet (voldoende snel) aanslaat.
- Als bij een paal-wiepenconstructie levende wilgenwiepen gebruikt worden, zullen deze uitlopen. Daardoor ontstaat een wilgenrij langs de oever, die vervolgens bijdraagt aan de oeververdediging op lange termijn. Aanbevolen wordt de keuze af te laten hangen van overwegingen van natuurbeheer. Waar wil Natuurmonumenten riet en waar wil ze bos?
- Overwogen kan worden de beschoeiing in eerste instantie iets hoger te plaatsen dan uiteindelijk de bedoeling is. Als het riet eenmaal goed ontwikkeld is, kan de beschoeiing iets 'nagedrukt' worden tot ruim onder waterniveau. Ook deze werkwijze draagt bij aan een extra bescherming tot het moment dat het riet voldoende ontwikkeld is.

#### ***Combinatie beschoeiing en vooroever***

Om een nog natuurlijker oeverprofiel te krijgen, kan met behulp van leem of zand voor de beschoeiing nog een flauw talud aangelegd worden. Eventueel wordt daarvoor nog een extra beschoeiing in het water geplaatst, met de bovenzijde op circa een halve meter onder water. Mogelijk kan dit zand en leem uit de plas gewonnen worden.

#### ***Aanleg groter eiland***

Om te komen tot een forse volumereductie van de baggerspecie kan overwogen worden een eiland aan te leggen, dat hoger wordt afgewerkt dan waterniveau. Doordat een deel van de specie ontwatert, zal dit fors in volume slinken. De daaronder liggende specie zal door de druk van de specie er bovenop ook in volume dalen. Dit effect kan nog worden versterkt door middel van drainage.

Het eiland zou met behulp van een tijdelijke stalen damwand kunnen worden aangelegd. Daarbinnen wordt de baggerspecie gedeponerd tot een niveau van circa 2 meter boven waterniveau. Na enige jaren is het niveau gedaald en is de specie begaanbaar grondverzetmaterieel. Op dat moment wordt het depot binnen de damwand met behulp van een bemaling droog gemaakt. Dit om de specie opnieuw te kunnen profileren zodat een flauw talud ontstaat. De baggerspecie wordt vervolgens afgedekt met een laag schone grond (bijvoorbeeld leem). Het waterpeil gaat vervolgens weer omhoog, zodat op het talud een rietzone ontstaat. Als deze goed ontwikkeld is, kan de tijdelijke damwand verwijderd worden.

#### ***Aandachtspunt bij het plaatsen van palen en beschoeiing***

De plaatselijk aanwezige kleileem lagen zijn van belang in verband met het wegzijgen van water richting het Paterswoldse meer en de diepere ondergrond (zie bijlage 5). Bij het plaatsen van palen en beschoeiing moet hiermee rekening gehouden worden. Als palen geplaatst worden door middel van spuiten, raken deze leemlagen 'lek' en zal extra water wegzijgen. Dit is vanuit het oogpunt van waterkwaliteit (vasthouden schoon water) ongewenst. Daarom moeten palen en beschoeiingen 'gedrukt' worden en niet 'gespoten'.

#### ***Afweging en conclusie***

Met uitzondering van het grotere eiland, komen alle besproken opties in aanmerking voor de verdere uitwerking van saneringsvariant W3 en de maatregelen voor het voorkomen van verdere afslag van veen en stortmateriaal. Het gebruik van (stalen) damwanden boven water (die zeker enige jaren aanwezig zullen blijven) wordt als niet passend in het natuurgebied beschouwd. Bovendien wordt met deze optie een ander probleem van het Friese Veen niet opgelost, namelijk het gebrek aan natuurlijke geleidelijke

overgangsgebieden land –water. Door middel van het realiseren van de overige opties wordt op veel meer plaatsen deze gewenste oeverinrichting wel gerealiseerd.

De exacte keus voor de te realiseren constructie wordt niet zozeer ingegeven vanuit milieuhygiënische overwegingen, maar meer vanuit de visie op de inrichting en het beheer van het natuurgebied (waar is welke ontwikkeling gewenst). Deze uitwerkingskeuzes moeten daarom in een later stadium gemaakt worden. Ten behoeve van de kostenvergelijking in het saneringsonderzoek is de optie ‘kaden van leem’ financieel als voorbeeld uitgewerkt, om een vergelijking met de overige saneringsvarianten mogelijk te maken.

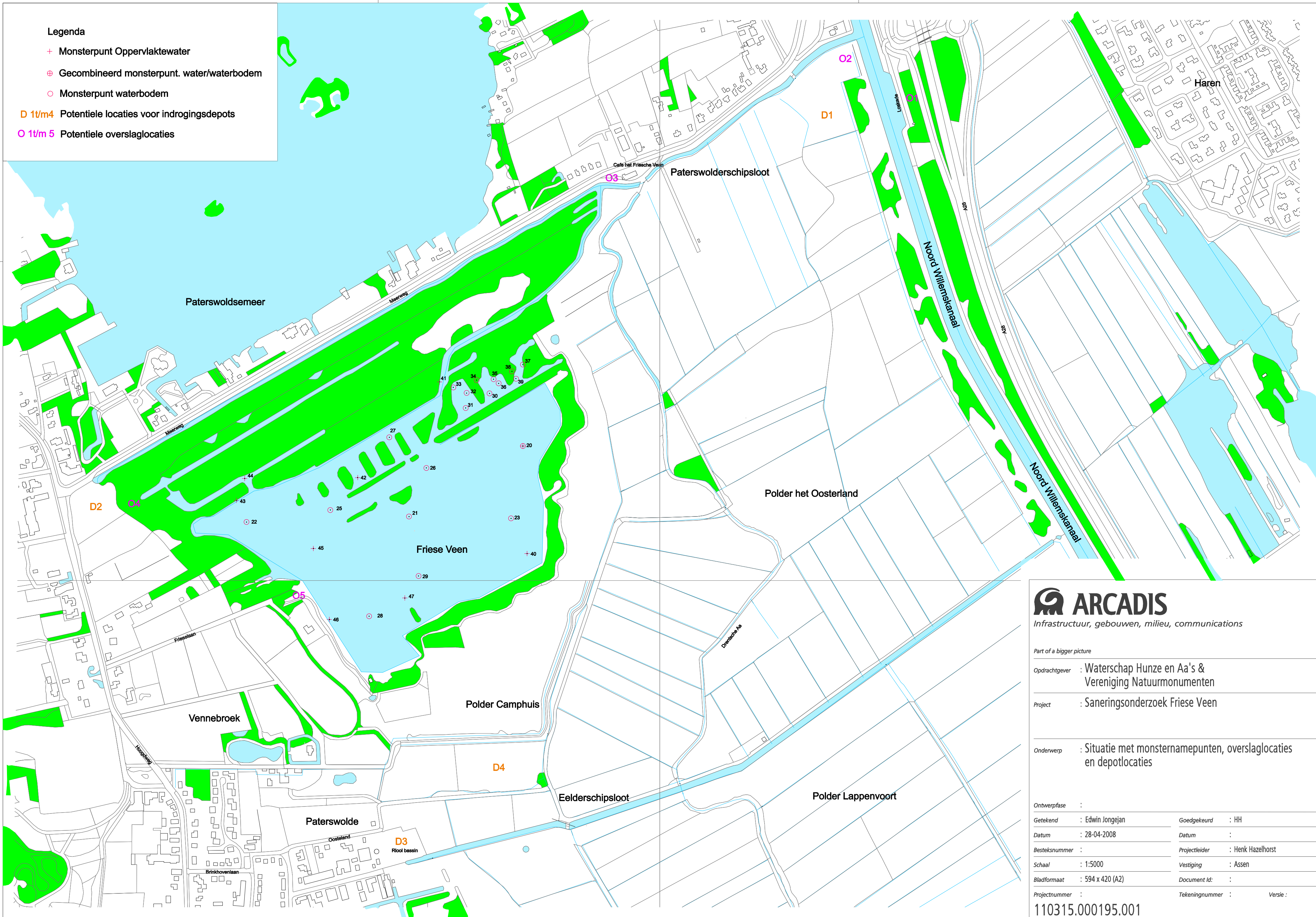


BIJLAGE **13** Tekening



**Legenda**

- + Monsterpunt Oppervlaktewater
- ⊕ Gecombineerd monsterpunt. water/waterbodem
- Monsterpunt waterbodem
- D 1t/m4 Potentiele locaties voor indrogingsdepots
- O 1t/m 5 Potentiele overslaglocaties



Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Part of a bigger picture

Opdrachtgever : Waterschap Hunze en Aa's & Vereniging Natuurmonumenten

Project : Saneringsonderzoek Friese Veen

Onderwerp : Situatie met monsternamenpunten, overslaglocaties en depotlocaties

Ontwerpfase :	Getekend : Edwin Jongejan	Goedgekeurd : HH
Datum : 28-04-2008	Datum :	Projectleider : Henk Hazelhorst
Besteksnummer :	Schaal : 1:5000	Vestiging : Assen
Bladformaat : 594 x 420 (A2)	Bladnummer :	Document Id. :
Projectnummer :	Tekeningnummer :	Versie :

110315.000195.001

COLOFON

SANERINGSONDERZOEK LAND- EN WATERBODEM FRIESE  
VEEN

**OPDRACHTGEVER:**

WATERSCHAP HUNZE EN AA'S  
VERENIGING NATUURMONUMENTEN

**STATUS:**

Vrijgegeven

**AUTEUR:**

H.J. Hazelhorst

**GECONTROLEERD DOOR:**

P.C. Slik

**VRIJGEGEVEN DOOR:**

H.J. Hazelhorst

**15 augustus 2008**

**110315/NA8/0K4/000195/001**

ARCADIS NEDERLAND BV  
Zendmastweg 19  
Postbus 63  
9400 AB Assen  
Tel 0592 392 111  
Fax 0592 353 112  
www.arcadis.nl  
Handelsregister  
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens  
uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder  
schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit  
dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar  
worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale  
reproductie of anderszins.