



NOBIS 98-1-34  
OPTIMALISERING VAN DE MONITORING  
BIJ VOORMALIGE STORTPLAATSEN

dr. ir. T.J. Heimovaara (IWACO B.V.)  
ir. M. in 't Veld (Tauw B.V.)  
ir. R. van Tiel (De Straat Milieu-adviseurs)

maart 2001

Gouda, CUR/NOBIS

### **Auteursrechten**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CUR/NOBIS.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt, "©"Optimalisering van de monitoring bij voormalige stortplaatsen", maart 2001, CUR/NOBIS, Gouda."

### **Aansprakelijkheid**

CUR/NOBIS en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en CUR/NOBIS sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens CUR/NOBIS en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

### **Copyrights**

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording and/or otherwise, without the prior written permission of CUR/NOBIS.

It is allowed, in accordance with article 15a Netherlands Copyright Act 1912, to quote data from this publication in order to be used in articles, essays and books, unless the source of the quotation, and, insofar as this has been published, the name of the author, are clearly mentioned, "©"The optimisation of the monitoring at former landfill sites", March 2001, CUR/NOBIS, Gouda, The Netherlands."

### **Liability**

CUR/NOBIS and all contributors to this publication have taken every possible care by the preparation of this publication. However, it can not be guaranteed that this publication is complete and/or free of faults. The use of this publication and data from this publication is entirely for the user's own risk and CUR/NOBIS hereby excludes any and all liability for any and all damage which may result from the use of this publication or data from this publication, except insofar as this damage is a result of intentional fault or gross negligence of CUR/NOBIS and/or the contributors.



**Titel rapport**  
Optimalisering van de monitoring bij voormalige stortplaatsen

**CUR/NOBIS rapportnummer**  
98-1-34

**Project rapportnummer**  
98-1-34

---

**Auteur(s)**  
dr. ir. T.J. Heimovaara  
ir. M. in 't Veld  
ir. R. van Tiel

**Aantal bladzijden**  
**Rapport:** 28  
**Bijlagen:** 37

---

**Uitvoerende organisatie(s) (Consortium)**

IWACO B.V. (dr. ir. T.J. Heimovaara)  
Bioclear B.V. (drs. S. Keuning)  
De Straat Milieu-adviseurs (ir. R. van Tiel)  
DHV Milieu en Infrastructuur B.V. (T. Kok)  
Grondmechanica Delft (ir. F.Th. Verhagen)  
N.V. Afvalzorg Deponie B.V. (ir. H. Scharff)  
Van Essen Instruments B.V. (ing. P. Westerhuis)  
Tauw B.V. (ir. M. in 't Veld)  
TNO MEP (M. Hoogerwerf)  
TNO NITG (ir. C.B.M. te Stroet)  
VU Amsterdam (drs. B. van Breukelen)  
Provincie Gelderland (ir. S. Seuren)  
Provincie Utrecht (ir. P.W.M. van Mullekom)  
HWZ Milieu (drs. ing. R.P.J. van der Heijden)

---

**Uitgever**  
CUR/NOBIS, Gouda

---

**Samenvatting**

Dit rapport beschrijft de aanbevelingen gedaan door een comité van deskundigen om te komen tot een optimale monitoring in het NAVOS monitoring onderzoek dat in 1998 is gestart. Het doel van dit project was bij te dragen aan een efficiënte invulling van de monitoring bij gesloten stortplaatsen.

Om het maximale uit de beoogde monitoring te halen raadt de denktank een zogeheten cyclische interpretatie van de meetgegevens aan:

1. Gegevens verzamelen op locatie niveau.
2. Indelen van de locaties in categorieën.
3. Opstellen van hypothesen per categorie.
4. Hypothesen toetsen met statistische methoden (steekproeftechniek).
5. Gegevens met behulp van de resultaten uit stap 4 locatie specifiek interpreteren.
6. Geïnterpreteerde gegevens gebruiken voor centrale NAVOS interpretatie.

Om bovenstaande cyclische interpretatie uit te voeren is het essentieel dat er een goed en geüniformeerd databeheer wordt uitgevoerd. In de rapportage wordt een voorstel voor een dergelijk databeheer uitgewerkt.

---

**Trefwoorden**

**Gecontroleerde termen:**  
grondwater, monitoring, stortplaatsen, verspreiding

**Vrije trefwoorden:**

---

**Titel project**  
Optimalisering van de monitoring bij voormalige stortplaatsen

**Projectleiding**  
IWACO B.V. (dr. ir. T.J. Heimovaara)

---

Dit rapport is verkrijgbaar bij:  
CUR/NOBIS, Postbus 420, 2800 AK Gouda

**Report title**  
The optimisation of the monitoring at former landfill sites

**CUR/NOBIS report number**  
98-1-34

**Project report number**  
98-1-34

---

**Author(s)**  
dr. ir. T.J. Heimovaara  
ir. M. in 't Veld  
ir. R. van Tiel

**Number of pages**  
**Report:** 28  
**Appendices:** 37

---

**Executive organisation(s) (Consortium)**

IWACO B.V. (dr. ir. T.J. Heimovaara)  
Bioclear B.V. (drs. S. Keuning)  
De Straat Milieu-adviseurs (ir. R. van Tiel)  
DHV Milieu en Infrastructuur B.V. (T. Kok)  
Grondmechanica Delft (ir. F.Th. Verhagen)  
N.V. Afvalzorg Deponie B.V. (ir. H. Scharff)  
Van Essen Instruments B.V. (ing. P. Westerhuis)  
Tauw B.V. (ir. M. in 't Veld)  
TNO MEP (M. Hoogerwerf)  
TNO NITG (ir. C.B.M. te Stroet)  
VU Amsterdam (drs. B. van Breukelen)  
Provincie Gelderland (ir. S. Seuren)  
Provincie Utrecht (ir. P.W.M. van Mullekom)  
HWZ Milieu (drs. ing. R.P.J. van der Heijden)

---

**Publisher**  
CUR/NOBIS, Gouda

---

**Abstract**

This report describes the recommendations made by a committee of experts in order to implement an optimal strategy in the Dutch NAVOS monitoring program that started in 1998. The goal of this project was to contribute to an efficient implementation of the monitoring at closed landfills.

In order to achieve a maximal effectiveness from the monitoring, the think-tank recommends to apply a cyclic interpretation of the acquired data:

1. Collect data on the location level.
2. Use the data to group the locations in several categories.
3. Derive hypotheses on the soil burdening and the spreading of percolation on the category-level.
4. Test hypotheses with statistical methods.
5. Use the results from the category level to improve the interpretation on a location level.
6. Use the interpreted data on a location level for the central NAVOS interpretation.

In order to be able to carry out the above recommended cyclic interpretation it is essential that a uniform approach to data management is adopted by the different parties working in the NAVOS program. This report gives a proposal for such an approach.

---

**Keywords**

**Controlled terms:**  
groundwater, landfills, monitoring, spreading

**Uncontrolled terms**

---

**Project title**

The optimisation of the monitoring at former landfill sites

**Projectmanagement**

IWACO B.V. (dr. ir. T.J. Heimovaara)

---

This report can be obtained by: CUR/NOBIS, PO Box 420, 2800 AK Gouda, The Netherlands  
Dutch Research Programme In-Situ Bioremediation (NOBIS)

## INHOUD

	SAMENVATTING	V
	SUMMARY	VI
HOOFDSTUK 1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Werkwijze	1
1.3	Leeswijzer	2
HOOFDSTUK 2	HET KADER VOOR DE MONITORING BIJ VOORMALIGE STORTPLAATSEN (HISTORISCH PERSPECTIEF)	3
2.1	De aanpak van voormalige stortplaatsen in het kader van de lbs/Wbb	3
2.2	De aanpak van voormalige stortplaatsen in het kader van NAVOS3	
2.2.1	Aanleiding project NAVOS	3
2.2.2	Plan van aanpak	3
2.2.3	Doelstelling monitoringsonderzoek	4
2.3	Relevante monitoringsrichtlijnen en –visies	5
2.3.1	Reeds bestaande richtlijnen en visies	5
2.3.2	Richtlijnen en visies ontwikkeld in het kader van NAVOS	6
2.4	Aanleiding en achtergrond van het NOBIS project 'Optimalisering van de monitoring bij voormalige stortplaatsen'	8
2.4.1	Nieuwe inzichten in de aanpak van bodemverontreiniging	8
2.4.2	Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van meten	8
2.4.3	Doelstellingen NOBIS project 'Optimalisering monitoring bij voormalige stortplaatsen'	9
HOOFDSTUK 3	INTERPRETATIE VAN DE RESULTATEN VAN DE MONITORING	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Informatie over de belasting van de bodem vanuit de stortplaats	11
3.2.1	Hoe kan het begrip 'bodembelasting' worden gekarakteriseerd	11
3.2.2	Hoe is de bodembelasting te meten?	13
3.2.3	Mogelijke uitspraken over de bodembelasting op basis van de beschikbare gegevens	14
3.2.4	Beoordeling van de bodembelasting	15
3.3	Informatie over verspreiding	16
3.3.1	Wat wordt verstaan onder verspreidingspluim?	16
3.3.2	De detectiekans van de pluim	16
3.3.3	De beoordeling van de verspreiding?	17
HOOFDSTUK 4	OPTIMALISERING VAN HET DATABEHEER TEN BEHOEVE VAN DE DATA INTERPRETATIE	19
4.1	Inleiding	19
4.2	Databeheer binnen NAVOS	19
4.2.1	Centraal landelijk databeheer	19
4.2.2	Locatie specifiek databeheer	20
4.3	Databeheer en optimalisatie van de monitoring	20
4.3.1	Het nut van de gezamenlijke interpretatie van een groot aantal stortplaatsen	20

4.3.2	Aanbeveling voor een cyclische interpretatie van de gegevens	21
4.4	Locatie specifiek databeheersysteem voor NAVOS	22
4.4.1	Algemeen beeld	22
4.4.2	Minimale gegevensinhoud Databeheersysteem NAVOS	22
HOOFDSTUK 5 SYNTHESE		24
5.1	Doelen van de monitoring-operatie	24
5.2	Onderzoeksvragen monitoringsoperatie	25
5.2.1	Omgeving beïnvloed?	25
5.2.2	Potentiële beïnvloeding?	26
5.2.3	Verspreiding urgent?	27
5.3	Conclusies en aanbevelingen	27
BIJLAGE A	1	
	samenstelling van de denktank stortplaatsen	1
BIJLAGE B	2	
	lijst van genodigden voor de afsluitende workshop gehouden op 29 juni 1999	2
BIJLAGE C	4	
	vergelijking van verschillende databeheersystemen	4
BIJLAGE D	8	
	beschrijving van de velden in milwaco	8
BIJLAGE E	14	
	monitoren met CTD-divers nabij drie stortplaatsen	14



## SAMENVATTING

### **Optimalisering van de monitoring bij voormalige stortplaatsen**

Dit rapport beschrijft de aanbevelingen gedaan door een comité van deskundigen om te komen tot een optimale monitoring in het NAVOS monitoring onderzoek dat in 1998 is gestart. Het doel van dit project was bij te dragen aan een efficiënte invulling van de monitoring bij gesloten stortplaatsen.

Om het maximale uit de beoogde monitoring te halen raadt de denktank een zogeheten cyclische interpretatie van de meetgegevens aan:

1. Gegevens verzamelen op locatie niveau.
2. Indelen van de locaties in categorieën.
3. Opstellen van hypothesen per categorie.
4. Hypothesen toetsen met statistische methoden (steekproeftechniek).
5. Gegevens met behulp van de resultaten uit stap 4 locatie specifiek interpreteren.
6. Geïnterpreteerde gegevens gebruiken voor centrale NAVOS interpretatie.

Om bovenstaande cyclische interpretatie uit te voeren is het essentieel dat er een goed en geüniformeerd databeheer wordt uitgevoerd. In de rapportage wordt een voorstel voor een dergelijk databeheer uitgewerkt.

## SUMMARY

### **The optimisation of the monitoring at former landfill sites**

This report describes the recommendations made by a committee of experts in order to implement an optimal strategy in the Dutch NAVOS monitoring program that started in 1998. The goal of this project was to contribute to an efficient implementation of the monitoring at closed landfills.

In order to achieve a maximal effectiveness from the monitoring, the think-tank recommends to apply a cyclic interpretation of the acquired data:

1. Collect data on the location level.
2. Use the data to group the locations in several categories.
3. Derive hypotheses on the soil burdening and the spreading of percolation on the category-level.
4. Test hypotheses with statistical methods.
5. Use the results from the category level to improve the interpretation on a location level.
6. Use the interpreted data on a location level for the central NAVOS interpretation.

In order to be able to carry out the above recommended cyclic interpretation it is essential that a uniform approach to data management is adopted by the different parties working in the NAVOS program. This report gives a proposal for such an approach.

# HOOFDSTUK 1

## INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Deze rapportage beschrijft de resultaten van het NOBIS-project 'optimalisatie monitoring stortplaatsen'. Doel van dit project is het oprichten van een 'denktank' op het onderwerp stortplaatsen en met deze denktank aanbevelingen te doen waarmee de monitoring bij voormalige stortplaatsen (uit te voeren binnen het NAVOS-kader) kan worden geoptimaliseerd. De knelpunten die als uitgangspunt voor de discussies hebben gediend zijn beschreven in paragraaf 2.4.3.

Dit document vormt de rapportage van activiteiten 1, 3 en 4 beschreven in het basisprojectplan van dit project. Activiteit 1 is een inhoudelijke optimalisering van de opzet van het monitoringsonderzoek dat wordt uitgevoerd binnen de landelijke NAVOS operatie. Activiteit 3 beoogt een aanzet te geven tot een uniformering van de (digitale) gegevens opslag zodat er een landelijk uitwisselbare gegevensbank wordt verwezenlijkt. Activiteit 4 is een workshop geweest waarbij de resultaten en conclusies van dit project zijn gepresenteerd. De rapportage van activiteit 2, de implementatie van geautomatiseerde geleidbaarheidsdruk en -temperatuur sensoren bij de monitoring van stortplaatsen, heeft plaats gevonden in een apart rapportage welke als bijlage E aan deze rapportage is toegevoegd.

### 1.2 Werkwijze

In een viertal werkconferenties is de problematiek van de monitoring bij voormalige stortplaatsen met een aantal deskundigen uit 'het veld' besproken en bediscussieerd (samenstelling denktank zie bijlage A). Het project wordt afgesloten met een algemene workshop eind juni 1999.

Tijdens de eerste werkconferentie (d.d. 14 januari 1999) is gesproken over het kader waarbinnen de monitoring bij voormalige stortplaatsen plaats vindt. Op basis van de bestaande richtlijnen voor en visies op monitoring is inhoudelijk gediscussieerd over verschillende aspecten van monitoring. De discussie tijdens de eerste bijeenkomst ging vooral over het kader rondom de NAVOS operatie.

In de tweede werkconferentie (d.d. 25 februari 1999), stond centraal welke uitspraken wel en niet kunnen worden gedaan op basis van de gegevens die op grond van het monitoringsonderzoek binnen NAVOS beschikbaar komen. Gekeken is naar de mogelijkheden en knelpunten voor categorisatie van voormalige stortplaatsen op grond van schematisaties van de verontreinigingsituaties.

De derde werkconferentie (d.d. 25 maart 1999) was gewijd aan het signaleren van de mogelijkheden tot optimalisatie van de monitoring bij voormalige stortplaatsen. De werkconferentie was voornamelijk gericht op de noodzaak en nut van het uniformeren van het gegevensbeheer en de gegevensuitwisseling.

De vierde werkconferentie (d.d. 28 mei 1999) was gericht op het samenvoegen van alle bevindingen en het formuleren van aanbevelingen die moeten leiden tot een optimalisatie van de inspanningen rondom de monitoring van voormalige stortplaatsen.

De resultaten en conclusies van dit project zijn gepresenteerd op 29 juni 1999 op een workshop in Amersfoort. In bijlage B is een lijst opgenomen van de mensen die zijn uitgenodigd voor deze workshop.

### 1.3 Leeswijzer

Volgt in hoofdlijnen de gevolgde werkwijze:

Hoofdstuk 1: Inleiding;

Hoofdstuk 2: Kader van monitoring bij voormalige stortplaatsen;

Hoofdstuk 3: Interpretatie en optimalisatie monitoringsresultaten;

Hoofdstuk 4: Optimalisatie van het gegevensbeheer voor de monitoring bij voormalige stortplaatsen.

## HOOFDSTUK 2

### HET KADER VOOR DE MONITORING BIJ VOORMALIGE STORTPLAATSEN (HISTORISCH PERSPECTIEF)

#### 2.1 De aanpak van voormalige stortplaatsen in het kader van de lbs/Wbb

Al vanaf het prille begin van de bodemsanering in Nederland, is de problematiek van de voormalige stortplaatsen aangepakt op basis van de lbs later de saneringsparagraaf Wbb. De eerste inventarisaties in het kader van de lbs (Ginjaar-inventarisatie) waren zelfs toegespitst op de problematiek van de voormalige stortplaatsen. Uiteindelijk zijn echter tot op heden niet meer dan enkele procenten van de naar schatting 4000 voormalige stortplaatsen langs deze weg onderzocht en aangepakt. Reden is het feit dat bij de meest voormalige stortplaatsen de noodzaak om maatregelen te nemen minder dwingend is dan bij andere categorieën van bodemverontreiniging.

#### 2.2 De aanpak van voormalige stortplaatsen in het kader van NAVOS

##### 2.2.1 *Aanleiding project NAVOS*

Ondanks het feit dat de voormalige stortplaatsen 'laag' scoren binnen de lbs/Wbb, leidt de aanwezigheid van voormalige stortplaatsen in de praktijk bij diverse maatschappelijke processen tot extra kosten en als gevolg daarvan soms tot stagnatie. Vooral bij ontwikkelingen in het landelijk gebied, bijvoorbeeld bij de landinrichting en natuurontwikkelingsprojecten, vormen voormalige stortplaatsen een blok aan het been. De verdergaande verspreiding van verontreinigingen uit voormalige stortplaatsen in het grondwater draagt bij aan de problemen bij de openbare drinkwaterwinning. Grondwater in de omgeving van de voormalige stortplaats kan niet zondermeer voor landbouwkundige doeleinden worden gebruikt. Ook binnen het preventieve beleid nemen voormalige stortplaatsen een bijzondere positie in. Deze bijzondere positie is het gevolg van de aanname dat de stoffen uit het in het verleden gestorte afval op een zeker doch onvoorspelbaar moment kunnen vrijkomen. Voormalige stortplaatsen blijven daarom lange tijd een potentiële bron van bodemverontreiniging. Dit zogeheten 'tijdbomeffect' onderscheidt stortplaatsen van andere bodembedreigende activiteiten. Daarom wordt ondermeer aan preventieve maatregelen een groot belang gehecht. Deze invloed op maatschappelijke processen tezamen met de (dreigende) ongewenste verdergaande verslechtering van de algemene milieukwaliteit door verspreiding van verontreiniging, maken het noodzakelijk te komen tot een algemeen plan van aanpak voor de nazorg bij voormalige stortplaatsen. De eerste ramingen van de financiële omvang van de problematiek waren echter dusdanig hoog dat er voor een algemeen plan van aanpak weinig draagvlak was te verkrijgen.

In het DUIV-overleg van 25 september 1995 is besloten het project NAVOS (NAzorg Voormalige Stortplaatsen) te starten. Het project NAVOS heeft tot doel te komen met voorstellen voor de inhoud, organisatie en financiering van de nazorg van voormalige stortplaatsen. De doelstelling van het project NAVOS is primair het in beweging brengen van de aanpak van de problematiek door de kosten voor aanpak van de voormalige stortplaatsen en de financieringsmogelijkheden zo goed als mogelijk met elkaar in evenwicht te brengen.

##### 2.2.2 *Plan van aanpak*

De werkgroep NAVOS heeft begin 1997 het plan van aanpak voor de nazorgproblematiek bij voormalige stortplaatsen aangeboden aan het DUIV en vervolgens aan de minister van VROM.

In het plan van aanpak is een categorie-indeling uitgewerkt waarmee op basis van milieu-hygiënische effecten onderscheid kan worden gemaakt naar de aard en prioriteit van aanpak. Een betrouwbare indeling in categorieën en daarmee een goede schatting van het verloop van de kosten, is echter alleen te maken op basis van inzicht in de verontreinigingssituatie bij de verschillende stortplaatsen. De kennis over de feitelijke verontreinigingssituatie is echter beperkt en zeer fragmentarisch. Zicht krijgen op de verontreinigingssituatie bij de voormalige stortplaatsen wordt in het plan van aanpak dan ook, los van de uiteindelijk te nemen maatregelen, gezien als een urgente eerste stap. Door enige jaren de situatie bij de verschillende voormalige stortplaatsen te monitoren (onderzoek door middel van monitoring: het monitoringsonderzoek), kan over de verontreinigingssituatie meer duidelijkheid worden verkregen.

In reactie op het plan van aanpak is door de minister aangegeven dat de nazorg van de voormalige stortplaatsen binnen twee beleidskaders zal moeten worden aangepakt. Voor de voormalige stortplaatsen waar reeds sprake is van een geval van ernstige en urgente bodemverontreiniging of waar vanwege functiewijziging op korte termijn sprake zal zijn van een saneringsnoodzaak, is reeds een wettelijk kader beschikbaar namelijk het spoor van de bodemsanering Wbb (de curatieve aanpak). Voor de overige voormalige stortplaatsen is nog geen kader van aanpak beschikbaar. Bezien zal worden of hiervoor een specifiek NAVOS-spoor kan worden ontwikkeld. Dit NAVOS-spoor is voorlopig, ter onderscheid van het curatieve bodemsaneringsspoor, aangeduid als het preventieve spoor.

De noodzaak voor het snel starten van het monitoringsonderzoek wordt door de minister onderschreven, aangezien zowel voor het onderscheid tussen het preventieve en curatieve spoor als voor het uitwerken van NAVOS-spoor, concreet inzicht in de omvang en ernst van de problematiek noodzakelijk is. Het is in verband met de verdere voortgang gewenst dat het monitoringsonderzoek hierover binnen drie tot vier jaar uitsluitel geeft.

### *2.2.3 Doelstelling monitoringsonderzoek*

De doelstellingen van het monitoringsonderzoek bij de voormalige stortplaatsen vloeien rechtstreeks voort uit het plan van aanpak NAVOS en de reactie hierop vanuit het ministerie van VROM. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen praktische en procesmatige doelstellingen.

De praktische doelstellingen houden in dat op basis van de resultaten van drie tot vier jaar monitoringsonderzoek men in staat moet zijn om:

- de voormalige stortplaatsen in te delen in de vier categorieën zoals onderscheiden in het plan van aanpak;
- onderscheid te maken tussen voormalige stortplaatsen in het preventieve en het curatieve spoor;
- de (financiële) omvang van de problematiek van de voormalige stortplaatsen nauwkeuriger te bepalen.

De procesmatige doelstellingen hangen samen met het feit dat de monitoringsgegevens op landelijk niveau de basis zullen moeten vormen voor de sturing van de operatie. Het monitoringsonderzoek wordt echter op provinciaal niveau uitgevoerd. Voor een goede sturing van de operatie is het noodzakelijk dat de gegevensverzameling en het gegevensbeheer worden geüniformeerd. De kerngroep NAVOS heeft op zich genomen met voorstellen te komen voor de opzet van de gegevensverzameling en het gegevensbeheer. Dit heeft vooralsnog geleid tot twee documenten, te weten:

- opzet monitoringsonderzoek voormalige stortplaatsen;
- databestand monitoringsgegevens NAVOS.

## 2.3 Relevante monitoringsrichtlijnen en –visies

### 2.3.1 *Reeds bestaande richtlijnen en visies*

Als voorbereiding op het opstellen van de richtlijn 'Monitoringsonderzoek voormalige stortplaatsen' in het kader van NAVOS is een eerste inventarisatie van reeds bestaande richtlijnen en visies uitgevoerd. Uit een eerste inventarisatie is gebleken dat er een viertal protocollen in gebruik zijn voor onderzoek bij voormalige stortplaatsen. De hoofdlijnen van deze vier richtlijnen worden hieronder kort beschreven.

#### **Verkennd Onderzoek Stortplaatsen (VOS)**

Het VOS-onderzoek is te vergelijken met het vooronderzoek (historisch onderzoek) zoals dat in de traditionele onderzoekslijn wordt uitgevoerd. Het VOS-onderzoek behelst:

- inventarisatie van 'papierene' gegevens;
- locatie-inspectie;
- inschatting van de kans op verontreiniging en de identificatie van potentiële risico's

Het VOS is/wordt landsdekkend uitgevoerd als eerste stap in het onderzoekstraject bij alle voormalige stortplaatsen.

#### **Actualiserend Risico Onderzoek Stortplaatsen (AROS)**

Hoofddoel van het AROS is na te gaan of de in het VOS geïdentificeerde potentiële risico's daadwerkelijk optreden. In het protocol zijn richtlijnen opgenomen voor veldonderzoek aan:

- stortgas;
- de afdeklaag;
- het oppervlaktewater;
- het grondwater.

Het AROS-protocol is in opdracht van de provincie Noord-Brabant opgesteld en is in die provincie uitgevoerd bij de stortplaatsen die uit het VOS als potentieel risicovol naar voren komen. Op dit moment is er in opdracht van de provincie Noord-Brabant een project in uitvoering dat erop gericht is het AROS protocol te valideren.

#### **Onderzoek stortplaatsen provincie Zuid-Holland**

Deze richtlijn maakt onderscheid tussen een eerste veldonderzoek bodemopbouw en geohydrologie als vervolg op het VOS en een eventueel vervolgonderzoek.

- Het eerste veldonderzoek bestaat uit een Electro-magnetisch (EM) onderzoek naar de omtrek en de invloedssfeer van de stort en het plaatsen van peilbuizen op en rond de stort.
- Het vervolgonderzoek bestaat uit een onderzoek van de bovenafdichting, onderafdichting en de randzone met behulp van boringen, peilbuizen en chemische analyses.

#### **Ontwerpmethodiek monitoring stortplaatsen op Utrechtse Heuvelrug**

Het betreft een methodiek om te komen tot een monitoringssysteem voor hooggelegen stortplaatsen. De doelstelling van het monitoringssysteem is aantasting van de milieukwaliteit in de omgeving van de stortplaats tijdig te signaleren. Het begrip tijdig wordt daarbij gerelateerd aan de toelaatbaarheid en/of de beheersbaarheid van de verspreiding. Op hoeveel afstand van de stort men de grondwaterkwaliteit wil monitoren, bepaalt de dichtheid waarmee de peilbuizen moeten worden geplaatst.

### 2.3.2 Richtlijnen en visies ontwikkeld in het kader van NAVOS

#### Het monitoringsonderzoek NAVOS (maart 1998)

De praktische doelstelling van het monitoringsonderzoek NAVOS is hiervoor reeds aangegeven. De doelstellingen zijn vervolgens vertaald naar te meten indicatoren (TAUW, Opzet monitoringsonderzoek voormalige stortplaatsen, opdrachtgever IPO, projectnummer 3480836, Deventer, 12 maart 1998). Willen de praktische doelstellingen gehaald kunnen worden dan moeten in ieder geval de volgende indicatoren bekend zijn:

- Ernst dan wel urgentie van de grondwaterverontreiniging;
- Belasting van en concentraties in het grondwater van 'niet leidraad' stoffen die aanleiding geven tot beperkingen aan of problemen bij het gebruik van grondwater;
- De aard van het stortmateriaal en de processen in de stort (in relatie tot de kans dat de belasting van het grondwater in de toekomst zodanig zal gaan toenemen dat ernstige grondwaterverontreiniging ontstaat);
- De aanwezigheid van actuele humane en/of ecologische risico's op of in de directe nabijheid van de stortplaats;
- Voorgenomen functiewijziging van het terrein waarop de stortplaats is gelegen en de effecten van deze functiewijziging op de humane en/of ecologische risico's.

Het vaststellen van de ernst en urgentie van de grondwaterverontreiniging stelt de meest verstrekkende eisen aan de opzet van het onderzoek. Om een definitieve uitspraak te doen over ernst en/of urgentie is in theorie een nader onderzoek nodig. Vaak is echter op basis van veel minder intensief onderzoek ook reeds een uitspraak mogelijk. Besloten is het monitoringsonderzoek niet zodanig intensief te maken dat reeds sprake is van een nader onderzoek. Hiervoor zijn de volgende redenen te geven:

- Het monitoringsonderzoek is voor de meeste stortplaatsen feitelijk het eerste veldonderzoek en zal dus normaal gesproken eerder het karakter hebben van een verkennend of oriënterend onderzoek;
- Het monitoringsonderzoek kan, anders dan regulier bodemonderzoek op een locatie, uit meerdere jaarlijkse meetronden bestaan. De benodigde informatie hoeft dus niet in een keer te worden verzameld maar kan in meerdere stappen worden verzameld;
- Het uitvoeren van een volledig nader onderzoek naar ernst en urgentie gaat de beschikbare budgetten te boven.

Het monitoringsonderzoek bouwt voort op de resultaten uit het VOS en is wat betreft opzet en detailniveau grotendeels gebaseerd op het AROS-protocol en de NEN-richtlijn 5740 'Verkenkend bodemonderzoek'. Het monitoringsonderzoek bestaat uit twee onderdelen, te weten het **periodiek** uit te voeren onderzoek naar de grondwater- en eventueel oppervlaktewaterkwaliteit en het **éénmalige** uit te voeren onderzoek naar de blootstellingsrisico's in relatie tot de huidige en toekomstige functies van de locatie.

Bij het **periodieke onderzoek** wordt minimaal jaarlijks een meetnet van peilbuizen (en indien relevant het oppervlaktewater) gepeild, bemonsterd en de watermonsters geanalyseerd. Het meetnet bestaat uit peilbuizen:

- stroomopwaarts van de stort;
- in en door het stortlichaam;
- stroomafwaarts van de stort;

Om een zo efficiënt mogelijke besteding van middelen te helpen garanderen wordt het onderzoek in fasen uitgevoerd. In de eerste fase, **fase A**, bestaat het meetnet uit enkele peilbuizen in en aan de rand van het stortlichaam (aantal afhankelijk van oppervlakte stort) met als doel de kwaliteit van het water in, direct onder of naast de stort te bepalen. Na één of enkele meetron-



den moet het mogelijk zijn op basis van een dergelijk onderzoek een eerste uitspraak te doen over:

- stroomafwaarts de ernst en urgentie van de grondwaterverontreiniging;
- het al of niet voorkomen van stoffen boven de I-waarde dan wel sterk verhoogde concentraties aan 'niet leidraad' stoffen;
- de lokale geohydrologie (de overheersende stromingsrichting en -snelheid van het grondwater).

Een tweede fase, **fase B**, kan nodig zijn om een voldoende betrouwbare uitspraak te doen over de urgentie. Het onderzoek in fase B zal locatie-specifiek moeten worden ingevuld en zal zich met name richten op het nader in beeld brengen van de lokale geohydrologie en/of de mate van verspreiding van de verontreiniging. Bemonstering en analyse van oppervlaktewater zal in deze fase (indien relevant) moeten worden meegenomen.

Het **éénmalige onderzoek** bestaat uit:

- het bepalen van eventuele toekomstige functiewijzigingen;
- het bepalen van mogelijke humane en ecologische risico's door middel van een éénmalige meting van de chemische kwaliteit van de deklaag.

Het monitoringsonderzoek NAVOS zal worden uitgevoerd op alle voormalige stortplaatsen die na het VOS zijn overgebleven.

#### **Natural Attenuation en voormalige stortplaatsen (augustus 1998)**

Uit recent onderzoek is naar voren gekomen dat processen in zowel het stortlichaam als in de omliggende bodem, leiden tot een belangrijk minder ernstige en omvangrijke verspreiding van de grondwaterverontreiniging dan tot nu toe werd gevreesd. Deze processen worden aangeduid met de term 'Natural Attenuation' een verzamelnaam voor alle processen (zowel biologisch als chemisch/fysisch) die leiden tot een verlaging van concentraties in het grondwater. Met Natural Attenuation was in het kader van NAVOS nog nauwelijks rekening gehouden. Door de kerngroep NAVOS is daarom een studie gestart naar het belang van deze processen en naar de manier waarop dit meegenomen kan worden in het traject van monitoringsonderzoek en beleidsvoorbereiding. Het onderzoek naar de NA-potenties vindt plaats bij een selectie van circa 150 stortplaatsen.

#### **Generiek monitoringsplan voormalige stortplaatsen in Zuid-Holland (oktober 1998)**

De aanpak gepresenteerd in de rapportage 'Generiek monitoringsplan voormalige stortplaatsen Zuid-Holland' kijkt zowel in benadering als in de uitwerking, op onderdelen doelbewust af van de aanpak neergezet door de kerngroep NAVOS. Daarnaast is de gepresenteerde aanpak met name een verdere uitwerking van de werkwijze om op een uniforme wijze te kunnen komen tot het opstellen van locatiespecifieke monitoringsplannen.

De belangrijkste punten van afwijking zijn:

- Het generiek monitoringsplan presenteert enkel een uitwerking van het periodieke onderzoek (grondwateronderzoek) en geeft geen verdere uitwerking van het éénmalige onderzoek (blootstellingsrisico's). Het generiek monitoringsplan kent eveneens een onderzoeksplan in twee stappen, stap A 'Brongerichte peilbuizen' en stap B 'Pluimgerichte peilbuizen';
- De gepresenteerde monitoringsvisie gaat strikt uit van een 'Black-box' benadering van het stortlichaam gebaseerd op het argument dat onderzoek aan de inhoud van de stort, hoe intensief ook, onvoldoende garanties biedt om de precieze inhoud van de stort te achterhalen. Dit argument samen met technische en milieuhygiënische argumenten, geven aanleiding tot het uitgangspunt dat (op basis van het generiek monitoringsplan) in principe geen boringen

door het stortlichaam worden geplaatst. Het niet plaatsen van peilbuizen door de stort is het belangrijkste punt waarop stap A van NAVOS en stap A uit het generiek monitoringsplan van elkaar afwijken. Met betrekking tot de peilbuizen aan de rand van de stort kent het generiek monitoringsplan een iets grotere dichtheid van peilbuizen;

- De verwachting dat NA-processen een belangrijke rol spelen bij voormalige stortplaatsen kleurt in sterke mate de gepresenteerde aanpak. Dit leidt er toe dat een belangrijke plaats wordt gegeven aan het aantonen van zogeheten 'stationaire' pluimen in stap B van het generiek monitoringsplan. Aangezien stap B in de opzet van het monitoringsonderzoek NAVOS nauwelijks in detail is uitgewerkt, moet de uitwerking van stap B in het generiek monitoringsplan worden gezien als een nadere uitwerking van de onderzoeksopzet en is geen sprake van een afwijking in aanpak.

Het generiek monitoringsplan is oorspronkelijk ontwikkeld in opdracht van de provincie Zuid-Holland. De gepresenteerde benadering is in veel provincies gevolgd, waarbij er echter voor is gekozen niet 'in principe' maar 'in eerste instantie' niet door de stort te boren. Indien de resultaten van stap A daar aanleiding toe geven, kan alsnog worden besloten door de stort te boren.

## **2.4 Aanleiding en achtergrond van het NOBIS project 'Optimalisering van de monitoring bij voormalige stortplaatsen'**

### *2.4.1 Nieuwe inzichten in de aanpak van bodemverontreiniging*

Gezien de ontwikkelingen rond BEVER en actief bodembeheer en de kennis opgedaan binnen NOBIS (o.a. Natuurlijke Afbraak en Flexibele Emissie Beheersing, FEB) is binnen een aantal provincies de behoefte ontstaan om de nieuwe inzichten mee te nemen binnen het NAVOS spoor. Zo is bijvoorbeeld voor de provincies Zuid- en Noord-Holland de monitoring in de tweede fase van het monitoringsonderzoek gericht op het vaststellen van een stationaire pluim bij stortplaatsen. Binnen Nederland is nog weinig ervaring met monitoring waarbij het doel de vaststelling is van een stationaire situatie. De provincies Zuid- en Noord-Holland hebben derhalve behoefte aan een bredere toetsing van de aannames op basis waarvan de monitoringsvisie en generieke monitoringsplan zijn ontwikkeld.

Binnen het IPO-NAVOS-beraad wordt ook aandacht besteed aan het verbeteren van de monitoring van de Natuurlijke Afbraak-processen bij stortplaatsen. Hiertoe is een project gestart waarbij bij een 150-tal stortplaatsen verspreid door Nederland een groot aantal parameters extra wordt gemeten om inzicht te krijgen in de relatie tussen stortplaatsen, verontreinigings situatie, Natuurlijke Afbraak en ligging in geohydrologisch milieu. Het is de bedoeling met deze informatie (beschikbaar eind 1999) de monitoring bij de overige stortplaatsen aan te passen.

### *2.4.2 Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van meten*

Naast bovengenoemde, zijn er in de afgelopen jaren stormachtige ontwikkelingen geweest op het gebied van de ontwikkeling van meetapparatuur die kan worden ingezet bij monitoring. Deze ontwikkelingen zullen, zoals het zich laat aanzien, alleen maar sneller gaan. Zo zijn er bijvoorbeeld de ontwikkelingen op het gebied van de 'Diver'-familie van Van Essen Instruments B.V. uit Delft. Deze instrumenten zijn specifiek ontworpen voor de toepassing in peilbuizen en zijn op dit moment voorzien van druk- en temperatuursensoren. Doordat deze sensoren zijn uitgerust met een datalogger zijn ze bij uitstek geschikt voor het meten van grondwater peilen en peilveranderingen.

Van Essen Instruments is, in samenwerking met KPN en TNO-NITG, bezig met het ontwikkelen van een telemetrisch monitoringsnetwerk in Nederland, waarbij de uitlezing van de Diver-familie op afstand kan gebeuren. Een en ander kan in de loop van 1999 worden gerealiseerd. Boven-

dien is het de verwachting dat de Diver-familie op korte termijn wordt uitgebreid met sensoren voor het meten van de elektrische geleidbaarheid en het zuurstofgehalte. Op de langere termijn is te voorzien dat er sensoren komen voor het meten van BTEX en gechlореerde koolwaterstoffen. Gezien deze snelle ontwikkelingen rijst de vraag of de monitoring bij stortplaatsen hiervan kan profiteren.

#### 2.4.3 Doelstellingen NOBIS project 'Optimalisering monitoring bij voormalige stortplaatsen'

Rondom de monitoring van stortplaatsen is een aantal knelpunten te onderscheiden. Deze kunnen worden onderscheiden in enerzijds de overwegend technische en anderzijds de meer maatschappelijke en beleidsmatige knelpunten. In dit project willen wij ons voornamelijk richten op:

##### **Technische knelpunten**

1. Voor het installeren van meetnetten bij stortplaatsen is beperkt budget beschikbaar. Het doel van een meetnet is het detecteren van een mogelijke verspreiding van een verontreiniging buiten de stortplaats. Naarmate minder peilbuizen worden geplaatst is de kans dat een verontreiniging wordt gemist groter. Het aantal peilbuizen wordt vooral bepaald door financiële randvoorwaarden. In het generieke plan voor de provincies Zuid- en Noord-Holland is, op basis van deze randvoorwaarden, een keuze gemaakt. Met de gegevens die de komende tijd worden verzameld kan beter inzicht worden verkregen in de consequenties van deze keuzes. Hoe dit moet, is nog niet uitgewerkt.
2. Bij het vaststellen of een pluim stationair is, is het van belang om concentraties, gemeten op verschillende tijdstippen, met elkaar te vergelijken. De ervaring leert dat het vergelijken van metingen op verschillende tijdstippen moeilijk is doordat de concentraties worden beïnvloed door een groot aantal verschillende factoren. In principe zijn wij bij stortplaatsen geïnteresseerd in slechts één factor en dat is of de concentratie toeneemt als gevolg van verspreiding. De meetfrequentie bepaalt de nauwkeurigheid van deze beoordeling. Traditioneel is de meetfrequentie 1 tot hooguit 2 keer per jaar. Is op basis van 4 meetpunten een uitspraak te doen over een concentratietoename?
3. Om de verspreiding van verontreinigingen in de toekomst te kunnen inschatten is kennis van de processen in, aan de rand en buiten de pluim van belang. Indicatoren van deze processen zijn de redoxparameters. Het meten van een groot aantal parameters is kostbaar.
4. Monitoring van stortplaatsen genereert een grote hoeveelheid aan gegevens (in Nederland een totaal van ongeveer 4.000 stortplaatsen). Met deze gegevens is het de bedoeling dat er beslissingen worden genomen. Dit levert grote problemen op met databeheer. Op dit moment zijn hier nog geen oplossingen voor gevonden. Hoe langer men wacht des te groter de problemen zullen worden.

##### **Maatschappelijke knelpunten**

1. Kennis en ervaring dat binnen NOBIS is ontwikkeld, verspreidt zich slechts langzaam. Hierdoor is er een kans dat de maatschappij niet ten volle profiteert van de ontwikkelingen binnen NOBIS.
2. De monitoring is opgezet om de stortplaatsen in te delen in twee categorieën waarvan de ene de stortplaatsen bevat die worden aangepakt volgens het spoor van de Wbb en de andere volgens een nog te ontwikkelen preventief NAVOS-spoor. Het veranderende beleid rondom actief bodembeheer kan direct gevolg hebben voor de indeling. Hoe de gegevens verkregen uit de monitoring moeten worden geïnterpreteerd, is op dit moment nog niet duidelijk.
3. De invulling van het nog te ontwikkelen NAVOS-spoor zal ook gevolgen hebben voor de indeling. Het is van belang dat bij het ontwikkelen van dit beleid rekening wordt gehouden met de ontwikkeling van de kennis rondom stortplaatsen, processen in de bodem et cetera.

##### **Doel onderzoek**

Dit project heeft als doel een bijdrage te leveren aan een efficiënte invulling van de monitoring bij in eerste instantie de gesloten stortplaatsen. Hierbij is het van belang dat er een directe koppeling wordt gezocht met het beleid dat wordt ontwikkeld rondom stortplaatsen. Om dit te bereiken wordt in dit project gewerkt aan een oplossing voor bovengenoemde knelpunten. Resultaten uit dit project zijn echter van belang voor de gehele nazorg-operatie.

Het bundelen van de (onder andere binnen NOBIS aanwezige) expertise levert een team op dat in staat moet worden geacht een aanzet te geven tot het inhoudelijk oplossen van technische knelpunten. Door dit team te laten communiceren met beleidsmakers en probleembezitters kan een bijdrage worden geleverd tot het oplossen van maatschappelijke knelpunten.

De geformuleerde knelpunten zijn dan ook gekozen als startpunt voor dit project. Gaandeweg de uitvoering van het project is de problematiek nader geconcretiseerd. Gefocust is op de vraag "hoe geschikt zijn de gegevens die via het monitoringsonderzoek worden verzameld, om antwoord te geven op de verschillende vragen?" De aanbevelingen richten zich op de vraag hoe optimaal van de beschikbare gegevens gebruik kan worden gemaakt en welke aanvullende metingen in dit verband zinnig zijn.

### INTERPRETATIE VAN DE RESULTATEN VAN DE MONITORING

#### 3.1 Inleiding

Om de monitoringopzet voor de nazorg van voormalige stortplaatsen te optimaliseren heeft de denktank tijdens de tweede werkconferentie (d.d. 25 februari 1999) gesproken over de geschiktheid van de verzamelde gegevens om antwoord te geven op de verschillende vragen. Tijdens de werkconferentie zijn met behulp van gele briefjes onderwerpen geïnventariseerd rondom bovengenoemde aspecten. Nadat de gele briefjes zijn verzameld zijn ze geordend. Op basis van deze ordening zijn de onderwerpen geselecteerd voor de algemene discussie. Geconstateerd is dat de doelstellingen, vermeld in de eerdere hoofdstukken, in principe te herleiden zijn tot drie aspecten waarover op basis van de via monitoring verzamelde informatie een uitspraak moet worden gedaan, deze aspecten zijn:

1. De kwaliteit van de deklaag vanwege humane en/of ecologische risico's en mogelijke daaraan verbonden gebruiksbepalingen;
2. De (toekomstige) belasting van de bodem vanuit de stortplaats in verband met zinnige maatregelen in het preventieve spoor;
3. De verspreiding van verontreinigingen in verband met het vaststellen van de ernst en urgentie van de grondwaterverontreiniging.

Uit de inventarisatie met de gele briefjes bleek dat de denktank de meeste problemen bij de interpretatie van de resultaten verwacht bij de laatste twee aspecten. Voor deze twee aspecten is hieronder dan ook het resultaat van de discussie in de denktank nader uitgewerkt.

#### 3.2 Informatie over de belasting van de bodem vanuit de stortplaats

##### 3.2.1 *Hoe kan het begrip 'bodembelasting' worden gekarakteriseerd*

De hoofdreden om informatie te willen hebben over de bodembelasting komt voort vanuit het 'preventieve spoor', dat wil zeggen de vraag of maatregelen genomen moeten worden om toekomstige verontreiniging tegen te gaan. Daarom is het gewenst niet alleen een uitspraak te doen over actuele bodembelasting maar ook om een schatting te maken van de bodembelasting in de toekomst. Dit zou het liefst moeten leiden tot een categorie stortplaatsen waar geen 'preventieve' maatregelen nodig worden geacht (afschrijven), een categorie stortplaatsen waar geen grote toekomstige verontreiniging wordt verwacht, maar waar monitoring als beveiligingsmaatregelen wel gewenst is en tot slot een categorie stortplaatsen die in de toekomst tot aanzienlijke grondwaterverontreiniging zou kunnen leiden, gebaseerd op het zogenoemde 'chemische tijdbom denken'. Voor deze laatste categorie wordt verondersteld dat de (grote hoeveelheid aan) verontreiniging die in het stortlichaam aanwezig is voor een groot deel ligt opgeslagen in vaten en dergelijke. Gaat een vat op zeker moment lek, dan kan het grondwater ernstig verontreinigd raken. Een dergelijke stortplaats vormt in dat geval altijd een groot potentieel risico voor de omgeving.

De bodembelasting vanuit de stort is gelijk aan de flux aan verontreinigende stoffen die uit het stortlichaam treedt. Hoe groot die flux is en hoe de flux zich in de toekomst zal ontwikkelen, zal afhangen van de hoeveelheid verontreinigende stoffen die in het stortmateriaal aanwezig zijn, en van de processen die zich in het stortlichaam afspelen. Processen zoals de vorming van neerslagen, adsorptie en afbraak, zorgen ervoor dat de stoffen die in het stortlichaam aanwezig zijn in het geheel niet of pas na verloop van tijd uit de stort treden. Deze processen bepalen tevens

of, in het geval dat bijvoorbeeld het spreekwoordelijke vat gaat lekken, de flux een piek zal gaan vertonen of volledig zal worden gebufferd.

Sietze Keuning van Bioclear vergeleek het bepalen van de flux afkomstig uit een stortlichaam met het bepalen van de 'sterkte' van een accu. Deze bepaalt men in het algemeen door over de polen van de accu de spanning te meten, dus aan de randen van het systeem terwijl de accu langzaam leeg loopt. De denktank heeft de parallel met een accu verder doorgetrokken. De stroom die uit een accu zal gaan lopen, zal afhankelijk zijn van het potentiaal verschil en de weerstand. Als een stortplaats wordt opgevat als een accu dan is de flux aan verontreinigende stoffen vergelijkbaar met de stroom, de hoeveelheid verontreinigende stoffen in het stortlichaam met het potentiaal verschil en de mate waarin de genoemde processen in het stortmateriaal optreden met de weerstand.

Uit de discussie in de denktank blijkt dat het 'tijdbom denken' vooral een kwestie is van geloof, niemand weet precies wat zich in het stortlichaam afspeelt. Het 'tijdbom denken' komt er, in het licht van het hiervoor geïntroduceerde beeld, op neer dat men verwacht dat de processen in de stort onvoldoende bufferend zullen werken en er als gevolg daarvan een plotselinge piek in de flux zal optreden op het moment dat een vat gaat lekken. Naast het 'tijdbom denken' kan een houding worden gezet waarin men ervan uitgaat dat het vrijkomen van stoffen in een stortlichaam volledig wordt gebufferd door de vorming van neerslagen, adsorptie en afbraak. Het gevolg van deze buffering is dat het stortlichaam een traag reagerende en continue bron van bodembelasting is, ook al gaan er zo nu en dan vaten lek. De mate van bodembelasting zal zeer geleidelijk afnemen naarmate het stortlichaam ouder wordt.

Uit onderzoek gedaan op een groot aantal soorten afvalstoffen en een groot aantal verschillende stortplaatsen in de wereld blijkt dat de uiteindelijke concentraties van veel stoffen (vooral metalen) binnen bepaalde bandbreedtes variëren. Deze bandbreedtes worden samengevat met de term 'Final Storage Quality' (FSQ). De FSQ wordt vooral bepaald door omgevingscondities zoals zuurgraad en redox potentiaal in het stortlichaam. Op basis van FSQ gegevens kan een schatting worden gemaakt van de uiteindelijk te bereiken concentraties in het stortpercolaat op grond van de omgevingscondities en dus de ontwikkeling van de actuele flux (bodembelasting). Deze gegevens kunnen a priori worden geschat aan de hand van referentie gegevens (afgeleid uit de literatuur) of door metingen en experimenten aan materiaal uit het stortlichaam en aan natuurlijke sedimenten onder dezelfde condities.

Een andere methode om de FSQ te karakteriseren is kijken naar de fermentatiegraad van de (vooral organische) stoffen in het stortlichaam. Dit zegt iets over de hoeveelheid reactief organische stof in een stortlichaam. Deze waarde zegt echter minder over verontreinigingen. Wel is het zo dat door veranderingen in omgevingscondities het mogelijk is dat er veranderingen optreden in de oxidatie graad van het stortlichaam. Dit leidt er toe dat diverse processen die fungeren als 'weerstand' tegen het vrijkomen van stoffen uit de stort zullen veranderen. Door deze veranderingen is het mogelijk dat allerlei stoffen opnieuw kunnen mobiliseren.

Verwacht mag dan ook worden dat wijzigingen in de condities van het stortlichaam in een groot aantal gevallen zullen leiden tot een vergroting van de flux van stoffen uit de stort. Onder deze wijzigingen vallen allerlei soort ingrepen die de zuurgraad en zuurstofhuishouding van de stort veranderen zoals veranderingen in waterpeil en afgraven.

### **Conclusies:**

Er zijn twee uitgangspunten mogelijk om het stortlichaam te karakteriseren als bron van bodemverontreinigende stoffen:

1. Het stortlichaam is een niet volledig gebufferd systeem met als gevolg dat de emissies naar het grondwater een zekere dynamiek kunnen vertonen als gevolg van processen in het stortlichaam. Het gevaar van een 'chemische tijdbom' is reëel (dynamische bron);
2. Het stortlichaam is een volledig gebufferd systeem. Zolang de condities in de stort ongewijzigd blijven, zullen de emissies naar het grondwater (de flux) weinig fluctuaties vertonen. De grootte van de flux is afhankelijk van factoren zoals de zuurgraad en de redox-potentiaal (continue bron).

Het is op voorhand niet te zeggen welk van de twee benaderingen bij de meeste voormalige stortplaatsen de praktijk het beste benadert.

### 3.2.2 *Hoe is de bodembelasting te meten?*

Door de heterogeniteit van een stortlichaam is het bepalen van de totale vracht aan verontreinigende stoffen in de stort en het meten van de processen die als 'weerstand' dienen, praktisch gezien niet mogelijk, behalve in die gevallen waarbij de stortplaats wordt afgegraven. De mate waarin de bodem wordt belast zal dus direct moeten worden gekoppeld aan de gemeten flux. Dit heeft als consequentie dat alleen de combinatie van vracht en weerstand kan worden beoordeeld, de flux zegt niets over de grootte van de vracht of de weerstand afzonderlijk. De flux kan in theorie op drie plaatsen worden gemeten:

1. In (het percolaat in) het stortlichaam;
2. Direct onder het stortlichaam;
3. Aan de rand van het stortlichaam.

#### **Ad 1. Het meten van de flux in het stortlichaam**

Iedereen in de denktank is het erover eens dat het direct meten van de flux aan verontreinigende stoffen in het percolaat in een stortlichaam geen eenvoudige taak is. Dit komt door de heterogeniteit van een stortlichaam. Voordeel van direct meten in het percolaat is dat inzicht kan worden verkregen in omgevingsfactoren zoals zuurgraad en redoxpotentiaal in de stort op basis waarvan een koppeling kan worden gelegd met de FSQ genoemd in literatuur. Metingen in het percolaat geven ook inzicht in de dynamiek die de flux vertoont. Een grote dynamiek in het percolaat duidt op een niet volledig gebufferd systeem. Als gevolg van de heterogeniteit van de stort is het te verwachten dat de buffering in het stortlichaam ook niet overal in de stort hetzelfde zal zijn. Kleine temperatuur verschillen in het stortlichaam zouden aanwijzingen kunnen geven over de heterogeniteit van de stort en richting kunnen geven aan een strategie voor (zo representatief als mogelijke) metingen in het percolaat in het stortlichaam. De processen in de stort die verantwoordelijk zijn voor de 'weerstand' en de buffering van de flux zijn feitelijk de NA-processen. De resultaten van het NA-onderzoek bij 150 stortplaatsen zal dan ook antwoord moeten geven op de vraag hoe deze processen het beste kunnen worden gemeten.

De denktank onderkent het belang van het NA-onderzoek en is bereid om deze inhoudelijk te ondersteunen.

#### **Ad 2. Het meten direct onder de stort**

Het meten onder de stort combineert een aantal van de voor- en nadelen van de hierboven en hieronder genoemde meetstrategieën. Direct onder de stort heeft enige menging van percolaat en grondwater plaatsgevonden waardoor aanwezige heterogeniteit enigszins is uitgemiddeld, anderzijds door de bufferende werking van de bodem en het grondwater zullen factoren als zuurgraad en redox-potentiaal zijn beïnvloed. Verwacht mag echter worden dat de dynamiek die concentraties vertonen nog grotendeels wordt bepaald door de dynamiek van de bron (het stortlichaam). Indien het stortlichaam geheel boven grondwater is gelegen, is het direct bemonsteren

van percolaat in de stort niet mogelijk en komt de bemonstering onder de stort hier het dichtst bij in de buurt.

### **Ad 3. Het bepalen van de flux op basis van metingen van concentraties aan de rand van de stort**

De denktank vindt het zinvol en praktisch goed uitvoerbaar om de actuele flux aan verontreinigende stoffen uit de stort af te leiden uit metingen aan de randen van het stortlichaam. De hypothese hierachter is dat, voordat het percolaat aan de randen is gekomen, variaties als gevolg van de heterogeniteit in het stortlichaam in enige mate zijn uitgemiddeld door menging en het optreden van bufferende reacties in de grond en het grondwater. Meten aan de rand van de stort geeft echter, juist als gevolg van de genoemde menging en bufferende processen in de grond en het grondwater, weinig informatie over fluctuaties in de flux uit de stort op basis waarvan uitspraken gedaan kunnen worden over de mate waarin het stortlichaam wordt gebufferd.

Op grond van een hypothese kunnen verwachtingen worden uitgesproken over het gedrag van actuele bodembelasting als functie van tijd. Bijvoorbeeld uitgaande van een gebufferd systeem zal de actuele bodembelasting kleiner worden in de tijd. Een 'tijdbom' zal een hele tijd een lage actuele bodembelasting laten zien waarbij de concentraties plotseling zeer snel kunnen toenemen. Door de monitoring aan de rand van een stortplaats op grond van de uitgangshypothese in te richten kan uiteindelijk na verloop van tijd de uitgangshypothese worden gevalideerd.

#### **Conclusies:**

Metingen aan de flux afkomstig uit het stortlichaam moeten helpen op een tweetal aspecten antwoord te geven, te weten:

- de actuele belasting van de bodem met verontreinigende stoffen vanuit de stort;
- het karakteriseren van de stort gericht op het doen van uitspraken over de toekomstige belasting van de bodem.

Het bepalen van de flux op basis van metingen aan de rand van de stort is in de praktijk het eenvoudigst. Op basis van deze meetmethode is een goede inschatting van de actuele belasting van de bodem mogelijk. Meten aan de rand van de stort geeft echter als gevolg van menging en bufferende processen in het grondwater, weinig informatie aan de hand waarvan de stort is te karakteriseren met het oog op uitspraken over de toekomstige belasting van de bodem. Het meten in de stort is de beste plaats om informatie te verkrijgen over het karakter van de stort als bron. Deze meetmethode is echter in de praktijk moeilijker uitvoerbaar en door de heterogeniteit van het stortlichaam is het tevens moeilijk algemene conclusies te trekken.

#### *3.2.3 Mogelijke uitspraken over de bodembelasting op basis van de beschikbare gegevens*

Op basis van de besproken monitoringsrichtlijnen zijn de volgende gegevens beschikbaar op basis waarvan uitspraken over de bodembelasting uit de stort kunnen worden gedaan:

1. Informatie over de samenstelling van het stortmateriaal afkomstig uit het VOS-onderzoek (indien boringen door de stort zijn geplaatst geverifieerd met veldwaarnemingen);
2. Informatie over de actuele flux uit het stortlichaam gebaseerd op metingen onder en/of aan de rand van de stort;
3. Indien peilbuizen in en door de stort zijn geplaatst, informatie over concentraties, fluctuaties en omgevingsfactoren in het percolaat.

De denktank is van mening dat het niet zinvol is ten behoeve van het inschatten van de bodembelasting meer te meten.

Een inschatting van de actuele bodembelasting kan rechtstreeks worden gebaseerd op de metingen aan de rand van en/of onder de stort. De actuele bodembelasting zal met name van be-



lang zijn voor het goed in kaart brengen van de reeds opgetreden verspreiding (zie paragraaf 3.3) en voor de keuze van de maatregelen die in dat verband moeten worden genomen.

De inschatting van de bodembelasting in de toekomst is van doorslaggevend belang voor maatregelen in het preventieve spoor. De inschatting van de bodembelasting in de toekomst is echter veel moeilijker en kan minder direct. De inschatting zal ook geen uitspraak kunnen zijn over in de toekomst te verwachten concentraties, maar hooguit een onderscheid zijn in categorieën.

Een categorie-indeling die vanuit het oogpunt van de keuze van maatregelen in het preventieve spoor relevant is, kan een indeling zijn op basis van de actuele bodembelasting gecombineerd met een verwachting of de flux uit de stort in de toekomst zal afnemen, gelijk blijven of toenemen. Aangezien de flux het resultaat is van de inhoud aan verontreinigende stoffen in de stort (het potentiaal verschil) en de processen in de stort (de weerstand), zal de verwachting of de flux in de toekomst zal veranderen dus gebaseerd zijn op de verwachting of er in de toekomst veranderingen optreden in hetzij de inhoud, hetzij de processen in de stort. De oorzaak van de veranderingen kan zowel in de stort zelf zijn gelegen (interne oorzaak) als het gevolg zijn van ingrepen van buiten af (externe oorzaak). Interne oorzaken kunnen zijn het lek raken van vaten (tijdbom denken) of het 'opraken' van de buffercapaciteit. Externe oorzaken kunnen zijn graafwerkzaamheden in de stort of het verlagen van het grondwaterniveau.

Een categorie-indeling ten aanzien van de interne oorzaken zal moeten worden gebaseerd op informatie over de aard, herkomst en ouderdom van het gestorte materiaal (afkomstig van VOS-onderzoeken, gegeven nummer 1) in combinatie gegevens over de omgevingsfactoren en processen in de stort en de mate waarin deze zijn gebufferd. De uitspraak over de omgevingsfactoren, processen en de mate van buffering kan worden gebaseerd op:

- literatuurgegevens (bijvoorbeeld FSQ bij huisvuilstortplaatsen met veel organische materiaal);
- generieke uitspraken die hierover op basis van het NA-onderzoek kunnen worden gedaan;
- metingen aan het percolaat in de stort waarbij de meetstrategie op basis van de resultaten van het NA-onderzoek kan worden geoptimaliseerd;
- pilotstudies duurzaam storten van de VVAV;
- onderzoek bij af te graven stortplaatsen.

### 3.2.4 *Beoordeling van de bodembelasting*

De beoordeling van de bodembelasting is de basis voor de te nemen maatregelen. De inschattingen van de potentiële bodembelasting in de toekomst zullen echter altijd onzeker blijven. Bij de keuze van maatregelen zullen dan ook andere factoren dan enkel de bodembelasting een rol spelen, bijvoorbeeld het risico dat de verontreiniging met zich mee kan brengen.

Het risico is het meest praktisch te beoordelen door niet zozeer naar de bodembelasting zelf te kijken. Beter is het om uit te gaan van een omgevingsgerichte benadering waarbij de historische gegevens, de grootte van de stort en de eisen die de omgeving stelt aan het risico niveau worden beoordeeld. Een groot deel van deze gegevens, zijn verzameld binnen het VOSonderzoek. Op basis van deze gegevens kunnen stortplaatsen worden ingedeeld op basis van toelaatbare risico's. Belangrijk voor de indeling in risico categorieën zijn onder meer de geohydrologische situatie, het gebruik van de omgeving en de aanwezigheid van potentieel bedreigde objecten.

Het risico zal mede van belang zijn bij het bepalen van de monitoringsintensiteit. Doordat er voor het monitoringsonderzoek een groot aantal stortplaatsen wordt onderzocht, is een zekere statistische onderbouwing van dit risico mogelijk. De keuze voor een bepaalde monitoringsintensiteit is een beleidskwestie.

Het op voorhand afschrijven van stortplaatsen wordt afgeraden, het valt alleen te overwegen voor 'stortplaatsen met beperkt risico' zoals een kleine, goed gebufferde stortplaats waarbij de actuele bodembelasting zeer gering is. Het afschrijven van stortplaatsen met beperkt risico is niet alleen een kwestie van bodembelasting maar ook een afweging van alle mogelijke risico's zoals de kwetsbaarheid van de omgeving.

### 3.3 Informatie over verspreiding

#### 3.3.1 *Wat wordt verstaan onder verspreidingspluim?*

Verspreiding is het verplaatsen van stortpercolaat buiten het stortlichaam. In het grondwater is dit een gevolg van het stromen van water door het stortlichaam naar de omgeving. De verspreiding van het percolaat in het grondwater leidt tot een pluim. Met pluim bedoelen we al het grondwater dat door stortpercolaat is beïnvloed. Meestal is dit een benedenstroomse beïnvloeding die te bepalen is door de grondwaterkwaliteit te vergelijken met bovenstroomse referentie metingen.

Stortpercolaat bevat een groot aantal opgeloste stoffen. Vrijwel altijd en vaak in hoge concentraties aanwezig zijn de macroparameters zoals elektrische geleidbaarheid, chloride, opgelost organische stof, sulfaat et cetera. Deze kunnen in sommige gevallen voor problemen zorgen maar zijn in het algemeen niet toxisch. Stortpercolaat kan ook toxische microverontreinigingen bevatten. Deze microverontreinigingen komen meestal zeer lokaal voor. In dit kader wordt dan ook gesproken over een 'moederpluim' gekarakteriseerd door de macroparameters. Binnen de contouren van de moederpluim kan men soms een micropluim aantreffen. De bron van de moederpluim kunnen we redelijk homogeen, verdeeld over het stortlichaam, veronderstellen. Een pluim van microverontreinigingen zal veelal ontstaan zijn vanuit puntbronnen in het stortlichaam. Aangezien de laterale en verticale dispersie orden groottes kleiner zijn dan de longitudinale dispersie zijn deze pluimen veelal langgerekte 'sigaren' met maximale breedtes in de orde grootte van 20 meter.

#### 3.3.2 *De detectiekans van de pluim*

Verspreiding treedt op aan de randen en aan de onderkant van het stortlichaam. De vraag is of het mogelijk is om een pure verticale verspreiding (bijvoorbeeld bij stortplaatsen die geheel boven het grondwater liggen) te missen door alleen te meten aan de randen. De mening van de denktank is dat een zuivere verticale infiltratie in de praktijk niet vaak wordt aangetroffen. Slechts in die gevallen waarbij een stortplaats op een waterscheiding is aangelegd moet men hiervoor vrezen.

Aangezien verondersteld mag worden dat de bron van de 'moeder'pluim redelijk homogeen is verdeeld over het stortlichaam, zal met de meetdichtheden die worden aangehouden in de gepresenteerde monitoringsrichtlijnen de 'moeder'pluim in vrijwel alle gevallen worden gedetecteerd indien zij aanwezig is. Een grote factor van onzekerheid is de inschatting van de lokale geohydrologie. De stromingsrichting van grondwater (vooral van het freatische grondwater) is moeilijk te bepalen. Voor het eerste veldonderzoek bij een voormalige stortplaats is de stromingsrichting vooral bepaald aan de hand van informatie uit de VOS-onderzoek dat wil zeggen uit regionale kaarten gecombineerd met een locatie bezoek. De onzekerheid in stromingsrichting en het feit dat er noodzakelijkerwijs op een beperkt aantal plaatsen gemeten kan worden maakt het mogelijk dat op de verkeerde plaats wordt gemeten waardoor de pluim wordt gemist.

Om de detectiekans van de 'moeder'pluim bij stortplaatsen te vergroten, kan in sommige gevallen gebruik worden gemaakt van alternatieve metingen. Een voorbeeld zijn de Electromagnetische metingen (bijvoorbeeld EM-34) waarmee de geleidbaarheid van de bodem eenvoudig kan

worden gekarteerd. In situaties waarbij de achtergrond geleidbaarheid vrij laag is een verhoogde geleidbaarheid een aanwijzing voor een percolaat pluim.

Door de vorm en aard van de pluimen met microverontreinigingen, langgerekte 'sigaren' met een maximale breedte van 20 meter, zijn deze pluimen lastig te detecteren. De onzekerheid in stromingsrichting en het feit dat er noodzakelijkerwijs op een beperkt aantal plaatsen kan worden gemeten maakt het in versterkte mate mogelijk dat (micro)pluimen die er wel zijn, niet worden aangetroffen.

De onzekerheid in de stromingsrichting van het grondwater kan worden verkleind door meerdere malen per jaar in het veld te gaan kijken. Naast het nemen van monsters is het vooral van belang de slootpeilen, stijghoogtes, ligging van de slootjes et cetera te bepalen. Inzetten van 'divers' levert informatie over korte termijn fluctuaties in stromingsrichting en kan daardoor waardevol zijn om de trefkans te verhogen. Aangezien de komende tijd een groot aantal stortplaatsen wordt onderzocht, doet zich de kans voor om op basis van de gegevens van meerdere individuele locaties, statistische uitspraken te doen over detectie kansen van de 'sigaar'pluimen. Hiervoor moeten gedetailleerde gegevens van alle stortplaatsen gezamenlijk worden geïnterpreteerd in termen van aantallen pluimen per strekkende kilometer storttrand.

Voor het aantal metingen en het tijdstip van de metingen zijn de volgende overwegingen van belang:

- Ondiep grondwater wordt vrij sterk beïnvloed door de seizoenen. Als er meerdere keren gaat worden gemeten dan is het verstandig om op verschillende tijdstippen in het jaar te meten;
- Het is te verwachten dat het diepere grondwater minder onderhevig zal zijn aan fluctuaties. De noodzaak om hier vaak te meten kan worden betwijfeld.

Tijdens het storten kunnen de concentraties in het percolaat zeer hoog zijn geweest waardoor dichtheidstroming kan zijn opgetreden. Dichtheidstroming uit het verleden kan de interpretatie van de pluim zeer moeilijk maken. Dichtheidstroming is nog een slecht begrepen proces dat sterk afhankelijk is van de heterogeniteit. Het gevolg is dat stoffen terecht komen op onverwachte plaatsen, soms wel tegen de waterstroming in. Gelukkig is het wel zo dat het optreden van dichtheidstroming in het algemeen van korte duur is geweest.

Het bovenstaande heeft vooral betrekking op de detectie in het horizontale vlak. In de praktijk blijkt dat pluimen gemist kunnen worden doordat ze maar op zeer beperkte diepte voorkomen. Ook in verticale zin is het mogelijk om pluimen te missen. Geleidbaarheidsonderingen zijn een methode om deze detectie te verbeteren.

### 3.3.3 *De beoordeling van de verspreiding?*

Met de methode zoals beschreven in de eerste fase (fase A) van de gepresenteerde monitoringsrichtlijnen is het niet mogelijk om pluimgrootte te bepalen. Dit komt omdat er alleen maar aan de randen van het stortlichaam wordt gemeten waardoor pluimen alleen kunnen worden gesignaleerd. Het is wel mogelijk om heel grof (uitgaande van de stroomsnelheid en geen bufferende processen) de maximale grootte van een pluim te schatten. De bijbehorende onzekerheden zijn echter zeer groot. Als de onzekerheden te groot zijn, zal in een tweede fase (fase B) van het monitoringsonderzoek de gewenste zekerheid moeten worden verkregen. Om de grootte en het gedrag van een pluim te schatten moet over de as van de pluim worden gemeten.

Trends voor de lange termijn zijn alleen goed te bepalen als de metingen onderling met elkaar kunnen worden vergeleken. Dit betekent dat de metingen in ieder geval onder vergelijkbare condities worden gedaan, met andere woorden in hetzelfde seizoen. Ook is het in dit kader van

belang om de betrouwbaarheid en bandbreedtes van de resultaten te kennen. De detectiekans is echter groter als er in verschillende seizoenen gemeten wordt.

Het is van belang dat de monsternamen en de analyses gedurende het monitoringstraject op dezelfde manier worden uitgevoerd. Het mag dus niet gebeuren dat halverwege het traject andere analysemethoden worden gebruikt (tenzij er voldoende waarborgen zijn om te corrigeren voor structurele afwijkingen). Het is vrijwel zeker dat er een grote spreiding zal zitten in de meetresultaten.

Wat zeker niet kan met de gegevens, verzameld volgens de monitoringsrichtlijnen, is het beoordelen van processen die optreden in en om de pluimen die verspreiding tegengaan. Hiertoe moet vooral in de pluim worden gemeten. Aanbevelingen over de wijze waarop NA-processen in de pluim kunnen worden meegenomen, kunnen worden verwacht als eindresultaat van het NA-project.

## HOOFDSTUK 4

### OPTIMALISERING VAN HET DATABEHEER TEN BEHOEVE VAN DE DATA INTERPRETATIE

#### 4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is besproken hoe de interpretatie van de resultaten verkregen tijdens het monitoringsonderzoek kan worden geoptimaliseerd. Een belangrijk deel van deze optimalisatie zit in het groeperen van stortplaatsen in categorieën en alle metingen binnen een categorie met statistische methoden te analyseren. Om dit te verwezenlijken is een eenduidig databeheer van cruciaal belang.

#### 4.2 Databeheer binnen NAVOS

Het databeheer binnen de NAVOS-operatie is te zien op twee verschillende niveaus:

1. Databeheer op een centraal landelijk niveau;
2. Databeheer op een meer locatie niveau (provinciaal/cluster).

##### 4.2.1 Centraal landelijk databeheer

Vanuit de kerngroep NAVOS wordt centraal een databestand opgezet waarin per locatie geïnterpreteerde data wordt verzameld. Deze informatie wordt gebruikt om de gegevens te beoordelen in het licht van de doelstellingen van de NAVOS operatie. Doel van dit centrale databestand is:

- het bewaken van de voortgang van het monitoringsonderzoek;
- het centraal en uniform beheren van de verzamelde gegevens.

Met behulp van het databestand moet men in staat zijn om:

- te komen tot een indeling in verschillende categorieën van stortplaatsen gekarakteriseerd door het verspreidings- en blootstellingsrisico (zoals onderscheiden in het plan van aanpak);
- een onderverdeling te maken in het preventieve en het curatieve spoor;
- de financiële omvang van de NAVOS problematiek nader te bepalen.

Een eerste voorstel voor dit centrale NAVOS databestand is beschreven in: Databestand monitoring gegevens NAVOS, november 1998, TAUW, 3480836.DO3/KRO/AKK.

De opbouw van de NAVOS-database is in hoofdlijnen de volgende:

1. Algemene locatie gegevens (bestaande uit een identificatie code van de stort, NAW-gegevens en coördinaten);
2. Stortfactoren (gegevens over onder andere inhoud en omvang stort, huidig en toekomstig gebruik van de locatie, de aard van het gestort materiaal en stortperiode);
3. Geïnterpreteerde geohydrologische gegevens (gemiddelde grondwaterstand, stromingsrichting en -snelheid);
4. Geïnterpreteerde milieuhygiënische gegevens (gemiddelde kwaliteit van de deklaag, grondwater (zowel percolaat als freatisch en dieper grondwater), humane, ecologische en verspreidingsrisico's);
5. Voortgangsbewaking (in dit verband minder relevant);
6. Financiële gegevens en eendoordeel (ramingen kosten en indeling in preventief dan wel curatief spoor).

#### 4.2.2 *Locatie specifiek databeheer*

Naast het centrale databeheer voor geïnterpreteerde gegevens is er ook databeheer nodig voor de 'ruwe' peilbuis gegevens. Het beheer van de locatiespecifieke gegevens (ruwe data op 'peilbuis niveau') is de verantwoordelijkheid van de provincie. Op dit moment heeft elke provincie dit beheer op een eigen wijze in gevuld. In de praktijk komt het er op neer dat de adviesbureaus die in opdracht van de provincies de NAVOS operatie uitvoeren, eigen databeheer systemen toevoegen dan wel ontwikkelen.

De provincies zullen vanuit de locatiespecifieke datasystemen de gegevens moeten exporteren naar het formaat van het landelijke database systeem. De DUIV kerngroep NAVOS heeft uitdrukkelijk gesteld dat zij niet zullen zorgen dat er een uniform landelijk databeheer systeem voor NAVOS zal komen. Wel willen zij ondersteunen bij de afstemming tussen de verschillende in gebruik zijnde systemen.

#### 4.3 **Databeheer en optimalisatie van de monitoring**

Het is gewenst dat de interpretatie van de gegevens op een uniforme wijze wordt uitgevoerd. Dit kan worden gerealiseerd door een groot deel van de interpretaties te automatiseren. Naast de kansen die de databeheer biedt ten behoeve van de interpretatie zijn er ook een aantal knelpunten. Het aantal locaties en de schaal van de NAVOS operatie is van dien aard dat automatisering van de gegevens stromen gewenst is. Bovendien zal in de toekomst meer en meer worden gewerkt met apparatuur waarmee automatisch kan worden gemeten. Dit heeft grote consequenties voor het databeheer omdat de hoeveelheid gegevens in de tijd zal toenemen.

De kansen kunnen worden benut en de knelpunten kunnen worden aangepakt als in een vroeg stadium van de NAVOS operatie wordt gezorgd voor een uniforme data opslag. Dit hoeft niet te betekenen dat alle provincies een zelfde systeem gebruiken, alleen dat er eisen worden gesteld aan de gegevens die worden opgeslagen en hoe deze gegevens worden opgeslagen.

##### 4.3.1 *Het nut van de gezamenlijke interpretatie van een groot aantal stortplaatsen*

In dit project zijn een aantal aanbevelingen gedaan waarmee de monitoring van stortplaatsen kan worden verbeterd. Eén van de belangrijkste aanbevelingen is gebruik te maken van metingen gedaan op andere stortplaatsen om de betrouwbaarheid van de interpretatie op een individuele locatie te verbeteren. Hiertoe is het van belang de gegevens statistisch te interpreteren en omdat het om veel gegevens gaat is het logisch om het databeheer landelijk uniform te maken.

In hoofdstuk 3 is gesproken over een indeling in categorieën. Deze indeling is gebaseerd op beschikbare gegevens waarbij de omgeving van de stort een belangrijke rol heeft. Dit heeft te maken met het risico dat gepaard gaat met de verontreinigingen in de voormalige stortplaatsen. Deze wordt vooral beïnvloed door de omgeving van zo'n stort. De perceptie van het risico bij een stort in de nabijheid van een woonwijk is groter dan die van een stort midden het landelijk gebied. Het risico van een stort dat in direct contact staat met een watervoerend pakket wordt groter geacht dan dat van een stort in een dikke deklaag. De maatregelen die zullen worden uitgevoerd zijn afhankelijk van de risicoperceptie.

Per stortplaats categorie nemen we aan dat de eigenschappen van de stortplaatsen vergelijkbaar zijn. Criteria voor de groepsindeling zijn bijvoorbeeld:

- type stortmateriaal;
- aan- of afwezigheid van een deklaag;
- grootte van de stort;
- kwel of infiltratie;
- risicoperceptie;
- ....

Voor één individuele stortplaats is maar een beperkt aantal gegevens beschikbaar. Binnen een categorie is dat vele malen meer. Door de gegevens van stortplaatsen binnen één categorie als één geheel te interpreteren is het mogelijk om algemene uitspraken te doen over de trefkans van een verontreiniging.

Stel dat in een categorie van stortplaatsen met voornamelijk bouw- en sloopafval in een zandig pakket met infiltratie waarbij we een totaal van ongeveer 100 peilbuizen hebben. Als we binnen deze 100 peilbuizen niet één overschrijding waarnemen dan is de kans dat we pluimen hebben gemist op een individuele locatie klein. Mochten er van de 100 peilbuizen er 20 een overschrijding geven dan kunnen we een schatting maken van de kans hoeveel pluimen er per strekkende meter stroomafwaartse stortrand voorkomen. Op grond hiervan kunnen we dus per locatie beoordelen hoe groot de kans is dat er pluimen zijn gemist.

Naast detectie kansen kan er een veelheid aan hypothesen worden getoetst door de gegevens van vele stortplaatsen te groeperen. Vrijwel alle hypothesen zijn van belang voor de interpretatie van de individuele locaties.

#### 4.3.2 Aanbeveling voor een cyclische interpretatie van de gegevens

Zoals in de vorige paragraaf is geschetst kan de betrouwbaarheid van de interpretatie van de beperkte hoeveelheid gegevens op een locatie vergroot worden door gebruik te maken van gegevens van andere stortplaatsen die tot dezelfde categorie behoren. Om dit te kunnen doen moet er een aantal stappen worden doorlopen:

1. Gegevens verzamelen op locatie niveau;
2. Indelen van de locaties in categorieën;
3. Opstellen van hypothesen per categorie;
4. Hypothesen toetsen met statistische methoden (steekproeftechniek);
5. Gegevens met behulp van de resultaten uit stap 4 locatie specifiek interpreteren;
6. Geïnterpreteerde gegevens gebruiken voor centrale NAVOS interpretatie.

Figuur 1 geeft schematisch weer hoe de datastromen lopen als bovengenoemde cyclische interpretatie methode wordt toegepast.

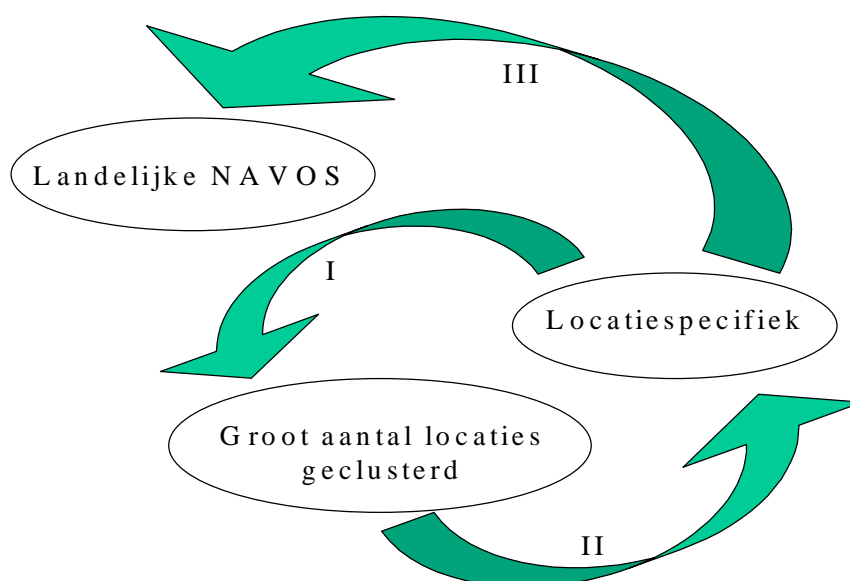


Fig. 1. Schematische weergave van de datastromen ten behoeve van de data interpretatie. Eerst wordt per locatie data verzameld en opgeslagen. Nadat de gegevens zijn gegroepeerd, kunnen allerlei hypothesen worden getoetst op geclusterde data (I). De resultaten van deze analyses worden gebruikt om de interpretatie op locatie niveau te verbeteren (II). De resultaten van de verbeterde interpretaties worden dan centraal verder verwerkt in de landelijke NAVOS database (III).

De bovengeschetste methodiek moet verder worden uitgewerkt. Een belangrijke randvoorwaarde voor het succes van de voorgestelde analyse is dat de verzamelde gegevens op een uniforme en eenduidige manier kunnen worden uitgewisseld. Het zou hierbij nuttig zijn als de gegevens op locatie niveau op een digitale manier worden opgeslagen waarbij aan een aantal voorwaarden is voldaan.

#### 4.4 Locatie specifiek databeheersysteem voor NAVOS

Binnen dit project zijn een aantal database systemen die voor NAVOS worden gebruikt met elkaar vergeleken met als doel te komen tot een aanbeveling voor een minimale gegevens inhoud voor het databeheerssysteem NAVOS. In bijlage B zijn een drietal systemen schematisch beschreven. Hierbij gaat het om de databeheer systemen MOVOS van De Straat Milieuadviseurs en MILWACO en DAWACO van IWACO. Naast deze drie systemen zijn ook de systemen gebruikt binnen de provincies Groningen (VOS-PB) en Utrecht bekeken. Doel van deze vergelijking was te komen tot een voorstel voor een uniforme dataopslag waar binnen NAVOS minimaal aan moet worden voldaan. Hierbij is het uitdrukkelijk de bedoeling aan te sluiten bij de activiteiten binnen het VKB die tot doel hebben om te komen tot een standaardisering van de uitwisseling van bodeminformatie.

##### 4.4.1 Algemeen beeld

De gebruikte systemen lijken zeer veel op elkaar. De meeste systemen zijn gemaakt in een relationele database programma en bestaan uit verschillende tabellen die aan elkaar zijn gekoppeld. Naast een tabel met de gegevens uit de VOS onderzoeken zijn er tabellen die informatie bevatten over meetpunten, peilbuizen met filters, stijghoogten, monsters (grond, water, lucht, et cetera) en analyseresultaten. Bij geen van de systemen die we hebben bekeken is functionaliteit opgenomen ten behoeve van de interpretatie. Dit omdat de interpretatie methodiek nog niet volledig duidelijk is.

##### 4.4.2 Minimale gegevensinhoud Databeheerssysteem NAVOS

In het licht van de statistische analyse en op basis van de vergelijking tussen de verschillende databeheerssystemen wordt de volgende structuur aanbevolen voor het uitwisselen van de locatiespecifieke gegevens ten behoeve van de interpretatie. Hierbij gaat het aan de ene kant om gegevens die van belang zijn voor het landelijke NAVOS-database en aan de andere kant om gegevens voor een uniforme data interpretatie. In principe gaat het om de volgende tabellen/records (algemene en geïnterpreteerde gegevens, volgens landelijke NAVOS-opzet):

- algemene locatiegegevens (NAW, XY);
- locatie specifieke VOS gegevens (stort gegevens), met onder meer:
  - geïnterpreteerde geohydrologische gegevens;
  - geïnterpreteerde milieuhygiënische gegevens;
- meetpuntgegevens (boring, peilbuis, grondmonsterpunt, oppervlaktewatermonsterpunt, luchtmonsterpunt) met kenmerken;
- boorbeschrijvingen;
- filtergegevens met kenmerken;
- monstergegevens (grond, grondwater, slib, oppervlaktewater, lucht (reststoffen)) met kenmerken;



- stijghoogten van het grondwater;
- analyseresultaten (grond en slib, grondwater en oppervlaktewater én (bodem)lucht (reststoffen));
- parametergegevens (parameterlijst, voorgedefinieerde lijst van parameters, stofnormen, algemene stofgegevens).

Deze datastructuur is geschikt om de ruwe en geïnterpreteerde gegevens op een flexibele wijze op te slaan en uit te wisselen. Doordat gebruikt wordt gemaakt van aan elkaar gerelateerde tabellen, zijn met een database programma op vrij eenvoudige wijze selecties toe te passen om de gewenste gegevens uit de database te halen.

Figuur 2 geeft een voorbeeld van de te gebruiken tabellen en de relaties. Voor het landelijke uitwisselingsbestand NAVOS is het van groot belang om aan te sluiten met het uitwisselingsbestand bodeminformatie dat wordt ontwikkeld binnen VKB verband.

Daarnaast beveelt de denktank ook aan bij het vullen van de tabellen de criteria en codes te gebruiken die zijn voorgesteld voor het centrale NAVOS data bestand.

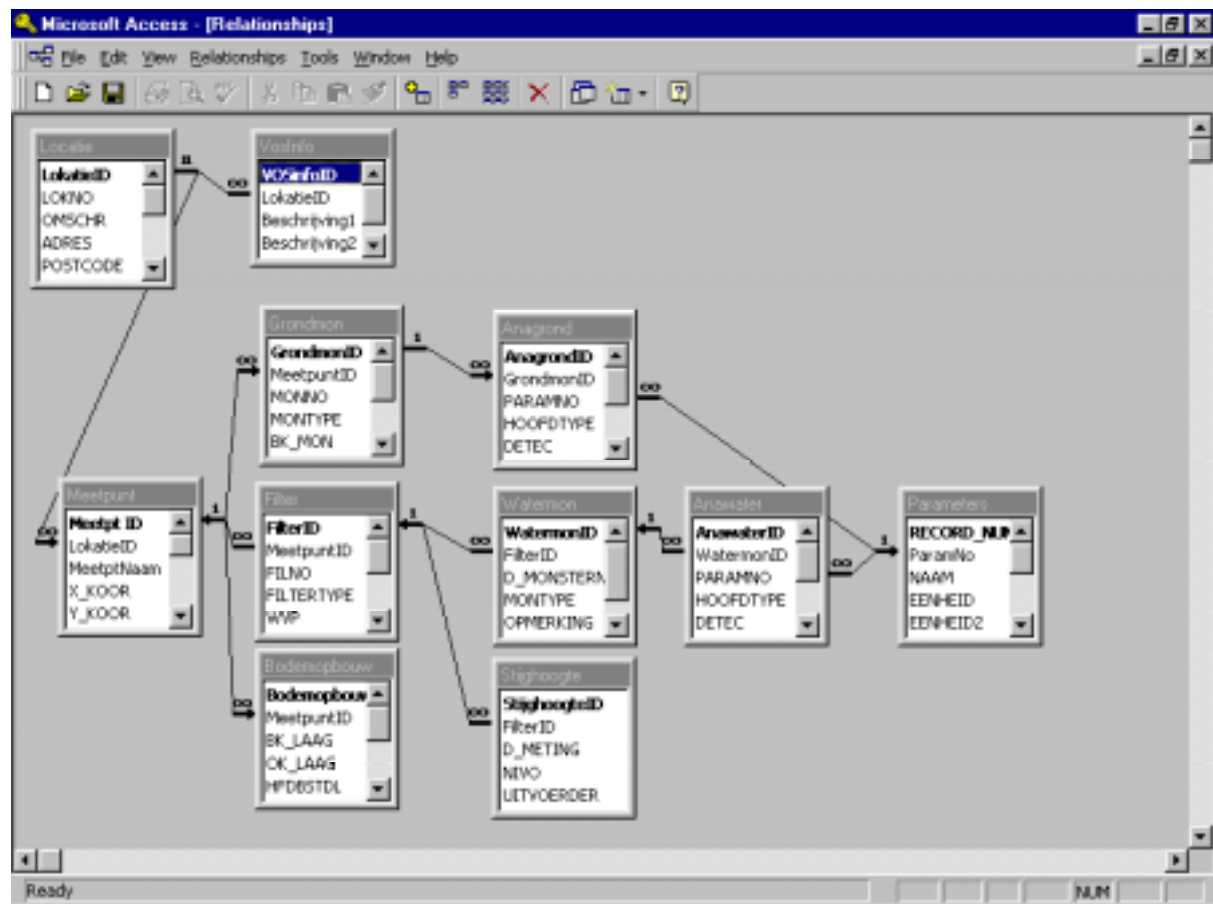


Fig. 2. Relatie diagram voorgesteld voor uitwisseling monitoringsdata NAVOS. De link naar het landelijke NAVO-databestand loop via de locatie en de VOSinfo tabellen.

De denktank beveelt aan om er voor te zorgen dat alle databeheer systemen kunnen exporteren naar deze structuur.

## HOOFDSTUK 5

### SYNTHESE

#### 5.1 Doelen van de monitoring-operatie

Om monitoring te kunnen optimaliseren, is een duidelijke doelstelling onontbeerlijk. Om die reden is daar in de denktank veel energie en tijd in gestoken.

De doelstelling hangt onlosmakelijk samen met het NAVOS-traject, waarvan de huidige fase van monitoring van stortplaatsen een onderdeel is.

In de denktank is uit de discussies naar voren gekomen dat de huidige monitoringsronde niet één, maar twee doelen zou moeten dienen:

1. Het moet in NAVOS-verband voldoende informatie opleveren om op **landelijk niveau** uitspraken te doen over aantallen stortplaatsen die in preventief dan wel curatief spoor terecht zullen komen en bovendien voldoende informatie aanleveren om op een landelijk aggregatie-niveau een raming van de kosten te maken;
2. Het moet, bij voorkeur, voor de provincies informatie opleveren om op **locatie niveau** een uitspraak te doen of er sprake is van een Wbb-geval (ernstig en urgent), een stort die in het NAVOS-traject moet worden meegenomen, of een die (nagenoeg) geen beïnvloeding van de omgeving teweegbrengt.

Het spreekt voor zich dat de twee niveaus die hier worden onderscheiden een eigen diepgang in onderzoek kennen:

- Op landelijk niveau zijn met name betrouwbare schattingsmethoden nodig, gebaseerd op ervaringsgegevens en statistieken over met name de aantallen en aard van de stortplaatsen. Statistische afwijkingen op locatieniveau worden door de wet van de grote getallen tenietgedaan. Op dit niveau is de voornaamste zorg over de betrouwbaarheid van de monitoringsresultaten dat er **systematische** onder- of overschattingen wordt gemaakt van aantallen en kosten;
- Om op locatieniveau een verantwoorde keuze te kunnen maken in Wbb-spoor, NAVOS-traject of 'exit' is een hoger detailniveau van de onderzoeksresultaten nodig. Het maakt op dit niveau tamelijk veel uit of een locatie terecht 'exit' wordt verklaard of niet. Statistische afwijkingen worden hier niet gecompenseerd door grote getallen.

Een belangrijk deel van de discussies in de denktank hebben zich afgespeeld rondom de vraag of de voorgenomen monitoringsoperatie wel voldoende betrouwbare gegevens oplevert om op zowel landelijk als lokaal niveau de doelen te vervullen.

De denktank beantwoordt die centrale vraag met "ja, mits". Om dit antwoord toe te lichten is het nodig om in te gaan op de onderzoeksvragen die de monitoringsoperatie moet beantwoorden en vervolgens op de uitbreiding van de methode van onderzoek die de denktank voorstelt.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de mogelijke aanbevelingen waarbij tegelijkertijd de achterliggende vragen nogmaals worden gesteld. De aanbevelingen worden genummerd. Tegelijkertijd hebben wij gemeend om de aanbevelingen in een drietal typen in te delen:

- a. Concrete aanbevelingen over de te volgen werkwijze;
- b. Aanbevelingen gericht op het maken van (beleidsmatige) keuzes, actie door NAVOS;

- c. Aanbevelingen gericht op verder onderzoek of verdere onderbouwing, actie mogelijk door vervolg van de denktank.

## 5.2 Onderzoeksvragen monitoringsoperatie

De monitoringoperatie draait, volgens de denktank, om de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen:

1. Is er sprake van beïnvloeding van de omgeving door de stortplaats?
2. Indien het antwoord op 1 "nee" is, bestaat er dan soms een gerede kans dat dit zo blijft, met andere woorden: gaat de stort **in de toekomst** wellicht verontreinigingen emitteren?
3. Indien het antwoord op 1 "ja" is, is er dan sprake van een ernstige, urgente verontreiniging?

Afhankelijk van het antwoord op deze vragen worden de stortplaatsen ingedeeld in Wbb-, NAVOS- of 'exit'-gevallen. Eén en ander is in figuur 3 nog eens weergegeven.

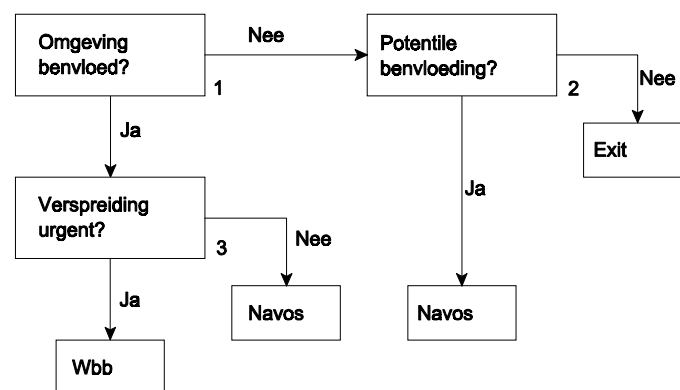


Fig. 3. Indeling van de stortplaatsen.

De beantwoording van de onderzoeksvragen is helaas niet rechtstreeks uit de analyseresultaten van de grondwatermonsters af te leiden. Er gaapt een vrij ruim 'gat' tussen de vier jaarlijkse meetrondes die een hoop getallen opleveren enerzijds en de beantwoording van deze vragen anderzijds.

Vandaar dat de denktank aan elk van de drie onderzoeksvragen weer een aantal sub-vragen en aanbevelingen heeft toegevoegd die moeten zorgen voor koppeling met de monitoringsresultaten uit het veld. In de volgende drie paragrafen zal per onderzoeksvraag op die sub-vragen en aanbevelingen worden ingegaan.

De eerste aanbeveling (type a) van de denktank is deze vragenboom als uitgangspunt te nemen.

### 5.2.1 Omgeving beïnvloed?

Deze vraag zal in eerste instantie kunnen worden beantwoord door de analyseresultaten van de monsters uit de peilbuizen rondom de stortplaats. Als er sprake is van een 'treffer' (er is een verontreinigingspluim geconstateerd), dan is het duidelijk dat de onderzoeksvraag "omgeving beïnvloed?" kan worden beantwoord met "ja". Alleen is de aard van percolaatpluimen stroomafwaarts van de stortplaats niet zodanig dat het op voorhand duidelijk is wanneer er sprake is van een 'treffer'.

Voorbeelden kunnen dit verduidelijken:

- stroomafwaarts van een stortplaats worden wel verhoogde macro-parameters gemeten, maar geen Leidraad-stoffen;
- stroomopwaarts (in de referentiebuis) worden geen, maar stroomafwaarts worden wel zware metalen aangetroffen, echter in concentraties die in de regio regelmatig gemeten worden als verhoogde achtergrondconcentraties;
- in de referentiebuis worden lichte verhoogde concentraties EOX aangetroffen en in één van de peilbuizen stroomafwaarts wordt twee- tot driemaal die waarde aangetroffen.

Een tweede probleem die met de onderzoeksvraag samenhangt is de trefkans: als er niets wordt gemeten, is er dan sprake van of geen beïnvloeding of een gemiste verontreinigingspluim.

In de denktank is een aantal keren naar voren gekomen dat in dit verband onderscheid moet worden gemaakt tussen een 'moederpluim' (afkomstig uit de gehele stort, en geïndiceerd door macro-parameters als EC, pH, nitraten, Chloride, et cetera) en 'sigaarpluimen' (bestaande uit leidraadstoffen en afkomstig uit puntbronnen in het stortlichaam).

#### Sub-vragen

Deze problemen roepen een aantal aanvullende onderzoeksvragen (sub-vraag) op:

- Wanneer wordt er aan gemeten resultaten het predicaat "beïnvloed door stortplaats" gehangen?
- Wordt een duidelijk waarneembare pluim van macro-parameters (dus zonder Leidraadstoffen) ook tot een "treffer" gerekend (zo ja, bij welke concentraties)?
- Hoe wordt onderscheid gemaakt tussen verhoogde achtergrondgehalten en beïnvloeding door percolaat?
- Hoe wordt omgegaan met de soms te verwachten fluctuaties in gemeten concentraties, met name als deze de ene keer onder en de andere keer boven normen uitkomen?
- Hoe groot is de kans om een (ernstige en urgente) verontreinigingspluim te missen, en hoe kan de trefkans worden geoptimaliseerd?

#### Aanbevelingen

1. Type b: Definieer wat onder beïnvloeding dient te worden verstaan. Doe dit aan de hand van een aantal voorbeelden. De denktank kan hierin, samen met de VOS-coördinatoren een uitstekende rol als klankbordgroep vervullen.
2. Type b: Geef een indicatie van een (beleidsmatig) acceptabele miskans.
3. Type c: Betrek de kennis en ervaring op het gebied van FEB (flexibele emissie beheersing) om trefkansen te kwantificeren en monitoring te optimaliseren.
4. Type c: Stel op basis van keuzes bij 2 en 3 een richtlijn op voor die stortplaatsen waar na fase A een verdichting noodzakelijk is. De 'fase B' in de Tauw-notitie (TAUW, Opzet monitoringsonderzoek voormalige stortplaatsen, opdrachtgever IPO, 3480836, 12 maart 1998) biedt hiervoor de beleidsmatige/financiële ruimte.
5. Type c: Probeer de ordegrrootte van trefkansen/faalkansen te benaderen door "treffers" en "niet-treffers" te relateren aan kenmerken van de stortplaatsen (zoals ouderdom, omvang, inhoud stort, VOS-risico-scores et cetera). Dit is te realiseren door alle onderzoeksresultaten onder te brengen in een landelijke database waarop vervolgens statistische analyses worden losgelaten. Hieruit kan mogelijk voortkomen dat bij sommige categorieën stortplaatsen de trefkans erg groot is, en dat bijvoorbeeld een negatief resultaat in de eerste ronde in die categorie heel goed te wijten zou kunnen zijn aan een gemiste pluim.

#### 5.2.2 Potentiële beïnvloeding?

Als er geen sprake is van waarneembare beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit, dan is de grote vraag of het aannemelijk te maken valt dat, dat in de toekomst ook niet zo zal zijn. Met andere woorden: is er binnen redelijke grenzen uit te sluiten dat er een container met chemicaliën

in de toekomst zal gaan lekken en het grondwater zal verontreinigen of dat er door gewijzigde (redox-)condities de mobiliteit van een verontreiniging toe gaat nemen?

#### **Sub-vragen**

- Wanneer is er sprake van toekomstig risico dat een stort vormt voor zijn omgeving?
- Hoe kan een redelijke uitspraak worden gedaan omtrent het toekomstig risico?

#### **Aanbevelingen**

6. Type b: Stel een begrippenkader op, definieer de term "toekomstig risico".
7. Type b: Categoriseer stortplaatsen op toekomstig risico, richt daarbij in dit kader de aandacht op de inhoud van de stort:
  - het gestorte materiaal en het risico op toekomstige uitloging;
  - het bufferend vermogen van de stort.Gebbruik hiervoor ook de landelijke database met diverse stortplaatsgegevens.
8. Type c: Op basis van de resultaten uit 7 kan een specifieke meet-/monitorings- protocol gerelateerd aan de stortplaatscategorie worden ontwikkeld.

#### **5.2.3 Verspreiding urgent?**

Om de urgentie van een verontreinigingspluim te beoordelen zijn eigenlijk veel gegevens nodig: ten eerste zou de omvang redelijk in kaart moeten zijn gebracht en ten tweede zou de verspreidingssnelheid, bij voorkeur met inachtneming van natuurlijke afbraak, bekend moeten zijn. Dergelijke gegevens zullen pas in een later stadium van het onderzoek beschikbaar komen. Dit roept evenwel een aantal vragen op:

#### **Sub-vragen**

- Kan de omvang van de verontreinigingspluim worden afgeleid uit de monitoringresultaten?
- Dient natuurlijke afbraak al te worden meegenomen vóór de indeling in Wbb/NAVOS, of kan dat pas zinvol na enig nader onderzoek in Wbb-kader?
- Zijn er eenvoudige rekenmodellen beschikbaar die voor de grote aantallen locaties waar het hier om gaat een redelijke indruk kunnen geven van de verspreidingssnelheid? Binnen FEB III wordt aan een dergelijke simpel (analytisch) rekenmodel gewerkt.

#### **Aanbevelingen**

9. Type a: Neem extra factoren mee in de monitoringrondes die een indicatie van de NA-potentie dan wel van afbraakprocessen weergeven. Hier zullen de resultaten vanuit het NA-traject moeten worden benut.
10. Type a: Screen gegevens op een zodanige manier dat je onderscheid kunt maken tussen verschillende situaties (Dit kan worden vergeleken met de eerste schatting uit de urgentie-systematiek die binnen de Wbb gebruikelijk is):
  - zeker urgent (grote percolaatpluimen met redelijke grondwaterstroming);
  - zeker niet urgent (geen verontreiniging, geen/geringe grondwaterstroming);
  - restcategorie: nader bekijken met computermodellen/aanvullend onderzoek fase B.
11. Type b: Ontwikkel een protocol/richtlijn voor het nader in kaart brengen van verspreiding en NA voor die stortplaatsen waarvoor dat na fase A noodzakelijk blijkt te zijn. Dit is een verdere invulling van fase B.

### **5.3 Conclusies en aanbevelingen**

In voorgaande paragraaf is een analyse van de problematiek gegeven met een aantal concrete onderzoeksvragen en aanbevelingen. Dit resultaat overziend, heeft de denktank geconcludeerd dat er een aantal werkzaamheden moeten worden verricht vóórdát een verantwoorde interpretatie van de monitoringsoperatie plaats kan vinden. In die zin kan de monitoringsoperatie van stortplaatsen zeker nog worden geoptimaliseerd.

In hoofdlijnen trekt de denktank de volgende conclusie:

*Een belangrijk deel van de discussies in de denktank hebben zich afgespeeld rondom de vraag of de voorgenomen monitoringsoperatie wel voldoende betrouwbare gegevens oplevert om op zowel landelijk als lokaal niveau de doelen te vervullen.*

De denktank beantwoordt die centrale vraag met "ja, mits". Het 'mits' zit in de volgende voorwaarden verankerd:

- A. Een noodzakelijke kwaliteitsverbetering van de interpretatie van de monitoringresultaten kan worden bereikt door gegevens van alle stortlocaties in een landelijke databank in te lezen, te analyseren en stortplaatsen op basis daarvan in te delen in categorieën. De gegevens in de landelijke databank bestaan uit een aantal gegevens die verkregen zijn tijdens het VOS-onderzoek, zoals ouderdom, stortinhoud, oppervlak, et cetera alsmede de analysegegevens uit de monitoringsronde(n).
- B. Een aantal begrippen zullen duidelijk moeten worden gedefinieerd en/of geoperationaliseerd om een eenduidige interpretatie mogelijk te maken.
- C. Fase B van het monitoringplan moet nader worden ingevuld. Uit de werkconferenties kwam naar voren dat er met name twee situaties zijn waar aanleg van een 'fase B'-netwerk zinvol kan zijn:
  - een nadere detaillering van het netwerk om de trefkans van een verontreinigingspluim te verhogen;
  - een nadere detaillering van het netwerk om de mate van verspreiding en natuurlijke afbraak beter in kaart te brengen.

Het kan zinvol zijn om een meet-/monitoringprotocol te ontwikkelen gerelateerd aan de stortplaatscategorie.

De denktank meent bij bovenstaande aanbevelingen tenslotte een zinvolle rol te spelen. Wellicht in een iets andere opzet, waarbij een aantal partijen in kleine teams van wisselende samenstelling kunnen werken aan bovengenoemde onderwerpen, en de denktank in zijn geheel als klankbordgroep/sparringpartner fungeert voor de uitkomsten ervan. Het ligt bovendien enigszins voor de hand om de denktank in deze opzet meer te koppelen aan de NAVOS-werkgroep en de VOS-coördinatoren die tenslotte afnemers zijn van de resultaten van de genoemde producten.

BIJLAGE A

**SAMENSTELLING VAN DE DENKTANK STORTPLAATSEN**

<b>Bedrijf</b>	<b>Naam</b>	<b>Adres</b>	<b>Plaats</b>
Bioclear B.V.	de heer drs. S. Keuning	Postbus 2262	9704 CG GRONINGEN
De Straat Milieu-adviseurs	de heer A. Verstappen	Postbus 270	2600 AG DELFT
De Straat Milieu-adviseurs	de heer R. van Tiel	Broekstraat 32	6828 PZ ARNHEM
DHV Milieu en Infrastructuur B.V.	de heer T. Kok	Postbus 1076	3800 BB AMERSFOORT
Grondmechanica Delft	de heer ir. F.Th. Verhagen	Postbus 69	2600 AB DELFT
N.V. Afvalzorg Deponie B.V.	de heer ir. H. Scharff	Postbus 6343	2001 HH HAARLEM
N.V. Afvalzorg Deponie B.V.	de heer J.P.A. van der Veld	Postbus 6343	2001 HH HAARLEM
Van Essen Instruments B.V.	de heer ing. P. Westerhuis	Postbus 553	2600 AN DELFT
Tauw B.V.	de heer ir. M. in 't Veld	Postbus 133	7400 AC DEVENTER
TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie	de heer M. Hoogerwerf	Postbus 342	7300 AH APELDOORN
Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen- TNO	de heer ir. C.B.M. te Stroet	Postbus 6012	2600 JA DELFT
Vrije Universiteit Amsterdam Faculteit der Aardwetenschappen	de heer drs. B. van Breukelen	De Boelelaan 1085	1081 HV AMSTERDAM
IWACO B.V.	de heer W. van Vossen	Postbus 525	5201 AM 's-HERTOGENBOSCH
IWACO B.V.	de heer ir. H.C. van der Meijden	Postbus 525	5201 AM 's-HERTOGENBOSCH
Provincie Gelderland	mevrouw ir. S. Seuren	Postbus 9090	6800 TH UTRECHT
Provincie Utrecht	de heer ir. P.W.M. van Mullekom	Postbus 80300	3508 TH UTRECHT
TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie	de heer ir. J.L.A. Slenders	Postbus 342	7300 AH APELDOORN
HWZ Milieu	de heer drs. ing. R.P.J. van der Heijden	Postbus 2754	3500 GT UTRECHT
CUR-NOBIS	de heer ing. J.A.H.M. Verheul	Postbus 420	2800 AK GOUDA

BIJLAGE B

**LIJST VAN GENODIGDEN VOOR DE AFSLUITENDE WORKSHOP  
GEHOUDEN OP 29 JUNI 1999**

<b>Bedrijf</b>	<b>Naam</b>	<b>Afdeling</b>	<b>Adres</b>
Provincie Friesland	T. Dijkstra	Afdeling Milieu en water	Postbus 20120 8900 HM Leeuwarden
Provincie Groningen	Herko ter Paske	Afdeling Afval en bodemsanering	Postbus 630 9700 AP Groningen
Provincie Drenthe	Luc Wallinga	Afdeling Bodem	Postbus 122 9400 Assen
Provincie Overijssel	Willem Mulder	Afdeling Bodemsanering	Postbus 10078 8000GB Zwolle
Provincie Gelderland	Hans Niemeijer	Afdeling Milieu en water	Postbus 9090 6800 GX Arnhem
Provincie Noord-Brabant	Tom Kamsma	Afdeling Bureau Bodemsanering	Postbus 90151 5200 MC 's-Hertogenbosch
Provincie Limburg	Peter v.d. Haar	Afdeling Bureau Bodemsanering	Postbus 5700 6202 MA Maastricht
Provincie Zeeland	Peter Brand	Afdeling Milieuhygiëne	Postbus 165 4330 AD Middelburg
Provincie Zuid-Holland	Coen Janssen Erik Foppen	Afdeling Bodemsanering	Postbus 90602 2509 LP Den Haag
Provincie Noord-Holland	Jan Rem	Afdeling Bureau Bodemsanering	Postbus 3007 2001 DA Haarlem
Provincie Utrecht	Koen van Rooijen	Afdeling Bodem	Postbus 80300 3508 TH Utrecht
Provincie Flevoland	Marian Nabers	Afdeling Milieubeheer	Postbus 55 8200 AB Lelystad
Provincie Zuid-Holland	Jan v.d. Ben	Afdeling Bodemsanering	Postbus 90602 2509 LP Den Haag
Provincie Zuid-Holland	van Hagen	Afdeling Bodem en afvalstoffen	Postbus 90602 2509 LP Den Haag
Provincie Limburg	Yvonne de Man	Afdeling Bureau Bodemsanering	Postbus 5700 6202 MA Maastricht
VROM/DGM	Bert Gravensteijn	Afdeling IPC625	Postbus 30945 2500GX Den Haag
VROM/DGM	Koreman	Afdeling IPC645	Postbus 30945 2500GX Den Haag
IPO	J. Klink		Postbus 97728 2509GC Den Haag
Tauw B.V.	Jeannette Krol	Afdeling Bodemkwaliteitsbeheer	Postbus 133 7400 AC Deventer
IWACO B.V.	Willem van Vossen		Postbus 525 5201 AM 's-Hertogenbosch
IWACO B.V.	Marco van Dalfsen		Postbus 8064 9702 KB Groningen
IWACO B.V.	Erik Sijtsma		Postbus 8064 9702 KB Groningen
IWACO B.V.	Sjakko de Vos		Postbus 525 5201 AM 's-Hertogenbosch
IWACO B.V.	Hans van der Woude		Postbus 525 5201 AM 's-Hertogenbosch
IWACO B.V.	Marc Gieberts		Postbus 525 5201 AM 's-Hertogenbosch
IWACO B.V.	Maryann Glorie- Bergmans		Postbus 8520 3009 AM Rotterdam
IWACO B.V.	Leo Brouwer		Postbus 8520



<b>Bedrijf</b>	<b>Naam</b>	<b>Afdeling</b>	<b>Adres</b>
			3009 AM Rotterdam
Bioclear B.V.	de heer drs. S. Keuning	Directeur	Postbus 2262 9704 CG Groningen
De Straat Milieu-adviseurs	de heer A. Verstappen Monica Kwakkelstein		Postbus 270 2600 AG Delft
De Straat Milieu-adviseurs	de heer R. van Tiel Charles Kerstens Debby Winkels	coördinator vestiging Arnhem	Broekstraat 32 6828 PZ Arnhem
DHV Milieu en Infrastructuur B.V.	de heer T. Kok	Afdeling Bodem	Postbus 1076 3800 BB Amersfoort
Grondmechanica Delft	de heer ir. F.Th. Verhagen	Unit Milieu	Postbus 69 2600 AB Delft
N.V. Afvalzorg Deponie B.V.	de heer ir. H. Scharff Arti de Wit Harm Ritsema		Postbus 6343 2001 HH Haarlem
N.V. Afvalzorg Deponie B.V.	de heer J.P.A. van der Veld		Postbus 6343 2001 HH Haarlem
Van Essen Instruments B.V.	de heer ing. P. Westerhuis	Afdeling Binnendienst	Postbus 553 2600 AN Delft
Tauw Milieu B.V.	de heer ir. M. in 't Veld	Afdeling Bodemkwaliteitsbeheer	Postbus 133 7400 AC Deventer
TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie	de heer M. Hoogerwerf		Postbus 342 7300 AH Apeldoorn
Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen- TNO	de heer dr. ir. C.B.M. te Stroet		Postbus 6012 2600 JA Delft
Vrije Universiteit Amsterdam Faculteit der Aardwetenschappen	de heer drs. B. van Breukelen		De Boelelaan 1085 1081 HV Amsterdam
IWACO B.V.	de heer W. van Vossen		Postbus 525 5201 AM 's-Hertogenbosch
IWACO B.V.	de heer ir. H.C. van der Meijden		Postbus 525 5201 AM 's-Hertogenbosch
Provincie Gelderland	mevrouw ir. S. Seuren	Afdeling MW/AFV/AV	Postbus 9090 6800 GX Arnhem
Provincie Utrecht	de heer ir. P.W.M. van Mullekom	Dienst Water & Milieu	Postbus 80300 3508 TH Utrecht
TNO-MEP	de heer ir. J.L.A. Slenders		Postbus 342 7300 AH Apeldoorn
CUR-NOBIS	de heer ing. J.A.H.M. Verheul		Postbus 420 2800 AK Gouda
Geofox B.V.	de heer C. van der Feltz		Postbus 85458 2508 CD 's-Gravenhage
Geofox B.V.	de heer J. Nugteren		Postbus 85458 2508 CD 's-Gravenhage
DHV Helmond Regio kantoor Helmond	de heer ir. A. Rensen		Postbus 388 5700 AJ Helmond
SMA Sagro Milieu Advies	de heer R. Rozemeijer		Postbus 25 4453 ZG 's-Heerenhoek
Oranjewoud B.V.	mevrouw A.G.H. van der Heijden + collega	Afdeling Bodem, water en milieu	Postbus 10044 1301 AA Almere-Stad
DHV Helmond Regio kantoor Helmond	de heer J. Kattenberg		Postbus 388 5700 AJ Helmond
Chemielinco milieu-advies	de heer C.R. Hakstege		Postbus 496 3500 AL Utrecht
GEOFOX	de heer drs. A. van der Weij	Vestigingsleider	Postbus 6194 5600 HD Eindhoven
SMA Sagro Milieu Advies	de heer C.A. Lik		Postbus 25 4453 ZG 's-Heerenhoek

Bedrijf	Naam	Afdeling	Adres
de Vries & v.d. Wiel	de heer Rick Duin de heer Marcel Geus		Postbus 218 1740 AE Schagen

## BIJLAGE C

### VERGELIJKING VAN VERSCHILLENDE DATABEHEERSYSTEMEN

#### Vergelijking van verschillende databeheersystemen

##### MILWACO

Binnen Milwaco kunnen alle gegevens worden opgeslagen aangaande de bodemkwaliteit. Tevens bezit het pakket een koppeling naar projectgegevens. Hieronder staan de gegevens die kunnen worden opgeslagen, weergegeven:

- systeemgegevens (printerpoorten, gebruikersrechten, datumtype, scheidingstekens, gebruikers directory, systeem directory, standaard instellingen);
- werkgebiedgegevens (eigenaar van het werkgebied, gerechtigde gebruikers, plaats van de gebruikte bestanden, binnen werkgebied gebruikte condities unieke meetpuntnummers of er wel of geen dingen mogen worden geïmporteerd);
- projectgegevens (projectnummer, -titel, -leider en opdrachtgever) op basis van een mogelijke koppeling met Projectendatabank;
- locatiegegevens (NAW, XY);
- meetpuntgegevens (boring, peilbuis, slibmonsterpunt, oppervlaktewatermonsterpunt, luchtmonsterpunt,) met kenmerken;
- boorbeschrijvingen;
- filtergegevens met kenmerken;
- monstergegevens (grond, grondwater, slib, oppervlaktewater, lucht (reststoffen)) met kenmerken;
- stijghoogten van het grondwater;
- analyseresultaten (grond en slib, grondwater en oppervlaktewater én (bodem)lucht (reststoffen));
- parametergegevens (parameterlijst, voorgedefinieerde lijst van parameters, stofnormen, algemene stofgegevens);
- meetpuntgroepen.

Figuur C1 laat de opbouw van de databank zien. De codetabellen en tabellen van randverschijnselen zijn buiten beeld gelaten. Een beschrijving van de velden is gegeven in bijlage D.



## DAWACO

Binnen Dawaco kunnen alle gegevens opgeslagen worden aangaande de (grond)waterkwaliteit en kwantiteit. Het pakket bezit geen koppeling naar projectgegevens. Hieronder staan de gegevens die kunnen worden opgeslagen, weergegeven:

- systeemgegevens (printerpoorten, gebruikersrechten, datumtype, scheidingstekens, gebruikers directory, systeem directory, standaard instellingen);
- werkgebiedgegevens (eigenaar van het werkgebied, gerechtigde gebruikers, plaats van de gebruikte bestanden);
- meetpuntgegevens met kenmerken;
- boorbeschrijvingen;
- filtergegevens met kenmerken;
- monstergegevens (grond, grondwater, slib, oppervlaktewater, lucht (reststoffen)) met kenmerken;
- stijghoogten van het grondwater;
- analyseresultaten (grond)water
- parametergegevens (parameterlijst, voorgedefinieerde lijst van parameters, stofnormen, algemene stofgegevens);
- put- of meetpuntgroepen.

Figuur C2 geeft een overzicht van de tabellen en de relaties binnen DAWACO. De milieukundige gegevens slaat de databank op in de volgende tabellen en hun relaties. De codetabellen en tabellen van randverschijnselen zijn buiten beeld gelaten. Een beschrijving van de velden is te vinden in bijlage D.

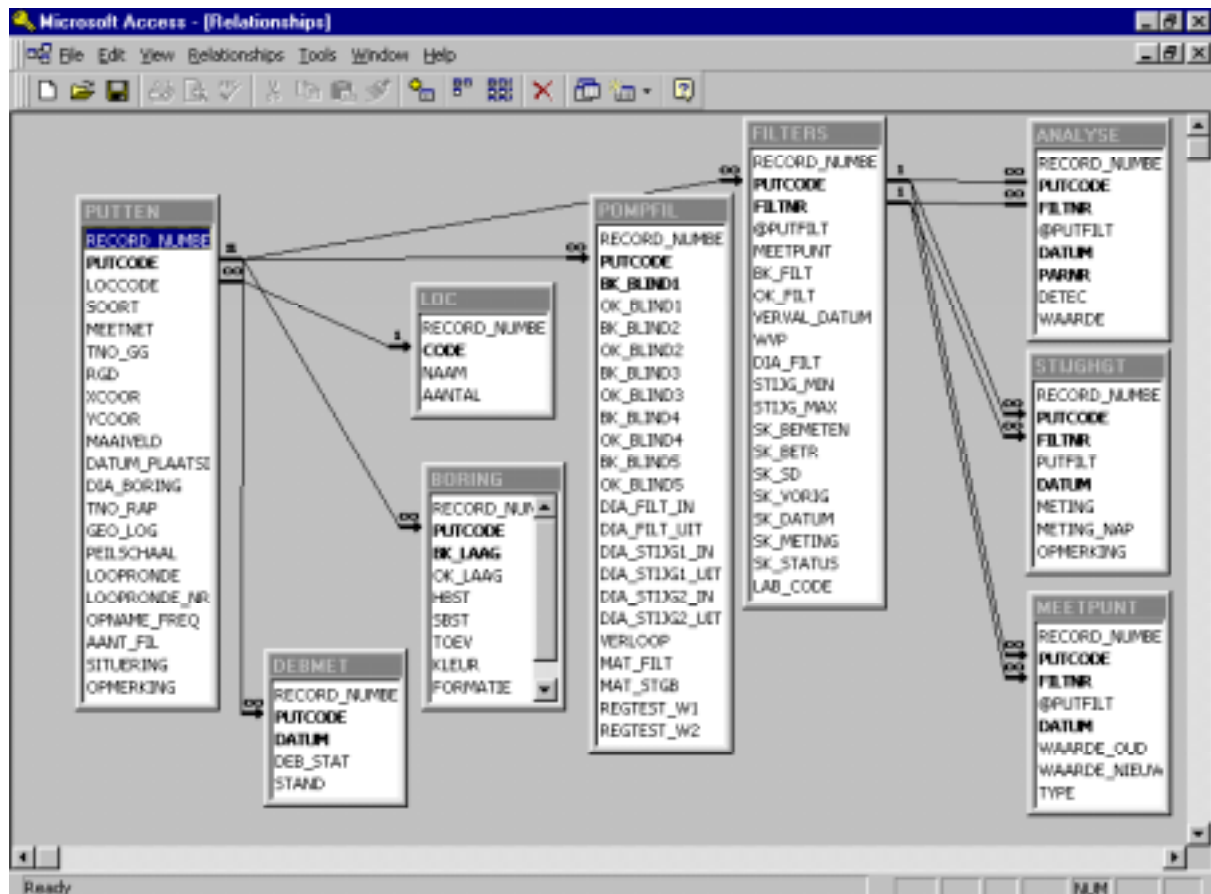


Fig. C2. Relatiediagram van DAWACO.

## StraMona

Binnen StraMona kunnen alle gegevens opgeslagen worden aangaande de bodemkwaliteit. Het pakket bezit geen koppeling naar projectgegevens. Hieronder staan de gegevens die kunnen worden opgeslagen, weergegeven:

- locatiegegevens (NAW, XY);
- meetpuntgegevens (boring, peilbuis) met kenmerken;
- filtergegevens met kenmerken;
- monstergegevens (grond, grondwater, slib, oppervlaktewater, lucht (reststoffen)) met kenmerken;
- analyseresultaten (grond, grondwater en oppervlaktewater).

Figuur C3 geeft een overzicht van de tabellen en hun relaties in StraMona. De databank is opgebouwd rond de volgende tabellen en hun relaties. De codetabellen en tabellen van randverschijnselen zijn buiten beeld gelaten. Een beschrijving van de velden is te vinden in bijlage D.

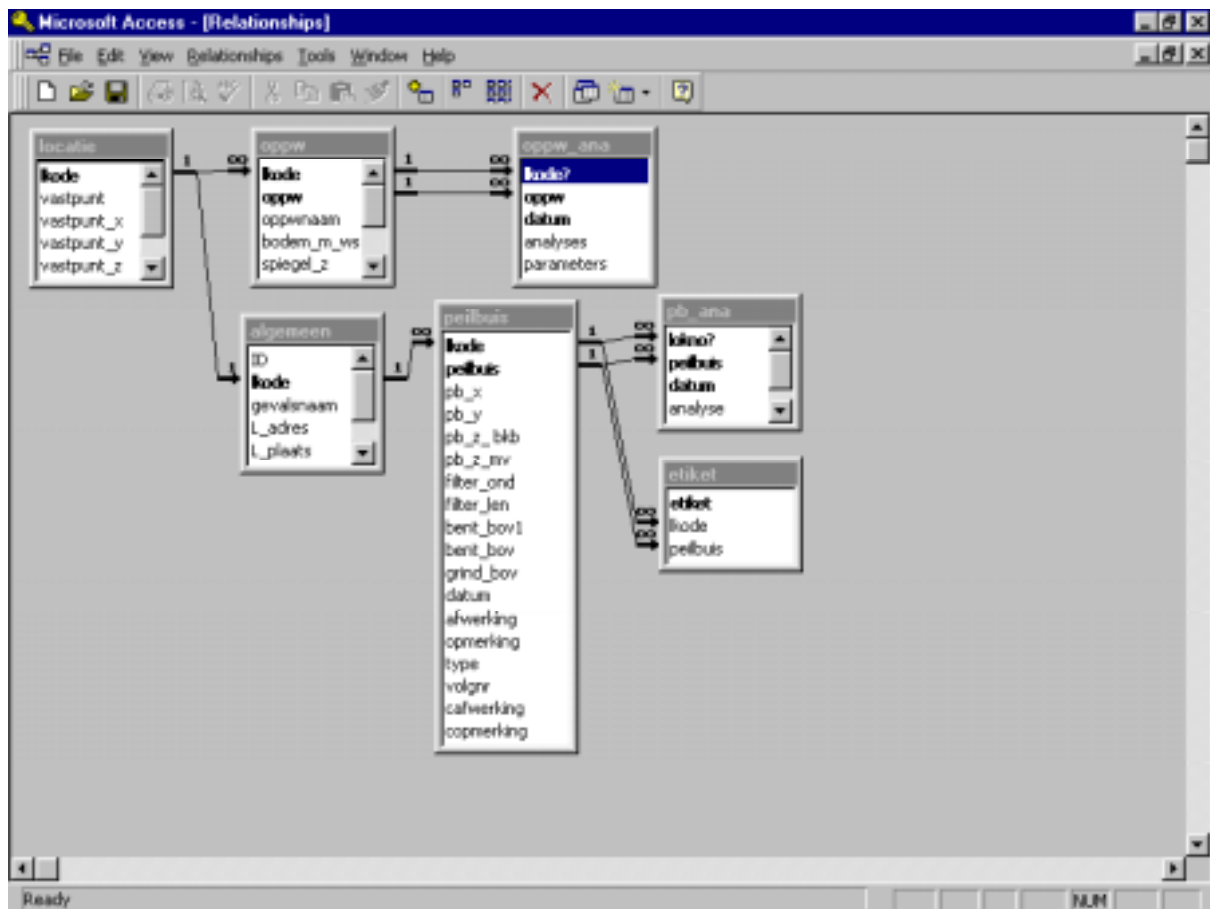


Fig. C3. Relatiediagram van MoVOS.

## BIJLAGE D

### BESCHRIJVING VAN DE VELDEN IN MILWACO

Tabel D1. Beschrijving van de velden in MILWACO.

NaamColom	VeldType	VeldGrote	FirstOfDescription:
ADRES	Text	50	Adres
AFGEPOMPTWATER	Number (Integer)	2	Liters afgepompt werkwater
BER_METHODE	Number (Integer)	2	1(Metalen grond Afhankelijk (afh) van humus(h) en lutum(l)), 2 (Organisch grond Onafh van h en l ), 3( Organisch grond Afh van h), 4( Anorg grond / water Onafh van H & L)
BK_FIL	Number (Double)	8	Bovenkant van het filters in meters onder het maaiveld
BK_LAAG	Number (Double)	8	Bovenkant laag ten opzicht van maaiveld
BK_MON	Number (Double)	8	Bovenkant van het monster ten opzichte van maaiveld
BK_PB	Number (Double)	8	Bovenkant peilbuis ten opzicht van NAP
BODEMTYPE	Number (Integer)	2	Bodemtype nummer dat van de locatie
CASNR	Text	12	Casnummer
COMPART	Text	2	Compartiment lucht (L) water (w) of grond (g)
D_METING	Date/Time	8	Datum van de meting
D_MONSTERN	Date/Time	8	Datum monstername
D_PLAATSING	Date/Time	8	Datum plaatsing van het meetpunt
D_VERW_GEG	Date/Time	8	Datum dat de gegevens verwerkt zijn
D_VWREK	Date/Time	8	Datum veldwerkrekening
DBDATUM	Date/Time	8	Datum debiet meting
DBDEBIET	Number (Double)	8	Berekend debiet (teller deze meeting - teller vorige meting)/periode
DBPERIOD	Number (Integer)	2	Datum van dit record minus datum vorige record
DBSTATUS	Text	1	Status van debiet meting
DBTELLER	Number (Double)	8	Tellerstand
DBUUR	Date/Time	8	Tijd van debiet meting
DEELLOK	Text	6	Locatiecode
DEELMONNO	Number (Integer)	2	Monsternummer
DEELMTPT	Text	6	Meetpuntcode
DEELORDER	Number (Integer)	2	Deelordernummer
DETEC	Text	1	Detectiegrens teken
DIEPTE	Number (Double)	8	Diepte van het meetpunt tov van bovenkant maaiveld
EENHEID	Text	15	Standaard eenheid waarin de parameter gerapporteerd wordt
FILNO	Number (Integer)	2	Filternummer
FILTERTYPE	Text	2	Type filter (onttrekkingsfilter, waarnemingsfilter=default, drain, monitoringsfilter, infiltratiefilter)
FREQ	Number (Double)	8	Frequentie van bemonsteren per jaar
GEUR	Text	4	Code geur
Grenswaarde Bouwstoffenbesluit	Number (Double)	8	Interventiewaarde standaard bodem
GRONDW_STAND	Number (Double)	8	Diepte van het grondwater ten opzichte van de bovenkant van maaiveld tijdens boren
HFDBSTDL	Text	2	Code hoofbestanddeel

NaamColom	VeldType	VeldGrote	FirstOfDescription:
HOOFDTYPE	Text	1	NaamColom
HOOFDTYPElab	Text	1	Compartiment in LABWACO
HTYPE	Text	1	Compartiment
HUMUSGEH	Text	2	Code humusgehalte
INTERVENTIE	Number (Double)	8	Interventiewaarde standaard bodem
KLEUR	Text	4	Code kleur
KRATNO	Number (Integer)	2	Kratnummer
LAB	Text	2	Laboratorium referentie code
LABPARAMNO	Number (Integer)	2	Parameternummer in LABWACO
LOKNO	Text	6	Locatiecode
LUTUM	Number (Double)	8	Lutum gehalte
MAAIVELD	Number (Double)	8	Hoogte maaiveld ten opzichte van maaiveld
MEETTYPE	Text	1	Meetpunttype
MON_SOORT	Text	1	Monstersoort zie tussen haakjes
MONNO	Number (Integer)	2	Monsternummer
MONTYPE	Text	2	Monstertype
MTPTCODE	Text	6	Meetpuntcode
NAAM	Text	25	Volledige stofnaam
NAAM	Text	30	Naam bodemtype
NIVO	Number (Double)	8	Stijghoogte niveau ten opzicht van de bovenkant van de peilbuis
OK_FIL	Number (Double)	8	Onderkant van het filters in meters onder het maaiveld
OK_LAAG	Number (Double)	8	Onderkant laag ten opzicht van maaiveld
OK_MON	Number (Double)	8	Onderkant van het monster ten opzichten van het maaiveld
OPDRACHTGEVER	Text	30	Opdrachtgever
ORG_STOF	Number (Double)	8	Organisch stofgehalte
PAKNUM	Number (Integer)	2	Pakketnummer dat er aanhangt
PARAMNO	Number (Integer)	2	Parameternummer
PARAMNOMIL	Number (Integer)	2	Parameternummer in MILWACO
PLAATS	Text	30	Plaats
PLAATS_MONSTER	Text	1	Plaats monster o= onbekend k=krat l=laboratorium w=weg
POPUP_SEARCH	Number (Integer)	2	
POSTCODE	Text	6	Postcode
PROJLEIDER	Text	5	Initialen IWACO-medewerker
PROJNO	Number (Long)	4	Projectnummer
RECORD_NUMBER	Number (Long)	4	Recordnummer
REF_LAB	Text	15	Laboratorium referentinummer
RESULT	Number (Double)	8	Resultaat
SETID	Text	2	Identificatie van de set meetpunten
ST_KOOR	Text	1	Status van de coördinaten
STREEF	Number (Double)	8	Streefwaard standaard bodem
Streefwaarde Bouwstoffenbesluit	Text	50	Streefwaard standaard bodem
SUBCODE	Text	2	Subcode van het pakketnummer dat er aanhangt

<b>NaamColom</b>	<b>VeldType</b>	<b>VeldGrote</b>	<b>FirstOfDescription:</b>
SUBLOK	Text	1	Onderverdeling van meetpunten in sublocaties
TOEVOEG	Text	2	Code toevoegsel
TYPENO	Number (Integer)	2	Bodem type nummer tussen 0 en 10
VERVOLGNR	Number (Integer)	2	Cas volgnummer
VW_OFF_BEDRAG	Number (Double)	8	Offertebedrag
VW_EKVOLGNR	Number (Integer)	2	Rekening nummer veldwerkrekening
WATERNIVO	Number (Double)	8	Oppervlaktewaterniveau
WERKWATER	Number (Integer)	2	Liters werkwater
WVP	Number (Double)	8	Watervoerend pakket
X_KOOR	Number (Double)	8	x-coördinaat
Y_KOOR	Number (Double)	8	y-coördinaat

De databank bevat de onbewerkte gegevens. Bij een uitvoer van gegevens via een module naar een tabel, grafiek en dergelijke vinden toetsingen en berekeningen plaats.



Tabel D2. Beschrijving van de velden in DAWACO.

NaamColom	VeldType	VeldGrote	
AANT_FIL	Number (Integer)	2	Aantal filter in put
AANTAL	Number (Integer)	2	Aantal putten binnen een locaties
BK_BLIND1	Number (Double)	8	De buis definitie
BK_BLIND2	Number (Double)	8	De buis definitie
BK_BLIND3	Number (Double)	8	De buis definitie
BK_BLIND4	Number (Double)	8	De buis definitie
BK_BLIND5	Number (Double)	8	De buis definitie
BK_FILT	Number (Double)	8	Bovenkant filter
BK_LAAG	Number (Double)	8	Onderkant Filter
CODE	Text	4	Locatie code
DATUM	Date/Time	8	Data van bepalingen (analyses/stijghoogte/debietmeting)
DATUM_PLAATSING	Date/Time	8	Datum plaatsing meetpunt
DEB_STAT	Text	1	Debietmeter stand
DETEC	Text	1	Detectiegrens teken "<"
DIA_BORING	Number (Integer)	2	Diameter boring
DIA_FILT	Number (Integer)	2	Diameter filter
DIA_FILT_IN	Number (Integer)	2	Pompfilter gegevens
DIA_FILT_UIT	Number (Integer)	2	Pompfilter gegevens
DIA_STIJG1_IN	Number (Integer)	2	Pompfilter gegevens
DIA_STIJG1_UIT	Number (Integer)	2	Pompfilter gegevens
DIA_STIJG2_IN	Number (Integer)	2	Pompfilter gegevens
DIA_STIJG2_UIT	Number (Integer)	2	Pompfilter gegevens
FILTNR	Number (Integer)	2	Filternummer
FORMATIE	Text	4	Code voor de formatie waartoe de laag behoort.
GEO_LOG	Text	1	geologische boorgatmeting is uitgevoerd (j/n)
HBST	Text	4	Hoofdbestanddeel van de bodem
KLEUR	Text	4	Kleur van het opgeboorde bodemmateriaal
LAB_CODE	Text	20	Aanduiding voor het laboratorium
LOCCODE	Text	4	Locatiecode waartoe het meetpunt behoort
MAAIVELD	Number (Double)	8	Hoogte van het maaiveld in meters +NAP
MAT_FILT	Text	10	Materiaal van het filter
MAT_STGB	Text	10	Materiaal van de stijghoogtebuis
MEETNET	Text	1	Meetnet waar de put aan is toegekend
MEETPUNT	Number (Double)	8	Meetpuntcode
METING	Number (Double)	8	Stijghoogtemeting in meters minus het referentiepunt zoals deze op het moment van meting is
METING_NAP	Number (Double)	8	Stijghoogtemeting in meters +NAP
NAAM	Text	20	Locatiennaam
OK_BLIND1	Number (Double)	8	Onderkant van een blind deel in het pompfilter
OK_BLIND2	Number (Double)	8	Onderkant van een blind deel in het pompfilter
OK_BLIND3	Number (Double)	8	Onderkant van een blind deel in het pompfilter
OK_BLIND4	Number (Double)	8	Onderkant van een blind deel in het pompfilter
OK_BLIND5	Number (Double)	8	Onderkant van een blind deel in het pompfilter

NaamColom	VeldType	VeldGrote	
OK_FILTER	Number (Double)	8	Onderkant van het filter
OK_LAAG	Number (Double)	8	Onderkant van een laag
OPMERKING	Memo	-	Opmerkingen veld
OPMERKING	Text	60	Opmerkingen veld
OPNAME_FREQ	Number (Integer)	2	De gewenste opnamefrequentie in malen per jaar
PARNR	Number (Integer)	2	Parameternummer
PEILSCHAAL	Text	1	De code geeft aan het een peilschaal voor het oppervlaktewater is (Ja/Nee)
PUTCODE	Text	12	De code waarmee een put wordt geïdentificeerd. De code moet uniek zijn binnen Dawaco.
PUTFILTER	Text	13	Nummer van het filter
REGTEST_W1	Number (Integer)	2	In verstoppingstesten kunnen stijghoogte- verlagingen van twee peilbuizen bevatten Het nummer van deze filters staat in dit veld.
REGTEST_W2	Number (Integer)	2	In verstoppingstesten kunnen stijghoogte- verlagingen van twee peilbuizen bevatten Het nummer van deze filters staat in dit veld.
RGD	Text	8	Nummer van het meetpunt volgens de RGD-codering
SBST	Text	4	Code voor het sub-bestanddeel
SITUERING	Memo	-	Opmerkingen veld over de situering van de peilbuis
SK_BEMETEN	Text	1	In het veld wordt opgeslagen of het filter in een loopronde moet worden opgenomen
SK_BETR	Number (Double)	8	Betrouwbaarheidsgetal
SK_DATUM	Date/Time	8	Datum van de meting in de huidige loopronde
SK_METING	Number (Long)	4	Meting van de huidige loopronde uitgedrukt in centimeters minus het meetpunt
SK_SD	Number (Integer)	2	Standaarddeviatie
SK_STATUS	Text	1	Status van de meting
SK_VORIG	Number (Long)	4	Voorgaande meting
SOORT	Text	1	Soorten meetpunten
STAND	Number (Double)	8	Meterstand
STIJG_MAX	Number (Double)	8	Grens aan de stijghoogte
STIJG_MIN	Number (Double)	8	Grens aan de stijghoogte
TNO_GG	Text	8	Nummer meetpunt volgens de TNO-codering
TNO_RAP	Text	1	Stijghoogtemetingen exporteren naar TNO
TOEV	Text	4	Code voor het toevoegsel
TYPE	Text	1	
VERLOOP	Number (Double)	8	Diepte van verloop in stijgbuis in m-mp
VERVAL_DATUM	Date/Time	8	Datum waarop het filter vervalt
WAARDE	Number (Double)	8	Waarde van de parameter uitgedrukt in de basiseenheid van de parameter
WAARDE_NIEUW	Number (Double)	8	Waarde van referentiepunt na wijziging in meter +NAP
WAARDE_OUD	Number (Double)	8	Waarde van referentiepunt voor wijziging in meter +NAP
WVP	Number (Double)	8	Watervoerend Pakket
XCOOR	Number (Double)	8	x-coördinaat meetpunt
YCOOR	Number (Double)	8	y-coördinaat meetpunt

De databank bevat de onbewerkte gegevens. Bij een uitvoer van gegevens via een module naar een tabel, grafiek en dergelijke vinden toetsingen en berekeningen plaats.

Tabel D3. Beschrijving van de velden binnen StraMona.

NaamColom	VeldType	VeldGrote	Beschrijving
afwerking	Text	50	Peilbuis afwerking
analyse	Text	50	Analyseresultaat
bent_bov	Number (Long)	4	Betoniet bovenkant
bent_bov1	Number (Long)	4	
bodem_m_ws	Number (Long)	4	
cafwerking	Text	50	Opmerking over de afwerking
cdatum	Text	50	Datum
copmerking	Text	50	Opmerkingen ruimte bij locatie/peilbuis en Oppervlaktewatermonster
datum	Date/Time	8	Datum monsternamen/peilbuisplaatsing en Analyseresultaat
etiket	Text	50	Etiket nummer van het monster
filter_len	Number (Long)	4	Filterlengte
filter_ond	Number (Long)	4	Onderkant van het filter
gemeente	Text	50	Gemeente waar de locatie ligt
gevalsnaam	Text	50	Naam van het onderzoeksterrein
grind_bov	Number (Long)	4	Bovenkant van het grind rond het filter
L_adres	Text	50	Locatie adres
L_plaats	Text	50	Locatie plaats
lkode	Text	50	Locatiecode
opmerking	Text	50	Opmerkingen veld
oppw	Text	50	
oppwnaam	Text	50	Naam van het oppervlaktewatermeetpunt
parameters	Text	50	Parameters in kolommen per meeting
pb_x	Number (Long)	4	x-coördinaat van het peilbuis
pb_y	Number (Long)	4	x-coördinaat van de peilbuis
pb_z_bkb	Number (Long)	4	Hoogte van het peilbuis tov ref punt
pb_z_mv	Number (Long)	4	
peilbuis	Text	50	Peilbuisnummer
sloot	Text	50	
spiegel_z	Number (Long)	4	
type	Text	50	Type peilbuis
vastpunt	Text	50	Naam vastpunt?
vastpunt_x	Number (Long)	4	x-coördinaat van een vast punt op de locatie
vastpunt_y	Number (Long)	4	y-coördinaat van een vast punt op de locatie
vastpunt_z	Number (Long)	4	Hoogte van een vastpunt bij de locatie
volgnr	Number (Long)	4	Volgnummer

De databank bevat de beperkte gegevens. Binnen het systeem is ervoor gekozen momenteel geen gegevens op te slaan van peilbuizen, boorbeschrijvingen en dergelijke. Die zijn optioneel echter wel toe te voegen. Tevens is er uit oogpunt van verwerkingssnelheid en gemak van gegevensverwerking en koppeling met spreadsheets en dergelijke voor gekozen om de te analyseren parameters (stoffen) op te slaan als velden. Er is niet voor gekozen om de analyse methode op te slaan in de database, omdat er in Gelderland waarschijnlijk voor alle vier de jaren per stof dezelfde analysemethode te gebruiken. Om redundantie van gegevens te voorkomen is de analysemethode daarom weggelaten. Indien blijkt dat het zinvol is om deze alsnog toe te voegen, dan zal dat gebeuren.

BIJLAGE E

**MONITOREN MET CTD-DIVERS NABIJ DRIE STORTPLAATSEN**

Auteur(s)

dr. ir. T.J. Heimovaara

drs. I.A. Westerman

## **1 Inleiding**

In het kader van het NOBIS project 'Optimalisering van de monitoring bij voormalige stortplaatsen', NOBIS projectnummer 98-1-34, is een onderzoek uitgevoerd naar de toepasbaarheid van de nieuwe CTD-divers die door Van Essen Instruments op de markt worden gebracht. Deze instrumenten meten naast druk en temperatuur ook de elektrische geleidbaarheid in het grondwater. Dit maakt deze instrumenten geschikt om te gebruiken bij het monitoren van stortplaatsen waarbij een verandering in de geleidbaarheid vaak een aanwijzing is voor de aanwezigheid van stortpercolaat.

## 2 Aanleiding

Rondom de monitoring van stortplaatsen is een aantal technische en maatschappelijke knelpunten onderscheiden. Een aantal van deze knelpunten worden hieronder omschreven:

1. Bij het vaststellen of een pluim stationair is, is het van belang om concentraties, gemeten op verschillende tijdstippen, met elkaar te vergelijken. De ervaring leert dat het vergelijken van metingen op verschillende tijdstippen moeilijk is, doordat de concentraties worden beïnvloed door een groot aantal verschillende factoren. In principe zijn wij bij stortplaatsen geïnteresseerd in slechts 1 factor en dat is of de concentratie toeneemt als gevolg van verspreiding. De meetfrequentie bepaalt de nauwkeurigheid van deze beoordeling. Traditioneel is de meetfrequentie 1 tot hooguit 2 keer per jaar. Is op basis van 4 meetpunten (monitoring over 4 jaar) een uitspraak te doen over een concentratietoename?
2. Om de verspreiding van verontreinigingen in de toekomst te kunnen inschatten is kennis van de processen in, aan de rand en buiten de pluim van belang. Indicatoren van deze processen zijn de redoxparameters. Het meten van een groot aantal parameters is kostbaar. Als veranderingen in de toestand in het grondwater gepaard gaan met veranderingen in somparameters zoals bijvoorbeeld elektrische geleidbaarheid (EC) dan is het continue monitoren van de EC een kosten effectieve methode. Bij een significante veranderingen kan worden besloten om als nog de andere parameters te bepalen. Hiermee kan het aantal keren dat een groot aantal parameters moet worden gemeten drastisch worden gereduceerd!

In dit project wordt gewerkt aan een oplossing voor bovengenoemde knelpunten.

### **3 Doel**

Dit project heeft als doel het beoordelen van de inzetbaarheid van CTD-divers voor de continue monitoring rond een stortlichaam.

Centrale vraag in dit project is of op basis van een semi-continue meting van de EC een uitspraak gedaan kan worden over de minimale meetfrequentie voor andere parameters zodat de invloeden van de systeemdynamiek in de resultaten tot uiting komt.

## 4 Beschrijving van de CTD-divers

### 4.1 Meetprincipe CTD-Diver

De CTD-Diver biedt de mogelijkheid om met één datalogger drie parameters te meten, te weten grondwaterstand, grondwatertemperatuur en geleidendheid. Alleen het principe van het bepalen van de elektrische geleidbaarheid (EC) wordt hier nader besproken.

EC wordt gedefinieerd als het vermogen van een vloeistof om een elektrische stroom te geleiden. De geleidendheid zoals deze wordt gemeten in de CTD-Diver is een zogenaamde somparameter. Dat betekent dat er alleen de hoeveelheid ionen wordt gemeten, en niet welke soort ionen. De eenheid waarin de EC wordt uitgedrukt is mS/cm. De EC wordt beïnvloed door de temperatuur. Vandaar dat naast de EC ook de temperatuur van de vloeistof wordt gemeten. Teneinde de EC van vloeistoffen onderling te kunnen vergelijken, is het begrip specifieke geleidbaarheid ingevoerd. Dit is de EC bij 25 graden Celsius en deze wordt berekend uit de gemeten EC en de temperatuur.

De EC wordt gemeten met een 4-elektroden meetcel. Het voordeel van deze meetmethode is dat de stroom en de spanning met verschillende elektroden wordt gemeten. De overgangspotentialen welke ontstaan op de overgang van de stroomvoerende elektrode(n) en de vloeistof worden niet mee gemeten bij de potentiaal meting. Hierdoor ontstaat een nauwkeuriger meting welke minder gevoelig is voor vervuiling.

Tijdens de productie wordt de CTD-Diver op twee plaatsen geijkt. Dat is mogelijk doordat de meetcel een lineaire relatie geeft tussen de gemeten EC en het uitgangssignaal. Tijdens het gebruik is het voldoende om de CTD-Diver voor elke meting op één punt te kalibreren. Dit is op een eenvoudige manier in het veld te realiseren. Wel is het aan te raden om Divers die gedurende lange tijd niet gebruikt zijn eerst enkele uren loggend in een bak met water te plaatsen voor dat ze in het veld gebruikt worden.



## **5 Werkwijze**

### **5.1 Introductie**

Om de inzetbaarheid van CTD-divers voor de continue monitoring rond een stortlichaam te beoordelen worden de 'state of the art' (eventueel prototypes) van de Diver-familie ingezet om semi-continue elektrische geleidbaarheid-, temperatuur- en stijghoogtemetingen te verrichten. Deze instrumenten zijn ingezet bij drie stortplaatsen, in het Banisveld nabij Boxtel, achter de Beukenlaan in Soest en nabij het Callandkanaal in Rozenburg. Per stortplaats worden drie peilbuizen bemeten waarbij per stort ook 1 TD-diver wordt gebruikt voor de luchtdruk compensatie van de stijghoogte metingen.

De drie stortplaatsen hebben een verschillend hydrologisch regime:

- veranderingen in de grondwaterspiegel worden bepaald door het oppervlaktewater en de neerslag. We verwachten hier een seizoensbepaalde dynamiek (Banisveld);
- een diepe grondwaterspiegel in een infiltratiesituatie. De grondwaterspiegel zal hier slechts zeer langzaam veranderen (Soest);
- een systeem waarin de grondwaterspiegel continue verandert door de invloed van eb en vloed (Rozenburg).

### **5.2 Werkwijze**

Vanaf juni tot en met november 1999 zijn op de locaties een aantal CTD-divers en TD-divers toegepast. Van Essen Instruments heeft deze divers in het veld geplaatst en uitgelezen. De divers zijn allen voorzien van een multikanaals datalogger die de door de sensoren gemeten gegevens van de temperatuur, druk en geleidbaarheid opslaan. Het geheugen van de datalogger is groot genoeg om 16000 metingen op te slaan. De meetfrequentie was ingesteld op 4 metingen per uur voor de CTD-divers en 2 metingen per uur voor de TD-divers. Gedurende de meetperiode zijn de gegevens opgeslagen in de dataloggers en meerdere malen uitgelezen. De uitleesfrequentie was per stortplaats verschillend.

Omdat de EC van het grondwater een kwaliteitsparameter is, is het noodzakelijk dat de CTD-diver op dezelfde diepte als de filter wordt gehangen. Idealiter zou het water in de peilbuis boven de filters met een rubberen schotje afgesloten moeten zijn van het water in de filter. Dit principe wordt wel toegepast bij de Discrete Multi Level Sampler (DMLS) en vertoont goede resultaten. In toekomstige projecten zal hier meer aandacht aan besteed moeten worden. Deze rubberen schotten zullen geen invloed hebben op de metingen van de druk omdat het water in de filter in direct contact staat met het grondwater.

### **5.3 Uitwerking gegevens**

De gegevens die door IWACO zijn verzameld zijn in een spreadsheet gezet en geïnterpreteerd met betrekking tot de centrale doelstelling van dit project.

De stijghoogtemetingen zijn gecorrigeerd voor veranderingen in de luchtdruk. Op één moment gedurende de meetreeks is het waterpeil in de filters bepaald. Deze meting is gebruikt om het absolute niveau van de stijghoogte reeks te bepalen.

Tijdens het uitwerken van de gegevens is gebleken dat er soms grote sprongen waren in de datasets. Deze sprongen vielen samen met de uitleesmomenten. Omdat het niet aannemelijk is dat deze sprongen duiden op veranderingen in het grondwaterregime zijn de datasets gecorrigeerd voor deze sprongen. Na correctie is een continue datareeks verkregen.

## 6 Stortplaatsen

### 6.1 Banisveld

#### 6.1.1 Beschrijving van de locatie

De voormalige stortplaats Banisveld is gekozen vanwege het feit dat het grondwater regime een seizonale dynamiek vertoont.

De voormalige stortplaats Banisveld is gelegen in het stedelijke gebied van de gemeente Boxtel, op een afstand van 5 kilometer van het centrum van Boxtel.

#### Karakteristieken van de stortplaats Banisveld

Eigenaar van de stortplaats tijdens het storten	Gemeente Boxtel
Oppervlakte stortplaats	Ongeveer 6,2 hectare
Stortperiode	van 1965 tot 1977 en van 1990 tot 1991, alleen groen en straatafval
Oorsprong stortplaats	Voormalige zandwinput
Type stortmateriaal	Huishoudafval, bouw- en sloopafval, industrieel afval en mogelijk chemisch afval
Huidig gebruik van de locatie	Extensieve recreatie, landbouw
Toekomstig gebruik locatie	Natuureservaat
Grondwater gebruik	Irrigatie, mogelijk drinkwater voor vee
Oppervlaktewater gebruik	Mogelijk voor vee
Hydrogeologische schematisatie	0-10 m, fijn tot matig fijn zand afgewisseld met leem en veenlagen 10 tot 16 m, leem, met een aantal zand lenzen >16 m, matig tot grof zand, op grotere diepte gravel
Milieumaatregelen om risico's te verminderen.	Schone toplaag De functie van de Heilooop als natuurlijke drain

In figuur E1 is een overzicht gegeven van de locatie, inclusief de ligging van alle peilbuizen. Het noordelijke deel van de voormalige stort wordt nu deels in gebruik genomen als een landingsbaan voor miniatuurvliegtuigjes en deels als grasland voor vee. Het zuidelijke deel van de stortplaats is braakliggend. Rondom de hele stortplaats is een drainage sloot gegraven. Een grotere gegraven drainagekanaal is de Heilooop, ten noord-noordwesten van de locatie.

In 1996 heeft de Vereniging Natuurmonumenten het gebied 'Het Banisveld' ten noorden van het stort gekocht. Het gebied is zich nu aan het ontwikkelen als een ecologische verbindingzone tussen het natuureservaat 'Kampina/Smalbroeken' en 'De Mortelen'.

De stortplaats wordt gezien als een obstakel in de beoogde ecologische verbindingzone vanwege:

- de aanwezigheid van de stort in een natuureservaat op zich. De kwaliteit van de leefomgeving op en rond de stortplaats kan beïnvloedt worden. Wilde planten en dieren kunnen worden vergiftigd en verontreinigingen kunnen zich over een groter gebied verspreiden door middel van bio-accumulatie;
- de uitspoeling van macro-verontreinigingen naar het grondwater, welke door een gevoelig gebied van blauwgraslanden stroomt. Deze natuurlijke gebieden worden serieus bedreigd en zijn afhankelijk van de opwaartse stroming van schoon grondwater, dat een hoge pH heeft en voedselarm is;

- de barrière die de stortplaats kan vormen. Omdat de stortplaats midden in de ecologische verbindingzone ligt, is het belangrijk dat het geïntegreerd wordt in de natuurontwikkeling.

De Heilooop is een overgedimensioneerd, diep drainage kanaal, gegraven tijdens een ruilverkavelingsprogramma om het bovenste deel van het dal van de Beerze te draineren. De lage drainagebasis van de Heilooop veroorzaakt droogteproblemen in de Smalbroeken. De Smalbroeken is gelegen in dat deel van het Beerzedal dat in het natuurreservaat Kampina ligt. Vanwege de lage drainagebasis ontvangt de Heilooop veel uitgeloopte stoffen van de stortplaats wat vervolgens door de Smalbroeken stroomt. In de nazomer van 1999 is de Heilooop verbreed en minder diep gemaakt om de drainage basis te verhogen waarmee gepoogd wordt verdere verdroging te voorkomen.

Uit het NOBIS-onderzoek dat op de stortplaats Banisveld is gedaan is gebleken dat de pluim van de stortplaats volledig werd gedraineerd door de Heilooop. Het is onbekend wat het effect van het verhogen van de drainagebasis van de Heilooop zal zijn om het draineren van de pluim, het kan zo zijn dat de pluim onder de Heilooop door in de richting van de Smalbroeken kan stromen.

#### 6.1.2. *Voorgaand onderzoek*

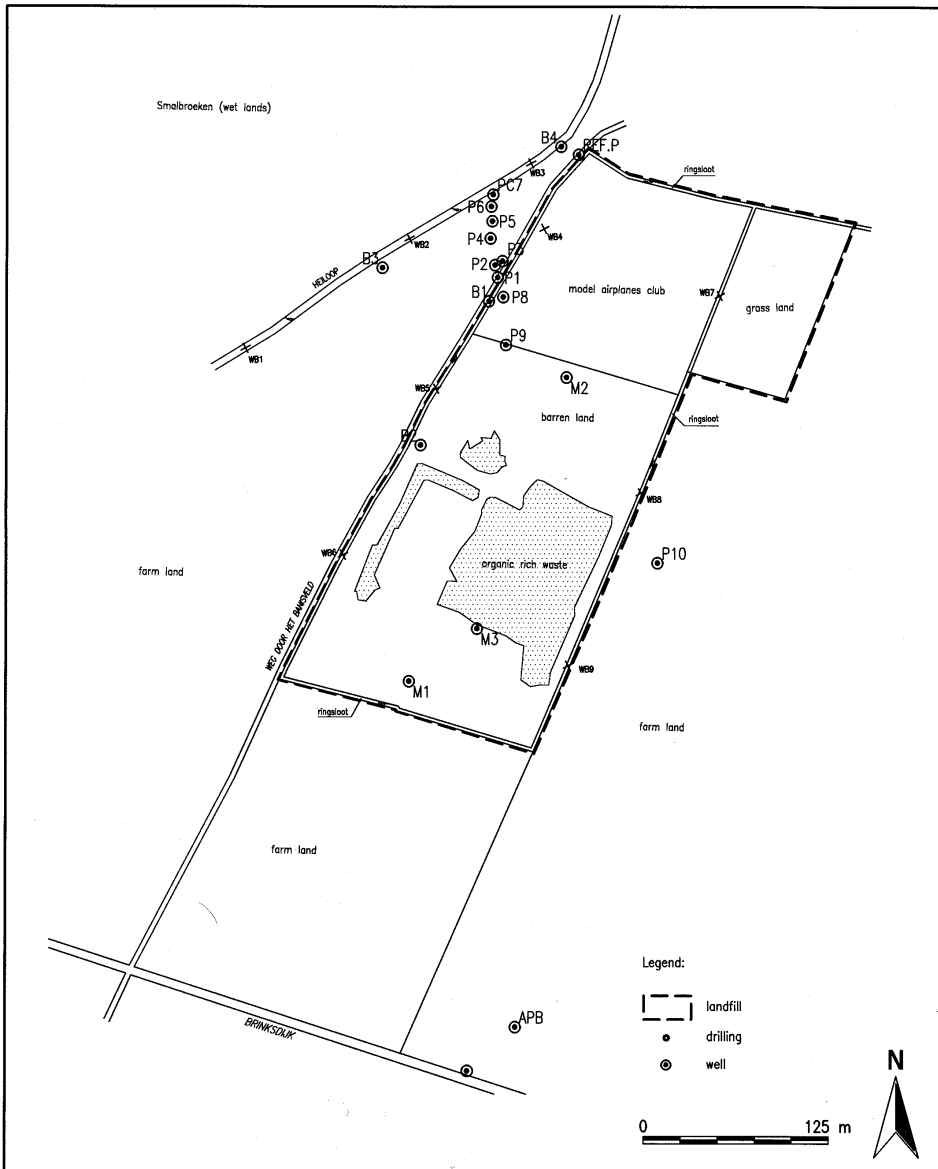
Reeds in 1977 is een eerste milieukundig onderzoek verricht op de stortplaats Banisveld in de provincie Noord-Brabant (rapport 77-008, 77-021 en 77-036). Tijdens deze onderzoeken werden verhoogde concentraties van macroparameters (zoals chloride, chemisch zuurstof gebruik, stikstof etc.) aangetroffen. De verhoogde gehalten indiceerden de verontreiniging van het grondwater door uitloging van verontreinigingen uit het stortmateriaal.

In 1983 is een indicatief bodemonderzoek op de stortplaats Banisveld uitgevoerd door 'Brox Adviezen'. Geconcludeerd werd dat het grondwater onder en stroomafwaarts van de stortplaats verontreinigd is. Vooral het grondwater in diepe peilbuizen (tot 7 meter beneden maaiveld) was sterk verontreinigd. Barium, cadmium, aromaten en vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen werden gevonden in concentraties boven de C-waarden. Kwik, arseen, EOX en fenolen werden aangetroffen in gehalten boven de B-waarden. In de ondiepe peilbuizen en de gegraven drain rond de stort zijn verhoogde gehalten ammonium en geleidbaarheid gemeten.

In de periode 1991 tot 1993 is de stortplaats Banisveld onderzocht in het kader van het project 'Verkennd Onderzoek Stortplaatsen (VOS) van alle voormalige stortplaatsen in de Provincie Noord-Brabant. Van alle 585 onderzochte stortplaatsen is Banisveld nummer 17 van de meest urgente gevallen om nader onderzocht te worden. Verder is het stort gesitueerd in een ecologisch ontwikkelingsgebied (de Meijerij) van de Provincie Noord-Brabant.

In de periode 1997 – 1998 is een studie uitgevoerd naar de intrinsieke capaciteit van afbraak in de bovengrond op de stortplaats Banisveld (IWACO 1998). In deze studie is een overzicht gegeven van alle voorgaande onderzoeken.

Na de studie door IWACO is in 1998 en 1999 een verdere studie naar de Natuurlijke Afzwakingscapaciteit in de omgeving van de stortplaats uitgevoerd. De eindrapportage van deze studie is in voorbereiding.



A	27-08-'99		LBe	ICe	TH
Version	Date	Description	Drawn	Checked	Accepted
Client					
NOBIS					
Project					
Feasibility project in-situ bioremediation of landfills					
Description					
Position of wells and other sampling points at the Banisveld Landfill					
Size	Scale	AutoCAD release	Suborder	Drawing number	Figure
A4	-	14	001	1083010-S-008	5.4

**IWACO**

Consultants for water and environment

Branch office West  
P.O. Box 8520  
3009 AM Rotterdam

Fig. E1. Overzicht locatie Banisveld.

## 6.2 Achter de Beukenlaan

### 6.2.1 Beschrijving van de locatie

De stortplaats 'Achter de Beukenlaan' is geselecteerd vanwege het feit dat het grondwater hier een zeer geringe dynamiek zal vertonen. Het grondwater in de omgeving is aëroob, en nabij de stort is er een redoxsequentie van methanogeen tot aëroob.

### Karakteristieken van stortplaats Achter de Beukenlaan

Eigenaar van de stortplaats tijdens het storten	Privé partijen Beijer, Kok, Kuijer en de gemeente Soest
Oppervlakte stortplaats	Ongeveer 2,7 ha.
Stortperiode	Ongeveer van 1940 tot 1985
Oorsprong stortplaats	Voormalige zandwinputten
Type stortmateriaal	Bouw- en sloopafval, straatafval, verhardingsmateriaal en bodem. Plaatselijk huisvuil, straatafval, brandbaar industrieafval, groente en tuinafval, zand en vaten
Huidig gebruik van de locatie	Landbouw en industrie
Toekomstig gebruik locatie	Extensieve recreatie, park
Grondwater gebruik	Geen
Oppervlaktewater gebruik	Geen oppervlaktewater aanwezig
Hydrogeologisch schema	0-140 m, matig tot erg grof zand afgewisseld met laagjes fijn zand > 140 m, zandige klei
Milieukundige maatregelen om risico's te reduceren	Schone toplaag met een gemiddelde dikte van 0,7 meter

Een overzicht van de locatie is gegeven in figuur E2. De voormalige stortplaats 'Achter de Beukenlaan' is gelegen in de gemeente Soest. De stort bestaat uit vier stortlocaties en heeft een oppervlakte van ongeveer 2,7 hectare:

- Beijer, Beukenlaan 7;
- Kok, Beukenlaan 11;
- Kuijer, Beukenlaan 23;
- Gemeente Soest, Beukenlaan.

Het storten van afval in voormalige zandwinputten heeft plaatsgevonden voor 1940 tot 1985. Het materiaal bestond uit bouw- en sloopafval, straatafval, verhardingsmateriaal en bodem. Plaatselijk is ook huisvuil, straatafval, brandbaar industrie afval, groente- en tuinafval gestort. De zandwinputten hebben een diepte van circa 10 tot 12 onder het oorspronkelijke maaiveld. De gaten zijn gegraven tot aan het grondwaterniveau. De hoogte van de stortplaats in vergelijking met de omgeving varieert van 3 tot 4 meter. Het stortlichaam is in het midden van de zandputten het dikst.

Op dit moment is het gebied van de stortplaats in gebruik als weiland. In de periode 1985 en 1996 is op de locatie een zand en grind transport bedrijf gevestigd. Ten noordwesten van de stort was een autosloopbedrijf gevestigd. Dit deel van de locatie is gesaneerd en is momenteel in gebruik als opslag van bouwmaterialen. In de omgeving van de stort zijn een aantal boerderijen, een tuinbouwbedrijf, een autogarage met benzinstation, een zwembad en woningbouw aanwezig.

De stortplaats is afgedekt met een deklaag. Ter plaatse van de delen Beijer en Kok (a en b) is de deklaag 1 meter dik en bestaat uit bouwafval en gravel. Dit gebied was tot voor kort in gebruik als industrieterrein. In 1997-1998 is een deel van het gebied Beijer (b) gesaneerd met als



## 6.3 Rozenburg

### 6.3.1 *Beschrijving van de locatie*

De locatie Rozenburg bevindt zich op een landtong ten noordwesten van Rozenburg. De voormalige vuilstort heeft een oppervlakte van circa 6 hectare. Ten noordoosten van de stort ligt het Scheur en ten zuidwesten het Calandkanaal. In figuur E3 is de ligging van de onderzoekslocatie weergegeven inclusief de posities van de verschillende peilbuizen.

Op de locatie zijn diverse onderzoeken uitgevoerd:

- oriënterend onderzoek DCMR (1983);
- nader onderzoek IWACO (1986 - 1988);
- aanvullend nader onderzoek DCMR (1989 - 1991);
- saneringsonderzoek DCMR (1989 - 1991);
- geohydrologisch onderzoek IWACO (1992);
- aanvullend saneringsonderzoek stortplaats Vinkseweg te Rozenburg (1996);
- monitoringsprogramma IWACO (juli 1997 - heden).

In het kader van het aanvullend saneringsonderzoek en het monitoringsprogramma zijn in het grondwater in de nabijheid van de stort verontreinigingen aangetoond met voornamelijk vluchtige aromatische koolwaterstoffen (VAK), monochloorbenzeen, fenolen en Mecoprop (een herbicide).

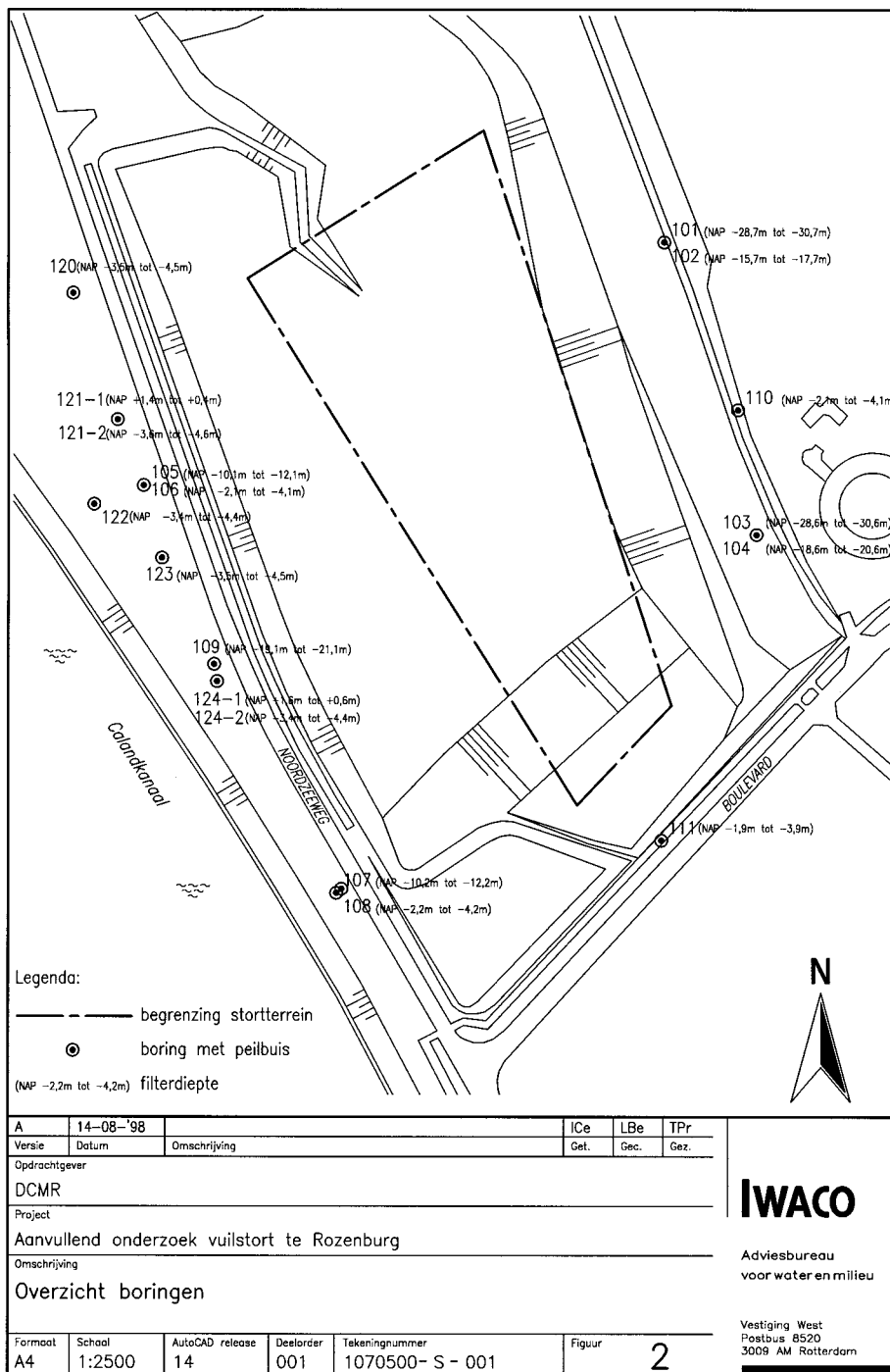


Fig. E3. Overzicht locatie Rozenburg.



## 7 Meetresultaten

### 7.2 Meetpunten Banisveld

Op de stortplaats Banisveld zijn 3 peilbuizen gemonitord op de grondwaterstand (stijghoogte), de temperatuur (C) en de geleidbaarheid (mS/cm). Hiervoor zijn de peilbuizen gebruikt zoals beschreven in tabel E1.

Tabel E1. Peilbuisgegevens voor de peilbuizen met de CTD-divers.

Peilbuis	Code peilbuis	Bovenkant peilbuis (m NAP)	Meetperiode	Waterpeil 18-11-99 (m NAP)
Waterkant	P7	8.87	10-09-99 t/m 18-11-99	7.92
Veldzijde	P9	9.49	10-09-99 t/m 18-11-99	8.06
Wegkant	B1	9.25	10-09-99 t/m 18-11-99	7.80

### 7.2 Meetresultaten Banisveld

In figuur E4 tot en met figuur E6 zijn de metingen met de CTD-divers uitgezet tegen de tijd. De waarden zijn gecorrigeerd voor uitbijters en zijn geschaald op het waterpeil gemeten op 18 november 1999. In figuur E6 zijn de waterpeilen gemeten in de verschillen peilbuizen met elkaar vergeleken. Uit de figuren blijkt duidelijk het gemiddelde regime van de grondwaterspiegel voor deze locatie. De dynamiek van de grondwaterspiegel hangt samen met het peil van het oppervlaktewater in de Heilooop en de hoeveelheid neerslag. De peilbuis nabij de Heilooop vertoont duidelijk het grilligste verloop, de dynamiek van de andere twee peilbuizen is vergelijkbaar. De maximale gemeten verandering in de grondwaterspiegel is ongeveer 60 cm.

Er is een duidelijk verhang van het stortlichaam (P9) in de richting van de overige 2 peilbuizen. In het begin van de meetperiode is de grondwaterspiegel bij P7 en B1 vrijwel gelijk, aan het einde van de periode infiltreert de Heilooop iets. Deze infiltratie hangt waarschijnlijk samen met het ondieper maken van de heilooop en andere werkzaamheden nabij de stort. Deze werkzaamheden hebben plaatsgevonden omstreeks 7 oktober 1999. Dat de waarnemingen correct zijn en geen meetartefact zijn wordt onderbouwd door de gelijktijdige daling in de grondwatertemperatuur bij de peilbuis langs de waterkant (P7).

De geleidbaarheid in de peilbuis nabij de waterkant (P7) verandert gedurende deze periode nauwelijks en blijft op een zeer laag niveau. Opvallend is dat de geleidbaarheid in de peilbuis aan de rand van de stort langs de weg (B1) sterk afneemt en pas later in de meetperiode licht toeneemt. De peilbuis in het stortlichaam (P9) vertoont een lichte toename gedurende de meetperiode. Opvallend is het feit dat P9 niet de hoogste waarden van geleidbaarheid. Blijkbaar is de concentratie van percolaat nabij de weg (langs de rand van de stort) hoger dan direct onder de stort bij P9. Het is onzeker of de waargenomen veranderingen in de geleidbaarheid het gevolg zijn van een seizoenale dynamiek omdat de meetperiode korter was dan 1 jaar. Het kan zijn dat de EC-waarden na 1 jaar weer min of meer terugkomen op de uitgangssituatie. Bij een monitoringsfrequentie van 1 maal per jaar op deze locatie is het van groot belang dat de metingen in hetzelfde seizoen worden uitgevoerd zodat de metingen vergelijkbaar zijn. De EC waarde uit een continue reeks is een goede parameter om het tijdstip van meting vast te stellen.

In de week rondom 17 oktober is er veldwerk uitgevoerd op de locatie. Grondwater is bemonsterd uit de peilbuizen waar de divers in hebben gezeten. Uit de metingen valt goed het herstellen van het grondwaterspiegel na bemonstering waar te nemen.

Aan het einde van de meetreeks is een sterke afname in de geleidbaarheid bij P9 te zien. Het is niet bekend wat de oorzaak van de afname is.

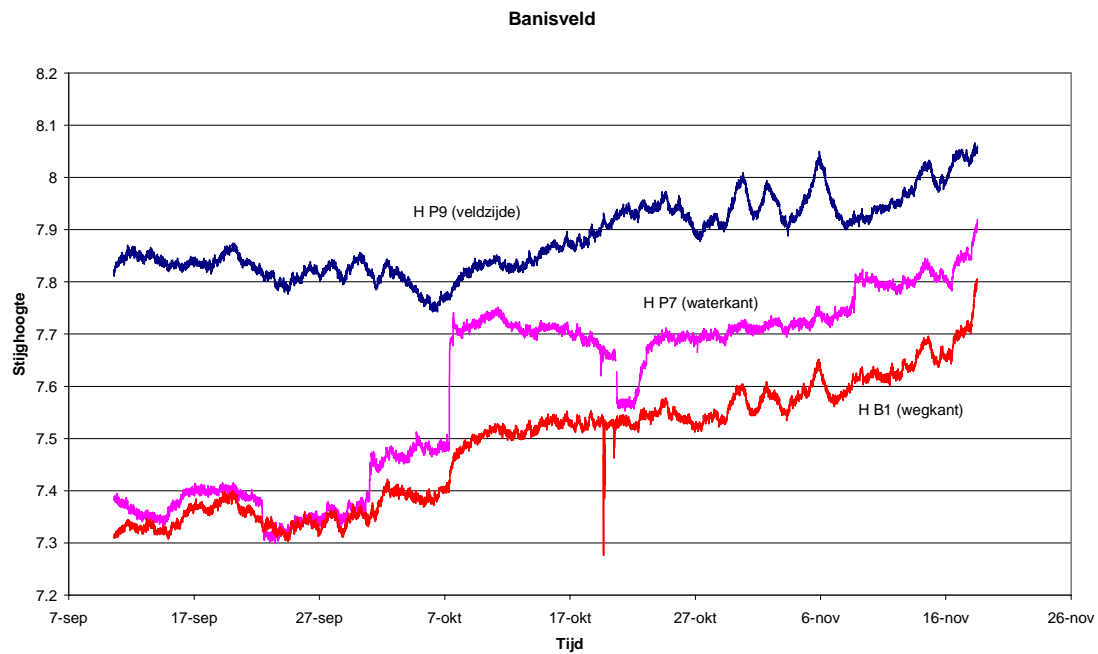


Fig. E4. Stijghoogte tijdreeksen gemeten in drie peilbuizen op de Baniseveld locatie.

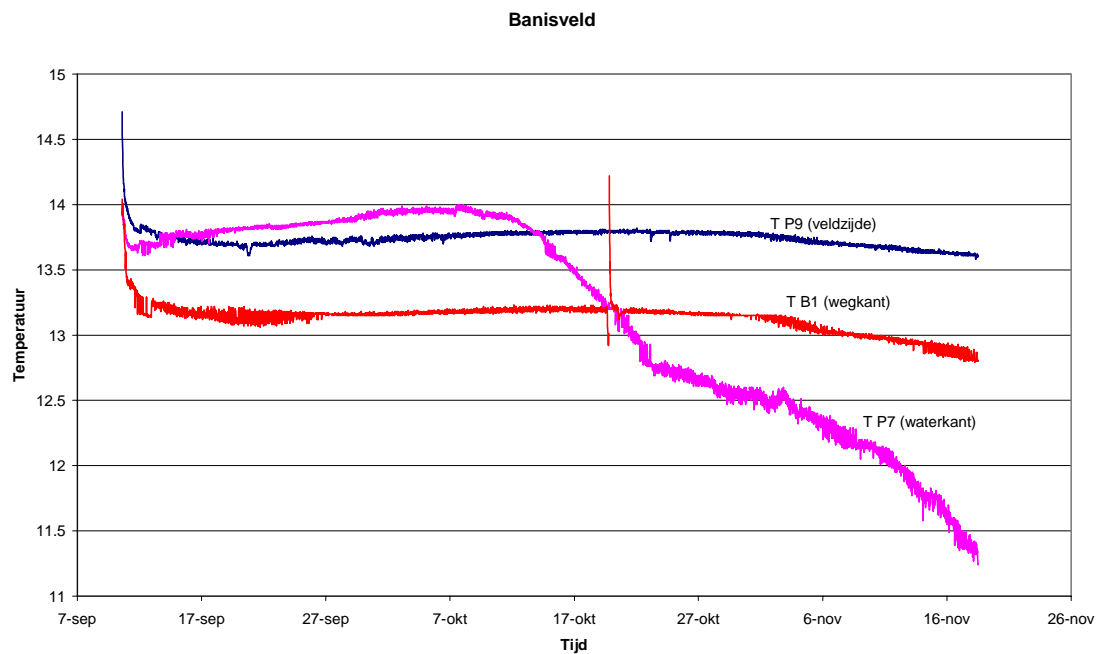


Fig. E5. Temperatuur tijdreeksen gemeten in drie peilbuizen op de Baniseveld locatie.

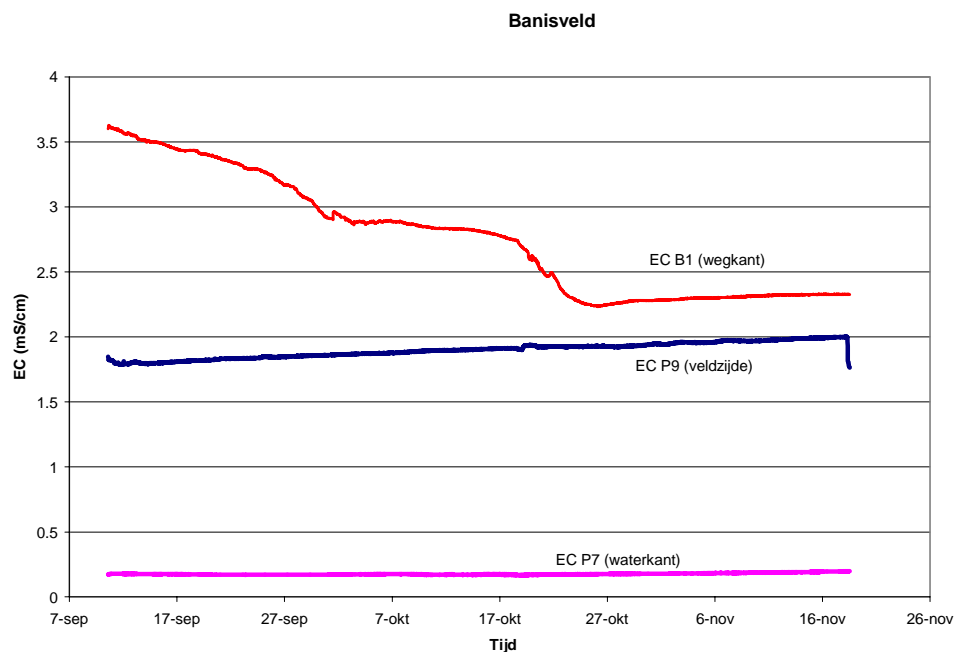


Fig. E6. Elektrische geleidbaarheids tijdreeksen gemeten op de Banisveld locatie.

### 7.3 Meetresultaten Achter de Beukenlaan

Op de stortplaats Achter de Beukenlaan heerst een statisch regime als gevolg van diep grondwater. Op de locatie zijn 2 peilbuizen gemonitord op de grondwaterstand (centimeter waterkolom), de temperatuur (C) en de geleidbaarheid (mS/cm). Hiervoor zijn de peilbuizen gebruikt zoals beschreven in tabel E2.

Tabel E2. Peilbuisgegevens voor de peilbuizen met de CTD-divers.

Peilbuis	Code peilbuis	Bovenkant peilbuis (m NAP)	Meetperiode	Waterpeil 10-9-99 (m NAP)
fietspad	401	12.61	14-6-99 tot 10-9-99	1.95
weg	303	15.37	14-6-99 tot 10-9-99	2.07

In figuur E7 tot en met E9 zijn de gecorrigeerde resultaten, gemeten met de CTD-divers in Soest, weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat het grondwater (figuur E7) op deze locatie gedurende de meetperiode continue aan het dalen is (ongeveer 30 cm). De geleidbaarheid vertoont een zelfde beeld (figuur E8). De hoge waarden aan het begin van de tijdreeks van de geleidbaarheid gemeten in peilbuis 303 zijn niet goed te verklaren. Dit beeld kan wellicht een gevolg zijn van de plaatsing van de CTD diver waarbij tegelijkertijd water is onttrokken uit de peilbuis om water monsters te nemen. Opvallend is het verloop in temperatuur van deze twee peilbuizen. De filterstelling in peilbuis 401 ligt dieper dan bij peilbuis 303. De temperatuur golf als gevolg van seizonale variatie (in de temperatuur van de neerslag) loopt verder achter in peilbuis 401 dan bij peilbuis 303.

Eén keer per jaar meten op deze locatie is verantwoord. Het is onwaarschijnlijk dat hier veel seizonale dynamiek is. Deze dynamiek dempt waarschijnlijk volledig uit in de diepe onverzadigde zone.

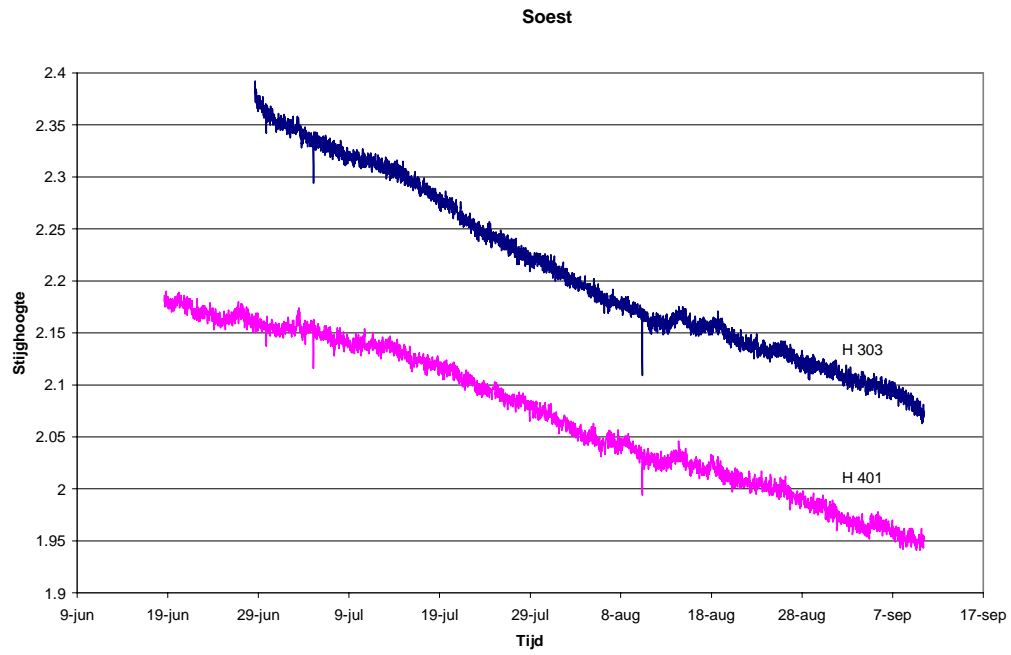


Fig. E7. Stijghoogte tijdreeksen gemeten op de Soest locatie.

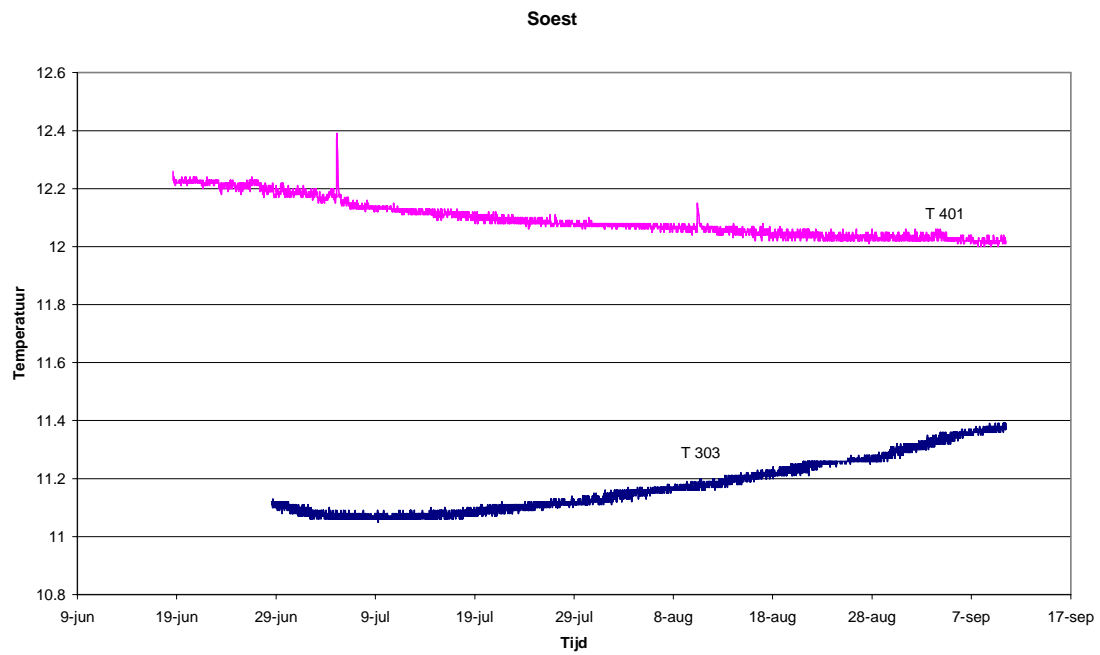


Fig. E8. Temperatuur tijdreeksen gemeten op de Soest locatie.

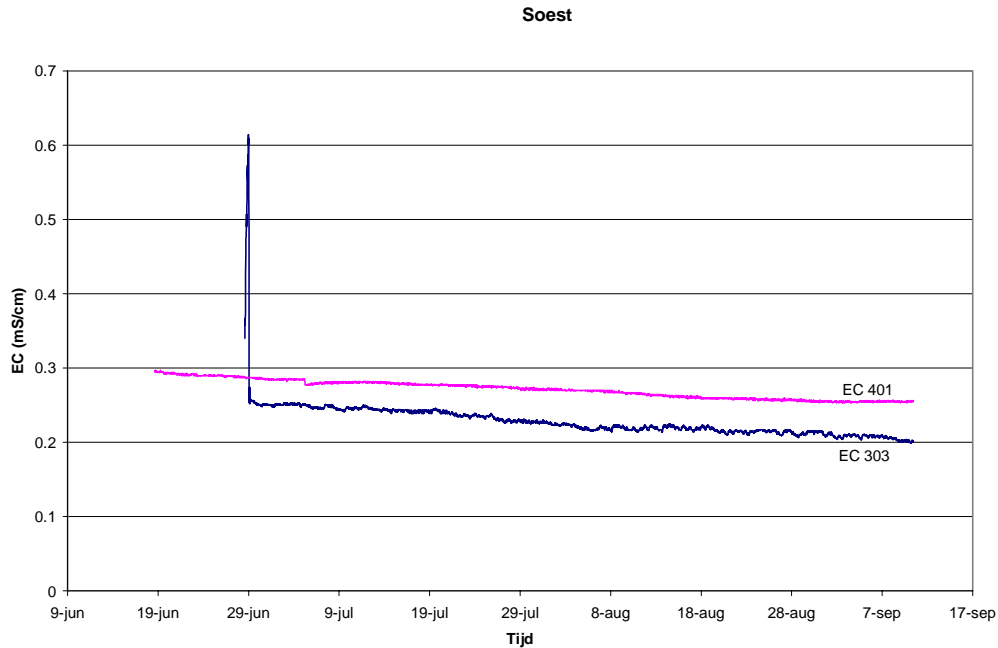


Fig. E9. Elektrische geleidbaarheids tijdreeksen gemeten op de Soest locatie.

#### 7.4 Meetresultaten Rozenburg

Op de stortplaats Rozenburg heerst een dynamisch regime. Dit zorgt ervoor dat de grondwaterstand en wellicht de samenstelling van het grondwater beïnvloed worden als gevolg van eb en vloed. Op de locatie zijn 3 peilbuizen gemonitord op de grondwaterstand (centimeter waterkolom), de temperatuur (C) en de geleidbaarheid (mS/cm).

Voor de monitoring zijn de peilbuizen gebruikt zoals omschreven in tabel E2.

Tabel E2. Peilbuisgegevens voor de peilbuizen met de CTD-divers.

Peilbuis	Code peilbuis	Bovenkant peilbuis (m NAP)	Meetperiode	Waterpeil 27-10-99 (m NAP)
111	111	7.09	09-06-99 t/m 27-10-99	1.06
120	120	5.75	09-06-99 t/m 27-10-99	1.70
123	123	5.67	06-09-99 t/m 27-10-99	0.72

In figuren E10 tot en met E12 zijn de metingen over de gehele meetperiode weergegeven. De ruis in de stijghoogtemetingen is het gevolg van de getijde invloed. Dit is heel duidelijk te zien op de ingezoomde meetreeksen van 7 oktober tot 17 oktober (figuur E13 en E14). Opvallend is dat naarmate met verder verwijderd is van de oever de amplitude in de stijghoogte afneemt. Peilbuis 123 staat het dichtst bij de oever, peilbuis 111 het verst van de oever. Let op dat de schaal van de stijghoogte in figuur E13 de helft is van dit in figuur E14. Tijdens het testen waren er problemen met de CTD-diver dat werd gebruikt in peilbuis 123. Deze is na de eerste metingen uit de peilbuis gehaald voor reparatie en pas begin augustus werd deze weer teruggeplaatst. Er bleven echter problemen met deze prototype (zie ook hoofdstuk 8, gebruikers ervaring).

Naast een duidelijke dagelijkse cyclus blijkt op deze locatie ook een sterke seizonale variatie. Gedurende de meetperiode is de variatie in de grondwaterspiegel tussen de 60 en de 80 cm!

Opvallend is dat alleen in peilbuis 123 de EC ook wordt beïnvloed door het getijde regime (figuur 12b). Dit betekent dat het water inderdaad heen en weer beweegt bij PB123. In de andere 2 peilbuizen is het de vraag of het water daadwerkelijk beweegt als gevolg van de drukveranderingen. Ook zijn er sterke veranderingen waar te nemen in de geleidbaarheid gedurende de gehele meetperiode. Onzeker is of deze variaties veroorzaakt worden door seizonale veranderingen of dat ze een effect zijn van het uitloggen van percolaat uit de stort.

Twee aspecten uit de EC tijdreeksen op de Rozenburg locatie zijn nog onbegrepen. De eerste is de initieel sterke toename in peilbuis 111 waarna de EC helemaal niet meer verandert, blijkbaar moet de CTD-diver wennen aan de situatie. De tweede is het dynamische gedrag van de EC in peilbuis 123. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de dynamiek in het grondwater ter plaatse van peilbuis 123.

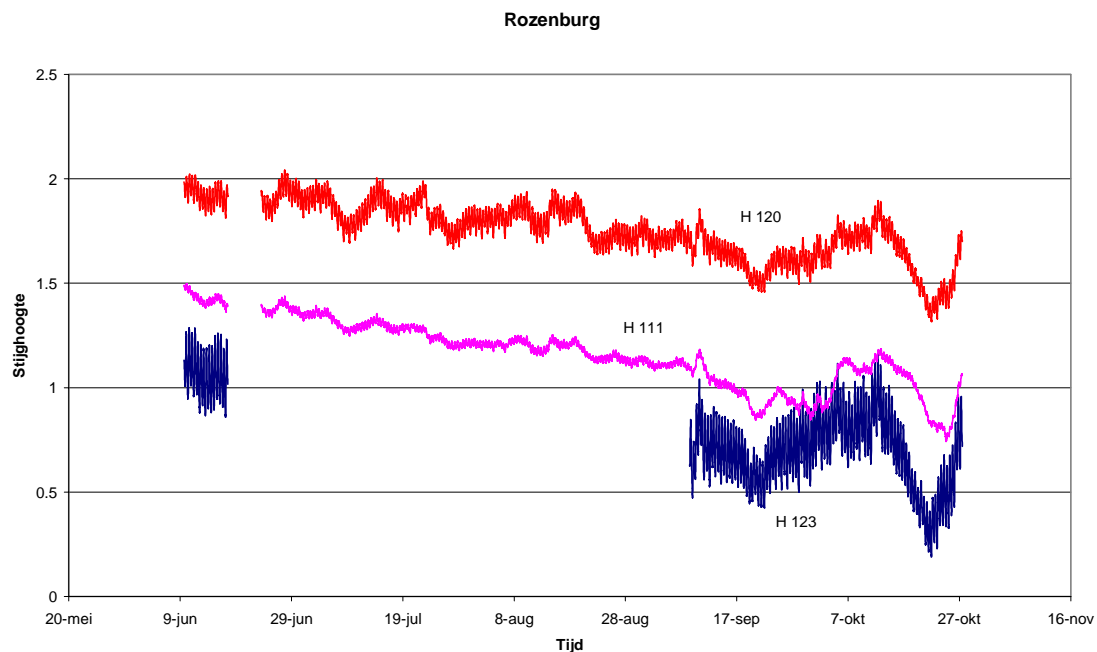


Fig. E10. Stijghoogte tijdreeksen op de Rozenburg locatie gemeten met CTD-divers. De 'ruis' in de metingen is het gevolg van eb en vloed.

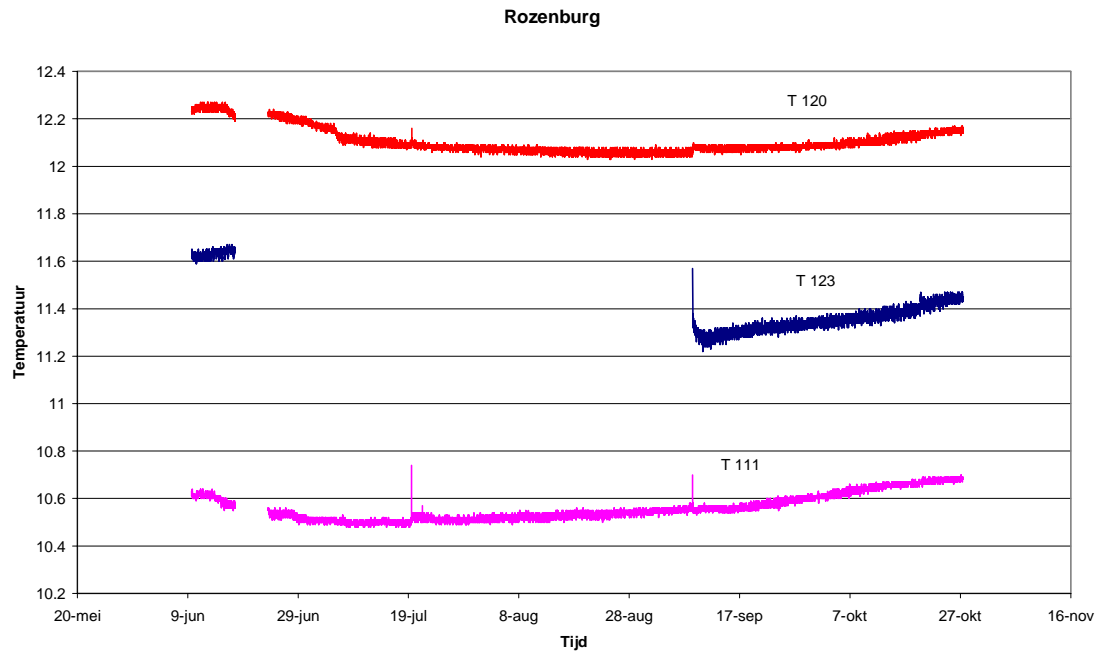


Fig. E11. Temperatuur tijdreeksen op de Rozenburg locatie gemeten met CTD-divers.

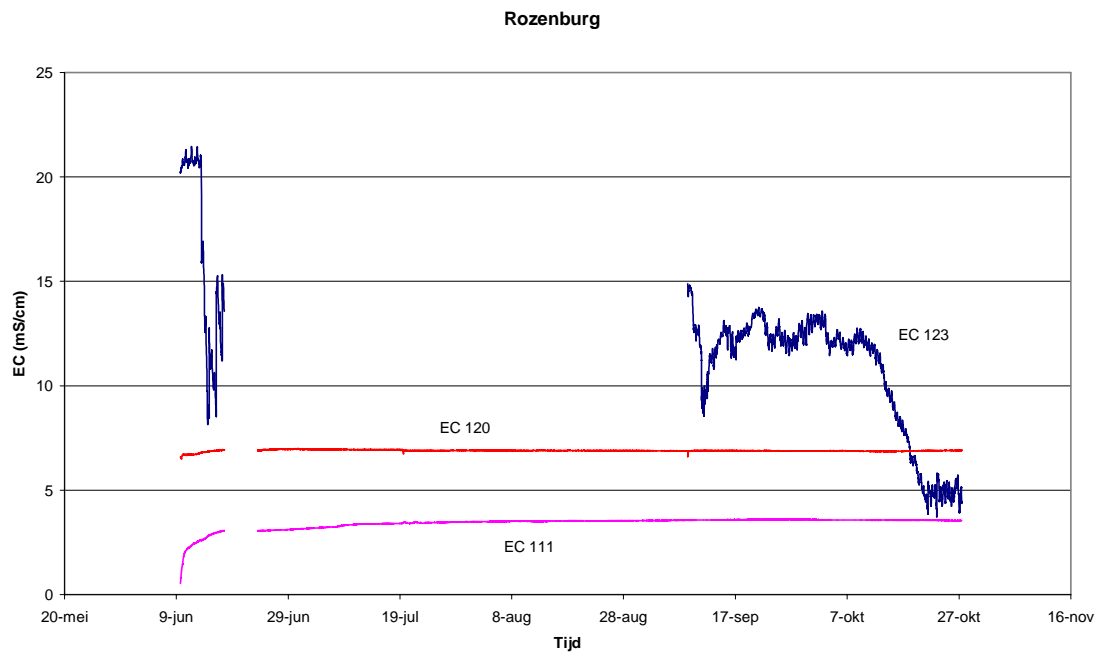


Fig. E12. Elektrische geleidbaarheid tijdreeksen gemeten met CTD-divers op de Rozenburg locatie.

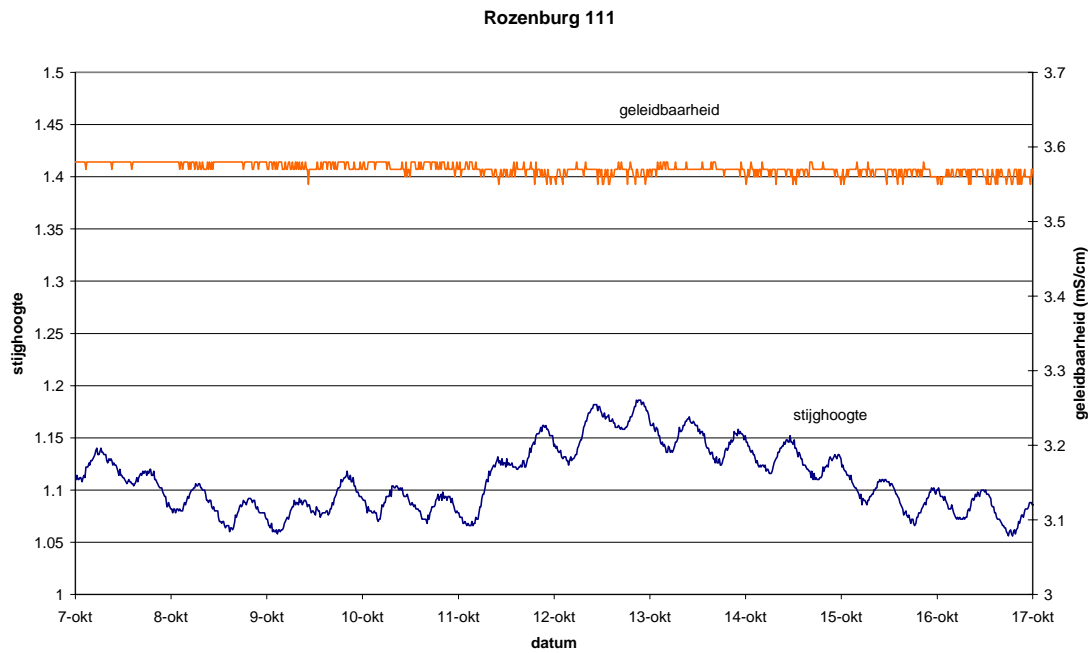


Fig. E13. Stijghoogte en EC tijdreeksen van 7 tot 17 oktober, gemeten in peilbuis 111 op de Rozenburg locatie. Opvallend is de fluctuatie in de stijghoogte als gevolg van eb en vloed (bijna 5 cm). De geleidbaarheid vertoont helemaal geen variatie.

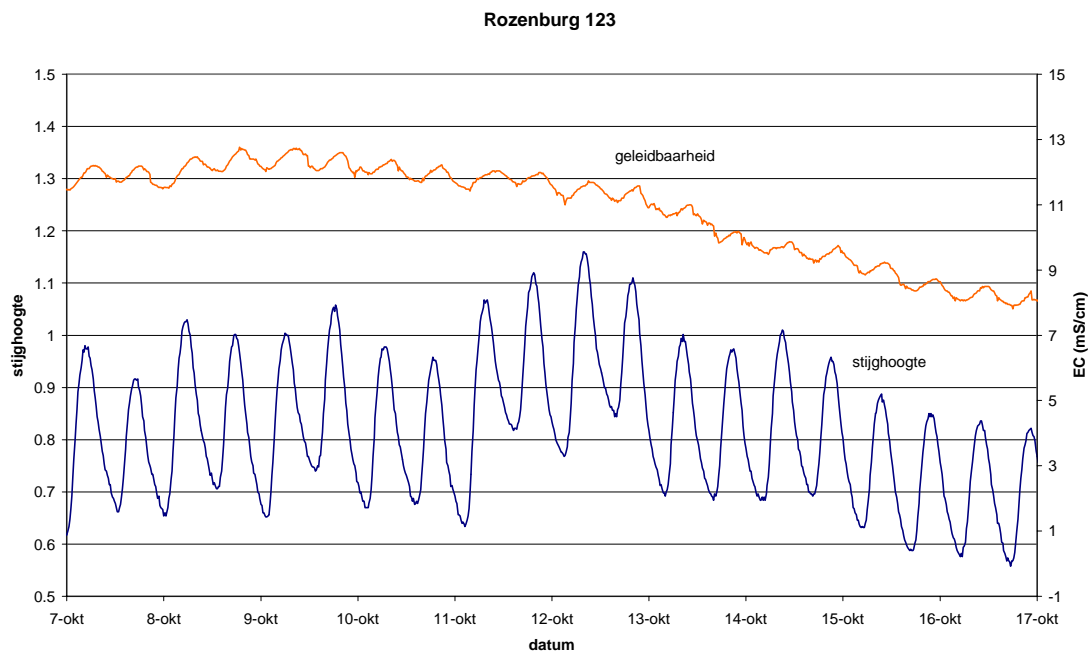


Fig. E14. Stijghoogte en EC tijdreeksen van 7 tot 17 oktober, gemeten in peilbuis 123 op de Rozenburg locatie. Opvallend is de fluctuatie in de stijghoogte als gevolg van eb en vloed (bijna 40 cm). De geleidbaarheid vertoont hier ook een variatie met een vergelijkbare frequentie. Dit gedrag is nog niet helemaal te verklaren maar het heeft te maken met verplaatsing van water met verschillende EC-waardes.



## 8 Gebruikerservaring

De sensordata zijn aangeleverd in een tekstbestand welke ingelezen zijn in een spreadsheet. Voordat de gegevens geïnterpreteerd kunnen worden moeten ze worden bewerkt:

1. De gemeten drukken (uitgedrukt in cm waterkolom) moeten worden omgerekend naar stijghoogten en gecorrigeerd worden voor de variaties in de luchtdruk;
2. De tijdreeksen moeten worden gescreend worden op uitbijters. Uitbijters zijn sterke uitschieters in de meetreeksen. Deze zijn duidelijk te herkennen omdat ze als enkeling volledig buiten de meetreeksen vallen. In figuur E15 zijn de uitbijters duidelijk zichtbaar;
3. Sprongen in de metingen: in de meetreeksen komt het bij een aantal divers voor dat er sprongen zijn in de reeksen. Deze sprongen zijn soms duidelijk meetartefacten. Door op de sprong de metingen na de sprong te corrigeren kan de meetreeksen worden opgeschoond. Deze artefacten hebben wellicht iets te maken met het feit dat in dit project vooral gebruik is gemaakt van prototypes. In dit project hebben we gebruik gemaakt van prototypes van de CTD-divers. In een aantal van deze prototypes functioneerde de geleidbaarheidscel niet goed door problemen met elektrische contacten. Een voorbeeld is te zien in figuur E16. Hierin valt het ruwe patroon in de EC gemeten in peilbuis Rozenburg 123 op. Bij het filteren van sprongen uit datareeksen moet men voorzichtig zijn. Soms hebben sprongen een natuurlijke oorzaak. Bijvoorbeeld bij de tijdreeksen van de stijghoogten op Banisveld. De sprong op 7 oktober heeft te maken met werkzaamheden die op de locatie zijn uitgevoerd. Bij stijghoogte metingen kunnen sprongen echter ook veroorzaakt worden doordat na het uitlezen de diver op een andere hoogte in de peilbuis wordt terug gehangen (figuur E15).

Het opschonen van de datasets en het maken van de figuren uit de data is arbeidsintensief. Het voordeel is dat deze acties goed te automatiseren zijn in bijvoorbeeld allerlei database structuren.

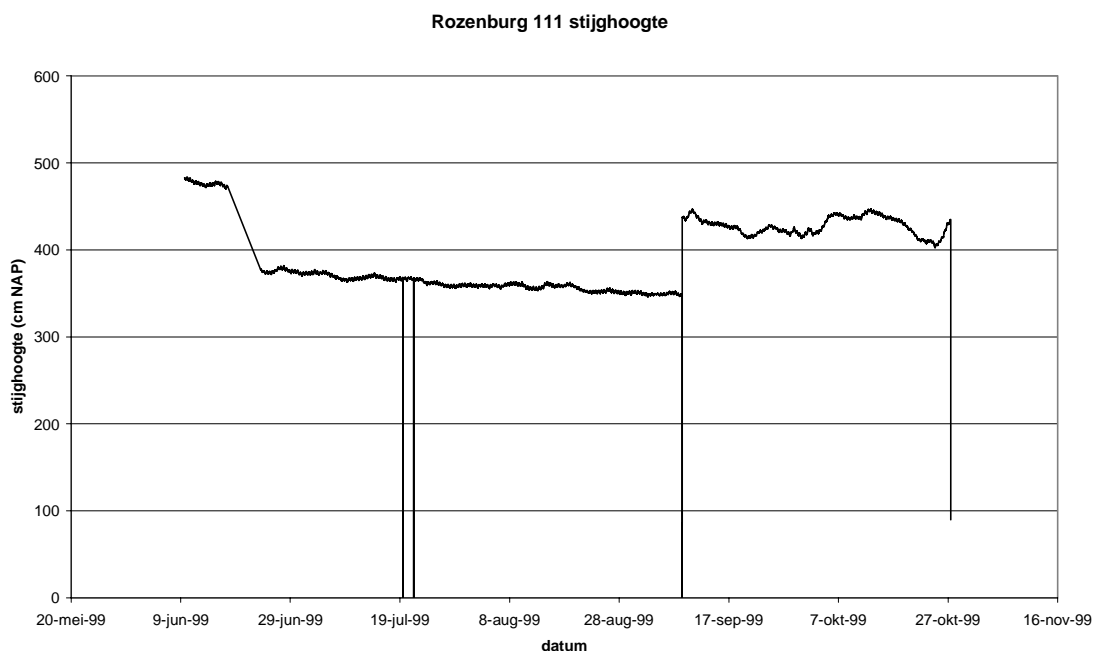


Fig. E15. Ongecorrigeerde stijghoogte tijdreeks in peilbuis 111. De uitbijters vallen erg op. De sprong aan het begin september hebben wellicht te maken met het verkeerd terughangen van de CTD-diver in de peilbuis. Voorzichtigheid is geboden bij het corrigeren voor sprongen in de data set (zie bijvoorbeeld Banisveld tijdreeksen).

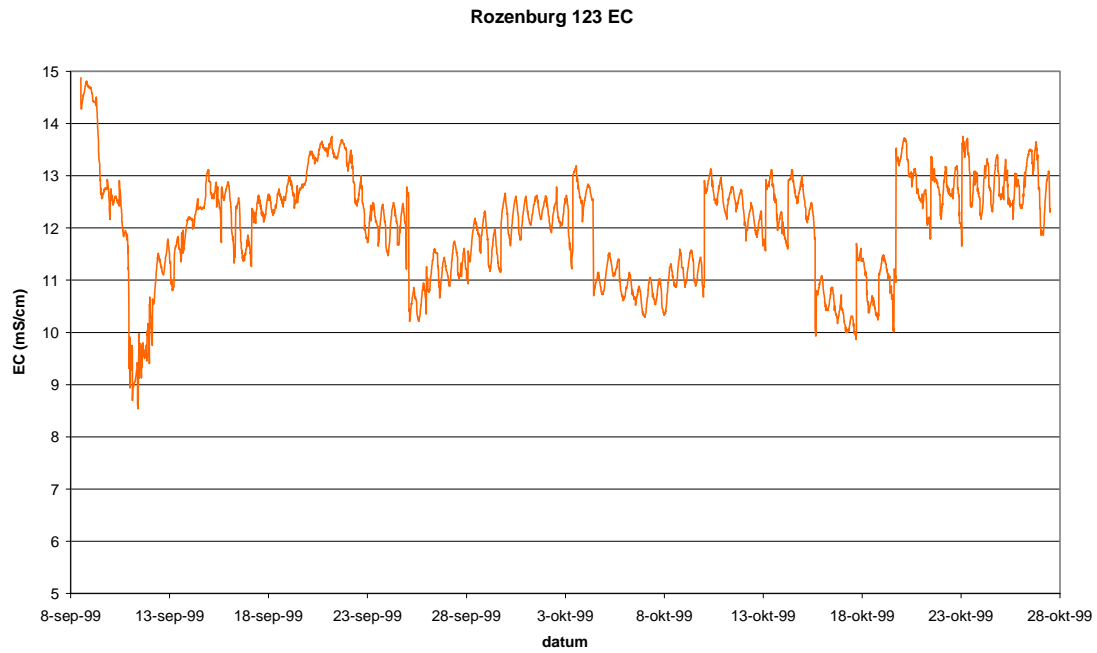


Fig. E16. Ongecorrigeerd EC tijd reeks van peilbuis 123 op de Rozenburg locatie. Deze reeks vertoont een grillig verloop, waarschijnlijk het gevolg van een prototype diver waar een elektrische contact in de EC-meter niet goed was.

## 9 Conclusies

De CTD-divers zijn uitermate goed geschikt voor het uitvoeren van trendmetingen. Om de metingen te vergelijken met de absolute veranderingen moeten aparte calibratie-metingen worden uitgevoerd (het liefst elke keer als de diver wordt uitgelezen).

Op locaties met een duidelijke dagelijkse of seizoenale dynamiek kan het inzetten van divers gebruikt worden om de frequentie van monsternamen te ondersteunen. Als er een duidelijk seizoenale dynamiek in grondwater spiegel en elektrische geleidbaarheid is, is het van belang dat er gemonsterd wordt onder vergelijkbare condities. Toepassing van de CTD-divers geeft inzicht in deze condities.

De divers zijn uitgerust met een datalogger waarmee het mogelijk is om slechts één maal per jaar deze divers uit te lezen. Dit maakt deze meetinstrumenten bij uitstek geschikt voor het volgen van de seizoenale dynamiek. Als er inzicht is in de dynamiek, is het niet nodig om continue te meten. De voorwaarden voor de jaarlijkse monitoring kunnen uit een meetreeks van 1 à 2 jaar bepaald worden.