

TNO-rapport

Rapportnr. januari
OS 90-11 A 1990

Evaluatie vervolgonderzoek bodemsanering
Coupépolder, Alphen a/d Rijn

loc AA048400007
rap AA048400454

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten TNO', dan wel de betreffende
terzake tussen partijen gesloten
overeenkomst.

© TNO

Auteur:
H.P. Broers
R.J. Stuurman

Opdrachtgever:
Bewonerscomité Alphen a/d Rijn

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	3
1.1.	Achtergrond	3
1.2.	Doelstellingen	4
2.	BESCHRIJVING VAN HET UITGEVOERDE VERVOLGONDERZOEK	5
2.1.	Algemeen	5
2.2.	Het vervolgonderzoek	5
2.2.1.	Verdachte locaties	6
2.2.2.	Boringen en sonderingen	6
2.2.3.	Bemonstering	7
2.2.4.	Kartering zandige geul	8
2.2.5.	Waterbalans en modelstudie	8
2.2.6.	Conclusies	9
2.3.	Justitieel onderzoek	11
3.	EVALUATIE VAN HET MEET- EN BEMONSTERINGSPROGRAMMA	12
3.1.	Toetsing aan de leidraad bodemsanering	12
3.1.1.	Beschrijving van de voorgestelde methode	13
3.1.2.	Evaluatie van het meetprogramma	15
3.2.	Werkwijze bij een aantal andere bodemsanerings- onderzoeken	17
4.	EVALUATIE MODELSTUDIE	19
4.1.	Inleiding	19
4.2.	Evaluatie modelparameters	19
4.2.1.	Netwerkparameters	19
4.2.2.	Geohydrologische parameters en rand- voorwaarden	20
4.2.3.	Transportparameters	21
4.3.	Evaluatie van de gebruikte modelcode	22
4.4.	Evaluatie van de modelcalibratie	26
4.5.	Conclusies	27
5.	TOETSING AAN HET PROVINCIAAL BODEMSANERINGSBELEID	28
6.	CONCLUSIES EN AANBEVOLEN MAATREGELEN	30
	LITERATUUR	32

1. INLEIDING

1.1. Achtergrond

Naar aanleiding van berichten over verontreiniging van de voormalige vuilstort Coupépolder met honderdduizend vaten chemisch afval, is in 1988 door de Provincie Zuid-Holland besloten het onderzoek op de vuilstort te heropenen. In respectievelijk 1982 en 1985 was reeds een oriënterend en een nader onderzoek uitgevoerd.

Voor de advisering van de provincie is een projectgroep opgericht, die o.a. bestaat uit vertegenwoordigers van de gemeente Alphen, de streekcommissie en het bewonerscomité.

Op grond van de onderzoeken van IWACO en GEQ-LOGIC (IWACO, 1988 en 1989) is door de projectgroep inmiddels een beheersadvies opgesteld. Binnen de projectgroep bestaat nog verschil van opvatting over de maatregelen voor het diepe grondwater. Voor het diepe grondwater wordt door de provincie overwogen een monitoringsysteem op te zetten en voorlopig nog geen sanering uit te voeren. Gemeente, bewonerscomité en streekcommissie menen dat de basis van het uitgevoerde onderzoek dermate wankel is dat een dergelijke beslissing niet verantwoord is.

De Dienst Grondwaterverkenning TNO is door het bewonerscomité opdracht verleend voor het uitvoeren van een evaluatie van de risico-analyse voor het diepe grondwater die deel uitmaakt van het onderzoek van IWACO.

1.2 Doelstellingen

De evaluatie moet de volgende vragen beantwoorden:

1. Zijn de voorgestelde maatregelen ten aanzien van het diepe grondwater verantwoord op basis van de onderzoeksgegevens, uitgaande van het door de afdeling bodemsanering van de provincie vastgestelde bodemsaneringsbeleid?
2. Zijn de verzamelde meetgegevens als zodanig toereikend voor een verantwoorde risico-evaluatie, te beantwoorden vanuit:
 - a. een wetenschappelijke invalshoek?
 - b. vergelijking met andere bodemsaneringsonderzoeken?
3. Is het door IWACO gehanteerde model voor de verspreiding van verontreiniging in het diepe grondwater passend voor de situatie in de Coupépolder en is het model op de juiste wijze toegepast?

Met nadruk wordt erop gewezen dat in dit rapport slechts de facetten die van belang zijn voor de verspreiding van de verontreiniging naar en in het diepe grondwater worden geëvalueerd.

worden 3 genoemde doelstellingen adequaat behandeld c.q. beantwoord?

2. BESCHRIJVING VAN HET UITGEVOERDE VERVOLGONDERZOEK

2.1 Algemeen

De vuilstort Coupépolder bemeet 22 ha., is ongeveer 850 m lang en 250 m breed en is gelegen tussen het Aarkanaal en de Kromme Aar ten noordoosten van Alphen a/d Rijn. De stort is van 1962 tot 1980 in gebruik geweest. De maaiveldhoogte varieert van NAP + 2.0 tot NAP +12 m.

In 1985 is in het kader van een nader onderzoek vastgesteld dat het grondwater in het afdekkend pakket is verontreinigd en dat ook in het bovenste grondwater beïnvloeding wordt waargenomen.

Besloten is indertijd een monitoringsysteem op te zetten. Bij de eerste bemonsteringsronde bleek dat het diepe watervoerend pakket wordt beïnvloed door de verontreinigingen in de stort, zodat het monitoringsysteem gehandhaafd bleef.

De aard en hoeveelheid van de verontreinigende stoffen die voorkomen in het vuilstortpercolaat kunnen sterk per stortplaats, maar ook binnen één stortplaats variëren, mede doordat de samenstelling van het gestorte afval sterk varieert. Vastgesteld werd dat de vuilstort zowel huisvuil, bouw- en sloopafval, agrarisch afval als chemisch afval bevat. (IWACO, 1989).

2.2. Het vervolgonderzoek

Begin 1988 werd in publicaties melding gemaakt van illegale lozingen van grote aantallen vaten chemisch afval, hetgeen de aanleiding was voor een vervolgonderzoek (IWACO, 1988 en 1989). De doelstellingen waren:

- het localiseren van chemisch afval,
- het evalueren van risico's ten aanzien van mens en milieu.

2.2.1 Verdachte locaties

In eerste instantie zijn verdachte locaties gelocaliseerd, waarvoor o.a. een historisch onderzoek is uitgevoerd. De luchtfotoïnterpretatie gaf geen aanwijzingen voor verdachte stortlocaties van chemisch afval. Uit getuigenverklaringen is wel een aantal verdachte locaties afgeleid. Met behulp van electromagnetische en magnetische methoden zijn vervolgens anomalieën opgespoord. Electromagnetische anomalieën duiden op het voorkomen van sterk geleidend materiaal, magnetische anomalieën op concentraties ijzer. Beide zouden op metalen vaten of electrolyten kunnen wijzen.

Tevens zijn geo-electrische metingen op de stort uitgevoerd, die erop waren gericht inzicht te geven in de lagenopbouw van de ondergrond. Als gevolg van de inhomogeniteit van de toplaag (het stortmateriaal) en de gelijksoortige weerstand van het stortmateriaal en het onderliggende kleipakket, bleek het 'onmogelijk de diepte van de bodem van de stort met deze metingen te bepalen' (IWACO, 1989, blz 21).

2.2.2 Boringen en sonderingen

Op grond van de electromagnetische en magnetische anomalieën, alsmede op de getuigenverklaringen, zijn de posities bepaald voor 47 sonderingen en 18 boringen.

Van de 18 boringen reiken er 5 tot onder de vuilstort en de Holocene afzettingen, 9 tot de bovenzijde van de Holocene afzettingen en bleven er 4 steken als gevolg van obstructies, met name op de 'bult' in het noorden van het terrein.

De meeste boringen zijn afgewerkt met peil- en monsterfilters. 21 filters bleken geschikt voor grondwaterstandsmetingen en 30 filters waren bruikbaar voor het nemen van monsters.

Slechts een deel van de anomalieën was verklaarbaar uit het opgeboorde

materiaal. Zo werd autoshreder en aluminiumfolie gevonden, alsmede een stuk verwrongen staal, dat mogelijk afkomstig is van een vat.

Een ander deel van de anomalieën kan worden verklaard uit geleidend percolatiewater. Dit is het geval in het zuidelijk deel van de stort waar een diepere ontgraving is toegepast dan in de rest van de stort, en plaatselijk in zandige geulafzettingen in het noordwestelijk deel van de stort.

In de boringen die buiten de anomalieën zijn geplaatst werd geen stortmateriaal gevonden dat verantwoordelijk kan zijn voor een geofysische anomalie. Ook in de boringen die op aanwijzing van het researcheteam zijn geplaatst werd geen herkenbaar stortmateriaal gevonden, behalve een zwart-grijze kleilaag.

In aanvulling op dit eerste bemonsteringsprogramma is stroomafwaarts van de stort een diepe boring geplaatst om de verontreinigingssituatie onderin het watervoerend pakket vast te stellen, en zijn 3 sonderingen gemaakt. Ter plekke zijn bemonsteringsfilters gezet om te bepalen of de verontreiniging zich horizontaal via de geulafzettingen heeft kunnen verspreiden.

2.2.3 Bemonstering

Op het stortterrein zijn uiteindelijk 9 putten geplaatst met een peil- en bemonsteringsfilter in het eerste watervoerend pakket. In drie van deze putten vertoont het grondwater overeenkomst met het percolaat in de stort.

In het percolaat wordt de C-norm uit de toetsingswaardentabel van de leidraad bodemsanering op meerdere plaatsen overschreden voor zowel metalen, chloorverbindingen, aromaten en minerale oliën (tabel 1).

In het diepe grondwater worden in 2 putten overschrijdingen van de B-norm gevonden voor:

- EOX en benzeen in een put in het gebied met zandige

anorg. parameters metalen chloorverb. aromaten min. olie

Perkolaat

COB 1-2					B	X		min. olie
COB 4-2					B	E X F		<u>min. olie</u>
COB 5-2				EOX tri per	B T E X F			min. olie
COB 6-1	Cl			EOX		F		
COB 7-1				EOX	B	E X F		min. olie
COB10-2				EOX	B T E X F			
COB13-1			Ni Zn	EOX	B T E X F			<u>min. olie</u>
COB14-3	Cl		Cu V			X F		
COB17-1					B			
COB18-1					B T	F		<u>min. olie</u>
COS24-2					B	E X		min. olie
COS25-1				EOX				
COS36-1	Cl SO ₄			EOX	B T E X F			
COS39-1				EOX	B			
D 2.3	Cl	HCO ₃ NH ₄			B			

Diep:

COB10-1						T	X	
COB14-1	Cl	HCO ₃						
COB14-2	Cl	HCO ₃ NH ₄		EOX	B			
COS18-1	Cl							
D 2.2	Cl	HCO ₃						

Oppervlaktewater:

opp 2		SO ₄						
opp 3	Cl	SO ₄ HCO ₃ NH ₄						
opp 4		HCO ₃ NH ₄						
opp 7		SO ₄						
opp 8		SO ₄						

tri = trichlooretheen
per = tetrachlooretheen

B = benzeen
T = toluen
E = ethylbenzeen
X = xylenen
F = fenolen

Tabel 1: Overzicht van de locaties met sterk verhoogde concentraties (IWACO, 1988)

geulafzettingen,

- toluen en xyleen in het gebied waar onder de stort (te) diep is ontgraven.

Op een andere plaats in het gebied zijn sterk verhoogde gehalten anorganische macroparameters (Cl, HCO₃ en NH₄) vastgesteld.

In een aantal putten werd overschrijding van de B-norm voor ammonium en barium aangetroffen. In het rapport wordt terecht gesteld dat het onwaarschijnlijk is dat overschrijding van deze normen aan de stort moet worden toegeschreven.

2.2.4 Kartering zandige geul

Met sonderingen op de stort en electromagnetische metingen buiten de stort is het verloop van de Duinkerke geulafzettingen gekarteerd. Deze afzettingen blijken een kortsluiting tussen vuilstort en watervoerend pakket te veroorzaken. Met behulp van dissipatieproeven is de verticale weerstand van de geulafzetting bepaald op maximaal 5000 dagen. Waar een ongestoord opbouw van de Holocene klei- en veenlagen aanwezig is bedraagt de weerstand volgens deze methode 20000 tot 30000 dagen.

2.2.5 Waterbalans en modelstudie

Voor de vuilstort is een waterbalans opgesteld, waarin als balansposten zijn opgenomen:

- het neerslagoverschot,
- de afvoer via de ringsloten,
- de wegzijging naar het diepe grondwater.

Voor de kwantificering van deze posten zijn bemalingsgegevens van de ringsloot geraadpleegd en is een inschatting gemaakt van de stroming vanuit de stort en het Aarkanaal naar de ringsloot. De wegzijging geldt als restpost en is bepaald op 30.000 m³/jr.

De waterbalans van de vuilstort is inmiddels achterhaald, aangezien een aantal aannames achteraf niet houdbaar bleken (mond. med. bewoners-

comité). Vandaar dat in de modelberekeningen is uitgegaan van een 'worst case', waarin het totale neerslagoverschot 'ten goede komt' aan het eerste watervoerend pakket.

Om de verspreiding van de verontreiniging te berekenen is een tweedimensionaal model opgezet waarmee het verspreidingsgedrag van de stoffen zink, benzeen en chloride is nagegaan. Deze stoffen zijn geselecteerd op het algemeen voorkomen in de stort, de hoge concentratie t.o.v. de achtergrondwaarden, de mobiliteit en de toxiciteit. In het model is rekening gehouden met:

- adsorptie van organische stoffen en zware metalen aan kleimineralen en organisch materiaal,
- menging met schoon water in het eerste watervoerend pakket,
- longitudinale en transversale dispersie.

De berekeningen hebben geen exact karakter (zoals alle modelberekeningen) maar geven een indicatie voor de verontreinigingssituatie.

De modeluitkomsten zijn:

- de bulk van de zink-verontreiniging heeft over 100 jaar het eerste watervoerend pakket waarschijnlijk nog niet bereikt,
- het watervoerend pakket is over 100 jaar slechts tot op 100 meter stroomafwaarts van de vuilstort boven de B-waarde verontreinigd met benzeen,
- het chloridegehalte in het watervoerend pakket stijgt in de komende 100 jaar op 120 meter stroomafwaarts van de stort tot boven de 150 mg/l.

2.2.6

Conclusies

Op basis van het vervolgonderzoek wordt ten aanzien van de verontreinigingssituatie o.a. gesteld dat (IWACO, 1988 en 1989):

1. op minstens twee plaatsen waarschijnlijk chemisch afval is gestort,

2. het niet uitgesloten is dat er meer verdachte plaatsen op de stort aanwezig zijn. Met name in de 'bult' zijn weinig waarnemingen gedaan.
3. het percolaat over de gehele stort sterk verontreinigd is,
4. zowel in als buiten de door geofysica aangegeven verdachte locaties verontreinigd percolaatwater is gevonden,
5. het percolaat zich via het eerste watervoerend pakket naar de omgeving kan verspreiden en dat het grondwater daadwerkelijk beïnvloed is door het percolaat op locaties waar de kleilaag dun is of ontbreekt,
6. uit drie putten blijkt dat het grondwater onder de geulafzettingen aantoonbaar is beïnvloed door infiltrerend percolatiewater. Schadelijke organische verbindingen en zware metalen komen echter in lage concentraties voor, hetgeen o.a. aan adsorptie in de overgangslaag tussen stort en geulafzettingen valt toe te schrijven.
7. hoge concentraties van grondwaterverontreinigingen, zoals in de vuilstort en de geulafzettingen niet optreden in het watervoerend pakket door de sterke verdunning met schoon grondwater.
8. buiten de stort het diepe grondwater nog niet is beïnvloed.

Ten aanzien van de risico's voor mens en milieu wordt opgemerkt dat:

- in de polders rondom de vuilstort, als gevolg van een infiltratiesituatie aldaar, geen kans bestaat op verontreiniging van het ondiepe grondwater,
- in de diepe polder ten noorden van de vuilstort in de komende 100 jaar geen verontreinigingen in meetbare concentraties terecht zullen komen,
- het diepe grondwater in het geval van grondwateronttrekking een risico voor de volksgezondheid kan inhouden, maar dat de huidige gebruiksfuncties in de omgeving van de stort niet worden bedreigd via het grondwater.

2.3 Justitieel onderzoek

In het kader van een justitieel onderzoek zijn drie gleuven gegraven, waarbij volgens de mededeling van het bewonerscomité, 60 vaten zijn aangetroffen. Gegevens over de inhoud van de vaten zijn vooralsnog niet openbaar gemaakt.

3. EVALUATIE VAN HET MEET- EN BEMONSTERINGSPROGRAMMA

Om het onderzoeksprogramma te evalueren is gebruik gemaakt van

- de leidraad bodemsanering; oriënterend en nader onderzoek naar het voorkomen van bodemverontreiniging,
- een aantal andere bodemsaneringsonderzoeken.

3.1 Toetsing aan de leidraad bodemsanering

In augustus is in het kader van de leidraad bodemsanering een tweetal concept handleidingen verschenen voor het uitvoeren van oriënterend onderzoek en nader onderzoek naar het voorkomen van bodemverontreiniging (Lamé en Bosman, 1989). Voor het opstellen van het derde concept van deze handleidingen is commentaar verwerkt van ingenieursbureaus (waaronder IWACO) en onderzoeksinstituten (waaronder DGV-TNO).

Doelstelling van deze handleidingen is het aangeven van de gewenste kwaliteit van het oriënterend en nader onderzoek en het verkrijgen van een uniforme onderzoeksaanpak (Lamé en Bosman, 1989).

De resultaten die met de in de handleidingen beschreven methoden worden verkregen, dienen te worden gezien als minimum kwaliteitsniveau waaraan een bodemonderzoek moet voldoen (Lamé en Bosman, 1989).

De handleiding is geschreven omdat de gangbare methoden voor bodemonderzoek niet eenduidig vastliggen en in veel gevallen aanvullend onderzoek noodzakelijk bleek en meerkosten ontstonden in de onderzoeksfase en in de saneringsfase. In de handleiding is te lezen: ' Het is de overtuiging van de auteurs dat, hoewel de onderzoekskosten zullen toenemen ten opzichte van de op dit moment gangbare kosten, de gehele saneringsoperatie niet meer zal gaan kosten doordat de verontreiniging beter in beeld komt dan nu het geval is'.

Ten tijde van de uitvoering van het oriënterend, nader en vervolgonderzoek was de beschreven handleiding nog niet beschikbaar. De

handleidingen zijn toch gebruikt ter evaluatie van het onderzoek omdat ze feitelijk een uitwerking vormen van een uit wetenschappelijk oogpunt verantwoorde methodiek.

3.1.1 Beschrijving van de voorgestelde methode

In deze paragraaf wordt een beschrijving gegeven van de voor de Coupé-polder relevante aspecten uit de twee handleidingen. Bij de opsomming wordt geen volledigheid nagestreefd.

In de handleiding voor oriënterend onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen drie hypothesen voor het type verontreiniging:

- homogeen verdeeld,
- heterogeen verdeeld met bekende ligging van de kern,
- heterogeen met onbekende ligging van de kern.

Op basis van een interpretatie van historische gegevens dient een gefundeerde afweging te worden gemaakt tussen deze hypothesen.

De vuilstort Coupépolder valt in de derde categorie omdat de plaats van de vermoedelijke kernen niet exact achterhaald kan worden op basis van de verzamelde gegevens.

Het deel van de locatie waarop de vermoede kern ligt is groter dan 1000 m². In dat geval wordt aanbevolen om het verdachte deel van de locatie in te perken door het terrein eerst op andere wijze te onderzoeken, bijvoorbeeld met geofysische metingen of door het graven van proefsleuven.

In het oriënterend onderzoek moet uiteindelijk worden bepaald hoeveel verontreinigingskernen aanwezig zijn en wat hun globale ligging is.

Het nader onderzoek dient informatie te genereren over de aard en omvang van de verontreinigingen, de potentiële mogelijkheden van blootstelling en verspreiding, zodat kan worden vastgesteld of het geval van bodemsanering urgent is.

Het onderzoek naar de omvang van de verontreiniging wordt per

verontreinigingskern uitgevoerd. Het doel hiervan is de omvang van de verontreiniging zowel in het horizontale als in het verticale vlak in kaart te brengen door het tekenen van iso-concentratielijnen voor de A- en C-waarde van de verschillende lagen.

In het nader onderzoek wordt zowel de grond als het freatisch grondwater onderzocht. Voor beide is een monsternemingsstrategie beschreven, die uitgaat van een assenkruis rond de verontreinigingskernen.

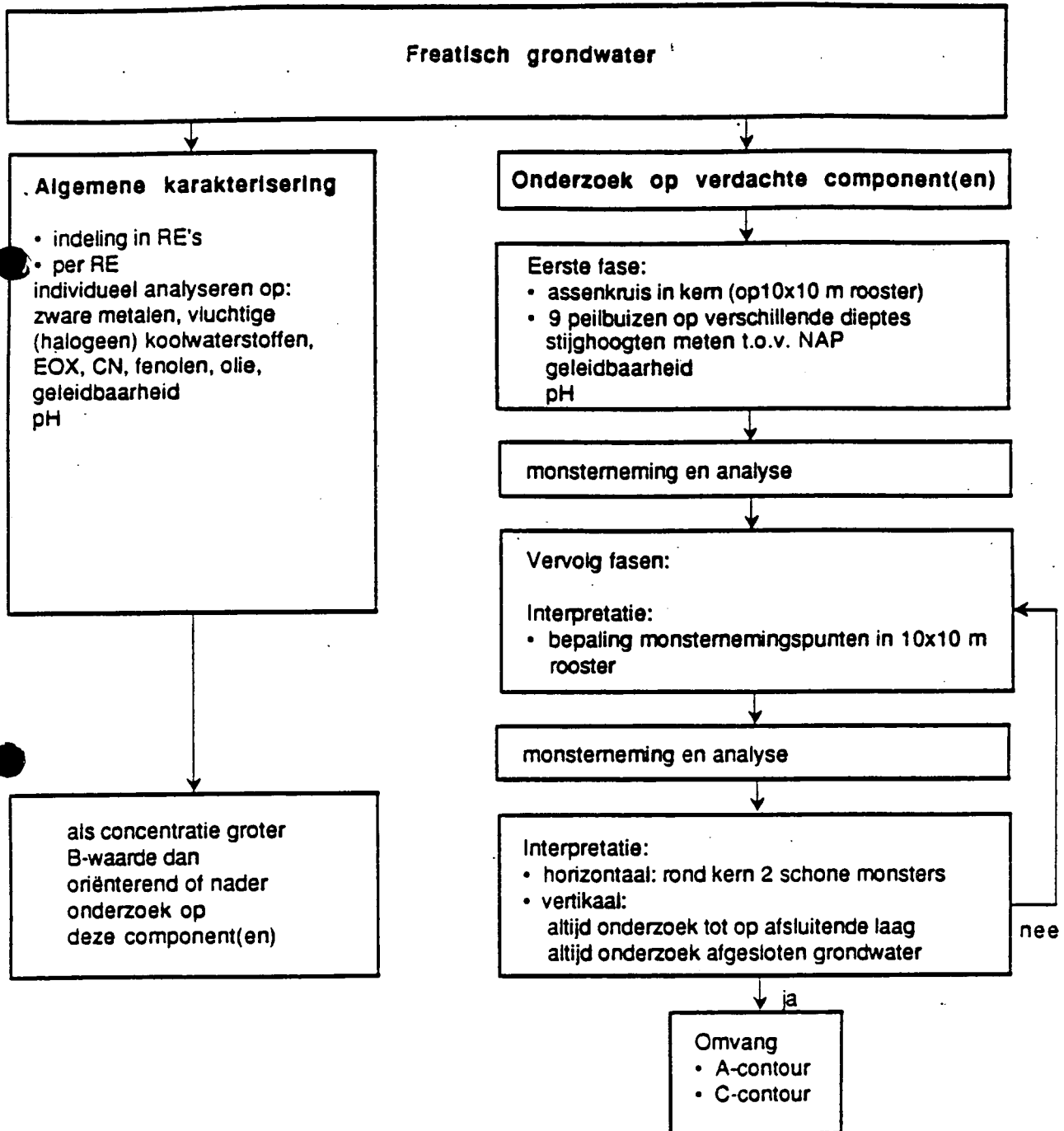
Voor bemonstering van de grond wordt een 5 x 5 meter rooster over de verontreinigingsvlek gelegd, waarbij in een aantal fasen op de knooppunten in de diepte monsters worden genomen. De omvang van de verontreiniging wordt lateraal en in de diepte bepaald door vanuit de kern van de verontreiniging naar buiten toe te bemonsteren totdat rondom de verontreinigingsvlek een dubbele rij schone waarnemingen (kleiner of gelijk aan de A-waarde) is ontstaan.

Voor het freatisch grondwater wordt een analoge techniek met een 10 x 10 m rooster aanbevolen (figuur 1). De bemonstering richt zich alleen op die componenten waarvan in het oriënterend onderzoek is vastgesteld dat de B-norm is overschreden.

Daarnaast wordt een algemene karakterisering uitgevoerd op andere verontreinigingen door de locatie op te delen in ruimtelijke eenheden van 1000 m². Per ruimtelijke eenheid worden in de diepte bodemonsters genomen en worden peilfilters geplaatst en bemonsterd.

De bodemonsters worden per bodelaag en per hectare gemengd, waarna zowel een breed scala van verontreinigingen wordt geanalyseerd als de bodemeigenschappen (CEC, organische stof, macroparameters) worden bepaald. Het verzamelen van bodemkenmerken is van belang om een inschatting te maken van de transportmogelijkheden en -risico's.

Op deze wijze wordt de verontreiniging zowel in de bodem als in het freatisch grondwater lateraal en in de diepte globaal vastgelegd met



Figuur 1: Overzicht strategie heterogeen verdeelde verontreiniging; grondwater (Lamé en Bosman, 1989)

iso-concentratielijnen van de A- en de C-waarde. Door het meten van grondwaterstanden in de peilputten wordt het maken van een gedetailleerde isohypsen kaart van het freatisch grondwater mogelijk.

Om de diepere bodemopbouw te bepalen wordt per hectare een boring tot in het watervoerend pakket uitgevoerd, op een plaats waar de kans op het aantreffen van een verontreiniging zo groot mogelijk is. Bij de plaatsbepaling wordt daarom rekening gehouden met de regionale stromingsrichting in het watervoerend pakket en de freatische stromingsrichting.

Van de diepe boringen wordt minstens per onderscheiden bodemlaag een monster genomen, waarvan bodemkenmerken en macroparameters en een scala aan verontreinigingen worden gemeten. Deze gegevens dienen om een voorspelling te maken van de potentie en snelheid van verspreiding in de ondergrond. Als een verontreiniging wordt aangetroffen wordt ook het tweede watervoerend pakket gecontroleerd op mogelijke verontreiniging.

3.1.2 Evaluatie van het meetprogramma

Bij de evaluatie van het vervolgonderzoek zijn de beschreven handleidingen (paragraaf 3.1) als referentie gebruikt, omdat ze een uitwerking vormen van een wetenschappelijk verantwoorde methodiek.

Ten aanzien van het meetprogramma van de Coupépolder kan worden vastgesteld dat:

- a. het boor- en sonderingsprogramma is bepaald op grond van geofysisch onderzoek op de stort.
- b. ook na het vervolgonderzoek de ligging, de omvang en de aard van van de verontreiniging niet exact achterhaald is,
- c. geen bodemkenmerken zijn bepaald,
- d. de boringen niet gelijkmatig zijn verdeeld over de in potentie risicovolle locaties en dat het aantal boringen ver achter blijft bij de in de handleiding genoemde aantallen.

Ad a. Reeds tijdens de studiebijeenkomst 'toepassing geofysisch onderzoek bij bodemonderzoek op vuilstortplaatsen', die op 29 juni 1988 op het provinciehuis te 's Gravenhage is gehouden, is door geofysici van DGV-TNO te kennen gegeven dat het uitvoeren van electromagnetisch, magnetisch en geo-electrisch onderzoek op een vuilstort (niet) zinnig is. Deze stelling is in een inleiding verwoord, waarbij is ingegaan op het inhomogene karakter van een vuilstort en de equivalentieproblemen die optreden bij detectie van metalen vaten en andersoortige geleidende voorwerpen of lagen.

Deze stelling wordt door de onderzoeksresultaten van het vervolgonderzoek (paragraaf 2.2.6; conclusies 2, 3 en 4 en paragraaf 2.2.4) bevestigd. Om het boor- en sonderingenprogramma te baseren op de met geofysica aangewezen 'verdachte locaties' is derhalve ongelukkig.

De ligging van de zandige geulafzettingen is met de sonderingen voldoende nauwkeurig vastgelegd.

ad b.: Het is de vraag in hoeverre het voor een vuilstort van een dergelijke omvang en inhomogene samenstelling mogelijk is alle verontreinigingskernen op te sporen, met name omdat uit de verzamelde meetgegevens is afgeleid dat het percolaat overall sterk is verontreinigd.

Indien bij de opzet van het meetnet niet was uitgegaan van een dubieus geofysisch onderzoek maar van een systematische methode met rasterblokken dan zou het mogelijk zijn geweest de omvang en aard van de verontreiniging met iso-concentratielijnen van A-en C-waarde globaal te begrenzen. Een dergelijke opzet had zich in eerste instantie kunnen beperken tot het gebied met zandige geulafzettingen, waar de grootste bedreiging van het diepere grondwater vanuit gaat.

Ad c.: Van de onderscheiden bodemlagen (klei- en veenafzettingen en

zandige geulafzettingen) zijn geen bodemkenmerken, zoals CEC en organische stof, bepaald waardoor gegevens over de adsorptiecapaciteit en reactiviteit van de afzettingen ontbreken. Derhalve is het inschatten van de mogelijke verspreiding moeilijk is te verwezenlijken.

Ad d.: De locaties van de boringen op de vuilstort die tot in het watervoerend pakket reiken zijn niet gebaseerd op de verspreidingsrisico's vanuit de stort of de ligging van de zandige geul. Met name rond de bult en in het noordoosten van de vuilstort (in het gebied van de zandige geulafzettingen) zijn onvoldoende gegevens van zowel percolaat als watervoerend pakket aanwezig voor een verantwoorde risico-analyse.

Hierbij moet worden opgemerkt dat het gebied in de omgeving van de bult op grond van het boringenprogramma, het graven van sleuven en de historie van de stort, als verdacht gebied moet worden aangemerkt. In dit gebied is bovendien waarschijnlijk het grootste stijghoogteverschil met het watervoerend pakket aanwezig (IWACO, 1988, figuur 4).

Het aantal peilputten blijkt onvoldoende voor het samenstellen van een betrouwbare isohypsenkaart van zowel het freatisch grondwater als het grondwater in het watervoerend pakket. Het is derhalve niet vast te stellen of de gradiënt in het watervoerende pakket zich onder de vuilstort wijzigt als gevolg van infiltratie in de stort.

3.2. Werkwijze bij een aantal andere bodemsaneringsonderzoeken

De wijze van bemonstering kan een belangrijke invloed hebben op de onderzoeksresultaten en de daaraan verbonden saneringsaanbevelingen.

Om aan te geven dat de beschreven handleidingen (paragraaf 3.1.1) niet op zichzelf staan wordt verwezen naar de serie Bodembescherming van het Ministerie van VROM en een artikel van Obdam (1984), waarin het bemonsteringsprobleem bij een bodemverontreinigingsonderzoek wordt uitgewerkt.

Bij een verontreiniging met vaten wordt in dit artikel een bemon-

steringsstrategie in fasen voorgesteld. De strategie bestaat uit een systematisch en een statistisch deel. Bij het systematische deel wordt het terrein onderverdeeld in logische rastereenheden, die zijn aangepast aan de te verwachten afmetingen van het te onderzoeken object. In het geval van een verontreiniging met vaten is aldus een fijnmazig rasternetwerk noodzakelijk.

In een door Heidemij Adviesbureau uitgevoerd onderzoek naar bodemverontreiniging in en rond de stort 'Old Ruitenborgh' in Hengelo (1984 en 1986) wordt een dergelijke benadering daadwerkelijk toegepast. Hier werd na het oriënterend onderzoek het terrein in de eerste fase van het onderzoek opgesplitst in 4 grote blokken. Van elk blok werden twee mengmonsters genomen. In een tweede fase werd het terrein verder opgesplitst met een gedetailleerde vakindeling, waarna een nieuwe bemonsteringsronde volgde. Deze fase resulteerde in isoconcentratiekaarten van A- en C- normen voor de verschillende verontreinigingen.

Ook in andere studies, zoals die van Hidding (1984) op het terrein van een voormalige gasfabriek in Tilburg, wordt gebruik gemaakt van een methode met rasterblokken.

In diverse onderzoeken worden geofysische methoden gebruikt om de verspreiding van een verontreinigingspluim buiten de stort vast te stellen (o.a. Ritsema, 1981, Kooper et al., 1981, De Heer, 1988, Senden, 1983)). In alle gevallen werden sterke aanwijzingen gevonden voor een vuilpluim.

In het geval van de vuilstort Coupépolder is niet op systematische wijze de aanwezigheid van een dergelijke vuilpluim onderzocht. Een dergelijk onderzoek stroomafwaarts van de stort kan alsnog worden overwogen in het kader van een monitoringprogramma (hoofdstuk 6).

4. EVALUATIE MODELSTUDIE

4.1 Inleiding

Het doel van de modelstudie is het voorspellen van de verspreiding van de verontreinigende stoffen naar het grondwater. Bij de voorspelling wordt rekening gehouden met convectief transport, menging, diffusie en dispersie en retardatie.

De modelberekeningen zijn uitgevoerd met het twee-dimensionale model STIWACO, dat is afgeleid van het Konikow-Bredehoeft model. De Coupépolder is gemodelleerd in een verticale doorsnede naar de diepe polder Vierambacht.

Uit de modelresultaten blijkt dat de verontreinigingen die in het watervoerend pakket komen een sterke menging ondergaan met schoon grondwater dat vanuit zuidoostelijke richting toestroomt. De resultaten van de berekening zijn reeds in paragraaf 2.2.5 beschreven.

4.2 Evaluatie modelparameters

In deze paragraaf worden de aannames geëvalueerd die ten grondslag liggen aan de gekozen netwerkparameters, transportparameters en geohydrologische parameters en randvoorwaarden.

4.2.1 Netwerkparameters

De ondergrond is geschematiseerd in cellen van 50 m lengte en 5 m diepte. Door een dergelijke celgrootte kunnen, volgens een bekende vuistregel, de effecten van numerieke dispersie worden verwaarloosd (paragraaf 4.3).

4.2.2 Geohydrologische parameters en randvoorwaarden

Bij de modelberekeningen is uitgegaan van de volgende waarden voor de onderscheiden grondlagen:

weerstand sliblaag	=	800 dagen
weerstand geulafzettingen	=	300 dagen
weerstand Holocene klei- en veen	=	20000 dagen
doorlaatvermogen le WVP	=	1200 m ² /dag
weerstand Kedichem kleilagen	=	∞ dagen (ondoorlatende basis)

De gegevens zijn afgeleid uit dissipatieproeven (hoofdstuk 3), literatuurgegevens en gedeeltelijk door ijking. De waarden zijn reëel voor het onderhavige probleem. De met dissipatieproeven bepaalde weerstanden van de Holocene klei- en veenafzettingen zijn hoog in vergelijking met wat in andere studies in het gebied wordt aangehouden (Maas, 1985). Voor een eerste benadering van het probleem voldoet de geschatte schematisatie echter.

In het model is aangenomen dat het watervoerend pakket homogeen en isotroop is en dat er geen dichtheidstroming optreedt.

Onder anisotropie wordt verstaan: een verschillende doorlatendheid in verticale en horizontale richting, die het gevolg kan zijn van een afwisseling van grove en minder grove lagen in het zandpakket. De aanname van een isotroop pakket is een gerechtigde aanname voor een eerste benadering.

De bovenrand van het modelgebied is vastgelegd door middel van polderpeilen in de polders en een infiltratiesnelheid ter plaatse van de stort. In het model is uitgegaan van een 'worst case' waarbij in het gebied van de zandige geulafzettingen het gehele neerslagoverschot infiltreert (0.75 mm/dag). Waar onder de stort een ononderbroken klei- en veenpakket aanwezig is wordt een 10 x zo lage infiltratiesnelheid opgegeven.

Overigens kan bij het gemeten potentiaalverschil tussen freatisch water en watervoerend pakket en de geschatte gezamenlijke weerstand van geul- en slibafzettingen (1100 dagen) een infiltratiesnelheid van 3,2 mm/dag worden berekend. Een hogere weerstand van geul- en slibafzettingen ligt derhalve voor de hand. Een verklaring voor deze schijnbare inconsistentie blijft in de modelbeschrijving achterwege.

De onderrand is ondoorlatend gemodelleerd, maar tevens is het bekende stijghoogtepatroon van het watervoerend pakket opgegeven. Stroomopwaarts van de geulafzettingen is het verhang 1:2000, onder en stroomafwaarts van de vuilstort is over 450 m een verhang van 1:800 opgegeven en de resterende 700 m kreeg een verhang van 1:2000. De eerste knik in het verhang is te verklaren uit de toestroom vanuit de stort. Onduidelijk blijft echter hoe de tweede knik in het verhang te verklaren is, als bij gelijkblijvende geohydrologische parameters in het model geen water kan 'ontsnappen' via onder- en bovenrand, of loodrecht op de doorsnede.

4.2.3 Transportparameters

De berekeningen zijn uitgevoerd voor chloride, benzeen en zink. Voor de adsorptie is een lineaire adsorptieisotherm aangenomen in welk geval aan elk der onderscheiden bodemlagen een specifieke retardatiefactor voor een bepaalde stof kan worden opgegeven. In het STIWACO model wordt volgens de beschrijving voor het gehele model met één retardatiefactor volstaan. De mate van retardatie is sterk afhankelijk van bodemkenmerken zoals het organische stof gehalte en het lutumgehalte. Dergelijke gegevens zijn tijdens het onderzoek niet verzameld.

Voor benzeen en zink is een schatting van de retardatiefactor gemaakt aan de hand van literatuurgegevens en een schatting van organische stofgehalte van de geulafzettingen.

Voor benzeen werd een theoretische retardatiefactor afgeleid van 20, die na 'ijking' werd teruggebracht naar 3 (paragraaf 4.4).

Voor Zn is een waarde van 8 aangehouden hetgeen volgens het rapport op grond van beschikbare literatuur als minimumwaarde moet worden beschouwd. De mobiliteit van zware metalen in een vuilstort in de methanogene fase is gering, hetgeen is toe te schrijven aan de vorming van (metaal)sulfides en de hoge pH. Een grote belasting van het grondwater is dan ook niet te verwachten, aangezien ook in het watervoerend pakket aan voorwaarden voor adsorptie (een hoge pH bijvoorbeeld) is voldaan. Kooper et al. (1981) gaan er bij de beschrijving van de vuilstort te Noordwijk vanuit dat een retardatiefactor van 30 voor zware metalen reëel is.

Aangezien chloride als conservatieve stof (die met dezelfde snelheid als het transportmedium wordt vervoerd) kan worden beschouwd, is de retardatiefactor op 1 gesteld.

Bij de berekening is uitgegaan van 'worst case' beginconcentraties in het percolaat (i.e. de hoogste gemeten gehalten), hetgeen een logische benadering is.

4.3 Evaluatie van de gebruikte modelcode

Met het STIWACO model wordt de transportvergelijking in twee-dimensionale vorm numeriek opgelost. Bovendien wordt een lineaire adsorptieisotherm in rekening gebracht.

In het SAMWAT modellenbestand wordt melding gemaakt van STIWACO als een gemodificeerd Konikow-Bredehoeft model. Uit de summiere beschrijving in de rapportage over het vervolgonderzoek (IWACO, 1989) is niet op te maken of gebruik is gemaakt van een 'op zijn kant gezet' KB-model of een 'gestapelde' versie.

De modelresultaten tonen dat er een sterke menging optreedt van toestromend grondwater en verontreinigd vuilstortwater. Dat deze gevolgtrekking grotendeels inherent kan zijn aan de gebruikte modelcode en modelaannamen wordt hieronder aannemelijk gemaakt.

In het Konikow-Bredehoeft model (Konikow en Bredehoeft, 1984) wordt per element per tijdstap de horizontale en verticale in- en uitstroom berekend volgens de 'method of characteristics' en 'particle tracking'. De concentraties van beide fluxcomponenten (schoon en vervuild water) worden per tijdstap gemengd. Met de berekende concentratie wordt in de volgende tijdstap verder gerekend. Als de elementen of de tijdstap te groot wordt gekozen, of de verhouding in horizontale en verticale lengte van de elementen te groot wordt, dan wordt de mate van menging overschat. Dit verschijnsel staat bekend onder de naam 'numerieke dispersie'.

Bij evaluatie van dit proces wreekt zich de summiere modelbeschrijving van IWACO (1989). Uit het rapport kan worden opgemaakt dat het KB-model 'op zijn kant' is gezet en dat op de oorspronkelijke bovenrand (nu dus de zijrand) c-waarden en potentialen zijn opgegeven. Bereikt is dat de bekende potentialen in het watervoerend pakket kunnen worden voorgeschreven.

Door de summiere modelbeschrijving kan niet worden vastgesteld of het model voldoet voor het onderhavige probleem.

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat voor de beschrijving van transport van conservatieve stoffen als chloride het convectieve transport veel belangrijker is voor het concentratiebeeld dan processen als dispersie en diffusie. Het is de vraag of in een geval van zuiver stationaire stroming, en bij uitsluiting van bovenstaande processen, menging zal optreden tussen het lateraal aanstromende water en het infiltrerende vuilstortwater. Als de verticale instroom van percolaatwater van zodanige omvang is dat dit meetbaar is voor de stijghoogte in het diepe grondwater (bijvoorbeeld door toename van het verhang) dan zal lateraal aanstromend water in verticale of laterale richting (loodrecht op de dwarsdoorsnede) afbuigen.

Menging van beide watersoorten treedt dan niet op, tenzij door

processen als dispersie, diffusie of door instationaire effecten.

Om deze stelling te illustreren is een berekening uitgevoerd met het model FLOWNET (van Elburg et al. 1986), dat uitgaat van een zg. stroomfunctie benadering. Als met dezelfde randvoorwaarden als in het STIWACO model het concentratiefront met FLOWNET wordt berekend dan blijkt een veel grotere uitbreiding van het chloridefront (figuur 2).

In een dergelijk model is:

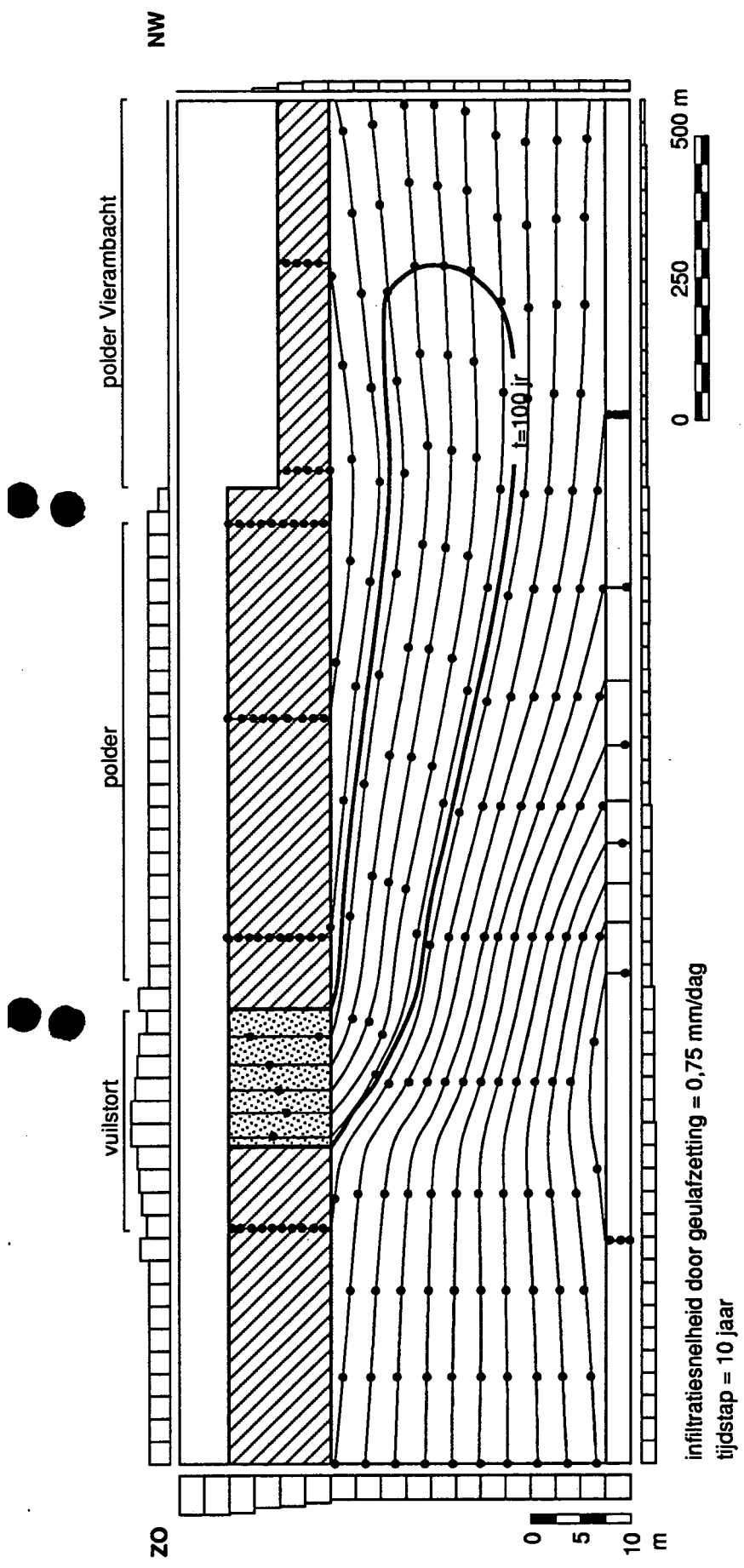
- alleen rekening gehouden met convectief transport,
- longitudinale en verticale dispersie verwaarloosd (met een simpele formule kan worden aangetoond dat dit in werkelijkheid ook een bescheiden bijdrage levert),
- menging uitgesloten,
- retardatie niet in rekening gebracht (voor chloride niet noodzakelijk).

Uit de berekening blijkt dat het chloridefront (concentratie = $\frac{1}{2}C_0 = \pm 750$ mg/l) zich na 100 jaar tot onder de Vierambachtspolder uitstrekt. Uit de figuur wordt duidelijk dat aanstromend schoon grondwater verticaal afbuigt. In de drie-dimensionale werkelijkheid kan het water ook lateraal afbuigen. Aan de onderzijde van het getoonde FLOWNET profiel zijn potentialen opgegeven. Dientengevolge verlaat water het model aan de onderzijde bij de tweede knik in het verhang (zie ook paragraaf 4.5).

Op grond van bovenstaande overwegingen bestaat de indruk bij de auteurs dat de menging in het watervoerend pakket sterk is overschat. Dientengevolge zullen ook de concentratiebeelden van benzeen en (in mindere mate) zink te optimistisch zijn.

Met het FLOWNET profiel is aan te tonen dat de breedte en lengte van de chloride-pluim o.a. worden bepaald door:

- de verticale weerstand van de Holocene klei- en veenlagen onder de polders,
- de anisotropie van het watervoerend pakket,
- de veronderstelde ondoorlatendheid van de Kedichem-kleilagen (de



Figuur 2: Vuilpluim chloride zoals berekend met FLOWNET

modelbasis),

- de infiltratiesnelheid in de stort,
- de longitudinale en verticale dispersiviteit.

Met name door anisotropie in het watervoerend pakket kan de verspreiding van de verontreinigende stoffen via preferente stroombanen veel sneller gaan dan in het FLOWNET model berekend.

4.4 Evaluatie van de modelcalibratie

Het model is niet of nauwelijks geohydrologisch gecalibreerd. Zo is niet nagegaan of:

- de Kedichem-kleilagen aan de onderzijde van het model zo ondoorlatend zijn als in het model wordt aangenomen,
- de c-waarden van de Holocene klei- en veenlagen reëel zijn,
- het beschreven verhang reëel is, uitgaande van de rest van de modelschematisatie.

Voor een eerste benadering behoeft dit geen probleem te zijn, vermits de gevoeligheid van deze parameters voor de modeluitkomsten kwantitatief of kwalitatief wordt beschreven en de beperkingen bij het doen van voorspellingen worden aangegeven.

Bij de geohydrologische calibratie van een twee-dimensionaal model doen zich een aantal problemen voor die samenhangen met de drie-dimensionale werkelijkheid. De stijghoogteverdeling in het watervoerend pakket is nl. niet alleen afhankelijk van de geohydrologische parameters en randvoorwaarden in de 2D-doorsnede maar ook in randvoorwaarden en parameters buiten de doorsnede.

In dit verband blijft uit de modelbeschrijving onduidelijk hoe de tweede knik in het verhang uit het de randvoorwaarden en parameters van het STIWACO model kan worden verklaard. Als op grond van de modelbeschrijving wordt aangenomen dat een KB-model 'op zijn kant' is gebruikt, moet worden verwacht dat een zekere hoeveelheid water het model bij de tweede knik in het verhang verlaat. Dit zou kunnen gebeuren via de oorspronkelijke bovenrand van het KB-model. Als dat het geval is, moet sterk aan de waarde van het model worden getwijfeld.

Onduidelijk is bovendien hoe de weerstand van de sliblaag en geulafzettingen is geijkt. Met een simpele berekening wordt een weerstand van 4700 dagen bepaald, bij de beschreven infiltratiesnelheid van 0,75 mm/dag en een potentiaalverschil van 3,5 m. In het STIWACO model wordt

echter 1100 dagen opgegeven.

De calibratie heeft vooral plaats gevonden aan de hand van de dispersiviteit en de retardatiefactoren. De ijking had tot doel het berekende concentratiebeeld te laten overeenstemmen met het concentratiebeeld na 15 jaar.

Bij de ijking is aangenomen dat de stoffen zich 15 jaar geleden zijn gaan verspreiden. Het model is gefit aan de gemeten concentraties in de geulafzettingen en het watervoerend pakket. De modelberekening gaat er dus vanuit dat de gemeten concentraties in de geulafzettingen representatief zijn voor de geulafzettingen, terwijl dit niet op een verantwoorde verzameling meetgegevens in deze afzettingen berust (hoofdstuk 3). De waargenomen benzeenverontreiniging zou bijvoorbeeld afkomstig kunnen zijn een vat dat twee jaar geleden is gaan lekken.

Bij de ijking zijn de retardatiefactoren voor zink en benzeen vastgesteld op respectievelijk 3 en 8. In deze factoren stapelen zich alle 'fouten' op die gemaakt zijn bij het gekozen netwerk, de geohydrologische parameters, randvoorwaarden en beginconcentraties.

4.5 Conclusies

De rapporten over het vervolgonderzoek blijven in gebreke bij de beschrijving van de modelaannamen en het testen van de gevoeligheid van deze aannamen. De stelligheid van de uitspraken die met het model worden gedaan is niet te rijmen met de beperkingen in de methode.

Voor een aantal aannamen is duidelijk uitgegaan van een 'worst case'. Andere aannamen daarentegen reduceren deze werkwijze.

5. TOETSING AAN HET PROVINCIAAL BODEMSANERINGSBELEID

Het provinciaal bodemsaneringsbeleid is beschreven in een notitie genaamd 'gezamenlijk bodemsaneringsbeleid in provincie en stad'. Het bodemsaneringsbeleid gaat uit van principes van doelmatigheid en soberheid en is gedeeltelijk gebaseerd op de huidige functie van bodemsaneringslocaties.

In de notitie is een vijftal saneringscriteria opgenomen.

Bij toetsing van de situatie in de Coupépolder aan deze criteria (bijlage 1 bij de notitie) kan voor het diepe grondwater voor de diverse criteria worden vastgesteld dat:

1. de diepte van voorkomen niet van toepassing is.
2. het bodemgebruik niet van toepassing is aangezien geen winputten worden bedreigd.
3. de grondsoort wel relevant is, aangezien de verontreinigende stoffen voorkomen in een goed doorlatend bodemmateriaal, nl. voormalige geulenstelsels. Of in een dergelijk geval tot sanering wordt overgegaan hangt af van:
 - . de aard en concentratie van de verontreinigende stoffen,
 - . de geohydrologie,
 - . het gebruik van het grondwater (pag. 5)
4. de aard en concentratie van de verontreinigende stoffen zodanig is dat overschrijding van de C-waarde in het percolaat en de actuele contactzone aan de bovenkant van de stort is vastgesteld.

Op grond van de criteria 1 tot en met 4 is sanering van de vuilstort noodzakelijk en inmiddels zijn maatregelen aangekondigd. Over de functie van het vijfde criterium wordt opgemerkt:

'Wanneer de criteria 1 t/m 4 reeds aanleiding geven tot sanering is het voldoende te volstaan met het vaststellen van de aard en concentratie van de verontreinigende stoffen en de omvang van de verontreinigingen in het grondwater. Immers, met de sanering wordt bereikt dat de

verontreiniging in het grondwater wordt opgeheven door verwijdering van de verontreiniging of dat verdere verspreiding wordt voorkomen of geminimaliseerd door isolatie' (pagina 6, bijlage 1).

De voorgestelde saneringsvorm (o.a. ophoging) heeft bovenstaande effecten niet tot gevolg, waardoor de auteurs aannemen dat criterium 5 wel moet worden meegewogen.

5. geohydrologie: De concentraties in de zandige geulafzettingen en het ondiepe grondwater (voorzover bekend) overschrijden de C-waarde niet. Als dit wel het geval is wordt een modelstudie uitgevoerd om na te gaan of verspreiding naar de actuele contactzone (bodem, oppervlaktewater of winputten) te verwachten is. De situatie in de Coupépolder werd blijkbaar dermate onzeker bevonden dat toch een bescheiden modelstudie is uitgevoerd.

De huidige functies geven wat het grondwater betreft geen reden tot sanering. Ook in de toekomst zijn volgens het grondwaterbeschermingsplan en het grondwaterplan geen drinkwaterfuncties gepland.

In de besluitvorming moet in dit geval rekening worden gehouden met:

- de huidige en toekomstige gebruiksfuncties van het grondwater,
- de mogelijkheid van verspreiding van het sterk verontreinigde percolaat via de zandige geulafzettingen,
- de gerechtvaardigde verwachting dat geen gevaar voor de volksgezondheid is te duchten.

Aangezien in dit rapport aannemelijk is gemaakt dat de resultaten van de uitgevoerde modelstudie, wat betreft het risico tot verspreiding van de verontreinigingen te optimistisch zijn, kan worden geconcludeerd dat de kans aanwezig is dat bij het uitblijven van beheersmaatregelen 'aantasting van de zoetwatervoorraad' optreedt.



6. CONCLUSIES EN AANBEVOLEN MAATREGELEN

Het meetprogramma is ten onrechte gebaseerd op een geofysisch onderzoek op de stort en het meetnet is onvoldoende dicht en niet toegespitst op de situatie. Met name van het grondwater in de geulafzettingen, het diepe grondwater onder de geulafzettingen en het grondwater onder het gedeelte van de stort waar te diep is ontgraven is weinig bekend.

Door het ontbreken van een betrouwbaar isohypsenbeeld en het ontbreken van gegevens over bodemkenmerken, zoals CEC en organisch stof gehalte, is een (verantwoorde) inschatting van de verspreiding naar het diepe grondwater niet mogelijk.

In dit rapport is aangetoond dat de resultaten van de modelberekeningen onzeker zijn en dat deze onvoldoende aanknopingspunten bieden om een verantwoord besluit te nemen over de te nemen maatregelen.

Op grond van de huidige resultaten kan een aantasting van de zoetwatervoorraad niet worden uitgesloten.

Het bewonerscomité dringt vanwege de zekerheid aan op oppompen van het grondwater direct onder de stort en zuivering van dit water. Vanuit het oogpunt van de volksgezondheid is een dergelijke maatregel op korte termijn niet noodzakelijk, maar voor de zoetwatervoorraad biedt een dergelijke maatregel de meest effectieve bescherming.

Bij uitstel of afstel van een beheersmaatregel voor het diepe grondwater, is de opzet van een dicht monitoringssysteem noodzakelijk. De situatie in de Coupépolder voldoet aan alle afwegingsfactoren die de provincie hiervoor stelt (Provincie Zuid-Holland, 1989). Aard en omvang van de verontreiniging in het percolaat is nl. onvoldoende vastgesteld en voor verspreiding via de zandige geulafzettingen moet worden gevreesd.

Een monitoringssysteem zou zich in eerste instantie moeten richten op het grondwater in en onder de geulafzettingen en het te diep ontgraven gedeelte van de stort. In het gedeelte van de zandige geulafzettingen



zou de verontreinigingssituatie in het percolaat beter moeten worden onderzocht. Ook stroomafwaarts van de stort dient een dicht meetnet te worden opgezet, waarvan de gegevens kunnen worden geïnterpoleerd aan de hand van geofysisch onderzoek.

Regelmatige stijghoogtewaarnemingen behoren eveneens in een passend monitoringpakket.

Het is aan te bevelen bodemmonsters te analyseren van geulafzettingen en de sliblaag om de aangenomen adsorptiecapaciteit vast te stellen.

Een dergelijk monitoringsysteem levert aanvullende informatie die kan worden gebruikt voor een toekomstige afweging van eventuele beheersmaatregelen.

Rapportnr.
OS 90-11 A

januari
1990

Pagina
32

LITERATUUR

Aelmans, F.G. en Te Stroet C.B.M., 1988
Een modelstudie naar beheersalternatieven voor de vuilstort Weperpolder, gemeente Ooststellingwerf.

Bewonerscomité Alphen a/d Rijn, 1989
Standpunt Bewonerscomité beheersmaatregelen vuilstort Coupépolder.

Elburg H. van en Engelen G.B. 1986
FLOWNET, een computerprogramma voor de modellering van het net van stroomlijnen en equipotentiaallijnen in een twee dimensionale doorsnede van de ondergrond. Gebruikersgids VU, Amsterdam.

Heer E. de 1988
Geofysisch onderzoek vuilstort Weperpolder, gemeente Ooststellingwerf.
Dienst Grondwaterverkenning TNO, rapport OS 88-14.

Heidemij Adviesbureau 1984
Onderzoek bodemsanering locatie 'Old Ruitenborgh', Hengelo, Ov.
Beknopt eindrapport nr. 634-4.3016

Heidemij Adviesbureau 1988
Bodemverontreiniging 'Old Ruitenborgh'. Saneringsonderzoek alternatief III, fase 2. nr. 634-4.3306.

Hidding H. 1984
Investigation and remediation of the site of the former gasworks in Tilburg. Oranjewoud.

IWACO, 1988
Vervolgonderzoek Coupépolder, Alphen a/d Rijn, Voorstel

IWACO, 1988
Vervolgonderzoek Coupépolder, Alphen a/d Rijn, Interim rapport, Fase 1A

IWACO, 1989
Vervolgonderzoek Coupépolder, Alphen a/d Rijn, Fase 1B: Risico-evaluatie

IWACO, 1989
Vervolgonderzoek Coupépolder, Alphen a/d Rijn, Notitie beheersmaatregelen Vuilstort Coupépolder

Kooper, W.F., Van Duijvenbouden W. en Peeters A.A. 1981
Invloed van de vuilstortplaats te Noordwijk op de bodem en het oppervlaktewater. RID hy.h. 81-13

Rapportnr.
OS 90-11 A

januari
1990

Pagina
33

Konikow L.F. en Bredehoeft G.D. 1984

Computer model of 2D solute transport and dispersion in groundwater.
Booknr. 7, USGS

Lamé F.P.G en Bosman R. 1989a

Leidraad bodemsanering: Oriënterend onderzoek naar het voorkomen van bodemverontreiniging. CONCEPT Rapport nr. R 89/170 MT-TNO

Lamé F.P.G en Bosman R. 1989b

Leidraad bodemsanering: Nader onderzoek naar het voorkomen van bodemverontreiniging. CONCEPT Rapport nr. R 89/171 MT-TNO

Obdam A. 1984

Enige beschouwingen over het bemonsteringsprobleem van een bodemverontreinigingsonderzoek H₂O (17) 1984 nr. 9

Provincie Zuid-Holland, gemeente Rotterdam en 's-Gravenhage, 1989a

Nota beleid monitoring, tijdelijke beveiligingsmaatregelen en nazorg kenmerk R/071189A1

Provincie Zuid-Holland, gemeente Rotterdam en 's-Gravenhage, 1989b

Naar een gezamenlijk bodemsaneringsbeleid in provincie en stad

Ritsema I.L. 1981

Geo-electrisch en electromagnetisch onderzoek rondom vuilstortplaats Noordwijk. Dienst grondwaterverkenning TNO

Senden W. 1983

Electromagnetisch onderzoek vuilstortplaats 'Het Venrays Broek'
Dienst Grondwaterverkenning TNO, rapport OS- 83-01

VROM 1985

Aanpak van een veldonderzoek bij gevallen van locale bodemverontreiniging. Staatsuitgeverij, serie bodembescherming 56.

Rapportnr.
OS 90-11 A

januari
1990

Pagina
34

Tabel 1: Overzicht van de locaties met sterk verhoogde concentraties
(IWACO, 1988)