

Provincie Zuid - Holland

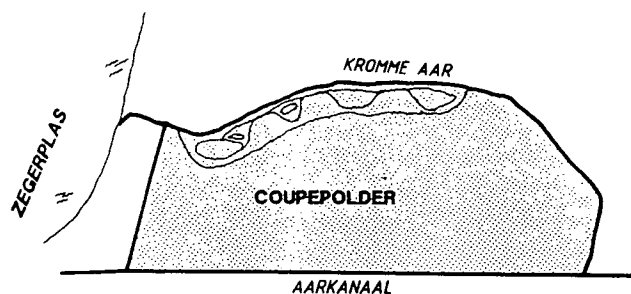
Afdeling Bodemsanering

Vervolgonderzoek

Coupepolder,
Alphen a/d Rijn

~~rap AA 048401576~~
~~rap AA 048402484~~

loc AA048400007
rap AA04840451



Fase 1b

Deel 1: Risiko-evaluatie

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 183
3000 AD Rotterdam

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1. <u>INLEIDING</u>	1
2. <u>VOORGAANDE ONDERZOEKEN</u>	3
2.1 ORIENTEREND ONDERZOEK	3
2.2 NADER ONDERZOEK	3
2.3 MONITORING	4
2.4 VERVOLGONDERZOEK FASE 1A	4
2.5 JUSTITIEEL ONDERZOEK	6
3. <u>DOEL EN OPZET VAN HET ONDERZOEK</u>	7
4. <u>AANVULLEND ONDERZOEK</u>	9
4.1 INLEIDING	9
4.2 ONDERZOEKSAKTIVITEITEN	9
4.2.1 <u>Veldinspectie en analyses van grond en percolatiewater</u>	9
4.2.2 <u>Luchtmeting</u>	10
4.2.3 <u>Boringen, sonderingen en analyses van grondwater</u>	10
4.2.4 <u>Analyses van oppervlaktewater</u>	12
4.3 RESULTATEN	12
4.3.1 <u>Veldinspectie en analyses van grond- en percolatiewater</u>	12
4.3.2 <u>Luchtmeting</u>	15
4.3.3 <u>Boringen, sonderingen en analyses van grondwater</u>	15
4.3.4 <u>ANalyses van oppervlaktewater</u>	16
5. <u>VERONTREINIGINGSSITUATIE</u>	17

INHOUDSOPGAVE vervolg

	Blz.
5.1 INLEIDING	17
5.2 BODEM	17
5.3 LUCHT	17
5.4 GRONDWATER	17
5.4.1 <u>Percolatiewater in de vuilstort</u>	
5.4.2 <u>Grondwater in geulafzettingen onder de stort</u>	18
5.4.3 <u>Het diepe grondwater</u>	19
5.5 OPPERVLAKTEWATER	20
5.5.1 <u>De ringsloten</u>	20
5.5.2 <u>De Kromme Aar</u>	20
5.5.3 <u>De Zeegerplas</u>	21
6. <u>VERSPREIDINGSMECHANISMEN</u>	22
6.1 OPPERVLAKTEWATER	22
6.1.1 <u>Inleiding</u>	22
6.1.2 <u>Waterhuishouding van de vuilstort</u>	22
6.1.3 <u>Waterbalans-berekening</u>	23
6.1.4 <u>Verspreiding</u>	26
6.2 GRONDWATER	27
6.3 LUCHT	32
7. <u>RISICO-EVALUATIE</u>	34
7.1 ALGEMEEN	34
7.2 GEZONDHEIDSRISICO'S	35
7.2.1 <u>Opzet risico-beoordeling volksgezondheid</u>	35
7.2.2 <u>Contactmedium bodem</u>	36
7.2.3 <u>Contactmedium grondwater</u>	41
7.2.3.1. Percolatiewater	41
7.2.3.2 Ondiep grondwater buiten stort	43
7.2.3.3 Diepe grondwater in watervoerend pakket	43
7.2.4 <u>Contactmedium oppervlaktewater</u>	43
7.2.4.1 Ringsloot langs de Westkanaalweg 43	43
7.2.4.2 Ringsloot langs het Heemgebied	45
7.2.4.3 Kromme Aar	46
7.2.4.4 Zeegersplas	46

INHOUDSOPGAVE vervolg

Blz.

7.2.5	<u>Contactmedium lucht</u>	47
7.2.6	<u>Inschatting gezondheidsrisico's bij gecombineerde blootstelling aan de verschillende contactmedia</u>	50
7.2.7	<u>Inschatting gezondheidsrisico's in geval van calamiteit</u>	51
7.3	EFFECTEN OP GEBRUIKSGUNCTIES VAN DE STORT EN OMGEVING	51
7.4	RISICO'S VOOR DE FLORA EN FAUNA	53
7.4.1	<u>Algemeen</u>	53
7.4.2	<u>Effecten op flora en fauna via de bodem</u>	54
7.4.3	<u>Effecten op flora en fauna via het grondwater</u>	55
7.4.4	<u>Effecten op flora en fauna via het oppervlaktewater</u>	55
8.	<u>CONCLUSIES</u>	57
8.1	INLEIDING	57
8.2	BESTAANDE SITUATIE	57
8.2.1	<u>Gezondheidsrisico's</u>	57
8.2.2	<u>Effecten ten aanzien van de gebruiksfuncties van de stort en omgeving</u>	58
8.2.3	<u>Effecten op flora en fauna</u>	58
8.3	TOEKOMSTIGE SITUATIE	58
8.3.1	<u>Gezondheidsrisico's</u>	58
8.3.2	<u>Effecten ten aanzien van de gebruiksfuncties van de stort en omgeving</u>	59
8.3.3	<u>Effecten op flora en fauna</u>	60

LIJST VAN FIGUREN, TABELLEN EN BIJLAGEN

FIGUREN

1. Onderzoeksschema
2. Schematisch profiel over de vuilstort
3. Veldinspectie vuilstort
4. Locaties aanvullende boringen en sonderingen
5. Geleidbaarheden van grond en oppervlaktewater
6. Isoconcentratielijnen zink in grondwater
7. Isoconcentratielijnen benzeen in grondwater
8. Isoconcentratielijnen chloride in grondwater
9. Gebruiksfuncties van de vuilstort

TABELLEN

1. Maximale concentraties toxische stoffen in uittredend percolatiewater
2. Maximale concentraties van aantal chemische verbindingen in oppervlaktewater
3. Uitgangskoncentraties van chloor, zink en benzeen voor grondwaterkwaliteitsmodel
4. Vergelijking van de inname van cadmium door bodeminges-tie met de inname via het voedsel en de hoogst aanvaard-bare belasting
5. Vergelijking van de maximaal gemeten concentraties in het oppervlaktewater met de zwemwater- of basiskwaliteitsnor-men
6. Vergelijking van de maximale concentraties van toxische stoffen in het stortgas en in de buitenlucht met de MAC-waarden
7. Achtergrondsconcentraties van enkele toxische stoffen in de buitenlucht

BIJLAGEN

1. Analyses van grondmonsters en percolatiewater
2. Analyses van grondwater
3. Analyses van oppervlaktewater
4. Luchtonderzoek
5. Grondwaterkwaliteitsmodel STIWACO
6. Boring COB-19
7. Sonderingen GS1, GS2 en GS3

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Dit rapport betreft een onderzoek naar de risico's voor mens en milieu, veroorzaakt door chemische verontreinigingen die zich bevinden in en rond de vuilstort Coupépolder te Alphen a/d Rijn.

Onder de risico's voor mens en milieu wordt verstaan, de risico's voor de volksgezondheid, effecten op de gebruiksfuncties van bodem en water en effecten op flora en fauna. Bij de beoordeling van risico's is zoveel mogelijk gerefereerd aan bestaande normen.

Als verspreidingswegen en contactmedia worden de volgende compartimenten onderscheiden, te weten: bodem, lucht, oppervlaktewater en grondwater.

Bodem

De stort is afgedekt met klei. Bovenop de stort bedraagt de dikte van deze laag circa 1 m. Op de taluds van de vuilstort, vooral aan de noordoost-, zuidoost- en zuidwestzijde is deze laag dunner of ontbreekt hier en daar.

De 10 analyses van de bodemmonsters geven aan dat er geen overschrijdingen van de B-waarde zijn voor de onderzochte chemische parameters. Op basis van de analyses en de berekeningen wordt geconcludeerd dat de stoffen die in verhoogde concentraties ten opzichte van de A-waarde in de bodem voorkomen geen risico opleveren voor de volksgezondheid. Hierbij zijn de gevolgen van inslikken van bodemdeeltjes en huidcontact met de bodem nagegaan (spelende kinderen).

Opgemerkt wordt dat bij verdergaande erosie van de taluds in de toekomst chemisch afval aan de oppervlakte zou kunnen komen.

of stoffen met een concentratie boven de B-waarde?

1) In relatie met de draingeliding kunnen deze
plette verschijnselen afgeleid worden.

Wat betreft de effecten op de vooral recreatieve gebruiksfuncties van de stort en de omgeving, kan gesteld worden dat de taluds waar huisvuil en percolatiewater aan het oppervlak treden, een visuele verontreiniging vormen die als ongewenst kan worden beschouwd.

De stort is begroeid met gras en is in gebruik als golfterrein. Er is geen studie naar de effecten op de flora en fauna uitgevoerd.

Lucht

De theoretische berekeningen van de concentraties van vluchtige toxische verbindingen in de lucht boven de vuilstort geven aan dat de onderzochte verbindingen de MAC-waarden niet overschrijden. Daarbij is uitgegaan van de maximale concentraties in percolatie- en slotwater. Bij eventuele graaf- en boorwerkzaamheden waarbij contact met het percolatiewater in de stort mogelijk is, wordt wel geadviseerd passende veiligheidsmaatregelen te nemen. In een luchtmeting aan de oostzijde van het Aarkanaal zijn geen verontreinigingen in detecteerbare concentraties aangetroffen. De berekende concentraties zijn zo laag dat bij een gecombineerd effect van verschillende stoffen zelfs geen gezondheidsrisico's verwacht worden.

De vuilstort ^{is} (zou) de oorzaak (kunnen zijn) van de stankoverlast die bij bepaalde weersomstandigheden optreedt. Stankgrenzen liggen vaak beneden de MAC-waarden en detectiegrenzen. De stank kan afkomstig zijn van de sloot langs de West-Kanaalweg, zoals tijdens de veldinspectie bleek. Stank bederft het woonplezier en kan als een ongewenst effect op de gebruiksfunctie 'bewoning' opgevat worden. In de omgeving zijn ook mogelijke andere stankbronnen aanwezig, zoals de afvalwaterzuiveringsinstallatie en de bemeste weilanden.

omvat

voor

Oppervlaktewater

De ringsloot langs de Westkanaalweg is duidelijk beïnvloed door de vuilstort. Voor een aantal anorganische stoffen (ammonium, nitraat, sulfaat en barium) zijn verhogingen geconstateerd ten opzichte van de basiskwaliteitsnormen voor oppervlaktewater. Hetzelfde geldt voor enkele organische verbindingen (benzeen, fenolindex en EOX). In de ringsloot langs het heemgebied en de Kromme Aar zijn alleen de fenolindex en trichloormethaan aangetoond in concentraties hoger dan de basiskwaliteitsnorm resp. achtergrondswaarde. Dit is mogelijk het gevolg van de uitstroming van percolatiewater in de ringsloot en de Kromme Aar. Verontreinigingen in de Kromme Aar kunnen ook afkomstig zijn uit de polder Oudshoorn of het Aarkanaal. De fenolindex in de Kromme Aar overschrijdt de zwemwaternorm. Mogelijk kunnen verontreinigingen via de Kromme Aar zich naar de Zeegerplas verspreiden. *Aarkanaal*

Analyses van watermonsters uit de Zeegerplas tonen aan dat de zwemwaternormen niet worden overschreden.

Gezien de huidige informatie over de verontreinigingssituatie en de gebruiksfuncties van het oppervlaktewater zijn er alleen risico's voor de gezondheid te verwachten ten gevolge van de ringsloot langs de Westkanaalweg. De effecten op flora en fauna in het water zijn niet in te schatten, behalve van de sloot langs de West-Kanaalweg. In deze sterk ge-eutrofiëerde sloot zal een normaal planten- en dierenleven onmogelijk zijn.

Percolatiewater

In het algemeen is het percolatiewater in de vuilstort sterk verontreinigd. Concentraties van vele toxische stoffen overschrijden de C-waarde.

Normaal is contact met het percolatiewater met uitzondering van graaf- en boorwerkzaamheden niet mogelijk. Echter, op een aantal plaatsen langs het talud aan de zuidoost- en zuidwestzijde treedt percolatiewater uit.

X positive ions $\rightarrow E_c$ tot $1800 \mu s/cm$

Op één van de twee onderzochte plaatsen blijkt het percolatiewater sterk verontreinigd te zijn met vluchtige aromatische koolwaterstoffen, fenol en EOX. In het andere percolatiewatermonster zijn overschrijdingen van de B-waarde voor benzeen en EOX geconstateerd.

Contact met het percolatiewater door inslikken en/of huidcontact brengt een gezondheidsrisico met zich mee. Uittredend percolatiewater veroorzaakt bovendien een visuele verontreiniging.

Grondwater

Gezien het grondwaterstromingspatroon wordt het ondiepe of freatische grondwater rond de vuilstort hoogstwaarschijnlijk niet bedreigd door verontreinigingen uit de stort.

Onder de vuilstort blijkt het grondwater in de zandige geulafzettingen en het watervoerend pakket net daaronder wel beïnvloed te zijn als gevolg van de infiltratie van percolatiewater uit de vuilstort.

Dit betreft vooral de anorganische stoffen als chloride, bicarbonaat, ammonium, sulfaat en barium. Het vermoeden bestaat dat organische verbindingen en zware metalen gebonden worden in de overgangslaag tussen de vuilstort en de geulafzettingen. De hogere mineralisatiegraad van het verontreinigd grondwater uit zich in de hogere geleidbaarheid of Ec-waarde van het grondwater. Normaal is de Ec-waarde van het grondwater lager dan $1200 \mu\text{S}/\text{cm}$.*

Chloride is duidelijk verhoogd ten opzichte van de achtergrondswaarde en de drinkwaternorm van 150 mg/l. Voor ammonium, sulfaat en barium is dit minder duidelijk, aangezien van nature concentraties groter dan de B-waarde van deze stoffen voorkomen in het grondwater.

Van de organische verbindingen zijn alleen enkele aromaten geconstateerd in concentraties hoger dan de B-waarde (COB 14: geulafzettingen, COB 10: in watervoerend pakket).

Een modelberekening toont aan dat na 100 jaar nog geen verontreinigd grondwater opkwelt in de diepe polders ten noorden van de vuilstort.

Ten aanzien van het grondwater zijn er op een termijn van 100 jaar of meer geen risico's voor volksgezondheid, flora en fauna of gebruik van de grond in de omgeving van de stort.

Door de vuilstort worden geen grondwaterwinningen bedreigd.

Wel staat een voortgaande emissie van verontreinigingen ^{mit} onder de vuilstort, toekomstig gebruik van de voorraad zoetwater onder de stort in de weg.

1. INLEIDING

Tijdens de vergadering van 15 december 1988 heeft de Provincie Zuid-Holland (afdeling Bodemsanering) aan adviesbureau IWACO mondeling opdracht verleend tot het uitvoeren van fase 1b van het vervolgonderzoek van het stort Coupé-polder te Alphen aan den Rijn. Dit milieukundig onderzoek vindt plaats in het kader van de Interimwet Bodemsanering. Deze fase van het onderzoek houdt zich bezig met het bepalen van de risico's die de vuilstort vormt voor mens en milieu, waarbij de nadruk ligt op de aspecten van de volksgezondheid. Verder zal een inventarisatie worden gemaakt van mogelijke saneringsvarianten.

Het onderzoek is uitgevoerd overeenkomstig het voorstel dat op 8 december 1988 is toegestuurd aan de leden van de projectgroep. De rapportage van het onderzoek vindt plaats in twee gedeelten, zoals aangegeven in de brief van 13 februari 1989 van de Provincie Zuid-Holland. Het voorliggende rapport betreft alleen de risico-evaluatie. De inventarisatie van de saneringsvarianten zal op schrift worden gesteld na bespreking van de risico-evaluatie (zie ook het onderzoeksschema van figuur 1).

Het bepalen van de verontreinigingssituatie en de verspreidingsmechanismen van de verontreinigingen is een essentieel onderdeel van de risico-evaluatie en wordt voor een groot deel gebaseerd op informatie uit voorgaande studies (met name fase 1a van het vervolgonderzoek). Omdat de grote hoeveelheid gegevens in dit rapport niet opnieuw zijn weergegeven, wordt veelvuldig verwezen naar het rapport over fase 1a.

De voorgaande rapporten zullen in hoofdstuk 2 worden behandeld, waarbij de belangrijkste konklusies zullen worden aangestipt. In hoofdstuk 3 zullen de doelstellingen van het onderzoek nader worden afgebakend. Hoofdstuk 4 omvat een beschrijving van de onderzoeksmethoden en de uitgevoerde werkzaamheden in het veld en laboratorium.

De aard, concentratie en verbreiding van de verontreinigingen in het stort en het omringende grond- en oppervlaktewater zal worden geschetst in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 zullen de verspeidingsmechanismen via lucht, grond- en oppervlaktewater naar de verschillende milieukompartimenten worden beschreven. De uiteindelijke evaluatie van de risico's voor mens en milieu wordt beschreven in hoofdstuk 7. Daarbij is onderscheid gemaakt in de risico's voor de volksgezondheid, de effecten op de gebruiksfuncties van water en bodem en de invloed op flora en fauna.

2. VOORGAANDE ONDERZOEKEN

2.1 ORIENTEREND ONDERZOEK

De provincie Zuid-Holland heeft in het kader van de Interimwet Bodemsanering in 1982 de lokatie Coupépolder oriënterend onderzocht. Het onderzoek werd uitgevoerd omdat bekend was dat in het verleden op het terrein huishoudelijk afval, sloop- en bedrijfsafval was gestort. De konklusie van dit beperkte onderzoek luidde dat er, naast huisvuil en bouw- en sloopafval, ook agrarisch afval en chemisch afval is gestort.

Vervolgens werd gekonkludeerd dat de aangetroffen verontreinigingen van dien aard waren, dat nader onderzoek naar de verspreiding hiervan noodzakelijk was. Bovendien werd aangegeven dat, gezien de omvang van de stort, beheersing nodig is.

2.2 NADER ONDERZOEK

In het kader van de Interimwet Bodemsanering is in 1985, in opdracht van de provincie, het nader onderzoek op deze lokatie afgerond. Doel van dit onderzoek was het in kaart brengen van verontreinigingen en na te gaan of er ernstig gevaar bestond voor de volksgezondheid of het milieu. Het onderzoek richtte zich primair op de beïnvloeding van de omgeving door het stort en niet op het gestorte materiaal (lit. 7)

De konklusie van dit nader onderzoek luidde dat het grondwater in het afdekkende pakket was verontreinigd en ook in het bovenste watervoerend pakket was beïnvloeding vanuit de vuilstort vastgesteld in de vorm van vluchtige aromatische koolwaterstoffen en zink.

De aangetroffen verontreinigingen en de verspreidingsmogelijkheden naar de omgeving waren niet van dien aard, dat sanerende maatregelen in het kader van de Interimwet bodemsanering direkt noodzakelijk zijn. Wél dienden bepaalde beheersmaatregelen getroffen te worden.

A benzopropionat

Naar aanleiding van de uitkomsten van het nader onderzoek werd tussen de provincie en de gemeente afgesproken dat een monitoringsysteem zou worden opgezet om in een vroeg stadium verspreiding van verontreiniging te kunnen signaleren. Voorts werd afgesproken dat het afwateringsstelsel rondom het gehele voormalige stortterrein gekompleteerd zou worden door middel van de aanleg van een drain langs het noordelijk deel van de vuilstort.

De gemeente heeft de drainageleiding begin 1988 aangelegd. Deze watert af op de ringsloot langs de West-kanaalweg. Dit oppervlaktewater wordt met een persleiding opgepompt naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie Alphen-Noord. Hiertoe is een lozingsvergunning verleend door het Hoogheemraadschap Rijnland.

2.3 MONITORING

De eerste monitoringronde werd in april 1987 uitgevoerd. De konklusie was dat saneringsmaatregelen nog niet nodig worden geacht. Wél werd aanbevolen de monitoring te handhaven, omdat gebleken is dat het diepere watervoerend pakket beïnvloed wordt door verontreinigingen uit de stort (lit. 8).

In maart 1988 werd opnieuw een monster- en analyseronde uitgevoerd in opdracht van de gemeente Alphen aan den Rijn. De konklusies kwamen overeen met die van de eerste ronde.

2.4 VERVOLGONDERZOEK FASE 1A

In het voorjaar van 1988 werd besloten een vervolgonderzoek uit te voeren naar aanleiding van publikaties in de pers, dat er zich grote hoeveelheden vaten met chemisch afval in de vuilstort zouden bevinden. De doelstellingen van het onderzoek waren:

1. het lokaliseren van concentraties van chemisch afval;
2. algemene risico-evaluatie ten aanzien van mens en milieu.

Het onderzoek werd gefaseerd uitgevoerd. Eind oktober 1988 werd verslag uitgebracht over fase 1A, wat vooral de resultaten betrof van het geofysisch onderzoek, de boringen, de sonderingen en de chemische analyses (lit. 10).

De belangrijkste konklusies van deze onderzoeksfase zijn:

- Op de stort zijn er 13 plaatsen die geofysisch gezien anomale waarden vertonen;
- De boringen op deze plaatsen konden de anomalieën slechts gedeeltelijk verklaren;
- Het concentratiebeeld van toxische chemische componenten in het perkolatiewater verschilt sterk van plaats tot plaats;
- De concentraties van toxische componenten zijn niet hoog in vergelijking met andere vuilstorts;
- Combinatie van de resultaten van het geofysisch onderzoek, de boringen, de chemische analyses en het justitieel onderzoek wijst uit dat de omgeving van COB 5, COS 36, COS 25 en COB 17 verdacht wordt van de aanwezigheid van chemisch afval;
- Het is problematisch om in een vuilstort van deze dimensies het in publikaties genoemde aantal van 100.000 vaten in zijn geheel te lokaliseren;
- Onder de noordelijke helft van de vuilstort waar ook de meeste verdachte plaatsen zijn gelegen, ontbreekt het elders aanwezige pakket van 10 meter dikte, bestaande uit veen en klei. In plaats daarvan worden zandige geulafzettingen aangetroffen.

- Vanuit de vuilstort infiltreert perkolatiewater naar het eerste of diepe watervoerend pakket, vooral via de zandige geulafzettingen. Eenmaal in het diepe watervoerend pakket aangekomen, zullen de verontreinigingen in noordelijke en noordwestelijke richting afstromen.
nu geteeld!
- Uit de analyses blijkt dat het perkolatiewater nog niet in het eerste watervoerend pakket buiten de vuilstort is doorgedrongen. In de geulafzettingen en het daaronder ~~A~~ worden wel anorganische verbindingen, afkomstig uit de vuilstort, in verhoogde concentraties aangetroffen.
- In het oppervlaktewater rond de vuilstort worden alleen in de sloot langs de Westkanaalweg anorganische verbindingen in verhoogde concentraties aangetroffen.

2.5

JUSTITIEEL ONDERZOEK

In november 1988 zijn 3 sleuven gegraven op de vuilstort in het kader van het justitieel onderzoek, dat gelijktijdig is gestart met het onderhavige bestuurlijke onderzoek. De resultaten van het justitieel onderzoek, waaronder een groot aantal getuigeverklaringen, zijn nog niet openbaar.

- er is vake gevande, zelfs op de laatste dag (langere doorgezomen)
- is dit absolute getalle of is er omminginge dat er meer logen/standen.
- volle/lege vaten.
- is omwille v d. mogelijke standpunt dat gave getuigt e
mke ve dus ommenen dat er nog meer liggen.

3. DOEL EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het voorliggende rapport betreft het eerste onderzoeksdeel van fase 1b van het Vervolgonderzoek van de vuilstort Coupépolder.

Het doel van dit onderzoeksdeel is het aan de hand van de verspreidingsmogelijkheden bepalen van de potentiële risico's van de verontreinigingen voor de volksgezondheid, de gebruiksfuncties en de flora en fauna. Hierbij zal de nadruk liggen op de risico's voor de volksgezondheid.

Op grond van de risico-evaluatie kan de noodzaak tot het nemen van maatregelen, zowel op korte als op lange termijn, worden bepaald.

Aansluitend zal een inventarisatie van beheersmaatregelen worden uitgevoerd, die in een volgend deelrapport zal worden uitgebracht.

Om uitspraken te kunnen doen omtrent de risico's voor de volksgezondheid en het milieu is aanvullend onderzoek verricht naar het voorkomen van verontreinigingen in de contactmedia bodem, lucht, grond- en oppervlaktewater.

Binnen dit aanvullend onderzoek zijn zowel veld- en laboratoriumwerkzaamheden uitgevoerd als (literatuur)gegevens verzameld omtrent het voorkomen van verontreinigingen in de contactmedia.

Tevens zijn aan de hand van modelstudies de verspreidingsmogelijkheden van de verontreinigingen bepaald (zie figuur 2). Met betrekking tot de verspreidingsmogelijkheden is een onderscheid gemaakt tussen:

- * verspreiding via de lucht
- * verspreiding via het oppervlaktewater
- * verspreiding via het grondwater

Het verspreidingsonderzoek is uitgesplitst in bovengenoemde 3 deelonderzoeken. De resultaten van de aanvullende metingen dienen onder andere ter toetsing van de rekenmodellen.

Op basis van de verontreinigingssituatie en de verspreidingsmogelijkheden van de verontreinigingen zijn vervolgens de risico's voor de volksgezondheid, de gebruiksfuncties en de flora en fauna van het gebied bepaald.

4. AANVULLEND ONDERZOEK

4.1 INLEIDING

In deze paragraaf worden de aanvullende werkzaamheden, die in het kader van de risico-evaluatie zijn uitgevoerd, beschreven.

4.2 ONDERZOEKSAKTIVITEITEN

4.2.1. Veldinspectie en analyses van grond en percolatiewater

Direct contact met het stortmateriaal of percolatiewater kan plaatsvinden daar waar de afdekking van stortmateriaal onvoldoende is of percolatiewater uittreedt.

Middels een visuele inspectie is nagegaan waar op de stort bovenstaande het geval is. Het onderzoek heeft zich met name gericht op de taluds van de stort. De resultaten van de veldinspectie zijn weergegeven in figuur 3. Het veldwerk heeft plaatsgevonden op 8 februari 1989. *65 maal gemidd., uitheling?*
By 9 wel. uitheling geconstateerd. april 89.

Op een aantal plaatsen langs het talud waar de afdeklaag geheel of gedeeltelijk ontbrak zijn grondmonsters genomen van de toplaag (0-0.2m beneden maaiveld). Het betreft de lokaties genummerd 7 t/m 10, aangegeven in figuur 3. Ter referentie zijn op vier plaatsen bovenop de vuilstort waar de afdeklaag wel aanwezig is grondmonsters (lokatie 1 t/m 4) genomen van de bovenste 20 cm van deze laag. Op lokatie 4 is eveneens een monster genomen op een diepte van 0.2-0.5m -MV (no.4b), omdat de grondmonsters op deze diepte een abnormale geur verspreidden.

Op twee plaatsen langs het talud, waar geconstateerd is dat percolatiewater aan de oppervlakte uittreedt, is een monster genomen van het uittredend percolatiewater en het slib op het talud (lokaties 5 en 6). Dit slib is het bezinksel van het uittredende percolatiewater.

De monsters van grond, slib en perkolatiewater zijn geanalyseerd in het IWACO-laboratorium (zie bijlage 1).

De grond en slibmonsters zijn geanalyseerd op een analysepakket bestaande uit:

- 8 zware metalen (arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink);
- minerale olie (IR-methode);
- vluchtige aromatische koolwaterstoffen (VAK);
- polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK);
- fenol-index
- extraheerbare organische halogeenvverbindingen (EOX).

De percolatiewatermonsters zijn geanalyseerd op:

- VAK (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen);
- fenol-index;
- EOX.

De analyseresultaten van de grondmonsters en percolatiewatermonsters zijn weergegeven in bijlage 1.

De nummers van de monsters komen overeen met de lokatienummers van figuur 3. *Perkolatiewater met b.6 is monsterijnd.*

4.2.2. Luchtmeting

Naar aanleiding van enkele klachten van omwonenden (bewoners aan de Oostkanaalweg) omtrent stankoverlast is een luchtmeting uitgevoerd om na te gaan of een aantal, vooraf geselecteerde, toxische componenten aanwezig zijn op de plaats waar de luchtmeting is uitgevoerd. De plaats en wijze van monstername, evenals de resultaten worden beschreven in bijlage 4.

4.2.3 Boringen, sonderingen en analyses van grondwater

Boring COB-19

✕ Boring COB-19 is uitgevoerd ten noorden van de vuilstort naast de Kromme Aar (zie figuur 4 en bijlage 6). De boring heeft een diepte van 41 meter.

Op 3 verschillende diepten zijn filters geplaatst (29, 32 en 37 meter beneden maaiveld). Het doel van deze boring is om de verontreinigingssituatie te bepalen onderin het eerste watervoerend pakket.

Sonderingen GS1, GS2 en GS3

Naast de vuilstort zijn 3 geleidbaarheidsonderingen uitgevoerd (zie figuur 4 en bijlage 6). In de sonderingen zijn filters geplaatst. De dieptes van de filters in de sonderingen GS1, GS2 en GS3 zijn respectievelijk 12, 7,5 en 12 meter beneden maaiveld.

Het doel van de sonderingen is om te bepalen of verontreinigingen zich via de geulafzettingen horizontaal verspreiden.

Monsternamen en analyses

Uit de filters van bovengenoemde boringen en sonderingen zijn watermonsters genomen en geanalyseerd in het IWACO-laboratorium. Ook 3 bestaande peilbuizen (Pb15, Pb17 en Pb18 ten zuiden en dus stroomopwaarts van de stort zijn bemonsterd. Het doel daarvan is om de kwaliteit te bepalen van het diepe grondwater dat niet beïnvloed is door de vuilstort (zie bijlage 2). De dieptes van de filters van de boringen zijn respectievelijk 20, 19 en 17 meter beneden maaiveld.

De watermonsters zijn geanalyseerd op:

- CZV (chemisch zuurstofverbruik),
- VAK,
- EOX,

ammonium, bicarbonaat, carbonaat, chloride, sulfaat, calcium, kalium, magnesium, natrium;

- barium,
- zink.

4.2.4. Analyses van oppervlaktewater

De Zeegerplas, die in open verbinding staat met de Kromme Aar, heeft een recreatiefunctie, met name voor de windsurfsport. Om een indruk te krijgen van de waterkwaliteit zijn 3 monsters genomen (~~2, 22 en 23~~) en geanalyseerd op de volgende parameters (zie bijlage 3):

- fenolindex;
- EOX;
- VOH (12 parameters).

Dit analysepakket is gekozen omdat stoffen uit deze groepen in het oppervlaktewater mobiel en persistent zijn en verband kunnen houden met chemisch afval. De monsterlocaties zijn aangegeven in figuur 4.

Analysegegevens afkomstig van het Hoogheemraadschap van Rijnland over het oppervlaktewater in de nabije omgeving van de Coupé-polder, zijn mede gebruikt om de verontreinigingssituatie van het oppervlaktewater te bepalen. De lokaties van de monsterpunten zijn weergegeven in figuur 4. Deze watermonsters zijn geanalyseerd op de volgende parameters: N-Kjeldahl, ammonium, nitraat, chloride en de EC. De resultaten van deze analyses (jaarlijks uitgevoerd van 1980 t/m 1988) zijn opgenomen in bijlage 3.

4.3 RESULTATEN

4.3.1 Veldinspectie en analyses van grond- en percolatiewater

De visuele inspectie heeft uitgewezen dat op een aantal plaatsen in het talud van de stort de afdekkende kleilaag ontbreekt en puin en huisvuil aan de oppervlakte zichtbaar zijn (zie fig. 3).

Het betreft hier met name het zuid-oostelijke talud, gelegen langs de West-kanaalweg. Op diverse plaatsen treedt hier tevens percolatiewater aan de oppervlakte.

Dit water is wit-achtig van kleur. Aan de zuid-westzijde van de stort, parallel aan de Burg. Bruinslotsingel, ontbreekt de afdeklaag eveneens op een aantal plaatsen op het talud en treedt op één plaats witachtig percolatiewater aan de oppervlakte.

Ten noorden van de stort langs de Kromme Aar ontbreekt de afdeklaag van het talud over een lengte van 180 m en zijn puin en huisvuil (met name plastics) zichtbaar aan de oppervlakte. Langs de noord-westelijk rand van de stort langs het heemgebied is slechts sporadisch sprake van een ontbrekende afdeklaag.

De analyseresultaten van de grondmonsters, genomen uit de toplaag van de stort, zijn weergegeven in bijlage 1. In deze bijlage zijn ook de analyseresultaten vermeld van de 2 grondmonsters, die in aanvulling op fase 1a van het onderzoek genomen zijn nabij boring COB 17, waar de afdeklaag ontbrak.

Voor de onderzochte stoffen zijn geen overschrijdingen ten opzichte van de B-waarde uit de Leidraad Bodemsanering geconstateerd.

In grondmonster no. 8, genomen op een plaats waar de afdeklaag ontbreekt, is een lichte verhoging ten opzichte van de A-waarde geconstateerd voor de vluchtige aromatische koolwaterstoffen (VAK) en PAK-totaal (10 van VROM). In alle grondmonsters is voorts een lichte overschrijding van de A-waarde voor EOX en cadmium vastgesteld.

In de grondmonsters, genomen nabij boring COB17, is een geringe overschrijding ten opzichte van de A-waarde voor tri- en tetrachloormethaan geconstateerd, evenals een licht verhoogd fenolgehalte. In het diepere grondmonster (0,2-1,0m -MV) is tenslotte sprake van een overschrijding van de A-waarde voor minerale olie.

De resultaten van de percolaat- en slibanalyses zijn eveneens weergegeven in bijlage 1. In één percolatiewatermonster (no. 6) blijken vluchtige aromatische koolwaterstoffen, fenolindex en EOX verhoogd voor te komen ten opzichte van de C-waarde. In het percolatiewatermonster no. 5 is sprake van een verhoging ten opzichte van de B-waarde voor benzeen en EOX.

In de slibmonsters, genomen van het talud ter plekke van het uittredend percolatiewater, zijn geen overschrijdingen van de B-waarde geconstateerd.

Concluderend kan gesteld worden dat op de taluds van de stort op een aantal plaatsen de afdeklaag ontbreekt en puin cq. huisvuil aan de oppervlakte zichtbaar zijn. Noch in de bovenste 20cm van de afdeklaag bovenop de stort, noch in de top laag, op plaatsen waar de afdeklaag ontbreekt, zijn verhogingen ten opzichte van de B-waarde voor de onderzochte stoffen geconstateerd.

Het witachtige percolatiewater, dat op een aantal plaatsen uittreedt, blijkt op één van de twee onderzochte plaatsen sterk verontreinigd te zijn met vluchtige aromatische koolwaterstoffen, fenol en EOX. In het andere percolatiewatermonster zijn overschrijdingen van de B-waarde voor benzeen en EOX geconstateerd.

In onderstaande tabel zijn de maximale concentraties weergegeven, zoals deze gemeten zijn in het uittredende percolatiewater.

geanalyseerde parameter	maximale conc. (ug/l)	overschreden waarde
benzeen	23	>C
tolueen	580	>C
ethylbenzeen	80	>C
xylenen	190	>C
fenol-index	90	>C
EOX	80	>C

Tabel 1: maximale concentraties in uittredend percolatiewater

4.3.2 Luchtmeting

Het luchtmonster is genomen op het moment dat stank optrad. De analyses wezen uit dat de concentraties van alle geanalyseerde verbindingen beneden de detectiegrenzen lagen. Verwezen wordt verder naar bijlage 4 over het luchtonderzoek.

4.3.3 Boringen, sonderingen en analyses van grondwater

Uit de conusweerstand en mantelwrijving van de sonderingen kan worden afgeleid dat zich alleen bij GS2 zandige geulafzettingen bevonden (zie fig. 4 en bijl. 7). Bij GS1 en GS3 werd het normale profiel van holocene klei- en veenlagen aangetroffen.

In sondering GS2 is het filter geplaatst in de geulafzettingen op een diepte van 7,5 m. Op die diepte bleek het elektrisch geleidingsvermogen nogal laag te zijn. Uit de analyse van het grondwatermonster kan worden afgeleid dat het grondwater op die diepte is beïnvloed door de vuilstort.

*Ec staat niet in tabel?
L₁₂₀ laag?
pH 15 L₂₀ = 150
reboven*

Vooraf de relatief hoge concentraties van zink, sulfaat en chloride en de hoge geleidbaarheid geven hiervoor een aanwijzing (zie bijl. 2). Uit dit feit kan worden afgeleid dat de verontreinigingen zich ook horizontaal verspreiden in de geulafzettingen.

Behalve voor ammonium en barium worden de B-waarden van de onderzochte stoffen niet overschreden. Juist deze stoffen zijn niet significant voor beïnvloeding van percolatiewater uit de stort. In het grondwater in de omgeving komen ammonium en barium in het algemeen voor in concentraties boven de B-waarde.

In sondering GS3 aan de overzijde van het Aarkanaal zijn geen geulafzettingen aangetroffen (zie bijl. 7). Ook de analyse van het grondwatermonster dat genomen is uit een filter in het watervoerend pakket vertoont geen verontreinigingen. Hetzelfde geldt voor sondering GS1 aan de westzijde van de stort bij de brug over de Kromme Aar.

X

De grondwatermonsters die genomen zijn in de meetpunten pb-15, pb-17 en pb-18 vertonen geen verontreinigingskenmerken (zie bijl. 2). Er mag aangenomen worden dat het hier om "achtergrondwaarden" gaat voor wat betreft de grondwaterkwaliteit in het watervoerende pakket. In deze watermonsters overschrijden de ammoniumconcentraties de B-waarde. In boring COB19 zijn filters onderin het watervoerend pakket geplaatst (zie bijl. 6). De grondwatermonsters uit de filters vertonen geen verontreinigingskenmerken. De Ec-waarde en het chloride-gehalte, als meest significante parameters, vertonen normale achtergrondwaarden van resp. circa 1200 $\mu\text{s/cm}$ en 140 mg/l (zie bijl. 2). De ammonium en barium concentraties overschrijden de B-waarde wel.

4.3.4 Analyses van oppervlaktewater

Behalve monsterpunt ROP 169 A-1 in de ringsloot langs de Westkanaalweg, vertonen de analyses van het Hoogheemraadschap een beeld wat normaal is voor Rijnlands boezem. De monsterpunten zijn gelokaliseerd in het Aarkanaal, de Zeegerplas en bij de gemalen van de polder Oudshoorn en de Zuid- en Noordenderpolder (zie fig. 4).

In ~~tabel~~ 3a zijn alleen enkele parameters genomen die vergelijkbaar zijn met de analyses van het oppervlaktewater uit fase 1a van het vervolgonderzoek.

De analyses van ROP 169 A-1 zijn duidelijk beïnvloed door het percolatiewater uit de vuilstort. De waarden van de verschillende parameters sluiten goed aan bij die van de oppervlaktewateranalyses 3 en 4 van fase 1a. Voor een groot aantal parameters worden de IMP-basis kwaliteitsnormen overschreden.

De onderzochte parameters van de watermonsters uit de Zeegerplas komen voor in concentraties lager dan de IMP-normen of de zwemwaterkwaliteitsnormen. In monster ~~21~~, genomen bij de monding van de Kromme Aar, worden EOX, tetrachloormethaan en 1,1,1-trichloorethaan licht verhoogd aangetroffen.

fontein 4 \approx ROP 169A-1.

bylage

21

5. VERONTREINIGINGSSITUATIE

5.1 INLEIDING

De verontreinigingssituatie die in dit hoofdstuk wordt beschreven berust enerzijds op de resultaten van de voorgaande onderzoeksfase 1A en anderzijds op de resultaten van het recente aanvullende onderzoek. Bij het lezen van dit hoofdstuk wordt daarom aanbevolen het rapport over onderzoeksfase 1a te raadplegen.

5.2 BODEM

Aan de verontreinigingssituatie van de afdeklaag en de taluds van de vuilstort is pas in het aanvullend onderzoek, dat in het kader van deze opdracht is uitgevoerd, aandacht besteed.

Voor een bespreking van de verontreinigingen wordt verwezen naar paragraaf 4.3.1.

5.3 LUCHT

Voor een bespreking van de luchtverontreiniging wordt verwezen naar paragraaf 4.3.2 en bijlage 4.

De algemene conclusie luidde dat de concentraties van de onderzochte vluchtige stoffen niet boven één duizendste van de desbetreffende MAC-waarden uitstijgen.

Wel is het mogelijk dat de vuilstort en met name de sloot langs de Westkanaalweg stank verspreidt.

5.4 GRONDWATER

5.4.1 Perkolatiewater in de vuilstort

In zijn algemeenheid wordt het perkolatiewater gekarakteriseerd door de hoge mineralisatiegraad. Dit komt tot uiting in de hoge geleidbaarheid (Ec-waarden) van het perkolatiewater welke varieert van 1200 tot 10000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (zie fig. 5).

↳ juist op de zuidoostzijde
5260 - 9500
verklaring: puin - afval +
asfaltbrokken e.d. ?

De hoge geleidbaarheid wordt vooral veroorzaakt door de hoge gehalten aan chloride-, bicarbonaat, sulfaat-, calcium-, natrium-, kalium- en magnesiumionen.

Volgens de classificatiemethode van Stuyfzand zou het percolatiewater kunnen worden aangeduid als type b/B 4/5 NaHCO₃+ (lit. 25). Dit betekent water: met een chloridegehalte van 300 tot 1000 mg/l, een hoge hardheid van 8 tot 32 mmol/l enin de samenstelling van kationen en anionen van natrium en bicarbonaat.

Verder is het perkolatiewater sterk verontreinigd met vluchtige aromatische koolwaterstoffen, fenolen en halogeen koolwaterstoffen. Op veel plaatsen worden de C-waarden overschreden. Enkele plaatsen die bijzonder verontreinigd zijn, zijn de lokaties bij COB5, COB10, COB13, COB~~36~~⁵ en COB18. Ook worden verhoogde concentraties aan metalen aangetroffen in het perkolatiewater, hoewel in vergelijking met andere stort de concentraties relatief laag zijn. Bij COB13 is zink aangetroffen in concentraties boven de C-waarde. Ook barium wordt op veel plaatsen aangetroffen in concentraties hoger dan de C-waarde.

Op andere
plaatsen dan Ec

5.4.2 Grondwater in geulafzettingen onder de stort

Het grondwater afkomstig uit de geulafzettingen (filters COB 14-2, D3.2 en GS2) is duidelijk beïnvloed door het infiltrerende perkolatiewater. De Ec-waarden liggen rond de 2500 µS/cm. De chloridegehalten variëren van 400 tot 800 mg/l. Opmerkelijk is dat de schadelijke organische verbindingen en de zware metalen in lage concentraties of in concentraties beneden de detectiegrenzen voorkomen. Het lijkt erop dat met name deze verbindingen geadsorbeerd worden in de overgangslaag tussen de vuilstort en de geulafzettingen. Deze overgangslaag zou kunnen bestaan uit slib en organisch materiaal dat is "uitgezakt" en in de zandige afzettingen is gedrongen.

Ec = 1080 is
heel geen
flitswaarde

Opvallend is dat de grote stijghoogtesprong van circa 3 meter tussen het freatische watervoerend pakket bestaande uit de vuilstort met het perkolatiewater en het eerste watervoerend pakket voornamelijk veroorzaakt wordt door deze overgangslaag. Barium wordt ook in de geulafzettingen in hoge concentraties aangetroffen (groter dan de C-waarden).

5.4.3 Het diepe grondwater

Het grondwater in het eerste watervoerend pakket onder de vuilstort is nog nauwelijks beïnvloed door het infiltrerende perkolatiewater. Volgens de Stuyfzand classificatie valt het grondwater in de categorie F3 Ca HCO₃⁺ (lit. 25). Dit betekent grondwater met een chloridegehalte lager dan 150 mg/l, een geringe hardheid van 4 tot 8 mmol/l en een in de samenstelling van kationen en anionen van calcium en bicarbonaat. De Ec-waarden liggen onder 1200 µs/cm. Alleen in filter COB14-1 is grondwater aangetroffen met een verhoogde Ec-waarde van 2500 us/cm. In filters van COB14-1 en D2.1 zijn lichte verontreinigingen van fenol-index, EOX en VOH gekonstateerd (lager dan de B-waarde). Het watermonster uit filter COB10-1 is verontreinigd met VAK, fenolen en EOX. Dit laatste is opmerkelijk omdat bij boring COB-10 geen zandige afzettingen zijn aangetroffen onder de stort. Bekend is echter dat de stort op deze plaats dieper is ontgraven dan normaal.

evenso?

filter 10,5m

*moet meubelen
stoppen!*

Buiten de vuilstort is het diepe grondwater nog niet beïnvloed. Wel worden overal hoge gehalten aan ammonium, sulfaat en barium aangetroffen (groter dan de B-waarde). Voor de eerste 2 parameters is dit een natuurlijk verschijnsel. Wat betreft de bariumconcentraties is het beeld niet geheel duidelijk. In de analyses voor het onderzoek liggen de concentraties van het diepe grondwater meestal boven de B-waarde van 100 µg/l.^{Ba}? Dergelijke waarden worden ook gevonden op andere plaatsen in Nederland, waar zich geen vervuiliingsbronnen bevinden. Toch geven de watermonsters uit de bestaande putten stroomopwaarts van de vuil-

stort (pb, 15, pb. 17 en pb. 18) relatief lage waarden te zien van 40 tot 70 $\mu\text{g/l}$. De vraag is of de vuilstort, waar barium in hoge concentraties boven de C-waarde van 500 $\mu\text{g/l}$ voorkomt, de oorzaak is van het concentratieverschil stroomopwaarts en stroomafwaarts van de stort. Als dat zo is dan zouden ook andere en meer mobiele parameters, zoals chloride, stroomafwaarts duidelijk verhoogd moeten zijn. De zinkconcentraties zijn vaak licht verhoogd (tussen A- en B-waarden). Dit is al eerder gemeld tijdens de monitoring (lit. 8). Aangenomen wordt dat dit geen verband houdt met de vuilstort, omdat dergelijke concentraties algemeen voorkomen in het diepe grondwater elders in Nederland.

*keule Loner
Ba: 400 $\mu\text{g/l}$*

5.5 OPPERVLAKTEWATER

5.5.1 De ringsloten

In fase 1A werd geconcludeerd dat de ringsloot langs de Westkanaalweg verontreinigd is en verhoogde concentraties van diverse anorganische en organische verbindingen bevatte (meetpunten 3 en 4 in figuur 5).

Het monsterpunt ROP 169A-1 van het Hoogheemraadschap bevestigt dit beeld. Ook de elektrische geleidbaarheid of Ec-waarde van 2500 $\mu\text{S/cm}$ van het slotwater wijkt af van de achtergronddswaarde van 800 à 1000 $\mu\text{S/cm}$ (zie fig. 5).

De Ec-waarde van het slotwater van de ringsloot langs het heemgebied is normaal. Dit getuigt van weinig beïnvloeding door de stort. Desondanks worden lichte verontreinigingen aangetroffen. Sulfaat en fenolindex komen voor in concentraties hoger dan de IMP-normen (meetpunten 2 en 7 in figuur 5).

5.5.2 De Kromme Aar

De waterkwaliteit van de Kromme Aar wijkt niet af van het overige boezemwater wat betreft de Ec-waarde (meetpunten 1, 5 en 6 in figuur 5).

Toch worden lichte verontreinigingen aangetroffen. Trichloormethaan en fenolindex zijn hoger dan de IMP-normen (zie tabel 2).

5.5.3 De Zeegerplas

Uit de Zeegerplas zijn bij het aanvullend onderzoek 3 watermonsters genomen. Voor de lokaties van de monsterpunten wordt verwezen naar figuur 4. De concentraties van de geanalyseerde stoffen (VAK, VOH en EOX) zijn overal lager dan de IMP basiskwaliteitsnorm en de NIVEM waternorm (zie bijl. 3b).

In het watermonster (Z1), bij de uitmonding van de Kromme Aar, zijn trichloormethaan en 1,1,1-trichloorethaan in lage concentraties aangetroffen.

Stof	eenheid	concentr.	meetpunt	IMP-water (basis kwal.)
NH ₄	mg/l	1730	3 niet	10
NO ₃	mg/l	19	5 wel.	10
SO ₄	mg/l	533	ROP169A-1 niet	100
Cl	mg/l	377	ROP169A-1 niet	200
EC	µS/cm	2710	ROP169A-1 niet	-
Ba	µg/l	300	3 niet	200
Tri- chloor- methaan	µg/l	2.4	4 niet	1*
Benzeen	µg/l	1	3 niet	1
Fenol	µg/l	13	6 wel.	5
EOX	µg/l	7.2	4 wel	5

Tabel 2: Maximum concentraties van een aantal chemische verbindingen in het oppervlaktewater.

* Drinkwaternorm

opmerking: sluis W. Hambrug is geen opp. water (wel/niet).

6. VERSPREIDINGSMECHANISMEN

6.1 OPPERVLAKTEWATER

6.1.1 Inleiding

Uit het verontreinigingsbeeld van het omringende oppervlaktewater en het grondwater in de geulafzettingen en het eerste watervoerend pakket kan worden afgeleid dat vanuit de vuilstort perkolatiewater zowel naar de sloten draineert als naar de dieper gelegen lagen infiltreert (zie fig. 2).

6.1.2 Waterhuishouding van de vuilstort

Ter verduidelijking zal eerst een korte beschrijving volgen van de waterhuishouding van de vuilstort Coupépolder.

Aan de zuidoostelijke rand wordt de vuilstort begrensd door de sloot langs de Westkanaalweg, waarin een peil van NAP -1,90 meter wordt gehandhaafd. Parallel hieraan, aan de andere kant van de weg, loopt het Aarkanaal dat behoort tot het boezemwater welk een peil van NAP -0,60 meter heeft. De sloot draineert de vuilstort, waarin de grondwaterstand varieert van NAP -0,20 tot NAP +0,70 meter. De sloot ontvangt ook kwelwater uit het Aarkanaal. Het water uit de sloot langs de Westkanaalweg wordt via het gemaal bij de ingang van het fietspad over de vuilstort aan de zuidwest-zijde verpompt naar de rioolwaterzuivering.

Langs de noordwest-zijde en het resterende deel van de zuidwest-zijde van de stort loopt ook een ringsloot. In deze sloot heerst een peil van NAP -1,90 meter, evenals in het heemgebied aan de andere zijde van de sloot. Het heemgebied watert af op de ringsloot. Ten westen van het heemgebied loopt de Kromme Aar, die tot het boezemwater behoort en waar dus een peil van NAP -0,60 meter heerst. De ringsloot langs het heemgebied draineert enerzijds de vuilstort, anderzijds voert de sloot ook het water af dat in het heemgebied opkwelt vanuit de Kromme Aar. In droge tijden wordt soms water ingelaten vanuit de Kromme Aar in het heemgebied.

Deze ringsloot wordt bemalen aan de zuidwest-zijde op het zelfde punt als dat van bij de sloot langs de Westkanaalweg. Het bemalingswater wordt geloosd op de Kromme Aar.

Aan de noordoost-zijde wordt de stort direkt begrensd door de Kromme Aar, die daar in verbinding staat met het Aarkanaal.

Tussen de stort en de Kromme Aar is aan deze zijde in begin 1988 een drain aangelegd. De drain, die op hetzelfde peil ligt als de Kromme Aar, mondt uit in de sloot langs de Westkanaalweg. Gebleken is echter dat de drain weinig of geen water afvoert. Derhalve wordt aan deze zijde de vuilstort hoofdzakelijk gedraineerd door de Kromme Aar.

De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket varieert van NAP -3,30 tot NAP -3,70 m. Dit houdt in dat overal in de vuilstort de grondwaterstroming, naast de genoemde horizontale drainage, ook een neerwaarts gerichte komponent heeft. Ter plaatse van de zandige geulafzettingen zal het perkolatie water vooral naar beneden infiltreren. Daar waar de klei- en veenlagen intact zijn zal in de vuilstort voornamelijk horizontale stroming plaatsvinden naar de omringende sloten of naar het "gat in de kleilaag", bestaande uit de zandige geulafzettingen.

6.1.3 Waterbalans-berekening

Om te bepalen hoe de verontreinigingen zich verspreiden naar het diepe grondwater in het eerste watervoerend pakket en het omringende oppervlaktewater is eerst een waterbalans opgesteld voor de vuilstort.

Een waterbalans is al eerder opgesteld tijdens het nader onderzoek in 1985 (lit. 7). De waterbalans was indertijd gebaseerd op de bemalingscijfers van de sloot langs de Westkanaalweg over de periode mei tot augustus 1985. Door extrapolatie van de bemalingshoeveelheden naar een heel jaar en extrapolatie naar de overige zijden van de vuilstort is een onjuist beeld ontstaan.

De toen door extrapolatie geschatte jaarlijkse bemalingshoeveelheid is veel kleiner dan de werkelijke gemeten bemalingshoeveelheden in de latere jaren.

Na 1985 is men ook begonnen om de bemaling van de sloot langs het heemgebied te registreren. Op basis van gemeten bemalingshoeveelheden bij de twee gemalen, de nuttige neerslag en de waterkwaliteiten is getracht om een nieuwe waterbelans op te stellen en de verspreiding van het percolatiewater te kwantificeren. Er is uitgegaan van een zogenaamde "worst case" situatie voor wat betreft de infiltratie naar het eerste watervoerende pakket. De infiltratie naar het watervoerende pakket ^{wordt} zwaar gewogen, omdat L2 beheersing van verontreinigd diep grondwater in het algemeen moeilijker is in verband met die van verontreinigd oppervlaktewater. ^{behandeling}

Het doel is om de stofstromen naar het oppervlaktewater zodanig te kwantificeren dat de stofstroom naar het watervoerende pakket als een redelijke aanname voor een worst-case situatie geldt.

Het water in de ringsloot langs het heemgebied is slechts licht verontreinigd (zie par. 4). De EC-waarde is 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en is vergelijkbaar met de achtergrondswaarde voor het "schone" boezemwater.

Daarom wordt aangenomen dat er vrijwel geen stroming van percolatiewater plaatsvindt vanuit de vuilstort naar de ringsloot langs het heemgebied. Jaarlijks wordt gemiddeld 200.000 m³ water uit dit gebied uitgeslagen via een gemaal L3 op de Kromme Aar. Deze hoeveelheid uitgeslagen water wordt aangevuld door de kwel en "inlaat" uit de Kromme Aar. De reden dat er weinig percolatiewater in de sloot langs het heemgebied terecht komt, is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat langs deze zijde de ondergrond van de vuilstort bestaat uit de zandige geulafzettingen. Hierdoor zal percolatiewater vooral naar de diepte infiltreren.

De situatie in de ringsloot aan de Westkanaalweg is beduidend anders. De waterkwaliteit van het oppervlaktewater is hier duidelijk beïnvloed door de vuilstort.

Het chloride-gehalte is ongeveer verdund met een faktor 2 ten opzichte van het percolaat in de stort. Deze verdunning komt tot stand door het schone kwelwater vanuit het Aarkanaal. De EC-waarde van het slootwater bedraagt ongeveer 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De gemiddelde jaarlijkse afvoer uit deze ringsloot via het gemaal naar de afvalwaterzuivering (A.W.Z.I.) bedraagt 85000 m^3/jaar .

Rekening houdend met de verdunning kan de hoeveelheid percolatiewater die jaarlijks naar de sloot stroomt berekend worden. Deze bedraagt $85000 * 1/2 = 42500 \text{ m}^3/\text{jaar}$.

De drain, die aan de noordzijde van de vuilstort ligt, funktioneert niet optimaal. Daarom wordt aangenomen dat percolatiewater vanuit de vuilstort onder de drain in de Kromme Aar stroomt. Opgemerkt wordt dat er een sterke verdunning optreedt in de Kromme Aar, waar een continue doorstroming plaatsvindt. De kwaliteit van het water uit de Kromme Aar wijkt daarom nauwelijks af van het overige boezemwater. De drainageflux naar de Kromme Aar kan worden geschat op basis van de drainageflux naar de sloot langs de Westkanaalweg. Indien men stelt dat de fluxen zich verhouden als de lengtes waarover de drainage plaatsvindt dan bedraagt de flux naar de Kromme Aar 16000 m^3/jaar ($15/40 * 42500$). Vanwege het relatief geringe peilverschil tussen de Kromme Aar en het grondwater in de vuilstort en de zandige ondergrond zal de werkelijke flux lager zijn. De werkelijke flux wordt geschat op 8000 m^3/jaar .

Indien gesteld wordt dat er geen percolatiewater naar de sloot langs het heemgebied stroomt, dan is de totale hoeveelheid percolatiewater die naar het oppervlaktewater stroomt 50.500 m^3/jaar ($42.500 + 8.000$).

$$\begin{array}{r} 48 \\ 200.000 \\ \hline 96.000 \end{array} - \frac{48}{100} =$$

De nuttige neerslag die in de stort infiltreert bedraagt 81.400 m³/jaar, uitgaande van 370 mm/jaar. De hoeveelheid percolatiewater die via de geulafzettingen naar het eerste watervoerend pakket infiltreert, bedraagt derhalve 30.900 m³/jaar (81.400 - 50.500).

6.1.4 Verspreiding

Het verontreinigde water in de sloot langs de Westkanaalweg wordt rechtstreeks naar de afvalwaterzuivering gepompt. Aangenomen wordt dat daarmee de verontreinigingen uit het hydrologische systeem rond de vuilstort zijn onttrokken.

Ondanks dat bij de waterbalansberekening de stroming van percolatiewater naar de ringsloot is verwaarloosd, mag worden aangenomen dat er een verontreinigingsstroom, zij het klein, bestaat naar deze sloot. De concentraties van de verontreinigingen worden sterk verdund door de grote hoeveelheid kwel en waterinlaat die via het heemgebied in de sloot terechtkomt (200.000 m³/jaar) (zie par. 5.2.2.5.1).

Zie noot
over pomp cap.

Uiteindelijk komen deze verontreinigingen in sterk verdunde vorm in de Kromme Aar terecht.

Ook is langs de noordzijde van de stort een directe stroom van percolatiewater in de Kromme Aar. In de Kromme Aar vindt wederom een sterke verdunning plaats van de verontreinigingen. Verontreinigingen die in de Kromme Aar worden angetroffen hoeven niet per sé afkomstig te zijn van de polder Oudshoorn waarvan het gemaal aan de overzijde en de Zeegerplas, vanwaar eveneens verontreinigingen kunnen worden aangevoerd.

α

De stromingsrichting in de Kromme Aar varieert voortdurend. Vanwege het bemalingsoverschot in de omliggende polders en het systeem van waterhuishouding van het Hoogheemraadschap Rijnland wordt aangenomen dat de netto stroming gericht is naar de Zeegerplas en vervolgens de Oude Rijn.

6.2 GRONDWATER

Uit de waterbalansberekening in de voorgaande paragraaf volgde dat circa 30.000 m³ percolatiewater per jaar vanuit de vuilstort naar het eerste watervoerend pakket infiltreert. Aangenomen wordt dat dit plaatsvindt via de geulafzettingen in het noordelijk deel van de vuilstort. Eénmaal aangekomen in het eerste watervoerend pakket zullen de verontreinigingen mee gaan stromen met het diepe grondwater in noordelijke richting.

Overall heerst in dit gebied dus een neerwaarts gerichte grondwaterstroming naast een oppervlakkige grondwaterdrainage door middel van het slotenstelsel. Verontreinigd grondwater uit de vuilstort kan daar niet aan het oppervlak komen.

Verontreinigd grondwater zou pas op kunnen wellen in de diepe polders ten noorden van de stort (polder Vierambacht en de Drooggemaakte polder).

Niet alle chemische stoffen verplaatsen zich even snel in het stromende grondwater. Een groot aantal organische stoffen en metalen is onderhevig aan adsorptie aan organisch materiaal en kleimineralen in de bodem. Verder moet bij stoftransport rekening worden gehouden met menging met schoon water in het eerste watervoerend pakket en dispersie als gevolg van inhomogeniteiten in de bodem. Om al deze effecten te simuleren is gebruik gemaakt van het model STIWACO. Het model zoals het hier is toegepast simuleert het stoftransport in het grondwater in een loodrecht vlak vanaf de vuilstort naar de diepe polders (zie bijlage 5, figuur 1). Het is dus een twee-dimensionaal model.

Het verspreidingsgedrag van 3 chemische stoffen is nagegaan in dit model, namelijk: zink, benzeen en chloride. Deze tracerstoffen zijn geselecteerd op grond van het algemeen voorkomen in de stort, de hoge concentraties ten opzichte van de achtergrondswaarde, de mobiliteit en de toxiciteit. Zo is zink gekozen als meest mobiele vertegenwoordiger van de groep zware metalen.

Zink is in hoge concentraties aangetroffen in boring COB 13-1. Benzeen vertegenwoordigt de organische verbindingen als een van de meest mobiele en toxische stoffen. Zink en benzeen zijn beide onderhevig aan adsorptie en worden daarom vertraagd in hun verspreiding via het grondwater. Chloride wordt nauwelijks geadsorbeerd of anderszins chemisch gebonden. Dit maakt chloride tot een zeer mobiele tracerstof. Chloride is daarentegen nauwelijks toxisch.

Een beknopte beschrijving van STIWACO is te vinden in bijlage 5. In deze bijlage is tevens de schematisatie van de werkelijke situatie naar een modelomgeving opgenomen. Gezien de in het model aanwezige handicaps om de ruimtelijke en temporele variabiliteit van diverse parameters en processen voldoende te kunnen beschrijven hebben de uitkomsten van de modelberekeningen geen exakt karakter. De uitkomsten geven indicaties aan van te verwachten verontreinigingssituaties. De uitgangskonzentraties die voor de drie geselecteerde stoffen zijn gehanteerd worden hieronder in tabelvorm gepresenteerd. De resultaten van de modelberekeningen worden verder op in deze paragraaf beschreven.

	chloride (mg/l)	zink ($\mu\text{g/l}$)	benzeen ($\mu\text{g/l}$)
stort	1500	965	83.0
geulafzetting	750	50	1.6
waterv. pakket	100	50	0.2

Tabel 3: Uitgangskonzentraties van chloor, zink en benzeen voor grondwaterkwaliteitsmodel

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd voor drie perioden na het jaar 1988 (periode: 0 jaar): 25, 50 en 100 jaar.

De resultaten zijn steeds geldig aan het eind van een periode.

In de figuren 6, 7 en 8 staan naast de isoconcentratie-lijnen reële concentraties vermeld. Om het transport van de drie geselecteerde parameters onderling beter te kunnen vergelijken zullen in de tekst van deze paragraaf ook genormaliseerde concentraties gehanteerd worden. De 100%-waarde is gesteld op:

- voor chloride: 1500 mg/l,
- voor benzeen : 83.0 $\mu\text{g/l}$,
- voor zink : 965 $\mu\text{g/l}$.

Dit zijn de hoogst aangetroffen concentraties in het percolatiewater. (in de stort)

Zink

Omdat van de drie geselecteerde chemische parameters het metaal zink relatief het sterkst geadsorbeerd wordt aan het bodemcomplex is de transportsnelheid zeer gering. De resultaten van deze berekeningen worden getoond in figuur 6. Uit de berekeningen blijkt dat na een simulatieperiode van 100 jaar het zink nog steeds sterk geconcentreerd in de vuilstort aanwezig is. De 16 % isoconcentratielijn, die de B-waarde (200 $\mu\text{g/l}$) van zink in grondwater voorstelt, bevindt zich nog niet in het eerste watervoerende pakket. De 5 % isoconcentratielijn (100 $\mu\text{g/l}$) bevindt zich volgens de berekeningen na 100 jaar in de onderste helft van de geulafzettingen. Na een periode van 100 jaar is het eerste watervoerende pakket nog niet verontreinigd met concentraties zink groter dan 100 $\mu\text{g/l}$.

Benzeen

Benzeen is minder aan adsorptie onderhevig dan zink en zal daarom sneller verplaatst worden met de heersende grondwaterstroming. De resultaten van de berekeningen worden getoond in figuur 7. Volgens de berekeningen zal over 25 jaar de 2 % isoconcentratielijn (1.6 $\mu\text{g/l}$), die zich momenteel aan de onderkant van de geulafzettingen bevindt, doorbroken zijn in het eerste watervoerend pakket.

Doordat er in het eerste watervoerende pakket continu schoon grondwater uit zuidoostelijke richting toestroomt zijn vanuit de vuilstort geïnfiltreerde verontreinigingen aan sterke verdunning onderhevig. De 1 % isoconcentratie-lijn, die de B-waarde (1 $\mu\text{g}/\text{l}$) van benzeen voorstelt, ligt na 25 jaar op een diepte van ongeveer - 25 m. NAP. Het benzeen is tevens onderhevig aan een noordwestelijke stroming in de richting van de diepe polders. Na 25 jaar is de 2 % isoconcentratie-lijn ongeveer 60 m. stroomafwaarts (horizontaal, in noordwestelijke richting) van de vuilstort opgeschoven.

?
nietig
nietig
nietig

Na een periode van 50 jaar is de hele doorstroomde diepte van het eerste watervoerend pakket onder de geulafzettingen vervuild tot aan het B-niveau. Na 100 jaar blijkt dat er naast horizontaal transport ook een duidelijke zuidoostwaarts gerichte component aan de achterzijde van de pluim een rol speelt (dispersie). De 10 % isoconcentratie-lijn ligt volgens de berekeningen over 100 jaar aan de bovenzijde van het eerste watervoerende pakket onder de geulafzettingen en is nog niet beïnvloed door horizontale stroming in noordwestelijke richting. Wanneer de 1 % isoconcentratie-lijn (B-waarde) wordt beschouwd blijkt dat deze zich op een horizontale afstand van ongeveer 100 m. stroomafwaarts van de vuilstort bevindt.

Als gevolg van een calamiteit zouden de concentraties in het percolatiewater plotseling hoger kunnen worden. Om die reden is een extra berekening uitgevoerd om dit effect na te gaan. Indien benzeenconcentraties ruim 100 maal zo hoog (10000 $\mu\text{g}/\text{l}$) zijn dan de werkelijk aangetroffen maximumconcentratie (83 $\mu\text{g}/\text{l}$) in de stort, dan blijkt het volgende:

Zeer overtuigend
vanuit het
just. onderzoek van
deze conname

- Over 100 jaar ligt de 1 $\mu\text{g}/\text{l}$ isoconcentratie-lijn (B-waarde) ongeveer 200 m stroomafwaarts van de vuilstort. Dit betekent dat de B-waarde isoconcentratie-lijn circa 100 m verder ligt ten opzichte van de B-waarde isoconcentratie-lijn bij een maximumconcentratie van 83 $\mu\text{g}/\text{l}$.

- Over 100 jaar zal het eerste watervoerend pakket tot 50 meter stroomafwaarts van de vuilstort verontreinigd zijn met concentraties boven de $100 \mu\text{g/l}$ ($>20 * C$ -waarde).

Chloride

Chloride wordt als ideale tracer beschouwd mede omdat deze stof niet aan adsorptie onderhevig is. Door dispersie echter zal het voortschrijdend front afvlakken. Dit betekent dat de relatief lage concentraties enigszins sneller getransporteerd worden en de relatief hogere chloride concentraties enigszins achterblijven. De resultaten van de modelberekeningen met chloride worden getoond in figuur 8. In de figuur is ondermeer de 10 % iso-concentratielijn (150 mg/l) getekend. Dit niveau geeft de grenswaarde tussen zoet en zout water aan.

Uit de berekeningen volgt dat de 10 % isoconcentratielijn over 100 jaar op een afstand van ongeveer 65 m. in noordwestelijke richting stroomafwaarts van de vuilstort ligt. De 1 % isoconcentratielijn zal zich over 100 jaar op circa 175 m. stroomafwaarts van de vuilstort bevinden.

Een samenvatting van de resultaten volgt hieronder.

Verontreinigingen die vanuit de vuilstort in het eerste watervoerende pakket terechtkomen ondervinden een sterke menging met schoon grondwater dat vanuit zuidoostelijke richting toestroomt.

Dit betekent dat de hoge concentraties van grondwaterverontreinigingen, zoals die zijn aangetroffen in de vuilstort en in de geulafzettingen, door sterke verdunning met schoon grondwater niet zullen optreden in het eerste watervoerende pakket.

Wanneer de belangrijkste resultaten van de transportberekeningen van de drie geselecteerde parameters naast elkaar gezet worden valt het volgende op te merken:

- De in de vuilstort aanwezige bulk van de zinkverontreiniging zal waarschijnlijk over 100 jaar nog niet in het eerste watervoerende pakket gearriveerd zijn.

- Benzeen kan over 100 jaar het eerste watervoerende pakket ter hoogte van de vuilstort verontreinigd hebben. Het gedeelte van het eerste watervoerende pakket dat boven de B-waarde vervuild is strekt zich uit tot circa 100 m. stroomafwaarts van de vuilstort. Zelfs bij zeer hoge uitgangskoncentraties (100000 µg/l) reikt het vervuilde gedeelte tot 200 meter stroomafwaarts.
- Uit de berekeningen met chloride volgt dat het eerste watervoerende pakket over 100 jaar in kwaliteit achteruit zal gaan (chloride concentraties groter dan 150 mg/l) over een afstand van circa 120 m. stroomafwaarts van de vuilstort.

6.3

LUCHT

Vluchtige toxische componenten kunnen zich direkt naar de atmosfeer verspreiden door uitdamping uit het perkolatiewater en stortmateriaal.

Door verdamping uit het perkolatiewater in de stort, uit het stortmateriaal en de verontreinigde sloot naast de stort kunnen vluchtige toxische verbindingen vrijkomen en zich in de atmosfeer verspreiden.

In bijlage ⁴/₅ wordt nader ingegaan op dit verspreidingsproces. Het blijkt dat de concentraties van de vluchtige toxische verbindingen die in de stort of net boven de sloot vrijkomen alle, op een uitzondering na, beneden de MAC-waarden liggen. Eenmaal in de atmosfeer nemen de concentraties door menging nog verder af, zodat er niet meer van risico's voor rekreanten en omwonenden kan worden gesproken. Ook de luchtmeting bevestigt dit.

De stankoverlast, waarover door omwonenden meermalen is geklaagd, zou wel veroorzaakt kunnen worden door de vuilstort en de ringsloot langs de Westkanaalweg, hoewel er ook andere stankbronnen in de omgeving zijn, zoals de afvalwaterzuiveringsinstallatie en bemeste weilanden.

*bijlage 4
alle 16/18, andere
geen waarde > MAC
mogelijk wel
MAC 4,5 x
600*

De geurdrempels van verschillende gassen liggen meestal onder de MAC-waarden en vaak ook detectiegrenzen. Met name weinig of niet-toxische gassen als ammoniak (NH_3) en waterstofsulfide (H_2S) komen in grote hoeveelheden vrij.

7. RISICO-EVALUATIE

7.1. Algemeen

In de risico-evaluatie wordt beschreven wat de risico's voor de volksgezondheid en het milieu zijn van de aangetroffen verontreinigingen bij het huidige gebruik van de stort en zijn omgeving. De resultaten van het verspreidingsonderzoek hebben reeds inzicht gegeven in de aard en concentraties van verontreinigende stoffen in de contactmedia bodem, lucht, grond- en oppervlaktewater. Op grond van de resultaten van het verspreidingsonderzoek zal een inschatting gegeven worden omtrent de mogelijke gezondheidsrisico's en milieuschade die de aangetroffen verontreinigingen kunnen veroorzaken.

De risico-schatting gaat uit van een "worst-case" benadering. Dit betekent dat bij het bepalen van de gezondheids- en milieurisico's uitgegaan wordt van:

- maximaal gemeten of berekende concentraties van de verontreinigingen in de contactmedia;
- een groot ingeschatte kans op blootstelling;
- maximale effecten van de toxische stoffen. De aannames, die gemaakt zijn ten behoeve van de risico-schatting, zullen expliciet vermeld worden.

De aannames zullen leiden tot een overschatting van de risico's ten opzichte van de reëel te verwachten situaties. Echter, indien de "worst-case" benadering niet tot normoverschrijdingen leidt, mag worden aangenomen dat dat in de werkelijke situatie zeker niet het geval zal zijn.

Bij het beschrijven van de risico's is een onderscheid gemaakt in:

- effecten op de volksgezondheid;
- effecten of gebruiksfuncties van de stort en omgeving;
- effecten op de flora en fauna.

De nadruk van de risico-evaluatie zal liggen op de effecten op de volksgezondheid.

7.2. Gezondheidsrisico's

7.2.1. Opzet risico-beoordeling volksgezondheid

Voor elk van de contactmedia (bodem, grondwater, oppervlaktewater en lucht) is nagegaan op welke wijze men bij het huidige gebruik van de stort en omgeving blootgesteld kan worden aan de verontreinigde stoffen in het betreffende contactmedium. De volgende blootstellingswegen kunnen onderscheiden worden:

- inslikken van verontreinigingen (orale inname);
- inademing van vluchtige stoffen (inhalatoire inname).
- opname via de huid (dermaal contact);

Voedsel is als contactmedium buiten beschouwing gelaten, aangezien op de stortplaats zelf geen voedingsgewassen verbouwd worden. Voorts heeft het verspreidingsonderzoek uitgewezen dat het uiterst onwaarschijnlijk is dat op plaatsen in de omgeving van de stort, waar wel voedingsgewassen verbouwd worden, de bodem en het grondwater beïnvloed zijn door verontreinigingen afkomstig van de stort.

Per blootstellingsweg (b.v. inslikken van verontreinigde bodemdeeltjes) is getracht een antwoord te geven op de volgende vragen:

- * voor wie is deze blootstellingsweg van toepassing?
- * met welke toxische stoffen is contact mogelijk via deze weg en wat zijn de maximaal gemeten of berekende concentraties van de betreffende stoffen?
- * hoe groot is de kans op en met welke frequentie treedt contact op met het verontreinigde medium?
- * wat is de (geschatte) hoeveelheid verontreinigd medium die iemand dagelijks inneemt?
- * wat is de ingenomen hoeveelheid verontreinigde stof per dag (of per andere tijdseenheid)?

- * zijn er normen om de ingenomen hoeveelheid aan te toetsen en zo ja, is er sprake van normoverschrijding?
- * is er sprake van een gezondheidsrisico en waar bestaat dit uit?

Indien de ingenomen hoeveelheid verontreiniging niet berekend of ingeschat kon worden is getracht toch een globale inschatting te geven omtrent de verwachte gezondheidsrisico's van de geconstateerde verontreiniging op basis van in de literatuur beschreven praktijkgevallen.

In principe wordt de risico-schatting gedaan voor alle voorkomende verontreinigingen in het contactmedium. Vaak wordt echter volstaan met een berekening voor enkele verontreinigingen die ofwel typerend zijn voor een hele groep of toxischer zijn dan andere stoffen uit een groep van verwante stoffen (bijvoorbeeld benzo(a)pyreen als voorbeeldstof voor de groep van polycyclische aromatische koolwaterstoffen).

Nadat de gezondheidsrisico's zijn bepaald voor blootstelling aan de contactmedia bodem, grondwater, oppervlaktewater en lucht afzonderlijk, wordt een risico-schatting gemaakt voor gecombineerde blootstelling.

7.2.2. Contactmedium bodem

Direct contact met verontreinigde bodem kan optreden via inslikken van verontreinigde bodemdeeltjes of via huidcontact.

Inslikken van verontreinigde bodemdeeltjes

Deze blootstellingsweg is met name van belang bij spelende jonge kinderen (1-4 jaar), die door zogenaamd hand-mond gedrag verontreinigde bodemdeeltjes in kunnen slikken.

Als redelijk hoge schatting voor de inname van bodemdeeltjes via deze weg wordt in de literatuur een waarde van 200 mg per dag voor jonge kinderen genoemd (lit. 14). De stortplaats in kwestie is weliswaar niet bestemd als speel terrein voor kinderen, maar het kan niet uitgesloten worden dat kinderen af en toe tijdens het spelen op de stort toch bodemdeeltjes naar binnen krijgen.

Bij deze blootstellingsweg speelt met name de bovenste 20 cm van de bodem een belangrijke rol. In de bodemmonsters van de afdeklaag en de taluds van de vuilstort zijn geen verontreinigingen aangetroffen in concentraties boven de B-waarde (zie par. 5.1). Ten opzichte van de A-waarde zijn voor cadmium, vluchtige aromatische koolwaterstoffen (VAK), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), extraheerbare organische halogeenvverbindingen (EOX) en fenolindex in enkele grondmonsters overschrijdingen geconstateerd. Gezien de geringe verhogingen ten opzichte van de achtergrondswaarde worden geen gezondheidsrisico's verwacht. Door middel van enkele rekenvoorbeelden zal onderzocht worden of deze veronderstelling gerechtvaardigd is.

In de berekening is uitgegaan van een dagelijkse inname van bodemdeeltjes van 200 mg voor een jong kind (14 kg). De berekende ingenomen hoeveelheid verontreiniging is bij voorkeur getoetst aan de Aanvaardbare Dagelijkse Inname (ADI). Indien geen ADI-waarde bestaat is de berekende inname vergeleken met:

- de gemiddelde ingenomen hoeveelheid van de verontreiniging via het dagelijks voedsel in Nederland. Hierbij is aangenomen dat de inname van verontreinigingen via het dagelijks voedsel voor jonge kinderen (1-4 jaar) de helft bedraagt van die van volwassenen (lit. 28).

Cadmium

Cadmium is een stof die wijd verspreid in het milieu voorkomt. Blootstelling van de mens geschiedt voornamelijk via het voedsel.

De normale gemiddelde Cd-opname via voedsel bedraagt ongeveer 20-30 μg per dag met uitschieters tot 80 μg (lit. 5). Voor jonge kinderen wordt een gemiddelde van 12,5 μg met 40 μg als extreme waarde aangehouden.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) hanteert een norm van 400-500 μg per week oftewel 57-71 μg per dag als hoogst aanvaardbare belasting (lit. 5) voor volwassenen. Voor een kind (14 kg.) bedraagt deze waarde circa 17 μg per dag (lit. 28).

In tabel 4 wordt de berekende maximale inname van cadmium door bodemingestie vergeleken met de dagelijkse inname via de voeding en de hoogst aanvaardbare belasting.

stof	maximale conc. in bodem in mg/kg	berekende dag. inname door ingestie bodem in μg	dag. inname via de voeding gemiddelde (extremen) in μg	hoogst aanvaardbare belasting kind (14 kg) in μg
cadmium	2,4	0,48	12,5 (tot 40)	ca. 17

Tabel 4: Vergelijking van de inname van cadmium door bodemingestie met de inname via het voedsel en de hoogst aanvaardbare belasting.

Uit de vergelijking volgt dat de potentieel berekende dagelijkse inname ten gevolge van de bodemverontreiniging slechts een fractie (ca. $1/25^{\text{e}}$ deel) bedraagt van de gemiddelde inname via de voeding. Ook de hoogst aanvaardbare belasting wordt niet overschreden indien de extra inname van cadmium door bodemingestie opgeteld wordt bij de gemiddelde inname via het voedsel.

Op grond van deze feiten wordt geconcludeerd dat een eventuele extra inname van cadmium door bodemingestie geen extra gezondheidsrisico oplevert.

Vluchtige aromatische koolwaterstoffen

Vluchtige aromatische koolwaterstoffen worden in Nederland op grote schaal toegepast, o.a. als oplos- of ontvettingsmiddelen.

Benzeen wordt als de meest toxische van deze groep van verbindingen beschouwd. De aandacht voor benzeen berust met name op de aangetoonde carcinogeniteit van deze stof (kan bloedkanker veroorzaken) (lit. 5).

Bij een opname van 200 mg grond, verontreinigd met 0,08 mg/kg benzeen (max. aangetroffen concentratie) bedraagt de inname van benzeen 0,016 μg . Voor benzeen bestaat, vanwege de carcinogeniteit van de stof, geen ADI-waarde.

Omtrent de inname van benzeen via het voedsel zijn weinig gegevens bekend. De gemiddelde inname via het voedsel wordt in Nederland voorlopig geschat op 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ per dag (lit. 21). Uitgaande van een gemiddelde voedselinname voor jonge kinderen van 1 kg per dag bedraagt de gemiddelde benzeeninname via het voedsel 100 μg .

*Geen verband tussen
kinderen - volwassenen?*

Aangezien de extra inname van benzeen via mogelijke bodem-ingestie verwaarloosbaar klein is vergeleken met de dagelijkse inname via het voedsel wordt geen extra gezondheidsrisico verwacht.

Voor de overige aanwezige, relatief minder toxische aromaten (tolueen, ethylbenzeen en xylenen) worden ook geen extra gezondheidsrisico's verwacht.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) zijn alom in het milieu aanwezig. Ze ontstaan met name bij de onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, voedingsmiddelen en hout.

De dagelijkse inname van PAK via het voedsel wordt voor een kind (14 kg) geschat op 5,3 μg met een spreiding van 1,5-13,5 μg (lit. 28).

Van enkele PAK wordt aangenomen dat zij carcinogene eigenschappen bezitten. Benzo(a)pyreen wordt als meest kanker-verwekkend beschouwd. Vandaar dat deze stof als voorbeeld gekozen is om na te gaan of er sprake is van een gezondheidsrisico bij inname van grond met verhoogde PAK-gehalten.

De maximaal gemeten concentratie benzo(a)pyreen in de bodem is 0,08 mg/kg. De berekende inname bij deze concentratie bedraagt voor een jong kind 0,016 μg . De gemiddelde opname van benzo(a)pyreen via het voedsel wordt voor een kind van 14 kg geschat op 0,8-1,5 μg per dag (lit. 28), zodat de extra inname van deze stof via bodemingestie slechts een fractie bedraagt van de inname via het voedsel. Noch voor benzo(a)pyreen, noch voor de overige PAK wordt derhalve een extra gezondheidsrisico verwacht via bodemingestie.

Extraheerbare organische halogeenverbindingen (EOX)

Het is niet bekend welke stoffen de lichte verhoging van het EOX-gehalte veroorzaakt hebben. Echter, gezien de geringe concentraties worden bij inname van bodemdeeltjes geen gezondheidseffecten verwacht.

Fenol

Wat betreft de verhoogde concentratie fenol ten opzichte van de A-waarde (0,09 mg/kgds) kan het volgende opgemerkt worden: het overgrote deel van de Nederlandse bevolking is blootgesteld aan een buitenluchtconcentratie van fenol van circa 0,01 $\mu\text{g}/\text{l}$, hetgeen een dagelijkse opname van 0,2 $\mu\text{g}/\text{d}$ betekent. Bij een gebruik van 100 gram gerookte voeding per week bedraagt de dagelijkse opname van fenol 30 μg . Rokers van sigaretten ontvangen dagelijks bovendien een extra dosis van 30-11.000 μg fenol (lit. 16). Spelende jonge kinderen kunnen maximaal 0,018 μg per dag binnenkrijgen, uitgaande van een dagelijkse opname van 200 mg.

Deze hoeveelheid is verwaarloosbaar ten opzichte van de overige innamebronnen, zodat nadelige effecten op de gezondheid niet verwacht worden.

Huidcontact met verontreinigde bodem

Verontreinigingen kunnen bij huidcontact zowel een plaatselijk effect op de huid veroorzaken (blaren, irritaties) als effecten binnen het lichaam na opname via de huid (lit. 14). Er zijn erg weinig gegevens bekend omtrent de effecten die op kunnen treden bij deze vorm van blootstelling. Ook normen ontbreken. Gezien echter de geringe concentraties van de aangetroffen stoffen in de bodem en het feit dat via de huid veel minder wordt opgenomen dan via het maag-darmkanaal worden bij huidcontact noch acute, noch chronische effecten op de gezondheid verwacht.

Concluderend kan gesteld worden voor het contactmedium bodem dat de stoffen die in verhoogde concentraties ten opzichte van de A-waarde zijn geconstateerd in de toplaag van de voormalige stortplaats Coupépolder geen gezondheidsrisico's met zich meebrengen. Op grond van bovenstaande gegevens en zeker gezien het gegeven dat van een worst-case situatie is uitgegaan worden dan ook vanuit toxicologisch oogpunt geen beperkingen voorgesteld ten aanzien van het huidige recreatieve gebruik van de bodem op de stort.

7.2.3. Contactmedium grondwater

Bij de behandeling van het contactmedium grondwater wordt onderscheid gemaakt tussen percolatiewater en het diepe grondwater.

7.2.3.1 Percolatiewater

Contact met percolatiewater via inslikken of huidcontact kan plaatsvinden daar waar percolatiewater aan de oppervlakte treedt of bij eventuele graafwerkzaamheden.

Inslikken van verontreinigingen uit percolatiewater

Op enkele plaatsen in het talud van de stort treedt percolatiewater aan de oppervlakte uit en verdwijnt in de ringsloot (zie figuur 3). Direct contact met dit verontreinigde water is mogelijk. Kinderen vormen wederom de meest risicovolle groep. Schattingen omtrent de hoeveelheden verontreiniging die kinderen spelenderwijs eventueel binnen kunnen krijgen worden niet zinvol geacht. Gezien de aard en concentraties van de aangetroffen verontreinigingen in het uittredend percolatiewater (benzeen max. 23 $\mu\text{g/l}$, toluen 580 $\mu\text{g/l}$, ethylbenzeen 80 $\mu\text{g/l}$, xylenen 190 $\mu\text{g/l}$, fenol-index 90 $\mu\text{g/l}$ en EOX 80 $\mu\text{g/l}$) wordt er vanuit gegaan dat inslikken van dit water een gezondheidsrisico met zich mee kan brengen. Omtrent de aard en ernst van dit gezondheidsrisico kunnen gezien de vele onzekere factoren geen uitspraken gedaan worden. In ieder geval wordt geconcludeerd dat dit contact vermeden dient te worden.

Huidcontact met verontreinigd percolatiewater

Huidcontact met verontreinigd percolatiewater kan optreden daar waar het percolatiewater uittreedt en ook bij eventuele graafwerkzaamheden.

Gezien de aard en concentraties van de verontreinigingen bestaat er een gezondheidsrisico. De verontreinigingen kunnen ondermeer huidirritaties tot gevolg hebben.

Direct contact met het verontreinigde percolatiewater dient derhalve voorkomen te worden.

Bij eventuele graafwerkzaamheden is contact met het percolatiewater in de vuilstort mogelijk. Dit water bevat plaatselijk een hoger percentage aan oplosmiddelen dan in het oppervlakkig uittredend percolatiewater is geconstateerd (benzeen max. 83 $\mu\text{g/l}$, toluen 220 $\mu\text{g/l}$, ethylbenzeen 740 $\mu\text{g/l}$, xylenen 2510 $\mu\text{g/l}$, fenolen 180 $\mu\text{g/l}$ en EOX 93 $\mu\text{g/l}$). Aanbevolen wordt dan ook om bij dergelijke werkzaamheden passende veiligheidsmaatregelen te nemen om direct huidcontact met het percolatiewater uit te sluiten.

7.2.3.2 Ondiepe grondwater buiten de stort

Gezien het bestaan van een sterke neerwaarts gerichte grondwaterstroming in de polders rondom de vuilstort, ~~is het uiterst onwaarschijnlijk~~ bestaat er geen kans dat het ondiepe grondwater verontreinigd is of zal worden als gevolg van stroming vanuit de vuilstort.

In de diepe polders ten noorden van de vuilstort bestaat wel een kwelstroming. De komende 100 jaar zullen daar geen verontreinigingen in meetbare concentraties in het ondiepe grondwater terechtkomen.

Derhalve bestaan er nu geen gezondheidsrisico's voor het contactmedium ondiep grondwater.

7.2.3.3 Diepe grondwater in watervoerende pakketten

Via grondwateronttrekkingen kan het diepe grondwater een risico vormen voor de volksgezondheid.

Echter, geregistreeerde grondwateronttrekkingen ten behoeve van drinkwatervoorziening, industrie en landbouw komen niet voor rond de vuilstort. Verder weg gelegen winningen kunnen, gezien het grondwaterstromingspatroon, niet worden beïnvloed door grondwater, afkomstig uit de vuilstort.

7.2.4. Contactmedium oppervlaktewater

7.2.4.1 De ringsloot langs de Westkanaalweg

Het oppervlaktewateronderzoek heeft uitgewezen dat in de ringsloot langs de Westkanaalweg concentraties van toxische stoffen voorkomen die verhoogd zijn ten opzichte van de achtergrondwaarden. Contact met het oppervlaktewater kan plaatsvinden via inslikken van verontreinigd oppervlaktewater of via huidcontact met verontreinigingen aanwezig in het water.

De ringsloot wordt gebruikt voor de afvoer van overtollig percolatiewater en heeft géén recreatieve functie (zwem- of viswater). Het water van de ringsloot wordt evenmin gebruikt voor beregening van de landbouwgebieden in de omgeving van de stort zodat indirect contact met verontreinigingen uit het water, bijvoorbeeld via gewassen of grazend vee, uitgesloten is. Direct contact met het water in de ringsloot is incidenteel wel mogelijk (bijvoorbeeld tijdens het spelen van kinderen nabij de sloot).

Alhoewel het water in kwestie niet bedoeld is als zwemwater kunnen ten aanzien van de veiligheid voor de gezondheid de gemeten concentraties gerelateerd worden aan de normen voor zwemwater, zoals deze in het Indicatief Meerjaren Programma Water 1985-1989 zijn beschreven.

Deze normen (afkomstig van EEG-richtlijn 76/160/EEG) beogen een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater te handhaven dat het onder meer veilig is voor mensen om in het water te zwemmen (d.w.z. dat zwemmen in het water niet tot vergiftiging van zwemmers leidt). Voor een aantal stoffen ontbreekt echter de zwemwaternorm. In die gevallen is de concentratie vergeleken met de norm voor de basiskwaliteit, die eveneens genoemd worden in het IMP 1985-1989 (lit. 26). De basiskwaliteit is in het IMP gedefinieerd als: Een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater dat het geen overlast (met name stank) voor de omgeving veroorzaakt, er niet vervuild uitziet (drijvend vuil, verkleuring), goede levenskansen biedt voor een aquatische levensgemeenschap, waarvan ook hogere organismen zoals diverse vissoorten deel uit kunnen maken en dat tevens ecologische belangen buiten het water (b.v. vogels en zoogdieren die waterdieren consumeren) worden beschermd.

In tabel 5 zijn ~~voor~~ zowel de maximaal aangetroffen concentraties van de aanwezige stoffen in het oppervlaktewater van de ringsloot vermeld als de norm voor zwemwater of, indien voorgaande norm ontbreekt, de norm voor de basiskwaliteit van de betreffende stof in het oppervlaktewater.

naam stof	max. gemeten concentratie in oppervlaktewater ringsloot in $\mu\text{g/l}$	zwemwater-* of basiskwaliteits- norm ** (lit.24) in $\mu\text{g/l}$
fenolindex	8,5	5 *
EOX	7,2	5 **
benzeen	1	1 **
ethylbenzeen	0,6	1 **
minerale olie	55	300 *
fosfaat	1.400	150 **
ammoniak	3.900	20 **
sulfaat	195.000	100.000 **
chloride	285.000	200.000 **

Tabel 5: Vergelijking van de maximaal gemeten concentratie in het oppervlaktewater van de ringsloot langs de Westkanaalweg met de zwemwater- of basiskwaliteitsnorm.

*Druidelijk, het water
wordt ook afgevoerd naar
A.W.Z.I., er is geen opp. water
dat zij nu niet meer
wanneer van
afgevoerd wordt.*

Uit tabel 5 blijkt dat voor fenol, EOX en de anorganische parameters (fosfaat, ammoniak, sulfaat en chloride) de normen worden overschreden.

Het is moeilijk een schatting te maken van de hoeveelheid oppervlaktewater die men in incidentele gevallen - bijvoorbeeld na een val in de sloot - naar binnen kan krijgen.

Gezien de aard en concentraties van de aangetroffen stoffen wordt desondanks geconcludeerd dat er een gezondheidsrisico bestaat.

7.2.4.2 Ringsloot langs het Heemgebied

In de ringsloot ten noorden van het stort is op één plaats een fenolconcentratie van 5,1 $\mu\text{g/l}$ aangetroffen, een verhoogd sulfaatgehalte van 345 mg/l en een fosfaatgehalte van 2,2 mg/l . Contact met dit slootwater zal slechts incidenteel zijn. Hierdoor en mede gezien het weinig toxische karakter van de genoemde stoffen bij deze concentraties wordt verwacht dat dit water geen risico's voor de volksgezondheid oplevert (zie par. 7.2.2).

7.2.4.3 Kromme Aar

Zoals ook in paragraaf 6.1.4 uiteen is gezet, is het in principe mogelijk dat verontreinigd percolatiewater in de Kromme Aar terechtkomt: direct via drainage aan de Noordzijde van de stort en indirect via de lozing van water uit heemgebied en ringsloot aan zuidwest-zijde. Deze hoeveelheden zijn echter klein vergeleken met het volume en de doorspoeling van de Kromme Aar, zodat als gevolg van sterke verdunning de concentraties van de verontreinigingen laag of beneden de detectiegrens liggen.

Plaatselijk is een verhoging van de fenolindex geconstateerd, die boven de zwemwaternorm uitkomt (zie tabel 5). Opgemerkt wordt dat de fenolindex beïnvloed kan worden door natuurlijke organische verbindingen in het oppervlaktewater.

In de Kromme Aar is ook trichloormethaan geconstateerd in een concentratie van 2,2 µg/l. Dat de gevonden verontreinigingen van de vuilstort afkomstig zijn, is niet zeker. Omdat er niet gezwommen wordt in de Kromme Aar worden geen gezondheidsrisico's verwacht bij contact met dit water.

7.2.4.4 Zeegerplas

Aanvullende analyses van het oppervlaktewater van de Zeegerplas laten op één plaats (bij de monding van de Kromme Aar in de Zeegerplas) een lichte verhoging van het EOX-gehalte zien (1,7 µg/l) welke verklaard kan worden door licht verhoogde gehalten aan tetrachloormethaan en 1,1,1-trichloormethaan. Het EOX-gehalte ligt ruim beneden de basiskwaliteitsnorm. Fenol werd niet geconstateerd in de Zeegerplas.

Gezien de concentraties van de aangetroffen stoffen worden geen effecten op de Volksgezondheid verwacht bij zwemmen in de Zeegerplas. In onderstaand rekenvoorbeeld, zal dit worden aangetoond voor de stof tetrachloormethaan, omdat van deze stof de toxische effecten het best bekend zijn.

Bekend is dat bij zwemmen in oppervlaktewater kleine hoeveelheden zwemwater kunnen worden ingeslikt. In risicoschattingen wordt meestal een hoeveelheid van 50 ml per keer aangehouden (lit. 14). Deze hoeveelheid komt overeen met 1 à 2 slokken. Het is niet ondenkbaar dat vooral kinderen meer water naar binnen krijgen, maar omdat niet alle dagen van het jaar gezwommen wordt in de Zeegerplas, wordt de schatting van 50 ml per dag aangehouden in deze worst-case benadering.

De maximaal gemeten concentratie tetrachloormethaan in de Zeegerplas bedraagt 1 $\mu\text{g}/\text{l}$, hetgeen resulteert in een potentiële opname van 0,05 $\mu\text{g}/\text{dag}$.

Van tetrachloormethaan is bekend dat de opname via het dagelijks voedsel bij een verbruik van 1 kg voedsel per dag 5 μg bedraagt (lit. 20). Via blootstelling aan de gemiddelde buitenluchtconcentraties in Nederland (0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) wordt dagelijks een extra dosis van circa 16 μg van deze stof opgenomen.

De berekende potentiële opname van 0,05 μg bedraagt slechts een fractie van de hoeveelheid die men dagelijks via het voedsel en de ingeademde lucht naar binnen krijgt, zodat er geen gezondheidseffecten zijn te verwachten via inslikken van zwemwater uit de Zeegerplas. Via huidcontact worden nog geringere hoeveelheden van een stof opgenomen in het lichaam, zodat ook voor deze blootstellingswijze geen gezondheidsrisico's aanwezig zijn.

7.2.5. Contactmedium lucht.

Middels verdamping van vluchtige stoffen ,aanwezig in het stortmateriaal of het oppervlaktewater, komen verontreinigingen in de lucht terecht. Via inademing, gevolgd door opname via de longen, kunnen de vluchtige stoffen in het lichaam worden opgenomen. Inname van stofdeeltjes wordt, gezien de geringe concentraties van toxische stoffen in de lucht en bodem, buiten beschouwing gelaten.

Inademing van vluchtige stoffen kan plaatsvinden wanneer men op of in de omgeving van de stort in de buitenlucht verblijft. Maar ook bij graaf- en boorwerkzaamheden kan men in contact komen met vluchtige verbindingen aanwezig in het stortgas. In het laatste geval zijn de concentraties waarmee men in aanraking kan komen vele malen hoger dan in het eerste geval. In bijlage 4 is een berekening uitgevoerd, waarbij op basis van de maximaal gemeten concentraties vluchtige stoffen in het percolatiewater van de stort, de concentraties in het stortgas en in de luchtlaag boven de stort zijn berekend. In tabel 6 zijn deze berekende concentraties nogmaals weergegeven, evenals de bijbehorende MAC-waarden. De MAC-waarde is een bestuurlijk vastgestelde Maximaal Aanvaarde Concentratie van een gas, damp, nevel of stof in de lucht op de werkplek.

naam stof	max. ber. concentr. in stortgas mg/m ³	max. conc. buitenlucht mg/m ³	MAC-waarde in mg/m ³
fenolindex	0,004	1 x10 ⁻⁶	19
benzeen	19 / 1,9	2,8x10 ⁻³	30
tolueen	60	13 x10 ⁻³	375
ethylbenzeen	267	28 x10 ⁻³	435
xylenen	606	69 x10 ⁻³	435
isobutanol	1,8	1,9x10 ⁻³	450
trichl. methaan	187	13 x10 ⁻³	50
tetrachl. meth.	4	2,8x10 ⁻³	12,6
1,2 dichl. eth.	0,05	0,2x10 ⁻³	200
trichloorethaan	3	1,6x10 ⁻³	1080
trichlooretheen	2	0,6x10 ⁻³	190
tetrachlooreth.	9	2,5x10 ⁻³	240

Tabel 6: Vergelijking van de maximaal berekende concentratie van toxische stoffen in het stortgas en in de buitenlucht met de MAC-waarde (zie bijlage 4).

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de berekende concentraties van vluchtige, toxische stoffen in het stortgas (met uitzondering van xylenen) onder de MAC-waarde liggen. De MAC-waarde geldt echter in principe slechts voor blootstelling aan de zuivere stof en is niet zonder meer van toepassing op mengsels van stoffen.

Ook met een eventuele opname van vluchtige verbindingen via de huid is bij het opstellen van de MAC-waarden geen rekening gehouden. Passende veiligheidsmaatregelen worden bij eventuele graaf- en boorwerkzaamheden dan ook noodzakelijk geacht.

De berekende concentraties vluchtige stoffen, die in de lucht boven de stort aanwezig kunnen zijn, zijn eveneens in tabel 6 weergegeven.

Een vergelijking met de MAC-waarde is in dit geval (continue blootstelling) niet zonder meer toegestaan.

Veiligheidshalve wordt in dergelijke gevallen een veiligheidsfactor van 1000 gehanteerd, zodat de MAC-waarde 1000x kleiner wordt. Een vergelijking van de berekende concentraties in de buitenlucht met deze verlaagde MAC-waarde levert geen overschrijdingen op. Gezondheidseffecten worden op grond van de MAC-waarde/1000 niet verwacht, ook niet bij gecombineerde blootstelling aan de verschillende stoffen.

Ter toetsing van de berekende waarden in de buitenlucht (anders dan aan de MAC-waarde) zijn in tabel 7 voor enkele stoffen de gemiddelde achtergrondswaarden in Nederland vermeld (lit 19, 20, 21 en 22). Voor EOX is tetrachloormethaan gekozen als voorbeeldstof.

naam stof	gemiddelde conc. in buitenlucht in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
benzeen	2
tolueen	4
fenol	0,01
tetrachloormethaan	0,83

Tabel 7: Achtergrondconcentraties van enkele toxische stoffen in de buitenlucht

In dit kader dient opgemerkt te worden dat bij de berekening van de concentraties in de buitenlucht verondersteld is dat de aangevoerde lucht "schoon" is, dat wil zeggen geen verontreinigende stoffen (afkomstig van andere bronnen dan de stort) bevat.

De berekende concentratie fenol ligt dan beneden de gemiddelde achtergrondswaarde, uitgaande van het feit dat er geen fenol, afkomstig van andere bronnen, in de lucht aanwezig is. De concentraties van de overige stoffen zijn iets hoger dan de gemiddelde achtergrondswaarden, maar wel beduidend lager dan de achtergrondswaarden die in stedelijk gebied worden aangetroffen. Zo bedraagt de benzeenconc. in Nederlandse steden gem. 2-185 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (lit. 21) en wordt in straten met druk verkeer gemiddeld 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ toluen gemeten (lit 22). De concentraties tetrachloormethaan liggen in de buurt van industriële bronnen tussen de 1,5 en 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De toxicologische grenswaarde voor tetrachloormethaan in de buitenlucht bedraagt 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (lit. 20). Deze getallen bevestigen de eerder getrokken conclusie dat bij blootstelling aan de berekende concentraties vluchtige, toxische stoffen in de buitenlucht geen gezondheidsrisico's verwacht worden.

7.2.6. Inschatting gezondheidsrisico bij gecombineerde blootstelling aan de verschillende contactmedia

In de voorafgaande paragrafen zijn de risico's bepaald, die op kunnen treden bij contact met de media bodem, grondwater, oppervlaktewater en lucht afzonderlijk.

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de vraag wat de risico's zijn bij gecombineerde blootstelling aan de verschillende contactmedia. Aangezien het niet mogelijk is een aantal opnamehoeveelheden (o.a. voor uittredend percolatiewater en oppervlaktewater) afzonderlijk in te schatten is het ook niet mogelijk de gecombineerde blootstelling te kwantificeren. In de meeste contactmedia zijn de concentraties van de verontreinigingen nauwelijks verhoogd ten opzichte van de waarden waaraan men in het dagelijks leven normaal is blootgesteld (zie eveneens de opmerkingen in de voorgaande paragrafen). Bij de gecombineerde blootstelling worden daarom geen extra gezondheidseffecten verwacht. De ringsloot langs de Westkanaalweg en het percolatiewater vormen individueel al een gezondheidsrisico; combinatie van deze contactmedia met anderen uiteraard ook.

7.2.7. Gezondheidsrisico's in geval van calamiteit.

Er is sprake van een calamiteit indien op een bepaald moment de mens of het milieu aan zeer hoge concentraties van verontreinigingen worden blootgesteld. Dit kan optreden indien plotseling de vaten met chemisch afval, die de verontreinigingsbronnen vormen, zouden openbreken.

Bij de meeste verspreidingswegen verloopt het transport geleidelijk waarbij veel menging en verdunning optreedt. Voor de meeste contactmedia is het daarom niet zinvol dergelijke calamiteiten door te rekenen. Met het grondwatermodel is een berekening gemaakt met een uitgangskonzentratie voor benzeen die 100 x zo groot is als de hoogst aangetroffen concentratie in het percolatiewater. Dit had weinig effect op de verspreidingssnelheid in het watervoevende pakket.

Het enige contactmedium waar zich een calamiteit kan voordoen is het uittredende percolatiewater, in het geval dat dichtbij het punt van uittreden vaten zouden openbreken.

7.3 Effecten op de gebruiksfuncties van de stort en omgeving.

In deze paragraaf wordt aangegeven welke gebruiksfuncties van de stort en omgeving bedreigd worden door de verontreinigingssituatie in en rondom de vuilstort. Een aantal van de huidige gebruiksfuncties zijn in de voorafgaande paragrafen reeds ter sprake gekomen, maar worden voor de volledigheid hier nogmaals genoemd.

De stort zelf is als recreatiegebied (golfbaan, wandelpaden) ⁱⁿ In de omgeving van de stort kunnen in de huidige situatie de volgende gebruiksfuncties worden onderscheiden (zie ook figuur 9):

- woonwijk
- weiland (veeteelt)
- glastuinbouw
- volkstuinen
- recreatie
- waterrecreatie (zwemmen, surfen, roeien, vissport)
- golfbaan (in aanleg)
- kinderboerderij
- midgetgolfbaan
- wandelpark

Op de golfbaan ontbreekt op enkele plaatsen in het talud van de voormalige stort de afdeklaag. Alhoewel middels bodemonderzoek is geconstateerd dat er in de bovenste bodemlaag geen stoffen voorkomen die een gevaar op kunnen leveren voor de volksgezondheid is er niettemin sprake van een visuele verontreiniging (met name plastics).

Het percolatiewater, dat op enkele plaatsen uittreedt onderaan het talud van de stort, vormt in de eerste plaats een gezondheidsrisico. Daarnaast is er ook sprake van een visuele verontreiniging voor recreanten en omwonenden.

Uit verspreidingsonderzoek van het grondwater blijkt dat de gebruiksfuncties van de omgeving van de stort niet bedreigd worden via het grondwater.

Het verspreidingsmodel heeft namelijk aangetoond dat het vuilfront via het eerste watervoerend pakket slechts langzaam opschuift in noordelijke tot noordoostelijke richting en er de komende 100 jaar geen opkwalling van verontreinigd grondwater is te verwachten.

Verder heeft het onderzoek naar de verspreidingsmechanismen en verontreinigingssituatie van het oppervlaktewater aangetoond dat de (m.u.v. het water van de ringsloot rondom de stort) beïnvloeding van het oppervlaktewater in de omgeving van de vuilstort gering is. De waterrecreatie wordt niet bedreigd.

Luchtberekeningen en -metingen hebben voorts aangetoond dat in de lucht op de voormalige vuilstort (het huidige golfterrein) en in de omgeving van de stort geen concentraties van toxische stoffen aanwezig zijn die een gevaar op kunnen leveren voor de volksgezondheid.

Desalniettemin zijn er momenteel klachten van omwonenden over stankoverlast die veroorzaakt kan worden door de vuilstort en de ringsloot langs de Westkanaalweg. Het is ook mogelijk dat de stank te wijten is aan de afvalwaterzuiveringsinstallatie of bemesting van weilanden.

Ten aanzien van potentiële gebruiksfuncties van het gebied wordt het volgende opgemerkt:

Het verontreinigde grondwater vormt weliswaar geen gevaar voor de volksgezondheid, maar er is wel sprake van aantasting van een potentiële drinkwaterbron. Het diepere grondwater vormt in Nederland namelijk een belangrijke bron van schoon drinkwater. Zoet grondwater van goede kwaliteit wordt bovendien een steeds schaarser goed. In die zin kan men spreken van een nadelige beïnvloeding van de grondwatervoorraad in de toekomst.

7.4. Risico's voor de flora en fauna

7.4.1. Algemeen

In deze paragraaf wordt aangegeven wat de effecten op de levende natuur zijn van de aangetroffen verontreinigingen in de verschillende milieucompartimenten.

Aangezien er nog vrij weinig bekend is omtrent de invloed van verontreinigende stoffen op de flora en fauna (resp. planten- en dierenwereld) zal de effectvoorspelling een globaal karakter hebben.

Een inventarisatie van de bestaande toestand van het milieu paste niet in het kader van het onderzoek. Wel is informatie ingewonnen over het heemgebied " de Kromme Aar" (lit. 12).

Dit grotendeels aangelegde natuurgebied (grootte ca. 8 ha) is gelegen direct naast de voormalige stortplaats en vertegenwoordigt zowel een natuur-wetenschappelijke waarde als een recreatieve waarde.

De naam heemgebied duidt erop dat in het gebied plantensoorten groeien, die in de streek, waarin het heemgebied is gelegen van nature thuis horen. De begroeiing bevindt zich (met name in het zuid-oostelijk deel dat pas in de beginjaren '80 is aangelegd) nog in een ontwikkelingsstadium. De grondwaterspiegel ligt vrij hoog. Het oostelijk deel staat in de winterperiode zelfs grotendeels onder water en in de zomer staat het water tot aan het maaiveld. Het betreft hier vrij voedselrijk water. Bij de effectvoorspelling zal onder meer in worden gegaan op de vraag of er sprake is van beïnvloeding van het heemgebied met verontreinigingen afkomstig van de vuilstort via het grond- danwel oppervlaktewater.

In het navolgende worden de effecten op de flora en fauna beschreven. Hierbij is een onderscheid gemaakt in beïnvloeding via de bodem, het grondwater en oppervlaktewater. Lucht is buiten beschouwing gelaten, gezien de geringe concentraties, die in de lucht berekend zijn.

7.4.2. Effecten op flora en fauna via de bodem

De bovenste bodemlaag (0-0.2m -M.V.) op het golfterrein is niet verontreinigd met toxische stoffen in concentraties boven de B-waarde. De begroeiing bestaat uit gras met aangeplant struikgewas.

Effecten op de flora en fauna worden niet verwacht. Wel ontbreekt op een aantal plaatsen in het talud van de voormalige stortplaats de afdeklaag en is allerlei vuil (met name plastics) aan de oppervlakte zichtbaar. Vooral de plastics kunnen voor vogels en op de bodem levende organismen schadelijk zijn, aangezien ze niet verteerbaar zijn.

7.4.3. Effecten op flora en fauna via het grondwater

Bij risico-beoordelingen voor het natuurlijk milieu wordt er in het algemeen van uitgegaan dat verspreiding van de verontreinigingen nadelig is voor het milieu, zonder daarbij aan te geven welke organismen nu precies bedreigd worden.

Ook in deze risico-evaluatie wordt dit uitgangspunt gehanteerd. Voorts wordt specifiek ingegaan op de vraag of er sprake kan zijn van beïnvloeding van het Heemgebied " de Kromme Aar" via het grondwater.

Het is vooral het diepe grondwater dat wordt beïnvloed door het infiltrerende percolatiewater uit de stort. Omdat de verontreinigingen zich slechts langzaam verspreiden in het eerste watervoerend pakket kan gesteld worden dat er momenteel geen nadelige effecten op flora en fauna zijn via deze weg. Zelfs over 100 jaar kwelt het verontreinigd grondwater nog niet op in de diepe polders ten noorden van de vuilstort.

Het freatische ondiepe grondwater in de polders rondom de vuilstort kan niet worden beïnvloed door het percolatiewater (zie par. 6.2).

Ook wordt verwacht dat het ondiepe grondwater in het Heemgebied niet door de vuilstort wordt verontreinigd. De kwaliteit van het grondwater zal daar bepaald worden door de neerslag en het water dat vanuit de Kromme Aar wordt ingelaten.

Geconcludeerd wordt dat via het grondwater flora en fauna niet nadelig beïnvloed worden als gevolg van verontreinigingen van de vuilstort.

7.4.4. Effecten op flora en fauna via het oppervlaktewater

Wat betreft de ringsloot langs de Westkanaalweg worden de effecten op flora en fauna niet in beschouwing genomen. Deze sloot is bedoeld als drainagemiddel van het percola-

tiewater, zodat het niet zinvol is de waterkwaliteit te toetsen aan ecologische normen.

In de Kromme Aar en in de ringsloot langs het Heemgebied is plaatselijk een verhoogd fenolgehalte gemeten. Deze concentratie ligt boven de basiskwaliteitsnorm van 5 $\mu\text{g/l}$.

Het is bekend dat fenol bij langdurige blootstelling, al bij relatief lage concentraties (1-10 $\mu\text{g/l}$), toxisch kan zijn voor waterorganismen (lit. 19). Zoals al eerder opgemerkt, is het mogelijk dat het gemeten fenolgehalte verhoogd is ten gevolge van natuurlijk aanwezige organische componenten in het water. Dientengevolge kunnen geen uitspraken gedaan worden omtrent eventuele risico's voor de waterorganismen.

Tenslotte wordt opgemerkt dat er in de ringsloot langs het Heemgebied anorganische parameters licht verhoogd zijn, wat kan leiden tot eutrofiëringsverschijnselen in de sloot.

8. CONCLUSIES

8.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk zijn de voornaamste conclusies weergegeven die op basis van de risico-evaluatie getrokken kunnen worden. Hierbij is een onderscheid gemaakt in conclusies met betrekking tot de risico's die aanwezig zijn in de huidige situatie en risico's welke zich voor kunnen doen in de toekomst.

Bij de bespreking van de risico's is dezelfde onderverdeling aangehouden als in de voorgaande hoofdstukken, te weten:

- risico's voor de volksgezondheid;
- effecten ten aanzien van gebruiksfuncties van de stort;
- effecten op flora en fauna.

8.2 BESTAANDE SITUATIE

8.2.1 Gezondheidsrisico's

Geconcludeerd wordt dat in de bestaande situatie blootstelling aan de volgende contactmedia gezondheidsrisico's met zich meebrengt:

- het percolatiewater dat oppervlakkig optreedt in de taluds van de stort;
- het percolatiewater in de stort (bij graaf- en boorwerkzaamheden);
- het oppervlaktewater van de ringsloot langs de Westkanaalweg.

Het diepe grondwater, waarin verontreinigingen zich verspreiden, levert geen gezondheidsrisico op.

8.2.2 Effecten ten aanzien van de gebruiksfuncties van de stort en omgeving

Met betrekking tot de effecten op de huidige gebruiksfuncties van de stort en omgeving wordt het volgende geconcludeerd:

- het huisvuil en puin dat zichtbaar aan de oppervlakte ligt in het talud van de stort op plaatsen waar de afdeklaag ontbreekt vormt een visuele verontreiniging voor recreanten en omwonenden;
- het uittredend percolatiewater in het talud van de stort vormt behalve een gezondheidsrisico ook een visuele verontreiniging;
- de ringsloot aan de Westkanaalweg kan een oorzaak zijn van de stankoverlast die af en toe door omwonenden wordt geconstateerd.

8.2.3 Effecten op flora en fauna

Ten aanzien van effecten op de flora en fauna worden de volgende conclusies getrokken:

- de plastics die zichtbaar zijn in het talud van de stort kunnen een nadelig effect hebben op, met name, vogels en op de bodem levende organismen;
- de verspreiding van verontreinigingen die plaatsvindt naar het diepe grondwater wordt in zijn algemeenheid als ongewenst beschouwd, ook al zijn er geen directe, negatieve effecten op de flora en fauna aan te geven.

8.3 TOEKOMSTIGE SITUATIE

8.3.1 Gezondheidsrisico's

Met betrekking tot de gezondheidsrisico's, die zich in de toekomst kunnen voordoen, wordt het volgende opgemerkt:

- de gezondheidsrisico's die in de huidige situatie geconstateerd zijn zullen, indien geen maatregelen getroffen worden, ook in de toekomst aanwezig zijn, aangezien de concentraties van verontreinigingen in de vuilstort niet snel af zullen nemen;
- zonder maatregelen kan door verdere erosie van het talud in de toekomst mogelijkwijs chemisch afval aan de oppervlakte komen, hetgeen een bedreiging kan vormen voor de volksgezondheid;
- indien eventuele vaten met chemisch afval lek raken nabij plaatsen waar percolatiewater oppervlakkig uittreedt, kunnen de concentraties van toxische stoffen in dit water toenemen, wat een groter risico voor de volksgezondheid inhoudt;
- de komende 100 jaar zal het verontreinigde diepe grondwater niet opwellen in de dieper gelegen polders en zijn er derhalve via het diepe grondwater geen risico's te verwachten.

8.3.2 Effecten ten aanzien van de gebruiksfuncties van de stort en omgeving

Ook ten aanzien van de gebruiksfuncties wordt opgemerkt dat de bestaande effecten voortduren in de toekomst, indien geen maatregelen getroffen worden.

Voorts wordt het volgende geconcludeerd:

- er is op lange termijn sprake van een nadelige beïnvloeding met verontreinigingen van het diepere grondwater, indien dit beschouwd wordt als een potentiële toekomstige bron voor de drinkwatervoorziening, landbouw en industrie.

8.3.3 Effecten op flora en fauna

Met betrekking tot de flora en fauna geldt eveneens dat de risico's die in de huidige situatie geconstateerd zijn, zich bij achterwege blijven van maatregelen, ook in de toekomst zullen voordoen.

Tenslotte wordt geconcludeerd dat:

- de beïnvloeding met verontreinigingen uit de stort van het oppervlakte- en grondwater in de diepergelegen polders in ieder geval niet gedurende de eerste 100 jaar plaats zal vinden.

Literatuurlijst

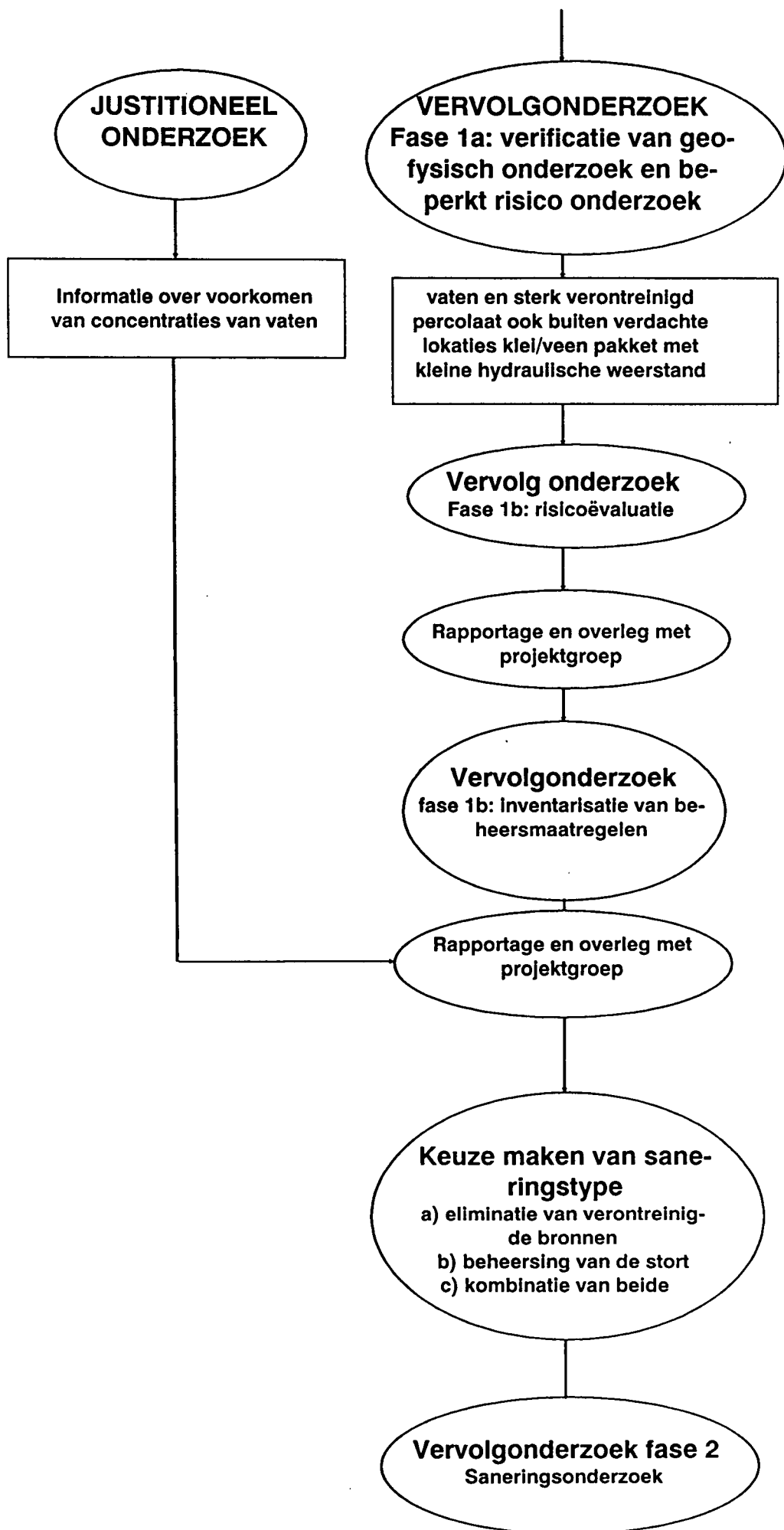
1. Arbeidsinspectie
Nationale MAC-lijst 1986, P145
Ministerie Sociale Zaken, Voorburg 1986
2. Bolt, G.H.
College Chromatografie
Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding
Landbouw Universiteit (LU) Wageningen, najaar 1986
3. Bos, M.M. en B. Riemeijer
Kolomexperimenten, onderzoek naar teruggediffusie, dispersie,
transport van reactieve componenten en retardatie
Vakgroep Cultuurtechniek, LU Wageningen, 1985
4. Copius Peereboom, J.W. en J.H.J. Copius Peereboom-Stegeman
"Model voor de evaluatie van het gezondheidsrisico bij
bodemsanering"
Milieu I, 1986/3
5. Copius Peereboom, J.W. en L. Reijnders
"Hoe gevaarlijk zijn milieugevaarlijke stoffen?"
Boom, Meppel Amsterdam 1986
6. Cox, J.P.P.
Stiwaco: Een tweedimensionaal grondwaterkwaliteitssoftware-
pakket
Vakgroep Cultuurtechniek, LU Wageningen, april 1988
7. IWACO B.V.
Nader onderzoek vuilstortplaats Coupépolder te Alphen aan
den Rijn
Rapportnummer 1112, september 1985
8. IWACO B.V.
Monitoring vuilstortplaats Coupépolder te Alphen aan den
Rijn
Rapportnummer 1228, april 1987

9. IWACO B.V.
Stiwaco, "the programme for the solute transport simulation", User's guide part 1, 2, 3 and 4, august 1987
10. IWACO B.V.
Vervolgonderzoek Coupépolder Alphen aan den Rijn
fase 1a, Interimrapport
Rapportnummer 1724, oktober 1988
11. IWACO B.V.
Vervolgonderzoek Coupépolder Alphen aan den Rijn
Voorstel fase 1b; Risico-evaluatie en inventarisatie an
beheersmaatregelen
Rapportnummer 1804, januari 1989
12. IVN Alphen aan den Rijn
Heemgebied De Kromme Aar
Gebiedsstudie, IVN, 1987
13. Karickhoff, S.W.
Organic pollutant sorption in aquatic systems
Journal of Hydrology, Eng., Vol. 10
Not, P707, 1984
14. Matser, Eco en F. Hendriks
Gezondheidsrisico's bij bodemverontreiniging
Chemiewinkel Universiteit van Amsterdam, 1987
15. Monteith, J.L.
Principles of Environmental Physics
Edward Arnold, London, 1975
16. Olce, T.R.
Boundary Layer Climates
Methuen and co. Ltd. London, 1978

17. International Sanitary Landfill Symposium
Conference paper, Trace composition of Landfill gas
Caglioss, 1987
18. Rettenberger, G.
International Sanitary Landfill Symposium
Conference paper, Trace composition of Landfill gas
Caglioss, 1987
19. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
Criteriadocument fenol
Rapportnummer 738513002, RIVM Bilthoven, 1986
20. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
Criteriadocument tetrachloormethaan
Rapportnummer 738513005, RIVM Bilthoven, 1986
21. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
Integrated criteria document benzene
Rapportnummer 758476003, RIVM Bilthoven, 1988
22. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
Integrated criteria document toluene
Rapportnummer 758473010, RIVM Bilthoven, 1988
23. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
"De mogelijke effecten op de huid van in waterbodems
aanwezige verontreinigingen bij blootstelling in de recrea-
tieve situatie"
Rapportnummer 678803 001, RIVM Bilthoven, 1988
24. Staarink T. en P. Hakkenbrak
Het contaminantentboekje
Staatsuitgeverij 's-Gravenhage, 1984
25. Stuyfzand P.J.
Een nieuwe hydrochemische classificatie van watertypen met
Nederlandse voorbeelden van toepassing.
H₂O, nummer 23, pagina 562, 1986.

26. Tweede Kamer der Staten-Generaal
Indicatief Meerjaren Programma Water 1985-1989
Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1985
27. Wijnen, J.H. van
Beoordeling van het gezondheidsrisico bij een geval van
bodemverontreiniging (Volgermeerpolder)
Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde, 60, 1982, nr. 21
28. Wijnen, J.H. van en A. Stijkel
Beoordeling van het gezondheidsrisico van de bodemveront-
reiniging Steendijkpolder-zuid, Maassluis
Sector Volksgezondheid en Milieu GG & GD Amsterdam, 1985

FIGUREN



Figuur 1: Onderzoeksschema

Zuid

Noord

Noord- en
Zuideinderpolder

Aarkanaal

Ringsloot

Vuilstort

Ringsloot

Heemgebied

Kromme Aar

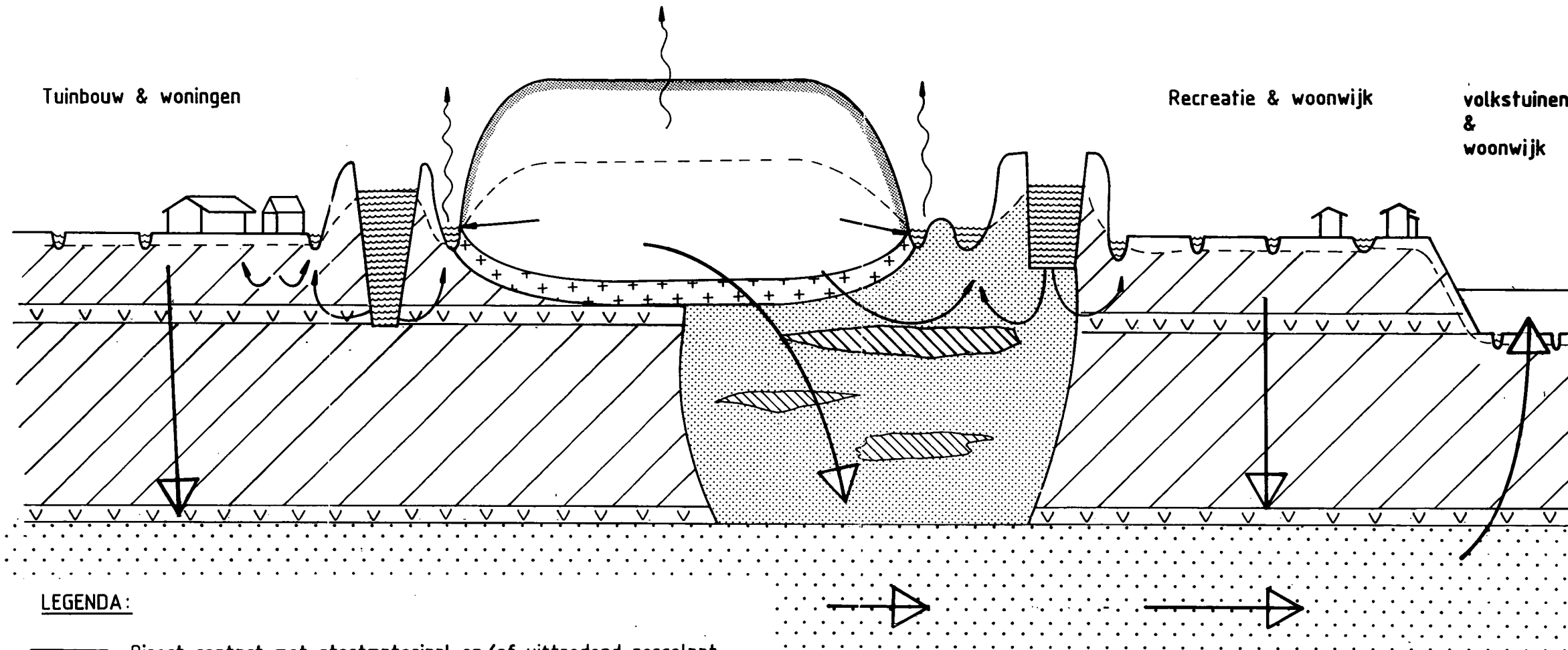
Polder
Oudshoorn

Polder
Vierambacht



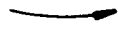

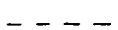
Tuinbouw & woningen




Recreatie & woonwijk

volkstuinten
&
woonwijk



LEGENDA:

-  Direct contact met stortmateriaal en/of uitredend percolaat
-  Verdamping van vluchtige stoffen uit stortmateriaal en opp.water
-  Verspreiding van verontreinigingen naar oppervlaktewater
-  Verspreiding van verontreinigingen in grondwater
-  Grondwaterspiegel

-  Holocene klei- en veenlagen
-  Zanderige geulafzettingen
-  Zanden van 1^{ste} watervoerende pakket

Opdrachtgever

Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering.

Project

Vervolgonderzoek vuilstort
Coupèpolder Fase 1B.

Getekend

SW

Figuurnummer

2

Gezien

KG

Datum

04-'89

Tekeningnummer

1804-2

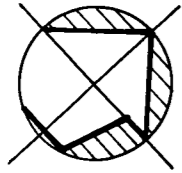
IWACO

Adviesbureau voor water en milieu





Postbus 183, 3000 AD Rotterdam
Schiekade 189, Rotterdam
Telefoon (010) 4.241.641

Omschrijving

Schematisch profiel over de vuilstort.

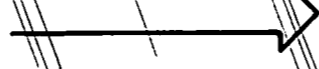


LEGENDA:

-  deels ontbrekende deklaag met zwerfvuil
-  uittredend percolaatwater
-  monstername uittredend percolaat
-  handboring no 1



windrichting tijdens
monstername lucht



X lucht
monster

Oprachtgever
Provincie Zuid Holland afdeling Bodemsanering

Project
**Vervolgonderzoek vuilstort
Coupé polder Fase 1B**

Omschrijving
Veldinspectie vuilstort.

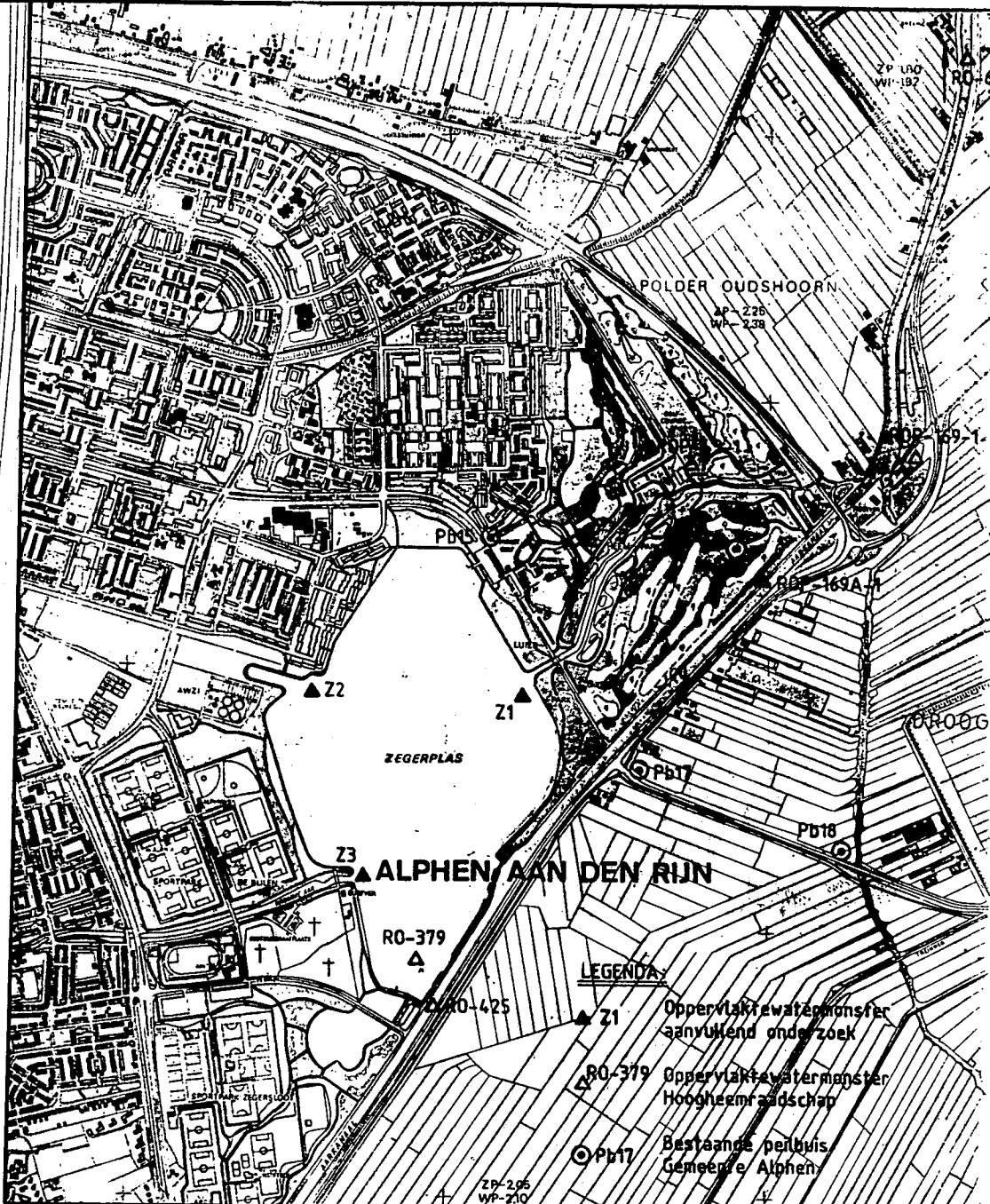
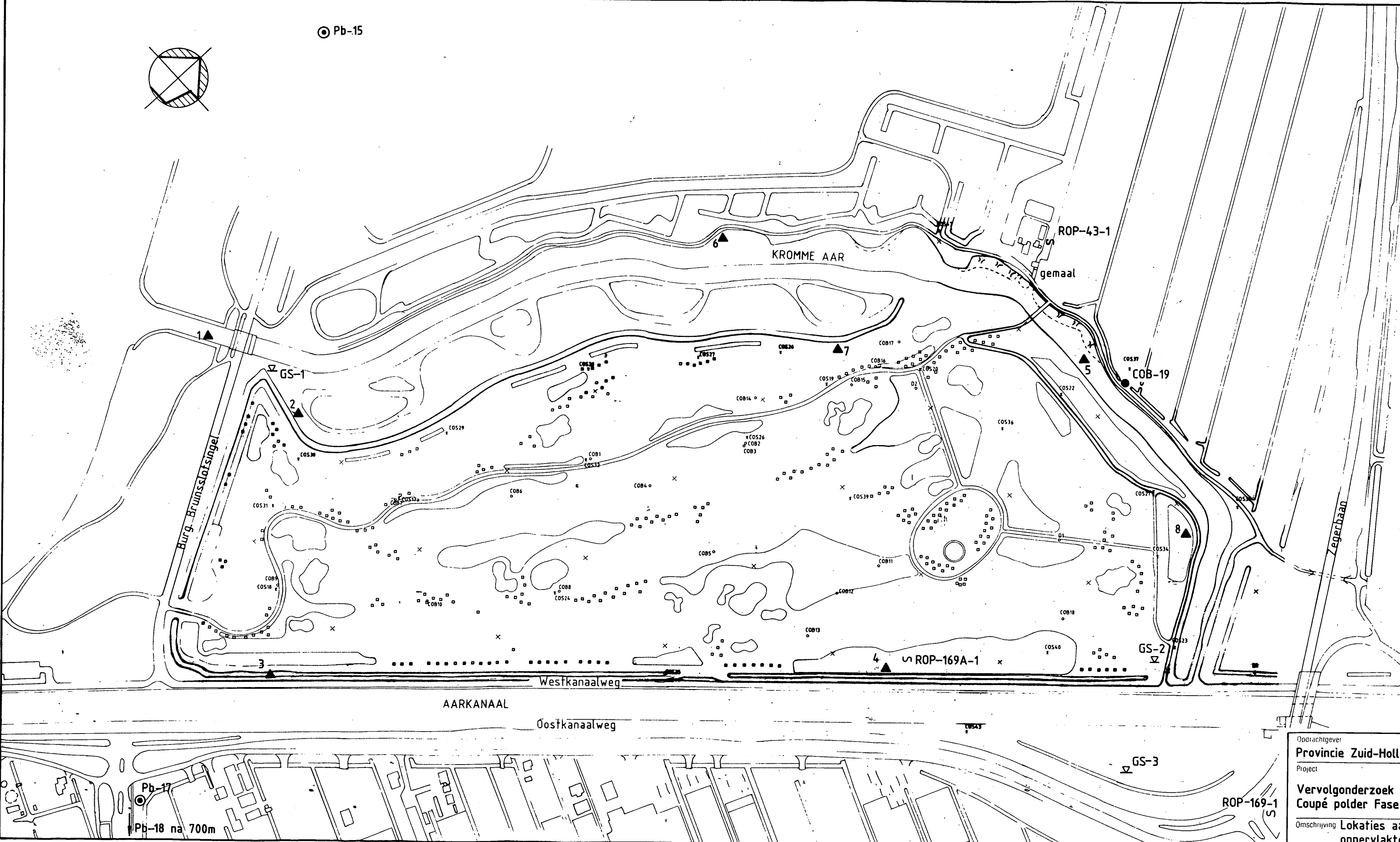
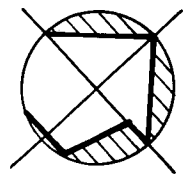
Getekend
SW
Figuurnummer
3

Gezien
KG
Datum
04-'89

Tekeningnummer
1804-3

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Postbus 183, 3000 AD Rotterdam
Schiedakade 189, Rotterdam
Telefoon (010) 4.241.641

Pb-15



LEGENDA:

- boring
- ⊙ boring met peilbuis
- ▽ sondering
- ▲ oppervlaktewatermonster onderzoek fase 1A



Oprichtgever
Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering
 Project
Vervolgonderzoek vuilstort Coupé polder Fase 1B
 Omschrijving **Lokaties aanvullende boringen, sonderingen en oppervlaktewatermonsters.**

Getekent
SW
 Figuurnummer
4

Gezien
KG
 Datum
04-'89
 Tekeningnummer
1804-4

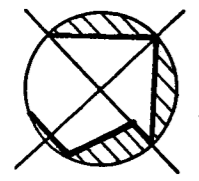
IWACO
 Adviesbureau voor water en milieu
 Postbus 183 3000 AD Rotterdam
 Schiedakade 189, Rotterdam
 Telefoon (010) 4241.641

Pb-17
 Pb-18 na 700m

ROP-169-1

Pb-15

933

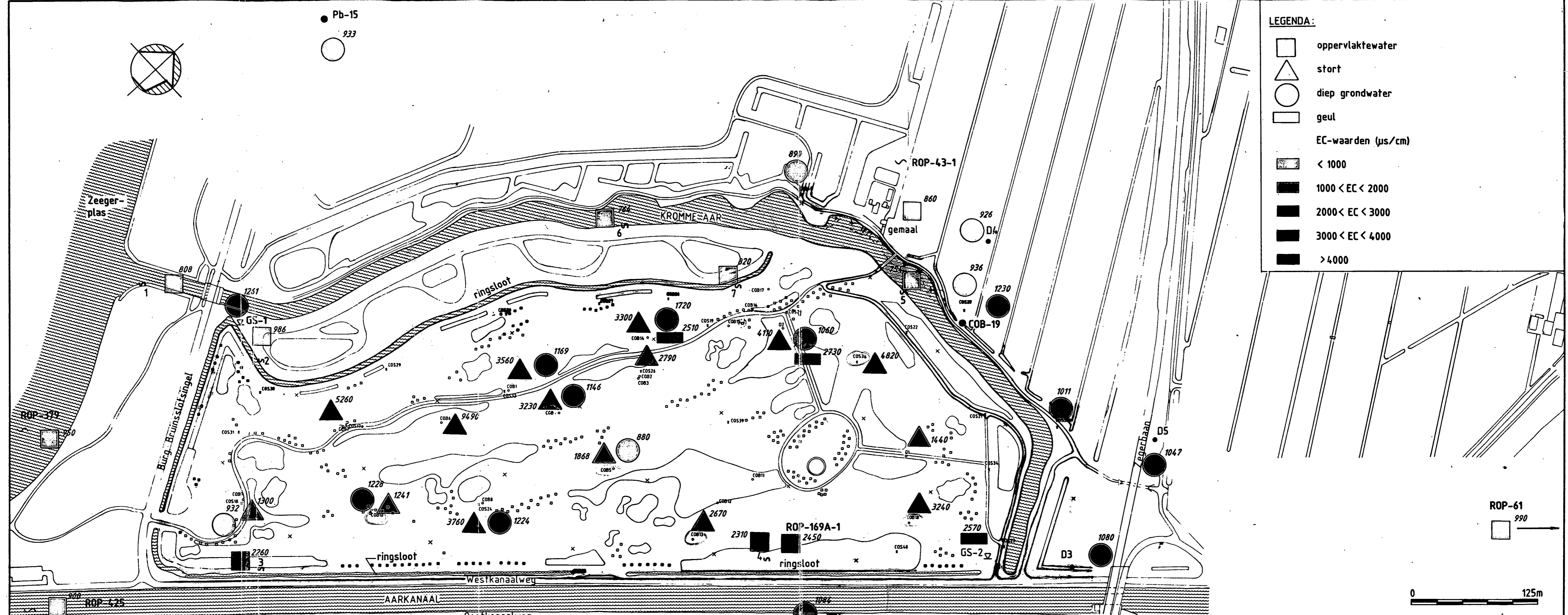


LEGENDA:

- oppervlaktewater
- stort
- diep grondwater
- geul

EC-waarden (µs/cm)

- < 1000
- 1000 < EC < 2000
- 2000 < EC < 3000
- 3000 < EC < 4000
- > 4000



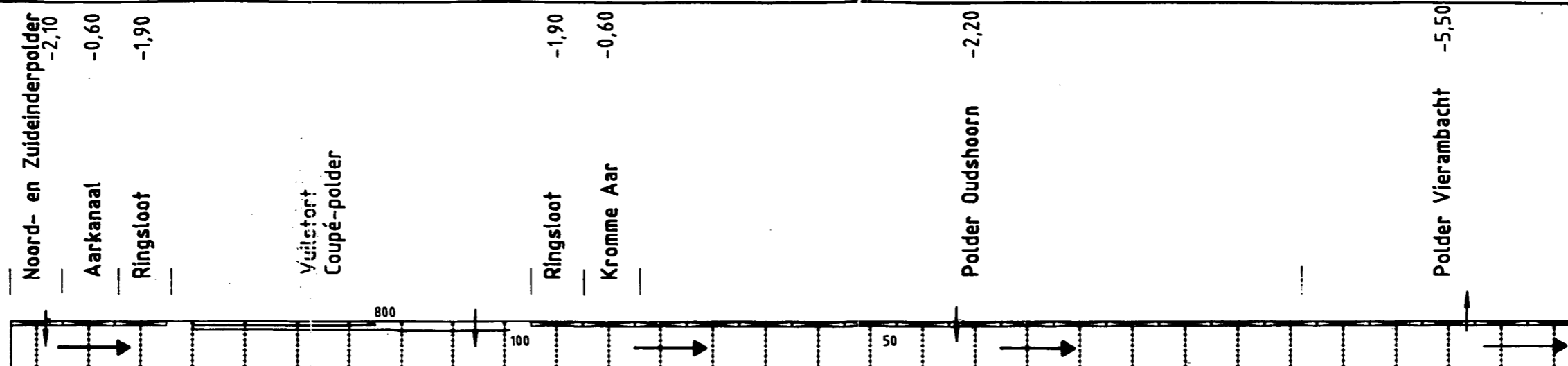
Oprachtgever
Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering
 Project
**Vervolgonderzoek vuilstort
 Coupé polder Fase 1B**
 Omschrijving
Geleidbaarheid van grond- en oppervlaktewater

Getekend
SW
 Figuurnummer
5

Gezien
MB
 Datum
04-'89
 Tekeningnummer
1804-5

IWACO
 Adviesbureau voor water en milieu
 Postbus 183, 3000 AD Rotterdam
 Schiekade 189, Rotterdam
 Telefoon (010) 4.241.641

918
 Pb-17
 Pb-18 na 700m



situatie 1988



situatie 2013 (na 25 jaar)



situatie 2038 (na 50 jaar)



situatie 2088 (na 100 jaar)

0 horizontale schaal 250m

0 verticale schaal 250m

Zie ook 965 µg/l.

LEGENDA:

- concentratie ZINK : mg/l *µg/l*
- + : centrum van een gridcel
- : inaktieve gridcel

- peilen in meters t.o.v. NAP
- : grondwaterstroming

Oprachtgever
 Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering

Project
 Coupé polder Alphen a/d Rijn
 STIWACO-grondwaterkwaliteitsmodel

Omschrijving
 Isoconcentratielijnen zink in grondwater

Getekend
SW

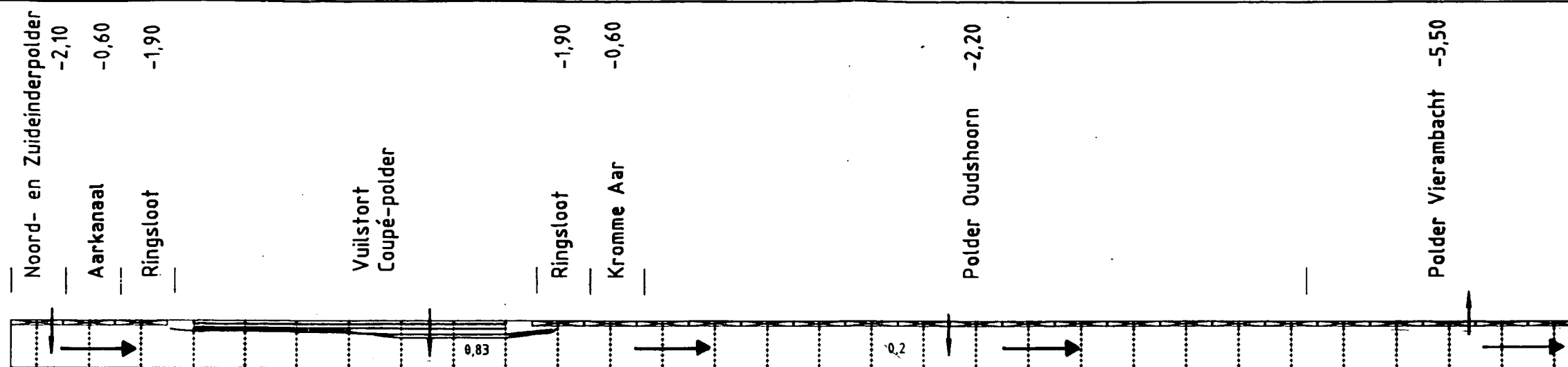
Figuurnummer
 6

Gezien
MB

Datum
04-'89

Tekeningnummer
1804-6

IWACO
 Adviesbureau voor water en milieu
 Postbus 183, 3000 AD Rotterdam
 Schiekade 189, Rotterdam
 Telefoon (010) 4.241.641



situatie 1988



situatie 2013 (na 25 jaar)



situatie 2038 (na 50 jaar)



situatie 2088 (na 100 jaar)

Be = 83 µg/l

0 horizontale schaal 250m

0 verticale schaal 250m

LEGENDA:

- concentratie BENZEEN : $\mu\text{g/l}$
 + : centrum van een gridcel
 : inaktieve gridcel
- peilen in meters t.o.v. NAP
 → : grondwaterstroming

Opdrachtgever
 Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering

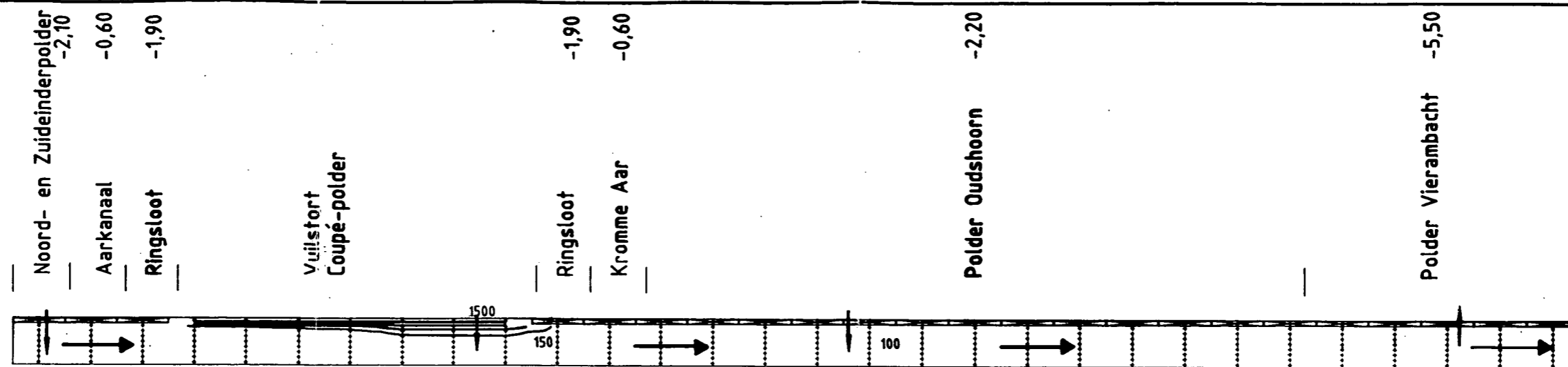
Project
 Coupé polder Alphen a/d Rijn
 STIWACO-grondwaterkwaliteitsmodel

Omschrijving
 Isoconcentratielijnen benzeen in grondwater

Getekend
 SW
 Figuurnummer
 7

Gezien
 MB
 Datum
 04-'89
 Tekeningnummer
 1804-7

IWACO
 Adviesbureau voor water en milieu
 Postbus 183, 3000 AD Rotterdam
 Schiekade 189, Rotterdam
 Telefoon (010) 4.241.641



situatie 1988



situatie 2013 (na 25 jaar)



situatie 2038 (na 50 jaar)



situatie 2088 (na 100 jaar)

0 horizontale schaal 250m

0 verticale schaal 250m

LEGENDA:

concentratie CHLORIDE: mg/l

+ : centrum van een gridcel

▨ : inactieve gridcel

peilen in meters t.o.v. NAP

→ : grondwaterstroming

Opdrachtgever

Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering

Project

Coupé polder Alphen a/d Rijn
STIWACO-grondwaterkwaliteitsmodel

Omschrijving

Isoconcentratielijnen chloride in grondwater

Getekend

SW

Figuurnummer

8

Gezien

MB

Datum

04-'89

Tekeningnummer

1804-8

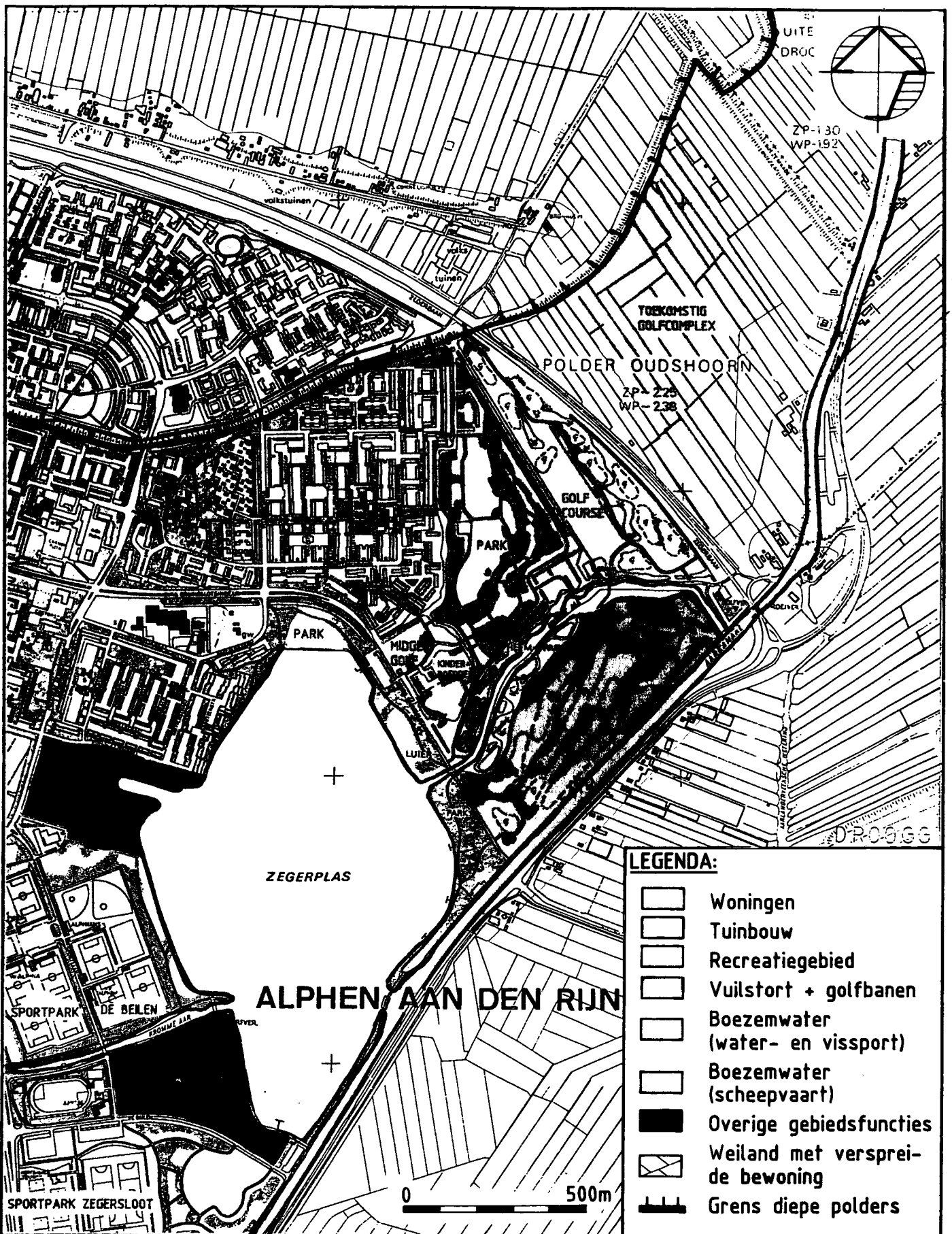
IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 183, 3000 AD Rotterdam

Schiekade 189, Rotterdam

Telefoon (010) 4.241.641



Opdrachtgever Provincie Zuid-Holland
afdeling Bodemsanering

Project

Risico evaluatie
en inventarisatie beheersmaatregelen.

Omschrijving

Gebruiksfuncties van vuilstort en omgeving.

Getekend

RVD

Figuurnummer

9

Gezien

KG

Datum

01-'89

Tekeningnummer

1804-9

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 183, 3000 AD Rotterdam

Schiekade 189, Rotterdam

Telefoon (010) 4.241.641

BIJLAGEN

BIJLAGE 1

Analyses van grondmonsters en
percolatiewater

890819/1804

07/03/89

Monsterkode: 1 . Grond 1 (0,0 - 0,2 m -mv)
 2 . Grond 2 (0,0 - 0,2 m -mv)
 3 . Grond 3 (0,0 - 0,2 m -mv)

4 . Grond 4a (0,0 - 0,2 m -mv)
 5 . Grond 4b (0,2 - 0,5 m -mv)
 6 . Grond 7 (0,0 - 0,2 m -mv)

) *identiek*

Type monster(s): Grondmonster

Monsterkode :

Parameter eenheid

1 .

2 .

3 .

4 .

5 .

6 .

Parameter	eenheid	1 .	2 .	3 .	4 .	5 .	6 .
Droge stof	%	73	72	74	59	61	65
Cyanide (tot. vlgns. VPR)	mg/kgds	1,8	1,8	1,8	2,3	2,4	2
<i>20-30</i> Arseen	mgAs/kgds	8,9	7,6	7,4	10	9,7	11
<i>1-5</i> Cadmium (vlam)	mgCd/kgds	2,3	1,9	2	2	1,9	1
<i>100</i> Chroom (vlam)	mgCr/kgds	28	25	25	29	29	14
<i>50</i> Koper (vlam)	mgCu/kgds	14	15	12	19	13	6,1
<i>0,5</i> Kwik	mgHg/kgds	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
<i>50</i> Lood (vlam)	mgPb/kgds	24	31	21	39	17	15
<i>50</i> Nikkel (vlam)	mgNi/kgds	23	21	20	23	26	12
<i>200</i> Zink	mgZn/kgds	62	71	52	77	58	33
Minerale olie (IR)	mg/kgds	32	27	25	46	19	53
<u>Vluchtige aromatische k.w.</u>							
Benzeen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Toluveen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Ethylbenzeen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Xylenen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
<u>Polycyclische aromatische k.w.</u>							
<i>1-20</i> Paks totaal	mg/kgds	1,6	2,5	1,9	2,1	2,9	3,3
6 van Borneff	mg/kgds	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,9
Fluorantheen	* mg/kgds	0,07	0,13	0,12	0,01	0,06	0,64
Benzo(a)pyreen	* mg/kgds	0,02	0,03	0,05	0,04	0,03	0,07
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,15	0,02	0,06	0,11	0,19	0,11
Benzo(k)fluorantheen	* mg/kgds	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03
Benzo(ghi)peryleen	* mg/kgds	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	* mg/kgds	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Acenaftheen	mg/kgds	0,07	0,62	0,03	0,03	0,03	0,9
Acenaftyleen	mg/kgds	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Anthraceen	* mg/kgds	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Benzo(a)anthraceen	* mg/kgds	0,01	0,07	0,01	0,01	0,02	0,1
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	1,1	1,1	1,3	1,6	2,4	0,5
Chryseen	* mg/kgds	0,01	0,03	0,04	0,07	0,01	0,17
Fenanthreen	* mg/kgds	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,06
Fluoreen	mg/kgds	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Naftaleen	* mg/kgds	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pyreen	mg/kgds	0,04	0,19	0,17	0,03	0,02	0,64
* Paks 10 van Vrom	mg/kgds	0,2	0,6	0,3	0,2	0,2	1,1

Monsterkode: 7 . Grond 8 (0,0 - 0,2 m -mv)
 8 . Grond 9 (0,0 - 0,2 m -mv)
 9 . Grond 10 (0,0 - 0,2 m -mv)

Type monster(s): Grondmonster

Monsterkode		7 .	8 .	9 .
Parameter	eenheid			
Droge stof	%	64	60	67
Cyanide (tot. vlgns. VPR)	mg/kgds	3,1	2,1	1,0
Arseen	mgAs/kgds	3,7	1	9,2
Cadmium (vlam)	mgCd/kgds	1,6	2,4	2,2
Chroom (vlam)	mgCr/kgds	22	31	33
Koper (vlam)	mgCu/kgds	13	14	15
Kwik	mgHg/kgds	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Lood (vlam)	mgPb/kgds	33	24	16
Nikkel (vlam)	mgNi/kgds	19	26	28
Zink	mgZn/kgds	56	67	83
Minerale olie (IR)	mg/kgds	60	16	30
<u>Vluchtige aromatische k.w.</u>				
Benzeen	mg/kgds	0,1	< 0,02	< 0,02
Tolueen	mg/kgds	1	< 0,02	< 0,02
Ethylbenzeen	mg/kgds	0,10	< 0,02	< 0,02
Xylenen	mg/kgds	0,39	< 0,05	< 0,05
<u>Polycyclische aromatische k.w.</u>				
Paks totaal	mg/kgds	4,6	11	2,7
6 van Borneff	mg/kgds	0,5	0,2	0,2
Fluorantheen	* mg/kgds	0,01	0,01	0,05
Benzo(a)pyreen	* mg/kgds	0,04	0,02	0,01
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,1	0,14	0,09
Benzo(k)fluorantheen	* mg/kgds	0,03	0,01	0,01
Benzo(ghi)peryleen	* mg/kgds	0,17	0,02	0,02
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	* mg/kgds	0,12	0,01	0,01
Acenaftheen	mg/kgds	1,1	0,03	0,02
Acenafthyleen	mg/kgds	0,02	0,02	0,02
Anthraceen	* mg/kgds	0,12	0,01	0,04
Benzo(a)anthraceen	* mg/kgds	0,11	0,01	0,01
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	1,3	10,2	2,3
Chryseen	* mg/kgds	0,02	0,01	0,01
Fenanthreen	* mg/kgds	0,87	0,01	0,01
Fluoreen	mg/kgds	0,28	0,02	0,02
Naftaleen	* mg/kgds	0,3	0,02	0,02
Pyreen	mg/kgds	0,02	0,02	0,05
* Paks 10 van Vrom	mg/kgds	1,8	0,2	0,3

0,01 - 0,5
 0,05 - 3
 0,05 - 5
 0,05 - 5

1-20

Monsterkode: 7 . Grond 8 (0,0 - 0,2 m -mv)
8 . Grond 9 (0,0 - 0,2 m -mv)
9 . Grond 10 (0,0 - 0,2 m -mv)

Type monster(s): Grondmonster

Monsterkode	:		7 .	8 .	9 .
Parameter	eenheid		-----	-----	-----
Fenol-index	mg/kgds		0,4	0,03	0,02
EOX	mg/kgds		1	1	0,8

Monsterkode: 10 . Slib 5 (0,0 - 0,2 m -mv)
 11 . Slib 6 (0,0 - 0,2 m -mv)

Type monster(s): Slibmonster

Monsterkode		10 .	11 .
Parameter	eenheid	-----	-----
Droge stof	%	74	67
Cyanide (tot. vlgns. VPR)	mg/kgds	1,8	2,1
Arseen	mgAs/kgds	7,7	10
Cadmium (vlam)	mgCd/kgds	1,6	2,2
Chroom (vlam)	mgCr/kgds	25	32
Koper (vlam)	mgCu/kgds	15	15
Kwik	mgHg/kgds	< 0,5	< 0,5
Lood (vlam)	mgPb/kgds	36	30
Nikkel (vlam)	mgNi/kgds	20	25
Zink	mgZn/kgds	88	75
Minerale olie (IR)	mg/kgds	20	12
<u>Vluchtige aromatische k.w.</u>			
Benzeen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Tolueen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Ethylbenzeen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Xylenen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05
<u>Polycyclische aromatische k.w.</u>			
Paks totaal	mg/kgds	3,5	1,4
6 van Borneff	mg/kgds	0,5	0,2
Fluorantheen	* mg/kgds	0,26	0,01
Benzo(a)pyreen	* mg/kgds	0,1	0,03
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,03	0,08
Benzo(k)fluorantheen	* mg/kgds	0,05	0,02
Benzo(ghi)peryleen	* mg/kgds	0,02	0,02
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	* mg/kgds	0,01	0,01
Acenaftheen	mg/kgds	0,71	0,08
Acenaftyleen	mg/kgds	0,02	0,02
Anthraceen	* mg/kgds	0,05	0,04
Benzo(a)anthraceen	* mg/kgds	0,17	0,01
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	1,6	0,89
Chryseen	* mg/kgds	0,11	0,02
Fenanthreen	* mg/kgds	0,01	0,01
Fluoreen	mg/kgds	0,03	0,02
Naftaleen	* mg/kgds	0,02	0,02
Pyreen	mg/kgds	0,28	0,15
* Paks 10 van Vrom	mg/kgds	0,8	0,2

Monsterkode: 10 . Slib 5 (0,0 - 0,2 m -mv)
 11 . Slib 6 (0,0 - 0,2 m -mv)

Type monster(s): Slibmonster

Monsterkode	:	10 .	11 .
Parameter	eenheid	-----	-----
Fenol-index	mg/kgds	0,03	0,03
EOX	mg/kgds	< 0,2	0,5

890803/1804

14/03/89

Monsterkode: 1 . Percolaatwater 5 vuilstort
2 . Percolaatwater 6 vuilstort

Type monster(s): Percolatiewatermonster

Monsterkode : 1 . 2 .
Parameter eenheid -----

Vluchtige aromatische k.w.

Benzeen	µg/l	3,3	23
Tolueen	µg/l	< 0,2	580
Ethylbenzeen	µg/l	< 0,2	80
Xylenen	µg/l	< 0,5	190
Fenol-index	µg/l	4,5	90
EOX	µg/l	45	80

0,2-1-5
0,1-15-50
0,1-20-60
0,1-20-60
0,1-15-50
1-15-20

- Monsterkode: 1 . Mengmonster (0,0 - 0,2 m -mv) bij COB17
 2 . Mengmonster (0,2 - 1,0 m -mv) bij COB17

Type monster(s): Grondmonster

Monsterkode	:	1 .	2 .
Parameter	eenheid	-----	-----
Droge stof	%	66	57
Cyanide (totaal)	mgCn/kgds	1,3	2,9
Arseen	mgAs/kgds	11	12
Cadmium (vlam)	mgCd/kgds	< 0,5	< 0,5
Chroom (vlam)	mgCr/kgds	32	32
Koper (vlam)	mgCu/kgds	16	14
Kwik	mgHg/kgds	< 0,5	< 0,5
Lood (vlam)	mgPb/kgds	46	42
Nikkel (vlam)	mgNi/kgds	27	27
Zink	mgZn/kgds	69	70
Minerale olie (IR)	mg/kgds	14	795
<u>Vluchtige aromatische k.w.</u>			
Benzeen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Tolueen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Ethylbenzeen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Xylenen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05
<u>Polycyclische aromatische k.w.</u>			
Paks totaal	mg/kgds	< 0,5	2,3
6 van Borneff	mg/kgds	0,2	1,8
Fluorantheen	mg/kgds	0,01	< 0,01
Benzo(a)pyreen	mg/kgds	< 0,01	0,09
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,15	0,03
Benzo(k)fluorantheen	mg/kgds	< 0,01	< 0,01
Benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	0,04	1,7
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	mg/kgds	0,01	0,02
Acenaftheen	mg/kgds	0,07	0,05
Acenaftyleen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Anthraceen	mg/kgds	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)anthraceen	mg/kgds	< 0,01	0,09
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	2	0,07
Chryseen	mg/kgds	< 0,01	0,19
Fenanthreen	mg/kgds	0,01	0,01
Fluoreen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Naftaleen	mg/kgds	< 0,02	< 0,02
Pyreen	mg/kgds	< 0,02	0,03
Fenol-index	mg/kgds	0,09	< 0,01

100-1000-85

- Monsterkode: 1 . Mengmonster (0,0 -0,2 m -mv) bij COB17
 2 . Mengmonster (0,2 - 1,0 m -mv) bij COB17

Type monster(s): Grondmonster

Monsterkode	:	1 .	2 .
Parameter	eenheid	-----	-----
E0X	mg/kgds	1	1,2

Vluchtige gechloreerde k.w.

Dichloormethaan	mg/kgds	0,17	< 0,2
Trichloormethaan	mg/kgds	< 0,05	0,2
Tetrachloormethaan	mg/kgds	0,17	< 0,05
1,2-dichloorethaan	mg/kgds	< 0,05	< 0,05
1,1-dichlooretheen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05
1,1-dichloorethaan	mg/kgds	< 2	< 2
1,1,1-trichloorethaan	mg/kgds	< 0,05	< 0,05
Trichlooretheen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05
Tetrachlooretheen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05
Cis 1,2-dichlooretheen	mg/kgds	< 5	< 5
Trans 1,2-dichlooretheen	mg/kgds	< 2	< 2

BIJLAGE 2

Analyses van grondwater

Monsterkode: 8 . Grondwater COB 19-1 *diep*
 9 . Grondwater COB 19-2
 10 . Grondwater COB 19-3 *mdiep*

Type monster(s): Grondwater monster

Monsterkode	:	8 .	9 .	10 .		B-waarde	C-waarde
Parameter	eenheid	-----	-----	-----			
C.Z.V.	mgO ₂ /l	58	47	67	-	-	-
Ammonium (N)	mgNH ₄ /l	16	14	11	-	1	3
Bicarbonaat	mg/l	620	640	620	-	-	-
Carbonaat	mg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-	-
Chloride	mgCl/l	140	130	155	-	-	-
Sulfaat	mgSO ₄ /l	120	260	160	-	-	-
Barium	µgBa/l	155	130	400	-	100	500
Calcium	mgCa/l	170	175	240	-	-	-
Kalium	mgK/l	23	24	13	-	-	-
Magnesium	mgMg/l	60	64	46	-	-	-
Natrium	mgNa/l	70	69	81	-	-	-
Zink	µgZn/l	105	120	75	-	200	800
<u>Vluchtige aromatische k.w.</u>							
Benzeen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	1	5
Tolueen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	15	50
Ethylbenzeen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	20	60
Xylenen	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	20	60
EOX	µg/l	< 1	< 1	< 1	-	15	50

kerken horizon Ba: 400 µg/l
pb ± 200m-mv

890710/1804

01/03/89

Monsterkode: 2 . Grondwater pb 15
 3 . Grondwater pb 17
 4 . Grondwater pb 18

Type monster(s): Grondwater monster

Monsterkode		2 .	3 .	4 .		B-waarde	C-waarde
Parameter	eenheid						
C.Z.V.	mgO ₂ /l	34	32	47	-	-	-
Ammonium (N)	mgNH ₄ /l	3,3	3,2	25	-	1	3
Bicarbonaat	mg/l	285	255	450	-	-	-
Carbonaat	mg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-	-
Chloride	mgCl/l	140	150	120	-	-	-
Sulfaat	mgSO ₄ /l	110	120	43	-	-	-
Calcium	mgCa/l	73	93	81	-	-	-
Kalium	mgK/l	14	10	24	-	-	-
Magnesium	mgMg/l	40	27	45	-	-	-
Natrium	mgNa/l	94	94	62	-	-	-
<u>Vluchtige aromatische k.w.</u>							
Benzeen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	1	5
Tolueen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	15	50
Ethylbenzeen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	20	60
Xylenen	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	20	60
EOX	µg/l	< 1	4,3	7	-	15	50

IWACO

Referentienummer laboratorium : 891335
Code opdrachtgever :
Projectnummer : 1804
Blad : 1
Datum : 21/04/89

Analyseresultaten Grondwater monster

Monsterkode:

4 . Peilbuis 15
5 . Peilbuis 17

Monsterkode

4 . 5 .

Monsternamedatum

19/04/89 19/04/89

Parameter eenheid detectie-
grens

Barium	$\mu\text{gBa/l}$	25	63	38
Zink	$\mu\text{gZn/l}$	10	150	53

Referentienummer laboratorium : 891335
Code opdrachtgever :
Projectnummer : 1804
Blad : 2
Datum : 21/04/89

Analyseresultaten Grondwater monster

Monsterkode: 6 . Peilbuis 18

Monsterkode 6 .

Monsternamedatum 19/04/89

Parameter	eenheid	detectie- grens	
Barium	$\mu\text{gBa/l}$	25	66
Zink	$\mu\text{gZn/l}$	10	70

Monsterkode: 5 . Grondwater GS 1
 6 . Grondwater GS 3
 7 . Grondwater GS 2

Type monster(s): Grondwater monster

Monsterkode		5 .	6 .	7 .		B-waarde	C-waarde
Parameter	eenheid						
C.Z.V.	mgO ₂ /l	55	59	149	-	-	-
Ammonium (N)	mgNH ₄ /l	0,2	28	7,4	-	1	3
Bicarbonaat	mg/l	490	700	2130	-	-	-
Carbonaat	mg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-	-
Chloride	mgCl/l	135	120	385	-	-	-
Sulfaat	mgSO ₄ /l	220	5	580	-	-	-
Barium	µgBa/l	190	53	260	-	100	500
Calcium	mgCa/l	250	109	780	-	-	-
Kalium	mgK/l	12	25	16	-	-	-
Magnesium	mgMg/l	41	54	85	-	-	-
Natrium	mgNa/l	69	70	230	-	-	-
Zink	µgZn/l	30	< 10	130	-	200	800
<u>Vluchtige aromatische k.w.</u>							
Benzeen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	1	5
Tolueen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	15	50
Ethylbenzeen	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	20	60
Xylenen	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	20	60
EOX	µg/l	1,5	< 1	1,6	-	15	50

BIJLAGE 3

Analyses van oppervlaktewater

Bijlage 3a: Gegevens van oppervlaktewatermonsters van Hoogheemraadschap

		1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980
ROP 43-1 gemaal (Tol)										
N-Kjeldahl	(mg/l)	2,3	2,9	3,7	3,4	2,9	2,2	3,1	3,5	4,1
NH ₄ -N	(mg/l)	<0,8	1,1	1,8	1,2	1,0	0,6	1,3	1,8	2,6
NO ₃ ⁺ NO ₂	(mg/l)	1,23	0,90	2,02	0,92	1,21	1,29	1,28	1,46	1,50
Cl ⁻	(mg/l)	83	91	130	110	98	97	118	102	116
EC	(µS/cm)	860	920	1010	990	980	970	990	930	970
ROP 169-1 Moelmeveg										
N-Kjeldahl	(mg/l)	2,8	4,2	3,4	4,3	2,6	2,6	3,1	2,9	1,7
NH ₄ -N	(mg/l)	0,8	1,8	0,8	1,5	0,7	0,7	1,1	1,0	0,5
NO ₃ ⁺ NO ₂	(mg/l)	1,76	0,99	2,08	1,34	2,84	1,70	2,19	1,64	1,53
Cl ⁻	(mg/l)	94	94	131	119	182	112	132	125	156
EC	(µS/cm)	730	860	880	840	900	840	850	820	850
ROP 61 Tuor										
N-Kjeldahl	(mg/l)	3,4	3,8	3,7	-	3,1	3,2	3,7	3,7	3,1
NH ₄ -N	(mg/l)	1,8	1,9	1,6	-	1,4	1,4	2,0	1,9	1,5
NO ₃ ⁺ NO ₂	(mg/l)	2,7	3,0	3,0	-	3,5	3,6	2,8	2,7	3,4
Cl ⁻	(mg/l)	130	126	145	-	135	124	152	156	152
EC	(µS/cm)	990	970	1020	-	970	990	1030	1090	1020
ROP 379 Zuidpunt plos										
N-Kjeldahl	(mg/l)	1,8	2,3	2,4	2,5	1,9	2,0	2,8	2,3	2,1
NH ₄ -N	(mg/l)	0,4	0,7	0,6	0,8	0,4	0,3	0,8	0,5	0,5
NO ₃ ⁺ NO ₂	(mg/l)	4,6	5,6	4,4	4,6	4,7	4,0	3,3	4,1	4,3
Cl ⁻	(mg/l)	137	149	153	164	140	133	146	142	147
EC	(µS/cm)	950	1010	980	1050	930	950	970	950	970
ROP 425_n de Nijlen										
N-Kjeldahl	(mg/l)	2,6	3,3	3,3	-	-	-	-	-	-
NH ₄ -N	(mg/l)	1,1	1,4	1,3	-	-	-	-	-	-
NO ₃ ⁺ NO ₂	(mg/l)	3,5	3,9	3,7	-	-	-	-	-	-
Cl ⁻	(mg/l)	133	147	160	-	-	-	-	-	-
EC	(µS/cm)	900	980	970	-	-	-	-	-	-
ROP 169 A-1 perc sloot										
N-Kjeldahl	(mg/l)	-	-	-	-	58	39	45	19	-
NH ₄ -N	(mg/l)	-	-	-	-	53	34	39	17	-
NO ₃ ⁺ NO ₂	(mg/l)	-	-	-	-	1,22	6,0	1,43	1,39	-
Cl ⁻	(mg/l)	377	280	-	-	321	377	343	219	-
SO ₄	(mg/l)	-	-	-	-	533	368	233	403	-
EC	(µS/cm)	-	-	-	-	2480	2710	2500	1880	-

Referentienummer laboratorium : 891335
 Code opdrachtgever :
 Projectnummer : 1804
 Blad : 1
 Datum : 21/04/89

Analyseresultaten Grondwater monster

Monsterkode: 1 . Oppervlaktewater Z1 *Krommelen CP*
 2 . Oppervlaktewater Z2 *houerijse*
 3 . Oppervlaktewater Z3 *hertjes kn. Am.*

Monsterkode	1 .	2 .	3 .
Monsternamedatum	19/04/89	19/04/89	19/04/89

Parameter	eenheid	detectie-grens	1 .	2 .	3 .
-----------	---------	----------------	-----	-----	-----

Fenol-index	µg/l	1	< 1	< 1	< 1
-------------	------	---	-----	-----	-----

EOX	µg/l	1	1,7	< 1	< 1
-----	------	---	-----	-----	-----

Vluchtige gechloreerde k.w.

Dichloormethaan	µg/l	2	< 2	< 2	< 2
Trichloormethaan	µg/l	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tetrachloormethaan	µg/l	0,5	1	< 0,5	< 0,5
1,2-dichloorethaan	µg/l	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1-dichlooretheen	µg/l	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,1-dichloorethaan	µg/l	2	< 2	< 2	< 2
1,1,1-trichloorethaan	µg/l	0,5	1,2	< 0,5	0,5
Trichlooretheen	µg/l	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tetrachlooretheen	µg/l	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cis 1,2-dichlooretheen	µg/l	2	< 2	< 2	< 2
Trans 1,2-dichlooretheen	µg/l	2	< 2	< 2	< 2

BIJLAGE 4

Luchtonderzoek

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1. <u>INLEIDING</u>	1
2. <u>DOEL</u>	1
3. <u>SELECTIE PARAMETERS</u>	1
4. <u>LUCHTMETING</u>	2
4.1 INLEIDING	2
4.2 MONSTERNAME EN ANALYSE	2
4.3 RESULTATEN	3
5. <u>EMISSIE VAN VLUCHTIGE VERBINDINGEN UIT DE SLOOT ROND DE VUILSTORT</u>	4
5.1 BEREKENINGSMETHODE	4
5.2 RESULTATEN	6
6. <u>EMISSIE VAN VLUCHTIGE VERBINDINGEN UIT DE VUILSTORT</u>	8
6.1 ALGEMEEN	8
6.2 BEREKENINGSMETHODE	8
6.3 RESULTATEN	12
7. <u>VERSPREIDING VAN VLUCHTIGE VERBINDINGEN IN DE ATMOSFEER</u>	13
7.1 ALGEMEEN	13
7.2 BEREKENINGSMETHODE	13
7.3 RESULTATEN	15
8. <u>KONKLUSIES</u>	16
<u>LITERATUUR</u>	19

LIJST VAN TABELLEN, FIGUREN EN BIJLAGEN

TABELLEN

1. Berekende concentraties in de luchtlaag direct boven de ringsloot aan de zuid-oostzijde van de stort
2. Resultaten van de berekening van luchtmissie en luchtconcentraties boven de stort
3. Resultaten van de luchtmeting en de berekeningen

FIGUREN

1. Locatiekaart
2. Schema bemonsteringsinstallatie
3. Een simpel input/output-box model voor luchtverontreiniging

BIJLAGEN

1. Lijst van verbindingen, geselecteerd ten behoeve van de berekening van de luchtconcentraties boven de stort c.q. oppervlaktewater en/of de luchtmeting op enige afstand van de stort
2. Chemische analyses luchtmonster

LUCHTONDERZOEK COUPEPOLDER

1. Inleiding

De aanleiding tot het luchtonderzoek vormen de resultaten van voorgaande onderzoeken (nader onderzoek; IWACO, 1985, projectno. 1112 en vervolgonderzoek fase 1a; IWACO/GEOLOGIC, 1988, projectno. 1724).

Hierin is geconstateerd dat in het percolatiewater van de stort en in het oppervlaktewater rondom de stort verontreinigingen voorkomen, die op grond van hun fysisch-chemische eigenschappen mogelijk de luchtkwaliteit boven de stort en in de omgeving van de stort kunnen beïnvloeden. Bovendien zijn er klachten van omwonenden geweest omtrent stankoverlast.

2. Doel

Het doel van het luchtonderzoek is meerledig:

Enerzijds is, een luchtmeting uitgevoerd om te bepalen of een aantal geselecteerde, toxische componenten aanwezig zijn op de plaats waar zich de klachten over stankoverlast voordoen (Oostkanaalweg).

Anderzijds zal ten behoeve van de risico-schatting voor de volksgezondheid theoretisch bepaald worden in hoeverre vluchtige, toxische componenten uit het stortmateriaal en oppervlaktewater (de ringsloot) de luchtkwaliteit boven de stort cq. oppervlaktewater beïnvloeden.

3. Selectie parameters

Uit de verbindingen, die in verhoogde hoeveelheden ten opzichte van de achtergrondswaarde in het percolaat cq. oppervlaktewater zijn aangetoond, is een aantal toxische stoffen geselecteerd die vanwege hun vluchtigheid mogelijk in

verhoogde concentraties boven de stort cq. oppervlaktewater voor kunnen komen (zie appendix 1).

Voor de luchtmeting is een groot aantal vluchtige, toxische stoffen geanalyseerd, waarvan bekend is dat zij in stortgas aanwezig kunnen zijn (zie eveneens appendix 1).

4. LUCHTMETING

4.1 INLEIDING

De afgelopen jaren zijn er incidenteel klachten bij de Provincie Zuid-Holland binnengekomen omtrent stankoverlast aan de Oostkanaalweg.

De stankoverlast is volgens zeggen van een bewoner alleen waar te nemen bij windstil, koud en vochtig weer. In de loop van de avond neemt de stank meestal toe. 's zomers is de stank alleen 's morgens vroeg waar te nemen na een koude nacht waarbij een dichte (grond)mist aanwezig is. De geur is volgens de bewoners aan de Oostkanaalweg bij verschillende windrichtingen (ook uit tegenovergestelde richting van de stort) waar te nemen.

De stank wordt omschreven als licht muffig met een vleugje ammoniak.

Naar aanleiding van deze klachten is besloten een luchtmeting uit te voeren om na te gaan of een aantal, vooraf geselecteerde toxische stoffen, aanwezig zijn op de plaats waar de luchtmeting wordt uitgevoerd.

4.2 MONSTERNAME EN ANALYSE

Op een plaats aan de Oostkanaalweg (zie hoofdrapport figuur 3) is een luchtmonster genomen van de buitenlucht. Hiertoe is een meetopstelling geplaatst (zie figuur 1), waarbij de bewoners geïnstrueerd zijn hoe te handelen zodra de stank-

overlast wordt waargenomen. In de ochtenduren van 10 februari 1989 is de stankoverlast door de bewoners geconstateerd en is het luchtmonster genomen. De omstandigheden waaronder deze monstername heeft plaatsgevonden staan vermeld in onderstaande tabel.

datum: 10-2-1989

tijdstip: 's nachts

windrichting: ZZW

windsnelheid: 2 à 3 m/s

weersomstandigheden: geen mist, veel dauwvorming

omschrijving van de geur: lichte, muffe stank met vlagen

type buisje: NIOSH

type adsorbens: Charcoal coconut 50-100 mg

Gedurende 2 uur is lucht door een NIOSH-buisje met adsorbens geleid. Het totale debiet over deze 2 uur bedroeg ca. 179 liter. Het luchtmonster is ter analyse aangeboden aan het laboratorium van Tauw Infraconsult B.V. en is geanalyseerd op een groot aantal stoffen, die staan opgesomd in appendix 1.

4.3

RESULTATEN

De analyseresultaten zijn vermeld in bijlage 2.

In het luchtmonster is geen van de geanalyseerde componenten aanwezig boven de detectiegrens.

5. EMISSIE VAN VLUCHTIGE VERBINDINGEN UIT DE SLOOT ROND DE
VUILSTORT

5.1 BEREKENINGSMETHODE

De partiële dampspanning van een stof in de lucht boven het oppervlaktewater kan berekend worden door toepassing van de wet van Henry. Deze wet luidt als volgt: de partiële dampspanning van een stof (gas) boven een vloeistof is bij een gegeven temperatuur direkt evenredig met de hoeveelheid van de stof die in de vloeistof oplost. In formulevorm:

$$p = H c(v)$$

waarbij p = partiële dampspanning (atm)
c(v) = concentratie in de vloeistof (g/l)
H = evenredigheidsconstante

De evenredigheidsconstante wordt ook wel de constante van Henry of de Henry-coëfficiënt genoemd.

De partiële dampspanning van een stof in de lucht, kan weer omgerekend worden naar de concentratie in de lucht volgens de formule:

$$c(l) = \frac{p M 1000}{R T}$$

waarbij c(l) = concentratie in de lucht (g/m³)
p = partiële dampspanning (atm)
M = molekuulgewicht (g/mol)
R = gasconstante (0,082054 l atm/mol°K)
T = temperatuur (°K)

De wet van Henry geldt alleen wanneer een systeem aan een aantal theoretische voorwaarden voldoet:

- De wet van Henry geldt voor ideale oplossingen. In praktijk betekent dit dat de wet alleen toegepast kan worden indien de oplossing oneindig verdund is, zodat beïnvloeding van een molecuul in de oplossing door andere opgeloste molekulen verwaarloosbaar is.
- Er wordt vanuit gegaan dat de damp boven de vloeistof zich gedraagt als een ideaal gas. Een ideaal gas voldoet aan de ideale gaswet ($pV = nRT$). Een gas volgt slechts de ideale gaswet bij oneindige verdunning.
- De wet van Henry geldt alleen dan, wanneer er volkomen evenwicht heerst tussen de concentratie in de oplossing en de concentratie in de lucht.

De Henry-coëfficiënt kan voor een bepaalde stof bij een bepaalde temperatuur berekend worden met de volgende formule:

$$H = \frac{p(0)}{s}$$

waarbij $p(0)$ = partiële dampspanning van de zuivere stof (atm)

s = oplosbaarheid van de stof in zuiver water (g/l)

In de praktijk wordt niet aan de voorwaarden voor de wet van Henry voldaan. De berekende waarden zullen daarom enigszins afwijken van de werkelijke waarden, maar geven in ieder geval de hoogst mogelijke waarden weer.

Tevens dient er rekening mee gehouden te worden dat de evenwichtsconcentratie in de lucht niet bereikt zal worden door:

- wind, wegwaaien van de stoffen;
- diffusie, oneindige afmetingen van het luchtruim;

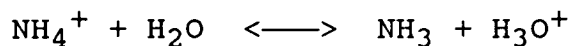
- uitputting van de bovenste waterlaag, trage aanvoer van nieuwe stof naar het oppervlak.

Wat betreft de selectie van parameters, waarvoor de berekening uitgevoerd is kan het volgende opgemerkt worden:

De fenol-index is een somparameter voor de stoffen fenol, ortho-cresol, meta-cresol en para-cresol. Aangezien fenol van deze vier de meest vluchtige stof is, is de berekening uitgevoerd voor fenol.

EOX en minerale olie zijn groepsparameters voor een groot aantal verschillende verbindingen. Omdat niet bekend is welke verbindingen in het oppervlaktewater aanwezig zijn, zijn deze parameters buiten beschouwing gelaten.

Ammonium (NH_4) is in de dampvorm aanwezig als ammoniak (NH_3). Om de concentratie ammoniak in de lucht te kunnen berekenen moet de concentratie opgelost in het water bekend zijn. Deze concentratie kan berekend worden uit de concentratie NH_4 met behulp van de evenwichtsconstante K_a .



$$K_a = 6,10^{-10}$$

$$\text{pH} = 7,8$$

De berekende concentratie NH_3 in het water is 3,9 mg/l.

Voor de overige, hierboven genoemde parameters, is uitgegaan van de maximale concentraties, zoals deze in het oppervlaktewater (de ringsloot) zijn gemeten. Deze waarden zijn weergegeven in tabel 1.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor $T=298^\circ\text{K}$ (25°C). Daar waar geen oplosbaarheid bij 25°C bekend is, is de oplosbaarheid van de dichtst bijzijnde temperatuur genomen.

In tabel 1 zijn de resultaten van de berekening weergegeven.

	M	max. conc.	p(0) **	s **
fenol	94 g/mol	13 µg/l	0,41 mm Hg	86,6 g/l
isobutanol	74 g/mol	3 mg/l	* 10,0 mm Hg	95000 mg/l
trichloormethaan	119 g/mol	6 µg/l	194,8 mm Hg	8150 mg/l
benzeen	78 g/mol	1 µg/l	95,2 mm Hg	1780 mg/l
ethylbenzeen	106 g/mol	0,6 µg/l	9,6 mm Hg	152 mg/l
trichlooretheen	131 g/mol	0,9 µg/l	47,3 mm Hg	1100 mg/l
tetrachlooretheen	166 g/mol	0,7 µg/l	18,5 mm Hg	150 mg/l
1,1,1-trichloorethaan	133 g/mol	0,6 µg/l	120,7 mm Hg	1320 mg/l
ammoniak	17 g/mol	3,9 mg/l	7600 mm Hg	531000 mg/l

	p (atm)	c(l)	MAC-waarde
fenol	8,1 (10-11)	0,00031 mg/m ³	19 mg/m ³
isobutanol	4,2 (10-7)	1,27 mg/m ³	150 mg/m ³
trichloormethaan	1,9 (10-7)	0,92 mg/m ³	50 mg/m ³
benzeen	7,0 (10-8)	0,22 mg/m ³	30 mg/m ³
ethylbenzeen	5,0 (10-8)	0,22 mg/m ³	435 mg/m ³
trichlooretheen	5,1 (10-8)	0,27 mg/m ³	190 mg/m ³
tetrachlooretheen	1,1 (10-7)	0,75 mg/m ³	240 mg/m ³
1,1,1-trichloorethaan	7,2 (10-8)	0,39 mg/m ³	1080 mg/m ³
ammoniak	7,3 (10-5)	50,8 mg/m ³	18 mg/m ³

Tabel 1; Berekende concentraties in de luchtlaag direct boven de ringsloot aan de zuid-oostzijde van de stort.

* Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, second edition

** Organic Solvents Physical Properties and methods of purification 3rd edition, Riddick and Bunger, Techniques of Chemistry Vol II

Het blijkt dat op ammoniak na de concentraties van alle beschouwde stoffen onder de MAC-waarden blijven.

Opvallend is de hoge ammoniakconcentratie. Dit duidt erop dat de stankoverlast wel gerelateerd kan zijn aan de vuilstort, omdat gesproken wordt over een ammoniakgeur door de omwonenden.

6. EMISSIE VAN VLUCHTIGE VERBINDINGEN VANUIT DE VUILSTORT

6.1 ALGEMEEN

Direkte emissie van vluchtige componenten van de stortplaats naar de (lucht)omgeving vindt plaats door een opeenvolging van processen:

1. beschikbaarstelling, vrijkomen of ontstaan van vluchtige componenten;
2. vervluchtiging vanuit afval of perkolatiewater naar stortgas;
3. transport vluchtige componenten in stortgas naar buitenlucht.

De mate waarin emissie zal plaatsvinden is afhankelijk van:

- type afval (aard en hoeveelheden);
- stortprocédé en de diverse processen die in het stort plaatsvinden;
- leeftijd stortplaats;
- stortgasproduktiesnelheid;
- mate van biodegradatie en afdeklaag.

Om na te gaan in hoeverre een aantal geselecteerde toxische componenten vrij kan komen vanuit het stortmateriaal naar de buitenlucht is een berekening uitgevoerd, waarbij zowel de luchtemissies als de concentraties in de buitenlucht bepaald zijn.

6.2. BEREKENINGSMETHODE

Bij de bepaling van de luchtemissie van vluchtige (toxische) componenten is de volgende werkwijze gehanteerd:

De berekening is uitgevoerd voor de gemiddelde en de

maximaal gemeten concentratie in de waterfase met toepassing van de verdelingscoëfficiënt (Henry-coëfficiënt) van de component over de water- en de gasfase.

De verdelingscoëfficiënt H is berekend uit de partiële dampspanning $p(0)$ (atm) en de maximale oplosbaarheid s (g/l) van de betreffende component in water bij 25°C volgens de formule $H = p(0)/s$ (zie paragraaf 5.1).

Op dezelfde wijze als in paragraaf 5.1 beschreven, is vervolgens de concentratie in de gasfase (het stortgas) berekend. De uitkomsten van deze berekening zijn weergegeven in kolom 2 van tabel 2.

Omdat het stortgas door de afdeklaag naar de buitenlucht diffundeert, zijn deze concentraties tevens de theoretische maximale concentraties direkt boven het stortoppervlak.

2. Berekening van de aan de bovenzijde van het stort gemiddelde flux van geëmitteerde componenten ($\text{g}/\text{m}^2/\text{jaar}$).

De gemiddelde flux van geëmitteerde componenten is berekend aan de hand van de gemiddelde flux van uittredend stortgas uit het stort, uitgedrukt in m^3 per m^2 oppervlak per jaar.

De gemiddelde flux van geëmitteerde componenten is berekend voor een afvallaag van 10 meter dik. De gemiddelde momentane stortgasproduktie bedraagt 10 m^3 per m^3 stortmateriaal per jaar, zodat de gemiddelde flux van uittredend stortgas $100 \text{ m}^3/\text{m}^2$ per jaar bedraagt.

$d = 10 \text{ m}$.

Vermenigvuldiging van deze flux met de concentratie in het stortgas levert de hoeveelheid stof op die per jaar per m^2 stortoppervlak geëmitteerd wordt (zie kolom 4a, tabel 2).

Aangenomen is dat door convectiestroming in de vuilstort in belangrijke mate menging van het stortgas plaatsvindt, zodat de berekening van de emissies naar de omgeving

gebaseerd is op de gemiddelde gasfaseconcentraties.

BIJLAGE 4
blz. 11/18

folie 20

	1		2		3		4		
	KONCENTRATIE WATERFASE		KONCENTRATIE GASFASE		KONCENTRATIE GASFASE ^a		EMISSIE		
	gemiddeld µg/l	maximaal µg/l	gemiddeld mg/m ³	maximaal mg/m ³	MAC-waarde mg/m ³	indikatief ^b mg/m ³	FLUX ^c g/m ² /jaar	TOTAAL ^d kg/jaar	LUCHTKONCENTR. ^e µg/m ³
fenol	17	180	0,0004	0,004	19	--	0,0004	0,005	0,001
minerale olie	164	2810			-	100 - 500			
benzeen	4	83	0,09	19 [?] 1,9 [?]	30	0 - 20	0,09	12	2,8
tolueen	15	220	4	60	375	10 - 200	0,4	52	13
ethylbenzeen	24	740	9	267	435	10 - 200	0,9	117	28
xylenen	94	2510	22	606	435*	10 - 200	2,2	286	69
isobytanol	1 (mg/l)	3 (mg/l)	0,6	1,8	450	0 - 20	0,06	8	1,9
VOX-totaal	-	-	-	-	-	20 - 500	--	--	--
trichloormethaan	28	1220	4	187	50	0 - 20	0,4	52	13
tetrachloormethaan	0,6	2,6	0,9	4	12,6	0 - 20	0,09	12	2,8
1,2 dichloorethaan	2	2	0,05	0,05	200	0 - 20	0,005	0,7	0,2
trichloorethaan	0,8	4,8	0,5	3	1080	0 - 20	0,05	0,7	1,6
trichlooretheen	0,7	7,8	0,2	2	190	0 - 100	0,02	2,6	0,6
tetrachlooretheen	0,7	8,8	0,8	9	240	0 - 100	0,08	10	2,5
ammoniak	121 (mg/l)	820 (mg/l)			18	5 - 30			
waterstofsulfide	-	-			15	10 - 500			
methaan	-	-			-	200.000	20.000	26·10 ⁶	634.000

- ? a) referentie-waarden
 ° b) indicatieve waarden voor stortgas van huishoudelijk afval
 c) gemiddelde uittredende emissieflux (dikte 10 meter, stortgasproductie 10 m³/m³.jaar)
 d) totale luchtemissie (stortvolume 1.3 10⁶ m³; 10 m³/m³.jaar)
 e) gemiddelde luchtkoncentratie boven stort bij geringe windsnelheid (oppervlak 200 x 200 m²; dikte 10 m; 2 m mengzone; v_{wind} = 0,1 m/s)

*: niet verklaard

3. Berekening totale jaarlijkse luchtemissie aan de hand van het totaal stortvolume en de volumetrische stortgasproduktiesnelheid ($10 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{jaar}$).

De totale jaarlijkse luchtemissie is berekend, uitgaande van een afvalvolume van $1.300.000 \text{ m}^3$. Per jaar wordt er dus in totaal 1.3×10^6 (afvalvolume) $\times 10$ (stortgasproductiesnelheid) = $1.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ stortgas geproduceerd. Dit getal, vermenigvuldigd met de berekende concentratie van een bepaalde stof in het stortgas, levert de totale jaarlijkse luchtemissie voor de betreffende stof op, uitgedrukt in kg per jaar (kolom 4b, tabel 2).

6.3

RESULTATEN

De resultaten van de berekeningen van de concentraties, de fluxen en de totale emissies staan opgesomd in tabel 2 (respektievelijk kolom 2, 4a en 4b).

7. VERSPREIDING VAN VLUCHTIGE VERBINDINGEN IN DE ATMOSFEER

7.1 ALGEMEEN

De maximale concentraties van vluchtige verbindingen die in de vorige paragrafen zijn berekend zijn theoretische waarden die alleen gemeten kunnen worden zeer dicht bij het oppervlak van de stort of het water.

Door menging met de aangevoerde lucht zal de concentratie snel afnemen met de hoogte. Dit effect zal het kleinst zijn bij windstil en stabiel weer. Opgemerkt wordt dat bij deze omstandigheden de stankoverlast zich voordoet. Belangrijk in dit verband is de zogenaamde inversielaag op een bepaalde hoogte boven het oppervlak. Hierdoor wordt verhinderd dat lucht onder deze laag zich kan mengen met de lucht erboven. Een dergelijke inversielaag ontstaat meestal door afkoeling van aan het aardoppervlak (grondmeest in avond en nacht).

Als de inversielaag op geringe hoogte ligt, dan treedt in de onderliggende laag weinig verdunning op van de geëmitteerde verbindingen.

7.2 BEREKENINGSMETHODE

De gemiddelde concentratie van de vluchtige componenten in deze luchtlaag boven de stort kan bepaald worden met behulp van een eenvoudig stofbalansmodel zoals weergegeven in figuur 2.

De box stelt een volume lucht voor boven een oppervlakte (i.c. de stort) met een aantal bronnen die vluchtige stoffen emitteren met een flux X ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$). Deze flux is voor de componenten uit de stort reeds bepaald (kolom 4a, tabel 2).

Vanuit het grondoppervlak wordt voortdurend damp aangevoerd en over de ruimte verdeeld. Door middel van convectief

transport (wind) is er steeds afvoer oftewel ventilatie. De windsnelheid v (m/s) is gesteld op 0,1 m/s, hetgeen een lage windsnelheid betekent. Aangenomen wordt dat de inversielaag zich op een hoogte van 2 meter bevindt.

Verondersteld is voorts dat de verticale verwijdering van stoffen (door b.v. depositie) verwaarloosbaar klein is in vergelijking met afvoer door de wind. Verder is aangenomen dat de lucht die de box binnenkomt "schoon" is; dat de flux van geëmitteerde componenten over het hele terrein constant is en dat er volledige menging van lucht optreedt tot op hoogte h .

Aangenomen is ook dat in de afdeklaag geen omzetting van de uittredende componenten plaatsvindt. Dit is een 'worst-case' beschouwing, aangezien de meeste componenten voor een belangrijk deel (60% tot meer dan 90%) kunnen worden afgebroken (lit. 1).

De gemiddelde luchtconcentratie C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kan vervolgens op elke afstand x (m) berekend worden met de formule:

9,1 m/s
v = windsnelheid
A = hoogte inv. laag = 2 m
100. conc bodemlucht

$$C(x) = \frac{x \cdot x}{v \cdot h}$$

lange over de straat

In het onderhavige geval is de afstand x gesteld op 200 m.

Hierbij wordt gedacht aan de ongunstige situatie die zich voordoet bij een zuidwesten wind die de verontreinigde lucht naar de huizen langs de Oostkanaalweg drijft.

Toepassing van bovenstaande formule (met een correctie voor de gebruikte eenheden) levert tenslotte de concentraties in de buitenlucht, zoals deze vermeld staan in kolom 4c van tabel 2.

De flux van de verontreinigde lucht uit de sloot langs de vuilstort is in deze berekening niet opgenomen. De bijdrage vanuit de sloot is relatief klein t.a.v. de flux uit de stort.

X = afstand
flux
tabel 4c
X = 200

font
X

7.3 RESULTATEN

De resultaten van de metingen en berekeningen zijn in tabel 2 weergegeven. Hierbij zijn tevens de MAC-waarden van de verschillende componenten weergegeven. Ook zijn ter vergelijking indicatieve waarden uit de literatuur voor de componenten in stortgas van huishoudelijk afval weergegeven.

De berekende concentraties in de lucht boven de stort liggen allen [✓] beneden de MAC-waarden, zodat de risico's voor de volksgezondheid niet verder zijn onderzocht en verdere luchtmetingen boven de stort niet noodzakelijk worden geacht.

8. KONKLUSIES

In tabel 3 zijn de resultaten van de luchtmeting en berekeningen naast elkaar gezet. Wat direct opvalt is dat de berekende concentraties in de luchtlaag direct boven het oppervlaktewater vele malen hoger liggen dan die boven de stort. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat bij de bepaling van concentraties van stoffen boven het oppervlaktewater geen rekening is gehouden met diffusie en verwaaiing van stoffen door de wind.

Bij de luchtmeting zijn geen concentraties aan vluchtige toxische stoffen gemeten boven de MAC-waarden, zelfs ~~met~~ niet boven de detektiegrens van de verschillende stoffen. Ook de theoretische beschouwingen over de emissie en verspreiding van vluchtige componenten geven aan dat er op basis van de MAC-WAARDEN geen risico's bestaan voor de volksgezondheid van rekreanten op de vuilstort en omwonenden.

Toch wil dit niet zeggen dat er geen sprake kan zijn van stankoverlast, die ook als ongewenst kan worden beschouwd. De stank kan worden veroorzaakt door niet-geanalyseerde componenten (bijvoorbeeld H_2S (waterstofsulfide) of NH_3). Met name de ringsloot langs de Westkanaalweg kan een stankbron vormen.

In het verleden is stank echter ook bij oostelijke windrichtingen waargenomen, hetgeen een relatie met de stort onwaarschijnlijk maakt.

Andere bronnen van stank in de omgeving van de Oostkanaalweg behalve de vuilstort zouden kunnen zijn de rioolwaterzuiveringsinstallatie ten zuiden van de vuilstort en weilanden, waarop gier is uitgereden.

*AW21 is onvoorzichtig
hierover wordt gelloopt door bewaer Edelke van der Ooyning.
Zeh hij onderind met de de ^{flat Meersicht} Dijkhuizen*

geselecteerde parameter	berekende luchtconc. boven stort volgens boxmodel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	berekende luchtconc. direkt boven oppervlakte-water in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	gemeten conc. in lucht in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- benzeen	2,8	220	< 10
- toluen	13		< 10
- ethylbenzeen	28	220	< 10
- xylenen	69		< 10
- propylbenzeen			< 10
- styreen			< 10
- mesityleen			< 10
- a-methylstyreen			< 10
- trichloormethaan	13	920	
- tetrachloormethaan	2,8		< 10
- 1,2-dichloorethaan	0,2		
- 1,1,1-trichloorethaan		390	< 50
- 1,1,2-trichloorethaan			< 50
- 1,2,3-trichl. propaan			< 50
- trichlooretheen	0,6	270	< 10
- tetrachlooretheen	2,5	750	< 10
- monochloorbenzeen			< 10
- 1,3-dichloorbenzeen			< 10
- 1,4-dichloorbenzeen			< 10
- 1,2-dichloorbenzeen			< 10
- 1,3,5-trichloorbenz.			< 10
- 1,2,4-trichloorbenz.			< 10
- 1,2,3-trichloorbenz.			< 10
- butyl-benzeen			< 10
- decaan			< 20
- undecaan			< 20
- nonaan			< 20
- limoneen			< 20
- dichloor-fluormethaan			x
- ethyl-acetaat			x
- ethyl-butanoaat			< 50
- methyl-pentanoaat			< 50
- ethyl-pentanoaat			< 50
- methanol			x
- ethanol			x
- propaan-1-ol			x
- propaan-2-ol			x
- butaan-2-ol			< 50
- isobutanol	1,9	1270	
- fenol	0,001	0,31	
- ammoniak		50800	

x = Niet te bepalen (valt onder de oplosmiddel piek)

Tabel 3; Resultaten van de luchtmeting- en berekeningen.

LIT. 1:

G. Rettenberger;
International Sanitary Landfill Symposium
Conference paper, Trace composition of landfill gas
Caglioss, 1987

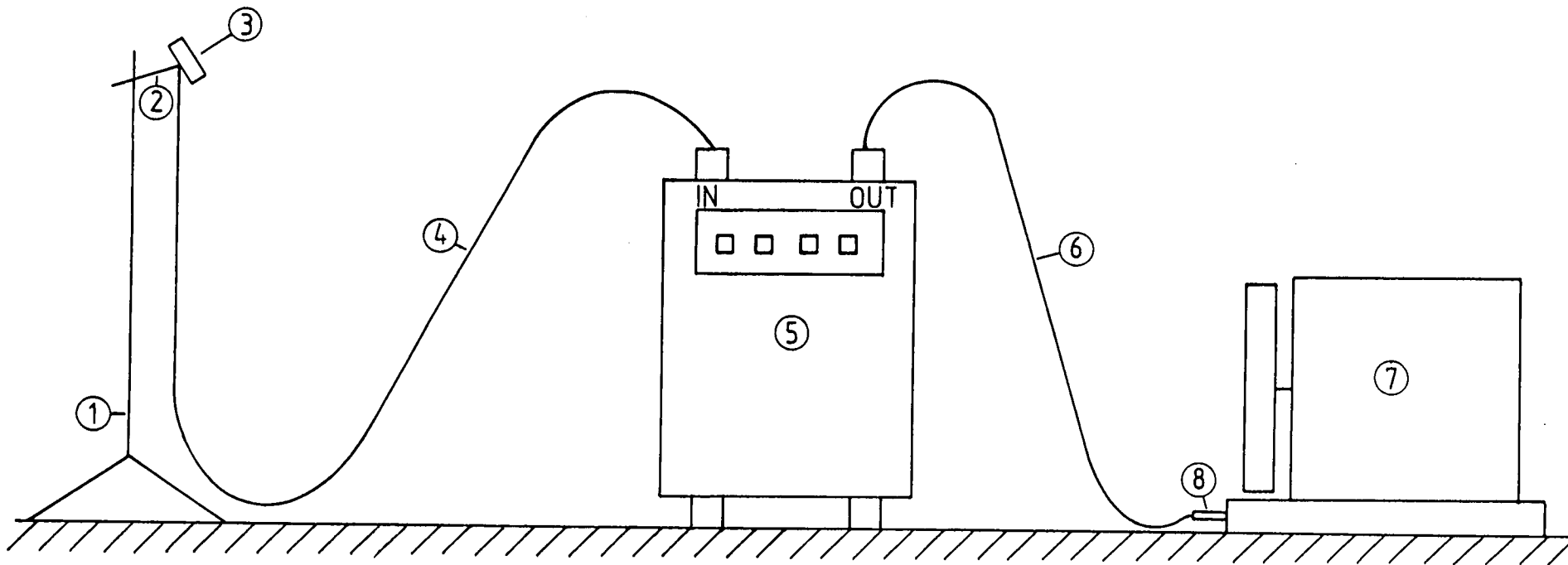
LIT. 2:

T.R. Olce
Boundary Layer Climates
Methuen and Co. Ltd. London, 1978

LIT. 3:

J.L. Monteith
Principles of Environmental Physics
Edward Arnold, London, 1975

FIGUREN



- 1 STATIEF
- 2 STATIEFKLEM
- 3 NIOSH BUISJE
- 4 PTFE (POLYTETRAFLUORETHEEN SLANG)
- 5 SCHLUMBERBER DROGE GASMETER
- 6 AANZUIGSLANG
- 7 TURNER STUART POMP 220V 50Hz CAP. 3 LITER VRIJE LUCHT P/MIN.
- 8 AANSLUITING ZUIGZIJDE

fig. 1 schema bemonsteringsinstallatie

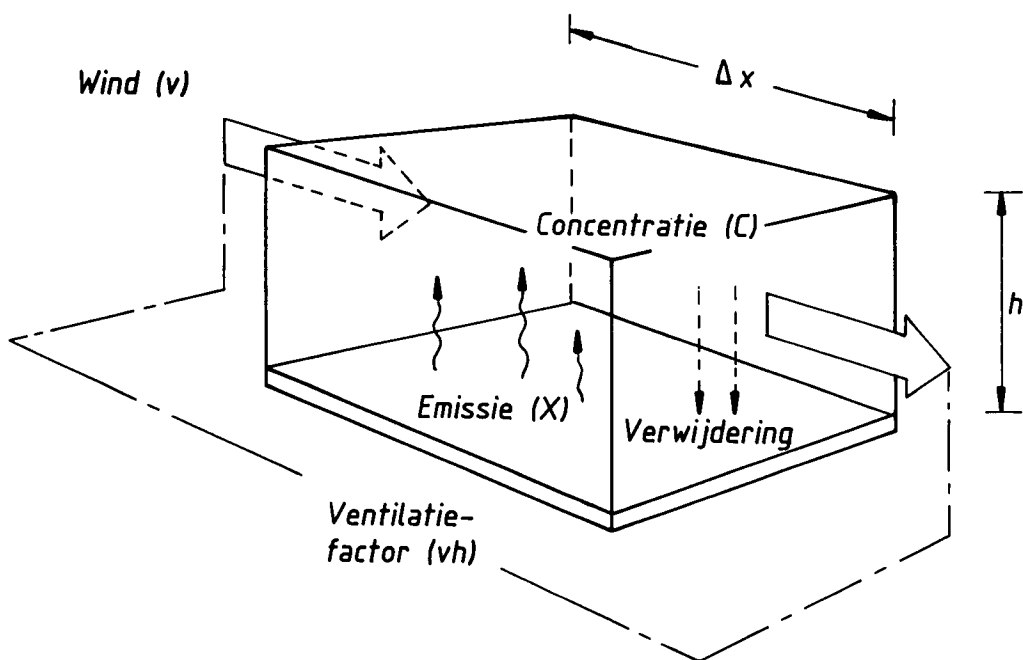


fig.2 Een simpel input/output 'box' model voor luchtverontreiniging.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1

Lijst van verbindingen, geselecteerd ten behoeve van de berekening van luchtconcentraties boven de stort c.q. oppervlaktewater en/of de luchtmeting op enige afstand van de stort

Lijst van verbindingen, geselecteerd ten behoeve van de berekening van de luchtconcentraties boven de stort cq. oppervlaktewater en/of de luchtmeting op enige afstand van de stort.

geselecteerde parameter	berekening luchtconc. boven stort	berekening luchtconc. boven oppervlaktewater	luchtmeting omgeving
- benzeen	x	x	x
- toluen	x		x
- ethylbenzeen	x	x	x
- xylenen	x		x
- propylbenzeen			x
- styreen			x
- mesityleen			x
- a-methylstyreen			x
- trichloormethaan	x	x	
- tetrachloormethaan	x		x
- 1,2-dichloorethaan	x		
- 1,1,1-trichloorethaan		x	x
- 1,1,2-trichloorethaan			x
- 1,2,3-trichl. propaan			x
- trichlooretheen	x	x	x
- tetrachlooretheen	x	x	x
- monochloorbenzeen			x
- 1,3-dichloorbenzeen			x
- 1,4-dichloorbenzeen			x
- 1,2-dichloorbenzeen			x
- 1,3,5-trichloorbenz.			x
- 1,2,4-trichloorbenz.			x
- 1,2,3-trichloorbenz.			x
- butyl-benzeen			x
- decaan			x
- undecaan			x
- nonaan			x
- limoneen			x
- dichloor-fluormethaan			x
- ethyl-acetaat			x
- ethyl-butanoaat			x
- methyl-pentanoaat			x
- ethyl-pentanoaat			x
- methanol			x
- ethanol			x
- propaan-1-ol			x
- propaan-2-ol			x
- butaan-2-ol			x
- isobutanol	x	x	
- fenol	x	x	
- ammoniak	x	x	

Tabel 2: Resultaten van de berekening van luchtemissies en luchtconcentraties boven de stort

BIJLAGE 2

Chemische analyses luchtmonster



TAUW Infra Consult B.V.

Raadgevend ingenieursbureau:

Milieu en Technologie
Civiele Techniek en Bouwzaken



Milieulaboratorium, Handelskade 11, Postbus 479, 7400 AL, Telefoon 05700-99911, Telefax 05700-99761, Telex 49545

ANALYSERESULTATEN

Betreffende: GC/MS-screening
Watermonster
Project : onderzoek luchtmonster

Omschrijving monsters:

I : 890710

II :

III:

Datum monsterneming:
Datum ontvangst : 20-02-1989
Bemonsterd door : IWACO
Eenheden in ug/ml extract

Projectnr : 1.383.923

Analyselijstnr : 6663-1

Blad 1 van 2

Analyse	B-waarde	detgr	I	II	III
OPLOSMIDDELEN					
Benzeen	1	1	<1		
Tolueen	15	1	<1		
Ethylbenzeen	20	1	<1		
Meta- en paraxyleen	20	1	<1		
Orthoxyleen	20	1	<1		
Propylbenzeen		1	<1		
1.1.1 Trichloorethaan	10	5	<5		
Tetrachloorkoolstof (tetra)	10	1	<1		
Trichlooretheen (tri)	10	1	<1		
Tetrachlooretheen (per)	10	1	<1		
1,1,2 Trichloorethaan	10	5	<5		
1,2,3 Trichloorpropaan	10	5	<5		
Styreen	20	1	<1		
Mesityleen		1	<1		
a-Methylstyreen		1	<1		
CHLOORBENZENEN					
Monochloorbenzeen	0.5	1	<1		
1,3 Dichloorbenzeen	0.5	1	<1		
1,4 Dichloorbenzeen	0.5	1	<1		
1,2 Dichloorbenzeen	0.5	1	<1		
1,3,5 Trichloorbenzeen	0.5	1	<1		
1,2,4 Trichloorbenzeen	0.5	1	<1		
1,2,3 Trichloorbenzeen	0.5	1	<1		



Lid
Orde van
Nederlandse
Raadgevende
ingenieurs

Alle opdrachten worden aanvaard en uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Regeling van de Verhouding tussen Opdrachtgever en adviserend Ingenieursbureau (RVOI 1987), gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage.

Een door STERLAB in het register ingeschreven laboratorium onder nr. 5 voor de bij de erkenning beoordeelde onderzoeken.

Hoofdkantoor
Deventer, Handelskade 11, Telefoon 05700-99911
Korrespondentieadres: Postbus 479, 7400 AL Deventer
Telefax 05700-99270, Telex 49545

Overige vestigingen:

Almere-Stad, Grote Markt 3, 1315 JA, Telefoon 03240-30724
Capelle a/d IJssel, Hollandsch Diep 69, Postbus 856, 2900 AW, Telefoon 010-4511242
Tilburg, Dr. Hub. van Doorneweg 99G, 5026 RB, Telefoon 013-639112



TAUW Infra Consult B.V.

Raadgevend ingenieursbureau:
Milieu en Technologie
Civiele Techniek en Bouwzaken



Milieulaboratorium, Handelskade 11, Postbus 479, 7400 AL, Telefoon 05700-99911, Telefax 05700-99761, Telex 49545

ANALYSERESULTATEN

Projektnummer : 1.383.923
Analyselijstnr : 6663-2
blad 2 van 2

Betreffende: extract
Project : onderzoek luchtmonster

Omschrijving monsters:
I : 890710
II :
III :
IV :
V :

Datum monsterneming:
Datum ontvangst : 20-02-1989
Bemonsterd door : IWACO

Analyse	Eenheid	I	II	III	IV	V
GC/MS-SCREENING						
Butyl-benzeen (#)	mg/ml extract	<1				
Decaan (#)	mg/ml extract	<2				
Undecaan (#)	mg/ml extract	<2				
Nonaan (#)	mg/ml extract	<2				
Limoneen (#)	mg/ml extract	<2				
Dichloor-fluor-methaan (#)	mg/ml extract	*				
Ethyl-acetaat (#)	mg/ml extract	*				
Ethyl-butanoaat (#)	mg/ml extract	<5				
Methyl-pentanoaat (#)	mg/ml extract	<5				
Ethyl-pentanoaat (#)	mg/ml extract	<5				
Methanol (#)	mg/ml extract	*				
Ethanol (#)	mg/ml extract	*				
Propaan-1-ol (#)	mg/ml extract	*				
Propaan-2-ol (#)	mg/ml extract	*				
Butaan-2-ol (#)	mg/ml extract	<5				

* Niet te bepalen (valt onder de oplosmiddel piek).

Alle op dit blad genoemde analyses, m.u.v. met # gemerkte analyses zijn door STERLAB erkend.



Lid
Orde van
Nederlandse
Raadgevende
ingenieurs

Alle opdrachten worden aanvaard en uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Regeling van de Verhouding tussen Opdrachtgever en adviserend Ingenieursbureau (RVOI 1987), gedeponereerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage.

Een door STERLAB in het register ingeschreven laboratorium onder nr 5 voor de bij de erkenning beoordeelde onderzoeken

Hoofdkantoor
Deventer, Handelskade 11, Telefoon 05700-99911
Korrespondentieadres: Postbus 479, 7400 AL Deventer
Telefax 05700-99270, Telex 49545

Overige vestigingen:
Almere-Stad, Grote Markt 3, 1315 JA, Telefoon 03240-30724
Capelle a/d IJssel, Hollandsch Diep 69, Postbus 856, 2900 AW, Telefoon 010-4511242
Tilburg, Dr. Hub. van Doorneweg 99G, 5026 RB, Telefoon 013-639112

BIJLAGE 5

Grondwaterkwaliteitsmodel

INHOUDSOPGAVE BIJLAGE 5

Blz.

1.	<u>INLEIDING</u>	1
2.	<u>BESCHRIJVING VAN HET STIWACO GRONDWATERKWALITEITS- MODEL</u>	1
3.	<u>GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE VAN HET GEBIED ROND DE COUPEPOLDER</u>	4
4.	<u>GEOHYDROLOGISCHE RANDVOORWAARDEN</u>	4
5.	<u>MODELLERING VAN HET STOFTRANSPORT</u>	5
6.	<u>RESULTATEN</u>	12

FIGUREN

Figuur 1: Ligging van het gemodelleerd vlak

Figuur 2: Geschematiseerd geohydrologisch dwarsprofiel

TABELLEN

Tabel 1: Overzicht van K_D -waarden en weerstanden in het modelgebied

Tabel 2: Gemeten concentraties van chloride, zink en benzeen

Tabel 3: Overzicht van gebruikte retardatiefactoren

1. INLEIDING

In deze bijlage wordt een beschrijving gegeven van de modelstudie, die is uitgevoerd met het grondwaterkwaliteitsmodel STIWACO. Deze modelstudie valt binnen het kader van de risico-evaluatie van de vuilstort Coupépolder en betreft de veranderingen van de verontreinigingssituatie van het grondwater in de toekomst.

Modelstudies worden uitgevoerd om inzicht te krijgen in natuurlijke processen en de effecten die bepaalde kunstmatige veranderingen en verstoringen, zoals een bodemverontreiniging, daarop hebben.

Rekenkundige modellen zijn altijd een vereenvoudiging van de werkelijke situatie in de natuur. De kunst is om de complexiteit van de natuurlijke situatie terug te brengen tot een overzichtelijk systeem waarin de processen zijn vervat, die het meest bepalend zijn ten aanzien van het te onderzoeken verschijnsel. Verder staat of valt de betrouwbaarheid van het model met de hoeveelheid en kwaliteit van de gegevens.

De modelstudie is erop gericht om de verspreiding van verontreinigingen te bepalen tot ver in de toekomst. De resultaten van de studie moeten daarom als indicatief worden beschouwd.

2. BESCHRIJVING VAN HET STIWACO GRONDWATERKWALITEITSMODEL

STIWACO is een tweedimensionaal computermodel waarmee stoftransport in het grondwater gesimuleerd kan worden (6). Het transport van stof wordt bepaald door de volgende processen:

1. Convectief transport

Dit betreft in dit geval de stroming van water door de grond als een poreus medium. Deze stroming wordt beschreven door de continuïteits-vergelijking en door de wet van Darcy. De verplaatsing van opgeloste stof is hierbij gelijk aan de verplaatsingsnelheid van het water. Dit geldt alleen als de opgeloste stof chemisch inert is. De vloeistof werkt als een carrier en de opgeloste stof, de solute, wordt daarin meegesleurd.

2. Spreidingsverschijnselen.

Dit betreft de fysische verspreidingsprocessen van een stof in het grondwater, los van het bovengenoemde convectief transport. Onderscheid wordt gemaakt in:

- a. diffusie
 - b. dispersie
 - c. dichtheidstroming
- ad a. Moleculaire diffusie ten gevolge van een concentratie-gradient.
- ad b. Spreiding door een (3) ongelijke verdeling van snelheden en richtingen van de stromingsvectoren in stromend grondwater. Dispersie is afhankelijk van de structuur van het medium en stroomsnelheid.
- ad c. Dichtheidstroming ontstaat door verschillen in soortelijk gewicht (chemische samenstelling, temperatuur).

Diffusie en dispersie worden in STIWACO in een gecombineerde term tesamen gebracht. De dispersie is in de praktijk vele malen groter dan de diffusie. STIWACO houdt geen rekening met dichtheidstroming.

3. Sorptie en afbraak

Sorptie- en afbraak-processen zijn bepalend voor het zogenaamde niet-konservatieve karakter van een stof. Onder sorptie verstaat met het vasthouden (adsorptie) van opgeloste stoffen door bodemdeeltjes of men bedoelt het loslaten (desorptie) van een stof door de bodem. De evenwichtsverdeling van een stof over het grondwater en de bodem wordt weergegeven via adsorptie-isothermen.

In STIWACO wordt gebruik gemaakt van een lineaire adsorptie-isotherm. De verdeling van een stof over de vaste fase en de vloeistof fase kan in dat geval door een constante distributie-coëfficiënt (D_k) weergegeven worden. De distributie-coëfficiënt is afhankelijk van het bodemmateriaal, de pH en de soort stof. Wanneer een opgeloste stof in kleine concentraties aanwezig is zal de adsorptie van deze stof weinig invloed hebben op het gedrag van andere opgeloste stoffen in het systeem. Bij hoge concentraties is er wel sprake van complexe wisselwerkingen waarvoor nog geen goede theorieën beschikbaar zijn. Afbraak vindt plaats ten gevolge van chemische transformatie, microbiologische processen en radioactief verval.

De invoergegevens van het STIWACO-model bestaan uit:

- netwerk parameters
- tijdparameters
- (geo-) hydrologische parameters
- chemische parameters
- executie parameters

De uitvoer mogelijkheden van STIWACO zijn:

- concentratieverloop in de tijd op een bepaalde plaats
- concentratie in het gehele onderzochte gebied op een bepaalde tijd (contourlijnen)

In deze paragraaf werden enkele algemene opmerkingen over het grondwaterkwaliteitsmodel STIWACO gemaakt. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de modellering van het Coupe-polder gebied, op de uitgevoerde berekeningen en de daaruit voortgekomen resultaten.

3. GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE VAN HET GEBIED ROND DE COUPEPOLDER

Om een modelstudie uit te voeren is het noodzakelijk dat de werkelijke situatie zodanig wordt weergegeven dat een model enerzijds in staat is om de berekening te kunnen uitvoeren en anderzijds de werkelijkheid zo getrouw mogelijk tracht te imiteren. Uitgaande van het reeds bekende patroon van stroombanen en de situering van eventueel kwetsbare gebieden is een modelgebied gedefinieerd in het vertikale vlak langs stroombaan (zie figuur 1). De richting van de grondwaterstroming is noord tot noordwest. Het verticale vlak begint in de Noord- en Zuideinder polder (50 m. ten Z.O. van het Aarkanaal). In noordwestelijke richting (loodrecht op het Aarkanaal kruist dit vlak achtereenvolgens: het Aarkanaal, een ringsloot, de vuilstort (350 m. breed), een ringsloot, het heemgebied, de Kromme Aar, de polder Oudshoorn en eindigt ten slotte na 1500 m. in de (diepe) polder Vierambacht.

horizontale

De geologie van het modelgebied is geschematiseerd tot een slecht doorlatend Holoceen pakket van 0 m. tot - 10 m. NAP en een watervoerend pakket (Pleistoceen) van - 10 m. NAP tot - 40 m. NAP (zie fig. 2). Het Holoceen is over een breedte van 150 m. onder de vuilstort onderbroken door geulafzettingen. Deze geulafzettingen (dikte 10 m.) zijn relatief beter doorlatend. De geulafzettingen bevatten zandig materiaal waarin lenzen van klei en veen voorkomen. Deze afzettingen vormen een toegang tot het onderliggende watervoerend pakket.

Het netwerk van STIWACO bestaat uit rechthoekige gridcellen (maximaal 30 * 30). De totale lengte van het studiegebied wordt verdeeld in 30 cellen van elk 50 m. lengte.

De lengte-diepte verhouding mag uit rekentechnisch oogpunt niet groter dan 10 worden. Dit heeft als praktische consequentie dat de diepte van de gridcellen minimaal 5 m. moet bedragen. De bovenkant van de vuilstort is gemodelleerd op + 5 m. NAP, dit is tevens de bovenrand van het modelgebied. De onderrand van het modelgebied wordt bepaald door een ondoorlatende basis, deze ligt op - 40 m. NAP. Indien er uitgegaan wordt van gridcellen met een diepte van 5 m. betekent dit dat er gewerkt wordt met totaal 9 modellagen. De bovenste modellagen vertegenwoordigen het holocene pakket en de vuilstort. De overige 7 lagen hebben betrekking op het watervoerend pakket.

Voor de bovenste modellaag geldt dat deze, behalve ter plaatse van de vuilstort, overal inactief is. Indikatief betekent dat er in de elementen uit deze laag geen berekeningen plaatsvinden. Wel wordt een constante potentieel gehandhaafd, die overeenkomt met de desbetreffende polder- en boezempeilen.

$9 \times 5 = 45 \text{ m}$
 $- 40 \text{ m} = 5$

infiltratie laag

Ter plaatse van de geulafzetting onder de vuilstort stelt het bovenste element de overgangslaag voor tussen stort en geulafzettingen. Deze overgangslaag is van belang, omdat door afzetting van slib deze laag een hoge hydrologische weerstand heeft en omdat vermoedelijk veel adsorptie optreedt in deze laag.

De infiltratie van percolatiewater vanuit de vuilstort vindt plaats door de elementen van de overgangslaag en de geulafzettingen (zie fig. 2).

Hieronder volgt een overzicht van kD-waarden en weerstanden-per-modellaag voor de verschillende delen in het modelgebied.

deelgebied	kD-waarde (m ² /dag)	weerstand (dagen)
sliblaag	0.32	800
geulafzetting	1.70	300
holoceen	0.02	20000
waterv. pakket	1200	1.25

*sliblaag is afgegraven?
+ 2 m →
bijl. 4 m
diepte*

Tabel 1: Overzicht van kD-waarden en weerstanden in het modelgebied

De kD-waarden voor het Holoceen en het watervoerende pakket zijn afgeleid uit de in de Coupé-polder verrichte metingen. De kD-waarden voor de sliblaag en de geulafzettingen zijn deels als zodanig verondersteld en zijn deels geschat en deels uit ijking van het model voortgekomen.

De mate waarin de dispersieverschijnselen optreden, afhankelijk van de dispersiviteit in langitudinale richting (dat wil zeggen met de stromingsrichting mee) en transversale richting. Voor de dispersiviteit in longitudinale richting is een waarde van 5 meter gebruikt. De waarde van de transversale dispersiviteit (loodrecht op de stromingsrichting) bedraagt in de berekeningen 20 % van longitudinale dispersiviteit. Vaak wordt voor de transversale dispersiviteit een waarde van 10 % gebruikt.

*Waarom hier een waarde 2x zo groot transversaal?
Is dat uit jking voortgekomen 20 ja, reken waarom? Want ook anders!*

4.

GEOHYDROLOGISCHE RANDVOORWAARDEN

Het transport van opgeloste stof in het grondwater is afhankelijk van de snelheid en richting waarin het grondwater zich verplaatst. Ter verkrijging van het beeld van de grondwaterstroming met behulp van STIWACO is het noodzakelijk om aan minimaal twee randen van het modelgebied geohydrologische parameters vast te leggen. Dit kan in de vorm van stijghoogten en fluxen. In het Coupé-polder gebied zijn gegevens beschikbaar over:

- polderpeilen
- stijghoogten in het watervoerend pakket
- infiltratie snelheid vanuit de stort naar het watervoerend pakket

De bovenrand van het modelgebied wordt vastgelegd middels de bekende polderpeilen ter weerszijden van de vuilstort en door infiltratiesnelheden ter plaatse van de stort te definiëren. De infiltratiesnelheid boven de geulafzettingen is berekend in de waterbalansstudie die voor de vuilstort is uitgevoerd. De grootte van deze infiltratiesnelheid bedraagt in een "worst-case" situatie 0.75 mm/dag. Dit betekent concreet dat verontreinigingen vanuit de stort met een dergelijke flux kunnen doordringen in het watervoerend pakket. De breedte van de geulafzettingen bedraagt 150 m. Voor de resterende breedte van de vuilstort (200 m.) is een flux gehanteerd die 10 maal zo klein is (0.075 mm/dag). Mede door het onderliggende holocene pakket draagt deze flux praktisch gezien nauwelijks bij aan het transport van verontreinigingen uit de vuilstort.

De onderrand van het modelgebied wordt vastgelegd met het bekende stijghoogte patroon van het watervoerend pakket. De stijghoogten verlopen van -3.50 m. NAP in de Noord en Zuideinder polder tot - 4.44 m. NAP in de polder Vierambacht. Het verloop is niet lineair. De eerste 350 m. bedraagt het verhang 1 : 2000, vervolgens over een breedte

van 450 m. een verhang van 1 : 800 en de resterende 700 m.
een verhang van 1 : 2000 .

Zowel de bovenrand als de onderrand zijn nu vastgelegd en
tesamen met netwerkparameters en de kD-waarden is het
geohydrologische gedeelte compleet.

5. MODELLERING VAN HET STOFTRANSPORT

Om het verspreidingsgedrag van de verontreinigingen te bepalen, zijn 3 verschillende chemische stoffen gekozen, namelijk zink, benzeen en chloride. Deze tracerstoffen zijn geselecteerd op grond van algemeen voorkomen in de stort, de hoge concentraties ten opzichte van de achtergrondswaarde, de mobiliteit en de toxiciteit (zie par. 6.2).

Aangenomen wordt dat de genoemde stoffen zich 15 jaar geleden zijn gaan verspreiden.

De recent uitgevoerde concentratiemetingen van de diverse stoffen dienden als ijkingspunt voor de berekeningen op het tijdstip 15 jaar. IJking vond vooral plaats aan de hand van de dispersiviteiten en de *retardatiefactoren. Zodra het berekende concentratiebeeld overeenstemde met het waargenomen concentratiebeeld zijn er berekeningen uitgevoerd voor perioden langer dan 15 jaar.

Chloride, hoewel niet toxisch, zal als "inerte" stof het snelst worden getransporteerd en benadert daarmee een "worst-case" situatie. Naast Chloride is er een zwaar metaal en een organische verbinding geselecteerd. Het metaal zink is gekozen omdat het in een hoge concentratie (boven de C-waarde) in de stort is aangetroffen. In de geulafzettingen en in het watervoerend pakket is geen zink boven de detectiegrens gevonden. Het relatief mobiele en toxische benzeen is als organische verbinding geselecteerd. Benzeen is in een hoge concentratie in de stort aangetroffen (16 maal C-waarde). In de geulafzettingen is ook benzeen aangetroffen (boven de B-waarde), terwijl in het watervoerend pakket nergens de detectiegrens overschreden wordt. Hieronder volgt een overzicht van de aangetroffen concentraties.

1974
chem. stoffe
2-1-1978-79

*verhoging
(ophouden)

	Chloor (mg/l)	zink (μ g/l)	benzeen (μ g/l)
stort	1500	965	83.0
geulafzetting	750	50	1.6
waterv. pakket	100	50	0.2

Tabel 2: Gemeten concentraties van chloride, zink en benzeen.

Zowel zink als benzeen zijn onderhevig aan adsorptie aan de vaste fase. De mate van de adsorptie is mede afhankelijk van het klei- en het organisch stof-gehalte van de bodem waarin het transport plaats vindt en van de eigenschappen van de opgeloste stof. Door adsorptie ondervindt de stof een vertraging van de transportsnelheid in relatie tot die van de "carrier" (het schone grondwater). Deze vertraging wordt retardatie genoemd. De effectieve "solute-snelheid" (snelheid van de opgeloste stof) is gelijk aan de "carrier-snelheid" gedeeld door de retardatiefactor. Ondanks de diverse soorten materiaal van de vaste fase in het modelgebied kan er slechts een enkele retardatiefactor worden opgelegd. Aangenomen wordt dat zowel in de vuilstort als in de geulafzettingen relatief meer kleilig materiaal en organische stof voorkomt. In deze deelgebieden zal dus de meeste adsorptie plaats vinden. In het watervoerend pakket is het klei-gehalte nihil en bedraagt de hoeveelheid organische stof minder dan 1 % . Adsorptie zal in de praktijk geen rol van betekenis spelen in het watervoerend pakket. De retardatiefactor wordt berekend uit de droge bulkdichtheid van de vaste fase, uit de porositeit en uit de distributiecoëfficiënt (D_k) van de stof over de vaste fase en de vloeistof fase. De grootte van de retardatiefactor is echter zeer onzeker. Tevens is er sprake van een grote ruimtelijke variabiliteit. Voor wat betreft Chloride heeft de retardatie geen betekenis, er is namelijk geen belangrijke interactie met de vaste fase. Voor de twee andere stoffen moet wel een retardatiefactor bepaald worden. Voor benzeen is het mogelijk om een (theoretische)

retardatiefactor af te leiden (13) uit de gewichtsfractie organische stof (f_{OC}) en uit de sorptie-constante voor de organische koolstoffractie (K_{OC}). De gewichtsfractie organische koolstof in de geulafzettingen wordt op 5 % geschat. K_{OC} bedraagt 57.54 (Karickhoff, 1984). De hieruit resulterende retardatiefactor bedraagt 20 (-). Uit STIWACO berekeningen die met deze retardatiefactor uitgevoerd zijn blijkt dat er zelfs na een periode van 100 jaar nog geen benzeen uit de stort is gemigreerd naar de geulafzettingen. De metingen tonen momenteel (gegevens 1989) echter al een licht verhoogde concentratie in de geulafzettingen aan. Er moet dus een andere waarde aan de retardatiefactor worden toegekend. Deze moet een zodanige waarde krijgen dat het berekende concentratiebeeld na een periode van 15 jaar overeenkomt met het gemeten concentratiebeeld. Na een aantal ijking-procedures blijkt de waarde 3 voor de retardatiefactor goed te voldoen.

gegeven + berekening
20 →
multipl. 3
factor 3
↓
factor 15

Afhankelijk van ondermeer de aard van de vaste fase worden voor zink uiteenlopende retardatiefactoren vermeld (2). Deze waarden kunnen globaal tussen de 8 en de 120 liggen. Een belangrijk ijkpunt is dat er op het tijdstip 15 jaar geen zink in de geulafzettingen mag voorkomen. Een retardatiefactor met waarde 8 blijkt reeds goed te voldoen aan dit criterium. Een bijkomend argument is dat een dergelijk relatief lage retardatiefactor aansluit bij de worst-case benadering.

In deze paragraaf is de selectie van een drietal chemische parameters aan de orde gekomen. Chloride is gekozen omdat het onder deze omstandigheden als inert en dus "snel" mag worden beschouwd. Als organische verbinding is het relatief mobiele benzeen geselecteerd en zink is als zwaar metaal-ion gekozen vanwege de hoge concentraties die van dit metaal zijn aangetroffen in de stort. Op grond van het waargenomen beeld op het tijdstip 15 jaar zijn voor benzeen en zink de retardatiefactoren bepaald. Een overzicht volgt

hieronder:

Chloride	1
benzeen	3
zink	8

Tabel 3: Overzicht retardatiefactoren (-) .

Een theoretische afleiding van de retardatiefactor voor benzeen bleek niet te voldoen. Op grond van de retardatiefactoren kan gesteld worden dat Chloride het makkelijkst en zink het moeilijkst getransporteerd wordt. benzeen neemt een tussenpositie in.

6.

RESULTATEN

Met het model zijn de concentraties berekend van de 3 genoemde stoffen in het grondwater op 4 tijdstippen, namelijk: 0 (huidige situatie), 25, 50 en 100 jaar na 1988. De resultaten zijn weergegeven in een aantal contourkaarten van de concentraties in het verticale vlak (zie figuur 6 t/m 8 uit hoofdrapport). Voor een bespreking van de resultaten wordt verwezen naar hoofdstuk 6.2.

Reactie/opmerkingen n.a.v. het rapport JWACO dd. april '89,
fase 1b, deel 1.

- Samenvatting en conclusies:

blz ii, laatste regel: stand v.d. AW21 in de omgeving
van de stut is niet waarschijnlijk, zeker niet
lij voortevind.

Er zijn nimmer blokken geuit over de AW21, dan
door de kerens uit de Edelsteensingel e.o.
(zie ook conclusie bijlage 4 blz 16/18)

blz iv: in alpha wordt regelmatig een E_c -waarde tot
 $2000 \mu S/cm$ gevonden in het grondwater bij ind. bodemond.

blz v, andersom: onder = uit.

- blz 4: oppervlaktewater = betrijfsafvalwater -
opgepompt = gepompt.

- blz 6, 2^e streepje: domunder.
voorzijdelijk: domunder beïnvloede pakket/grondwater

- blz 9: oorspanning van fig. 3.:
lij 9 (noodwesttoestand stut) is eveneens oppervlaktijg
percentage waargenomen (april '89)

- blz 10, andersom: COB14 = COB19

- blz 12, 4^e r.: 2, 22, 23 = 21, 22, 23

- blz 15: GS2, E_c -waarde hierna staat niet in tabel.

andersom: GS2 = GS1

- blz 16: tabel 3a = bijlage 3a
nummer 21 = 21

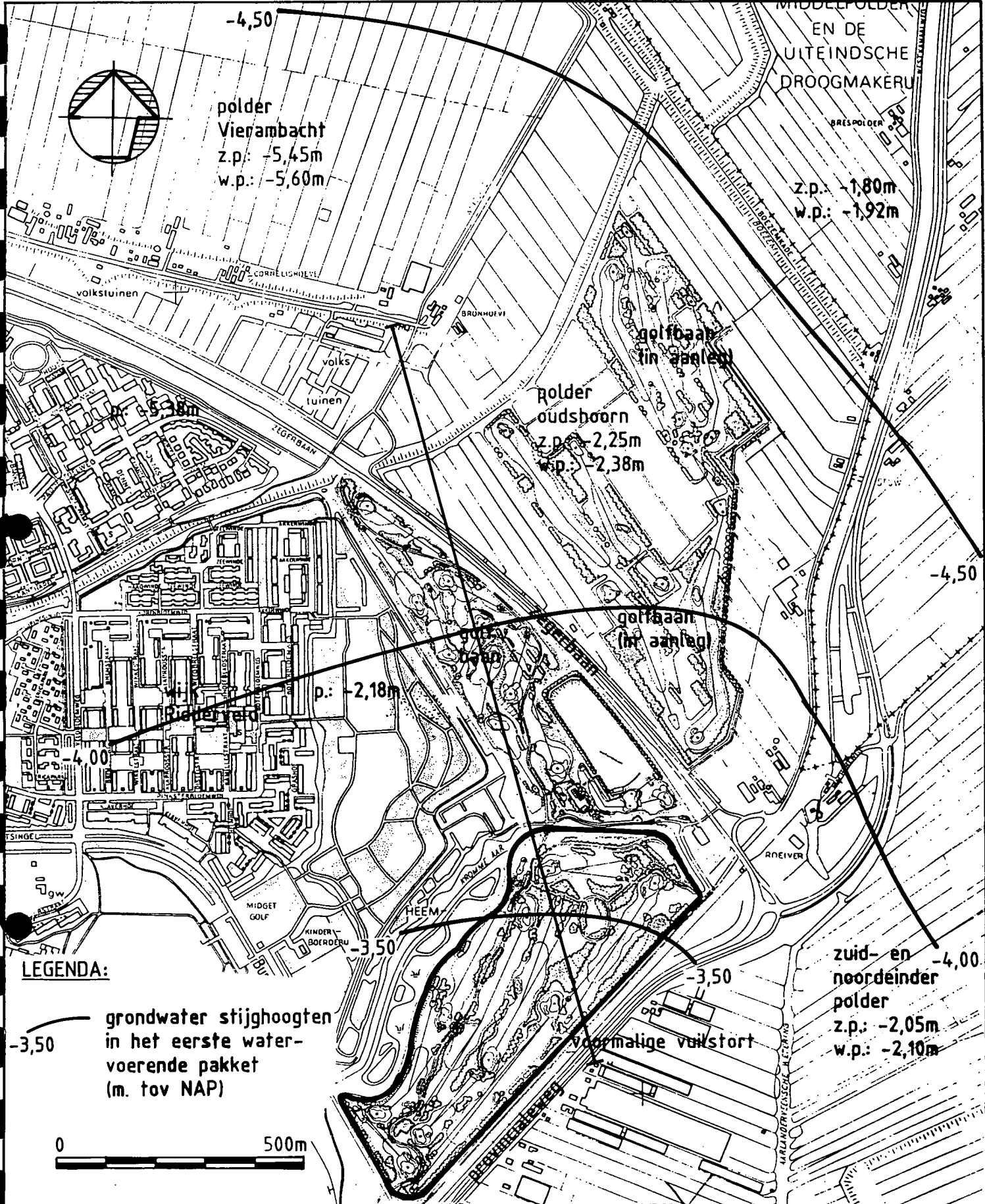
- blz 18, 8^er : ? , hier onthoudt dat ik iets?
- blz 18, 14^er : COB 36 = COS 36
- blz 19, 13^er : ? , zie boven.
- 5.4.2. bij D 3-2 , met de volgende vanden
 $E_c = 1080$ e. $Cl^- = 20 \text{ mg/l}$. is hier dan
 toek sprake van beïnvloeding?
- blz 19, 30^er : onderzoek... ??
 In de polder kent u horen zij vanden
 gemeten van $400 \mu\text{g Ba/l}$.
- blz 21, 5.5.3 in tabel onderheid maken in
 opp. water en sluit bestaanswijz. Is afvan van
 bedrijfspopulanten.
- blz 24, 1^er : polder wordt erom
- , 14^er : weilijder ... is in verbanding. ipv verban
- , 27^er : 200.000 m^3 , met vande berekend a.d.h.v.
 $48 \text{ m}^3/\text{h}$ pompefficiëntie ipv. $100 \text{ m}^3/\text{h}$
- blz 26, 16^er : par. 5.2.2 = 5.5.1.
- blz 32, 20^er : bijlage 5 = bijlage 4
 eenen weer AW 21.
- blz 43, 21^er : in ... overaansijlf ... : late vervallen.
- blz 45 : gee opp water.
- blz 48 tabel : Bousen is 1,9 ipv 19
 (zie ook bijlage 4 blz 11/18)
- fig 6+7 In e Be dimensie $\mu\text{g/l}$ of mg/l .
- fig 9 : waren volij gewaal kraame Bary ontbreekt.
- bijlage 4 blz 11/18 : * : wadt niet verblond
 $200 \times 200 \text{ m}^3 = \dots \text{ m}^2 ?$
- blz 13/18 : grondmenst = grondmest.
- blz 16/18 10^er : met = niet
- bijlage 5 blz 4/12 : is vertikale vlak hier niet horizontale
 in relatie met fig 1.
 blz 5/12. ontvoo : inaltief ipv. indicatief.

blz. 32, regel 21:	In bijlage 5 ..., wordt, ... in bijlage 4 ...
blz. 43, regel 3, 4:	is het uiterst onwaarsdiepelijk bestaat er geen kans dat ... wordt, ... is het uiterst onwaarschijnlijk dat ...
blz. 45, tabel 5:	oppervlaktewater ..., wordt, ... afvalwater
blz. 46, regel 19, 20:	Omdat er niet gezwommen wordt in de Kromme Aar worden geen gezondheidsrisico's verwacht bij contact met dit water, ... wordt, ... omdat er vrijwel niet gezwommen wordt in de Kromme Aar worden geen gezondheidsrisico's verwacht bij incidenteel contact met dit water
blz. 47, regel 29:	... stortmateriaal of het oppervlaktewater ..., wordt, ... stortmateriaal, percolatiewater of het oppervlaktewater ...
blz. 48, regel 3 onder tabel 6:	... van xylenen) onder ..., wordt, ... van xylenen en trichloormethaan) onder ...
fig. 6 en 7:	Bij legenda concentratie zink en benzeen in $\mu\text{g}/\text{l}$ i.p.v. mg/l
fig. 9:	- Plasrand bij begraafplaats dient groen te worden ingekleurd vanwege recreatief gebruik - Woning bij gemaal te noorden van stort dient rood te worden ingekleurd.
bijlage 4 blz. 11/18:	* in kolom 3 vervalt
:	e) ... $200 \times 200 \text{ m}^3$..., wordt, ... $200 \times 200 \text{ m}$...
:	kolom 2 benzeen $0,09 \text{ mg}/\text{m}^3$..., wordt, benzeen $0,9 \text{ mg}/\text{m}^3$
:	kolom 4 fenol $0,0004 \text{ g}/\text{m}^2/\text{jaar}$... wordt, ... $0,00004 \text{ g}/\text{m}^2/\text{jaar}$
bijlage 4 blz. 13/18, regel 15:	... grondmenst ..., wordt, ... grondmist ...
bijlage 4 blz. 16/18, regel 11:	... zelfs met boven ..., wordt, ... zelfs niet boven ...
bijlage 5 blz. 5/12, regel 27:	Indikatief ..., wordt, ... inaktief

Errata

- Uit: Deel 1: Risiko-evaluatie van Vervolgonderzoek, fase 1b: Coupepolder Alphen a/d Rijn, IWACO/Prov. Zuid-Holland, projektnummer 1804, Rotterdam, april 1989.
- blz. V, regel 9: ... onder de vuilstort ..., wordt, ... uit de vuilstort ...
- blz. 4, regel 11: ... oppervlaktewater ..., wordt, ... bedrijfsafvalwater ...
- " " : ... afgepompt ..., wordt, ... gepompt
- blz. 6, regel 8, 9: ... het daaronder worden ..., wordt, ... het daaronder liggende eerste watervoerende pakket worden ...
- blz. 9, regel 16 t/m 18: Op een aantal plaatsen langs het talud waar de afdeklaag geheel of gedeeltelijk ontbrak zijn grondmonsters genomen....., wordt, ... van het talud, waar de afdeklaag gedeeltelijk ontbrak, zijn op enkele plaatsen grondmonsters genomen ...
- blz. 10, regel 30: Boring COB-14 is ..., wordt, ... Boring COB-19 is ...
- blz. 12, regel 5: ... 2, 22, 23 ... wordt ... ~~21~~, ~~21~~
- blz. 15, regel 14, 15: ~~21~~ ~~22~~, ~~23~~ ~~23~~ ... het elektrisch geleidingsvermogen..., wordt, ... de specifieke elektrische weerstand ...
- blz. 15, regel 34: sondering GS2 ..., wordt, ... sondering GS1
- blz. 16, regel 21: ... tabel 3a, ... wordt, ... bijlage 3a ...
- regel 32: ... monster 21 ..., wordt, ... monster Z1
- blz. 18, regel 8: ..., wordt, ... dominantie
- regel 14: ... COB36 ..., wordt ... COS36...
- regel 23: ... D3.2 ..., wordt, ... D2.2
- blz. 19, regel 14: ..., wordt, ... dominantie ...
- regel 31: ... het onderzoek ..., wordt, ... het onderhavige onderzoek ...
- blz. 24, regel 14: ... in verband met ..., wordt, ... in verhouding tot ...
- regel 27: ... 200000 ..., wordt, ... 100000 ...
- blz. 26, regel 17: zie par. 5.2.2. ..., wordt, ... zie par. 5.5.1
- regel 24 t/m 26: ... van de polder Oudshoorn, waarvan het gemaal aan de overzijde en de Zeegerplas, vanwaar eveneens verontreinigingen kunnen worden aangevoerd ..., wordt, ... van de vuilstort Coupépolder. Uit de polder Oudshoorn, waarvan het gemaal aan de overzijde van de Kromme Aafis gelegen, kunnen eveneens verontreinigingen worden aangevoerd.

FIGUREN



-4,50
 polder
 Vierambacht
 z.p.: -5,45m
 w.p.: -5,60m

MIDDELPOLDER
 EN DE
 UITEINDSCHE
 DROOGMAKERIJ
 z.p.: -1,80m
 w.p.: -1,92m

polder
 oudshoorn
 z.p.: -2,25m
 w.p.: -2,38m

zuid- en
 noordeinder
 polder
 z.p.: -2,05m
 w.p.: -2,10m

LEGENDA:

-3,50
 grondwater stijghoogten
 in het eerste water-
 voerende pakket
 (m. tov NAP)



Opdrachtgever
 Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering

Project
 Coupé polder Alphen a/d Rijn
 STIWACO-grondwaterkwaliteitsmodel

Omschrijving
 Ligging van het gemodelleerde vlak

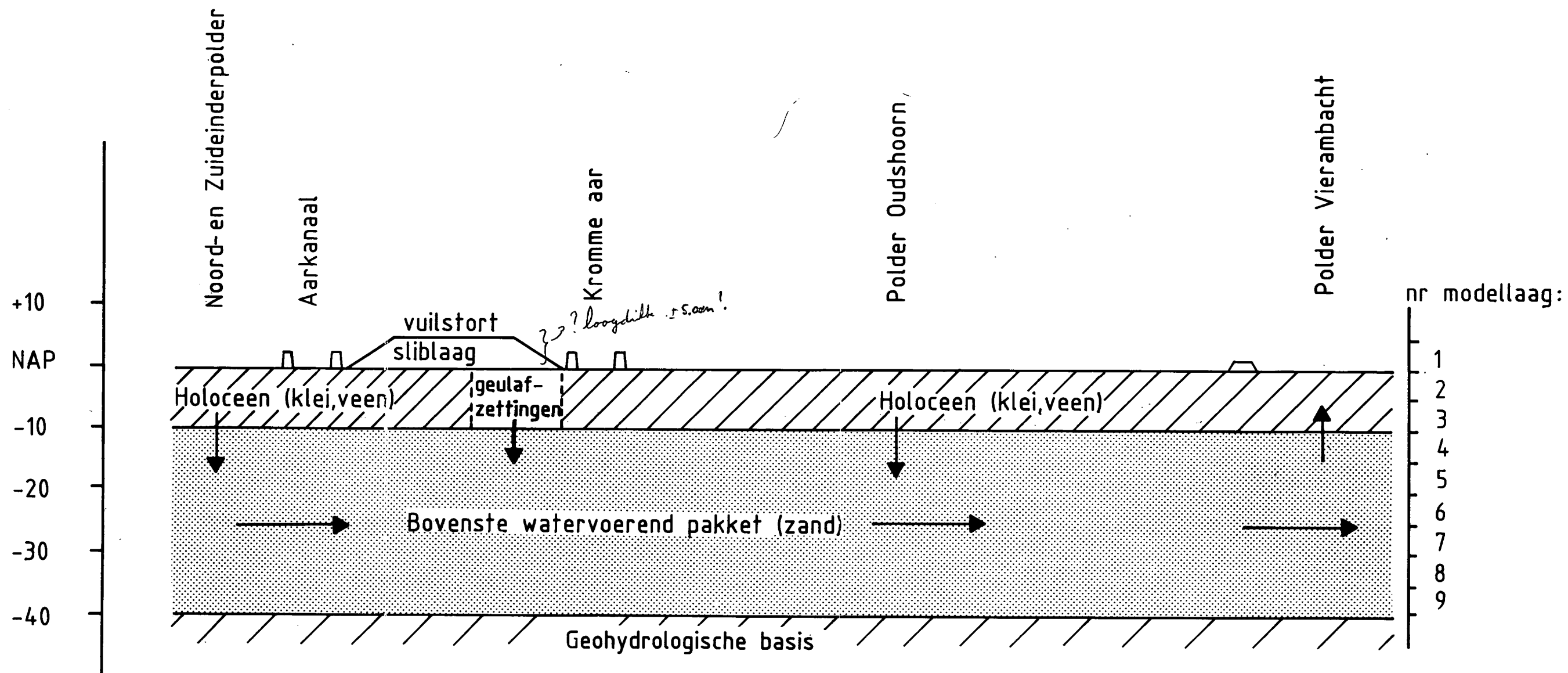
Getekend
 SW
 Figuurnummer
 1

Gezien
 MB
 Datum
 04-'89

Tekeningnummer
 1804-1

IWACO

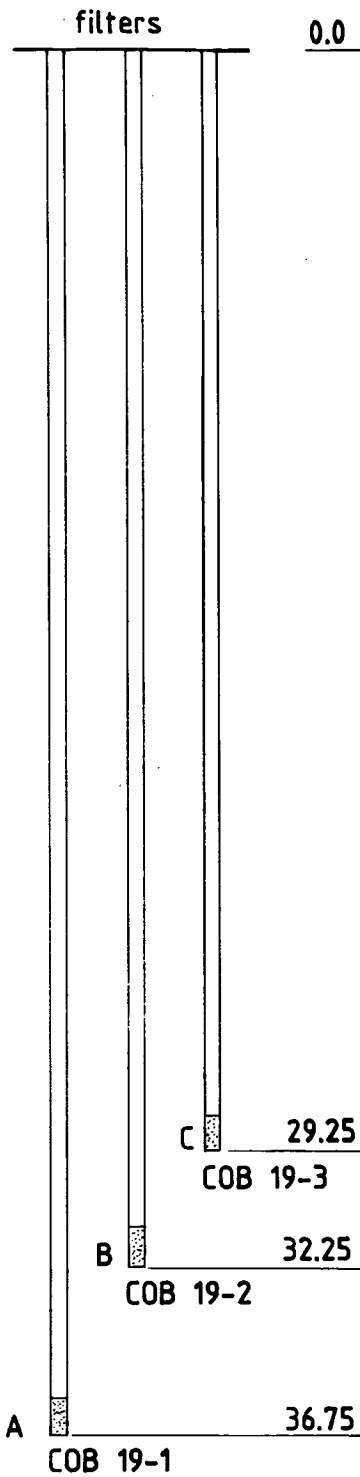
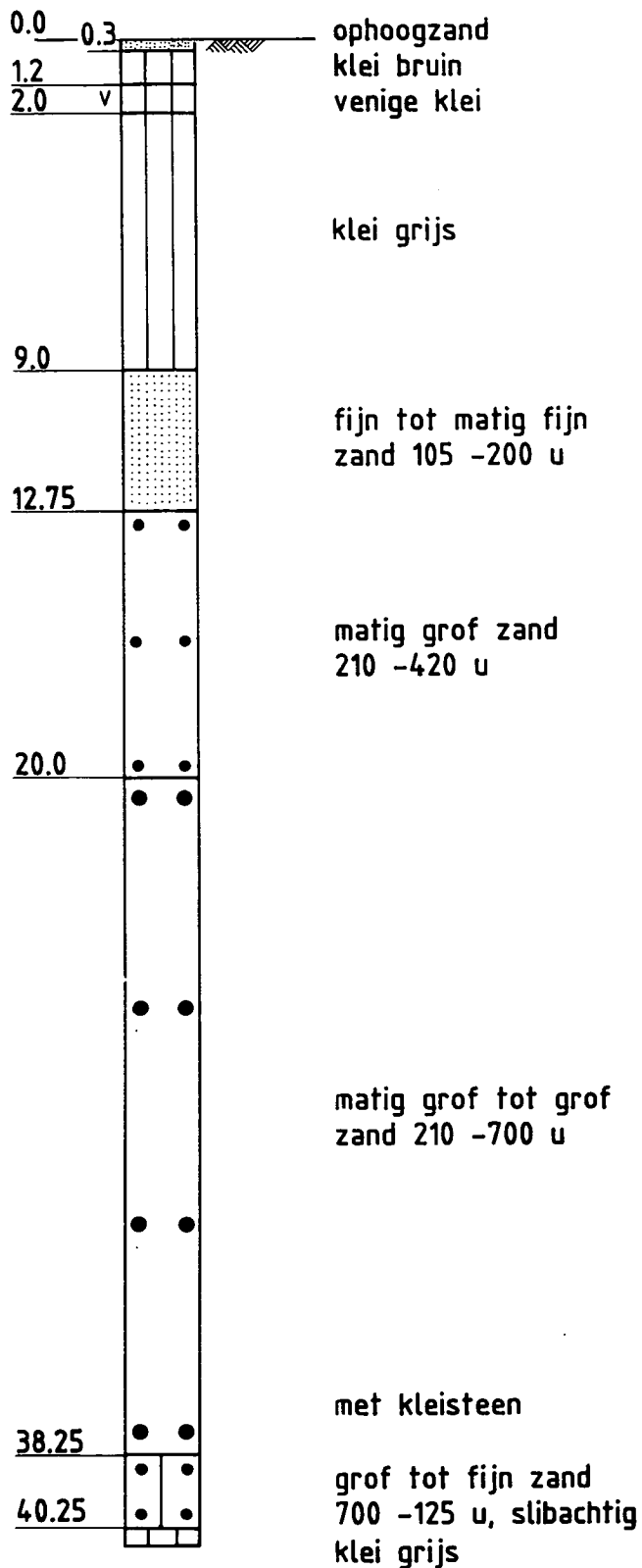
Adviesbureau voor water en milieu
 Postbus 183, 3000 AD Rotterdam
 Schiekade 189, Rotterdam
 Telefoon (010) 4.241.641



Opdrachtgever	Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering		Getekend SW	Gezien MB	Adviesbureau voor water en milieu Postbus 183, 3000 AD Rotterdam Schiekade 189, Rotterdam Telefoon (010) 4.241.641
Project	Coupé polder Alphen a/d Rijn STIWACO-grondwaterkwaliteitsmodel				
Omschrijving	Geschematiseerd Geohydrologisch Dwarsprofiel		Tekeningnummer 1804-2-Bijlage 5		

BIJLAGE 6

Boring COB-19



diepte in meters tov maaiveld



Opdrachtgever
Provincie Zuid-Holland afdeling Bodemsanering

Project
Coupé polder Alphen a/d Rijn
STIWACO-grondwaterkwaliteitsmodel

Omschrijving
Pulsboring COB-19

Getekend
SW
Figuurnummer

Gezien
KG
Datum
04-'89

Tekeningnummer
1804-Bijlage 6

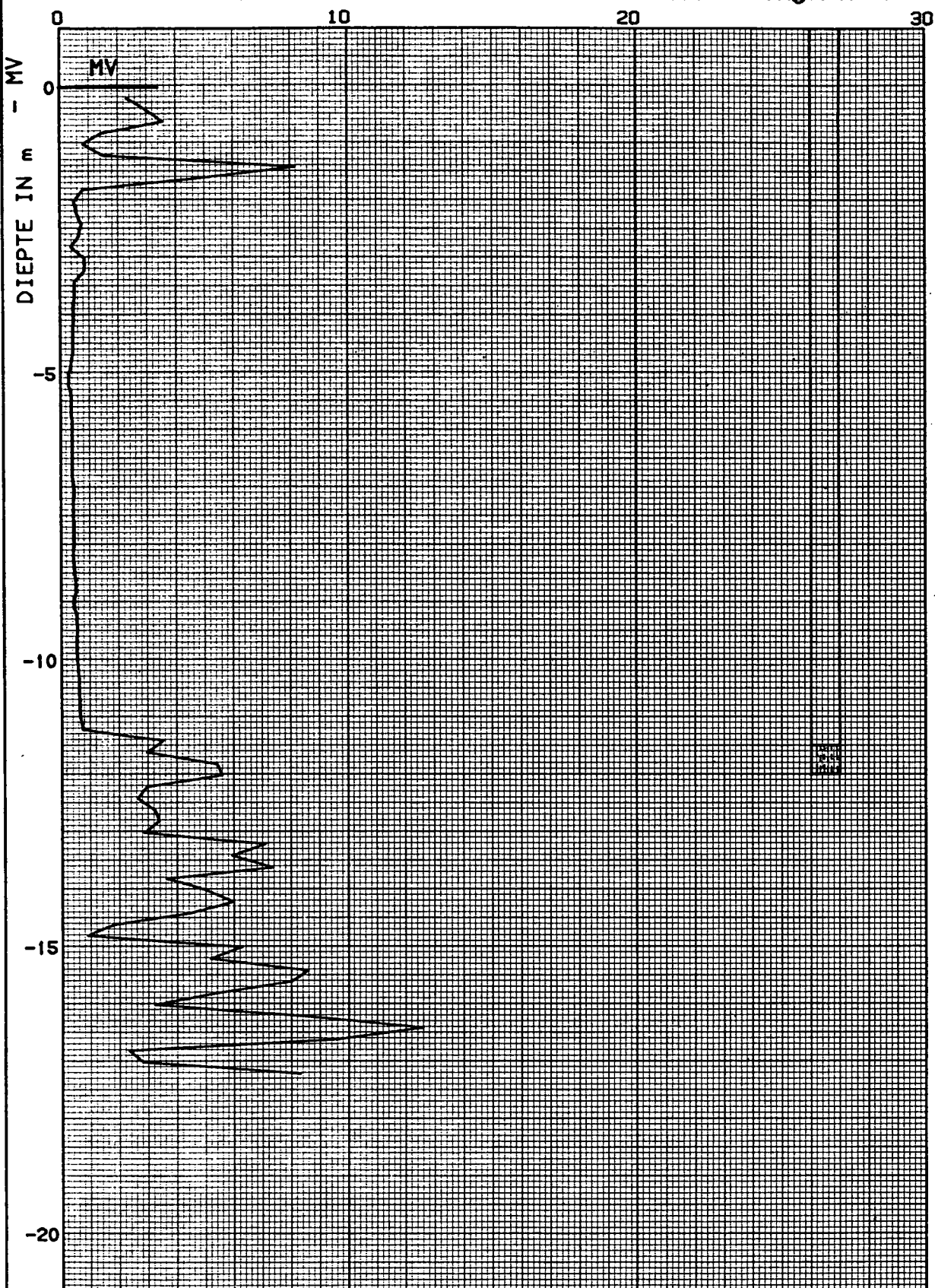
IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Postbus 183, 3000 AD Rotterdam
Schiekade 189, Rotterdam
Telefoon (010) 4.241.641

BIJLAGE 7

Sonderingen GS1, GS2 en GS3

CONUSWEERSTAND IN MPa

(1 MPa ≈ 10 kgf/cm²)



uitgevoerd volgens nen 3680

meetbereik:
conusweerstand 100 MPa
plaatselijke wrijving 1.0 MPa

mechanisch discontinu:
mantelconus
kleefmantelconus

* electrisch continu:
conus
* kleefmantelconus
ingesnoerd
* cilindrisch

n.b. * is van toepassing

GRONDMECHANICA DELFT

Postbus 69, 2600 AB Delft
Telefoon (015) 69 35 00

Telefax (015) 61 08 21
Telex 38234 soil nl

uitgevoerd d.d.
89-02-06

get.
EWD

COUPE - POLDER ALPHEN A/D RIJN

gez.
CO-305630

MIDDELZWARE SONDERING GS 1

X= , km
Y= , km

BIJL. 7a

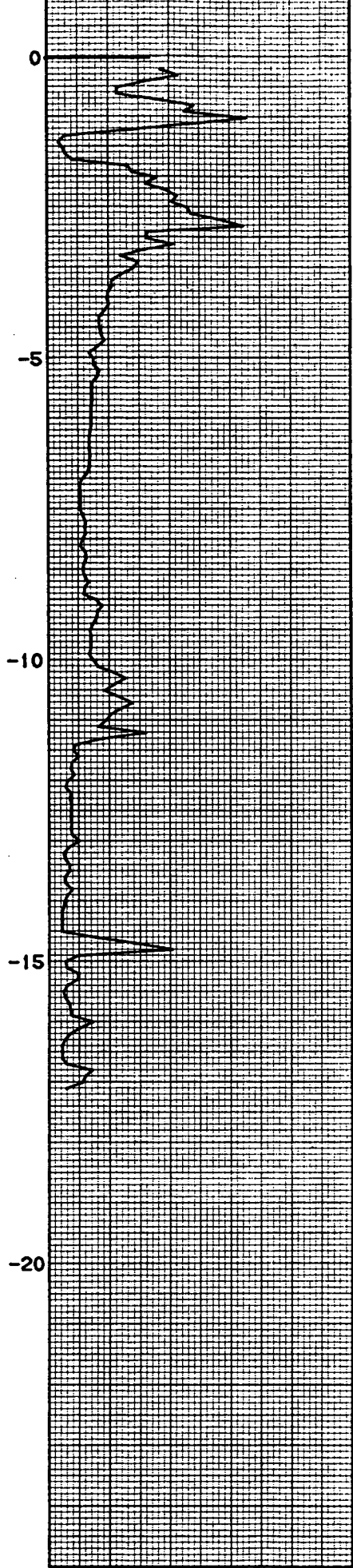
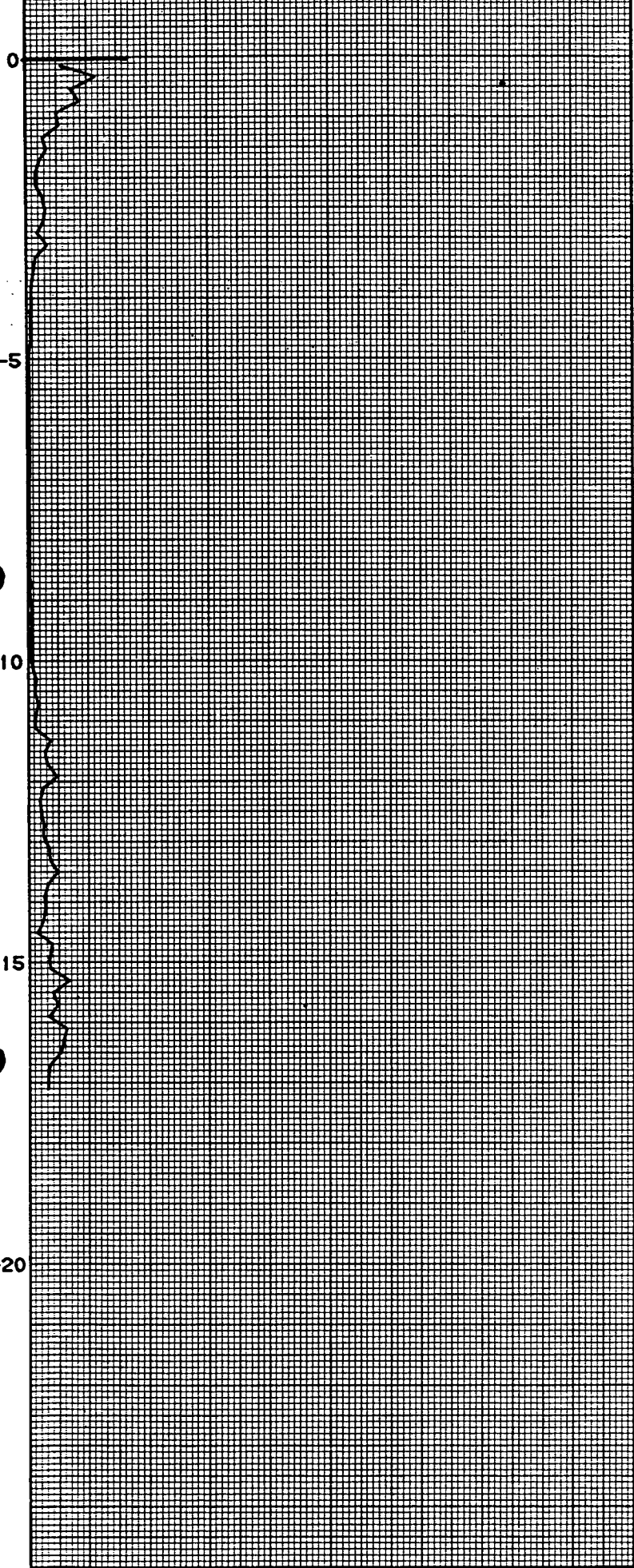
form.
A3

PLAATSELIJKE WRIJVING IN MP_a

WRIJVINGSGETAL (%)

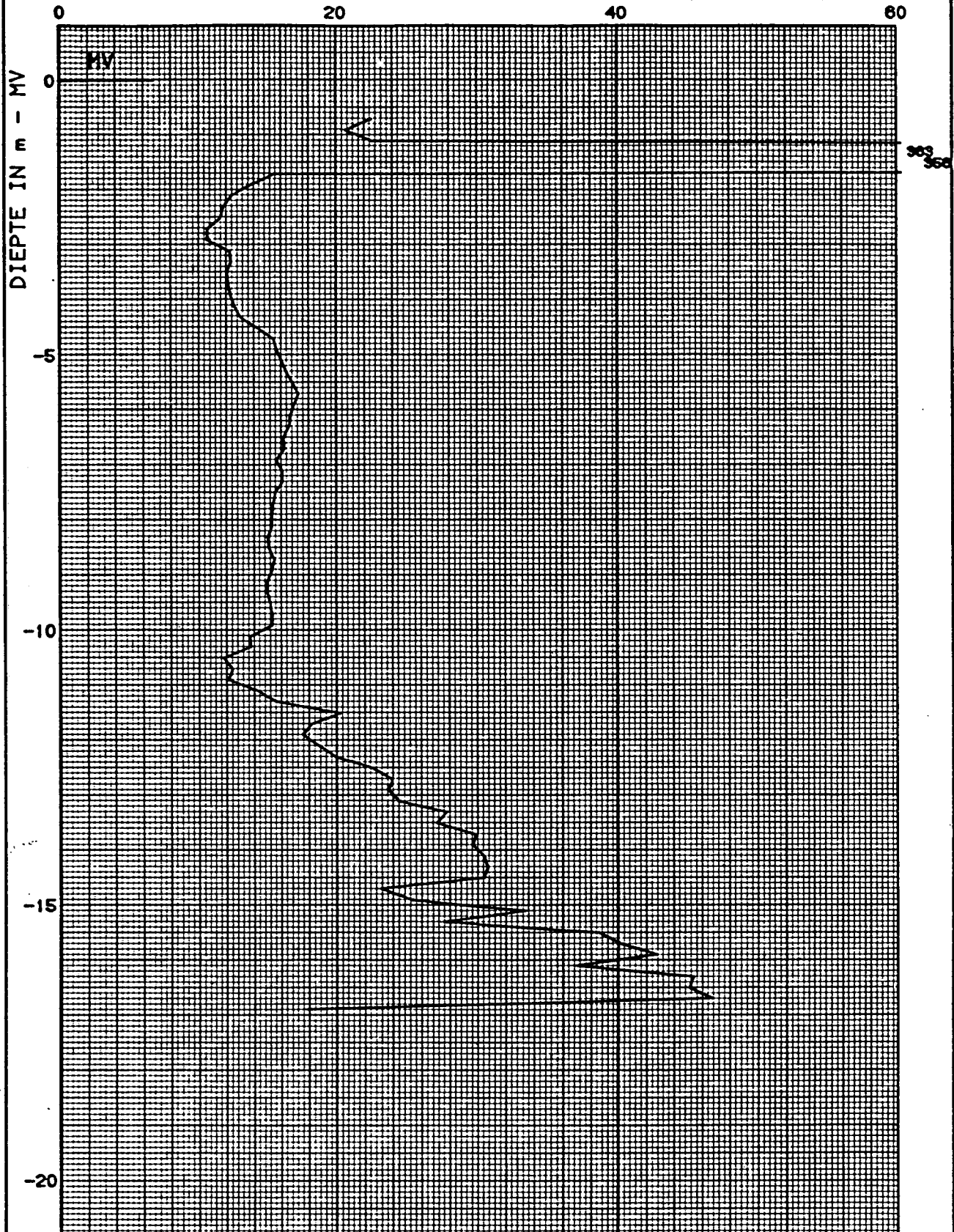
0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

0 5 10



SPEC. ELEK. WEERST.

(in OHMM)



Elektrische methode GD

Combinatie A ---
B ———

**GRONDMECHANICA
DELFT**

Postbus 69, 2600 AB Delft
Telefoon (015) 56 92 23

Telefax (015) 61 08 21
Telex 38234 soil nl

uitgevoerd d.d.
89-02-06

ge:
ED

COUPE - POLDER ALPHEN A/D RIJN

CO-305630

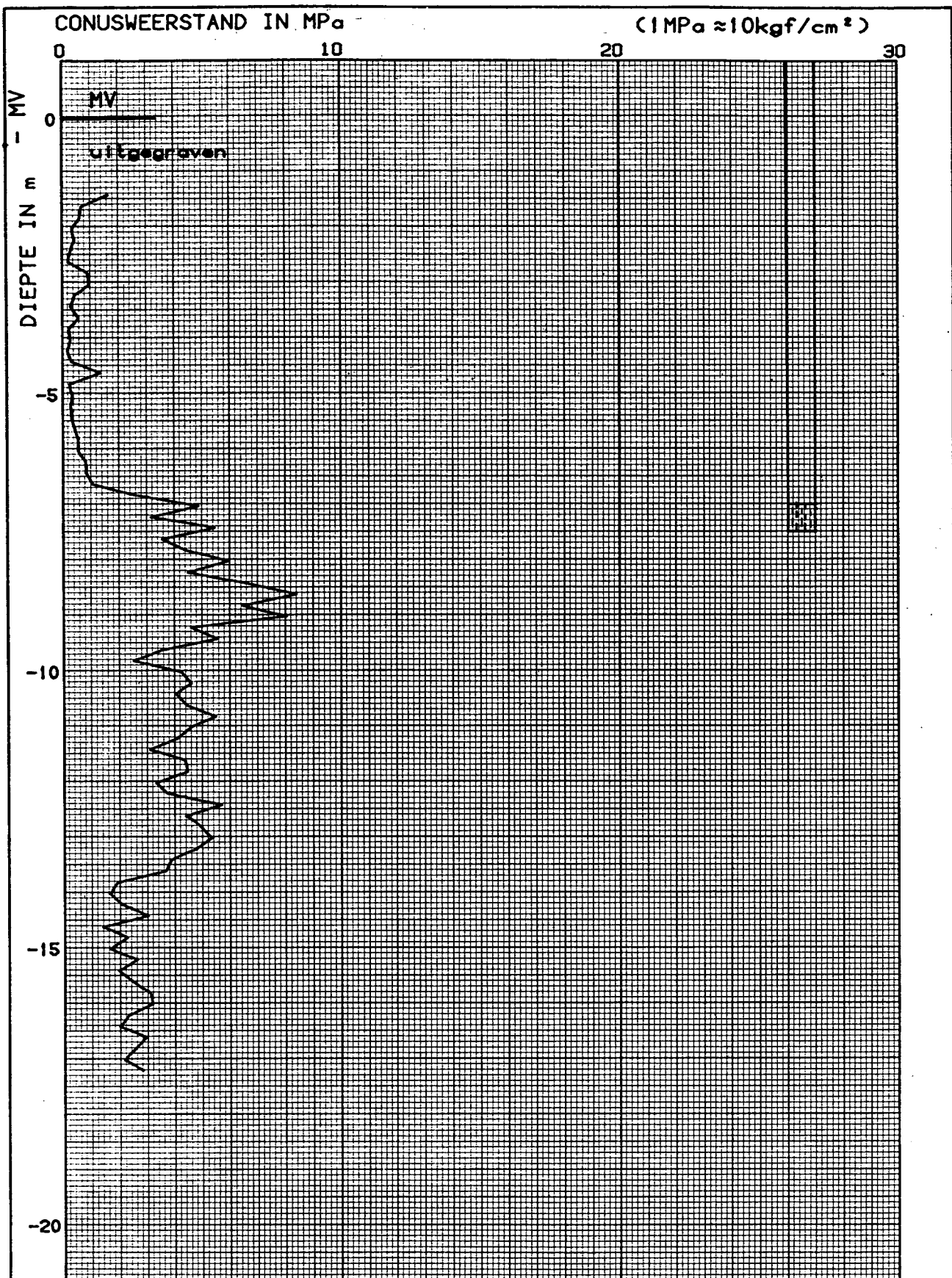
gez.
lee

ELEK. WEERST. METING GROND GS 1

X= , km
Y= , km

BUL. 7a

form
A4



uitgevoerd volgens nen 3680

meetbereik:
 conusweerstand 100 MPa
 plaatselijke wrijving 1.0 MPa

mechanisch discontinu:
 mantelconus
 kleeftmantelconus

* electrisch continu:
 conus
 * kleeftmantelconus
 * ingesnoerd
 cilindrisch

n.b. * is van toepassing



GRONDMECHANICA
 DELFT

Postbus 69, 2600 AB Delft
 Telefoon (015) 69 35 00

Telefax (015) 61 08 21
 Telex 38234 soil nl

uitgevoerd d.d.
 89-02-06

get.
 EWD

COUPE - POLDER ALPHEN A/D RIJN

CO-305630

gez.

MIDDELZWARE SONDERING GS 2

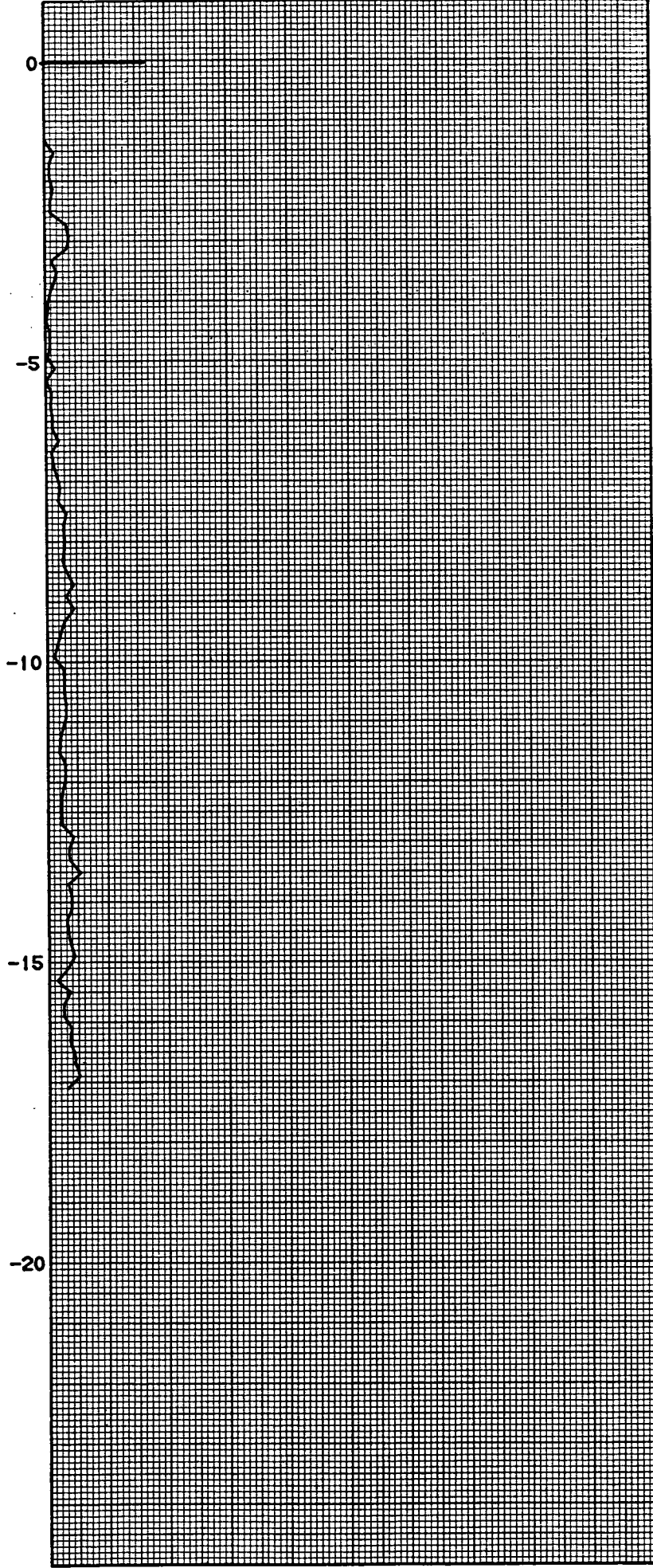
X= , km
 Y= , km

BIJL. 7b

form.
 A3

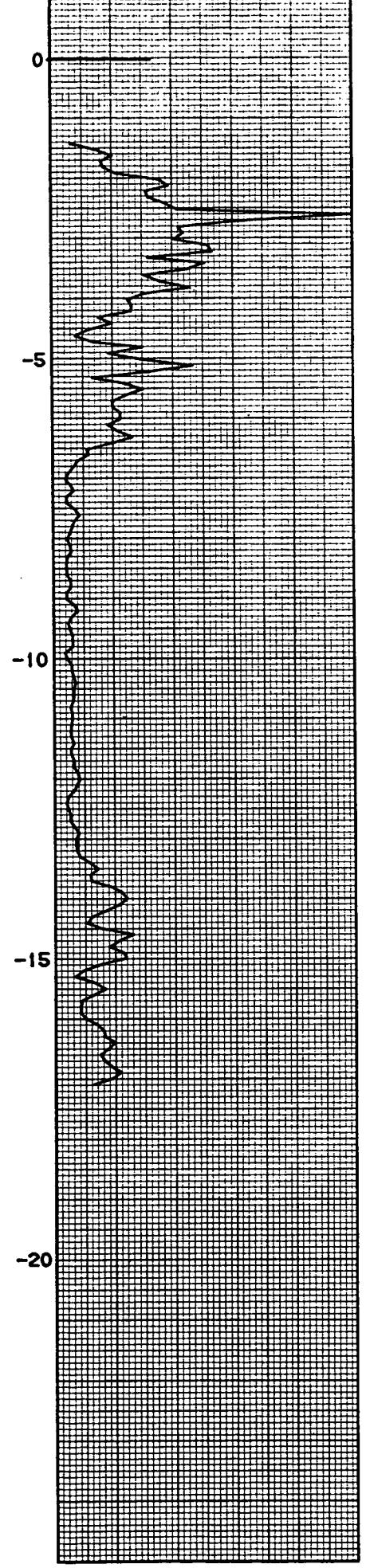
PLAATSELIJKE WRIJVING IN MPa

0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0



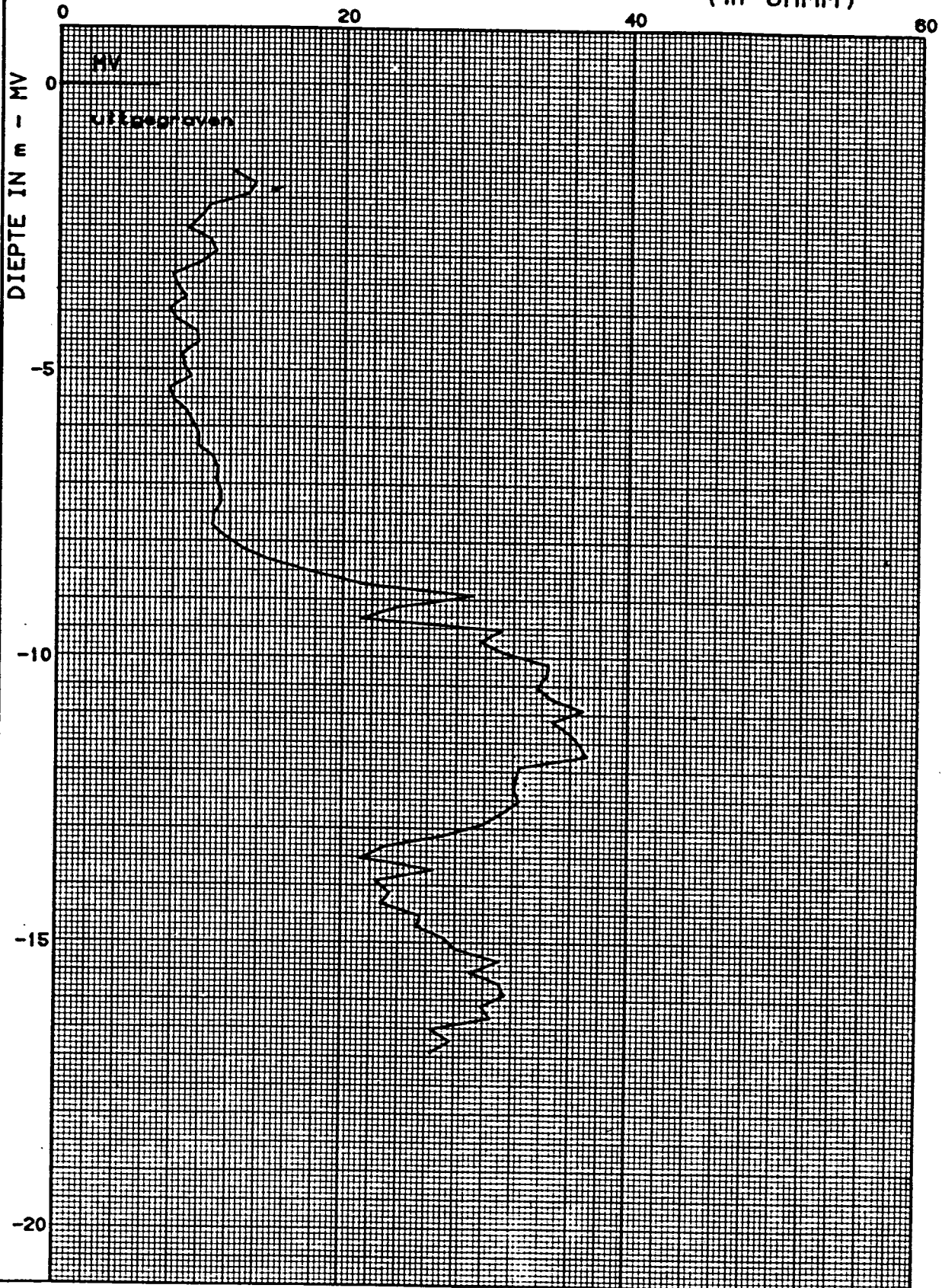
WRIJVINGSGETAL (%)

0 5 10



SPEC. ELEK. WEERST.

(in OHMM)



Elektrische methode GD

Combinatie A ---
B ———



GRONDMECHANICA
DELFT

Postbus 69, 2600 AB Delft
Telefoon (015) 56 92 23

Telefax (015) 61 08 21
Telex 38234 soil nl

uitgevoerd o d
89-02-06

get
ED

COUPE - POLDER ALPHEN A/D RIJN

CO-305630

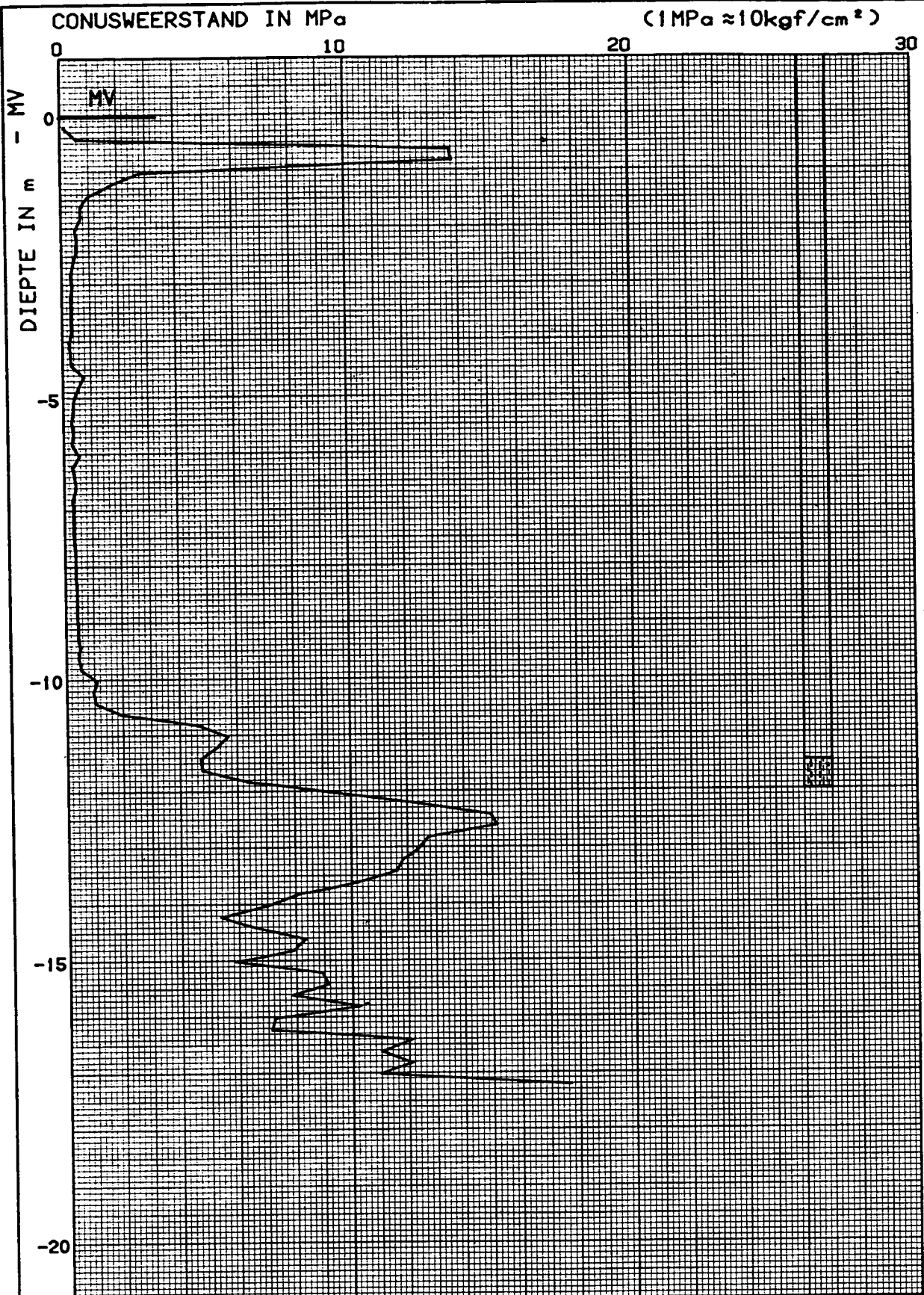
gez
[Signature]

ELEK. WEERST. METING GROND GS 2

X= : km
Y= : km

BUL. 7b

form
A4



uitgevoerd volgens nen 3680

meetbereik:
conusweerstand
plaatselijke wrijving

100 MPa
1.0 MPa

mechanisch discontinu:
mantelconus
kleefmantelconus

* electrisch continu:
conus
* kleefmantelconus
ingesnoerd
* cilindrisch

n.b. * is van toepassing

**GRONDMECHANICA
DELFT**

Postbus 69, 2600 AB Delft
Telefoon (015) 69 35 00

Telefax (015) 61 08 21
Telex 38234 soil nl

uitgevoerd d.d.
89-02-06

get.
EWD

COUPE - POLDER ALPHEN A/D RIJN

CO-305630

gez.
ELV

MIDDELZWARE SONDERING GS 3

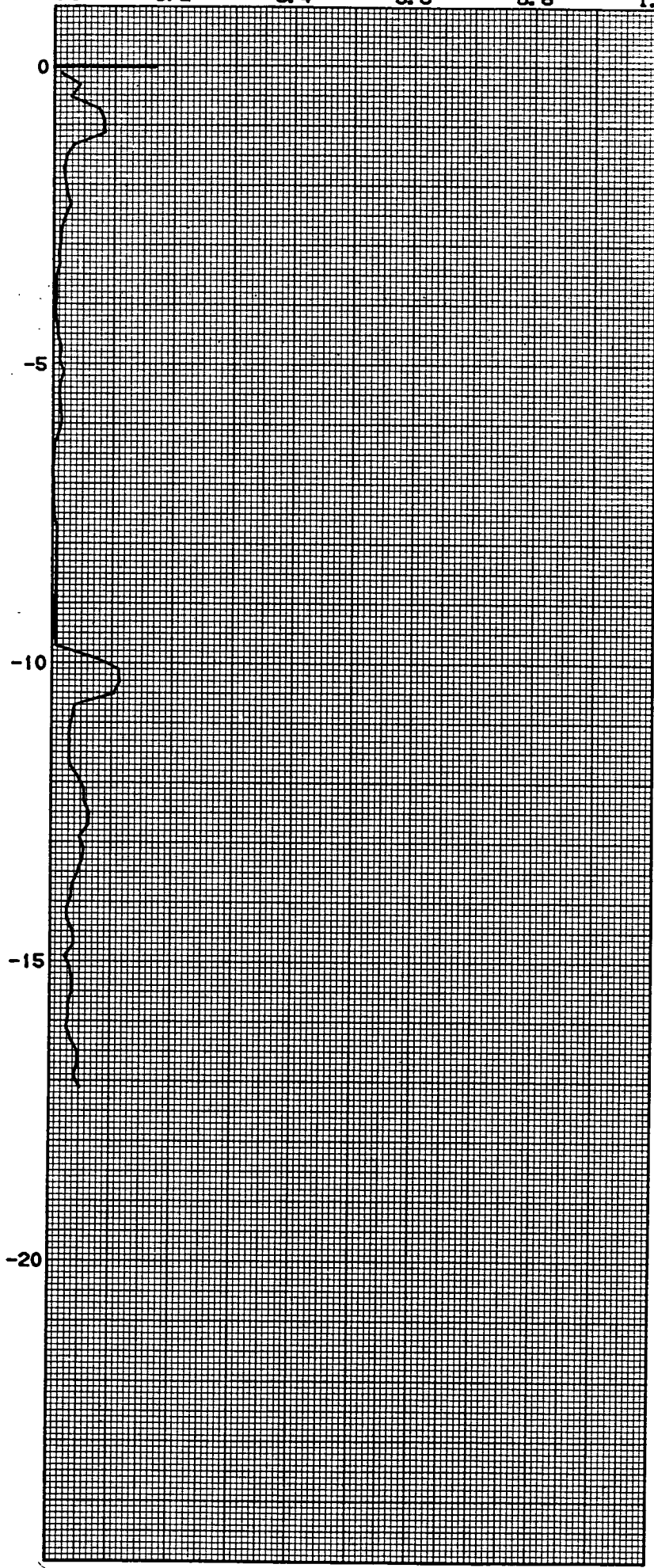
X= , km
Y= , km

BIJL. 7c

form.
A3

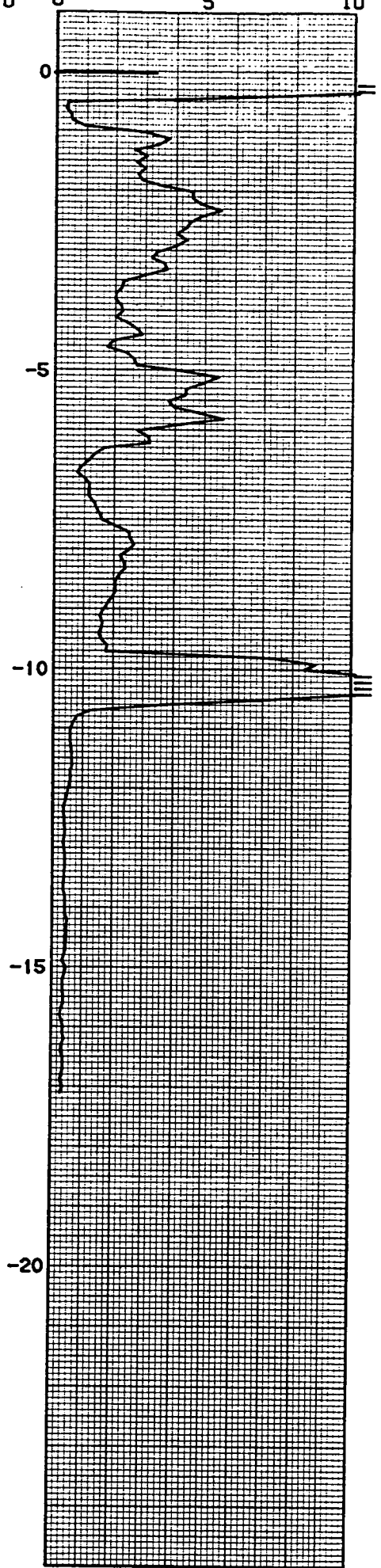
PLAATSELIJKE WRIJVING IN MPa

0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0



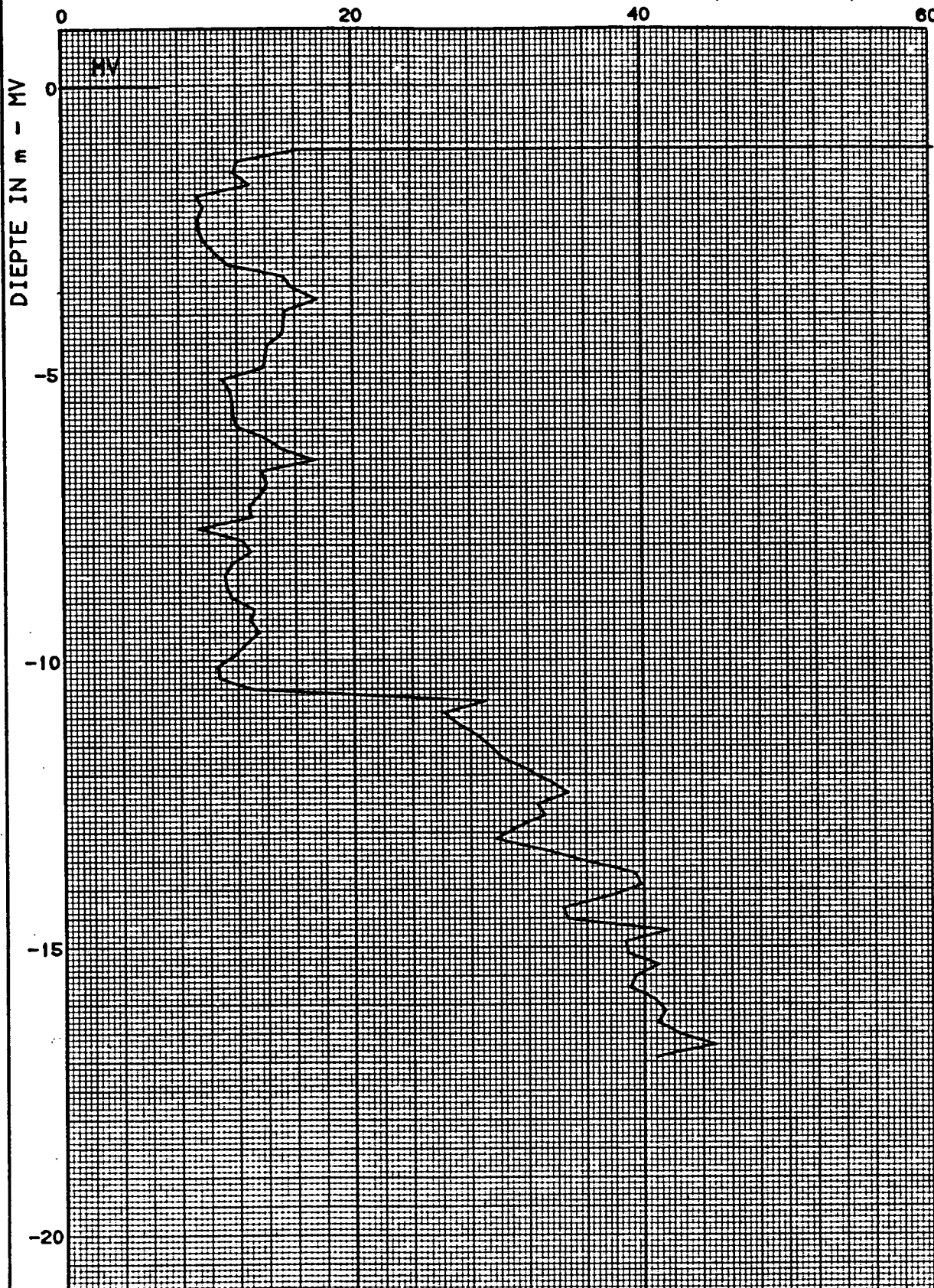
WRIJVINGSGETAL (%)

0 5 10



SPEC. ELEK. WEERST.

(in OHMM)



Elektrische methode GD

Combinatie

A ---
B —

GRONDMECHANICA
DELFT

Postbus 69, 2600 AB Delft
Telefoon (015) 56 92 23

Telefax (015) 61 08 21
Telex 38234 soil nl

urigevoerd d d
89-02-06

get
ED

COUPE - POLDER ALPHEN A/D RIJN

CO-305630

gez

ELEK. WEERST. METING GROND GS 3

X= , km
Y= , km

BUL. 7c

form
A4