

BIJLAGE A

MATERIAAL- EN VELDGEGEVENS VAN DE 'ACTIEVE BARRIÈRE'

INHOUD

1	Inleiding	1
2	Materiaaleigenschappen	1
2.1	Lytag	1
2.1.1	Samenstelling	1
2.1.2	XRD-analyse	2
2.1.3	Ec/pH	2
2.2	Calciumtriplefosfaat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)	2
2.2.1	Samenstelling	2
2.2.2	Ec/pH	3
2.2.3	Korrelgrootteverdeling	3
2.3	Zeoliet	3
2.3.1	Samenstelling	3
2.3.2	Fysische eigenschappen	4
2.3.3	Ec/pH	4
2.4	Dolomiet ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$)	4
3	Historie van het terrein, beschikbare informatie	5
3.1	Ligging van het bedrijfsterrein	5
3.2	Bedrijfsvoering	5
3.2.1	Voormalige bedrijfsvoering	5
3.2.2	Huidige bedrijfsvoering	5
3.3	Bodemopbouw en geohydrologie	6
3.3.1	Ontstaan van het gebied	6
3.3.2	Geohydrologische schematisatie	6
3.4	Verontreinigingssituatie	7
3.4.1	Verontreiniging van de grond	7
3.4.2	Samenvatting van de verontreiniging van het freatische grondwater	8
3.4.3	Verontreiniging van het freatische grondwater (gedetailleerd)	9
4	Conclusie ten aanzien van de grondkwaliteit	11
4.1	Representatieve peilbuizen	11
4.2	Keuze ten aanzien van het verontreinigingsbeeld	11
4.3	Suggestie voor het uitvoeren van schud- en kolomproeven	12
Bijlage 1	Schematisch profiel van de bodemopbouw	15
Bijlage 2	Schematische weergave van de afstromingsrichtingen	16
Bijlage 3	Berekend isohypsenbeeld van het freatische grondwater	17
Bijlage 4	Isohypsenbeeld van het freatische grondwater, 14 oktober 1998	18
Bijlage 5	Aanwezigheid van pyrietassen en gips in de ondergrond	19
Bijlage 6	Concentraties zware metalen in pyrietbevattende ondergrond	20

Bijlage 7	Locaties van oude, nieuwe en reeds verdwenen peilbuizen	21
Bijlage 8	Verontreinigingssituatie in grondwater met zware metalen, eind 1996	22
Bijlage 9	Locaties van oude, nieuwe en reeds verdwenen peilbuizen, inclusief locaties van verontreinigingen per zwaar metaal	23
Bijlage 10	Verontreinigingssituatie met BTEX, VOCI's en minearale olie	24
Bijlage 11	Concentraties in grondwater	25
Bijlage 12	Analyseresultaten van anorganische verbindingen	33
Bijlage 13	Analyseresultaten van zware metalen: 1993 - 1998	34
Bijlage 14	Overzicht van peilbuizen waarin maximale metaalconcentraties zijn gemeten	38
Bijlage 15	Uitgebreide resultaten van de peilbuizen 13.2 ^{p/g} en 13.3 ^{p/g}	42
Bijlage 16	Analyseresultaten van de vluchtige aromaten en gechloreerde koolwaterstoffen	43

1 Inleiding

Deze bijlage bevat de in de beginfase van het project 'de Actieve Barrière' opgestelde inventarisatie van gegevens, die relevant zijn voor het project. Dit betreft:

- eigenschappen van barrièrematerialen;
- kenmerken van de in het project model staande case.

De bijlage sluit af met conclusies ten aanzien van de grondwaterkwaliteit, zoals die in het verdere project met laboratoriumonderzoek als vertrekpunt wordt gehanteerd.

2 Materiaaleigenschappen

2.1 Lytag

2.1.1 Samenstelling

In tabel 1 is de samenstelling van Lytag [1] weergegeven, onder andere naar aanleiding van gegevens die verstrekt zijn door de leverancier. De concentraties in de rechterkolom zijn de concentraties in het water na 24 uur schudden met het materiaal (L/S 10) [7]. Lytag heeft bij levering een stortgewicht van 720 kg/m³. Als eis stelt de leverancier dat van het geleverde product de korrelgrootte minimaal 95 % groter moet zijn dan 0,063 mm, 85 % groter dan 0,5 mm en maximaal 15 % groter mag zijn dan 4,0 mm. In tabel 2 is de procentuele korrelgrootteverdeling cumulatief weergegeven.

Tabel 1. Eigenschappen van Lytag.

samenstelling van de vaste stof		concentraties in het water	
SiO ₂	52,5 % gewicht	Al	0,45 mg/l
Al ₂ O ₃	26,8 % gewicht	B	0,3 mg/l
Fe ₂ O ₃	8,3 % gewicht	Ca	36 mg/l
CaO	4,2 % gewicht	Cd	< 0,01 mg/l
MgO	2,3 % gewicht	Cl	3,6 mg/l
Na ₂ O	0,9 % gewicht	Co	< 0,01 mg/l
K ₂ O	3,1 % gewicht	Cr	< 0,01 mg/l
TiO ₂	1,5 % gewicht	Cu	0,03 mg/l
Na eq.	1,4 % gewicht	Fe	0,01 mg/l
		H ₂ PO ₄	< 1 mg/l
As	34,0 mg/kg	HCO ₃	12 mg/l
Be	13,0 mg/kg	Hg	0,02 mg/l
Ba	1299,0 mg/kg	K	< 0,1 mg/l
Cd	0,8 mg/kg	Mg	< 0,1 mg/l
Co	53,0 mg/kg	Mn	< 0,01 mg/l
Cr	142,0 mg/kg	Mo	0,1 mg/l
Cu	115,0 mg/kg	Na	2,3 mg/l
Hg	0,5 mg/kg	Ni	< 0,01 mg/l
Mo	23,0 mg/kg	NH ₄	< 2 mg/l
Ni	97,0 mg/kg	NO ₂	< 0,1 mg/l
Pb	63,0 mg/kg	NO ₃	< 0,1 mg/l
Sb	6,0 mg/kg	Pb	< 0,01 mg/l
Se	17,0 mg/kg	Si	2,8 mg/l
Sn	13,0 mg/kg	SO ₄	58 mg/l
V	254,0 mg/kg	V	0,02 mg/l
Zn	133,0 mg/kg	Zn	0,01 mg/l

Tabel 2. Procentuele korrelgrootteverdeling, cumulatief weergegeven.

D > 4,0	2 %
D > 3,15	26 %
D > 2,0	61 %
D > 1,0	87 %
D > 0,5	96 %
D > 0,25	98 %
D > 0,125	98 %
D > 0,063	98 %

D is korrelgrootte in mm

2.1.2 XRD-analyse

Tevens is een XRD-analyse uitgevoerd. Op een schaal van 1 (zeer zwak signaal) tot 8 (zeer sterk signaal) werden gedetecteerd kwarts (4), Plagioklaas (Na-veldspaat) (3) en mulliet (3).

2.1.3 Ec/pH

Er zijn drie pH-waarden voorhanden: pH 9 [1];
pH 11,5 [7];
pH 11,13 [7] (na 24 uur schudden in demiwater bij L/S 10).

De geleidbaarheid is: 0,706 mS/cm [7] (na 24 uur schudden in demiwater bij L/S 10).

2.2 Calciumtriplefosfaat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)

2.2.1 Samenstelling

In tabel 3 is de samenstelling van calciumtriplefosfaat [3] weergegeven, onder andere naar aanleiding van gegevens die verstrekt zijn door de leverancier. De concentraties in de rechterkolom zijn de concentraties in het water na 24 uur schudden met het materiaal (L/S 10) [7].

Tabel 3. Eigenschappen van calciumtriplefosfaat.

samenstelling van de vaste stof		concentraties in het water	
P_2O_5	32,29 %	Al	< 0,01 mg/l
vocht	0,75 %	B	0,29 mg/l
sulfaat (gips)	3 à 5 %	Ca	481 mg/l
		Cd	0,01 mg/l
SiO_2	1,0 %	Cl	110 mg/l
MgO	0,2 %	Co	0,01 mg/l
Fe_2O_3	0,1 %	Cr	< 0,01 mg/l
Al_2O_3	0,2 %	Cu	0,64 mg/l
CaO	45,0 %	Fe	< 0,01 mg/l
		H_2PO_4	< 1 mg/l
Mn	20 mg/kg	HCO_3	43 mg/l
As	< 10 mg/kg	Hg	0,01 mg/l
Cd	25 mg/kg	K	15,6 mg/l
Cr	50 mg/kg	Mg	17 mg/l
Cu	< 10 mg/kg	Mn	0,02 mg/l
Hg	< 0,1 mg/kg	Mo	0,17 mg/l
Ni	25 mg/kg	Na	83 mg/l
Pb	2 mg/kg	Ni	0,012 mg/l
Zn	400 mg/kg	NH_4	< 2 mg/l
		NO_2	0,7 mg/l
		NO_3	< 0,1 mg/l
		Pb	< 0,01 mg/l
		Si	1,12 mg/l
		SO_4	1278 mg/l
		V	0,07 mg/l
		Zn	0,48 mg/l

2.2.2 *Ec/pH*

Er zijn drie pH-waarden voorhanden: pH 7,6 [2];
pH 7,28 [7] (na 24 uur schudden in demiwater bij L/S 10).
De geleidbaarheid is: 3,09 mS/cm [7] (na 24 uur schudden in demiwater bij L/S 10).

2.2.3 *Korrelgrootteverdeling*

In tabel 4 is de korrelgrootteverdeling weergegeven.

Tabel 4. Korrelgrootteverdeling [3].

groter dan 2,0 mm	2,4 %
1,0 - 2,0 mm	7,4 %
0,63 - 1,00 mm	10,0 %
0,40 - 0,63 mm	17,4 %
0,25 - 0,40 mm	22,2 %
0,18 - 0,25 mm	19,2 %
0,106 - 0,180 mm	13,6 %
0,075 - 0,106 mm	3,4 %
0,045 - 0,075 mm	2,4 %
0,032 - 0,045 mm	0,6 %
kleiner dan 0,032 mm	0,8 %
D ₅₀ :	0,316 mm

2.3 **Zeoliet**

2.3.1 *Samenstelling*

In tabel 5 is de samenstelling van het materiaal weergegeven, onder andere naar aanleiding van gegevens die verstrekt zijn door de leverancier. De concentraties in de rechterkolom zijn de concentraties in het water na 24 uur schudden met het materiaal (L/S 10) [7].

Tabel 5. Eigenschappen van zeoliet [4].

samenstelling van de vaste stof		concentraties in het water	
Na ₂ O	0,60 %	Al	< 0,02 mg/l
MgO	2,30 %	B	1,32 mg/l
Al ₂ O ₃	15,00 %	Ca	12 mg/l
SiO ₂	46,50 %	Cd	< 0,01 mg/l
K ₂ O	6,00 %	Cl	14,2 mg/l
CaO	10,00 %	Co	< 0,01 mg/l
Ti ₂ O	0,50 %	Cr	< 0,01 mg/l
Fe ₂ O ₃	3,00 %	Cu	0,13 mg/l
P ₂ O ₅	0,10 %	Fe	3,55 mg/l
SO ₃	0,30 %	H ₂ PO ₄	< 1 mg/l
Cr ₂ O ₃	- %	HCO ₃	73 mg/l
ZnO	- %	Hg	0,01 mg/l
As ₂ O ₃	- %	K	15,6 mg/l
SrO	0,10 %	Mg	2,4 mg/l
BaO	0,05 %	Mn	0,1 mg/l
verlies bij analyse	15,00 %	Mo	< 0,01 mg/l
		Na	9,2 mg/l
		Ni	< 0,01 mg/l
		NH ₄	< 2 mg/l
		NO ₂	< 0,1 mg/l
		NO ₃	< 0,1 mg/l
		Pb	< 0,01 mg/l
		Si	17,7 mg/l
		SO ₄	10 mg/l
		V	0,01 mg/l
		Zn	0,004 mg/l

2.3.2 Fysische eigenschappen

Enkele fysische eigenschappen zijn [4]:

- moisture (bij 100 °C) 10 %;
- waterabsorberend vermogen 50 %;
- CEC 1,7 meq/g;
- dichtheid 2,2 g/cm³;
- porieafmetingen 3,7-4,2 Å;
- specifiek oppervlak (110 °C) 14 m²/g;
- specifiek oppervlak (250 °C) 250 m²/g.

2.3.3 Ec/pH

Er zijn drie pH-waarden voorhanden: pH 8,2 [2];
pH 7,8 [4];
pH 7,08 [7] (na 24 uur schudden in demiwater bij L/S 10).

De geleidbaarheid is: 0,262 mS/cm [7] (na 24 uur schudden in demiwater bij L/S 10).

2.4 Dolomiet (MgCO₃·CaCO₃)

In tabel 6 is de samenstelling van dolomiet weergegeven, afkomstig van gegevens van de leverancier (linkerkolom) [10]. De concentraties in de rechterkolom zijn de concentraties in het water na 24 uur schudden met het materiaal (L/S 10) [7].

Tabel 6. Eigenschappen van dolomiet.

samenstelling van de vaste stof		concentraties in het water	
MgO	19,5 %	Al	< 0,01 mg/l
CaO	%	B	0,37 mg/l
Cl	1000 mg/kg	Ca	567 mg/l
totaal organisch koolstof (TOC)	2000 mg/kg	Cd	< 0,01 mg/l
		Cl	110 mg/l
water	7 %	Co	< 0,01 mg/l
		Cr	< 0,01 mg/l
min. D ₅₀	2 mm	Cu	0,63 mg/l
max. D ₅₀	50 mm	Fe	0,01 mg/l
		H ₂ PO ₄	< 1 mg/l
Cd	0,1 mg/kg	HCO ₃	18 mg/l
Hg	< 0,01 mg/kg	Hg	0,01 mg/l
Zn	92 mg/kg	K	3,9 mg/l
Cu	< 2 mg/kg	Mg	12,2 mg/l
Ni	< 2 mg/kg	Mn	0,02 mg/l
Cr	< 4 mg/kg	Mo	< 0,01 mg/l
Pb	22 mg/kg	Na	13,8 mg/l
As	1,5 mg/kg	Ni	< 0,01 mg/l
		NH ₄	57 mg/l
korrelgrootte D		NO ₂	0,4 mg/l
D > 4,0	2 %	NO ₃	341 mg/l
D > 3,15	26 %	Pb	< 0,01 mg/l
D > 2,0	61 %	Si	0,28 mg/l
D > 1,0	87 %	SO ₄	1182 mg/l
D > 0,5	96 %	V	< 0,01 mg/l
D > 0,25	98 %	pH	7,65
D > 0,125	98 %	Ec	3,28 mS/cm
D > 0,063	98 %		

3 Historie van het terrein, beschikbare informatie

3.1 Ligging van het bedrijfsterrein

In het project hebben gegevens van het bedrijfsterrein van Kemira in Pernis, die zijn weergegeven in figuur 1, model gestaan. De oppervlakte van het terrein bedraagt circa 37 ha. Het terrein wordt in het noorden begrensd door de Nieuwe Maas, in het westen door de Oude Maas, in het oosten door het bedrijfsterrein van Atochem en in het zuiden door het Tankenpark van Panocean.

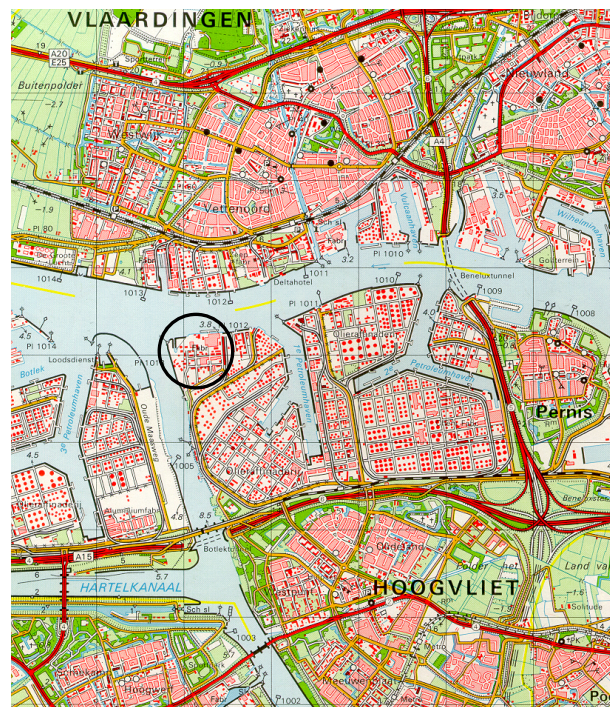


Fig. 1. Ligging van het onderzoeksgebied.

3.2 Bedrijfsvoering

3.2.1 Voormalige bedrijfsvoering

Op het terrein is sinds 1916 een kunstmestfabriek actief. Bij de productie van kunstmest is in het verleden pyriet als grondstof gebruikt. De uitbreiding van het bedrijfsterrein heeft plaatsgevonden vanuit het noordoosten in zuidwestelijke richting.

3.2.2 Huidige bedrijfsvoering

Op het bedrijfsterrein worden kunstmeststoffen geproduceerd. De volgende hoofdproductie-eenheden worden onderscheiden:

- een salpeterzuurfabriek (productie van salpeterzuur uit ammoniak);
- een ammoniumnitraatfabriek (neutralisatie van salpeterzuur met ammoniak);
- een zwavelzuurfabriek (fabricage van zwavelzuur uit elementair zwavel afkomstig van raffinaderijen uit de regio);
- een fosforzuurfabriek (ontsluiten van fosfaaterts met zwavelzuur);
- een ammoniumfosfaatfabriek (reactie van ammoniak met fosforzuur);
- een korrelfabriek (reactie van ammoniak, fosforzuur, ammoniumnitraat en kalizouten ten behoeve van fabricage van mengmest in korrelvorm).

Grote delen van het terrein zijn verhard. Aan de westelijke rand van het terrein ligt een gedeelte van het bedrijfsterrein braak.

3.3 Bodemopbouw en geohydrologie

3.3.1 *Ontstaan van het gebied*

Het bedrijfsterrein bevindt zich aan de monding van de Maas. Dit betekent dat de bodem is opgebouwd uit rivierafzettingen die worden afgewisseld met mariene sedimenten die vanuit zee zijn afgezet. In het Holocene hebben de rivieren hun bedding regelmatig verlegd, waardoor oudere sedimenten zijn geërodeerd en in de ontstane ruimte jongere sedimenten zijn afgezet.

In het begin van deze eeuw was het terrein aan drie zijden begrensd door oppervlaktewater. In zuidelijke richting was het 'Kaasgat' aanwezig (de latere 'Gipsgeul'), in het westen de Noordgeul en in noordelijke richting de Nieuwe Waterweg. Bij de ontwikkeling van het gebied is het oorspronkelijke maaiveld opgehoogd.

3.3.2 *Geohydrologische schematisatie*

De bodem onder het bedrijfsterrein kan worden geschematiseerd zoals in tabel 7 is weergegeven. Het betreft een geohydrologische schematisatie, waarbij onderscheid is gemaakt in watervoerende lagen (veelal zand/zandig) en slecht doorlatende lagen (klei/veen). In de watervoerende lagen overheerst de horizontale stromingscomponent, in de slecht doorlatende lagen de verticale component (in dit geval naar beneden gericht, infiltratie).

Tabel 7. Geohydrologische schematisatie van de bodem.

laagnummer	benaming	dikte (m)	doorlaatvermogen (m ² /dag)	stijghoogte (m NAP)	hydrologische weerstand (dagen)
1	ophooglaag	1 à 4	1 à 40	0,5 à 2,8	-
2	deklaag	5 à 6?	-	-	3.000
3	tussenzandlagen	onbekend	5 - 50	- 0,13 à 2	-
4	2 ^e scheid. laag	10	-		400 à 3.000
5	1 ^e waterv. pakket	> 10	70	0 à 0,4	-

Een schematisch bodemprofiel, dat op basis van sondeergegevens is opgesteld, is in bijlage 1 weergegeven.

Door GeoDelft is in 1989 in een regionale studie modelmatig het stromingspatroon in de ophooglaag (laag 1 in tabel 7) en de tussenzandlagen (laag 3) vastgesteld. Het model, dat met behulp van de computercode VERA is opgesteld, is indertijd aan de hand van gemeten grondwaterstijghoogten geverifieerd. Hierbij is vastgesteld dat de berekende en gemeten grondwaterstanden redelijk overeenkwamen. De berekende stromingsrichtingen zijn schematisch in bijlage 2 weergegeven. In bijlage 3 is een berekend isohypsenpatroon weergegeven. Het blijkt dat grondwater afkomstig uit een smalle strook langs het open water uiteindelijk het open water bereikt; een deel direct (via de ophooglaag) en een deel indirect (via de tussenzandlaag). Het overgrote gedeelte bereikt uiteindelijk het eerste watervoerende pakket.

Het freatische grondwater bevindt zich op een diepte van circa MV - 1,00 m in het centrum van het terrein tot MV - 3,50 m aan de west- en noordranden.

Op basis van in oktober 1998 uitgevoerde stijghoogtemetingen is door GeoDelft de grondwaterstromingsrichting in de ophooglaag vastgesteld. Het isohypsenbeeld is in bijlage 4 samengevat. Er wordt geconcludeerd dat grondwaterstijghoogten hoog zijn, ook vlak bij de kade. De exacte

ligging van isohypsen (lijnen van gelijke stijghoogte) is veelal niet eenvoudig vast te stellen. Op bedrijfsterreinen zijn effecten van verhardingen en gebouwen, drainerende rioolssystemen en grote variaties in doorlatendheid als gevolg van graafwerk hiervoor veelal verantwoordelijk. Wel wordt in algemene zin een uitstroming in de richting (westelijk en noordelijk) van het open water aanwezig verondersteld.

3.4 Verontreinigingssituatie

3.4.1 Verontreiniging van de grond

Als gevolg van verschillende oorzaken is de grond verontreinigd geraakt. In het nulsituatieonderzoek door Tauw in 1992 is de hieronder beschreven verontreinigingssituatie van de grond geconcludeerd.

Havenslib

Voor de ontwikkeling van het gebied tot bedrijfsterrein is het maaiveld opgehoogd met verontreinigd havenslib. In welke mate dit slib bijdraagt aan de verontreinigingssituatie is niet bekend.

Pyrietassen

In bijlage 5 is weergegeven waar met pyrietassen vermengde grond is aangetroffen. De omvang van dit gebied is door Tauw in 1992 vastgesteld met behulp van zintuiglijke waarnemingen. De dikte van deze met pyrietassen vermengde grond varieert tussen enkele decimeters en meer dan drie meter. De spreiding in de dikte vertoont geen ruimtelijk verband. De grootste dikte wordt aangetroffen bij de voormalige opslagplaatsen van pyrietassen en de voormalige bouwput rond de gipsgoot.

In 1997 zijn door GeoDelft van een drietal representatieve pyriethoudende grondmonsters het lutum- en organische stofgehalte vastgesteld. Het lutumgehalte is vastgesteld op gemiddeld 4,6 %, het gehalte organische stof op gemiddeld 2,1 % (zie tabel 8). In bijlage 6 zijn de omgerekende toetsingswaarden samengevat alsmede de resultaten van enkele op grondmonsters uitgevoerde chemische analyses. Uit de toetsing blijkt dat in pyriethoudende grondmonsters de interventiewaarde wordt overschreden voor arseen, koper, lood en zink.

Tabel 8. Lutum- en organisch stofgehalte [8]

		peilbuis (0 - 0,5 m)		
		603new ^p	222 ^{p/g}	332 ^p
droogrest	%	84,1	90,5	78,7
organische stof	%	2,4	1,3	2,6
lutumgehalte	% (m/m)	5,6	2,4	5,7

Gips

In bijlage 5 is weergegeven waar gips door Tauw in 1992 is waargenomen. In de gipsgeul bedraagt de dikte enkele meters. Elders worden dunne laagjes en/of brokjes aangetroffen. Onder het freatische grondwaterniveau vormt dit gips een viskeuze substantie. In dit onderzoek worden analyseresultaten van enkele monsters gepresenteerd. Er wordt geconstateerd dat in monsters van met gipsdeeltjes verontreinigde grond een enkele keer (één van de zes monsters) de interventiewaarde van zink en arseen voor standaardbodems wordt overschreden. Er wordt aangenomen dat deze verontreinigingen afkomstig zijn uit de (vermoedelijk) eveneens in deze monsters aanwezige pyrietassen.

Puin

Op delen van het bedrijfsterrein wordt in de bovengrond puin aangetroffen. Dit puin bestaat uit bouw- en sloopafval en plaatselijk slakken. Grondmonsters die puindeeltjes bevatten zijn geanalyseerd en blijken vrijwel geen bodemverontreinigende verbindingen in concentraties boven de interventiewaarde te bevatten.

Anorganische stoffen

In een groot aantal grondmonsters zijn stoffen aangetroffen die stikstof, fosfor, zwavel en/of kalium bevatten. Alhoewel voor deze verbindingen geen toetsingswaarden bestaan, worden ze aangetroffen in concentraties die ver boven de van nature aanwezige concentraties liggen. In de volgende paragraaf wordt weergegeven waar in het grondwater verhoogde concentraties anorganische stoffen worden aangetroffen.

3.4.2 Samenvatting van de verontreiniging van het freatische grondwater

Het overzicht van alle beschikbare peilbuizen (oude, nieuwe en reeds verdwenen) is gegeven in bijlage 7. Voor alle verwijzingen naar peilbuizen gelden voor het hele document de volgende drie toevoegingen: *) momenteel niet meer in gebruik;

p) locatie in met pyriet (FeS_2) verontreinigde grond;

g) locatie in met gips verontreinigde grond.

Een overzicht van alle metingen betreffende zware metalen, tussen 1993 en 1998, is te zien in de bijlagen 12 en 13. Tabel 9 geeft een samenvatting van de hoogst gemeten concentraties.

Tabel 9. Samenvatting van de hoogst gemeten concentraties.

zware metalen	interventie(l)-waarde	max. concentratie	gemeten in peilbuis	max. concentratie	gemeten in peilbuis	max. concentratie	gemeten in peilbuis
		A*		B*		C*	
As	60	14.000	315*	14.000	315*	3.000	222 ^{p/g}
Cd	6	130	13.3 ^{p/g}	130	13.3 ^{p/g}	130	13.3 ^{p/g}
Cr	30	140	315*	140	315*	< 10	13.2 ^{p/g}
Cu	75	23.000	13.3 ^{p/g}	23.000	13.3 ^{p/g}	23.000	13.3 ^{p/g}
Pb	75	180	EBB6* ^p	23	212 ^p /215 ^p /222 ^{p/g}	23	212 ^p /215 ^p /222 ^{p/g}
Ni	75	390	610	390	610	390	610
Hg	0,3	0,08	609	0,08	609	0,08	609
Zn	800	22.000	13.3 ^{p/g}	22.000	13.3 ^{p/g}	22.000	13.3 ^{p/g}

* A: alle peilbuizen; B: alle peilbuizen exclusief EBB6*^p; C: alle huidige peilbuizen

Tabel 10 geeft een samenvatting van de analyseresultaten van het grondwater betreffende de anorganische parameters [6], [7] en [9].

Tabel 10. Anorganische componenten/macro-elementen in het grondwater.

element	eenheid	peilbuis					
		116	412	424 ^g	212 ^p	13.2 ^{p/g}	13.3 ^{p/g}
chloride	mg/l	43	220	190	530	124	140
natrium	µg/l	24.000	120.000	140.000	49.000	46.000	46.000
calcium	µg/l	740.000	640.000	540.000	630.000	569.000	590.000
kalium	µg/l	9.000	110.000	35.000	13.000	35.000	38.000
magnesium	µg/l	51.000	34.000	66.000	23.000	71.000	78.000
sulfide	mg/l	< 20	< 20	< 20	< 20		
fosfaat	mg/l	< 0,2	< 0,2	5,20	< 0,2		< 0,05
nitraat	mg/l	2.000	1.100	< 0,3	99	68	150
sulfaat	mg/l	170	600	820	1.700	1.694	1.600
ammonium	mg/l	0,01	0,73	30	0,04		18
bicarbonaat	mg/l	480	620	1.500	300		
nitriet	mg/l					< 0,1	< 0,2
DOC	mg/l					19	< 0,3

De gemeten pH-waarden van het grondwater in verschillende peilbuizen zijn weergegeven in tabel 11.

Tabel 11. pH-waarden van het grondwater [5].

	peilbuis	Tauw	GeoDelft februari 1997	GeoDelft maart 1997	GeoDelft september/oktober 1998	GeoDelft december 1998
pH	602new ^p				7	
	603new ^p				7,1	
	604new ^{p/g}				6,8	
	EBB6new ^p				6,8	
	116	7,2				
	606			7,5		
	215 ^p	7,3				
	607			7,4		
	608			7,2		
	609			7	6,35	
	610			7,2	6,28	
	612 ^p			7,3	6,5	
	13.2 ^{p/g}					6
	13.3 ^{p/g}					6,4

3.4.3 Verontreiniging van het freatische grondwater (gedetailleerd)

Zware metalen

Het grondwater in de ophooglaag is plaatselijk sterk verontreinigd met zware metalen. Deze verontreiniging is een gevolg van de uitloging van met pyrietas verontreinigde grond. In het in 1997 uitgevoerde grondwateronderzoek is gebleken dat de pH van het freatische water in vrijwel alle monsters niet uitzonderlijk laag is (pH > 6). Op basis van enkele uitloogproeven is in 1992 door Tauw geconcludeerd dat ook in een neutraal milieu uitloging van de pyrietassen plaatsvindt.

Uit de analyses, die in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd, blijkt dat de contouren van het gebied, waarin de interventiewaarden voor één of meer zware metalen en arseen worden overschreden, variëren. In bijlage 8 zijn deze contouren weergegeven voor de situatie anno einde 1996.

Tabel 12 geeft inzicht in de mate waarin in het met metalen verontreinigde gebied de normen worden overschreden. Dit is uitgedrukt in:

- de maximale in grondwatermonsters aangetroffen concentraties (analyses 1997 en 1998);
- het aantal peilbuizen waarin de interventiewaarde wordt overschreden;
- de gemiddelde concentratie (in de peilbuizen in het verontreinigde gebied).

Tabel 12. Eigenschappen van het freatische grondwater met zware metalen (op basis van analyses uitgevoerd in 1997/1998).

zware metalen	I-waarde	max. overschrijding	max. concentratie	hoeveelheid peilbuizen met overschrijding van I-waarde
arseen	60	233	14.000	6 van de 20
cadmium	6	11	68	2 van de 21
chromium	30	4,6	140	2 van de 21
koper	75	253	19.000	2 van de 22
lood	75	2,4	180	1 van de 21
nikkel	75	5,2	390	1 van de 21
kwik	0,3	0,26	0,08	
molybdeen	300	0,04	12	
zink	800	25	20.000	3 van de 22

De grote verschillen in concentraties zijn het gevolg van variatie in de bronsterkte (de herkomst van het pyriet en de mate van bijmenging met grond), de mate waarin grondwater door de bodem percoleert (varieert door wisselende oppervlaktebedekking) en het macromilieu (plaatselijk sterk

verlaagde pH, aanwezigheid van anorganische parameters) dat sterk varieert door de gevolgen van lokale spills met zuren en kunstmeststoffen.

In bijlage 9 zijn op basis van de huidige inzichten (1999) de gebieden langs de westelijke en noordelijke terreingrens aangegeven waar emissie van zware metalen naar het oppervlaktewater kan optreden.

Koolwaterstoffen

In bijlage 10 zijn de punten aangegeven waar sprake is van een verontreiniging van het freatische grondwater met gechloreerde koolwaterstoffen [5]. In bijlage 16 zijn de getalswaarden weergegeven.

Anorganische verbindingen en zuurgraad

In bijlage 11a t/m g is op de plattegrond van het bedrijfsterrein weergegeven in welke concentratie anorganische stoffen (fosfaat, nitraat, ammonium, sulfaat, sulfide, zwavel, zuurgraad) in het grondwater zijn aangetroffen.

De informatie is verzameld uit beschikbaar gestelde onderzoeksrapporten van Tauw, GeoDelft, DCMR en Mourik. Voor deze anorganische verbindingen bestaan geen streef- en interventiewaarden. Globaal zijn contouren weergegeven van gedeelten van het bedrijfsterrein waar, vergeleken met de rest van het bedrijfsterrein, aanmerkelijk hogere concentraties worden aangetroffen. Daar waar mogelijk zijn de voormalige en niet meer van kracht zijnde A- en C-waarden weergegeven, alsmede de grenswaarden die worden gesteld aan de kwaliteit voor het oppervlaktewater uit de Evaluatie Nota Water 1993. Deze laatste waarden zijn als 'kwaliteitsdoelstelling 2000' vastgesteld. Uiteraard zijn deze grenswaarden alleen relevant als verspreiding naar het oppervlaktewater plaatsvindt.

Totaaloverzicht

In bijlage 13 wordt het totaaloverzicht gegeven van de analyseresultaten van 1993 tot 1998 met betrekking tot de zware metalen. Per component (Cd, Hg, Zn, As, Ni, Pb, Cu en Cr) zijn de meetgegevens weergegeven in alle peilbuizen (oude, nieuwe en reeds verdwenen).

In bijlage 14 worden de peilbuizen weergegeven waarin de maximale metaalconcentraties zijn gemeten. Daarbij is onderscheid gemaakt in:

- Bijlage 14A Alle huidige bestaande peilbuizen.
- Bijlage 14B Meetwaarden van de reeds verdwenen peilbuis 315*.
- Bijlage 14C Meetwaarden van de reeds verdwenen peilbuis EBB6*^p.

De concentraties aangetroffen in peilbuis EBB6*^p zijn buiten beschouwing gelaten, gezien het feit dat deze peilbuis in 1997/1998 niet kon worden teruggevonden. Grondwatermonsters die in 1997/1998 in de directe omgeving van EBB6*^p zijn genomen bleken ten opzichte van deze peilbuis sterk af te wijken.

In bijlage 12 wordt het overzicht gegeven van de analyseresultaten met betrekking tot anorganische verbindingen (waarden voor de peilbuizen 13.2^{p/g} en 13.3^{p/g} zie bijlage 15).

Fluxen over de terreingrens

Met zware metalen verontreinigd grondwater verplaatst zich via de kade vanuit de verontreinigde landbodem naar het oppervlaktewater. Zolang de bron (pyrietas) niet is uitgeput, zal deze emissie plaatsvinden. De grootte van deze emissie is in tabel 13 berekend, waarbij van de volgende punten is uitgegaan:

- de gemiddelde concentraties zware metalen zijn berekend uit de resultaten van chemische analyses van monsters die uit het verontreinigde gebied zijn genomen (1997/1998);
- alleen peilbuizen zijn meegenomen die in de directe omgeving van het oppervlaktewater staan;
- er stroomt per m¹ per dag 0,02 m³ grondwater naar het oppervlaktewater;
- de breedte van de kade waarover emissie plaatsvindt, zoals is aangegeven in bijlage 15.

Uit onderzoek van Rijkswaterstaat uit 1995 is geconcludeerd dat via de Rijn, Schelde en Maas in ons land jaarlijks 563 ton koper en 2.752 ton zink binnenkomt. De bijdrage van het onderhavige bedrijfsterrein aan deze immissies bedraagt respectievelijk 0,008 % en 0,003 % (lozingsvergunning). De emissie via het grondwater naar het oppervlaktewater bedraagt eveneens een zeer beperkt deel van de emissie die via de WVO-vergunning wordt toegestaan. De relatieve bijdrage van de oppervlaktewaterverontreiniging door stoffen die uit het bedrijfsterrein afkomstig zijn, is verwaarloosbaar. In de laatste kolom van tabel 13 is weergegeven de relatie tussen de lozing van het productieproces en het grondwater.

Tabel 13. Fluxen van zware metalen naar het oppervlaktewater.

zware metalen en gemiddelde concentratie (µg/l)	fluxen	
	flux via verspreiding van grondwater	flux via gips (WVO)
arseen	1 kg/jaar	135 kg/jaar
cadmium	-	150 kg/jaar
zink	8,5 kg/jaar	750 kg/jaar
nikkel	0,3 kg/jaar	450 kg/jaar
lood	-	1.750 kg/jaar
chromium	0,06 kg/jaar	350 kg/jaar
koper	-	1.650 kg/jaar

4 Conclusie ten aanzien van de grondwaterkwaliteit

4.1 Representatieve peilbuizen

De peilbuizen 13.2^{p/g} en 13.3^{p/g}, gelegen aan de noordelijke zijde van het terrein zijn in het najaar van 1998 bemonsterd en uitgebreid geanalyseerd. In bijlage 15 worden de resultaten gegeven. Reden voor de uitgebreide analyse was de ligging in het gebied met verontreiniging met zware metalen, waarbij stroming van grondwater op den duur kan leiden tot emissie naar het oppervlaktewater. Als zodanig werd verondersteld uit deze peilbuizen een representatieve grondwaterkwaliteit (micro- en macroparameters) te kunnen bemonsteren. Het grondwater zou daarmee geschikt kunnen zijn voor schud- en kolomproeven. De resultaten wijzen er echter op dat de elementen Cr, Pb en As in geringe, niet te detecteren concentraties aanwezig zijn. De gekozen peilbuizen 13.2^{p/g} en 13.3^{p/g} zijn derhalve niet representatief.

4.2 Keuze ten aanzien van het verontreinigingsbeeld

Het verontreinigingsbeeld van het freatisch grondwater is zeer divers in plaats en tijd. In zekere zin kan worden gesteld dat elke peilbuis zijn eigen karakteristieke grondwatersamenstelling kent.

Het ligt daarom ook voor de hand ten behoeve van het onderzoek naar de actieve barrière te kijken naar een aantal keuzes:

- Ligt een peilbuis nabij de noordelijke of westelijke uitstroomrand.
- Staat een peilbuis in grond verontreinigd met pyriet en/of gips.
- Is de mate van verontreiniging met zware metalen representatief voor het totaalpakket waarin As, Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn en Hg kunnen voorkomen.
- Is de macrosamenstelling van het water representatief voor de locatie.
- Is de verontreiniging met organische micro's representatief voor de locatie.

4.3 Suggestie voor het uitvoeren van schud- en kolomproeven

Keuze van het grondwater

Gezien de variabiliteit in plaats en tijd van de grondwaterkwaliteit op de model staande locatie en het ontbreken van een locatie waar de mix van zware metalen voorkomt, is de keuze van het 'grondwater' voor de experimenten een probleem.

Door het voorkomen van pyriet en gips op het terrein komen in het freatische grondwater, op deze gedeelten, hoge concentraties van de volgende macro-elementen voor: Na, K, Ca, Mg en SO_4^{2-} .

Gezien de Ca- en SO_4^{2-} -concentraties is het grondwater in evenwicht met gips.

NO_3^- komt alleen voor in hoge concentraties buiten deze terreingedeelten.

Een uitgebreide analyse op het voorkomen van gereduceerde verbindingen laat zien dat dit grondwater aëroob is met een pH 6 à 7.

Chemische modellering op basis van het voorkomen van de macro-elementen met MINTEQA2, bij een gefixeerde pH van 6,3 van peilbuis 13.2^{p/g}, levert een partiële CO_2 -druk op van 0,024 atmosfeer.

Het voorstel is om voor de experimenten een synthetisch grondwater te maken op basis van de hoogst voorkomende concentraties macro-elementen, daaraan de mix van zware metalen toe te voegen in de hoogst voorkomende concentraties en hieraan een CO_2/N_2 -gasmengsel toe te voegen, waarin 2,4 % CO_2 zit.

Op basis van de veldgegevens van het freatische grondwater (zie tabel 10) zou de macrosamenstelling van het 'grondwater' er dan kunnen uitzien zoals in tabel 14 is aangegeven.

Tabel 14. Voorgestelde macrochemische samenstelling van het 'grondwater'.

element	mg/l	meq/l
natrium	100	4,4
kalium	100	2,5
calcium	700	35
magnesium	80	6,6
bicarbonaat	300	5
chloride	250	7
nitraat	100	1,5
sulfaat	1.700	35

Op basis van de in tabel 9 aangegeven hoogst gemeten concentraties zouden de in tabel 15 genoemde zware metalen (als chloride- of nitraatzouten) kunnen worden toegevoegd.

Tabel 15. Voorgestelde samenstelling van het 'grondwater', zware metalen.

zware metalen	$\mu\text{g/l}^{1)}$	$\mu\text{mol/l}^{2)}$
arseen	14.000	190
cadmium	130	1
chromium	140	3
koper	23.000	360
lood	180	1
nikkel	390	7
zink	22.000	340

1) maximaal gemeten concentraties

2) voorgestelde concentraties in het synthetisch grondwater

Invloed van organische verontreinigingen

Gezien het beperkt voorkomen van organische verontreinigingen (zie bijlage 16) is het voorstel om bij de uit te voeren experimenten de invloed hiervan op het gedrag van het wandmateriaal, de vastlegging van metalen en de eventuele omzetting van deze organische verontreinigingen voorsnog niet mee te nemen. De verontreinigingen met de hoogste concentraties komen voor in peilbuis 603new en betreffen 1,1 dichloormethaan (0,34 mg/l) en 1,1,1 trichloormethaan (1,1 mg/l).

Schudproeven

Voorgesteld wordt met het bovenstaande water voor elk materiaal schudproeven uit te voeren bij 4 L/S-verhoudingen. De hoogste L/S-verhouding wordt bepaald door uit te gaan van een wanddikte van 1 meter met een porositeit van 0,35, een werkingsduur van de wand van 30 jaar en uitgaande van een gemiddelde grondwatersnelheid van 7 meter per jaar.

Dit betekent voor een periode van 30 jaar dat circa 200 maal het porievolume wordt doorstroomt. Voor een schudproef betekent dit een L/S-verhouding: $200(1 - 0,35)/\rho^m$, waarbij ρ^m de dichtheid van het barrièremateriaal is. De resultaten van de schudproef bij de maximale L/S-verhouding geven de te verwachten maximale vastleggingscapaciteit, uitgaande van bovengenoemde uitgangspunten.

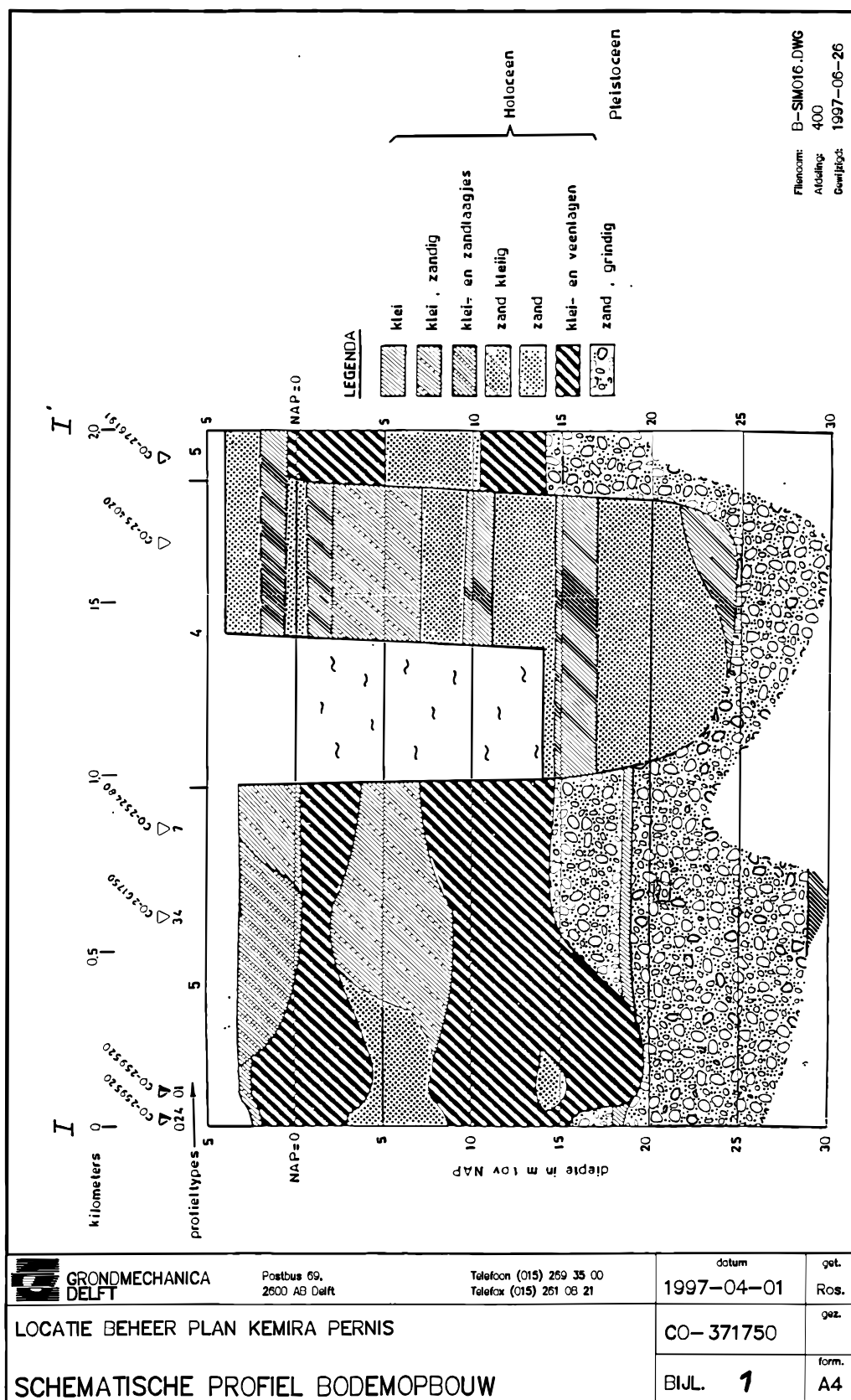
Door de experimenten uit te voeren bij verschillende L/S-verhoudingen kan de wijze van vastlegging worden vastgesteld (precipitatie/adsorptie) en kan de adsorptievergelijking worden bepaald. Op basis daarvan kunnen met behulp van een rekenmodel de kolomproeven worden gedimensioneerd in grootte en tijd.

Bij het uitvoeren van schudproeven en kolomproeven blijkt dat de mate van vastlegging van metalen afhankelijk is van de schudduur en/of de doorstroomsnelheid. Een evenwicht voor een aantal metalen wordt pas bereikt bij schudtijden > 24 uur en/of zeer lage doorstroomsnelheden. Het voorstel is om de schudproeven dan ook uit te voeren bij verschillende schudtijden (bijvoorbeeld 2, 4, 8, 24 en 48 uur) en op basis daarvan de snelheidsconstanten af te leiden voor de adsorptiesnelheid. Op basis van de gemiddelde grondwatersnelheid van 7 m/jaar kan dan modelmatig worden voorspeld of sprake zal zijn van een 'evenwichtssituatie' van de vastlegging aan de wand of niet en wat de consequenties zijn voor het uitvoeren van kolomproeven met een doorstroomsnelheid > 7 m/jaar.

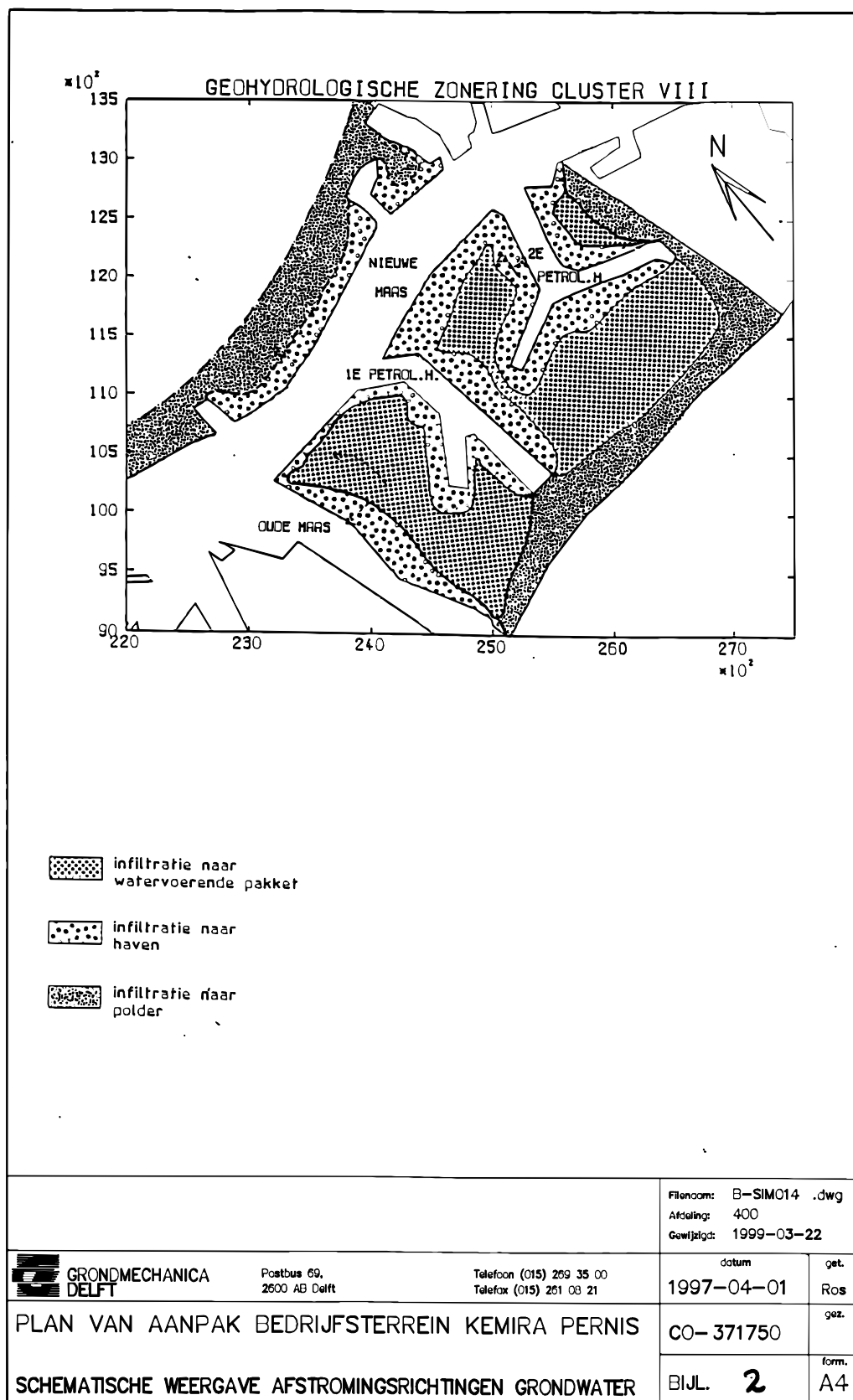
Referenties

1. Leverancier VASIM.
2. Eigen meting na 1 uur schudden in demiwater.
3. Leverancier Rotem Ameert Negev.

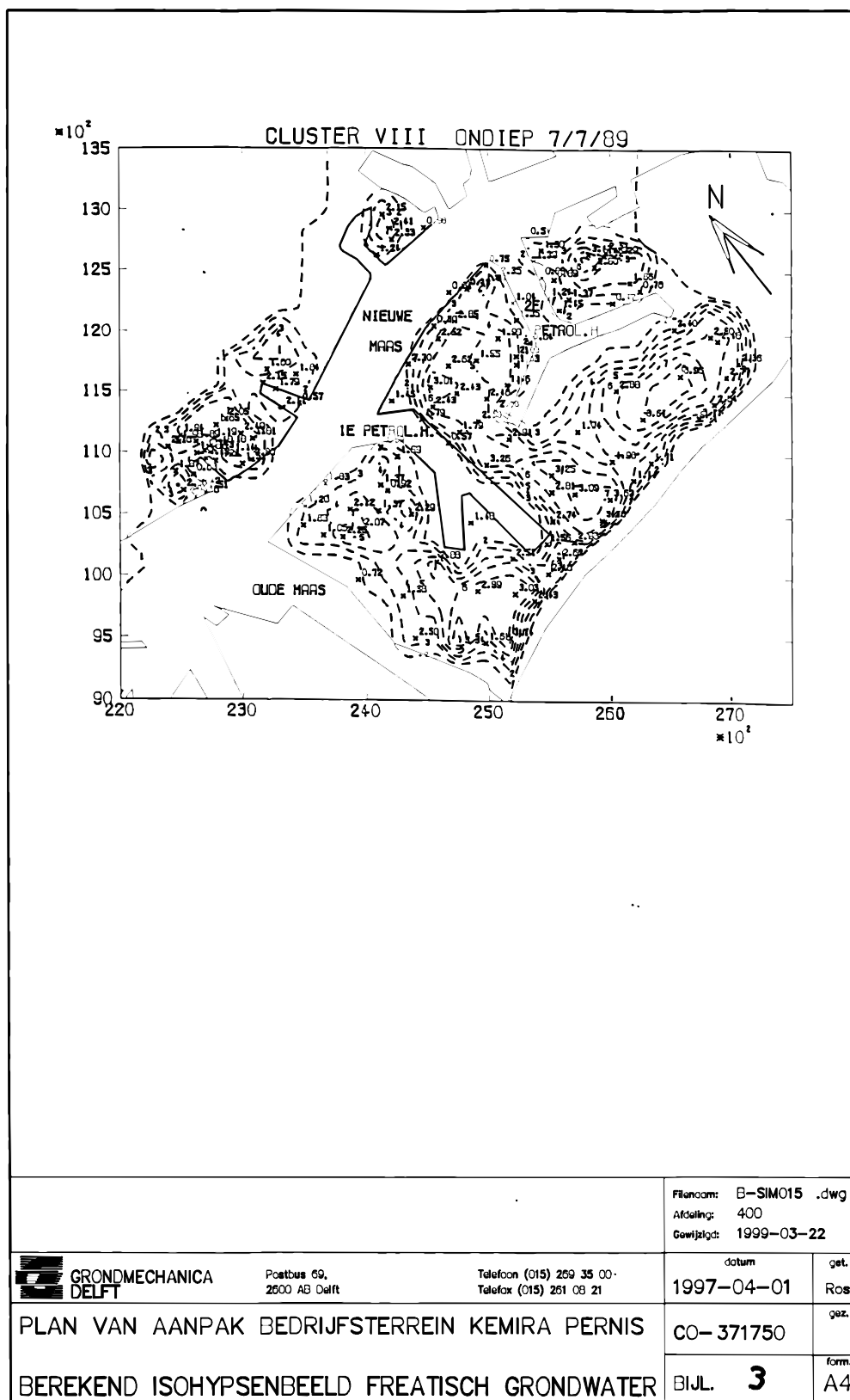
4. Leverancier Minerais de la Méditerranée S.A.
5. Stand van Zaken verontreinigingssituatie Kemira Agro Pernis. drs.ing. E. Schurink.
6. Analyse door Analytco (voorheen BCO).
7. Analyse door Groen Agro Control.
8. Grondwateronderzoek Kemira Agro Pernis, April 1997, concept.
9. Plan van Aanpak Kemira Agro Pernis, september 1997.
10. Kemira Agro Pernis.



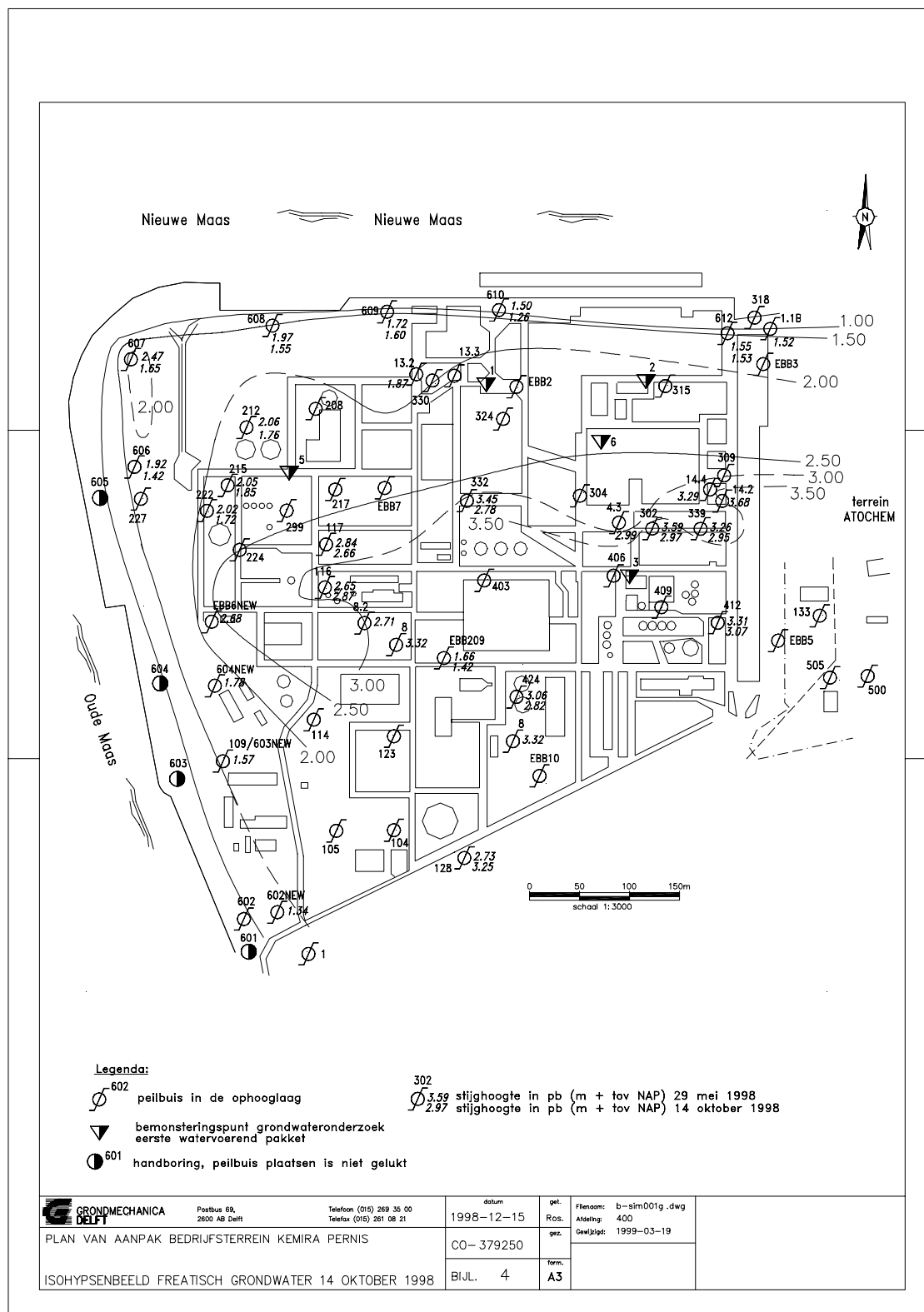
Bijlage 2 **Schematische weergave van de afstromingsrichtingen**



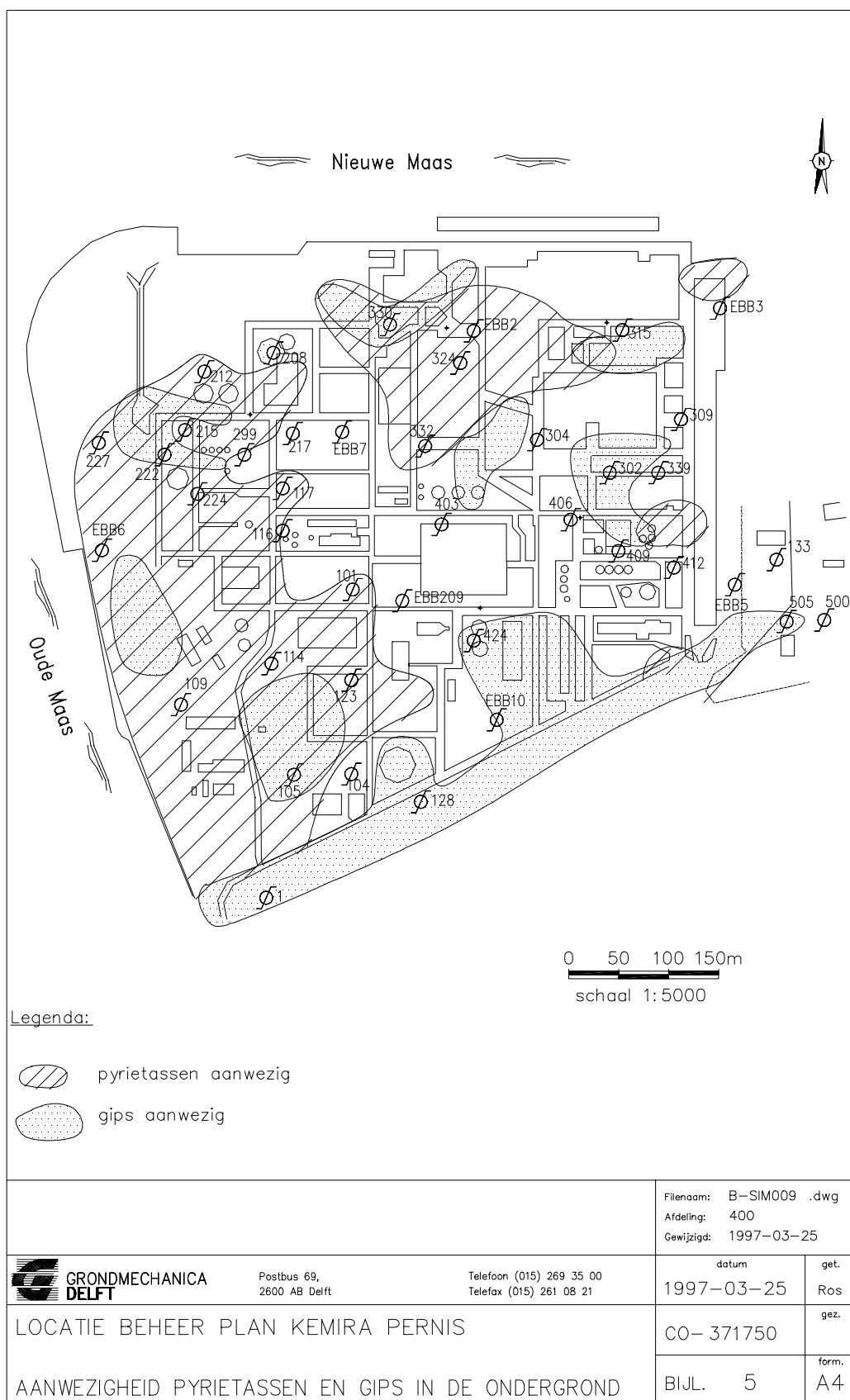
Bijlage 3 **Berekend isohypsenbeeld van het freatische grondwater**



Bijlage 4 Isohyphenbeeld van het freatische grondwater, 14 oktober 1998



Bijlage 5 **Aanwezigheid van pyrietassen en gips in de ondergrond**

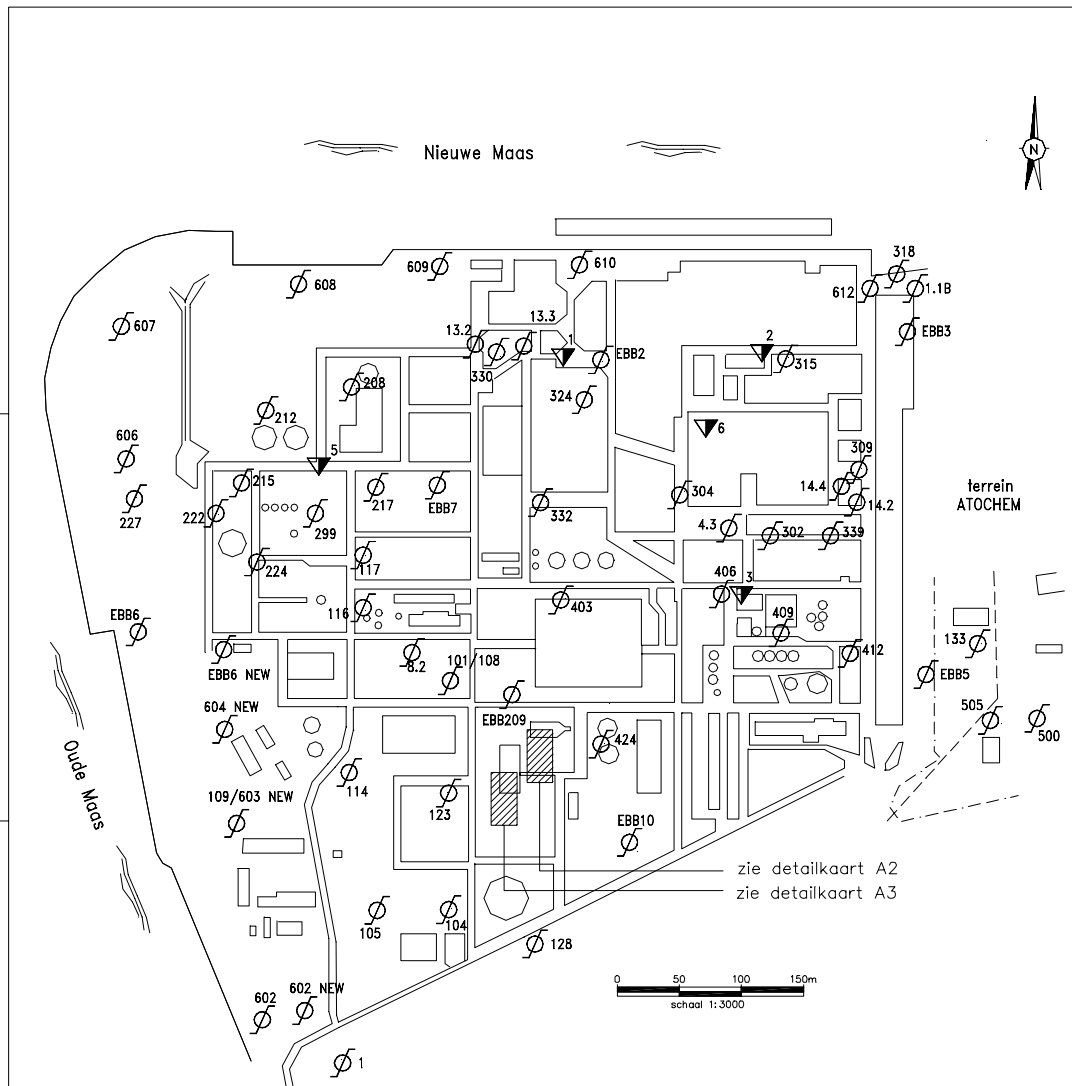


Bijlage 6 **Concentraties zware metalen in pyrietbevattende grond**

Tabel 6.1. Concentraties zware metalen in pyrietbevattende grond en toetsingswaarden van grondmonsters (gemiddeld gehalte organische stof bedraagt 2,1 %; gemiddeld gehalte lutum bedraagt 4,6 %).

	concentraties in mg/kg ds					
	As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
S-waarde	18	0,5	19	0,2	57	68
T-waarde	26	3,9	60	3,8	206	209
I-waarde	33,8	7,3	101	7,3	355	350
107.5* + 108.4 ^p	210	0,6	5.900	< 0,1	110	410
105.2* ^{p/g}	45	0,9	2.750	0,6	85	230
324.2* ^p	70	2,1	1.800	0,3	290	730
329.1*	2.400	2,0	610	1,6	31.000	385
329.4*	12	4,1	32	< 0,1	10	2.200

Bijlage 7 Locaties van oude, nieuwe en reeds verdwenen peilbuizen



Legenda:

- ϕ 602 peilbuis in de ophooglaag
- ∇ bemonsteringspunt grondwateronderzoek eerste watervoerend pakket

GRONDMECHANICA
DELFT

Postbus 69,
2600 AB Delft

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

KEMIRA PERNIS
LOCATIE SCHETS
ALLE (OUDE, NIEUWE, REEDS VERDWENEN) PEILBUIZEN
BODEMONDERZOEK (LOCATIES INDICATIEF)

datum
1998-07-17

CO-379250

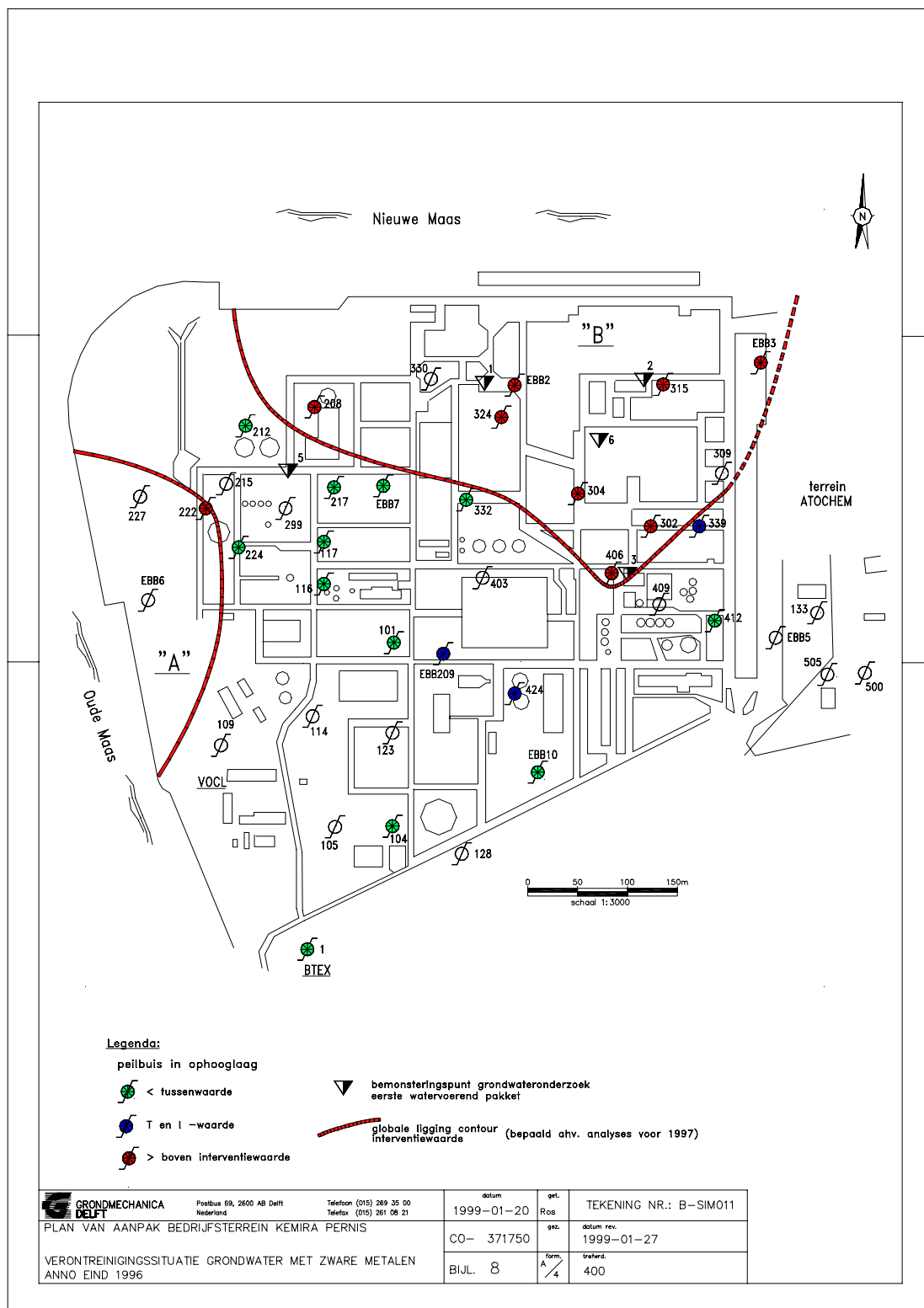
BIJL. 7

get. Ros.
Filenam: b-slm001B.dwg
Afdeling: 400

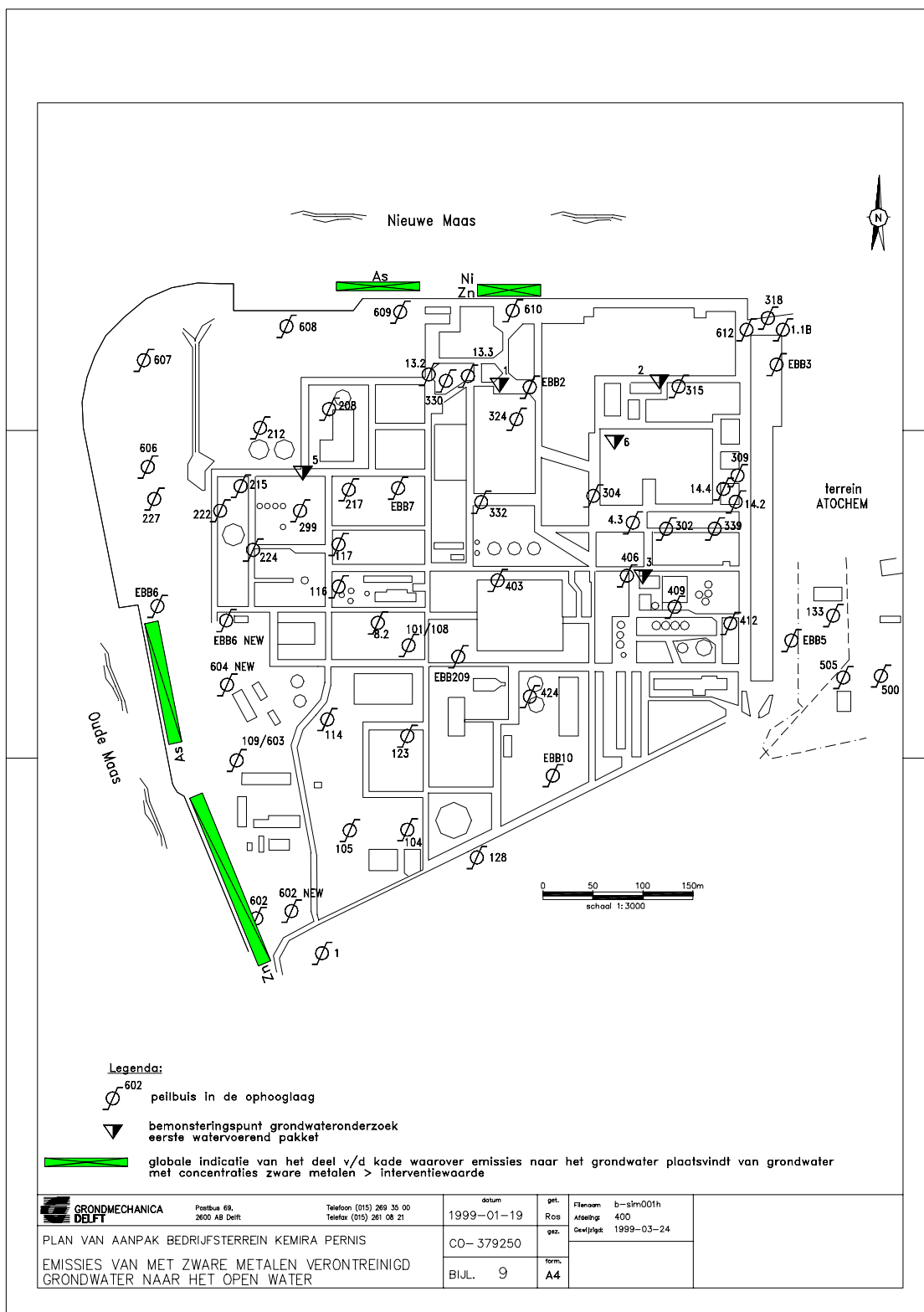
gez. Gewijzigd: 1999-06-28

form. A4

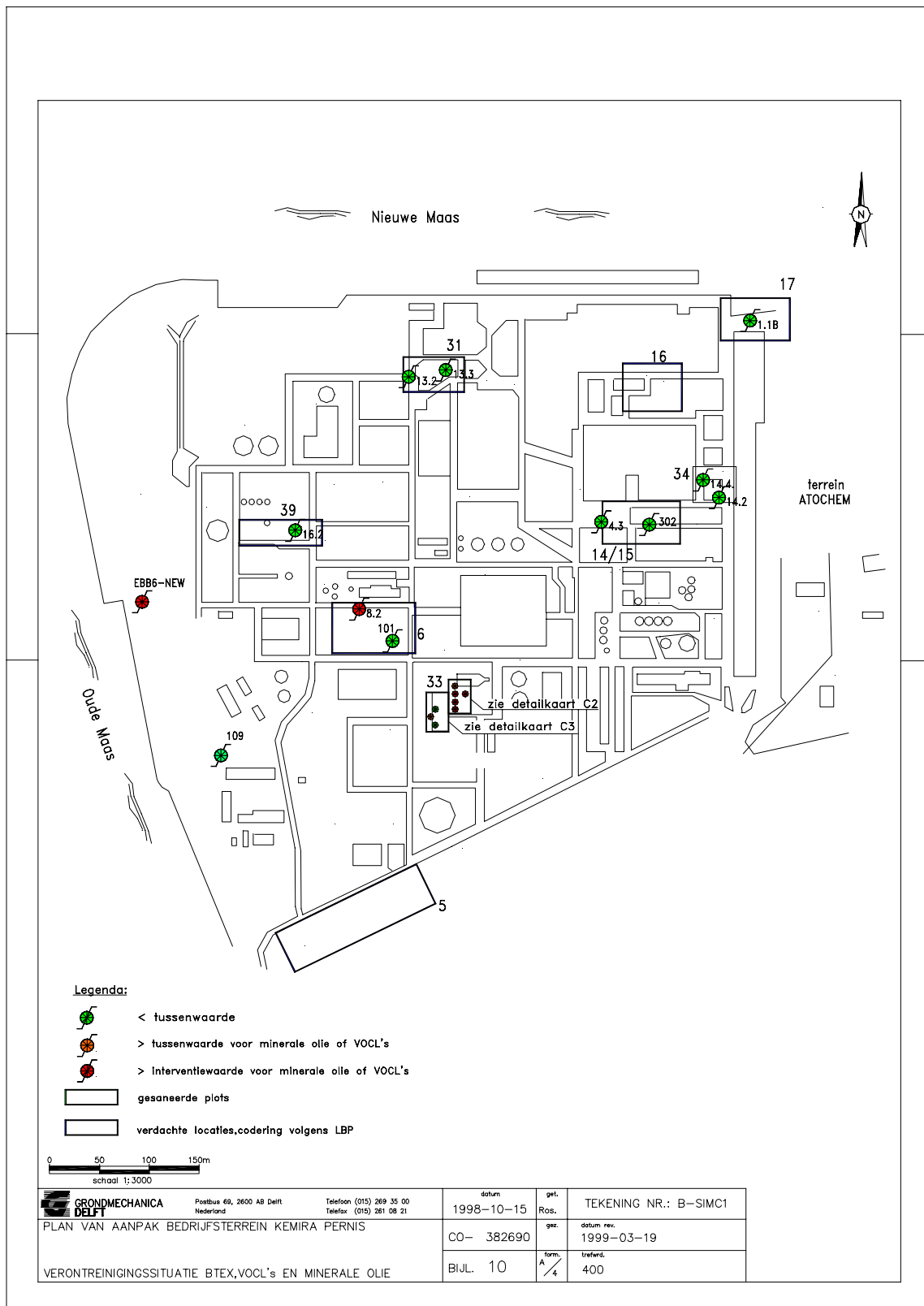
Bijlage 8 Verontreinigingssituatie in grondwater met zware metalen, eind 1996



Bijlage 9 **Locaties van oude, nieuwe en reeds verdwenen peilbuizen, inclusief locaties van verontreinigingen per zwaar metaal**

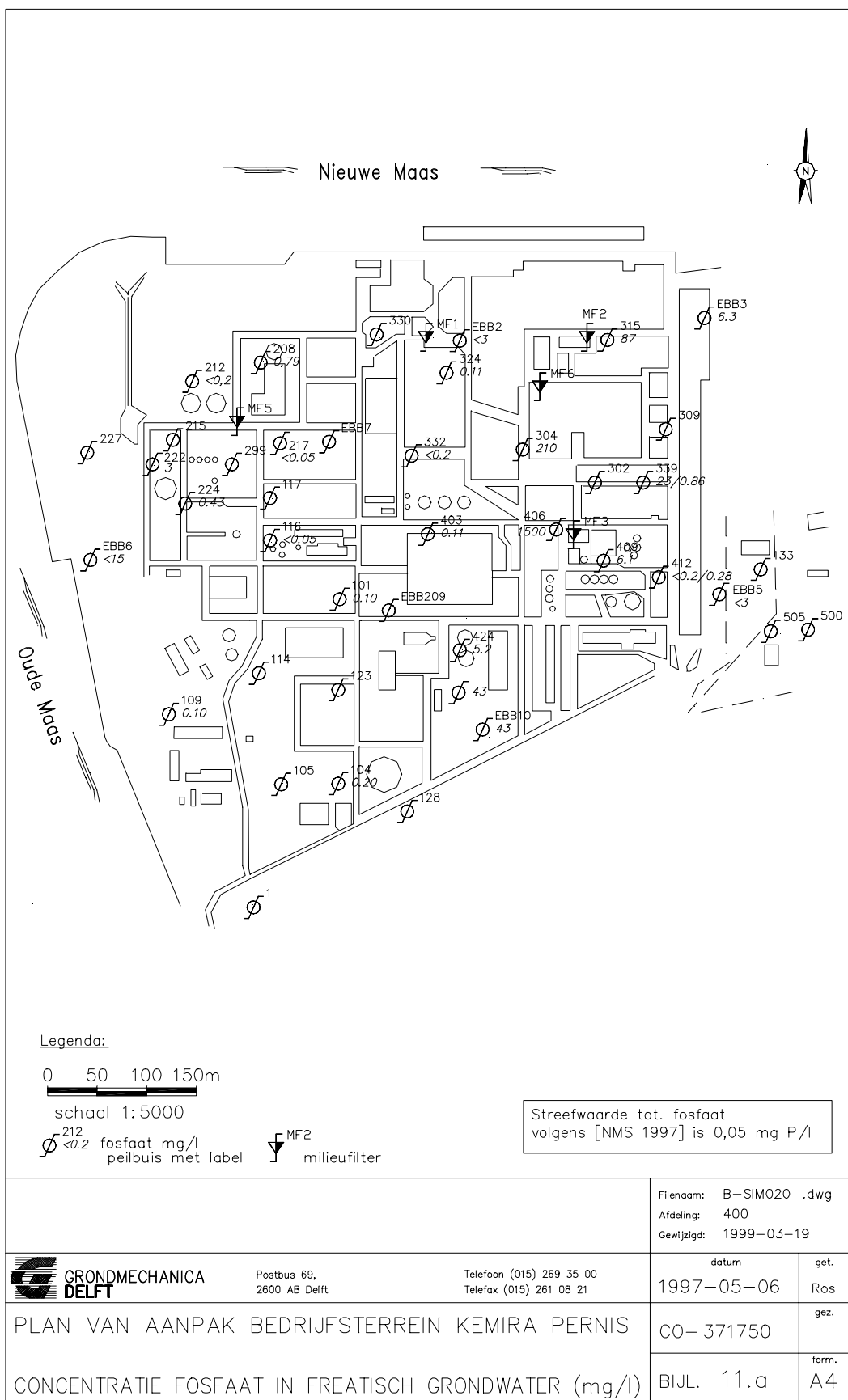


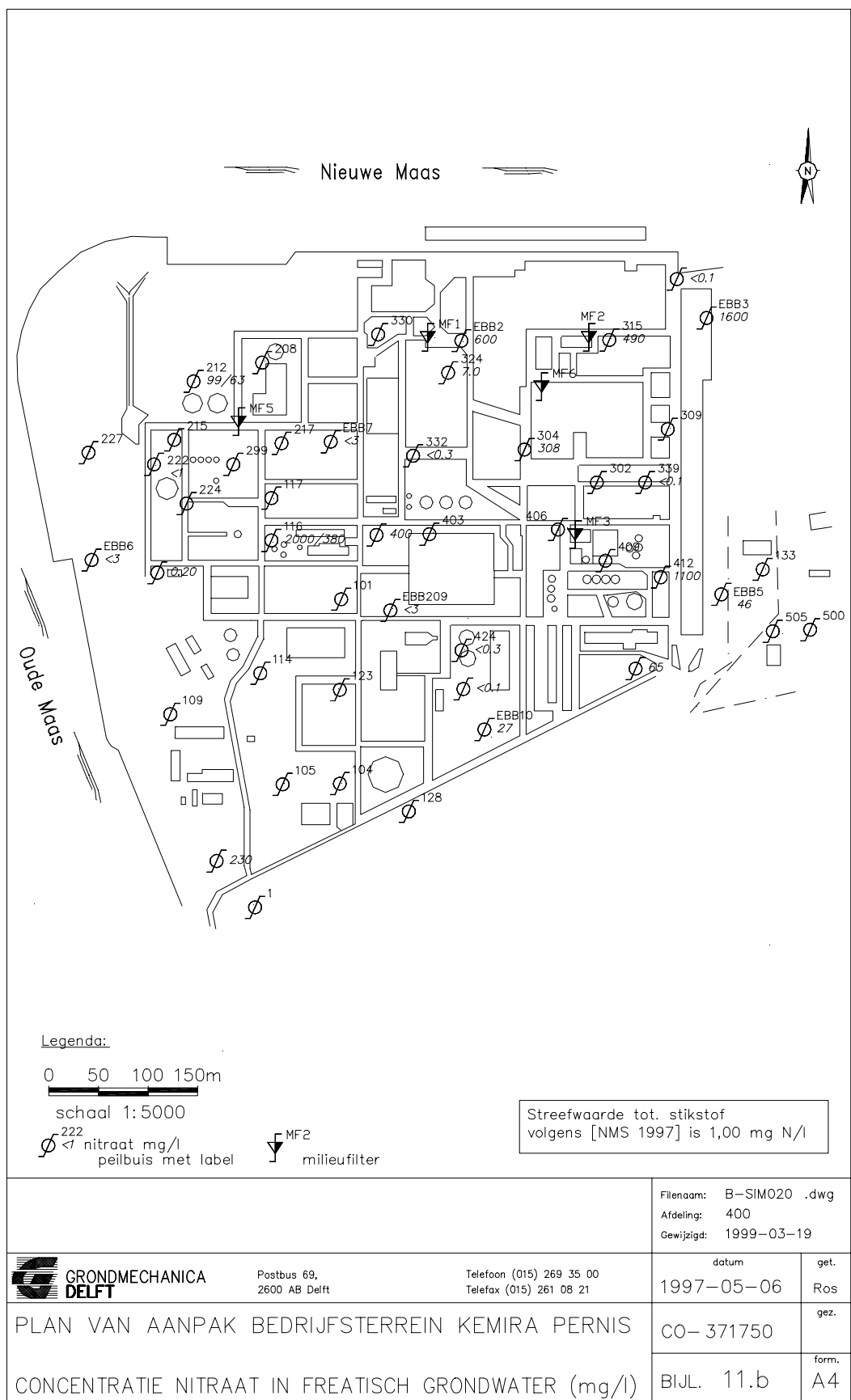
Bijlage 10 Verontreinigingssituatie met BTEX, VOCI's en minerale olie

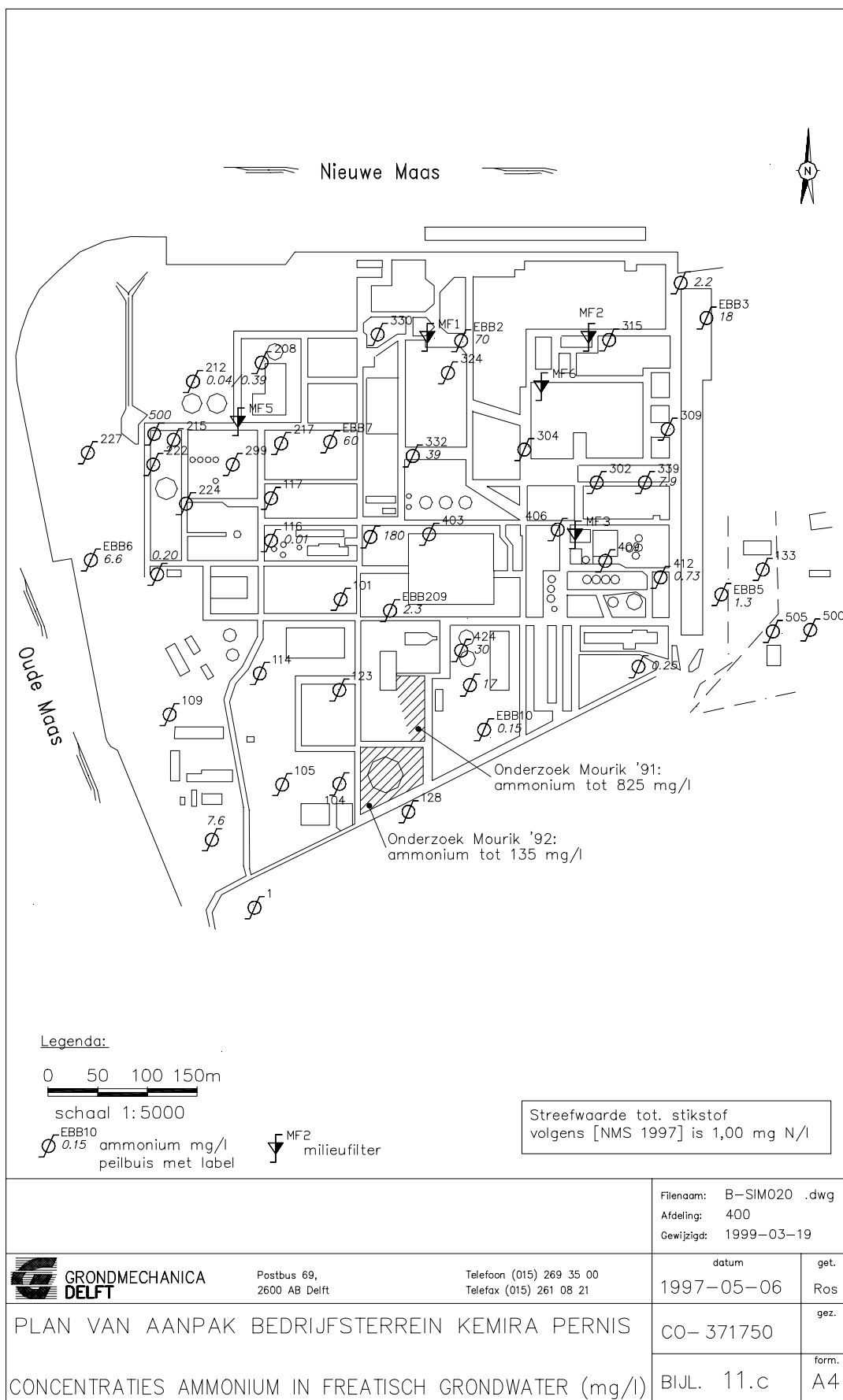


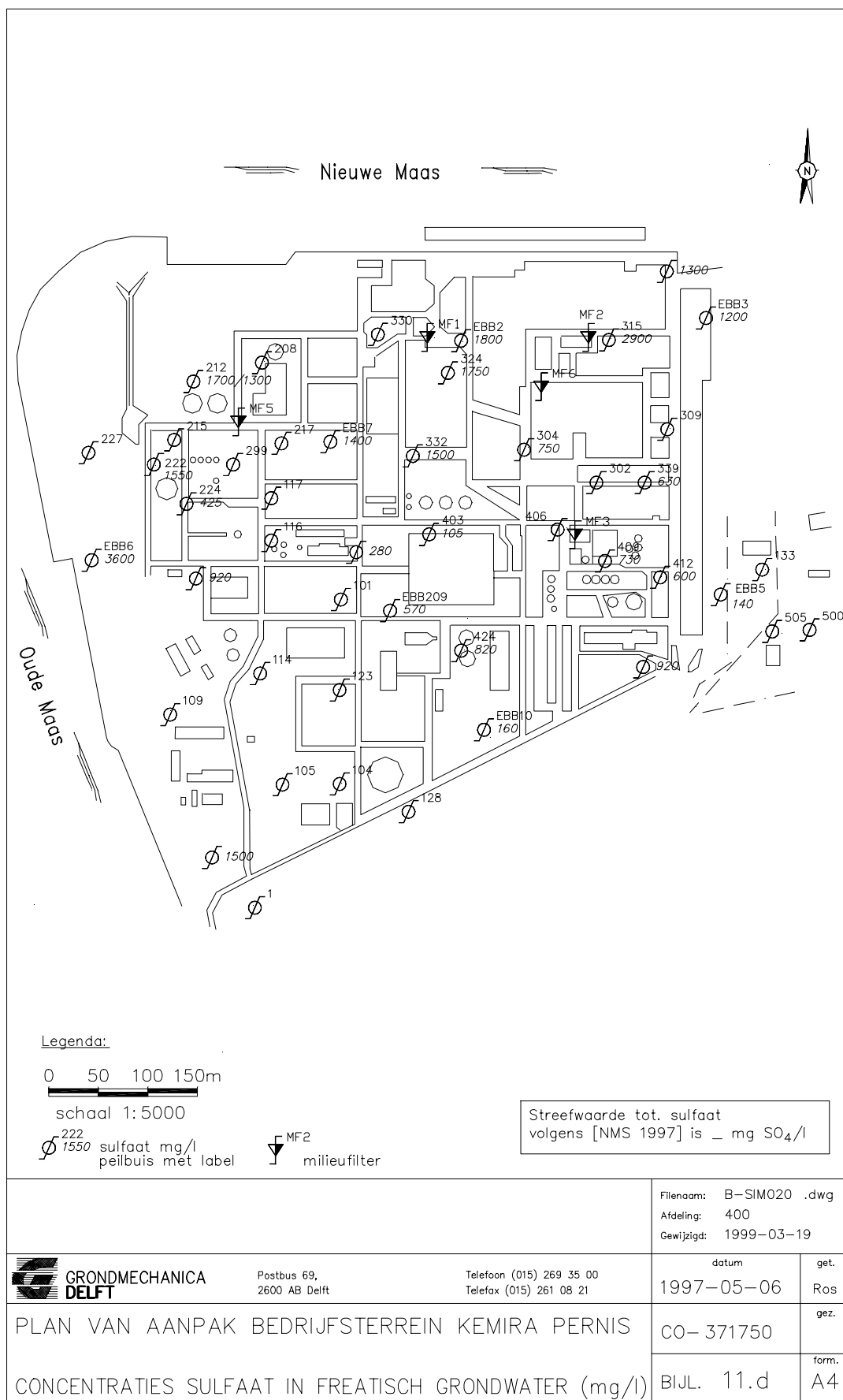
Bijlage 11 **Concentraties in grondwater**

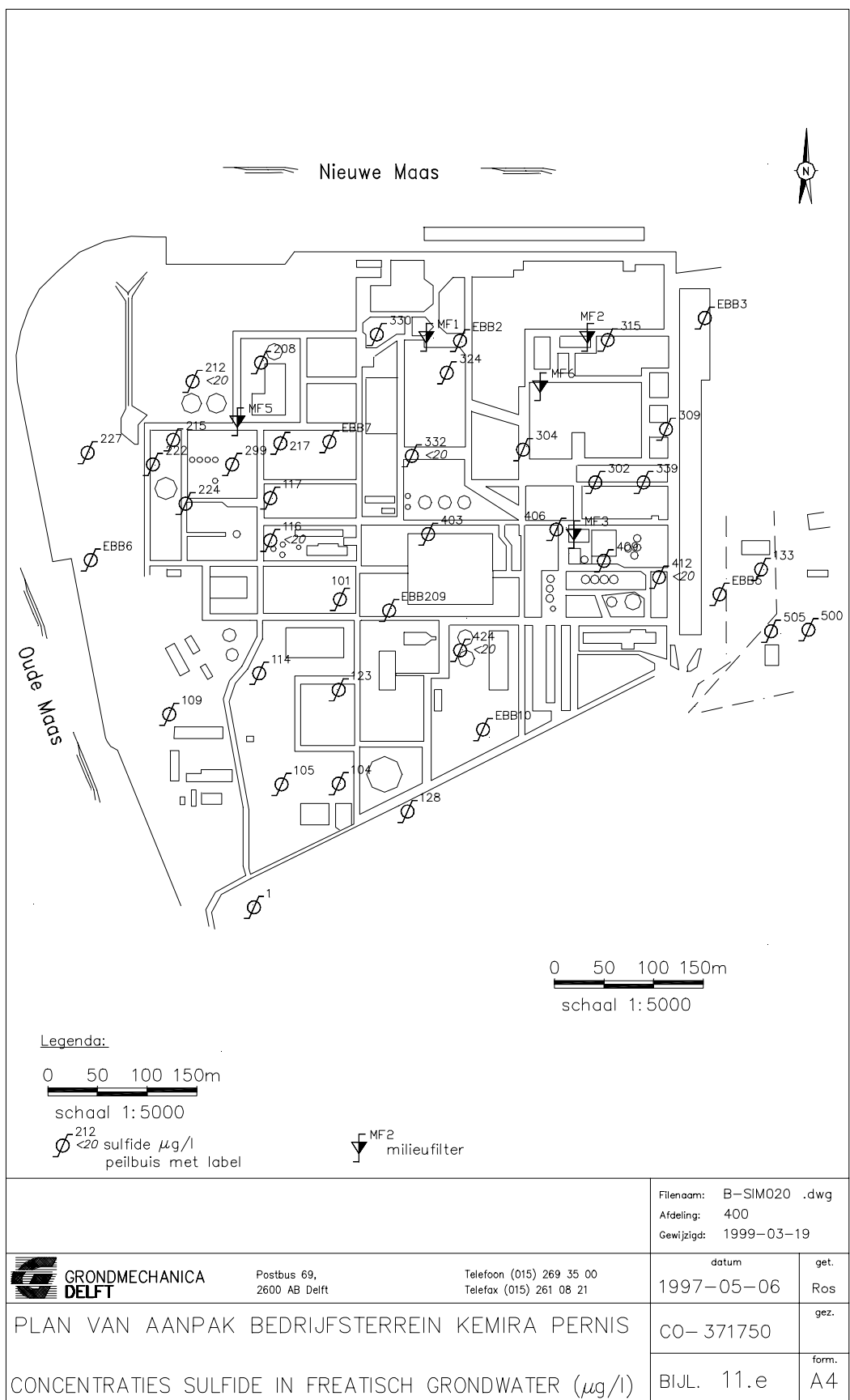
- a. Fosfaat in freatisch grondwater.
- b. Nitraat in freatisch grondwater.
- c. Ammonium in freatisch grondwater.
- d. Sulfaat in freatisch grondwater.
- e. Sulfide in freatisch grondwater.
- f. Zwavel in freatisch grondwater.
- g. Zuurgraad in grondwater.

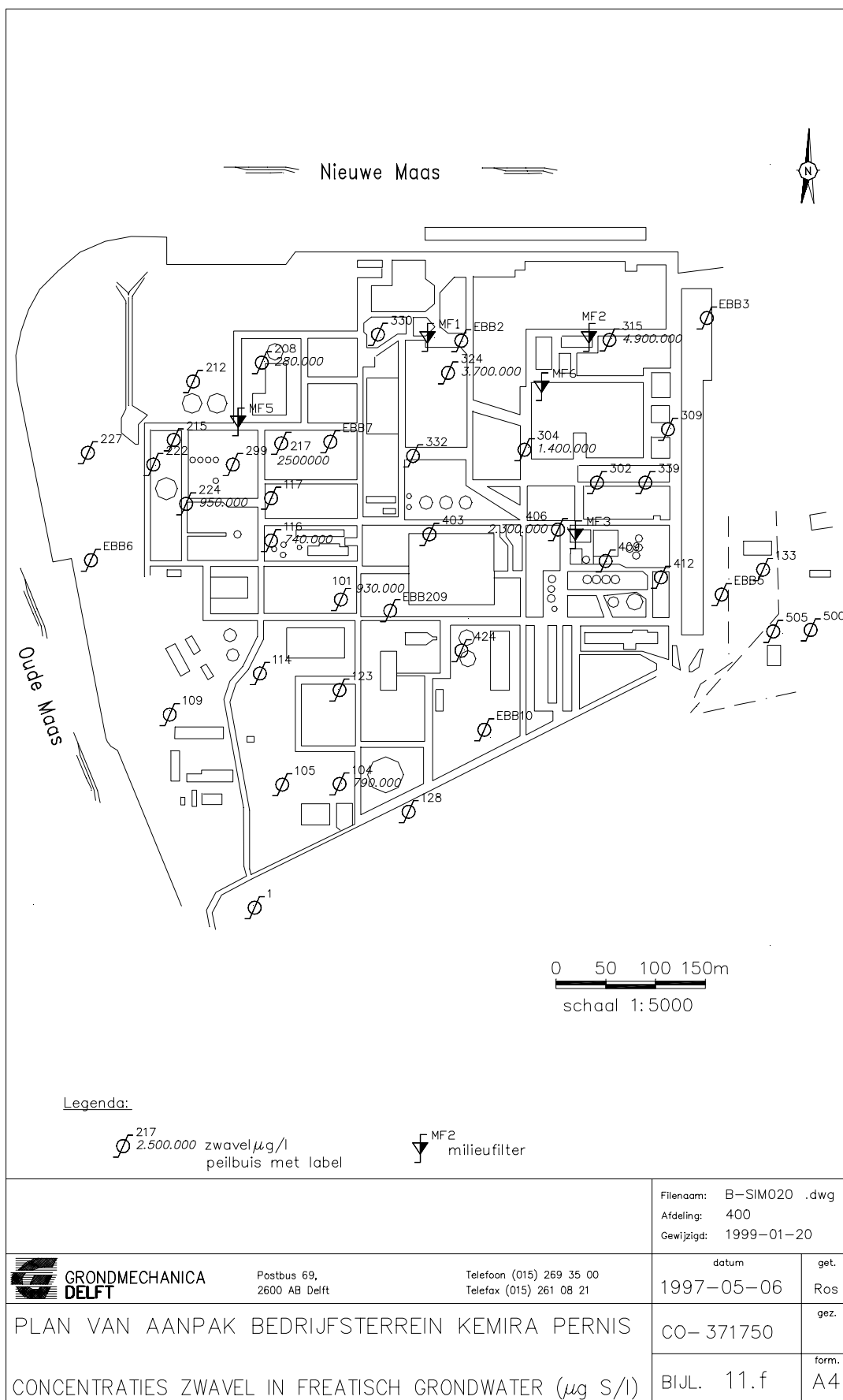


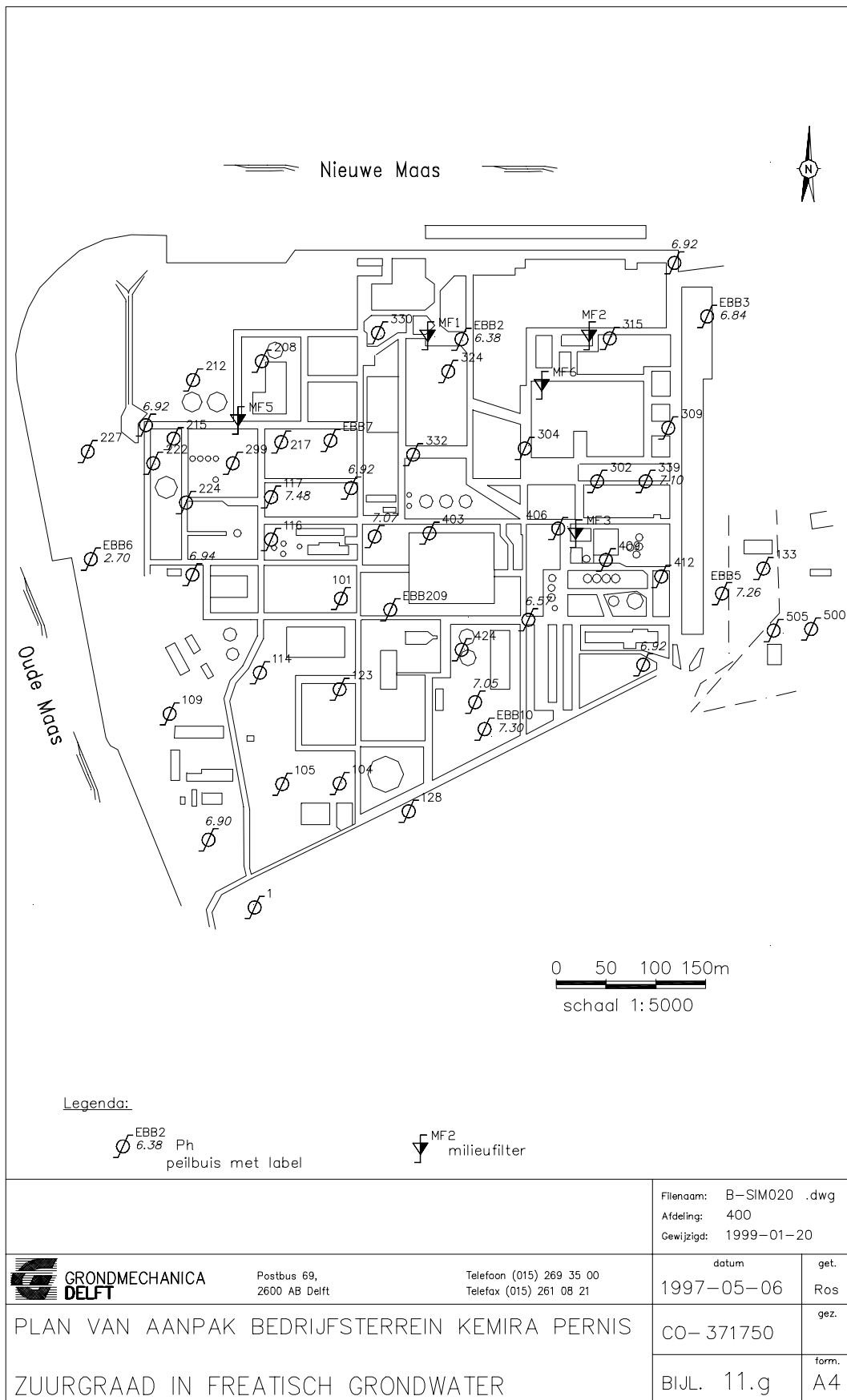












Bijlage 12 Analyseresultaten van anorganische verbindingen

Tabel 12.1. Resultaten van anorganische verbindingen in peilbuizen in mg/l [5] (de hoogst gemeten concentraties zijn onderstreept).

peilbuis	fosfaat	nitraat	ammonium	sulfaat	sulfide	zwavel
8 ^p	0,1					930
104*	0,2					790
603new ^p	0,1					
116	< 0,05	<u>2.000</u>	0,01		< 20	740
208* ^g	0,79					280
212 ^p	< 0,2	99	0,04	1.700		
217*	< 0,05					2.500
222 ^{p/g}	3	< 1		1.550		
224* ^p	0,43			425		950
304*	210	308		750		1.400
315*	87	490		2.900		<u>4.900</u>
324* ^p	0,11	7		1.750		3.700
332 ^p	< 0,2	< 0,3		1.500	< 20	
339	23	< 0,1	7,9	630		
403*	0,11			105		
406*	<u>1.500</u>					2.300
409*	6,1			730		
412	< 0,2	1.100	0,73	600	< 20	
424 ^g	5,2	< 0,3	30	820	< 20	
EBB2* ^p	< 3	600	<u>70</u>	1.800		
EBB3*	6,3	1.600	18	1.200		
EBB5	< 3	46	1,3	140		
EBB6* ^p	< 15	< 3	6,6	<u>3.600</u>		
EBB7*			60	1.400		
EBB10* ^g	43	27	0,15	160		
EBB209		< 3	2,3	570		

Grenswaarden:

- fosfaat 0,15 mg P/l
- nitraat 2,2 mg N/l
- sulfaat 100 mg/l

Voor peilbuislocaties gelden de volgende toevoegingen:

- *) niet meer in gebruik
- p) geplaatst in met pyriet verontreinigde grond
- g) geplaatst in met gips verontreinigde grond

Bijlage 13 Analyseresultaten van zware metalen: 1993 - 1998

In de tabellen 13.1 t/m 13.8 wordt een overzicht gegeven van alle analyseresultaten met betrekking tot zware metalen in de periode 1993 - 1998 [5].

Tabel 13.1. Analyseresultaten van cadmium.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Cd	13.2 ^{p/g}						100
	13.3 ^{p/g}						130
	212 ^p		1,1	1,2			
	215 ^p		0,6				
	222 ^{p/g}	< 30	< 30	0,4			
	606				< 0,4		
	607				< 0,4		
	608				< 0,4		
	609				< 0,4	0,5	
	610				< 1	0,6	
	612 ^p				< 0,4	< 0,4	
	1* ^g	< 0,1					
	104*	0,2					
	116		< 0,4	< 0,4			
	208* ^g	0,1					
	224* ^p	0,3					
	315*	0,4					
	324* ^p	14					
	602new ^p					< 0,4	< 1
	603new ^p					< 0,4	0,5
	604new ^{p/g}					1,1	< 4
	EBB6* ^p	68					
	EBB6new ^p					< 0,4	

Tabel 13.2. Analyseresultaten van kwik.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Hg	13.2 ^{p/g}						< 10
	13.3 ^{p/g}						< 0,04
	116		< 0,04	< 0,04			
	212 ^p		< 0,04	< 0,04			
	215 ^p		0,07				
	222 ^{p/g}		< 0,04	< 0,04			
	606				< 0,04		
	607				< 0,04		
	608				< 0,04		
	609				< 0,04	0,08	
	610				< 0,04	< 0,04	
	612 ^p				< 0,04	< 0,04	
	1* ^g	< 0,03					
	602new ^p					< 0,04	< 0,04
	603new ^p					< 0,04	< 0,04
	604new ^{p/g}					< 0,04	< 0,04
	EBB6new ^p					< 0,04	

Tabel 13.3. Analyseresultaten van zink.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Zn	13.2 ^{p/g}						12.600
	13.3 ^{p/g}						22.000
	116	< 10	< 10	14			
	212 ^p		200	210			
	215 ^p		190				
	222 ^{p/g}	100	100	120			
	606				< 10		
	607				< 10		
	608				< 10		
	609				< 10	13	
	610				20.000	19.000	
	612 ^p				42	27	
	1 ^{*g}	< 10					
	104 [*]	63					
	603new ^p	710					
	208 ^{*g}	15					
	224 ^{*p}	12					
	315 [*]	< 10					
	324 ^{*p}	8.200					
	602new ^p					2.200	2.100
	603new ^p					450	190
	604new ^{p/g}					12	< 10
	EBB6 ^{*p}	11.000					
	EBB6new ^p					20	

Tabel 13.4. Analyseresultaten van arseen.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
As	13.2 ^{p/g}						< 10
	13.3 ^{p/g}						< 2
	116		< 10	< 2			
	212 ^p		19	7			
	215 ^p		27				
	222 ^{p/g}	3.000	3.000	24			
	606				< 2		
	607				< 2		
	608				< 10		
	609				66	81	
	610				< 10	< 2	
	612 ^p				11	< 2	
	1 ^{*g}	< 0,5					
	208 ^{*g}	65					
	224 ^{*p}	9					
	315 [*]	14.000					
	324 ^{*p}	24					
	602new ^p					< 2	< 10
	603new ^p					23	58
	604new ^{p/g}					270	650
	EBB6 ^{*p}	2.100					
	EBB6new ^p					< 2	

Tabel 13.5. Analyseresultaten van nikkel.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Ni	13.2 ^{p/g}						110
	13.3 ^{p/g}						76
	116	< 50	< 3	< 3			
	212 ^p		12	12			
	215 ^p		7				
	222 ^{p/g}	< 0,04	22	< 3			
	606				< 3		
	607				< 3		
	608				< 3		
	609				8	13	
	610				390	370	
	612 ^p				8	< 3	
	1* ^g	4					
	104*	5					
	603new ^p	< 50					
	224* ^p	1					
	315*	< 0,03					
	324* ^p	< 0,03					
	602new ^p					35	32
	603new ^p					9	10
	604new ^{p/g}					< 3	< 3
	EBB6* ^p	0,19					

Tabel 13.6. Analyseresultaten van lood.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Pb	13.2 ^{p/g}						< 1
	13.3 ^{p/g}						< 2
	116		< 2	< 2			
	212 ^p		12	23			
	215 ^p		23				
	222 ^{p/g}	< 2	23	3			
	606				< 2		
	607				< 2		
	608				< 2		
	609				< 2	< 2	
	610				< 4	< 2	
	612 ^p				< 2	< 2	
	104*	2					
	208* ^g	3					
	224* ^p	< 1					
	315*	1					
	324* ^p	< 1					
	602new ^p					< 2	< 4
	603new ^p					< 2	< 2
	604new ^{p/g}					< 2	< 2
	EBB6* ^p	180					
	EBB6new ^p					< 2	

Tabel 13.7. Analyseresultaten van koper.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Cu	13.2 ^{p/g}						10.830
	13.3 ^{p/g}						23.000
	116	< 15	< 3	< 3			
	212 ^p		< 3	< 3			
	215 ^p		10				
	222 ^{p/g}	< 3	< 3	16			
	606				< 3		
	607				< 3		
	608				< 3		
	609				4	6	
	610				< 6	< 3	
	612 ^p				< 3	< 3	
	1* ^g	< 10					
	104*	< 10					
	603new ^p	< 10					
	208* ^g	10					
	224* ^p	10					
	315*	10					
	324* ^p	120					
	602new ^p					< 3	< 6
	603new ^p					7	23
	604new ^{p/g}					< 3	< 3
	EBB6* ^p	19.000					
	EBB6new ^p					< 3	

Tabel 13.8. Analyseresultaten van chroom.

zwaar metaal	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Cr	13.2 ^{p/g}						< 10
	13.3 ^{p/g}						< 2
	116		6	< 2			
	212 ^p		< 2	4			
	215 ^p		< 2				
	222 ^{p/g}	< 2	< 2	< 2			
	224* ^p	0,5					
	606				< 2		
	607				< 2		
	608				< 2		
	609				4	< 2	
	610				< 2	< 2	
	612 ^p				< 2	< 2	
	1* ^g	4,5					
	104*	0,5					
	208* ^g	3,5					
	315*	140					
	324* ^p	2					
	602new ^p					< 2	< 4
	603new ^p					< 2	< 2
	604new ^{p/g}					< 2	< 2
	EBB6* ^p	110					
	EBB6new ^p					< 2	

Voor peilbuislocaties gelden de volgende toevoegingen: *) niet meer in gebruik; p) geplaatst in met pyriet verontreinigde grond; g) geplaatst in met gips verontreinigde grond.

Bijlage 14 Overzicht van peilbuizen waarin maximale metaalconcentraties zijn gemeten

- A Alle huidige peilbuizen
- B Peilbuis 315*
- C Peilbuis EBB6*^p

- A** De hoogste concentraties gemeten in alle huidige peilbuizen zijn onderstreept [5] en [6]. De concentraties hier direct onder zijn cursief gedrukt. Dik gedrukt zijn de concentraties die hoger liggen dan de interventiewaarde.

Tabel 14.1. Overzicht van metaalconcentraties in alle huidige peilbuizen.

zware metalen	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr.97	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Cd	13.2 ^{p/g}						100
Ni	13.2 ^{p/g}						110
Cu	13.2 ^{p/g}						10.830
Hg	13.2 ^{p/g}						< 10
Zn	13.2 ^{p/g}						12.600
Pb	13.2 ^{p/g}						< 1
As	13.2 ^{p/g}						< 10
Cr	13.2 ^{p/g}						< 10
Cd	13.3 ^{p/g}						130
Ni	13.3 ^{p/g}						76
Cu	13.3 ^{p/g}						23.000
Hg	13.3 ^{p/g}						< 0,04
Zn	13.3 ^{p/g}						22.000
Pb	13.3 ^{p/g}						< 2
As	13.3 ^{p/g}						< 2
Cr	13.3 ^{p/g}						< 2
Cd	212 ^p		1,1	1,2			
Ni	212 ^p		12	12			
Cu	212 ^p		< 3	< 3			
Hg	212 ^p		< 0,04	< 0,04			
Zn	212 ^p		200	210			
Pb	212 ^p		12	23			
As	212 ^p		19	7			
Cr	212 ^p		< 2	4			
Cd	215 ^p		0,6				
Ni	215 ^p		7				
Cu	215 ^p		10				
Hg	215 ^p		0,07				
Zn	215 ^p		190				
Pb	215 ^p		23				
As	215 ^p		27				
Cr	215 ^p		< 2				
Cd	222 ^{p/g}	< 30	< 30	0,4			
Ni	222 ^{p/g}	< 0,04	22	< 3			
Cu	222 ^{p/g}	< 3	< 3	16			
Hg	222 ^{p/g}		< 0,04	< 0,04			
Zn	222 ^{p/g}	100	100	120			
Pb	222 ^{p/g}	< 2	23	3			
As	222 ^{p/g}	3.000	3.000	24			
Cr	222 ^{p/g}	< 2	< 2	< 2			
Cd	609				< 0,4	0,5	
Ni	609				8	13	
Cu	609				4	6	
Hg	609				< 0,04	0,08	
Zn	609				< 10	13	
Pb	609				< 2	< 2	
As	609				66	81	
Cr	609				4	< 2	
Cd	610				< 1	0,6	
Ni	610				390	370	
Cu	610				< 6	< 3	
Hg	610				< 0,04	< 0,04	
Zn	610				20.000	19.000	
Pb	610				< 4	< 2	
As	610				< 10	< 2	
Cr	610				< 2	< 2	

Voor peilbuislocaties gelden de volgende toevoegingen: *) niet meer in gebruik; p) geplaatst in met pyriet verontreinigde grond; g) geplaatst in met gips verontreinigde grond.

- B** De hoogste concentraties gemeten in alle huidige en oude peilbuizen (met uitzondering van EBB6*^p) zijn onderstreept [5] en [6]. De concentraties hier direct onder zijn cursief gedrukt. Dik gedrukt zijn de concentraties die hoger liggen dan de interventiewaarde.

De in peilbuis 315* waargenomen As- en Cr-concentraties zijn hoger dan de hoogste waarde zoals in bijlage 14A is weergegeven.

Tabel 14.2. Overzicht van metaalconcentraties in peilbuis 315*.

zware metalen	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Cd	315*	0,4					
Ni	315*	< 0,03					
Cu	315*	10					
Zn	315*	< 10					
Pb	315*	1					
As	315*	<u>14.000</u>					
Cr	315*	<u>140</u>					

Voor peilbuislocaties gelden de volgende toevoegingen:

- *) niet meer in gebruik
- p) geplaatst in met pyriet verontreinigde grond
- g) geplaatst in met gips verontreinigde grond

- C** De hoogste concentraties gemeten in alle huidige en oude zijn onderstreept [5] en [6]. De concentraties hier direct onder zijn cursief gedrukt. Dik gedrukt zijn de concentraties die hoger liggen dan de interventiewaarde.

De in peilbuis EBB6*^p waargenomen Pb-concentratie is hoger dan de hoogste waarde zoals in de bijlagen 14A en 14B is weergegeven.

Tabel 14.3. Overzicht van metaalconcentraties in peilbuis EBB6*^p.

zware metalen	peilbuis	Tauw	GeoDelft				
			febr. 1997	mrt. 1997	juni 1998	sept./okt. 1998	dec. 1998
Cd	EBB6* ^p	68					
Ni	EBB6* ^p	0,19					
Cu	EBB6* ^p	19.000					
Zn	EBB6* ^p	11.000					
Pb	EBB6* ^p	180					
As	EBB6* ^p	2.100					
Cr	EBB6* ^p	110					

Voor peilbuislocaties gelden de volgende toevoegingen:

- *) niet meer in gebruik
- p) geplaatst in met pyriet verontreinigde grond
- g) geplaatst in met gips verontreinigde grond

Bijlage 15 Uitgebreide resultaten van de peilbuizen 13.2^{p/g} en 13.3^{p/g}

Tabel 15.1 Analyseresultaten van de peilbuizen 13.2^{p/g} en 13.3^{p/g} [6] en [7].

	peilbuis 13.2 ^{p/g}	peilbuis 13.3 ^{p/g}	eenheid	S	T	I
zuurstofgehalte		2,1	mg/l			
geleidbaarheid	3,22*	3,1	mS/cm			
bicarbonaat		170	mg/l			
hydroxide		< 2	mg/l			
carbonaat		< 6	mg/l			
pH	6*	6,4				
DOC	19	< 3	mg/l			
Si	18.000*		µg/l			
V	< 10*		µg/l			
Co	1.200*		µg/l			
B	790*		µg/l			
Al	1.600*		µg/l			
K	35.000*	38.000	µg/l			
Na	46.000*	46.000	µg/l			
As	< 10*	< 2	µg/l	10	35	60
Ca	569.000*	590.000	µg/l			
Cd	100*	130	µg/l	0,4	3	6
Cr	< 10*	< 2	µg/l	1	16	30
Cu	10.830*	23.000	µg/l	15	45	75
Fe III	330 ^{*p/g}	1.400	µg/l			
Mg	71.000*	78.000	µg/l			
Mn	4.900*	6.700	µg/l			
Mo	< 10*	< 2	µg/l	5	150	300
Ni	110*	76	µg/l	15	45	75
Pb	< 1*	< 2	µg/l	15	45	75
Zn	12.600	22.000	µg/l	65	430	800
S		540.000	µg/l			
Fe II	< 50	< 50	µg/l			
Hg	< 10*	< 0,04	µg/l	0,05	0,18	0,3
H ₂ PO ₄	16,5*		mg/l			
HCO ₃	92*		mg/l			
chloride	124*	140	mg/l			
fosfaat		< 0,05	mg/l			
nitraat	68*	150	mg/l			
nitriet	< 0,1*	< 0,2	mg/l			
sulfaat	1.694	1.600	mg/l			
ammonium als N		18	mg/l			
redoxpotentiaal		480	mV			

*) Geanalyseerd door Groen Agro Control. Overige geanalyseerd door BCO/Analytico.

Bijlage 16 Analyseresultaten van de vluchtige aromaten en gechloreerde koolwaterstoffen

Tabel 16.1. Vluchtige aromaten en gechloreerde koolwaterstoffen [8] (alleen peilbuizen waar voor één of meer componenten de streefwaarde wordt overschreden zijn weergegeven).

	eenheid	juni 1998					oktober 1998					
		peilbuis					peilbuis					
		606	607	608	610	612 ^p	602new ^p	603new ^p	EBB6new ^p	S	T	I
benzeen	µg/l	0,2				0,3			0,8	0,2	15	30
tolueen	µg/l	0,7	0,4	0,3	0,6	0,3				0,2	500	1.000
ethylbenzeen	µg/l									0,2	75	150
o-xyleen	µg/l				0,2							
m/p-xyleen	µg/l	0,6	0,3		0,6	0,2						
naftaleen	µg/l									0,1	35	70
som van de xylenen	µg/l	0,6	0,3		0,8	0,2						
som van BTEXN	µg/l	1,5	0,7	0,3	1,4	0,8			0,8			
dichloormethaan	µg/l									0,01	500	1.000
1,1-dichloormethaan	µg/l					3,6		340				
trichloormethaan	µg/l							0,5		0,01	200	400
1,2-dichloormethaan	µg/l									0,01	200	400
1,1,1-trichloormethaan	µg/l						3,2	1.200				
trichlooretheen	µg/l						0,5		1,5	0,01	250	500
tetrachloormethaan	µg/l									0,01	5	10
1,1,2-trichloorethaan	µg/l							17				
tetrachlooretheen	µg/l									0,01	20	40
cis-dichlooretheen	µg/l								18			
som (halogenen)	µg/l								3,3			

Voor peilbuislocaties gelden de volgende toevoegingen:

*) niet meer in gebruik

p) geplaatst in met pyriet verontreinigde grond

g) geplaatst in met gips verontreinigde grond