

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU
BILTHOVEN

Rapport nr. 714851001

**Evaluatie van de grondwaterkwaliteit in de
provincie Zuid-Holland**

L.L.M. Absil, J.J.B. Bronswijk

januari 1998

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Provincie Zuid-Holland, Dienst Water en Milieu, opdrachtbriefnummer DWM/139171.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,
telefoon: 030 - 274 91 11, fax: 030 - 274 29 71

Verzendlijst

1-40	Provincie Zuid-Holland - ir. Th.A.J. Schiere
41	DGM/Directie Drinkwater, Water, Landbouw - drs. G.J.E. Al
42	Ir. W. Cramer (DGM/DWL)
43-54	Platform Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit
55	Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
56	Directie RIVM - prof. ir. N.D. van Egmond
57	Directeur sector III RIVM - dr. H.A. van 't Klooster
58	Hoofd Bureau MNV, RIVM - drs. R.J.M. Maas
59	Hoofd LBG, RIVM - ir. R. van den Berg
60	Hoofd LWD, RIVM - ir. A.H.M. Bresser
61	Hoofd LAC, RIVM - ir. H. van der Wiel
62	Hoofd LAE, RIVM - drs. L.H.M. Kohsiek
63	Hoofd LLO, RIVM - dr. D. van Lith
64	Ir. L.J.M. Boumans (RIVM/LBG)
65	Ir. G. van Drecht (RIVM/LWD)
66	Dr. H.F.R. Reijnders (RIVM/LBG)
67	Ing. H.F. Prins (RIVM/LBG)
68	D. Wever (RIVM/LBG)
69	Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations RIVM
70	Bureau Rapportenregistratie RIVM
71	Bibliotheek RIVM
72-81	Auteurs
82-100	Bureau Rapportenbeheer RIVM

Inhoud

VERZENDLIJST	ii
INHOUD	iii
VERANTWOORDING	iv
ABSTRACT	v
SAMENVATTING	vi
1 INLEIDING.....	1
2 HET PROVINCIAAL MEETNET GRONDWATERKWALITEIT ZUID-HOLLAND	3
3 METHODEN.....	9
3.1 Toestandsbeschrijving.....	9
3.2 Dataset voor de trendbepaling	11
3.3 Methode voor trendbepaling.....	12
4 RESULTATEN.....	13
4.1 Toestandsbeschrijving 1996.....	13
4.1.1 Concentraties ten opzichte van de streefwaarde	13
4.1.2 Percentage oppervlakte boven de streefwaarde	14
4.1.3 Onderlinge vergelijking	21
4.2 Veranderingen in de grondwaterkwaliteit in de periode 1989 - 1996	21
4.2.1 Trends per meetpunt.....	21
4.2.2 Trends per gebied	24
4.2.3 Verklaring van de trends	25
5 CONCLUSIES.....	27
LITERATUUR.....	29
BIJLAGEN	31
Bijlage A Gecorrigeerde stamgegevens voor bodemgebruik, bodemtype en hydrologie.....	31
Bijlage B Gemeten concentraties per homogeen deelgebied in 1996	33
Bijlage C Gemeten concentraties per gebiedsgroep in 1996	43
Bijlage D Gemeten concentraties over de periode 1980 - 1996 per homogeen deelgebied	53
Bijlage E Methode voor trendbepaling	82
Bijlage F Figuren met percentages oppervlakte boven de streefwaarde	85
Bijlage G Resultaten onderlinge vergelijking van groepen	90
Bijlage H Resultaten van de trendberekeningen	92

Verantwoording

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de provincie Zuid-Holland.
De auteurs willen bij deze Leo Boumans, Gerard van Drecht, Hans Reijnders en Herman Prins bijzonder hartelijk danken voor hun bijdrage aan dit rapport.

Abstract

Groundwater has been sampled yearly since 1989 in the province of Zuid-Holland in the Netherlands at approximately 85 locations at depths of 10 en 25 m below soil surface. The current study had the objective of:

- describing and explaining groundwater quality in Zuid-Holland, with Dutch target values as a reference;
- calculating trends in the groundwater quality over the 1989-1996 period.

Information on hydrology, land use and soil type was used to classify the data into so-called homogenic sub-areas (hsa). The study yielded mean concentrations and 95% confidence intervals per hsa, along with estimates of areal percentages of target value exceedance per hsa. These estimates are presented in maps. Trends were calculated for each individual location and per hsa.

Concentrations of chloride, potassium, phosphate and ammonia exceeded target values due to marine influence and soil type. Concentrations of nitrate and heavy metals in groundwater were found to be low. No trends were detected for any of the hsa. The groundwater quality in Zuid-Holland was concluded to be mainly governed by natural processes. Anthropogenic influence is (still) relatively small.

Samenvatting

De Provincie Zuid-Holland heeft sinds 1989 een meetnet grondwaterkwaliteit, met als doel de kwaliteit van het grondwater en de veranderingen hierin te meten. Het RIVM-LBG heeft van de provincie de opdracht gekregen voor een evaluatie van de resultaten van dit meetnet. Het doel van deze evaluatie is:

- een beeld te schetsen van de grondwaterkwaliteit in de provincie Zuid-Holland;
- te onderzoeken of er in dit beeld trendmatige wijzigingen zijn opgetreden sinds de inrichting van het meetnet.

Hierbij wordt de indeling in homogene deelgebieden gehanteerd, zoals deze bij de inrichting van het meetnet is opgesteld. Deze is gebaseerd op bodemtype, bodemgebruik en verticale grondwaterstroming.

In de provincie Zuid-Holland vindt veel overschrijding van de streefwaarde voor chloride, ammonium en fosfaat plaats. De concentraties voor deze stoffen zijn van nature hoog in de provincie, net als in andere laagveengebieden in Nederland. Nitraatconcentraties zijn in de hele provincie laag. De concentraties aan zware metalen zijn eveneens in de hele provincie laag.

De homogene deelgebieden onderscheiden zich door concentratieverschillen. Het onderscheidend vermogen neemt af naarmate het aantal meetpunten per homogeen deelgebied kleiner wordt. Het samenvoegen van deelgebieden, om het aantal meetpunten per gebied te vergroten, leidt niet altijd tot beter onderscheid, omdat het ten koste kan gaan van de homogeniteit binnen een deelgebied. Daarentegen gaat verkleining van het aantal meetpunten altijd ten koste van de betrouwbaarheid van uitspraken over percentage oppervlakte boven de streefwaarde of onderlinge verschillen tussen de gebieden.

De grondwaterkwaliteit in de provincie Zuid-Holland is in de periode 1989 - 1996 nauwelijks veranderd. Zowel per meetpunt als per homogeen deelgebied is het aantal trends gering. De gevonden trends worden toegeschreven aan verfijning dan wel verandering in analyse- en monsternametechnieken. Er zijn geen aanwijzingen voor trends als gevolg van recente antropogene beïnvloeding.

1 Inleiding

De Provincie Zuid-Holland heeft sinds 1989 een meetnet grondwaterkwaliteit, met als doel de kwaliteit van het grondwater en de veranderingen hierin te meten. Het RIVM-LBG heeft van de provincie de opdracht gekregen voor een evaluatie van de grondwaterkwaliteit in de provincie Zuid-Holland. Het doel van deze evaluatie is:

- een beeld te schetsen van de grondwaterkwaliteit in de provincie Zuid-Holland;
- te onderzoeken of er in dit beeld trendmatige wijzigingen zijn opgetreden sinds de inrichting van het meetnet.

Het onderzoek richt zich in de eerste plaats op de parameters voor de grondwaterkwaliteit uit de thema's vermisting (nitraat, ammonium, fosfaat en kalium), verzuring (pH, aluminium en sulfaat) en verspreiding (cadmium, koper, lood en zink). Vanwege de mariene invloed in de provincie Zuid-Holland is chloride eveneens beschouwd. De meetpunten worden verdeeld over homogene deelgebieden op basis van bodemgebruik, bodemtype en hydrologie, overeenkomstig het inrichtingsrapport van het Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit (PMG) Zuid-Holland (Bloemendaal et al., 1988).

Het beeld van de grondwaterkwaliteit in deze deelgebieden wordt geschetst door de gemeten concentraties te vergelijken met de bestaande normen en de gebieden onderling te vergelijken. Hiervoor worden de analysedata van 1996 gebruikt. De trendanalyse wordt gebaseerd op de periode 1989 - 1996. De resultaten worden vertaald naar de voorkeursgebieden uit het huidige provinciaal beleid (provincie Zuid-Holland, 1995/1996). De grondwaterkwaliteit van het PMG wordt tevens vergeleken met de resultaten van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) in de rest van Nederland.

Eerdere rapportages over het LMG/PMG Zuid-Holland zijn onder andere verschenen van Snelting e.a. (1990), Koeleman en Snelting (1991), Frapporti (1993), Frapporti e.a. (1993) en Koeleman (1993). In Snelting e.a. (1990) wordt beschreven dat concentraties van ammonium, fosfaat, bicarbonaat, kalium, natrium en chloride in Zuid-Holland hoger zijn dan in de rest van Nederland. Dit verschil wordt toegewezen aan de afbraak van veen en mariene invloed. In Snelting (1990) worden trends berekend op basis van lineaire regressie, welke grafieken ter interpretatie aan een panel zijn voorgelegd. De resultaten hiervan zijn stijgende trends voor natrium en ammonium.

Door Frapporti (1993) is over de periode 1985 -1992 een tijdreeksanalyse uitgevoerd per groep van grondwatermonsters met een typische samenstelling (dus geen homogene deelgebieden). Het 'verzoetingswatertype' vertoont trends in natrium, kalium en ammonium, duidend op actieve verzoeting. Verder werden in dit onderzoek geen significante trends gevonden.

In het onderzoek naar de resultaten van het LMG door Van Drecht et al. (1996) wordt een beeld geschetst van de grondwaterkwaliteit in Nederland op basis van (1) gebiedsgemiddelden en (2) het percentage waarnemingen boven de streefwaarde. In de gebieden die in Zuid-Holland het meest voorkomen (klei/veen en duinen en strandwallen) worden hogere concentraties ammonium, kalium en fosfaat gevonden dan in de rest van Nederland. In de duinen en strandwallen zijn sulfaatconcentraties hoog en aluminium- en nitraatconcentraties laag. De pH is in de duinen en strandwallen hoger dan in het

klei/veengebied. Over de periode 1984 - 1993 wordt door Van Drecht et al. (1996) een daling van sulfaatconcentraties en een stijging van fosfaat gevonden in het laagveengebied.

2 Het Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit Zuid-Holland

Bij de inrichting van het Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit (PMG) is op de zelfde manier te werk gegaan als bij de inrichting van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) in 1979, zodat bij de evaluatie van het PMG ook de gegevens uit het LMG betrokken kunnen worden. De resultaten in dit rapport zijn gebaseerd op de gegevens van beide meetnetten samen, tenzij anders vermeld. Het gaat in totaal om 86 meetpunten, waarvan 47 uit het PMG en 39 uit het LMG.

In figuur 2.1 zijn de locaties en putnummers van alle LMG- en PMG-meetpunten in de provincie Zuid-Holland weergegeven. Elk meetpunt heeft minimaal twee filters, op dieptes van ongeveer 10 en 25 m. Om de invloed van variatie in de filterdiepte te beperken is in dit onderzoek gekeken naar 'ondiepe' filters tussen 5 en 15 m en 'diepe filters' tussen 15 en 30 m. De meeste meetpunten van het PMG hebben ook een filter tussen 1 en 5 m diepte. Van dit filter zijn slechts analysedata uit 1989 beschikbaar.

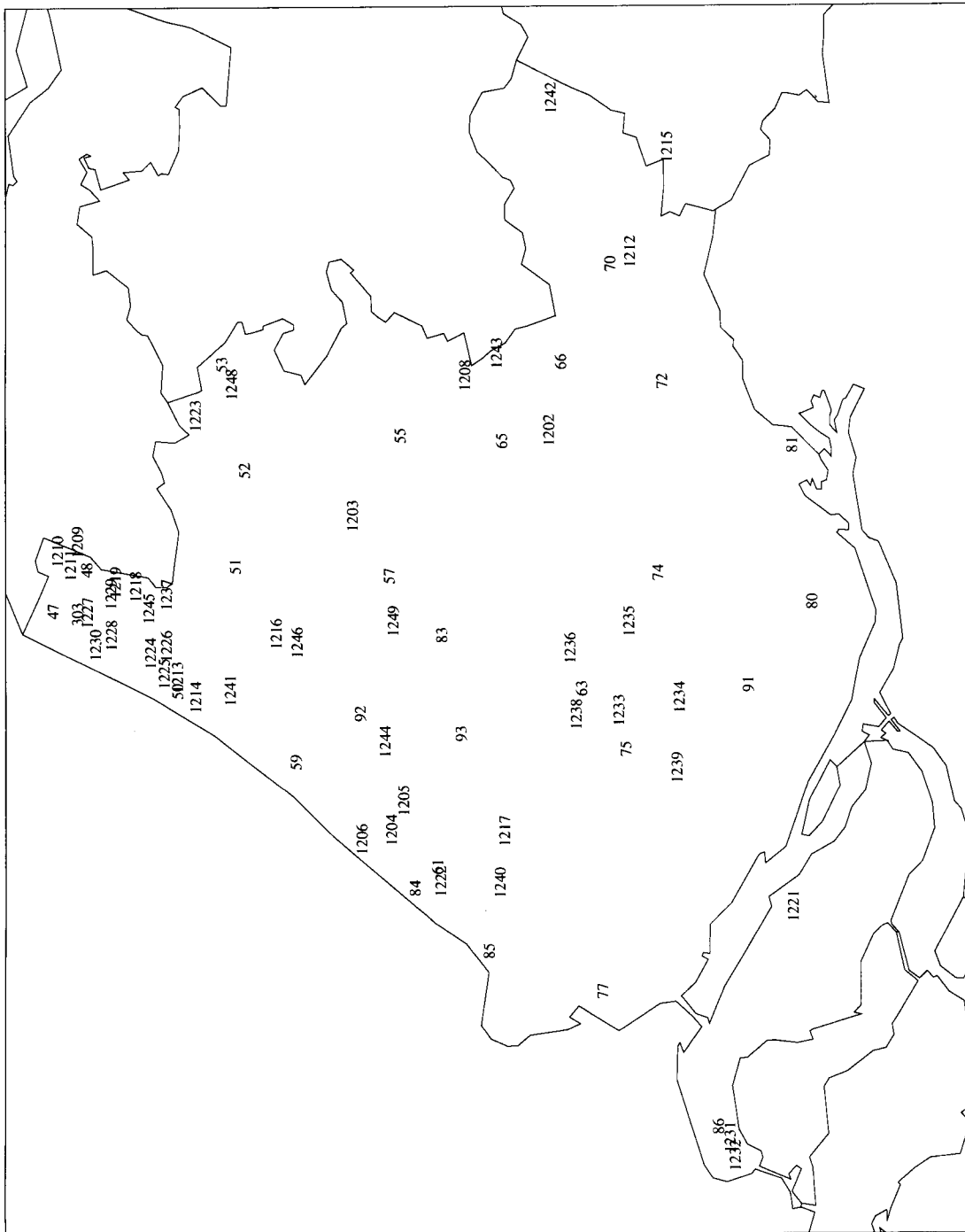
De locaties van de meetputten zijn zo gekozen dat het intrekgebied voor elk punt zo homogeen mogelijk is wat betreft de volgende drie criteria:

- bodemtype;
- bodemgebruik;
- hydrologie.

In principe zijn geen meetputten geplaatst in de nabijheid van lokale verontreinigingsbronnen. De drie criteria zijn gecontroleerd op hun actualiteit. De aanleiding hiervoor is de ervaring dat de gegevens niet altijd overeen komen met de actuele situatie (Absil, 1997). Het bodemtype is gecontroleerd aan de hand van de bodemkaart van Nederland. Het bodemgebruik is vergeleken met interpretaties van satellietbeelden (Landsat). Er is gebruik gemaakt van kaartbestanden, omdat deze gegevens makkelijk reproduceerbaar zijn. De hydrologie (infiltratie / kwel / stagnant)¹ is opnieuw bepaald op basis van stijghoogteverschillen tussen filter 1 en filter 3 in de periode 1989 - 1996. In enkele gevallen is hierbij ook gebruik gemaakt van tritiumwaarden, die een indicatie geven of het grondwater vóór danwel na 1950 is geïnfiltrerd. Van de 86 gecontroleerde meetpunten is 11 keer de classificatie voor het bodemgebruik gecorrigeerd, 8 keer het bodemtype en 14 keer de hydrologie. De correcties zijn weergegeven in bijlage A. Meetpunten met oeverinfiltratie zijn niet gecorrigeerd op bodemtype en bodemgebruik, omdat deze bij oeverinfiltratie als niet relevant worden beschouwd.

Bij de inrichting van het PMG in Zuid-Holland zijn 19 homogene deelgebieden onderscheiden op grond van gelijkenis in bodemgebruik, bodemtype en hydrologie (Bloemendaal et al., 1988). Afwijkend van de drie criteria is een 20^e deelgebied samengesteld uit meetputten die in of nabij grondwaterbeschermingsgebieden liggen (Snelting et al., 1990). In het huidige onderzoek is dezelfde indeling in gebieden toegepast. De hiervoor gebruikte gegevens zijn, zoals hierboven beschreven, op hun actualiteit gecontroleerd en gecorrigeerd. De homogene deelgebieden zijn beschreven in tabel 2.1.

¹ infiltratie (neerwaartse grondwaterstroming): stijghoogteverschil tussen filter 3 en filter 1 is < -0,03 m
kwel (opwaartse grondwaterstroming): stijghoogteverschil tussen filter 3 en filter 1 is > +0,03 m
stagnant (geringe stroming): stijghoogteverschil tussen filter 3 en filter 1 ligt tussen 0,03 m en -0,03 m



Figuur 2.1 Locaties en nummers van de meetpunten.

Tabel 2.1 Homogene deelgebieden in de Provincie Zuid-Holland, met het aantal meetpunten in 1996. nb = niet bepaald / niet relevant.

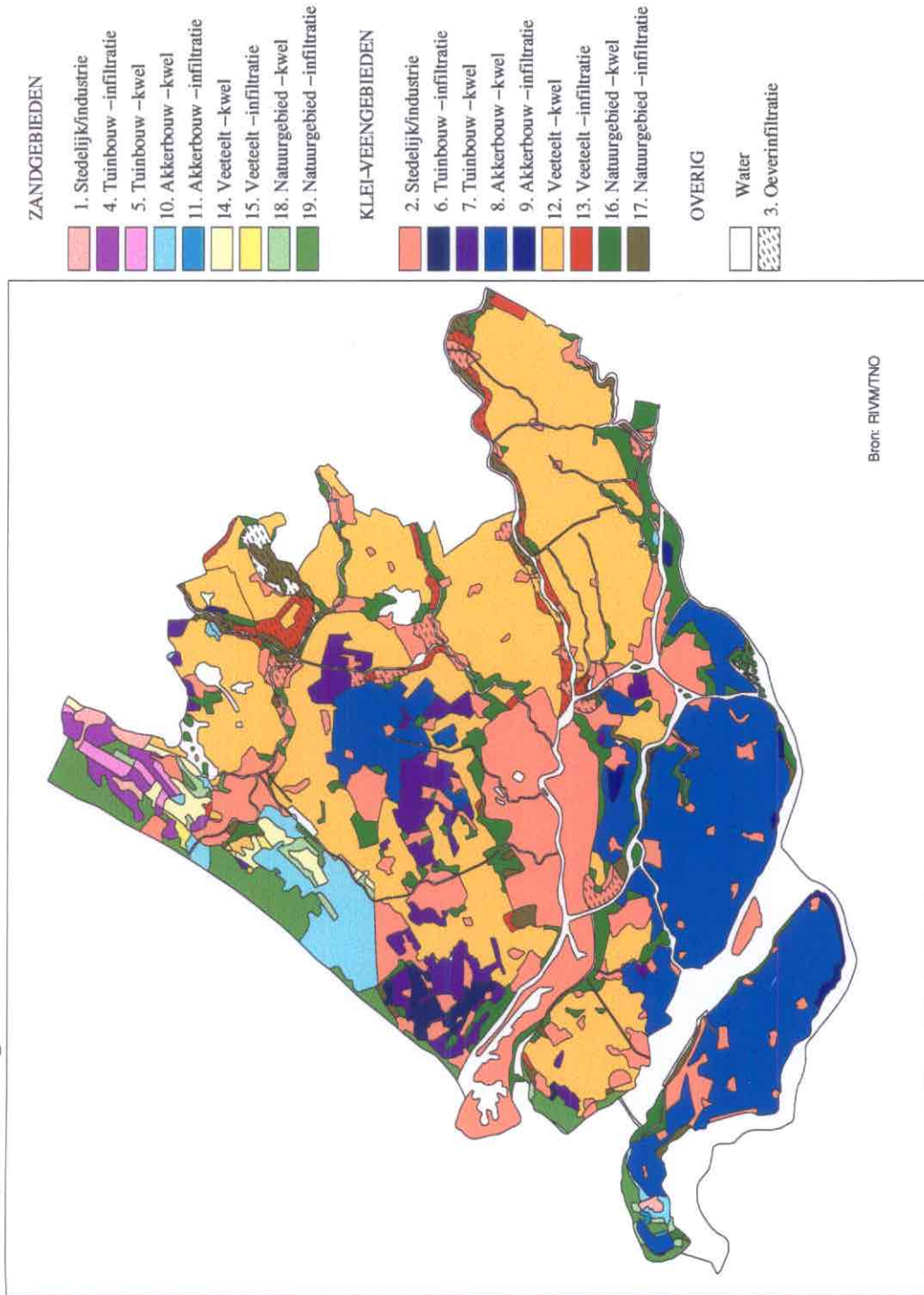
homogeen deelgebied	bodemgebruik	bodemtype	hydrologie	aantal meetpunten
1	stedelijk/industriegebied	zandgrond	nb	8
2	stedelijk/industriegebied	klei/veengrond	nb	10
3	oeverinfiltratie	nb	nb	7
4	tuinbouw	zandgrond	infiltratie	9
5	tuinbouw	zandgrond	kwel	2
6	tuinbouw	klei/veengrond	infiltratie	1
7	tuinbouw	klei/veengrond	kwel	1
8	akkerbouw	klei/veengrond	kwel	7
9	akkerbouw	klei/veengrond	infiltratie	0
10	akkerbouw	zandgrond	kwel	0
11	akkerbouw	zandgrond	infiltratie	1
12	veeteelt	klei/veengrond	kwel	9
13	veeteelt	klei/veengrond	infiltratie	3
14	veeteelt	zandgrond	kwel	0
15	veeteelt	zandgrond	infiltratie	2
16	natuur	klei/veengrond	kwel	0
17	natuur	klei/veengrond	infiltratie	0
18	natuur	zandgrond	kwel	0
19	natuur	zandgrond	infiltratie	9
20	grondwaterbeschermingsgebieden	nb	nb	7

Bij stedelijk/industriegebied is geen onderscheid gemaakt tussen kwel en infiltratie. Bij de deelgebieden 3 en 20 zijn bodemtype en hydrologie niet bepaald, omdat deze hier niet relevant zijn.

De meetpunten met bodemgebruik tuinbouw liggen in een denkbeeldige strook achter de duinen. Op een na liggen alle meetpunten uit homogeen deelgebied 19 (natuur op zandgrond met infiltratie) in de duinen. De meetpunten in deelgebied 20 (grondwaterbeschermingsgebied) liggen op twee na in de duinen. De twee meetpunten uit homogeen deelgebied 15 (veeteelt op zandgrond met infiltratie) liggen vlakbij elkaar: Katwijk en Noordwijk, waardoor wordt verwacht dat de verschillen in watersamenstelling binnen dit deelgebied klein zijn. De meetpunten uit de overige homogene deelgebieden liggen verspreid over de provincie. In figuur 2.2 zijn de homogene deelgebieden (genummerd als in tabel 2.1) weergegeven in een bodemtypekaart van de provincie. Uit tabel 2.1 blijkt dat voor sommige homogene deelgebieden het aantal meetpunten erg klein is.

Omdat voor de specifieke situatie in de provincie Zuid-Holland verwacht wordt dat bodemtype (klei/veen vs. zand) en hydrologie (infiltratie vs. kwel) meer invloed hebben op de grondwaterkwaliteit dan het bodemgebruik is een tweede gebieds-indeling gemaakt (om verwarring te voorkomen is deze indeling in *groepen*), waarbij voor het bodemgebruik het onderscheid tussen tuinbouw, akkerbouw en veeteelt is weggelaten. Zo ontstaan behalve de groepen 'natuur' en 'oeverinfiltratie' twee bodemgebruiksgroepen: landbouw en stedelijk / industriegebied. Verder is de methode van onderscheid hetzelfde: een onderverdeling op basis van bodemtype en hydrologie. Deze onderverdeling is weergegeven in tabel 2.2.

Homogene deelgebieden



Figuur 2.2 Homogene deelgebieden in de provincie Zuid-Holland.

Tabel 2.2 Indeling in groepen op grond van bodemgebruik, bodemtype en hydrologie.

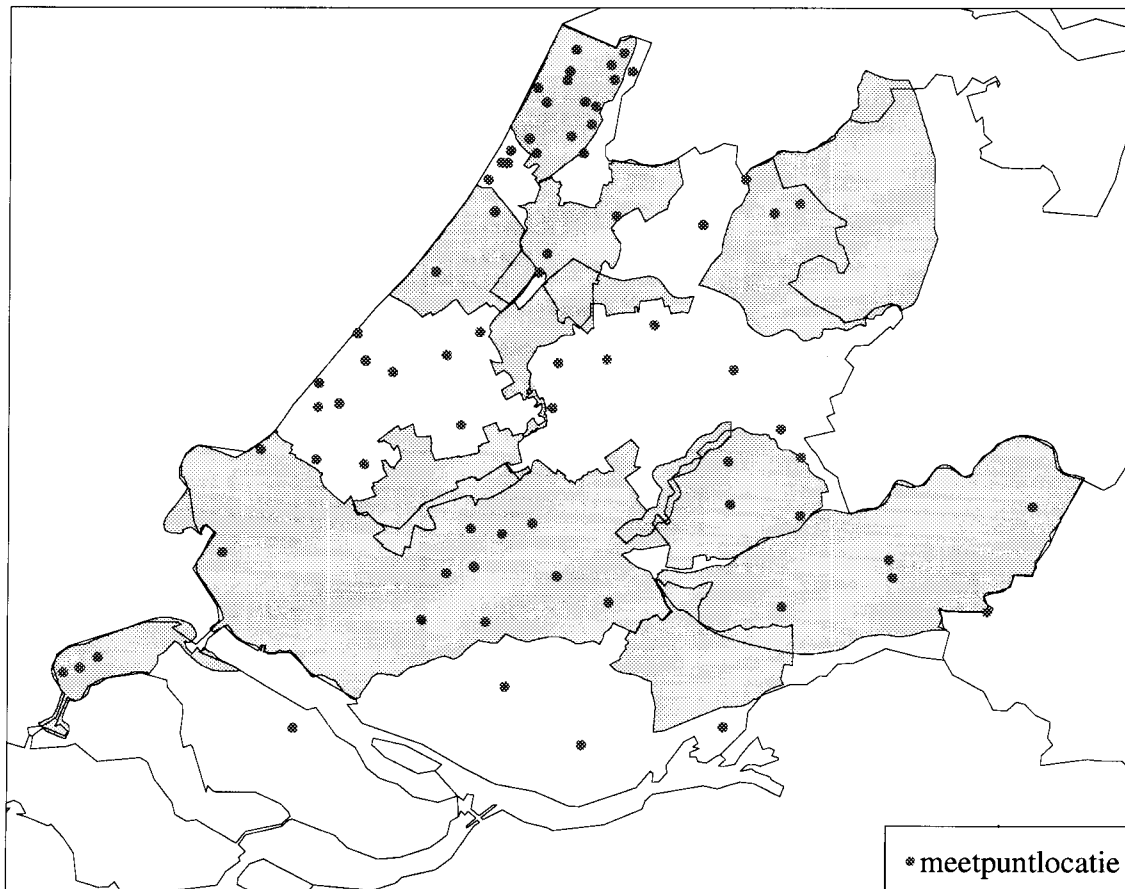
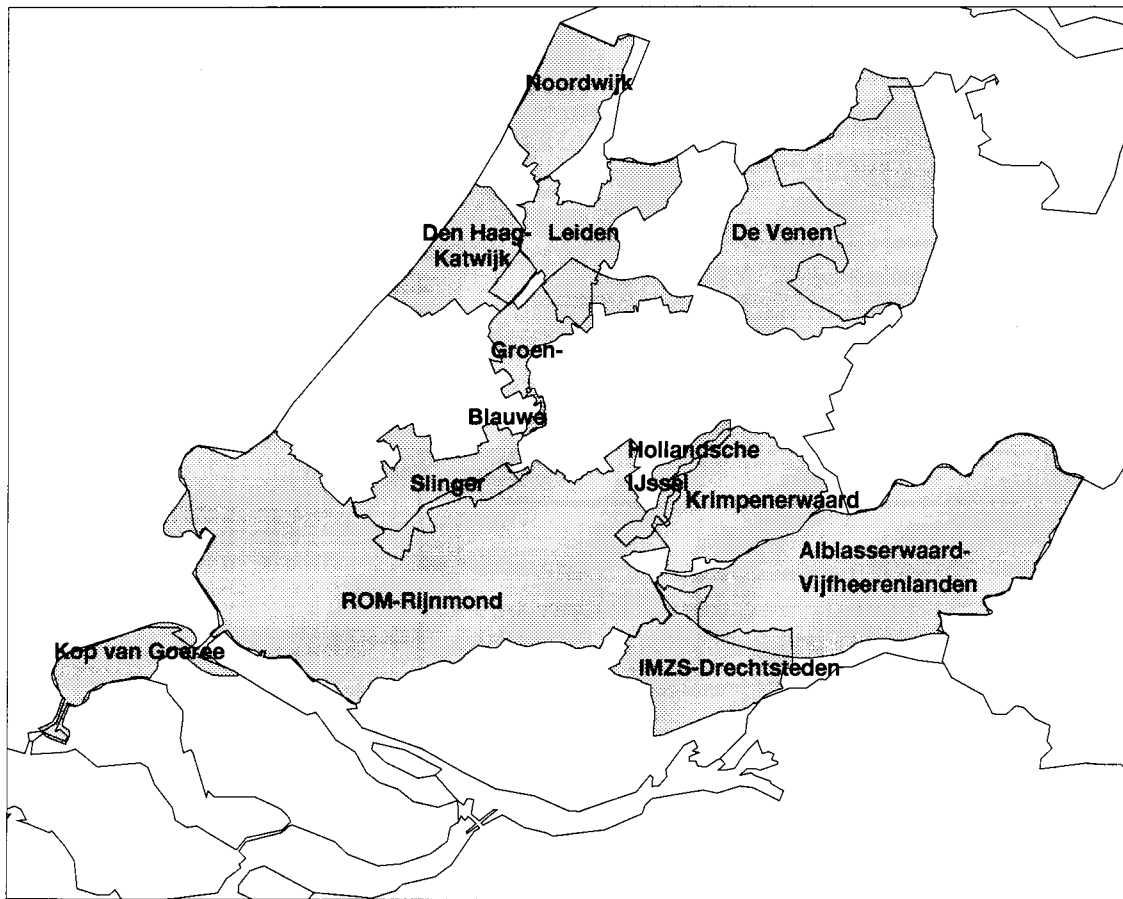
groep	bodemgebruik	bodemtype	hydrologie	aantal meetpunten
1	stedelijk/industriegebied	klei/veengrond	infiltratie	7
2	stedelijk/industriegebied	klei/veengrond	kwel	3
3	stedelijk/industriegebied	zandgrond	infiltratie	6
4	stedelijk/industriegebied	zandgrond	kwel	2
5	landbouw	klei/veengrond	infiltratie	5
6	landbouw	klei/veengrond	kwel	17
7	landbouw	zandgrond	infiltratie	12
8	landbouw	zandgrond	kwel	2
9	natuur	zandgrond	infiltratie	9
10	oeverinfiltratie	nb	nb	7

Ten slotte is gekeken naar de indeling van de voorkeursgebieden uit het provinciale beleid (provincie Zuid-Holland, 1995/1996). Figuur 2.3 is een kaartje van de provincie met daarin de contouren van de 11 voorkeursgebieden (2.3a) en de locaties van de meetpunten (2.3b). Helaas is het aantal meetpunten in de meeste voorkeursgebieden klein. De bijdrage van het PMG/LMG aan de kennis van de grondwaterkwaliteit in de voorkeursgebieden zal daardoor gering zijn. In tabel 2.3 staan de voorkeursgebieden met de nummers van de erin vallende meetpunten. De meetpunten met oeverinfiltratie zijn buiten beschouwing gelaten.

Tabel 2.3 Voorkeursgebieden in de provincie Zuid-Holland met daarbinnen liggende meetpunten.

voorkeursgebied	meetpuntnummer
De Venen	53, 1248
Krimpenerwaard	65, 1202
Alblasserwaard/Vijfheerenland	67, 70, 72, 1242
Kop van Goeree	86, 1231, 1232
Den Haag/Katwijk (duinen en strandwallen)	59, 1241
Noordwijk (duinen en strandwallen)	47, 48, 303, 1210, 1211, 1218, 1219, 1224, 1226, 1227, 1228, 1229, 1230, 1245
Groenblauwe Slinger	-
ROM-Rijnmond	63, 74, 75, 77, 85, 1233, 1235, 1236, 1238, 1239
Hollandsche IJssel	-
IMZS Drechtsteden	-
stedelijk gebied Leiden	51, 1216

De vier meetpunten in het gebied Alblasserwaard/Vijfheerenland hebben hetzelfde bodemgebruik en bodemtype, landbouw (veeteelt) en klei/veen-grond, en een min of meer stagnante verticale grondwaterstroming (kwel noch infiltratie). In het voorkeursgebied Noordwijk hebben de meeste meetpunten de classificatie 'landbouw op zandgrond met infiltratie'; drie meetpunten zijn geclassificeerd als natuur op zandgrond met infiltratie. In het Rijnmondgebied komt vijf maal de combinatie bebouwd op klei/veen-grond voor. Beide meetpunten in De venen hebben de combinatie landbouw, klei/veen-grond en kwel. Beide meetpunten in de Krimpenerwaard hebben eveneens de combinatie landbouw (veeteelt) op klei/veen-grond.



Figuur 2.3 a) De 11 voorkeursgebieden en b) de meetpuntlocaties.

3 Methoden

3.1 Toestandsbeschrijving

Concentraties per homogeen deelgebied

Bij de presentatie van de gemeten concentraties per homogeen deelgebied is er voor gekozen om alle afzonderlijke waarnemingen weer te geven. Gezien het soms beperkte aantal waarnemingen per homogeen deelgebied is dit de meest inzichtelijke manier. Daarnaast wordt per homogeen deelgebied de mediane concentratie¹ en het betrouwbaarheidsinterval² hiervoor gegeven. Hierbij is een lognormale verdeling³ aangenomen. Vanwege het geringe aantal meetpunten per gebied wordt in dit onderzoek zoveel mogelijk gerekend met de afzonderlijke meetpunten en niet met gemiddelden of mediane waarden.

Vergelijking met de streefwaarden

Om de gemeten grondwaterconcentraties te kunnen classificeren wordt een vergelijking gemaakt met bestaande normen voor concentraties in grondwater. In de MilBoWa (VROM, 1991/1992) zijn streefwaarden beschreven voor de kwaliteit van het grondwater. In onderstaande tabel 3.1 zijn deze overgenomen voor zover relevant voor deze evaluatie. Voor fosfaat en ammonium wordt onderscheid gemaakt tussen zandgebieden en klei/veengebieden. Gezien de samenstelling van de ondergrond en de mariene invloed in de provincie wordt voor alle meetpunten de streefwaarde voor klei/veengebieden gehanteerd, ongeacht het bodemtype ter plaatse van de put. Voor aluminium en kalium zijn geen streefwaarden opgesteld. Daarom zullen voor deze stoffen de concentraties worden getoetst

Tabel 3.1 Streefwaarden voor grondwaterkwaliteit en grenswaarden voor drinkwater

-. = geen gegevens

Parameter	Streefwaarde	grenswaarden voor drinkwater voor rundvee
totaal-fosfaat (P)	0,4 mg/l (zandgebieden) 3,0 mg/l (klei/veengebieden)	-
nitraat (N)	5,6 mg/l	200 mg/l
ammonium (N)	2 mg/l (zandgebieden) 10 mg/l (klei/veengebieden)	10 mg/l
sulfaat ¹	150 mg/l	250 mg/l
chloride ¹	100 mg/l	2000 mg/l
kalium	12 mg/l (drinkwaternorm)	-
aluminium	200 µg/l (drinkwaternorm)	-
cadmium	0,4 µg/l	-
koper	15 µg/l	-
lood	15 µg/l	-
zink	65 µg/l	-

¹ in gebieden met mariene beïnvloeding komen van nature hogere waarden voor (zout en brak grondwater).

¹ De mediaan is de waarde waar de helft van de gemeten concentraties boven en de helft onder ligt.

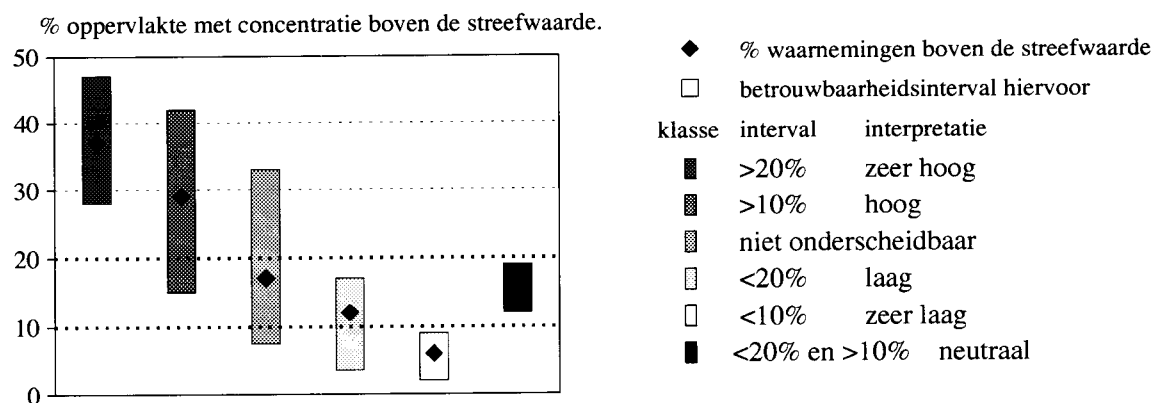
² Het betrouwbaarheidsinterval voor de mediaan geeft (met behulp van statistiek) de *range* aan waarbinnen de mediaan te verwachten is. Hierbij wordt niet alleen rekening gehouden met de grootte van de concentratie, maar ook met het aantal meetpunten. In dit onderzoek zijn 95%-betrouwbaarheidsintervallen berekend, dat wil zeggen dat de te verwachten waarde met 95 % zekerheid binnen het interval ligt.

³ Statistische karakterisering voor de vorm van de spreiding binnen een dataset.

aan de drinkwaternorm. Deze is voor aluminium 200 µg/l en voor kalium 12 mg/l. In tabel 3.1 zijn tevens grenswaarden opgenomen, die worden gebruikt voor de beoordeling van water met betrekking tot de geschiktheid als drinkwater voor rundvee (Gezondheidsdienst voor Dieren te Deventer, 1997). De concentraties in de homogene deelgebieden met veeveelt worden hieraan getoetst. Vooraf zij reeds opgemerkt dat in dit onderzoek alleen de grondwaterkwaliteit wordt onderzocht, terwijl veelal oppervlaktewater wordt gebruikt als drinkwater.

Percentage oppervlakte boven de streefwaarde per homogeen deelgebied

De vergelijking van de homogene deelgebieden met de streefwaarden is gemaakt met de methode van Van Drecht et al. (1994, 1996). Hierbij wordt de concentratie van een stof op elk meetpunt uit een gebied vergeleken met de streefwaarde. Het percentage waarnemingen in een gebied met een concentratie hoger dan de streefwaarde is een schatting van de (grondwater)oppervlakte met een concentratie boven de streefwaarde en geeft daarmee een beeld van de toestand in een gebied. De betrouwbaarheidsintervallen voor dit percentage oppervlakte boven de streefwaarde worden door Van Drecht et al. (1994, 1996) geclassificeerd afhankelijk van de ligging van de onder -of bovengrens van het interval ten opzichte van de oppervlaktepercentages 10% en 20%. In figuur 3.1 wordt uitgelegd hoe deze classificatie is opgebouwd.



Figuur 3.1 Classificatie van de betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte per homogeen deelgebied met een concentratie in het grondwater boven de streefwaarde. De classificatie is gebaseerd op de ligging van de onder -of bovengrens van het interval ten opzichte van de oppervlaktepercentages 10% en 20%. In de figuur staan mogelijke liggingen van het interval.

Gebieden met de waardering 'laag' of 'zeer laag' zijn in dit onderzoek niet onderscheidbaar, omdat het aantal meetpunten per homogeen deelgebied te klein is.

Vergelijking van de grondwaterkwaliteit in Zuid-Holland met de rest van Nederland

De concentraties en de percentages oppervlakte boven de streefwaarde in Zuid-Holland worden vergeleken met de door Van Drecht et al. (1996) beschreven grondwaterkwaliteit voor de rest van Nederland in 1992. Door Van Drecht et al. (1996) wordt Nederland verdeeld in 6 fysisch-geografische regio's: het laagveengebied, het zeeleengebied, het rivierengebied, het duinen en strandwallengebied, de zandgebieden (noordelijk, oostelijk, centraal en zuidelijk) en het krijt- en lössgebied. De provincie Zuid-Holland wordt voor een groot deel gedekt door het laagveengebied.

Onderlinge vergelijking van de homogene deelgebieden

Analoog aan de vergelijking van de gebieden met de streefwaarde kan ook een vergelijking gemaakt worden tussen een gebied en het overige deel van de provincie. Sommige gebieden hebben echter meer monsterpunten dan andere. Hierdoor kan geen representatief beeld voor de grondwatersamenstelling in de provincie worden verkregen zonder gebruik te maken van wegingsfactoren. Daarom worden de gebieden onderling vergeleken en niet ten opzichte van het overige deel van de provincie. Voor de onderlinge vergelijking van de gebieden wordt de Mann-Whitney- of Wilcoxon-toets¹ (Minitab, 1991; Snedecor & Cochran, 1989) gebruikt. Het aantal waarnemingen binnen een gebied moet voor deze toets groter zijn dan 1. Er zijn elf homogene deelgebieden die aan deze voorwaarde voldoen. Met deze toets wordt geen uitspraak gedaan over het teken (+ of -) en de grootte van het concentratieverschil. Voor het teken worden bijlage B (voor homogene deelgebieden) en C (voor gebiedsgroepen) geraadpleegd.

3.2 Dataset voor de trendbepaling

De meetpunten uit het PMG Zuid-Holland worden sinds 1989 bemonsterd. Daarom wordt voor zowel meetpunten uit het PMG als uit het LMG de verandering van de concentratie in de tijd bepaald over de periode 1989 -1996 (7 jaar). Van de meetpunten uit het LMG zijn analyses over een langere periode beschikbaar (vanaf 1979). Ter vergelijking wordt voor deze meetpunten ook de trend bepaald over de periode 1980 -1996 (16 jaar, vanaf 1980 zijn meer gegevens beschikbaar dan vanaf 1979). Zware metalen zijn in 1990 in het analysepakket opgenomen en de pH wordt pas sinds 1993 in het veld gemeten, al zijn er voor sommige meetpunten ook gegevens van daarvoor beschikbaar. Om een beeld te krijgen van de dataset is voor alle meetpunten het verloop van de concentraties in de tijd over de periode 1980 -1996 in een figuur gezet. Hierbij zijn de meetpunten per homogeen deelgebied bij elkaar in een figuur gezet. Deze figuren zijn opgenomen in bijlage D. De beschouwde parameters zijn dezelfde als bij de toestandsbeschrijving: kalium, nitraat, ammonium, fosfaat, pH, aluminium, sulfaat, cadmium, koper, lood, zink en chloride.

Door Frapporti (1993) worden de meetgegevens van voor 1985 beschouwd als ongeschikt voor trendanalyse, vanwege de instabiliteit van de analyses. Op basis van visuele inspectie van de gegevens uit bijlage D wordt in dit onderzoek geen aanleiding gezien om de gegevens van voor 1985 buiten de trendanalyse te houden. Voor veranderingen in de detectielimiet² (het duidelijkst zichtbaar bij nitraat in 1985 en 1991, bijlage D) wordt in dit onderzoek gecorrigeerd door alle detectielimieten gelijk te stellen aan de hoogste waarde. Verder is kennis genomen van andere oorzaken van onregelmatigheden die door Frapporti (1993) en Van Drecht et al. (1996) worden genoemd, zoals de verandering in bemonsterings- en opslagprocedures (concentratieveranderingen bij sulfaat en fosfaat). Ook het effect van de verhuizing van het laboratorium van Leidschendam naar Bilthoven in 1986 is zichtbaar, met name in de fosfaatconcentraties van meetpunten op klei/veengronden. Waarschijnlijk heeft er als gevolg van de verhuizing te veel tijd gezeten tussen de monsternamen en de analyse.

¹ De toets berekent (met een betrouwbaarheid van 95 %) de kans dat de waarnemingen uit het ene gebied afkomstig kunnen zijn uit het andere gebied. Als het onwaarschijnlijk is dat de meetpunten uit het ene gebied net zo goed afkomstig hadden kunnen zijn uit het andere gebied (als deze kans kleiner is dan 5 %) dan is de grondwaterkwaliteit in de twee gebieden verschillend.

² de detectielimiet is de kleinste meetbare concentratie.

Uitschieters zijn over het algemeen niet verwijderd, omdat deze in Zuid-Holland veel voorkomen als gevolg van de mariene invloed op de watersamenstelling. Het verwijderen van uitschieters zou het beeld van de waterkwaliteit niet dichterbij de werkelijkheid brengen. Slechts in enkele gevallen zijn voor nitraat en aluminium uitschieters verwijderd op basis van de figuren in bijlage D.

3.3 Methode voor trendbepaling

Vooraf wordt opgemerkt dat ongeacht de gebruikte methode de gevonden resultaten altijd worden gecontroleerd aan de hand van de figuren met concentratieverlopen in de tijd (bijlage D). Deze figuren geven de werkelijke veranderingen weer.

Voor de berekening van trends per putfilter is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de Mann-Kendall-toets (Bagelaar & Van Beek, 1995; Mann, 1945; Kendall 1975). De motivatie voor het gebruik van deze methode, alsmede een korte beschrijving van de methode zijn opgenomen in bijlage E.

De Mann-Kendall-toets geeft aan of er wel of geen trend is, maar zegt niets over de grootte van een eventuele trend. Daarom wordt een schatting gemaakt van de grootte van de trend met behulp van de Kendall-Theil robuuste lijn (Helsel & Hirsch, 1992; bijlage E).

Als er een schatting is gemaakt van de grootte van een trend, kan worden beoordeeld of een trend *relevant* is. Een trend kan statistisch significant zijn, maar ook heel klein waardoor deze niet relevant is. In dit onderzoek wordt een trend relevant genoemd als de concentratieverandering per jaar groter is dan 1 % van de streefwaarde (of voor kalium en aluminium 1 % van de drinkwaternorm).

Voor de bepaling van de verandering van de concentraties in de tijd per gebied wordt gebruik gemaakt van de methode zoals beschreven door Van Drecht et al. (1996). Deze methode wordt eveneens in bijlage E uitgelegd.

4 Resultaten

4.1 Toestandsbeschrijving 1996

4.1.1 Concentraties ten opzichte van de streefwaarde

In bijlage B zijn de concentraties van alle beschouwde stoffen per meetpunt per homogeen deelgebied weergegeven, met ernaast de mediane concentratie per homogeen deelgebied en het betrouwbaarheidsinterval hiervoor. In bijlage C staan dezelfde gegevens voor de indeling in groepen. Voor de grondwaterkwaliteit tussen 5 en 15 m diepte zijn de volgende conclusies te trekken:

- kaliumconcentraties zijn in 'stedelijk gebied met infiltratie' en 'landbouw op zandgrond met infiltratie' hoger dan in 'natuur op zandgrond met infiltratie' (de duinen) en 'landbouw op klei/veengrond met kwel';
- ammoniumconcentraties op de zandgronden zijn in het algemeen lager dan op de klei/veengronden, waar veel overschrijding van de streefwaarde plaatsvindt;
- de pH is in zandgebieden met infiltratie (met name de duinen) hoger dan in klei/veengebieden;
- fosfaatconcentraties in 'veeteelt op klei/veengrond met infiltratie' zijn hoog;
- de chlorideconcentraties laten de meeste uitschieters zien; de concentraties zijn hoog in 'stedelijk gebied op klei/veengronden' en relatief laag in 'landbouw op zandgrond met infiltratie';
- in de hele provincie zijn nitraatconcentraties laag ten opzichte van de streefwaarde;
- sulfaatconcentraties zijn in de hele provincie onder de streefwaarde, met uitzondering van enkele locaties in het stedelijk gebied;
- aluminiumconcentraties zijn in de hele provincie laag ten opzichte van de drinkwaternorm;
- overschrijding van de streefwaarden voor zware metalen komt niet voor, met uitzondering enkele meetpunten waar de streefwaarde voor zink wordt overschreden. Een voorbeeld hiervan zijn twee meetpunten met oeverinfiltratie, waar een hogere zinkconcentratie wordt gemeten door de invloed van gebiedsvreemd water.
- de ammoniumconcentraties in de homogene deelgebieden met veeteelt op klei/veengronden overschrijden de grenswaarde voor drinkwater voor rundvee. Het gaat echter om grondwater op minimaal 5 m diepte, dus onder zuurstofarme omstandigheden. In het oppervlaktewater (zuurstofrijke omgeving) in klei/veengebieden komen ammoniumconcentraties tot ca. 5 mg/l (RIVM, rapportage in voorbereiding), dus ruim onder de grenswaarde voor drinkwater voor rundvee (10 mg/l).

In de meest ondiepe filters, tot 5 m, worden veel hogere koperconcentraties gemeten dan op grotere diepte. De gemiddelde concentraties blijven onder de streefwaarden, maar zijn allemaal boven de detectielimiet, dit in tegenstelling tot het beeld op grotere dieptes, waar de koperconcentratie vrijwel overal onder de detectielimiet ligt. Nogmaals zij opgemerkt dat de analysedata van de filters tot 5 m dateren uit 1989 en de figuren met andere filterdieptes gebaseerd zijn op data uit 1996. Van de filters op 5 tot 15 m diepte zijn geen gegevens beschikbaar uit 1989.

De bovengenoemde overschrijdingen van de streefwaarden voor chloride en sulfaat en van de drinkwaternorm voor kalium komen van nature voor in de provincie Zuid-Holland vanwege de mariene invloed. Tabel 4.1 geeft een indicatie van deze invloed.

Tabel 4.1 Een aantal normoverschrijdingen ter indicatie van de mariene invloed.

criterium	aantal overschrijdingen (filter tussen 5 en 30 m)	aantal overschrijdingen (filter tot 5 m; 1989)
[Cl ⁻] = 100 mg/l (streefwaarde)	59 van 100 analyses (59%)	16 van 31 (52%)
[Cl ⁻] = 200 mg/l (grens zoet/brak-zoet)	33 van 100 analyses (33%)	4 van 31 (13%)
[Cl ⁻] = 1000 mg/l (grens brak-zoet/brak-zout)	13 van 100 analyses (13%)	1 van 31 (3%)
[SO ₄ ²⁻] = 150 mg/l (streefwaarde)	7 van 100 analyses (7%)	4 van 31 (13%)
[K ⁺] = 12 mg/l (drinkwaternorm)	50 van 100 analyses (50%)	20 van 31 (65%)

Verder zijn als gevolg van veenmineralisatie hoge ammonium- en sulfaatconcentraties te verwachten. In stedelijk gebied levert lekkage uit rioolstelsels een bijdrage aan de hoge kaliumconcentraties.

De opmerkingen die betrekking hebben op combinaties van bodemgebruik, bodemtype en hydrologie kunnen worden doorgetrokken naar de voorkeursgebieden uit het provinciale milieubeleid. Ammoniumconcentraties in gebieden met klei/veen-grond (Alblasserwaard/Vijfheerenland, Krimpenerwaard, De Venen en ROM Rijnmond) zijn in het algemeen hoger dan in de gebieden met zandgrond. Verder valt op dat in zeven meetpunten in ROM Rijnmond sprake is van brak tot brak-zout water. Hoge kaliumconcentraties worden behalve in ROM Rijnmond ook in gebied 'Noordwijk' gemeten (landbouw op zandgrond met infiltratie).

4.1.2 Percentage oppervlakte boven de streefwaarde

Het volledige overzicht van de percentages oppervlakte boven de streefwaarde per stof per homogeen deelgebied is opgenomen in bijlage F. In figuur 4.1 (blz. 16 e.v.) zijn de resultaten in kaartvorm weergegeven. Ter illustratie zijn de resultaten voor ammonium in tabel 4.2 en in figuur 4.2 opgenomen.

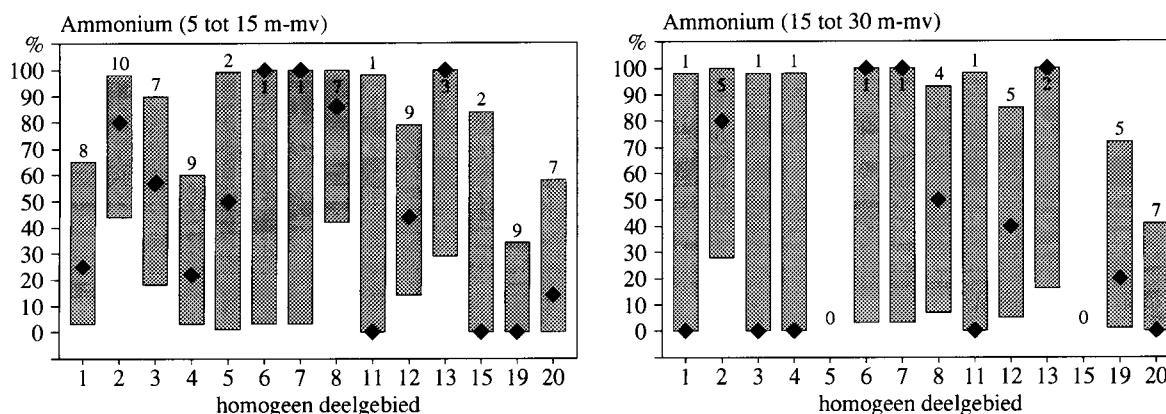
Het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor ammonium is 'zeer hoog' in de deelgebieden 2, 8 en 13 (resp. stedelijk gebied op klei/veengrond, akkerbouw op klei/veengrond met kwel en veeteelt op klei/veengrond met infiltratie) en 'hoog' in homogene deelgebieden 3 en 12 (resp. oeverinfiltratie en veeteelt op klei/veengrond met kwel).

De interpretatie van de gegevens wordt bemoeilijkt door het geringe aantal meetpunten per homogeen deelgebied. In de deelgebieden 6 en 7 is het percentage overschrijdingen van de streefwaarde voor ammonium 100%. Ondanks dit hoge percentage ontbreekt de waardering 'hoog' in de gebieden 6 en 7 vanwege het geringe aantal meetpunten. Omgekeerd is zelfs voor homogeen deelgebied 19 (natuur op zandgrond met infiltratie) het aantal meetpunten te klein voor de waardering 'laag'. In de kaarten (figuur 4.1) blijven deze gebieden dus grijs gekleurd (niet onderscheidbaar), vanwege het geringe aantal meetpunten. Met name voor de filterdieptes tussen 15 en 30 m diepte is het aantal meetpunten per homogeen deelgebied klein, waardoor de betrouwbaarheidsintervallen groot zijn.

Tabel 4.2 Percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor ammonium.

n.o. = niet onderscheidbaar

homogeen deelgebied	aantal meetpunten in homogeen deelgebied	waarvan boven de streefwaarde:	% overschrijdingen	ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval	bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval	waardering (zie figuur 3.1 in § 3.1 en figuur 4.1)
1	8	2	25	3	65	n.o.
2	10	8	80	44	98	zeer hoog
3	7	4	57	18	90	hoog
4	9	2	22	3	60	n.o.
5	2	1	50	1	99	n.o.
6	1	1	100	3	100	n.o.
7	1	1	100	3	100	n.o.
8	7	6	86	42	100	zeer hoog
11	1	0	0	0	98	n.o.
12	9	4	44	14	79	hoog
13	3	3	100	29	100	zeer hoog
15	2	0	0	0	84	n.o.
19	9	0	0	0	34	n.o.
20	7	1	14	0	58	n.o.

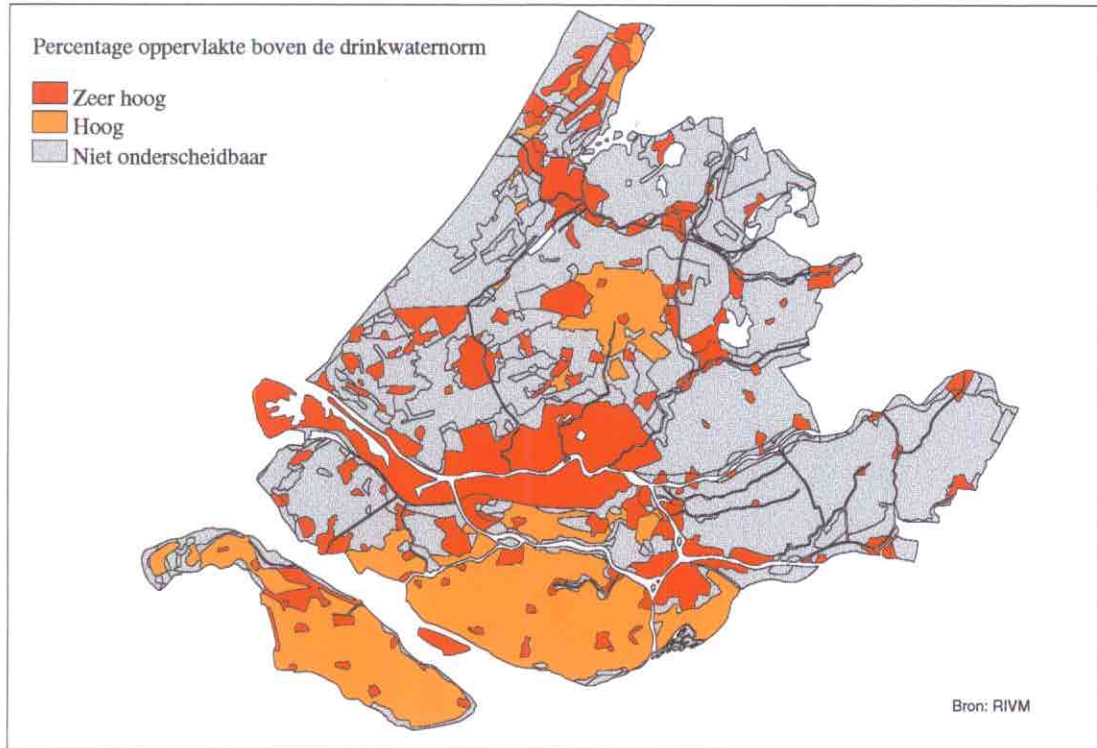


Figuur 4.2 Percentage oppervlakte boven de streefwaarde (◆), met het betrouwbaarheidsinterval hiervoor, per homogeen deelgebied voor ammonium. Het betrouwbaarheidsinterval geeft een schatting van de verwachte oppervlakte boven de streefwaarde per homogeen deelgebied.

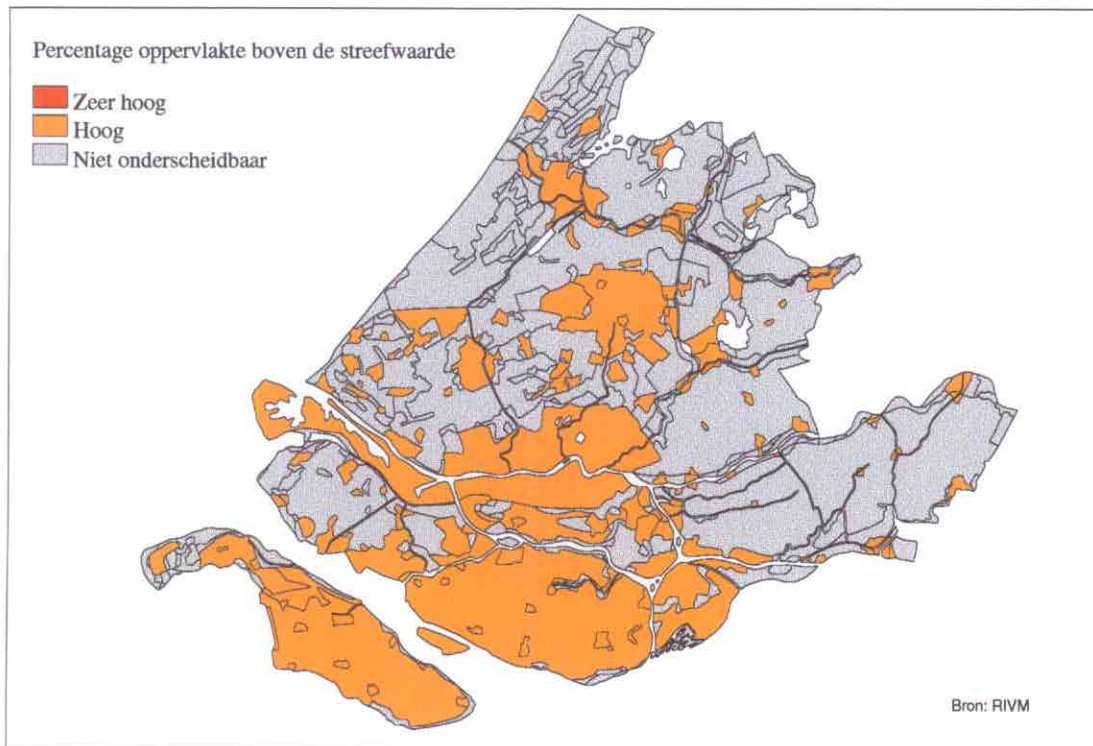
Voor totaal-fosfaat is het percentage oppervlakte boven de streefwaarde 'hoog' in de homogene deelgebieden 2 en 8. Bij de indeling in groepen komt deze waardering drie keer voor (stedelijk gebied op kleiveengrond met infiltratie, stedelijk gebied op zandgrond met kwel en landbouw op klei/veengrond met infiltratie) en bovendien heeft groep 7 (landbouw op klei/veengrond met kwel) een 'zeer hoog' percentage oppervlakte boven de streefwaarde.

Het percentage oppervlakte boven de drinkwaternorm voor kalium is 'zeer hoog' in de homogene deelgebieden 2 en 4 (tuinbouw op zandgrond met infiltratie) en 'hoog' in de deelgebieden 1 (stedelijk gebied op zand), 8 en 15 (veeteelt op zandgrond met infiltratie). Het percentage overschrijdingen van de streefwaarde voor chloride is 'zeer hoog' in deelgebied 1, 2 en 19 en hoog in type 3 en 12. Voor alle andere stoffen is het percentage overschrijdingen niet onderscheidbaar hoog of laag. Dit beperkte onderscheid komt door het beperkt aantal meetpunten per homogeen deelgebied.

Kalium

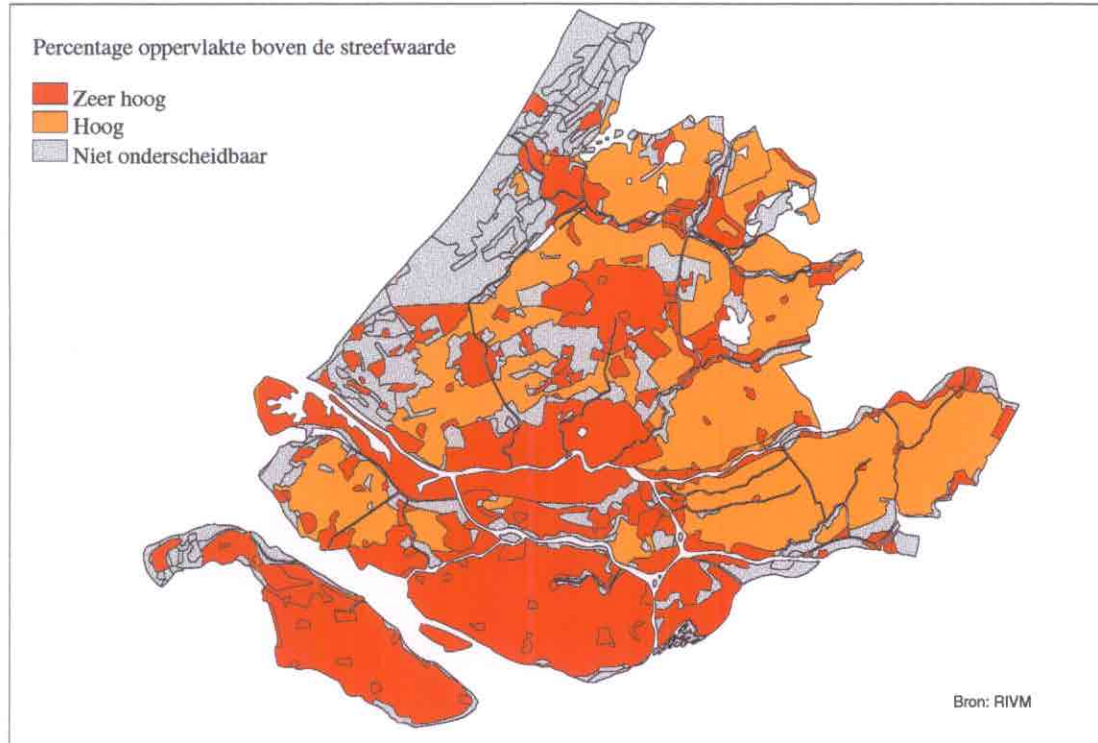


Fosfaat

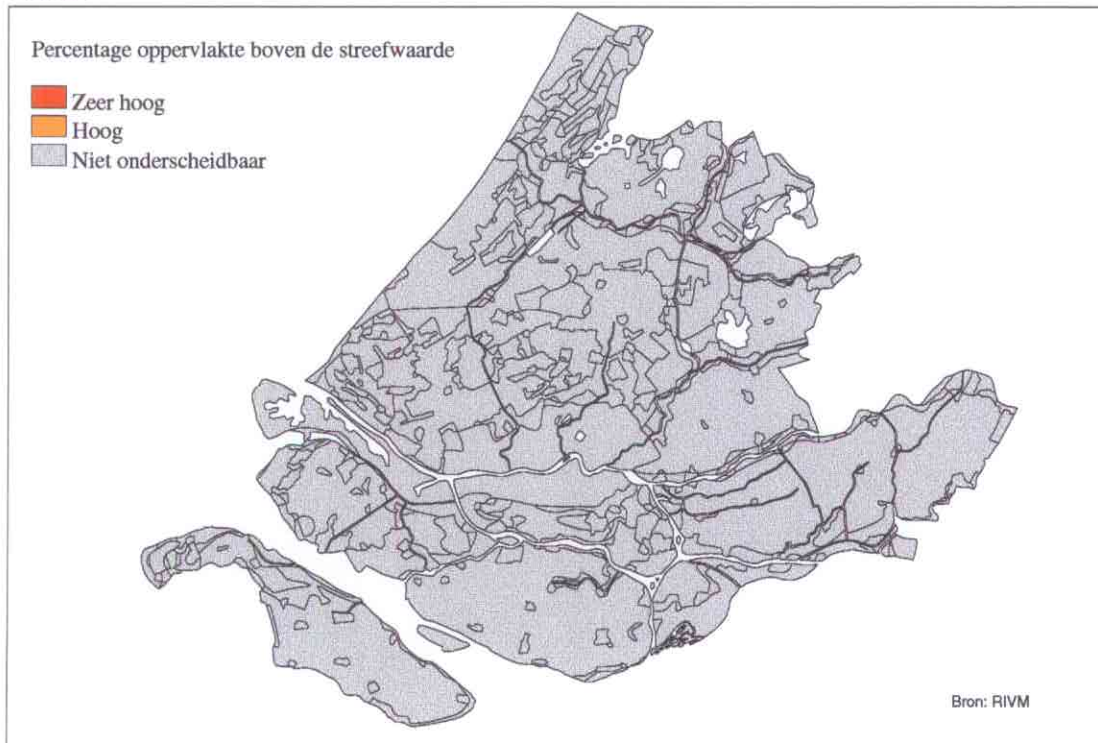


Figuur 4.1 a) Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde per homogeen deelgebied voor kalium en fosfaat.

Ammonium

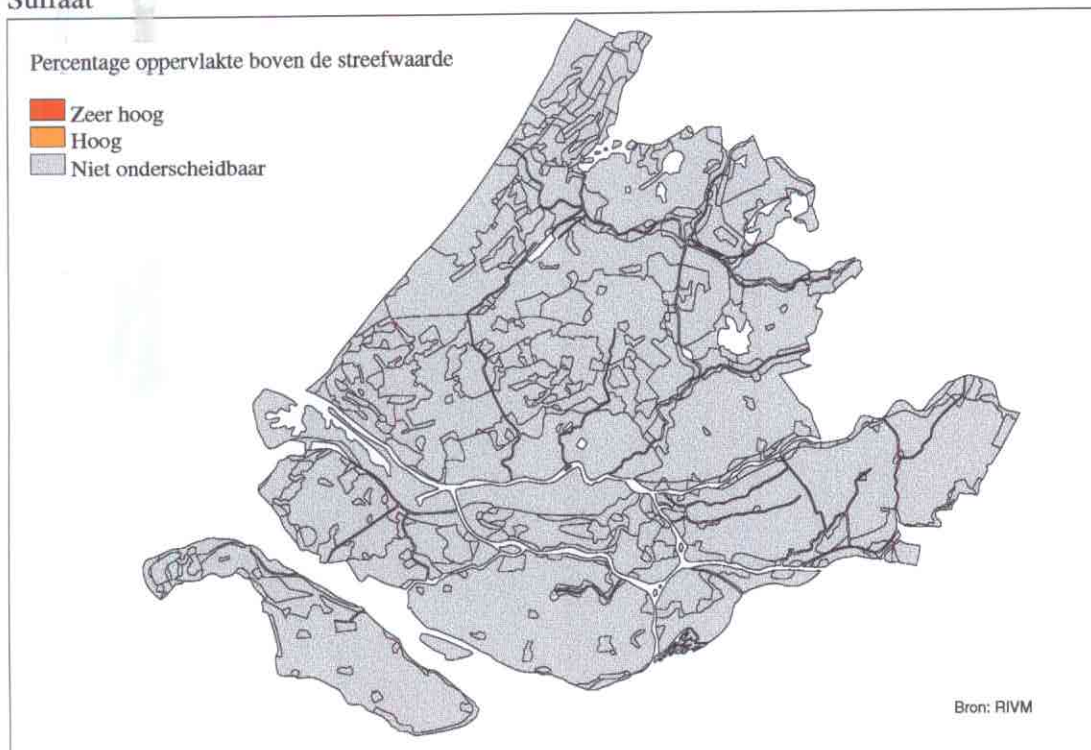


Nitraat

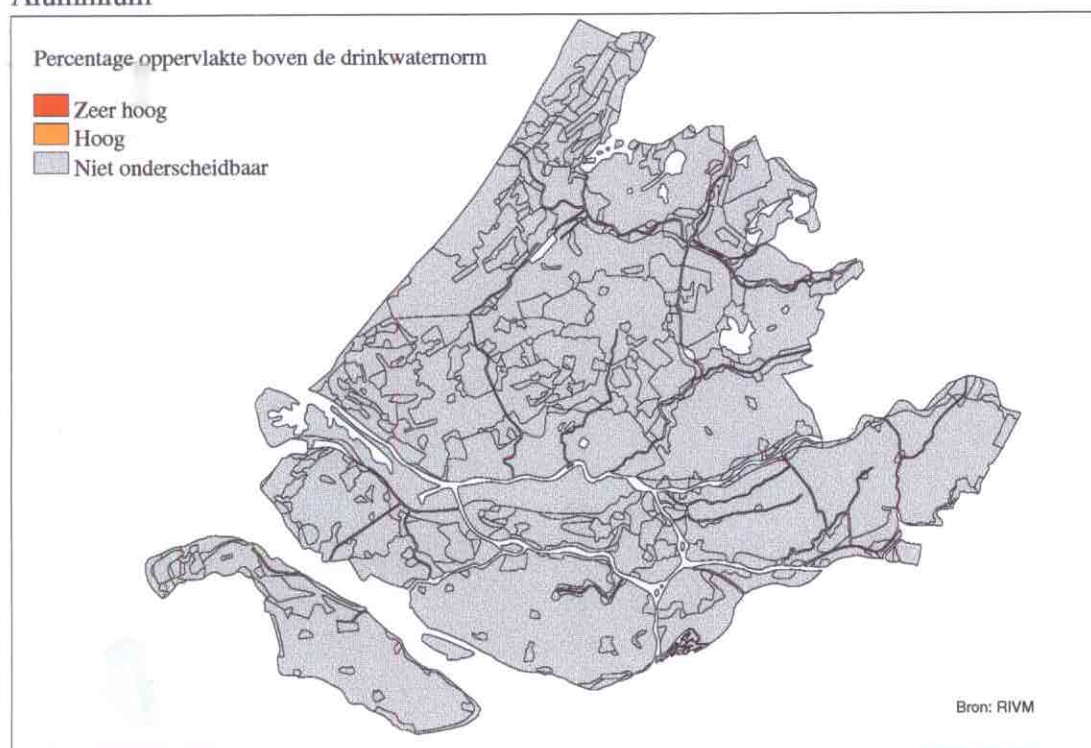


Figuur 4.1 b) Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde per homogeen deelgebied voor ammonium en nitraat.

Sulfaat

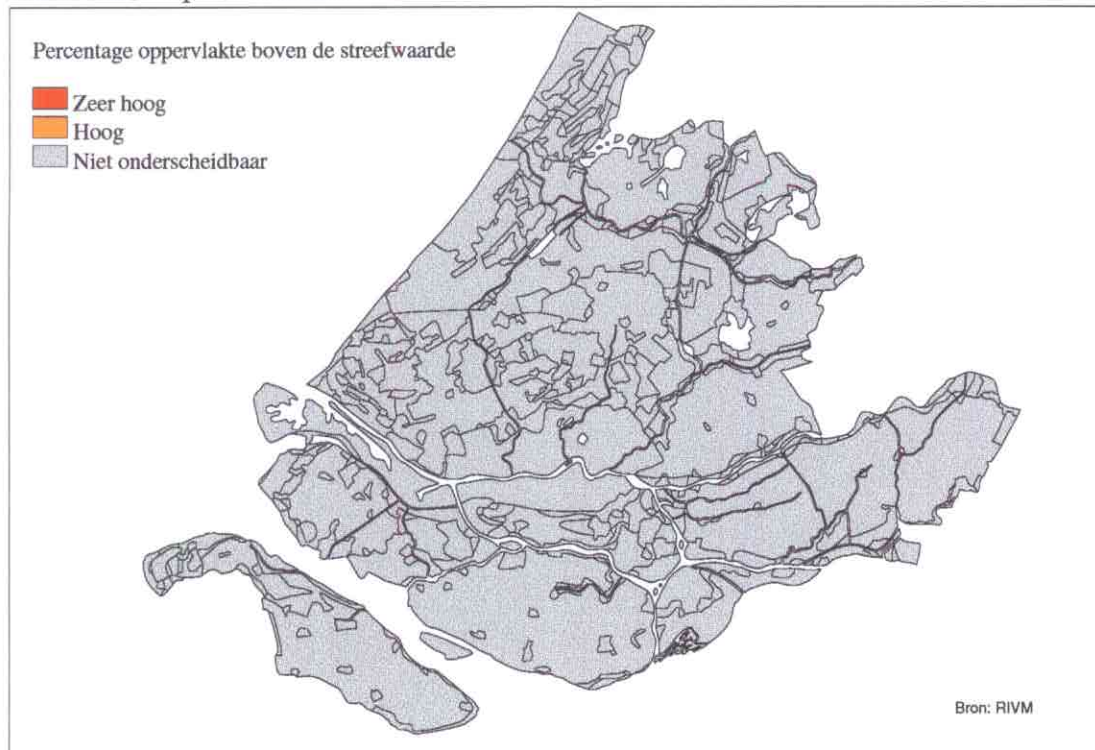


Aluminium

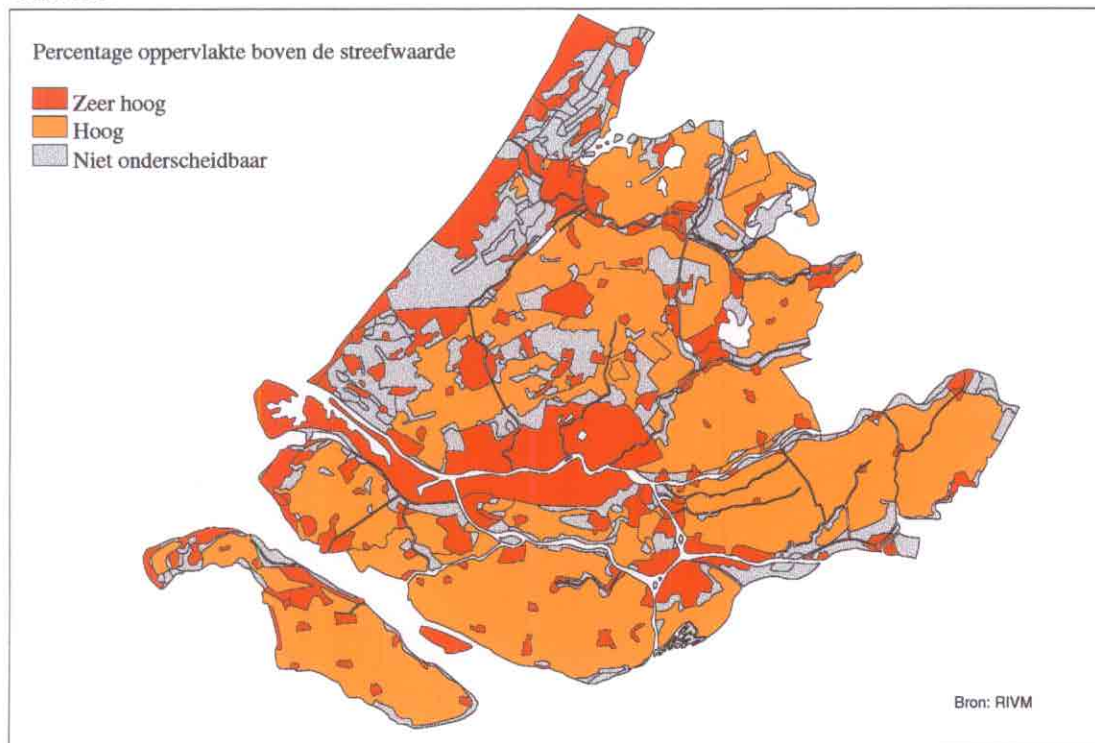


Figuur 4.1 c) Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde per homogeen deelgebied voor sulfaat en aluminium.

Cadmium, Koper, Lood en Zink



Chloride



Figuur 4.1 d) Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde per homogeen deelgebied voor cadmium, koper, lood, zink en chloride.

De streefwaarde voor nitraat wordt in twee individuele grondwatermonsters overschreden, namelijk meetpunt 47 (filter tussen 15 en 30 m) en meetpunt 1214 (filter <5 m).

De streefwaarde voor zink wordt in drie monsters overschreden. Hiervan is een monster brak-zout (chlorideconcentratie > 1000 mg/l) en de andere twee monsters behoren tot deelgebied 3, de meetpunten met oeverinfiltratie. De drinkwaternorm voor aluminium wordt in vier gevallen overschreden, maar dit betreft telkens monsters met brak-zout water.

Bij de indeling in groepen is het aantal meetpunten per groep groter dan bij de indeling in homogene deelgebieden. De betrouwbaarheidsintervallen zijn hierdoor kleiner, waardoor eerder hoge of lage percentages oppervlakte boven de streefwaarde te onderscheiden zijn. Het duidelijkst is dit te zien bij ammonium: 3 homogene deelgebieden hebben een 'zeer hoog' percentage oppervlakte boven de streefwaarde, terwijl deze waardering bij de indeling in groepen 6 maal voorkomt. Tien homogene deelgebieden hebben de waardering 'niet onderscheidbaar', tegen twee groepen.

Voor de waardering 'laag' zijn minimaal 17 waarnemingen nodig. Dit komt bij de homogene deelgebieden niet voor. Bij de indeling in groepen komt dit één keer voor: in groep 6 (landbouw op klei/veengrond met kwel) is het percentage oppervlakte boven de streefwaarde dan ook 'laag' voor nitraat, fosfaat, sulfaat, aluminium en de zware metalen. Verder zijn er geen noemenswaardige verschillen tussen de indeling in homogene deelgebieden en de indeling in groepen.

Bij bestudering van de voorkeursgebieden op overschrijding van de streefwaarden op basis van de gegevens uit 1996 blijkt dat in ROM Rijnmond veelvuldig de normen voor chloride (alle meetpunten), ammonium (7 meetpunten) en kalium (7 meetpunten) worden overschreden. Zoals in de vorige paragraaf reeds vermeld gaat het in 7 meetpunten om brak water. In het gebied 'Noordwijk' (14 meetpunten) worden de normen voor chloride, kalium, ammonium en (totaal)fosfaat respectievelijk 4, 7, 2 en 2 maal overschreden. Dit kan als volgt worden gekwalificeerd (tabel 4.3):

Tabel 4.3 Percentage oppervlakte boven de streefwaarde (5 tot 15 m) in de voorkeursgebieden ROM Rijnmond en Noordwijk. n.o. = niet onderscheidbaar.

voorkeursgebied	chloride	kalium	ammonium	nitraat	fosfaat	sulfaat
ROM Rijnmond (9 meetpunten)	zeer hoog	zeer hoog	zeer hoog	n.o.	n.o.	n.o.
Noordwijk (14 meetpunten)	hoog	zeer hoog	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.

In vergelijking met de rest van Nederland wordt hetzelfde beeld gevonden als door Van Drecht et al (1996). Concentraties aan chloride, ammonium, fosfaat en kalium zijn in de provincie Zuid-Holland (van nature, of door mineralisatie van veen) hoog, net als in het gehele laagveengebied in Nederland (waar Zuid-Holland voor een groot deel door wordt gedekt). De concentraties aan chloride, ammonium, fosfaat en kalium zijn hoger dan in andere fysisch geografische regio's. Hoge nitraat- en aluminiumconcentraties en lage pH (duidend op verzuring) zoals voorkomen in de zandgebieden komen niet voor in de provincie Zuid-Holland.

4.1.3 Onderlinge vergelijking

De vergelijking van de grondwaterkwaliteit tussen de homogene deelgebieden onderling is opgenomen in figuur 4.3a en b. De onderlinge verschillen tussen de gebiedsgroepen zijn opgenomen in bijlage G. De verspreidingsparameters zijn niet afgebeeld omdat op basis van deze parameters geen onderscheid wordt gevonden tussen gebieden, op één uitzondering na: de zinkconcentratie in de categorie 'oeverinfiltratie' is hoger dan in 'natuurgebied op zand met infiltratie'. In algemene zin is op te merken dat gebieden met weinig meetpunten (2 of 3) minder snel significant verschillend zijn van andere gebieden.

Als de groepen onderling worden vergeleken op basis van alléén LMG-meetpunten (zonder PMG) valt het onderscheid vrijwel geheel weg. Slechts vier van de tien groepen hebben dan nog voldoende meetpunten om aan de randvoorwaarde van de toets te voldoen: minimaal twee verschillende meetpunten.

De homogene deelgebieden 2 (stedelijk gebied op klei/veengrond) en 19 (natuur op zand met infiltratie) onderscheiden zich het vaakst van de andere deelgebieden. Deelgebied 2 heeft in vijf gevallen een hogere ammoniumconcentratie, vier maal een lagere pH, vijf maal een hogere kaliumconcentratie, zes een maal hogere chloride- en drie maal een hogere sulfaatconcentratie. Deelgebied 19 heeft lagere ammoniumconcentraties dan de andere deelgebieden (behalve gebied 15), hogere pH dan alle typen met $n > 2$, in drie gevallen een lagere kaliumconcentratie, een maal lager chloride en 4 maal een hogere sulfaatconcentratie. Gebied 13 (veeteelt op klei/veengrond met infiltratie; $n = 3$) is het enige gebied dat zich onderscheidt op basis van fosfaatconcentraties en wel door hogere concentraties. Het gebied heeft bovendien lage sulfaatconcentraties. In de vier gevallen dat gebied 13 hogere ammoniumconcentraties heeft dan een ander gebied, gaat dat gepaard met een lagere pH.

In het algemeen wordt het beeld uit de vorige paragraaf bevestigd:

- de kaliumconcentraties in 'stedelijk gebied met infiltratie' en de groep 'landbouw op zandgrond met infiltratie' onderscheiden zich 5 resp. 4 keer als hoger dan de kaliumconcentratie in andere gebieden;
- ammoniumconcentraties op de zandgronden zijn in het algemeen lager dan op de klei/veengronden;
- de pH is in zandgebieden met infiltratie hoger dan in klei/veengebieden;
- de fosfaatconcentraties in deelgebied 13 (veeteelt op klei/veengrond met infiltratie) zijn in zes gevallen hoger dan in andere homogene deelgebieden;
- de chlorideconcentraties in 'stedelijk gebied op klei/veengronden' onderscheiden zich zeven maal van andere deelgebieden;

Overigens levert de indeling in groepen (bijlage G) geen groter onderscheid dan de indeling in homogene deelgebieden (figuur 4.3a en b).

4.2 Veranderingen in de grondwaterkwaliteit in de periode 1989 - 1996

4.2.1 Trends per meetpunt

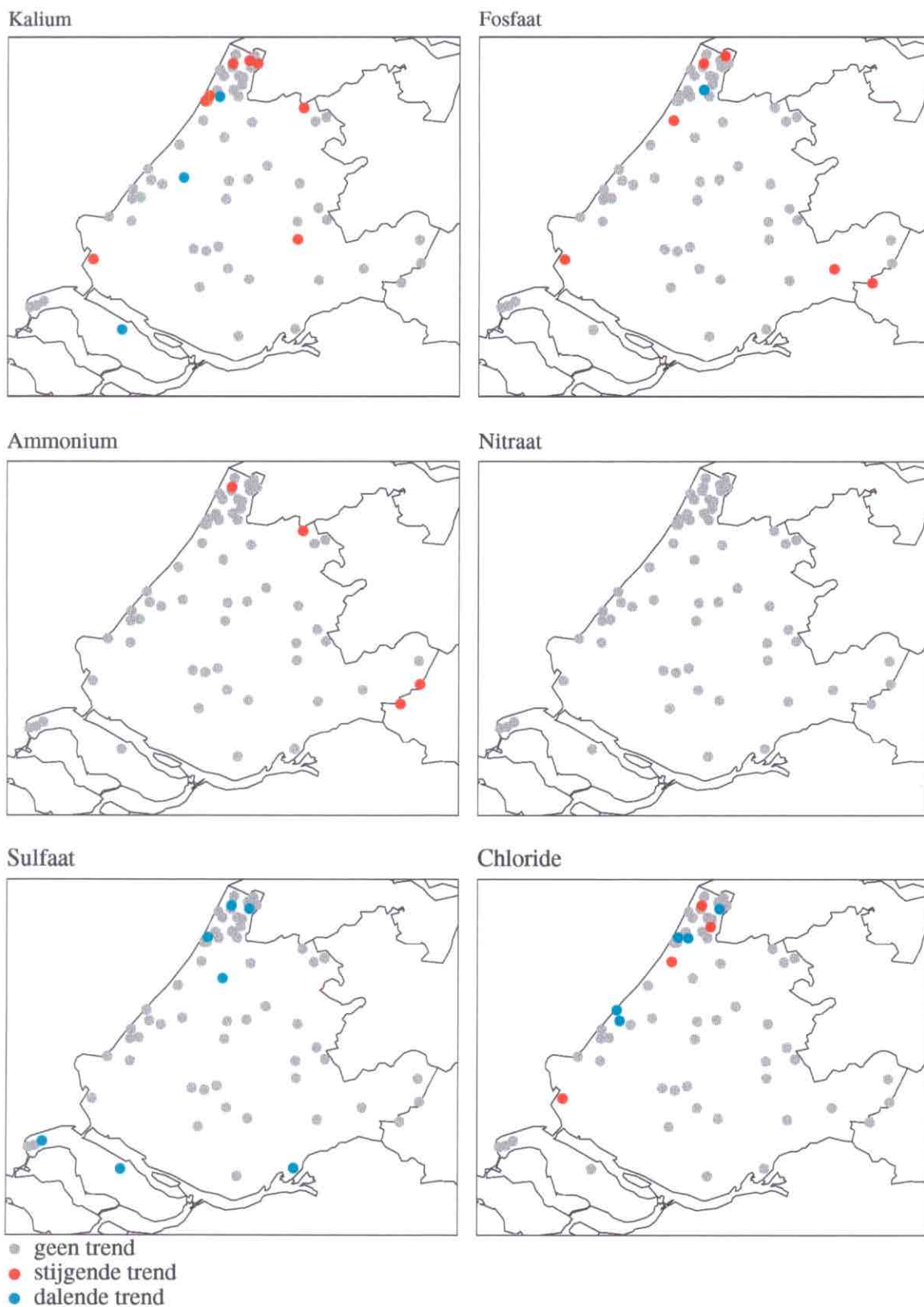
Op grond van de selectiecriteria (minimaal vijf waarnemingen) zijn in totaal 62 meetpunten met een filterdiepte tussen 5 en 15 meter en 25 meetpunten met een filterdiepte tussen 15 en 30 meter onderzocht.

hdg	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	Plot	NH3	K	NO3	n
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
2	-	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
13	h	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	

Figuur 4.3a Significante concentratieverschillen tussen de homogene deelgebieden (hdg) op basis van de Mann-Whitney-toets (parameters voor vermessing). h (rood) = hdg in rij is significant hoger dan hdg in kolom; l (groen) = hdg in rij is significant lager dan hdg in kolom; - = geen significant concentratieverschil. Voorbeeld: hdg 2 heeft een hogere ammonium (NH₃) concentratie dan hdg 1.

hdg	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	Al	SO ₄	pH	n
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
2	-	l	l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	

Figuur 4.3b Significante concentratieverschillen tussen de homogene deelgebieden (hdg) op basis van de Mann-Whitney-toets (verzuringparameters en chloride). h (rood) = hdg in rij is significant hoger dan hdg in kolom; l (groen) = hdg in rij is significant lager dan hdg in kolom; - = geen significant concentratieverschil. Een lagere pH is rood gekleurd en een hogere pH groen, omdat grondwater met een lage pH zuurder is dan grondwater met een hoge pH.



Figuur 4.4 Trends per meetpunt (filterdiepte 5 tot 15 m) over de periode 1989 -1996.

Het aantal meetpunten waarin een trend is gevonden is weergegeven in tabel 4.4. In bijlage H zijn de resultaten van alle trendberekeningen opgenomen. Voor sulfaat worden alleen dalende trends gevonden, op een diep (15-30 m) brak-zout watermonster na. In figuur 4.4 zijn de trends voor kalium, ammonium, sulfaat, fosfaat en chloride weergegeven als

symbolen in een kaartje. In deze kaartjes is duidelijk te zien dat in veruit de meeste meetpunten geen trend wordt gevonden over de periode 1989 - 1996. De meetpunten waar wel een trend gevonden wordt lijken vooral in de duinen en strandwallen te liggen (in het voorkeursgebied 'Noordwijk'), maar het totaal aantal meetpunten is daar ook hoogste. Ook in de diepe filters (15 tot 30 m diepte) is een aantal trends waargenomen. In 8 filters wordt een trend voor kalium vastgesteld, waarvan er 7 stijgend zijn. De resultaten van de berekening zijn eveneens opgenomen in de bijlagen.

Tabel 4.4 Aantal meetpunten met een trend, per parameter (periode 1989 - 1996).

5-15 m	SO ₄	PO ₄	NO ₃	NH ₃	K	Cl	Zn	Cu	Cd	Al	Pb
totaal	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	40
dalend	7	1	0	0	3	5	0	0	0	0	0
stijgend	0	6	0	4	8	4	1	0	0	0	0
15-30 m											
totaal	25	25	25	25	25	25	24	24	24	24	0
dalend	2	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0
stijgend	1	0	0	1	7	4	0	0	0	0	0

Over de periode 1980 - 1996 is een trendberekening uitgevoerd voor 21 ondiepe putfilters (5 tot 15 m) en 22 diepe (15 tot 30 m). In bijlage H zijn de resultaten van beide periodes naast elkaar gezet. Voor ammonium, sulfaat en nitraat zijn over de periode vanaf 1989 te weinig trends gevonden om een vergelijking tussen beide perioden te kunnen maken. Over het algemeen zijn grote trends (groter dan 3% van de streefwaarde per jaar) over de periode 1989 - 1996 ook terug te vinden in de periode 1980 - 1996. Omgekeerd is dit niet het geval: niet alle grote trends over de periode 1980 - 1996 worden teruggevonden in de periode 1989 - 1996. Het aantal trends is bij ammonium, fosfaat en chloride over de periode 1980 - 1996 hoger dan over de periode 1989 - 1996. Bij kalium is het omgekeerde het geval. Vrijwel alle sulfaatconcentraties vertonen een significante (maar zeer kleine, dus niet relevante) daling over de periode 1980 - 1996. Voor nitraat en voor zware metalen worden over beide perioden geen trends gevonden.

4.2.2 Trends per gebied

In het algemeen verandert de grondwaterkwaliteit in de homogene deelgebieden niet. De resultaten van de berekening van de concentratieverandering per homogeen deelgebied zijn opgenomen in tabel 4.5, en per groep in bijlage H. De gevonden trends zijn :

- afname van sulfaat in de homogene deelgebieden 1, 19 en 20 (respectievelijk stedelijk gebied op zandgrond, natuur op zandgrond en grondwaterbeschermingsgebieden);
- toename van fosfaat in deelgebied 13 (veeteelt op klei/veengrond met infiltratie);
- toename van zink in deelgebied 13.

Hierbij wordt opgemerkt dat de verandering in deelgebied 13 op slechts twee meetpunten is gebaseerd. Deze twee punten afzonderlijk vertonen beide geen trend op basis van de Mann-Kendall-toets. Verder zijn er geen concentratieveranderingen per gebied.

De alternatieve indeling in groepen (bijlage H) leidt tot vergelijkbare resultaten:

- afname van sulfaat in groep 9 (natuur op zandgrond met infiltratie);
- afname van ammonium en een toename van chloride in groep 2 (stedelijk gebied op klei/veengrond met kwel);
- toename van kalium in groep 7 (landbouw op zandgrond met infiltratie).

Tabel 4.5 a) Gemiddelde concentratieverandering per homogeen deelgebied (hdg) over de periode 1989 - 1996. Filterdiepte 5 tot 15 m. De niet-significante veranderingen zijn gelijk gesteld aan nul.

hdg	SO ₄	PO ₄	NO ₃	NH ₃	K	Cl	Zn	Cu	Cd	Al	Pb
1	-4.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	+0.098	0	0	0	0	+0.75	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	-1.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	-6.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.3 Verklaring van de trends

Over de periode 1980 - 1996 worden meer significante trends per meetpunt gevonden dan over de periode 1989 - 1996. Omdat er over de langere periode meer waarnemingen beschikbaar zijn, is een trend eerder significant. In het algemeen zijn kleine, doch significante trends mogelijk het gevolg van verfijning van analysemethodes door de jaren heen. De trends per meetpunt voor sulfaat en fosfaat worden met name toegeschreven aan verandering in monsternamen- danwel analysetechnieken (Van Drecht et al., 1996). Hetzelfde geldt voor de concentratieveranderingen per homogeen deelgebied.

De verandering in de zinkconcentratie in deelgebied 13 (veeteelt op klei/veengrond met infiltratie) heeft een zaagtandpatroon (zie bijlage D). De twee meetpunten waarop de concentratieverandering in het gebied is gebaseerd vertonen afzonderlijk geen trend op basis van de Mann-Kendall-toets.

De gevonden daling van sulfaatconcentraties en stijging van de fosfaatconcentratie zijn in overeenstemming met de resultaten van Van Drecht et al. (1996) en worden toegeschreven aan verfijning dan wel verandering in analyse- en monsternametechnieken. De toename voor zink wordt niet door andere onderzoeken bevestigd. De door Frapporti (1993) gevonden trends voor kalium en ammonium over de periode 1989-1992 worden in dit onderzoek in de afzonderlijke meetpunten waargenomen en eenmaal in de indeling in groepen, maar niet in de homogene deelgebieden. Behalve de onderzochte periode (1985 -1992) verschilt ook de gebiedsindeling (op basis van grondwatersamenstelling in plaats van bodemgebruik, bodemtype en hydrologie) en de gebruikte methode voor trendbepaling.

Er wordt geconcludeerd dat in Zuid-Holland geen aanwijzingen voor trends van recente antropogene oorsprong zijn gevonden.

5 Conclusies

Concentraties aan chloride, ammonium, fosfaat en kalium zijn in de provincie Zuid-Holland hoog, zoals in alle Nederlandse laagveengebieden. Overschrijding van de streefwaarde komt voor deze stoffen veel voor, met name in de homogene deelgebieden 2, 8 en 13 (resp. stedelijk/industriegebied op klei/veengrond, akkerbouw op kei/veengrond met kwel en veeteelt op klei/veengrond met infiltratie). Toch is de orde van grootte van de concentraties conform de verwachtingen, omdat deze hoge concentraties van nature voorkomen in Zuid-Holland, danwel ontstaan door mineralisatie van veen, of ingeval van stedelijk gebied mogelijk door lekkage uit rioolstelsels. Hoge nitraatconcentraties of lage pH's zoals in de zandgebieden komen in de provincie Zuid-Holland niet voor. Nitraatconcentraties zijn in de hele provincie laag. Concentraties aan zware metalen zijn eveneens in de hele provincie laag.

Ondanks het soms geringe aantal waarnemingen per deelgebied onderscheiden de gebieden zich van elkaar door significante concentratieverschillen. Samenvoegen van deelgebieden ter vergroting van het aantal waarnemingen per groep leidt niet altijd tot betere onderscheidbaarheid, omdat dit ten koste kan gaan van de homogeniteit binnen een groep. Daarentegen gaat verkleining van het aantal meetpunten altijd ten koste van de betrouwbaarheid van uitspraken over percentage oppervlakte boven de streefwaarde of onderlinge verschillen tussen de gebieden. Over het algemeen wordt geconcludeerd dat het aantal meetpunten aan de lage kant is gezien het grote aantal homogene deelgebieden in Zuid-Holland.

De grondwaterkwaliteit in de provincie Zuid-Holland in het traject tussen 5 en 30 meter diepte is in de periode 1989 - 1996 en in de periode 1980 - 1996 nauwelijks veranderd. Zowel per meetpunt als per homogeen deelgebied is het aantal trends gering. De gevonden trends worden toegeschreven aan verfijning dan wel verandering in analyse- en monsternametechnieken. Er zijn geen aanwijzingen voor trends als gevolg van recente antropogene beïnvloeding.

Literatuur

- Absil, L.L.M. (1997). *Grondwaterkwaliteit in stedelijk gebied en op locaties met oeverinfiltratie; twee selecties uit het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit*. RIVM-rapportnummer 714871001.
- Baggelaar, P.K. & C.G.E.M van Beek (1995). *Suggesties voor optimalisatie van grootschalige meetnetten grondwaterkwaliteit*. KIWA, rapportnummer KOA 95.107
- Bloemendaal, S., D.F. Defize, W.J.M.K. Senden (1988). *Inrichting van het provinciale meetnet grondwaterkwaliteit van Zuid-Holland*. TNO-DGV, rapportnummer OS 88-46.
- Drecht, G. van, L.J.M. Boumans, H.F.R Reijnders (1994). *Landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit, methode en resultaten voor nitraat*. RIVM rapportnummer 714801001.
- Drecht, G. van, H.F.R. Reijnders, L.J.M. Boumans, W. van Duijvenbooden (1996). *De kwaliteit van het grondwater op een diepte tussen 5 en 30 meter in Nederland in het jaar 1992 en de verandering daarvan in de periode 1984-1993*. RIVM rapportnummer 714801005.
- Frapporti, G. (1993). *Tijdreeks-analyse van het Provinciale Meetnet Grondwaterkwaliteit Zuid-Holland 1972-1992*.
- Frapporti, G., M. Koeleman, B.W. Zuurdeeg (1993). *Hydrochemische interpretatie van het Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit Zuid-Holland met de fuzzy c-means clusteranalyse*. H₂O 9, blz. 237-244.
- Helsel, D.R. & R.M. Hirsch (1992). *Statistical methods in water resources*. Studies in Environmental Science 49. Elsevier, Amsterdam.
- Kendall, M.G. (1975). *Rank correlation methods*. Charles Griffin, London
- Koeleman, M. (1993). *Kwaliteit van het dieper grondwater in Zuid-Holland, een beschouwing in kengetallen*. Provincie Zuid-Holland, Buro Bodembescherming.
- Koeleman, M. & H. Snelting (1991). *Grondwaterkwaliteitsmeetnet van Zuid-Holland, interpretatie van de eerste resultaten*. H₂O 8, blz. 211-217.
- Mann, H.B. (1945). *Non-parametric tests against trend*. *Econometrica* 13, blz. 245-259.
- Minitab (1991). *Reference manual, PC version, release 8*. Minitab Inc. USA, blz.10-7.
- Pebesma, E.J. & J.W. de Kwaadsteniet (1995) *Een landsdekkend beeld van de veranderingen in de Nederlandse grondwaterkwaliteit op 5 tot 17 meter diepte*. RIVM, rapportnummer 714810015.
- Provincie Zuid-Holland (1995). *Milieubeleidsplan Zuid-Holland 1995-1999*. (MBP II).
- Provincie Zuid-Holland (1996). *Uitvoeringsprogramma Geïntegreerd Gebiedsgericht Beleid 1996-1999. Algemeen deel*.
- Snedecor, G.W. & W.G. Cochran (1989). *Statistical methods*. 8th edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Snelting, H., J.M. Bouwmans, W. van Duijvenbooden, M. Koeleman, W.N. van Heeden (1990). *Evaluatie van het grondwaterkwaliteitsmeetnet in Zuid-Holland*. RIVM, rapportnummer 729000001.
- VROM (1991) *Notitie Milieukwaliteitsdoelstelling Bodem en Water*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21990, nr.1 (MilBoWa-notitie).
- VROM (1992) *Beleidsstandpunt over de Notitie Milieukwaliteitsdoelstelling Bodem en Water*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1991-1992, 21990, nr.3.
- Wijvekate, M.L. (1971) *Verklarende statistiek*. Aula reeks 39. 12^e druk.

Bijlagen

Bijlage A Gecorrigeerde stamgegevens voor bodemgebruik, bodemtype en hydrologie

Verklaring van de afkortingen:

bodemgebruikstypen:

Bos	Natuurgebied, bos, heide
Dui	Duinen
Gra	Grasland
Bou	Bouwland
Tui	Tuinbouw
Boo	Boomgaarden
Beb	Bebouwing
Irr	Irrelevant
Onb	Onbekend

bodemtypen:

Zr	Zand (humusrijk)
Za	Zand (humusarm)
Zo	Zand (onbekend)
Ri	Rivierklei
Ze	Zeeklei
Kv	Klei/veen
Ho	Hoogveen
La	Laagveen
Le	Leem
Ha	Havenslib
On	Onbekend

hydrologie:

In	Potentiele infiltratie
Kw	Potentiele kwel
St	Stijghoogteverschil < 0.03m
Oe	Oeverinfiltratie
On	Onbekend

Bijlage A

Gecorrigeerde stamgegevens voor bodemgebruik, bodemtype en hydrologie. De veranderingen ten opzichte van de inrichtingssituatie zijn cursief gedrukt.

putnr	bodem- gebruik	bodemtype	hydrologie	putnr	bodem- gebruik	bodemtype	hydrologie
47	Dui	Za	In	1206	Bos	Zo	In
48	Tui	Za	In	1207	Gra	<i>La</i>	Kw
50	Tui	Za	In	1208	Onb	Ri	Oe
51	Gra	La	In	1209	Beb	Zo	In
52	Gra	<i>Ze</i>	In	1210	Tui	Zo	In
53	Gra	<i>Ze</i>	St	1211	Tui	Zo	In
55	<i>Beb</i>	La	St	1212	Onb	La	Oe
56	Irr	Ri	Oe	1213	Gra	Zo	In
57	<i>Bou</i>	<i>Ze</i>	St	1214	Beb	Zo	<i>Kw</i>
59	Dui	Za	In	1215	Onb	On	Oe
60	Beb	Zr	In	1216	Beb	Zo	<i>St</i>
61	Tui	<i>Ze</i>	In	1217	Beb	Kv	In
62	<i>Irr</i>	Ha	On	1218	Tui	Zo	In
63	<i>Beb</i>	La	St	1219	Bos	Zo	In
65	Gra	La	St	1220	Bou	Kv	Kw
66	Irr	Ri	Oe	1221	Beb	Kv	<i>In</i>
67	<i>Gra</i>	Ha	St	1222	Tui	<i>Zo</i>	<i>St</i>
68	<i>Gra</i>	Ri	St	1223	Onb	La	Oe
69	Beb	Ri	St	1224	Beb	Zo	In
71	Irr	Ri	Oe	1225	<i>Gra</i>	Zo	In
72	Gra	La	St	1226	Gra	<i>Ze</i>	Kw
73	Irr	Ri	Oe	1227	Tui	Zo	In
74	Bou	<i>Ze</i>	St	1228	Tui	<i>Zo</i>	<i>St</i>
75	Beb	<i>Ze</i>	St	1230	Bos	Zo	In
77	Bos	Za	In	1231	Bou	<i>Ze</i>	<i>Kw</i>
78	Bou	<i>Ze</i>	Kw	1232	<i>Dui</i>	Zo	In
79	Bou	<i>Ze</i>	In	1233	Beb	Kv	<i>In</i>
80	Gra	<i>Ze</i>	St	1234	Onb	<i>Ze</i>	Oe
81	Bou	<i>Ze</i>	St	1235	<i>Gra</i>	Kv	<i>Kw</i>
83	Tui	<i>Ze</i>	St	1236	Beb	Kv	In
84	Dui	Za	In	1237	Beb	Zo	In
85	Dui	Za	In	1238	Beb	Kv	In
86	<i>Beb</i>	Za	In	1239	Beb	Kv	<i>Kw</i>
87	Bou	<i>Ze</i>	<i>In</i>	1240	Tui	Zo	In
91	Bou	<i>Ze</i>	St	1241	Gra	<i>Ze</i>	<i>Kw</i>
92	Beb	La	In	1242	Gra	<i>Ri</i>	<i>St</i>
93	Beb	<i>Ze</i>	In	1243	Onb	La	Oe
303	Bou	Zr	In	1244	Beb	Zo	In
1201	<i>Beb</i>	Kv	In	1245	Tui	Zo	In
1202	Gra	<i>La</i>	<i>In</i>	1246	Onb	La	Oe
1203	Bou	Kv	Kw	1247	Gra	<i>La</i>	In
1204	Beb	Zo	In	1248	Bou	Kv	<i>St</i>
1205	Beb	Kv	In	1249	Beb	Kv	In

Resumé: Totaal aantal gecontroleerde meetpunten: 86
 Aantal correcties bodemgebruik: 11
 Aantal correcties bodemtype: 8
 Aantal correcties hydrologie: 14

Bijlage B Gemeten concentraties per homogeen deelgebied in 1996

In de linker figuur (blz. 34 e.v.) zijn telkens alle waarnemingen weergegeven. Elk bolletje is een meetpunt. Gelijke waarden vallen over elkaar heen. Bij tien metingen gelijk aan de detectielimiet staat er dus maar één bolletje op de detectielimiet. Concentraties die buiten de schaal vallen zijn met een verticaal pijltje in de linker figuur gezet. Naast het pijltje staat de gemeten concentratie.

In de rechterfiguur is de mediane concentratie per homogeen deelgebied weergegeven, met het bijbehorende betrouwbaarheidsinterval (zie § 3.1). Er zijn minimaal twee verschillende metingen nodig om een betrouwbaarheidsinterval te kunnen berekenen. Boven het betrouwbaarheidsinterval is het aantal metingen per homogeen deelgebied in 1996 weergegeven.

In de figuren is tevens de streefwaarde (voor kalium en aluminium de drinkwaternorm) en de detectielimiet weergegeven, voor zover deze binnen de schaal van de figuur vallen. De streefwaarden zijn weergegeven in tabel 3.1, § 3.1.

De figuren zijn gesorteerd op filterdiepte en op de gemeten stoffen.

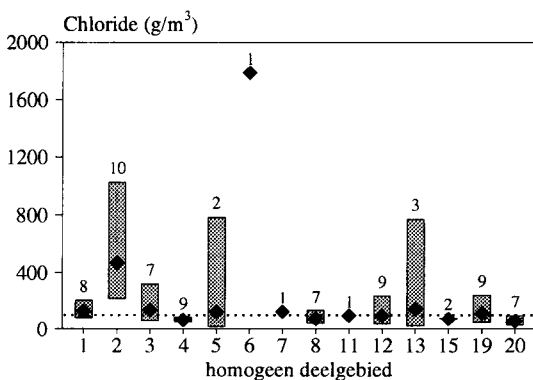
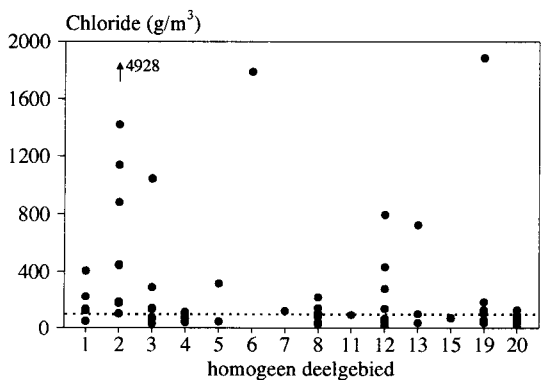
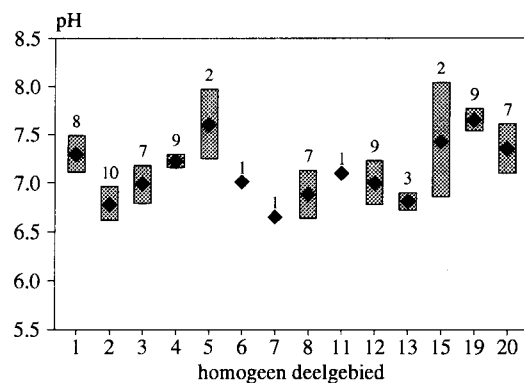
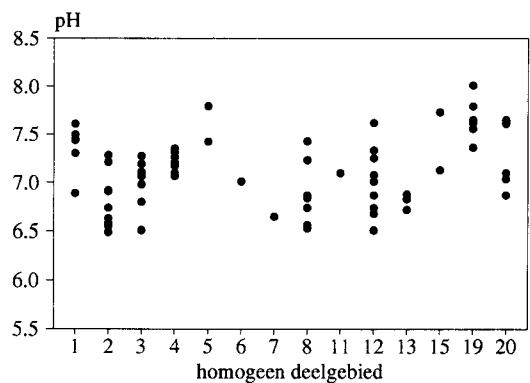
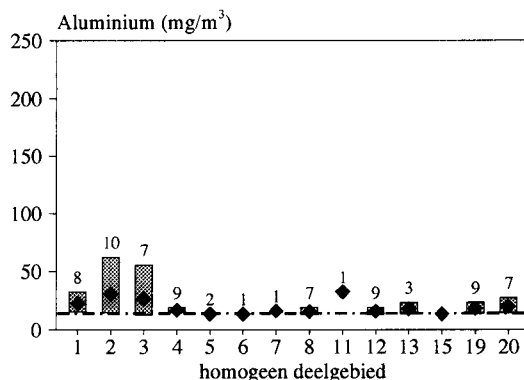
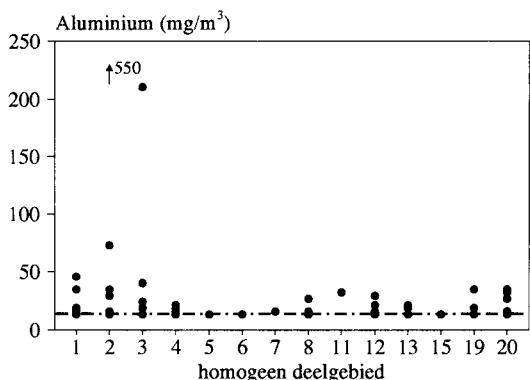
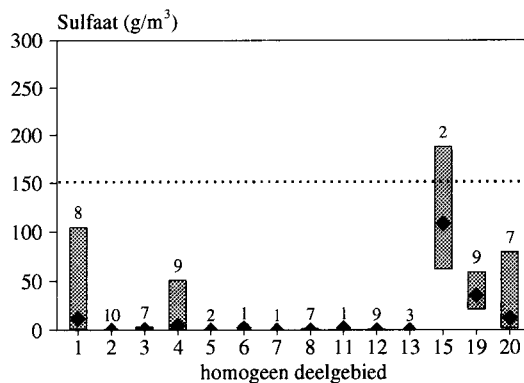
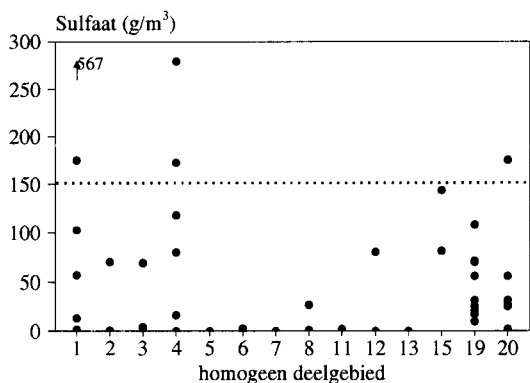
De verschillende dieptes zijn:

- 5 tot 15 m;
- 15 tot 30 m;
- tot 5 m (data van 1989)

De weergegeven stoffen zijn:

- verzuringsparameters: sulfaat (SO_4), aluminium (Al) en de zuurgraad (pH) chloride (Cl);
- vermestingsparameters: kalium (K), totaal-fosfaat (PO_4 , totaal-P of Ptot), ammonium (NH_3) en nitraat (NO_3);
- verspreidingsparameters: cadmium (Cd), koper (Cu), lood (Pb) en zink (Zn).

Bijlage B omvat 10 pagina's, inclusief dit voorblad.

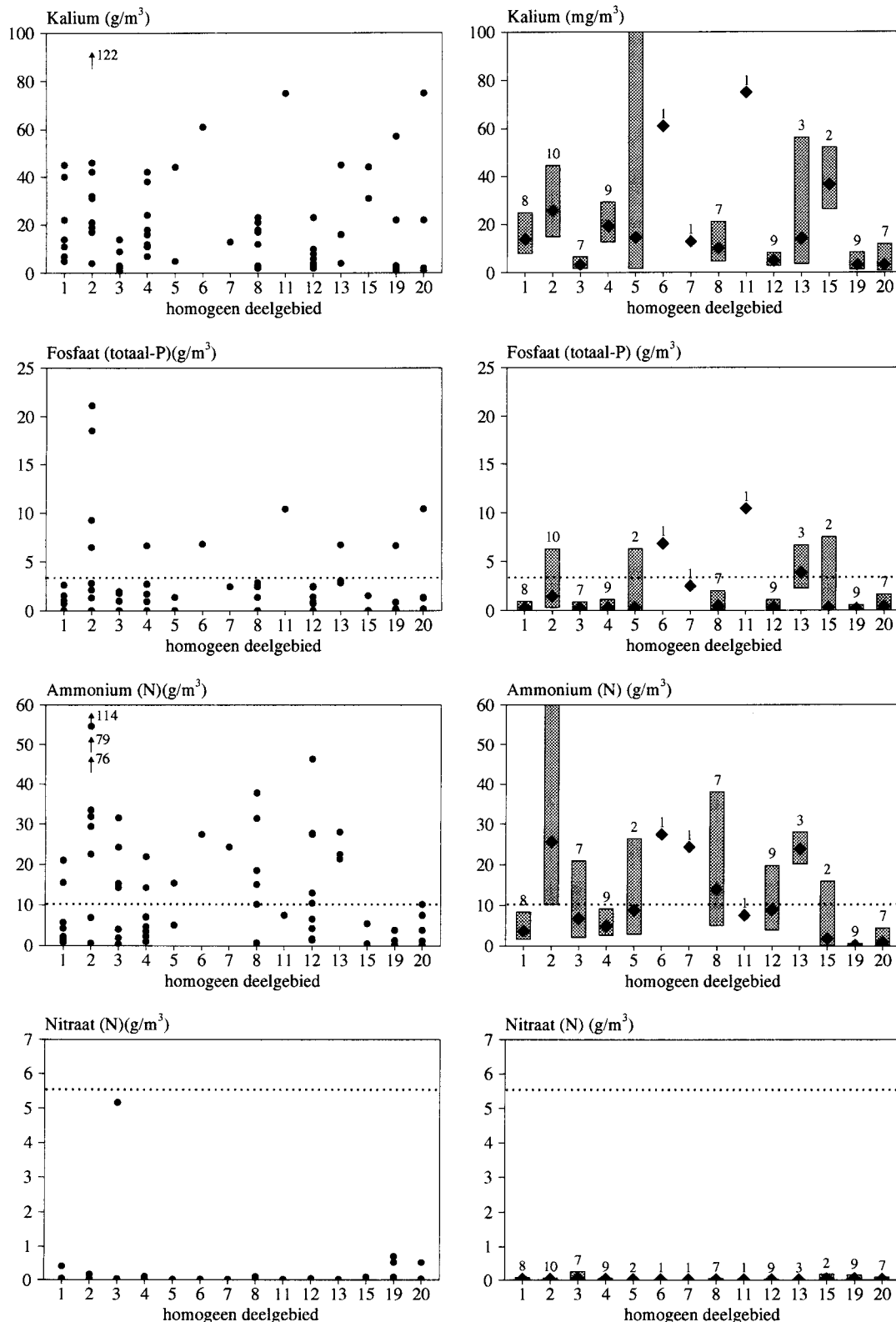


Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. Parameters voor verzuring (sulfaat, aluminium, pH) en chloride.

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|--|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veen met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 20 grondwaterbeschermingsgebieden |

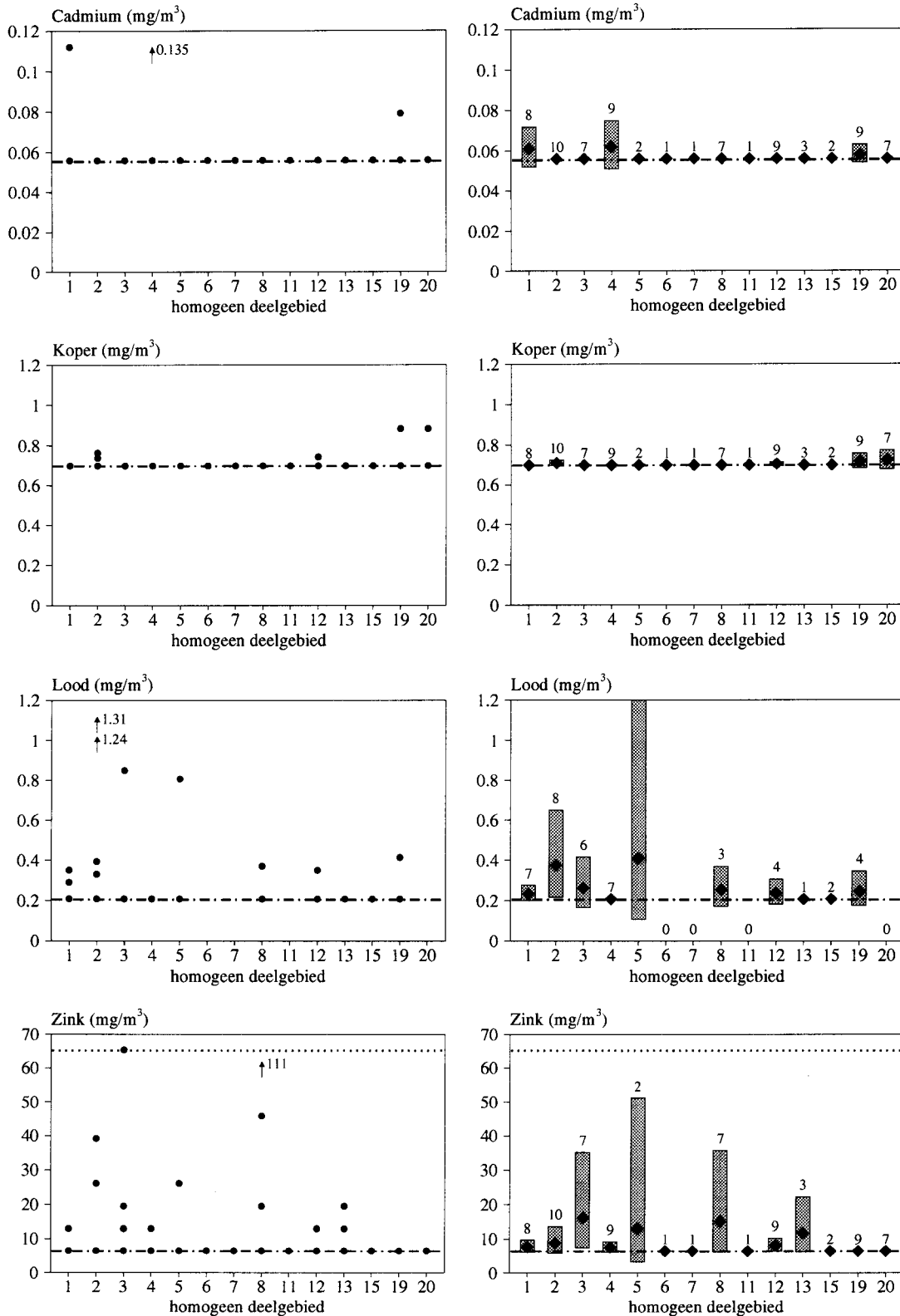


Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. Parameters voor vermist (kalium, fosfaat, ammonium en nitraat).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|--|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veen met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 20 grondwaterbeschermingsgebieden |

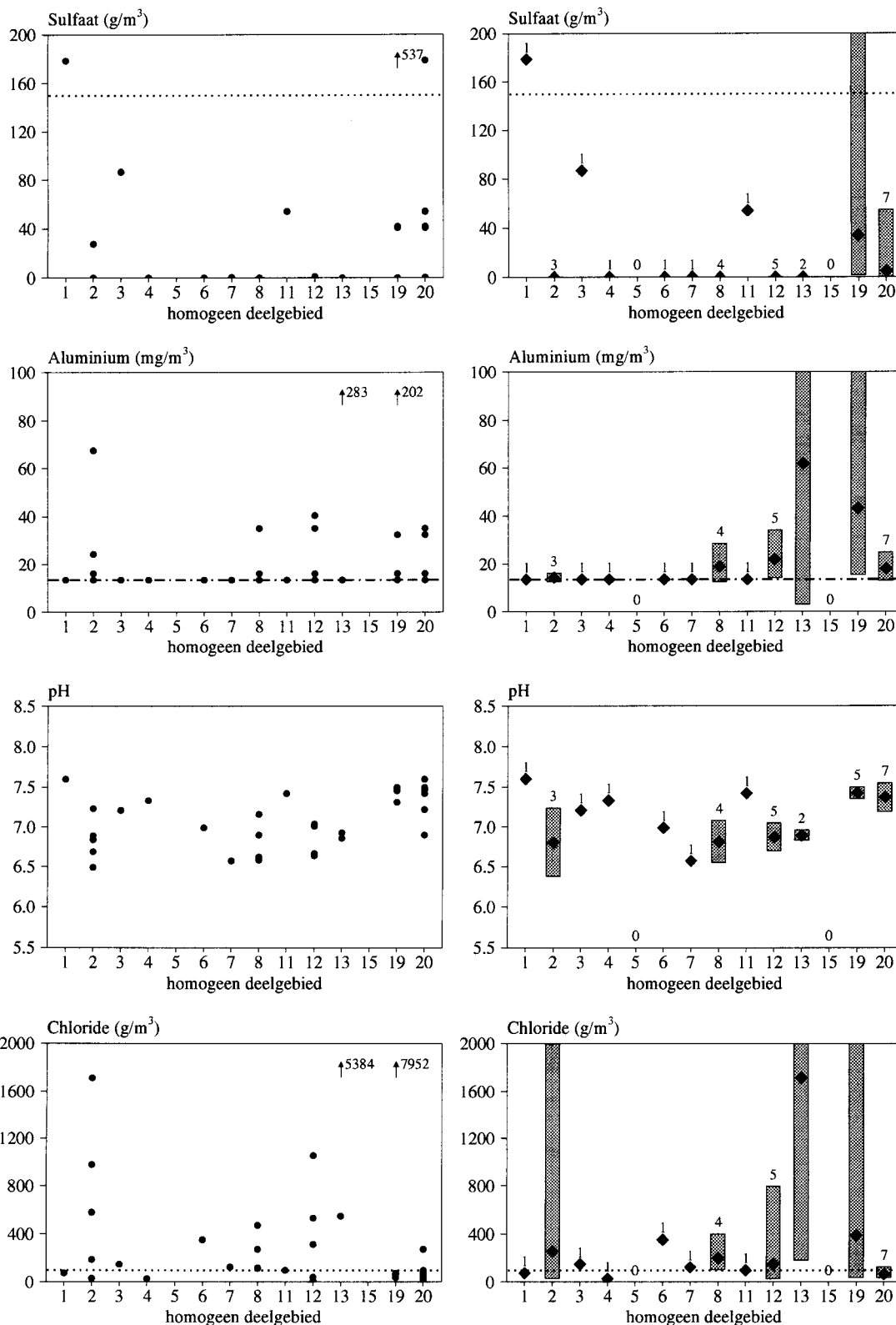


Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. Parameters voor verspreiding (cadmium, koper, lood en zink).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|--|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veen met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 20 grondwaterbeschermingsgebieden |

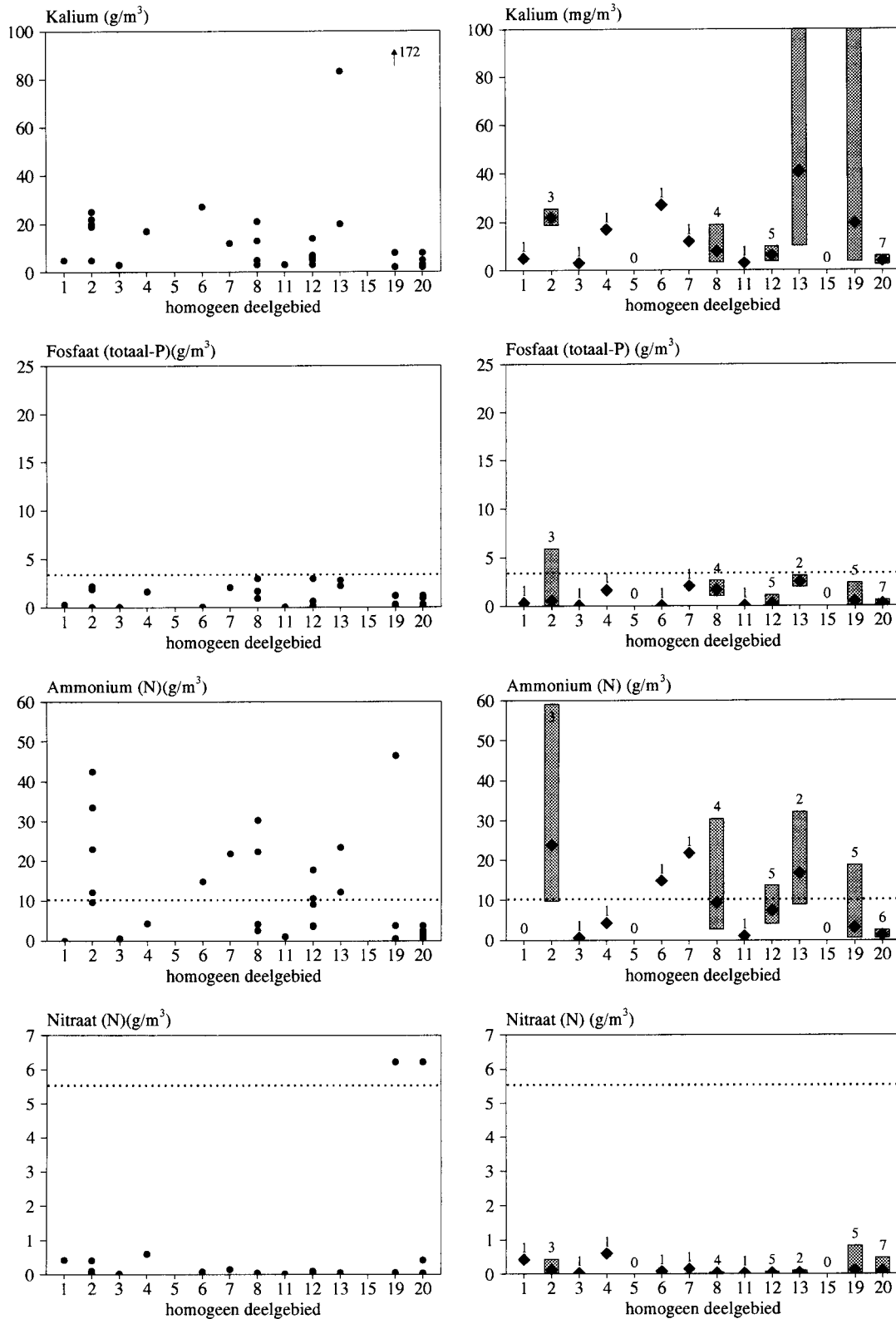


Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 15 tot 30 m-mv. Parameters voor verzuring (sulfaat, aluminium, pH) en chloride.

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|--|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veen met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 20 grondwaterbeschermingsgebieden |

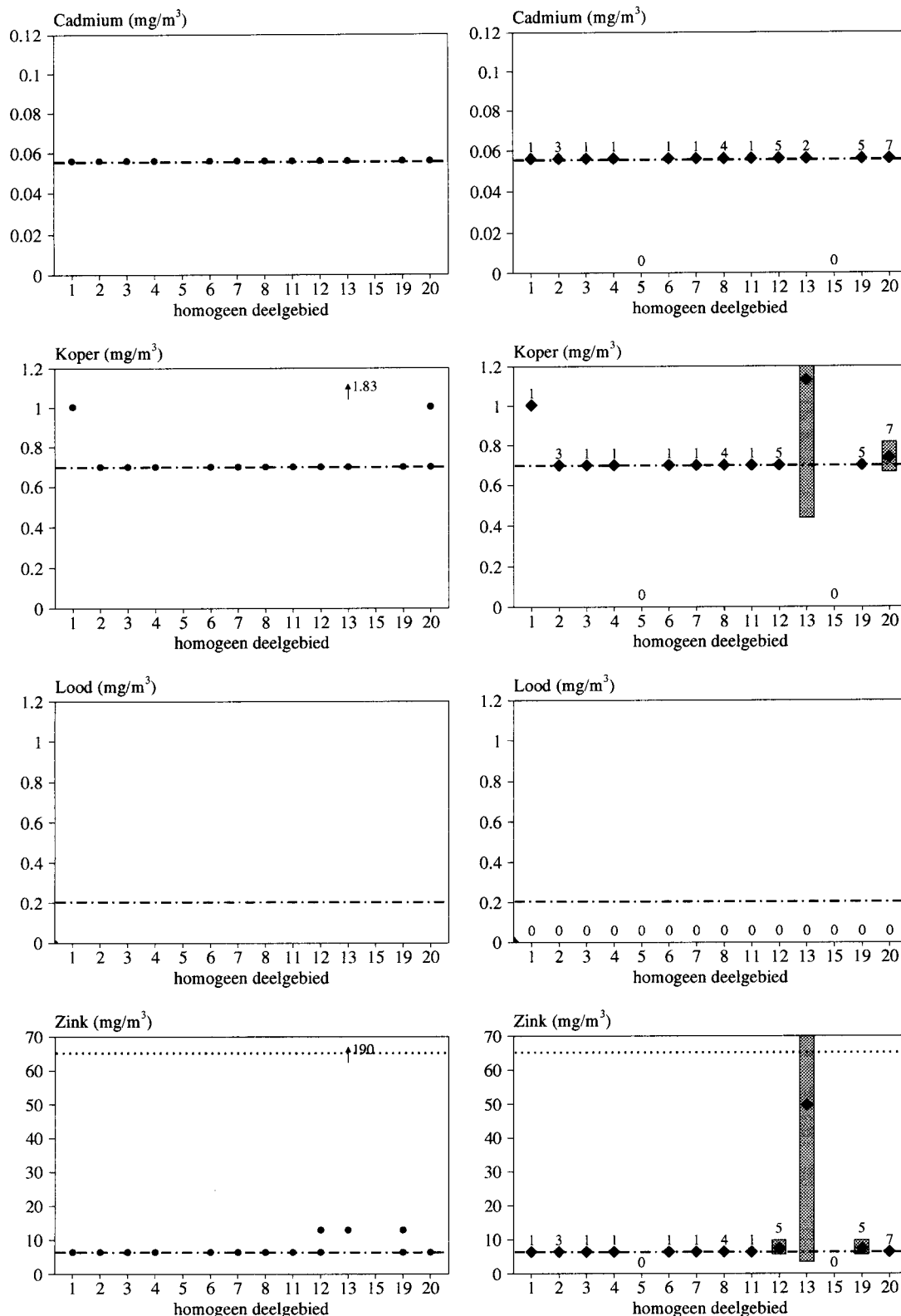


Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 15 tot 30 m-mv. Parameters voor vermisting (kalium, fosfaat, ammonium en nitraat).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|---|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veengrond met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 20 grondwaterbeschermingsgebieden |

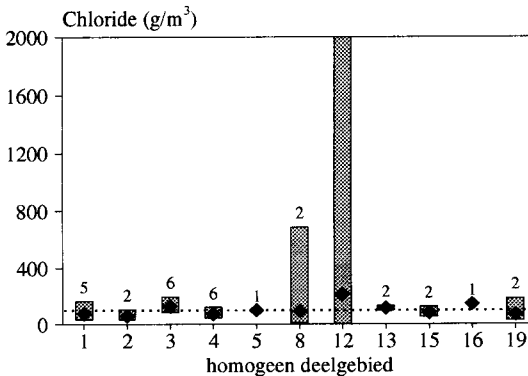
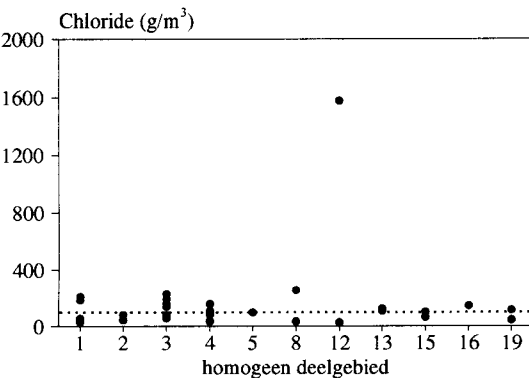
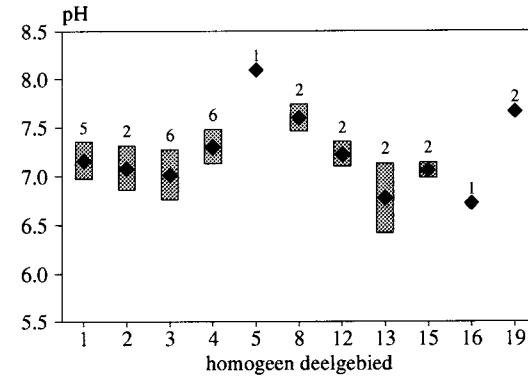
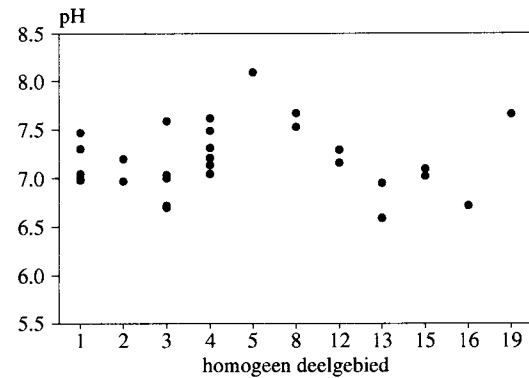
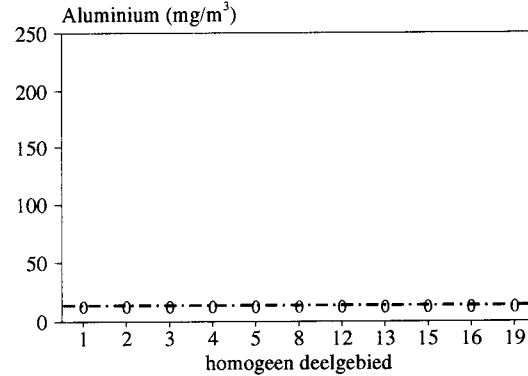
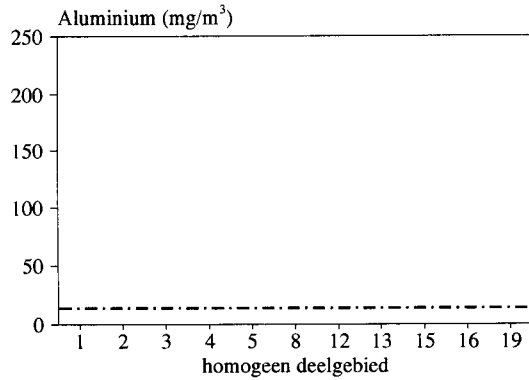
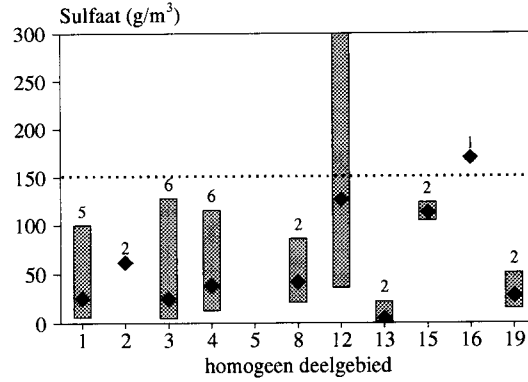
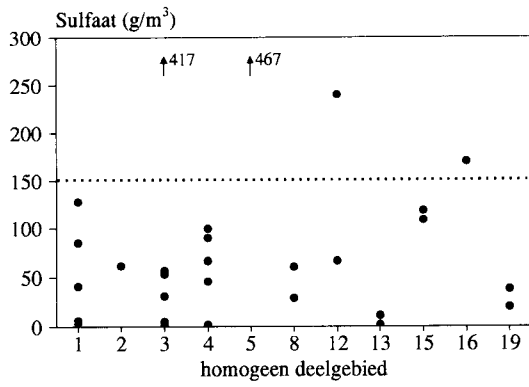


Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 15 tot 30 m-mv. Parameters voor verspreiding (cadmium, koper, lood en zink).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|--|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veen met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 20 grondwaterbeschermingsgebieden |



Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (♦) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1989.

Filterdiepte tot 5 m-mv. Parameters voor verzuring (sulfaat, aluminium, pH) en chloride.

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

Gebiedstypen:

1 stedelijk gebied op zandgrond

2 stedelijk gebied op klei/veengrond

3 overinfiltratie

4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie

5 tuinbouw op zandgrond met kwel

6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie

7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel

8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel

11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie

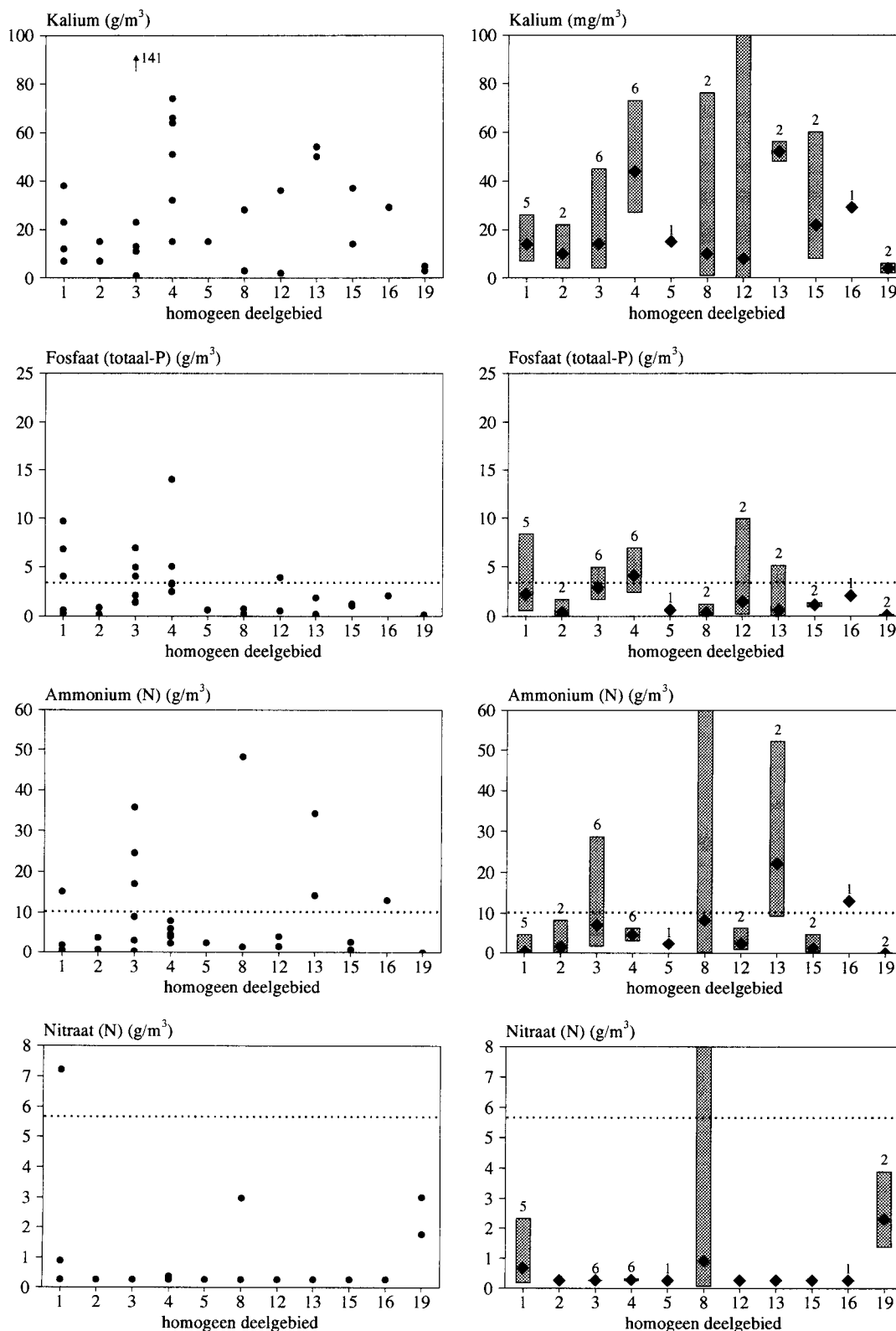
12 veeteelt op klei/veengrond met kwel

13 veeteelt op klei/veen met infiltratie

15 veeteelt op zandgrond met infiltratie

16 natuur op klei/veengrond met kwel

19 natuur op zandgrond met infiltratie

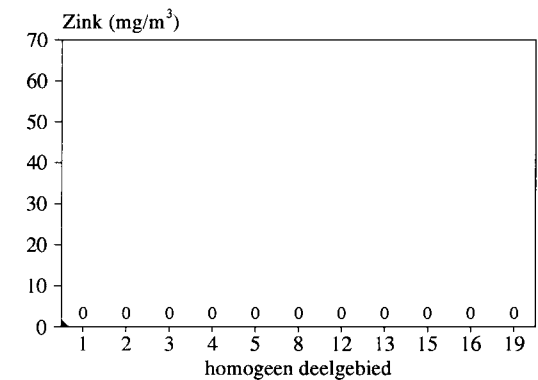
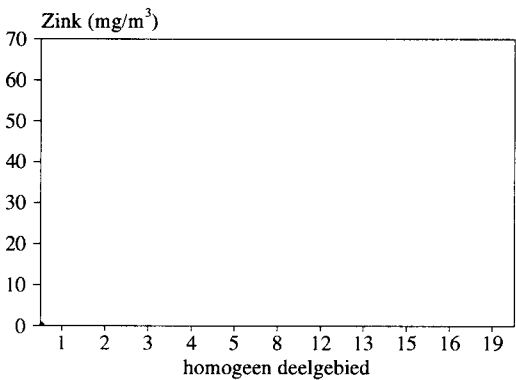
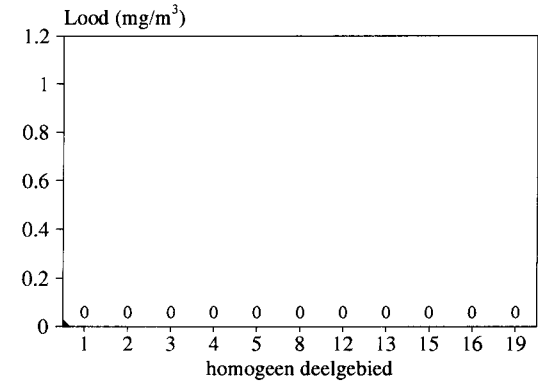
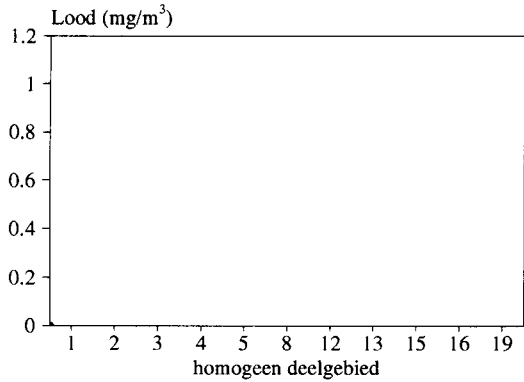
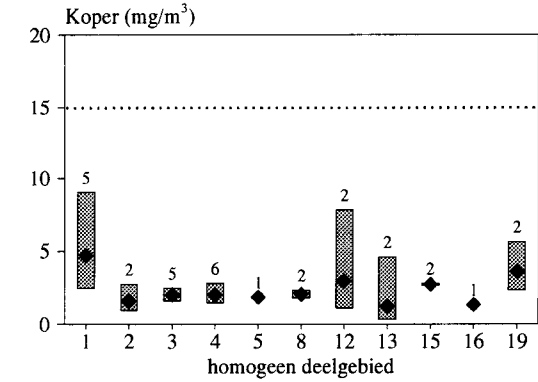
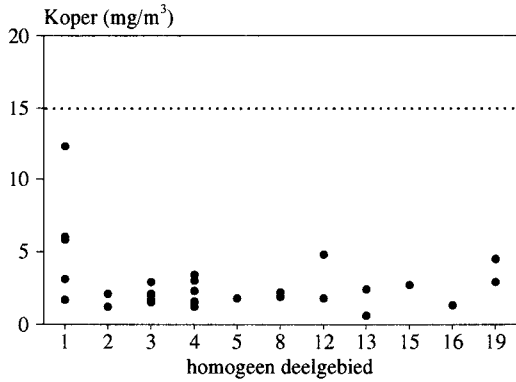
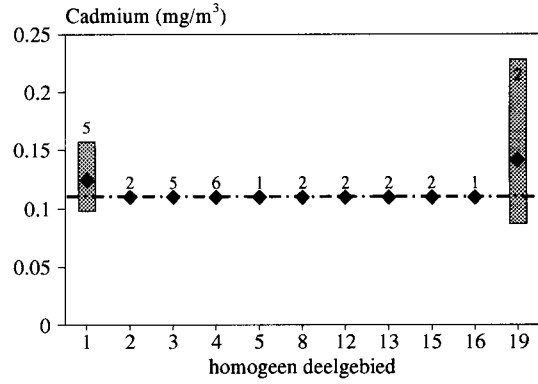
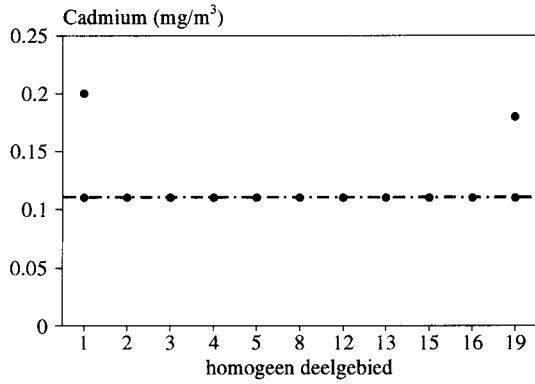


Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1989.

Filterdiepte tot 5 m-mv. Parameters voor vermisting (kalium, fosfaat, ammonium en nitraat).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|--|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veen met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 16 natuur op klei/veengrond met kwel |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |



Bijlage B. Links: concentraties per homogeen deelgebied (hdg). Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per hdg. Monsterjaar 1989.

Filterdiepte tot 5 m-mv. Parameters voor verspreiding (cadmium, koper, lood en zink).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|---|--|--|
| Gebiedstypen: | 5 tuinbouw op zandgrond met kwel | 12 veeteelt op klei/veengrond met kwel |
| 1 stedelijk gebied op zandgrond | 6 tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie | 13 veeteelt op klei/veen met infiltratie |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond | 7 tuinbouw op klei/veengrond met kwel | 15 veeteelt op zandgrond met infiltratie |
| 3 oeverinfiltratie | 8 akkerbouw op klei/veengrond met kwel | 16 natuur op klei/veengrond met kwel |
| 4 tuinbouw op zandgrond met infiltratie | 11 akkerbouw op zandgrond met infiltratie | 19 natuur op zandgrond met infiltratie |

Bijlage C Gemeten concentraties per gebiedsgroep in 1996

In de linker figuur zijn telkens alle waarnemingen weergegeven. Elk bolletje is een meetpunt. Gelijke waarden vallen over elkaar heen. Bij tien metingen gelijk aan de detectielimiet staat er dus maar één bolletje op de detectielimiet. Concentraties die buiten de schaal vallen zijn met een verticaal pijltje in de linker figuur gezet. Naast het pijltje staat de gemeten concentratie. Het aantal meetpunten staat als label in de rechter figuur.

In de rechterfiguur is de mediane concentratie per groep weergegeven, met het bijbehorende betrouwbaarheidsinterval (zie § 3.1). Er zijn minimaal twee verschillende metingen nodig om een betrouwbaarheidsinterval te kunnen berekenen. Boven het betrouwbaarheidsinterval is het aantal metingen per groep in 1996 weergegeven.

In de figuren is tevens de streefwaarde (voor kalium en aluminium de drinkwaternorm) en de detectielimiet weergegeven, voor zover deze binnen de schaal van de figuur vallen. De streefwaarden zijn weergegeven in tabel 3.1, § 3.1.

De figuren zijn gesorteerd op filterdiepte en op de gemeten stoffen.

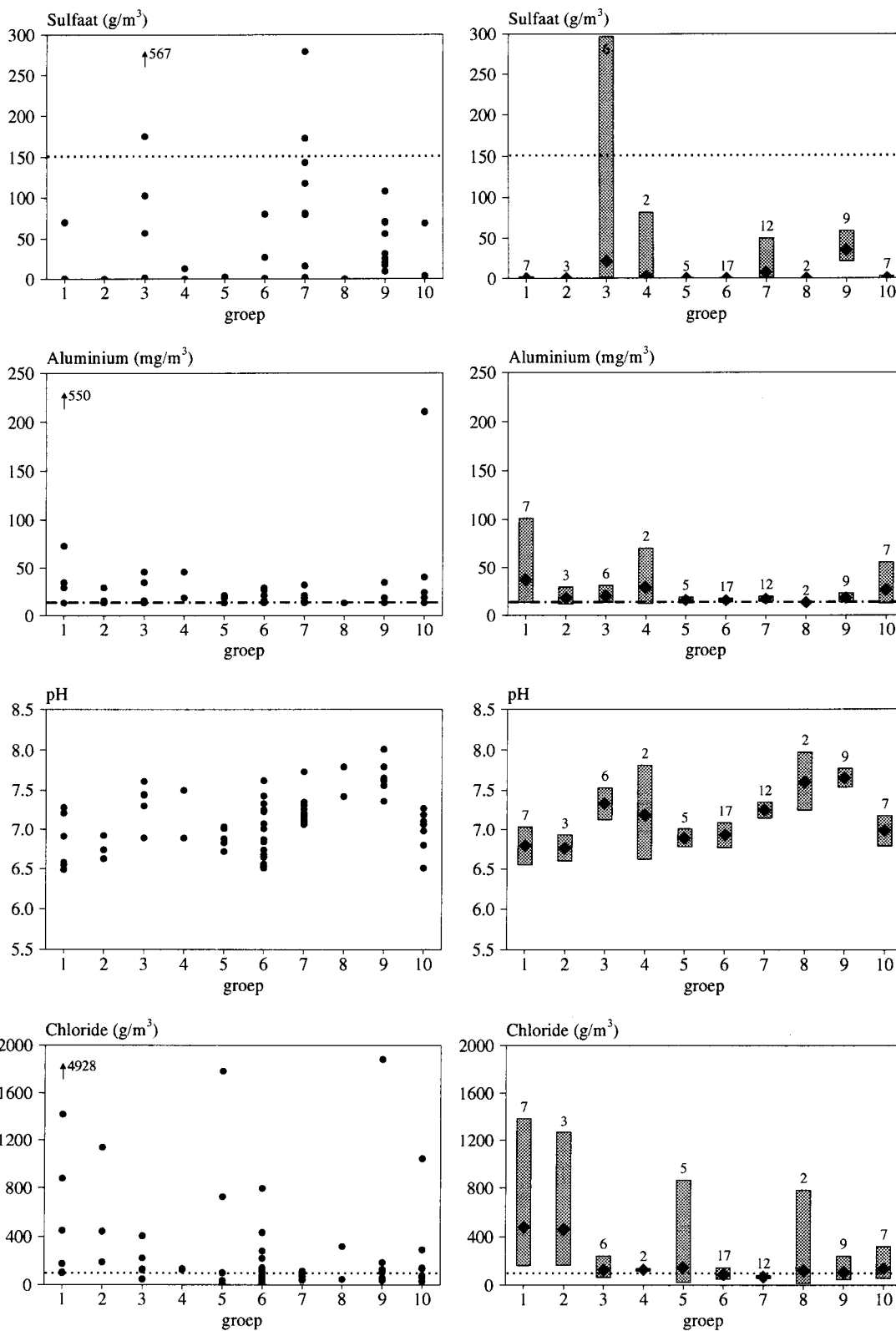
De verschillende dieptes zijn:

- 5 tot 15 m;
- 15 tot 30 m;
- tot 5 m (data van 1989)

De weergegeven stoffen zijn:

- verzuringsparameters: sulfaat (SO_4), aluminium (Al) en de zuurgraad (pH)
- chloride (Cl);
- vermestingsparameters: kalium (K), totaal-fosfaat (PO_4 , totaal-P of Ptot), ammonium (NH_3) en nitraat (NO_3);
- verspreidingsparameters: cadmium (Cd), koper (Cu), lood (Pb) en zink (Zn).

Bijlage C omvat 10 pagina's, inclusief dit voorblad.

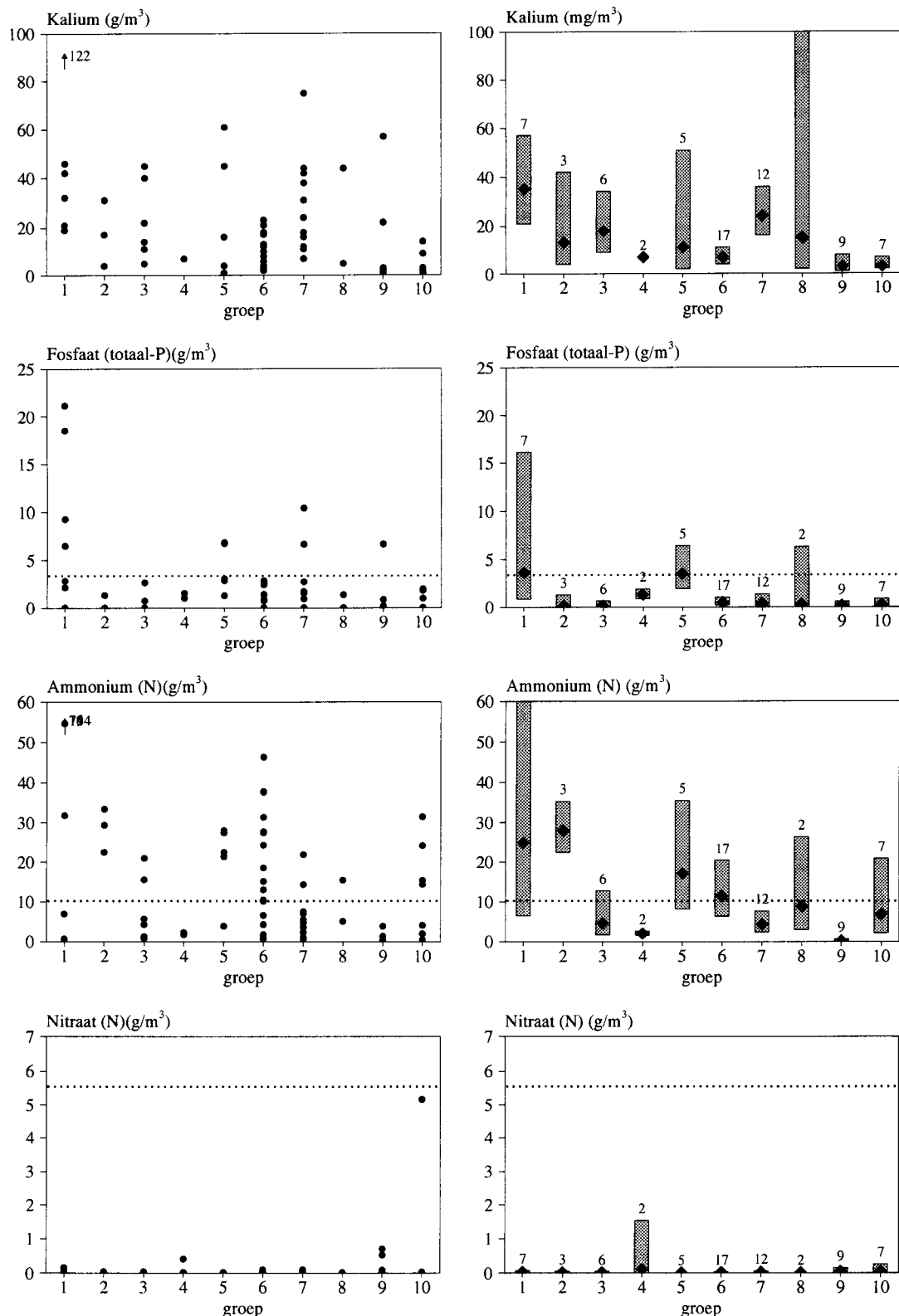


Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. Parameters voor verzuring (sulfaat, aluminium, pH) en chloride.

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- Groepen:
- | | |
|--|---|
| 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 6 landbouw op klei/veengrond met kwel |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond met kwel | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 oeverinfiltratie |

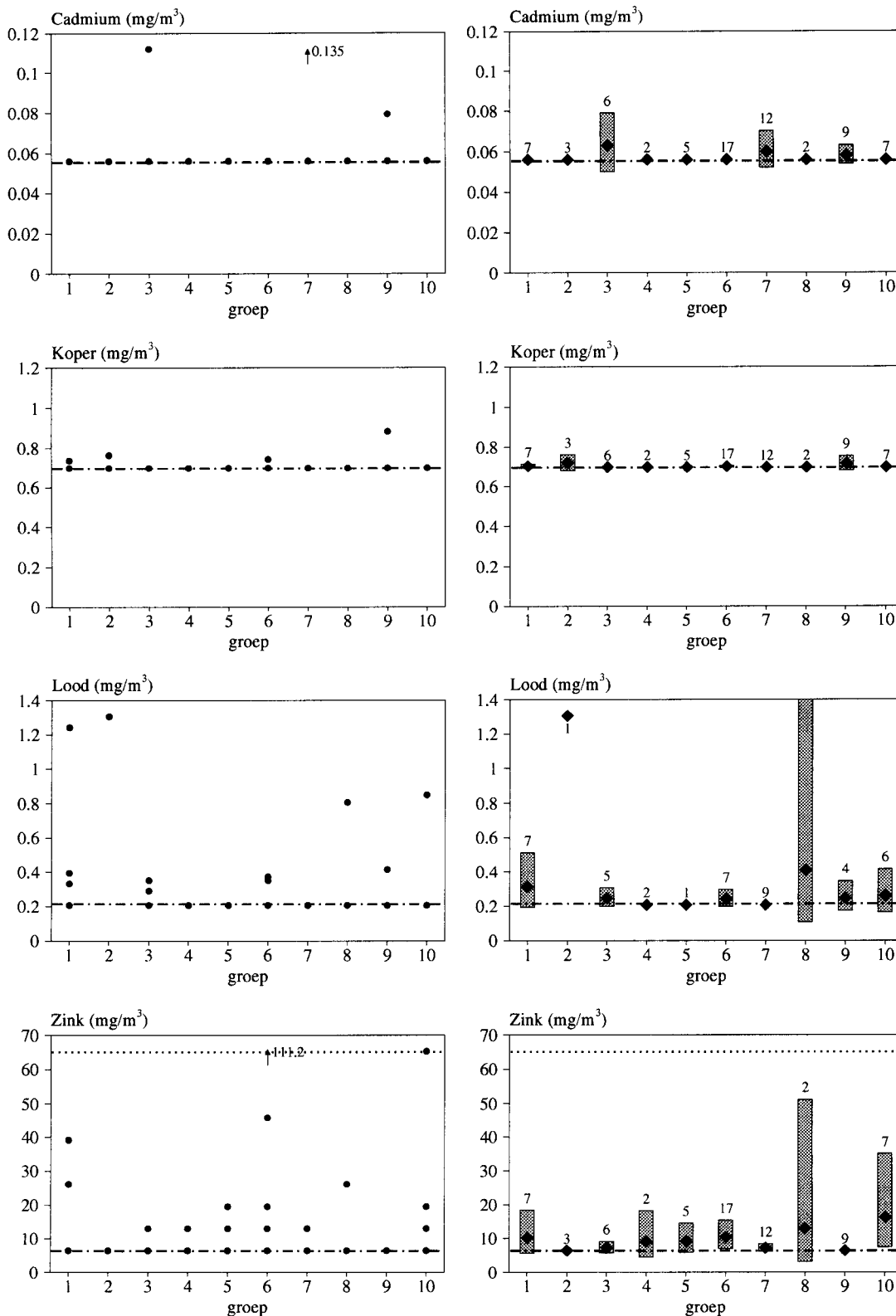


Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. Parameters voor vermessing (kalium, fosfaat, ammonium en nitraat).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- Groepen:
- | | |
|--|---|
| 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 6 landbouw op klei/veengrond met kwel |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond met kwel | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 oeverinfiltratie |

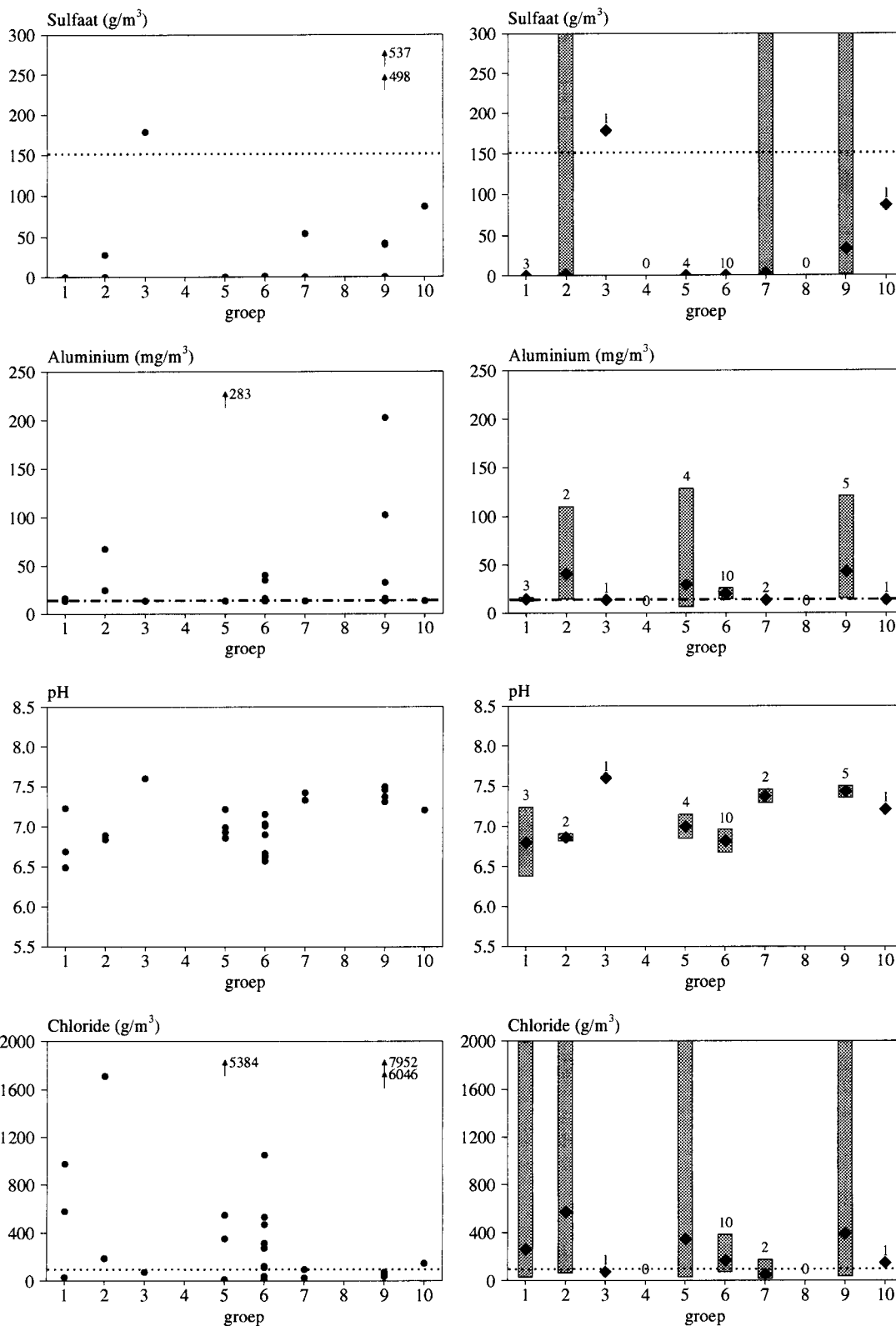


Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. Parameters voor verspreiding (cadmium, koper, lood en zink).

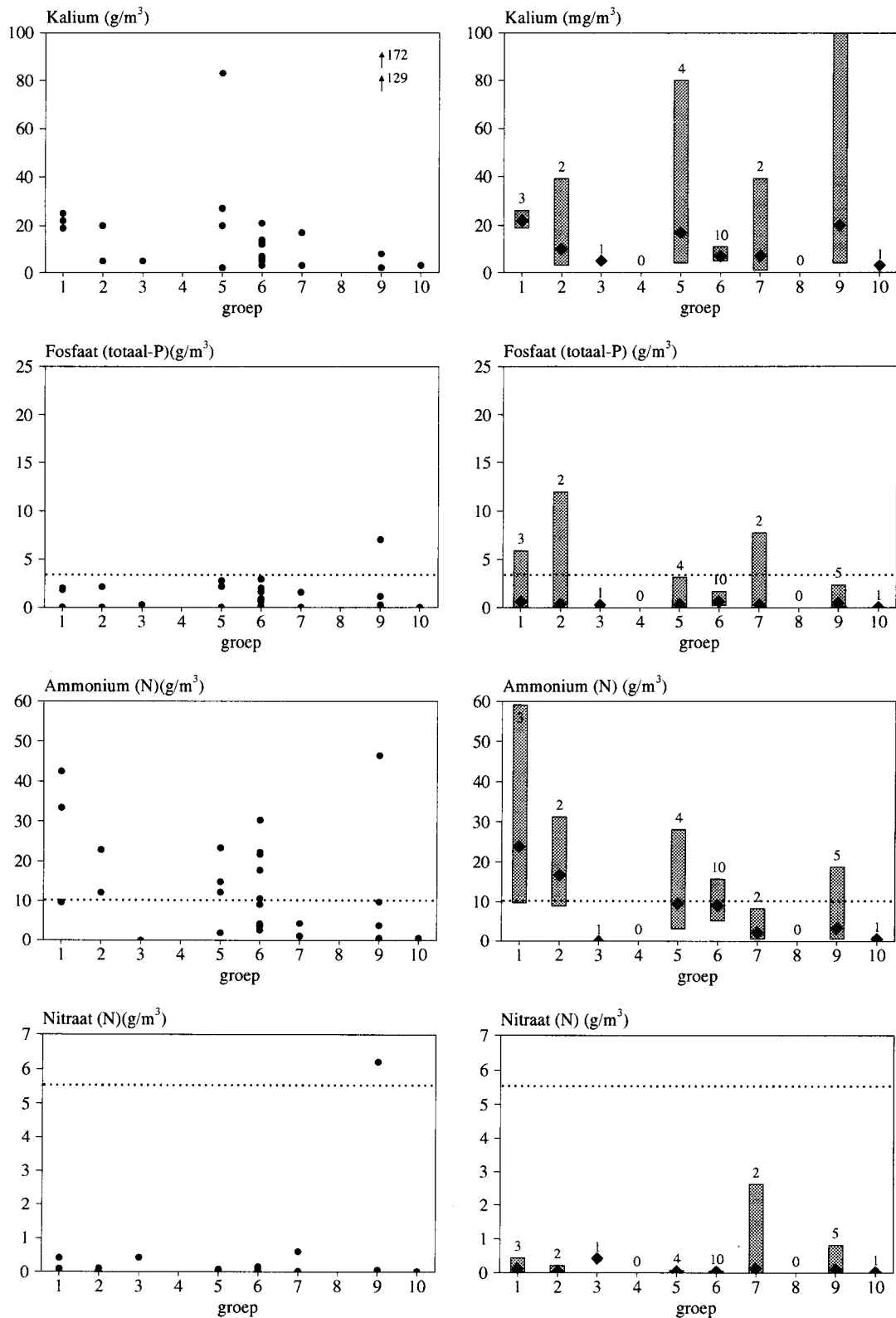
— · — · — = detectielimiet ; ········· = streefwaarde.

- | | | |
|----------|--|---|
| Groepen: | 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 6 landbouw op klei/veengrond met kwel |
| | 2 stedelijk gebied op klei/veengrond met kwel | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| | 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| | 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| | 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 oeverinfiltratie |



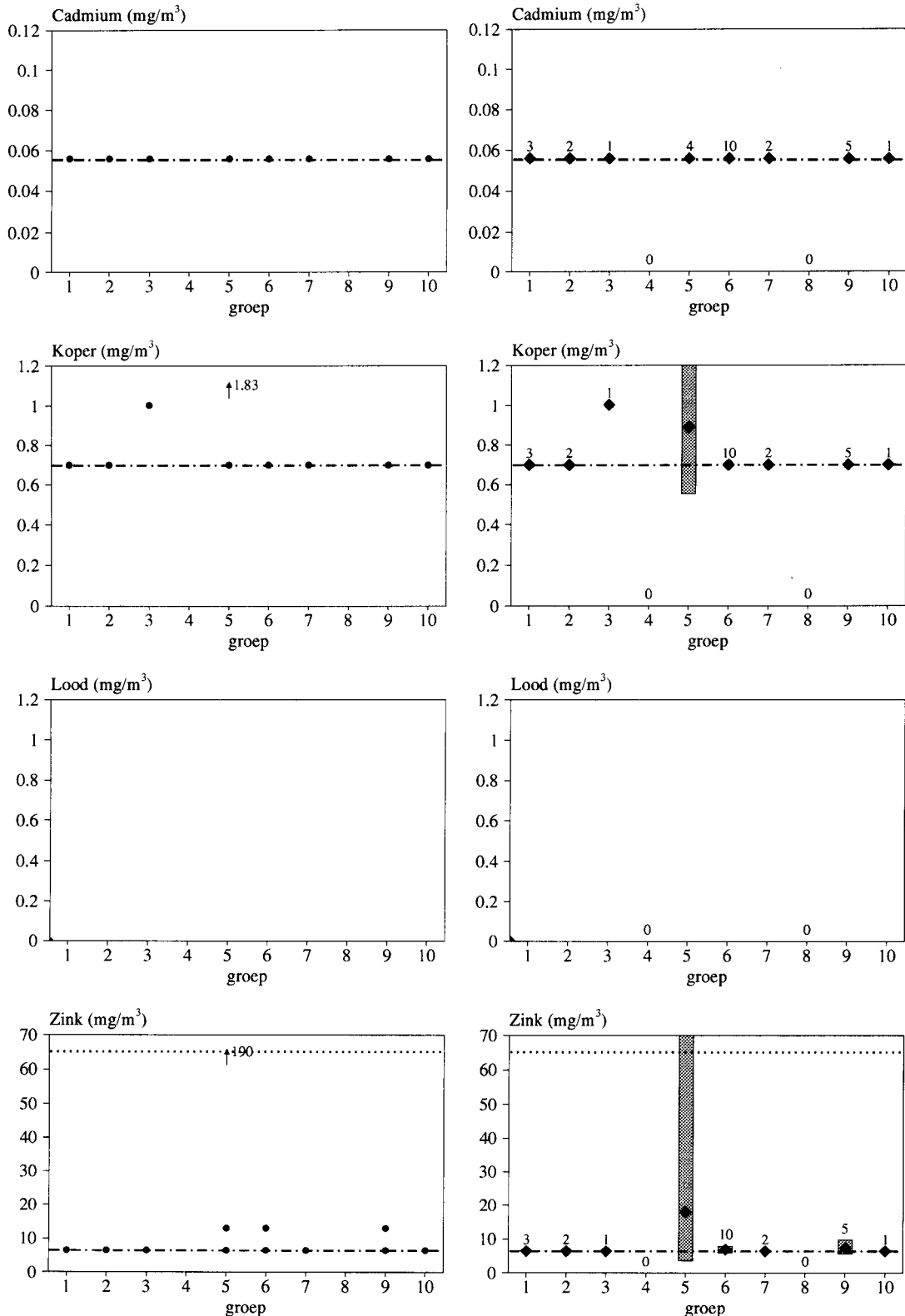
Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1996. Filterdiepte 15 tot 30 m-mv. Parameters voor verzuring (sulfaat, aluminium, pH) en chloride.
 - - - - - = detectielimiet ; = streefwaarde.

- Groepen:
- | | |
|--|---|
| 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 6 landbouw op klei/veengrond met kwel |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond met kwel | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 oeverinfiltratie |



Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1996. Filterdiepte 15 tot 30 m-mv. Parameters voor vermist (kalium, fosfaat, ammonium en nitraat).
 -.-.-.- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- Groepen:
- | | |
|--|---|
| 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 6 landbouw op klei/veengrond met kwel |
| 2 stedelijk gebied op klei/veengrond met kwel | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 oeverinfiltratie |

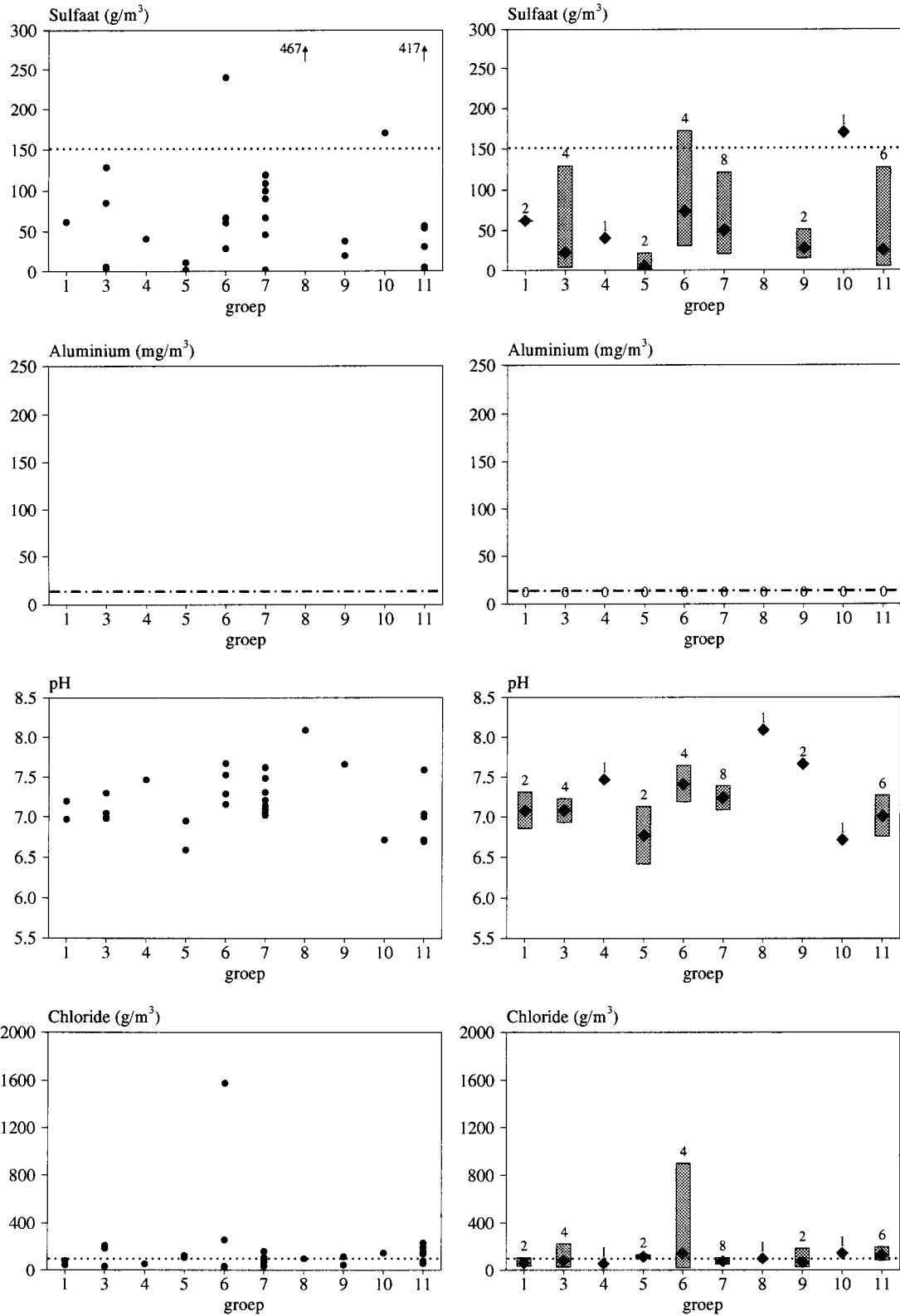


Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1996.

Filterdiepte 15 tot 30 m-mv. Parameters voor verspreiding (cadmium, koper, lood en zink).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|----------|--|---|
| Groepen: | 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 6 landbouw op klei/veengrond met kwel |
| | 2 stedelijk gebied op klei/veengrond met kwel | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| | 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| | 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| | 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 oeverinfiltratie |

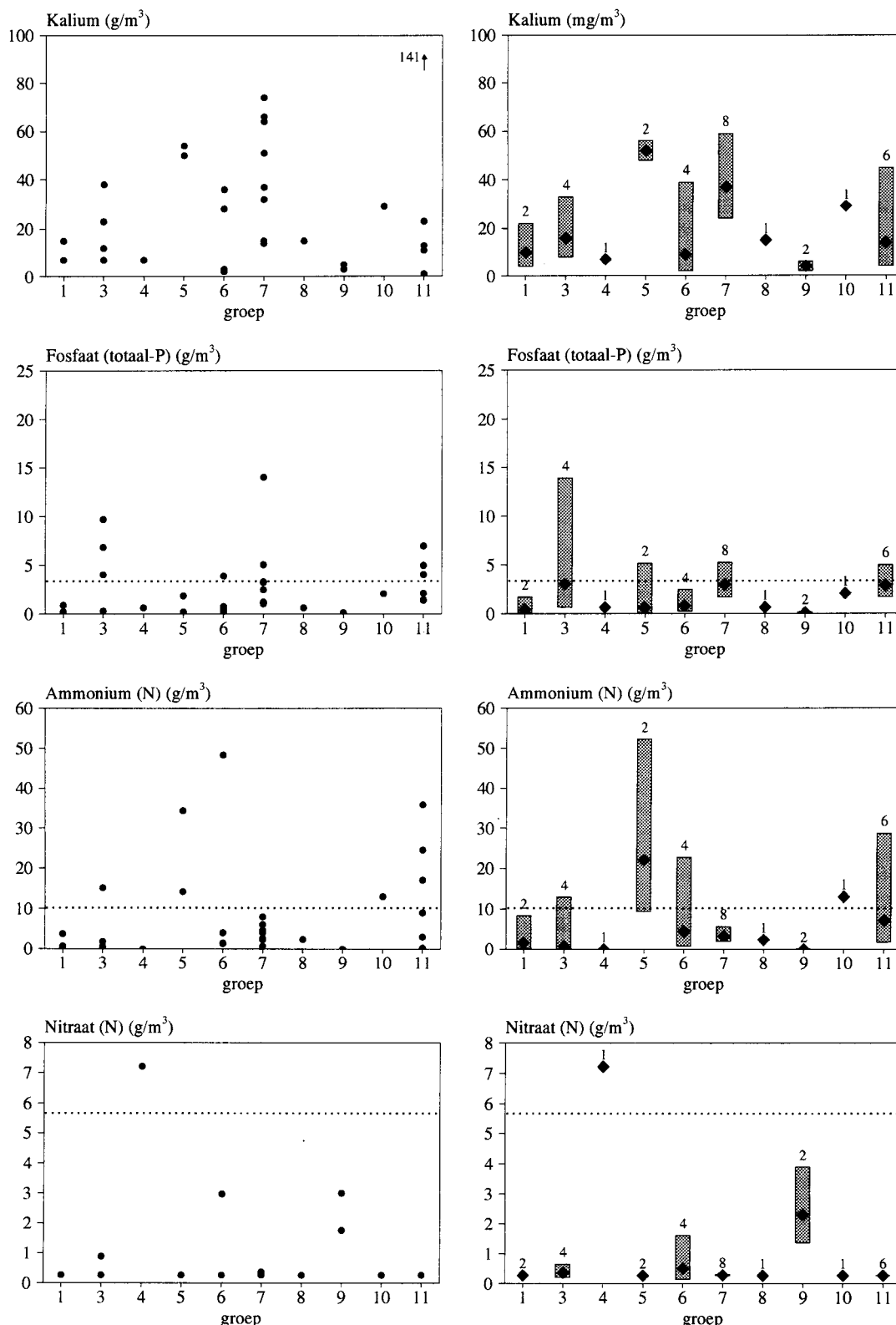


Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1989.

Filterdiepte tot 5 m-mv. Parameters voor verzuring (sulfaat, aluminium, pH) en chloride.

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- Groepen:
- | | |
|--|---|
| 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 natuur op klei/veengrond met kwel |
| 6 landbouw op klei/veengrond met kwel | 11 oeverinfiltratie |

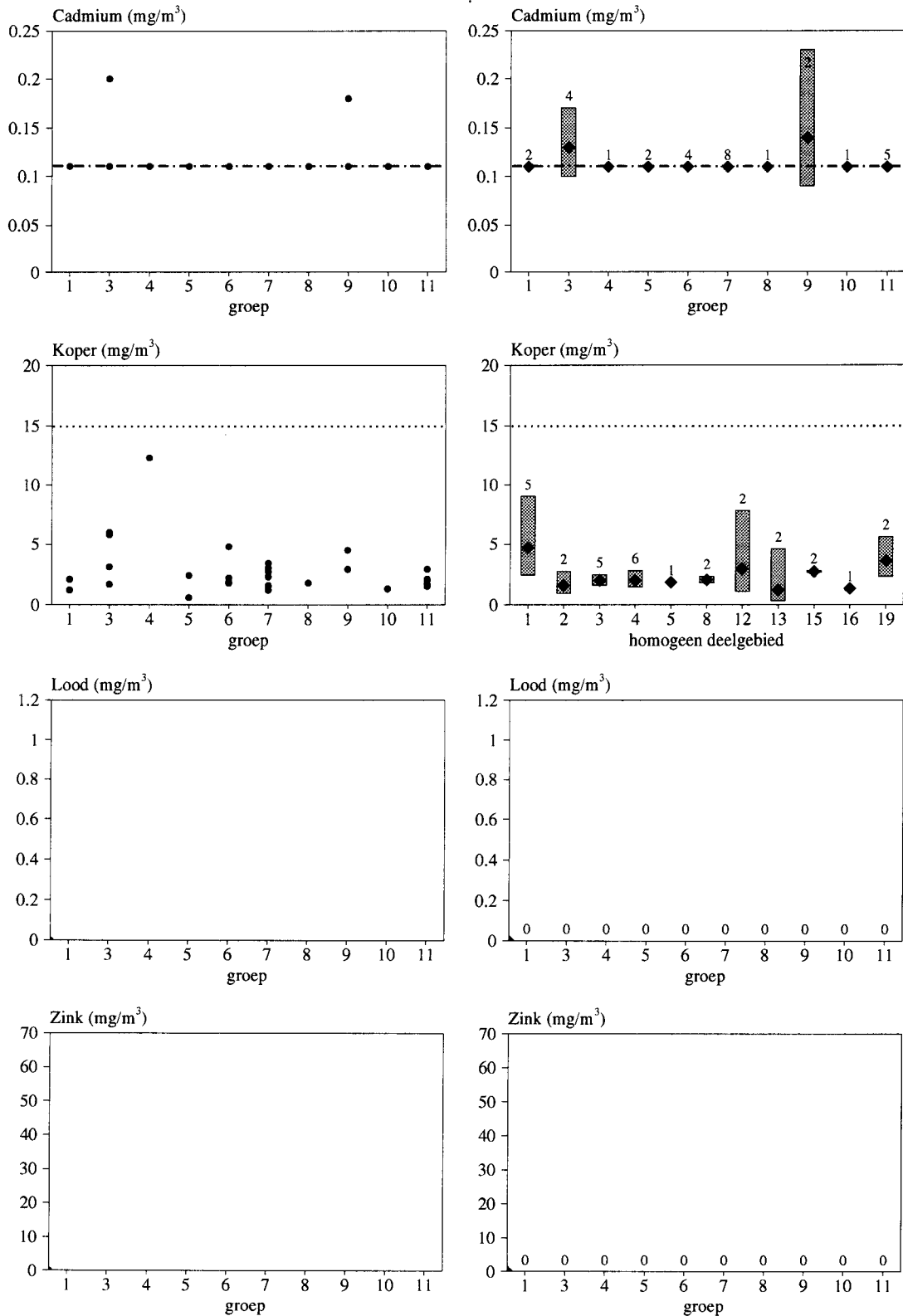


Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1989.

Filterdiepte tot 5 m-mv. Parameters voor vermessing (kalium, fosfaat, ammonium en nitraat).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- Groepen:
- | | | | |
|---|--|----|---------------------------------------|
| 1 | stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 7 | landbouw op zandgrond met infiltratie |
| 3 | stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 | landbouw op zandgrond met kwel |
| 4 | stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 | natuur op zandgrond met infiltratie |
| 5 | landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 | natuur op klei/veengrond met kwel |
| 6 | landbouw op klei/veengrond met kwel | 11 | oeverinfiltratie |



Bijlage C. Links: concentraties per groep. Rechts: mediane concentratie (◆) met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval en het aantal waarnemingen per groep. Monsterjaar 1989.

Filterdiepte tot 5 m-mv. Parameters voor verspreiding (cadmium, koper, lood en zink).

----- = detectielimiet ; = streefwaarde.

- | | | |
|----------|--|---|
| Groepen: | 1 stedelijk gebied op klei/veengrond met infiltratie | 7 landbouw op zandgrond met infiltratie |
| | 3 stedelijk gebied op zandgrond met infiltratie | 8 landbouw op zandgrond met kwel |
| | 4 stedelijk gebied op zandgrond met kwel | 9 natuur op zandgrond met infiltratie |
| | 5 landbouw op klei/veengrond met infiltratie | 10 natuur op klei/veengrond met kwel |
| | 6 landbouw op klei/veengrond met kwel | 11 oeverinfiltratie |

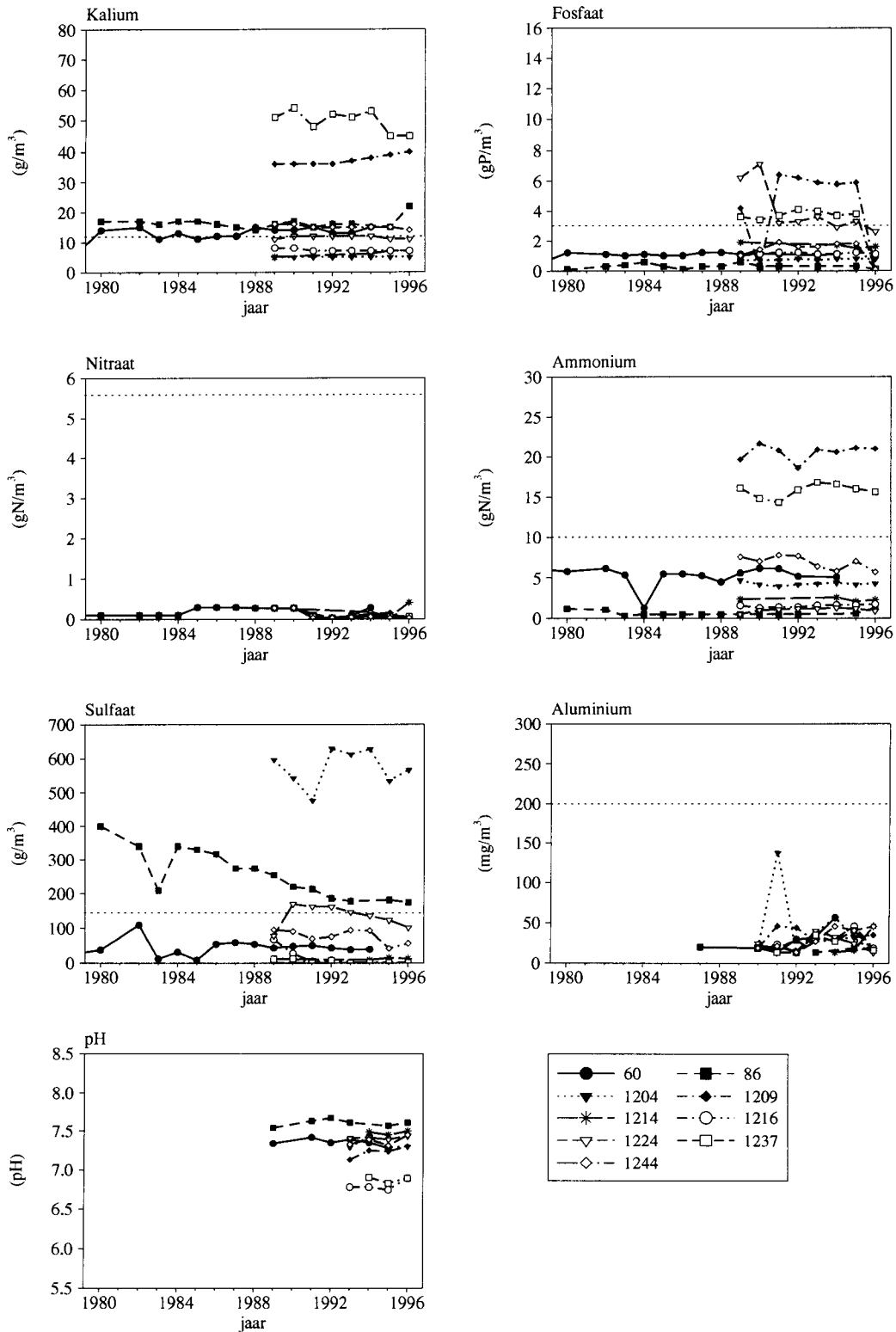
**Bijlage D Gemeten concentraties over de periode 1980 - 1996 per homogeen
deelgebied**

Elke combinatie van markertype en lijntype geeft een meetpunt weer, zoals verklaard in de legenda. Per bladzijde is één legenda opgenomen, die betrekking heeft op de hele bladzijde. De meeste meetpunten uit het PMG (putnummers > 1000) zijn vanaf 1989 bemonsterd. Zware metalen (cadmium, koper, lood en zink) zijn sinds 1990 geanalyseerd en de pH is in de meeste gevallen sinds 1993 gemeten.

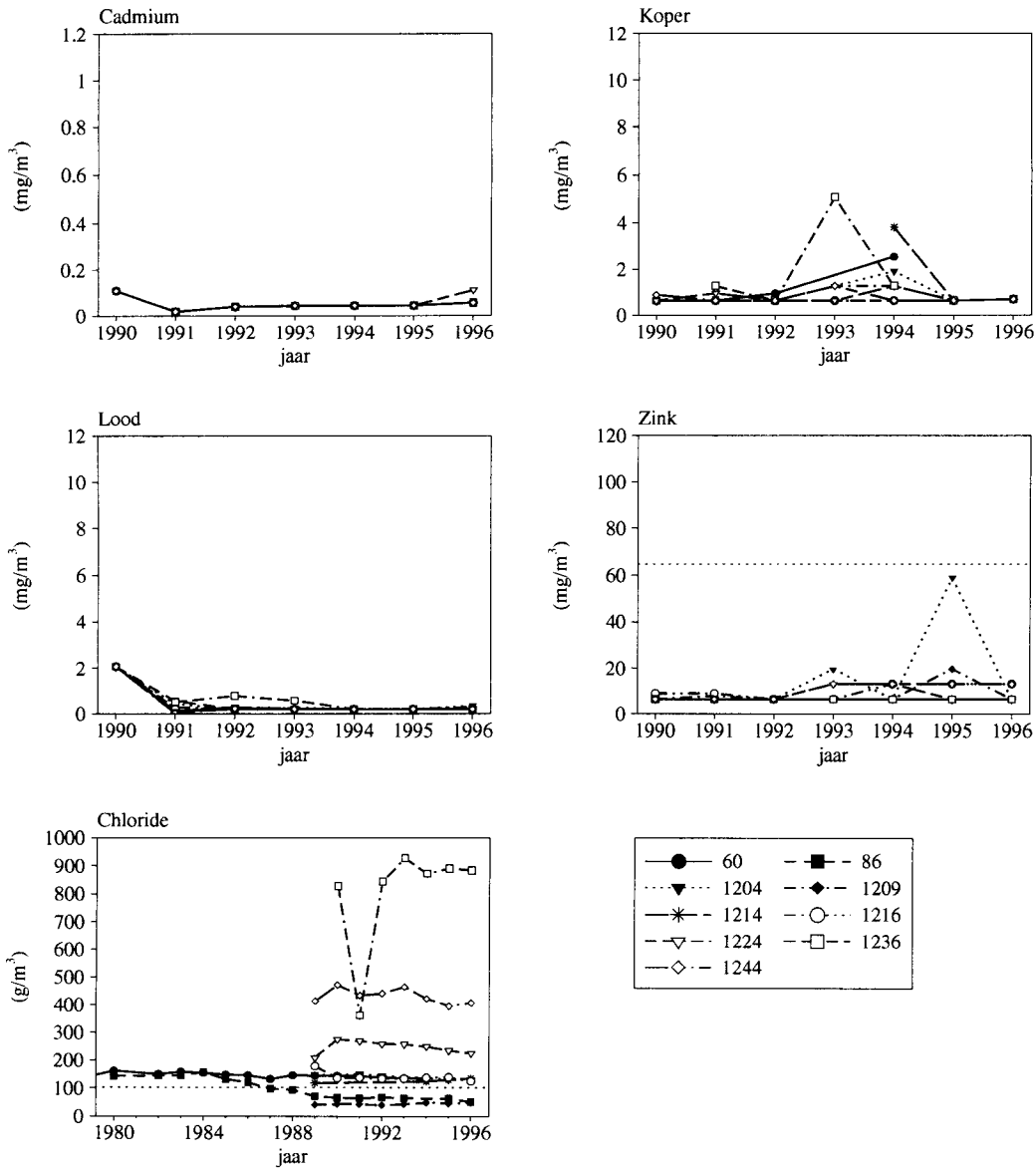
In de figuren is tevens de streefwaarde weergegeven, voor zover deze binnen de schaal valt. De streefwaarden zijn weergegeven in tabel 3.1, § 3.1.

Overigens wordt in deze bijlage volstaan met de weergave van de concentraties in de putfilters tussen 5 en 15 meter diepte. Het concentratieverloop in de putfilters tussen 15 en 30 meter diepte wordt hier niet weergegeven, vanwege het grote aantal pagina's dat hiermee gemoeid is en de geringe veranderingen die op deze diepte verwacht worden.

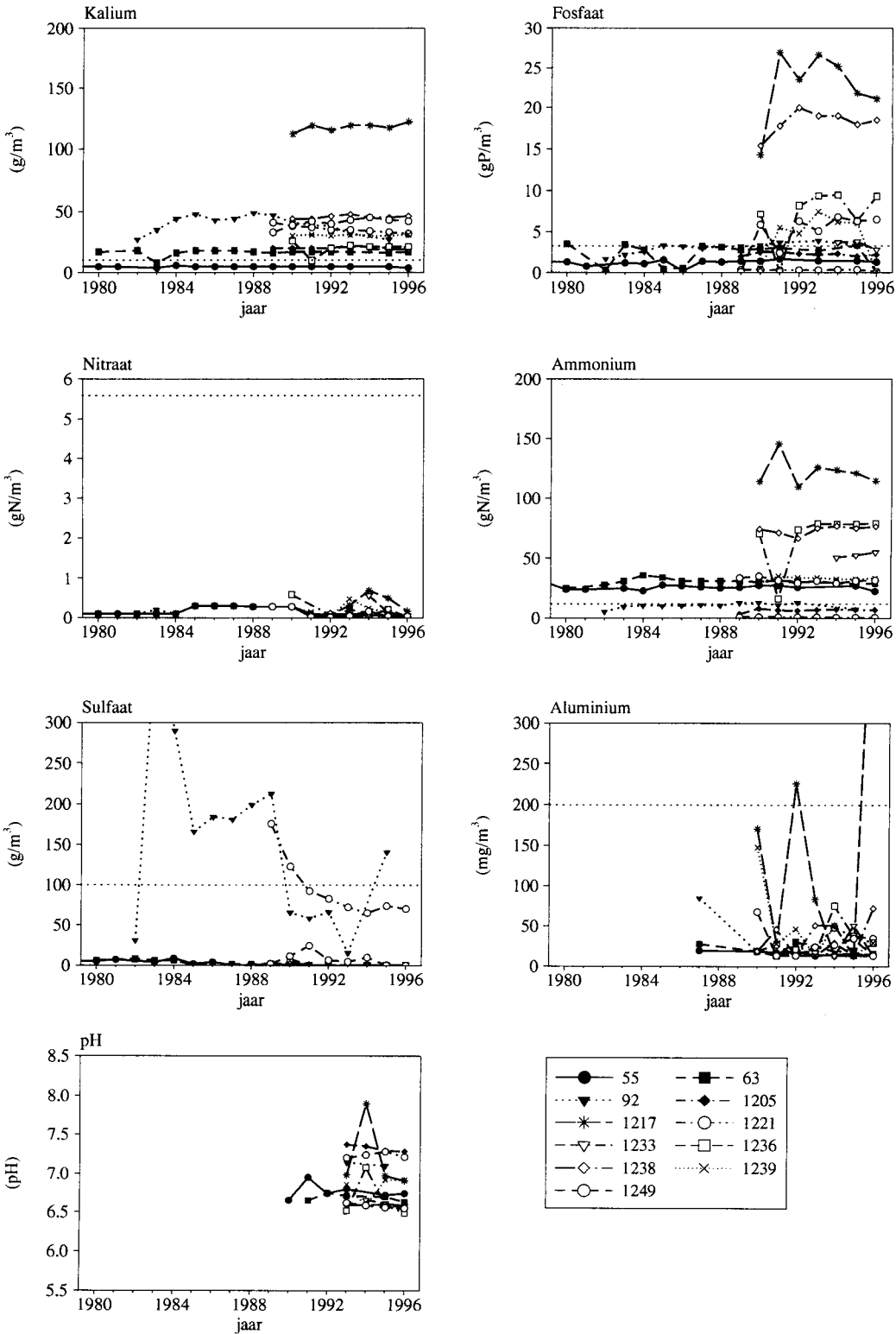
Bijlage D omvat 29 pagina's, inclusief dit voorblad.



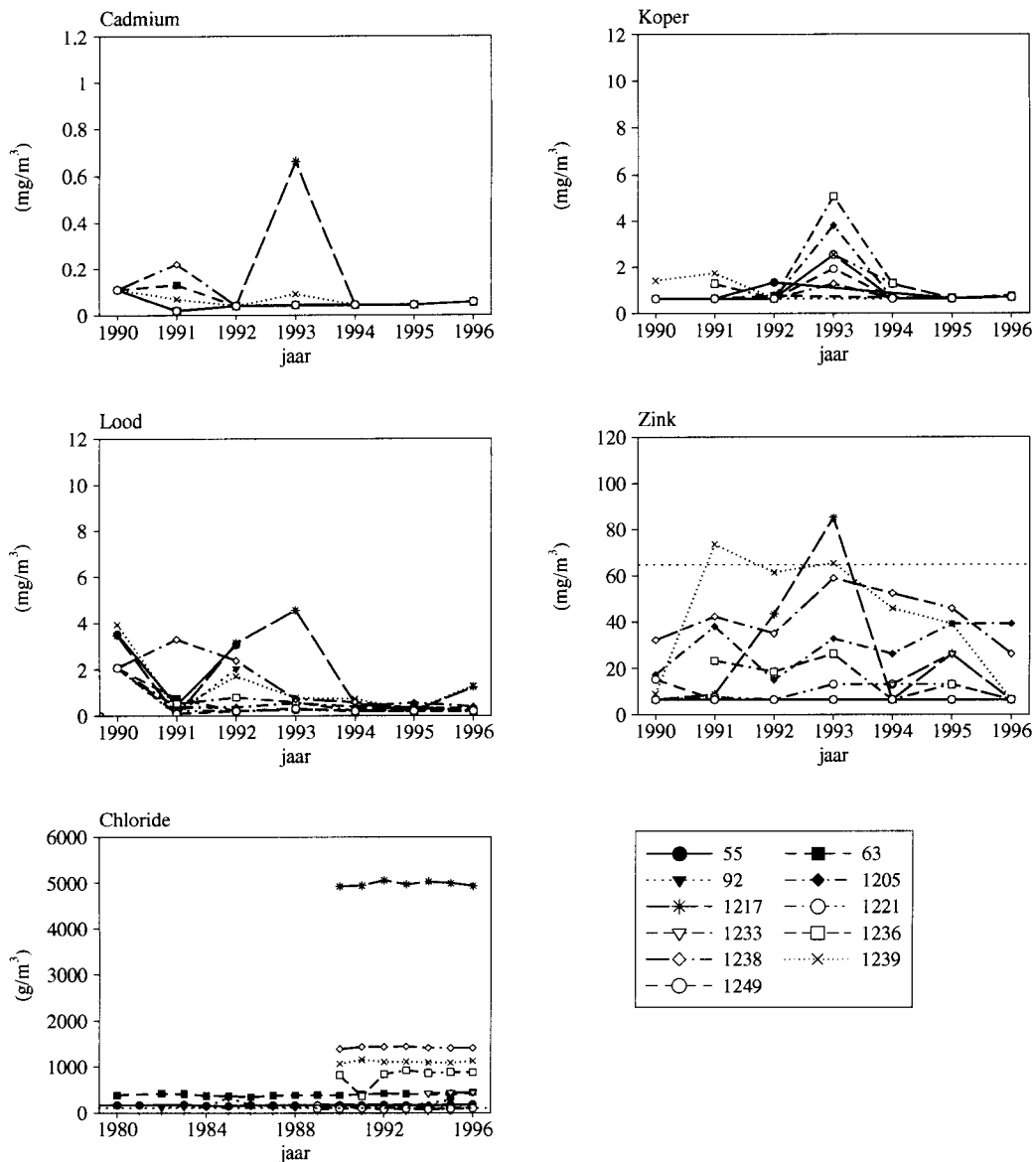
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 1 (stedelijk/industriegebied op zandgrond) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 1.
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



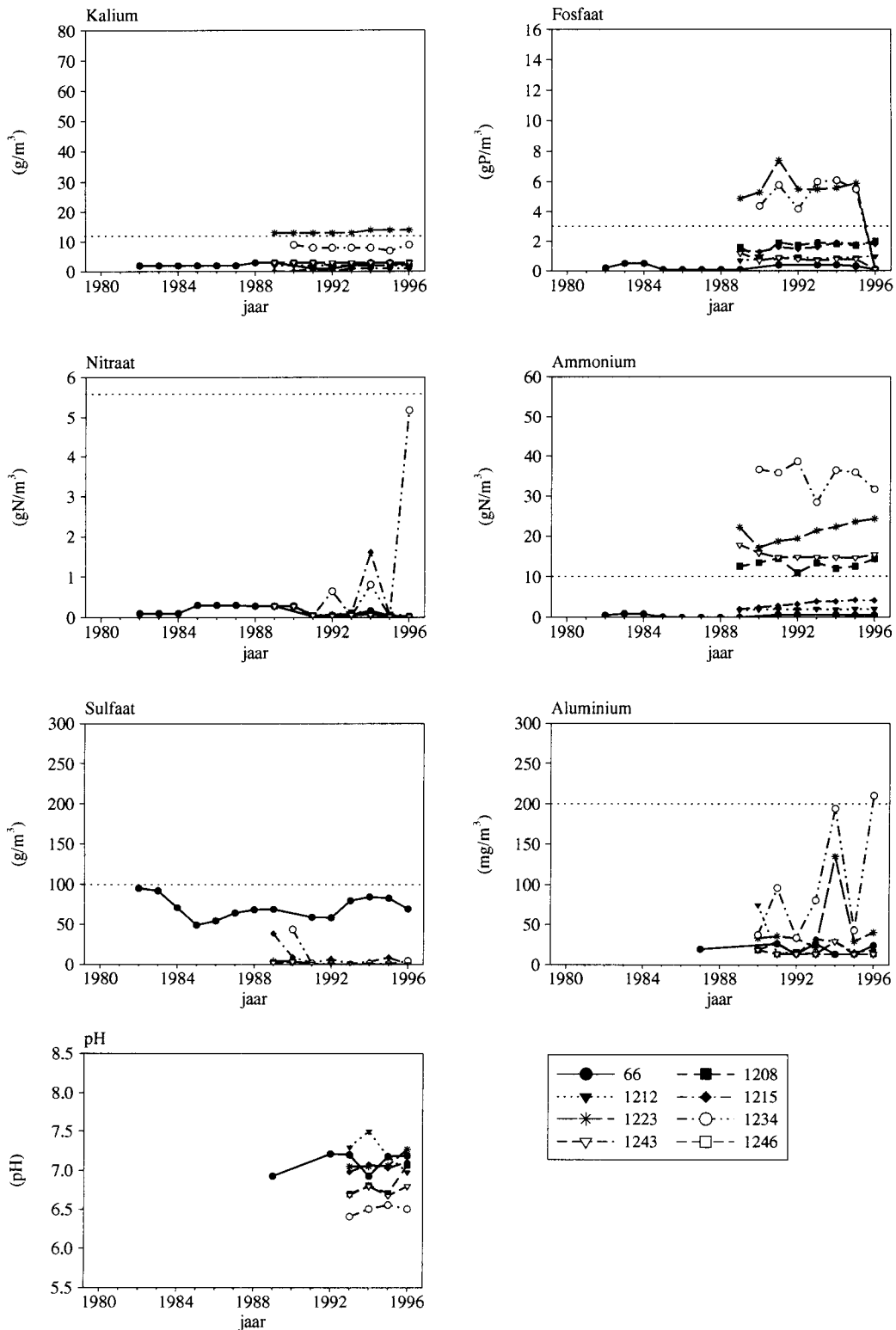
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 1 (stedelijk/industrialgebied op zandgrond) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 1. = streefwaarde.



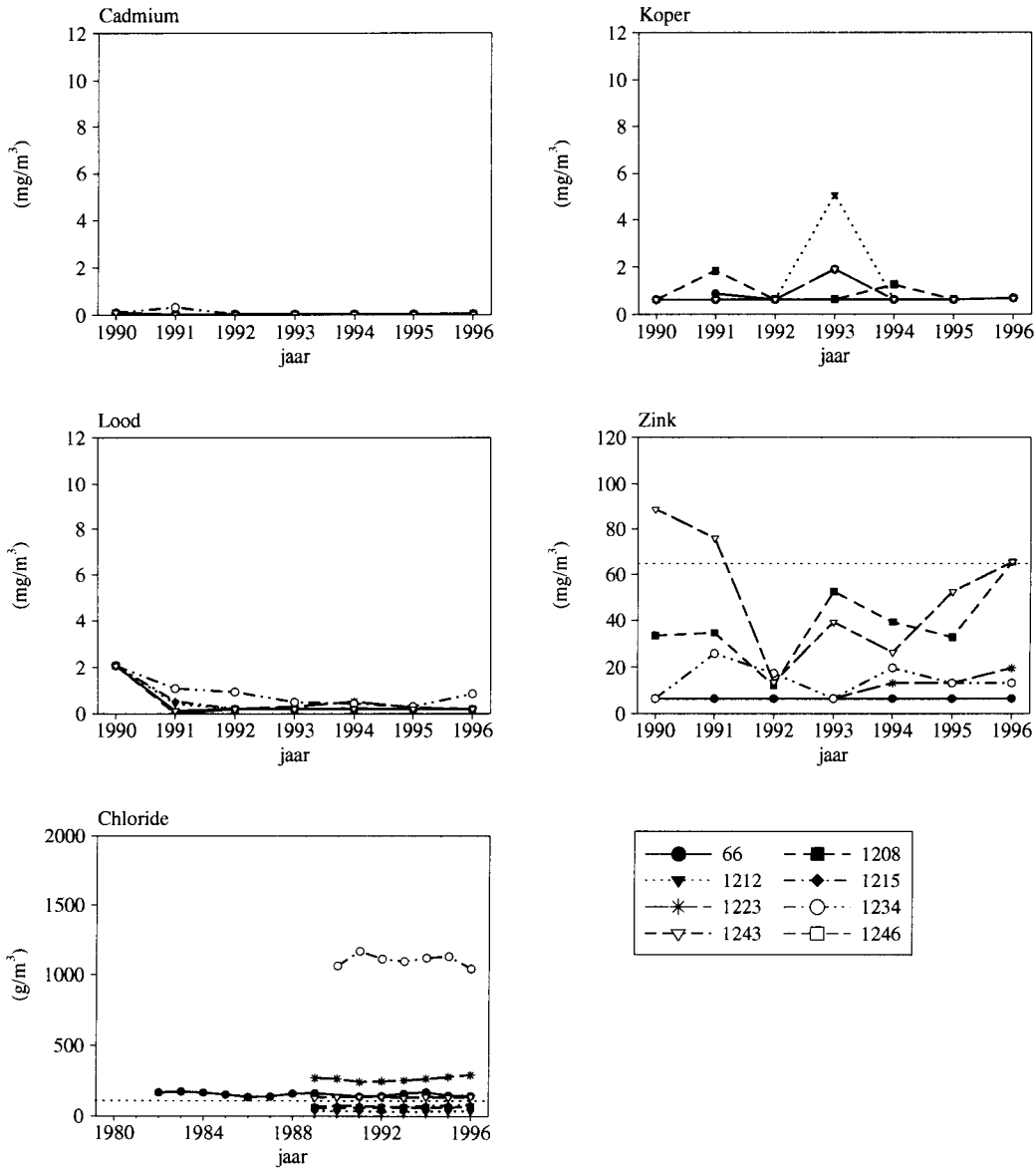
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 2 (stedelijk/industrialgebied op klei/veengrond) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 2. = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



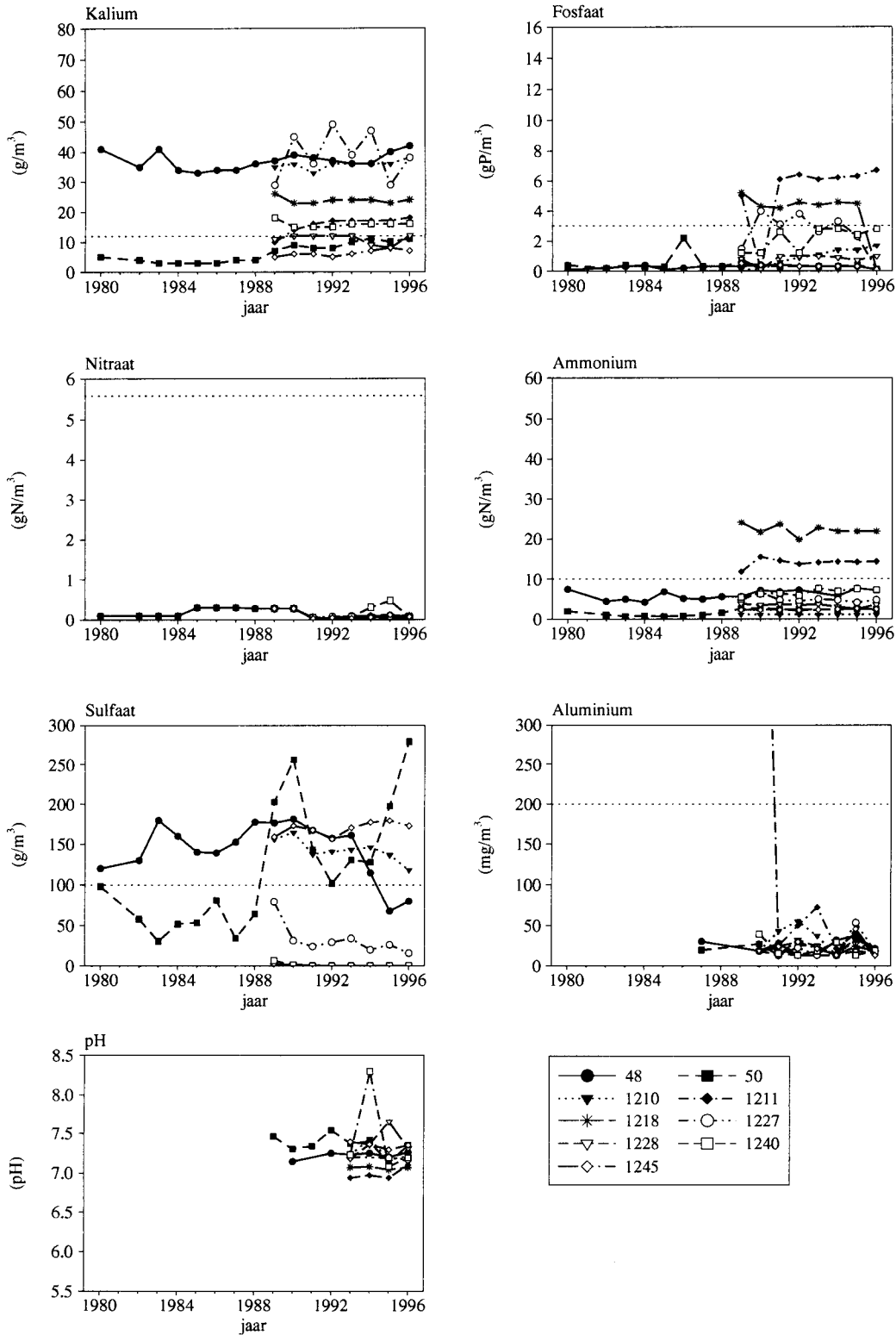
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 2 (stedelijk/industrialgebied op klei/veengrond) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 2. = streefwaarde.



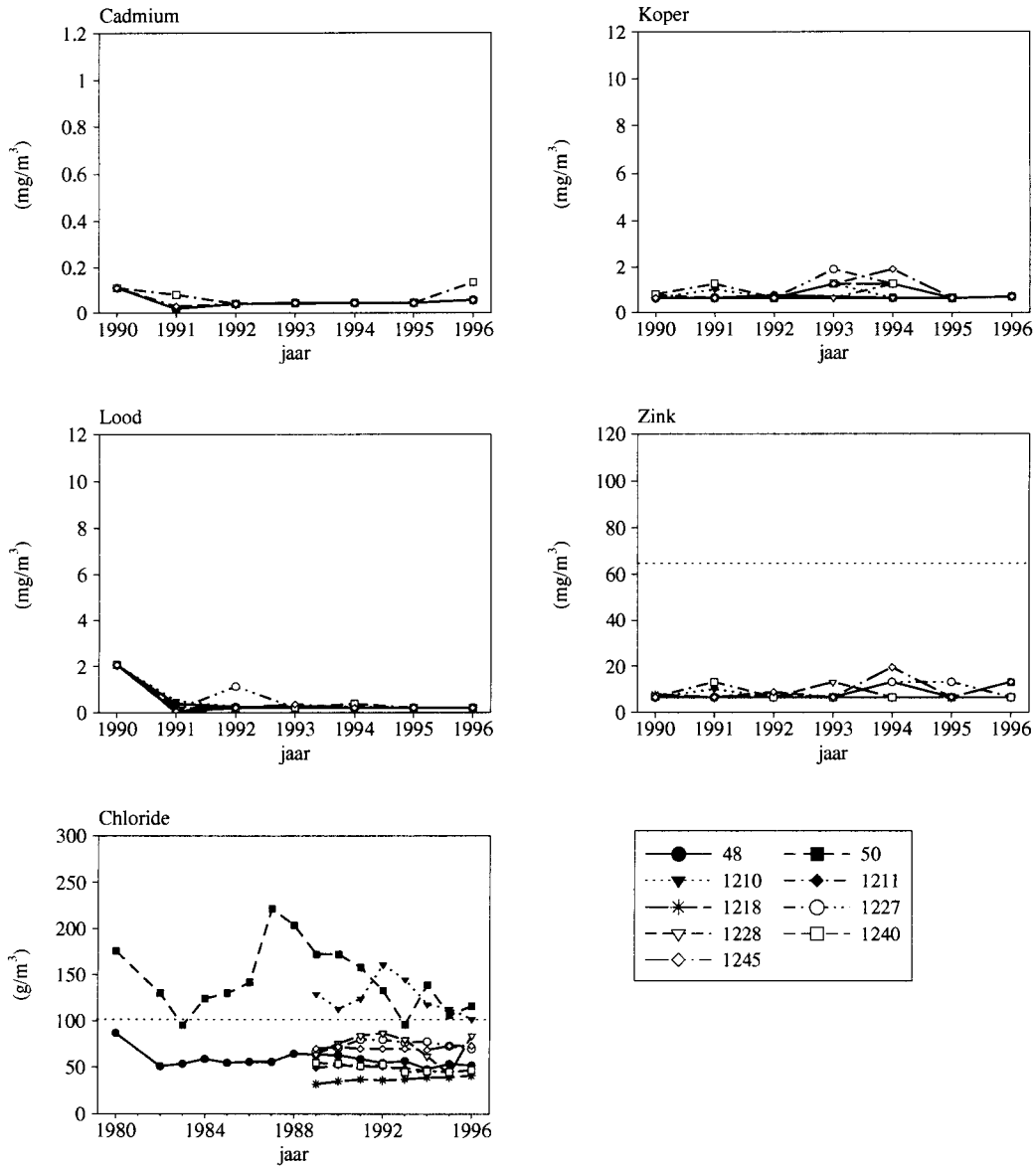
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 3 (oeverinfiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 3.
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



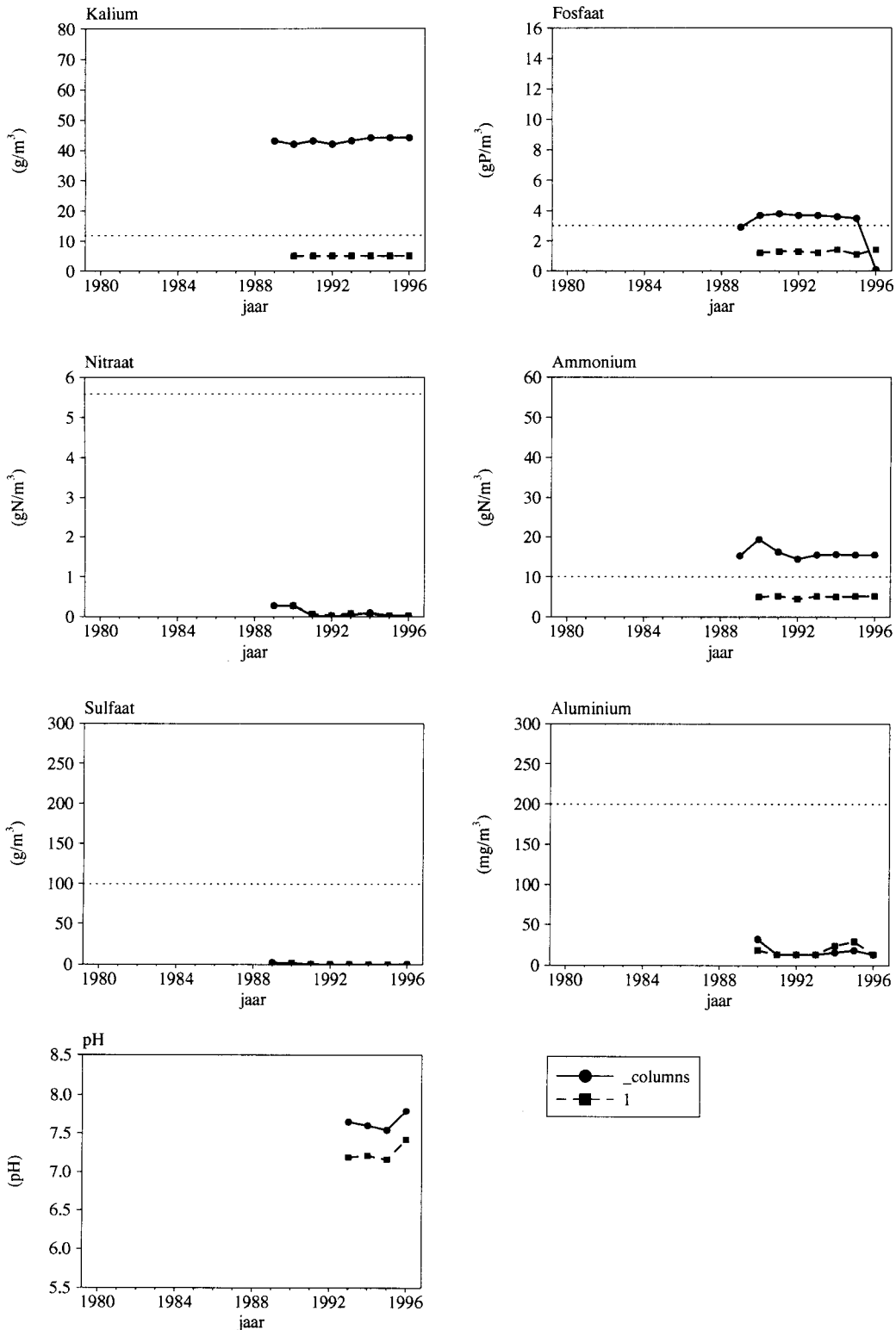
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 3 (oeverinfiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 3. = streefwaarde.



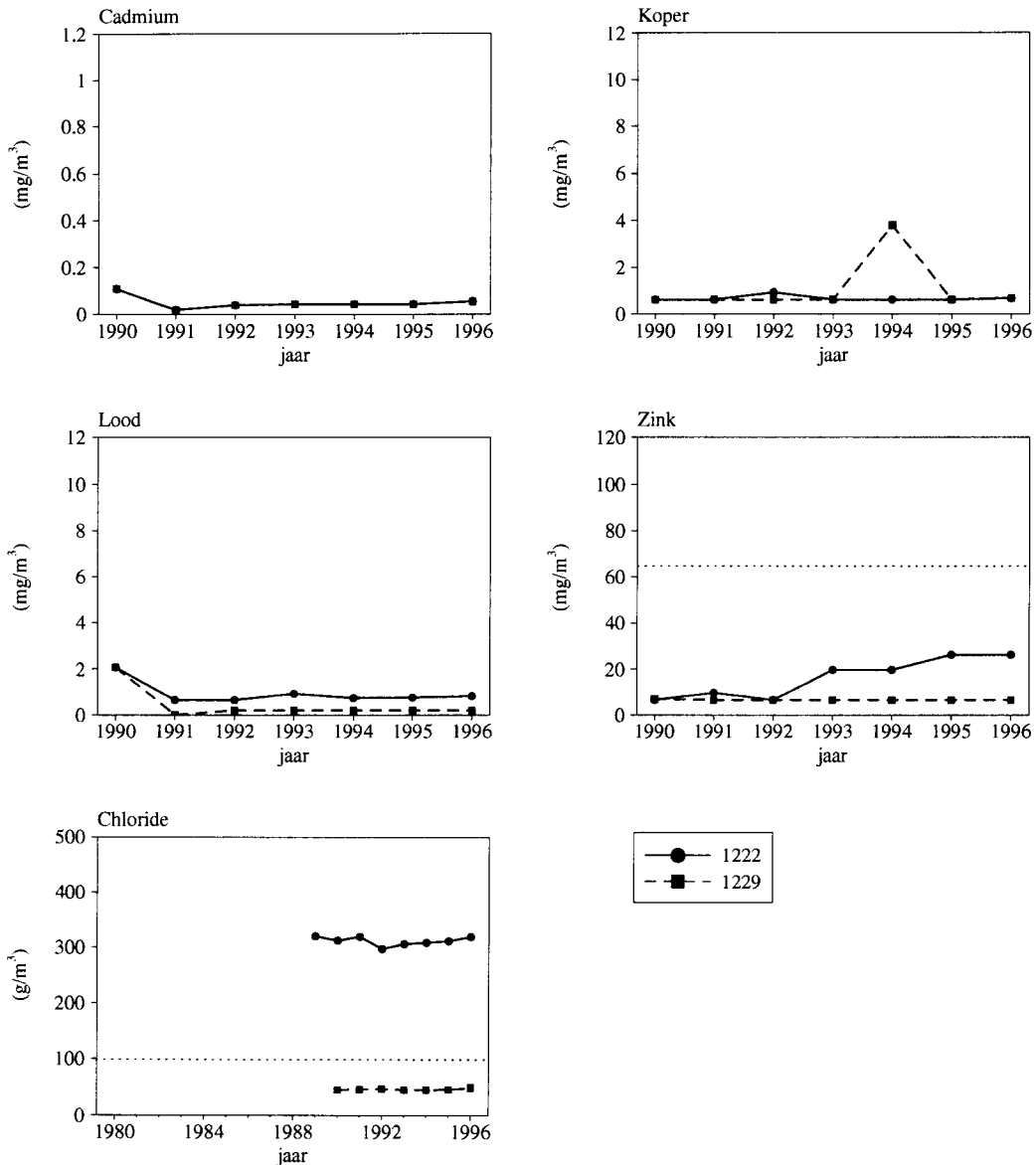
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 4 (tuinbouw op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 4.
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



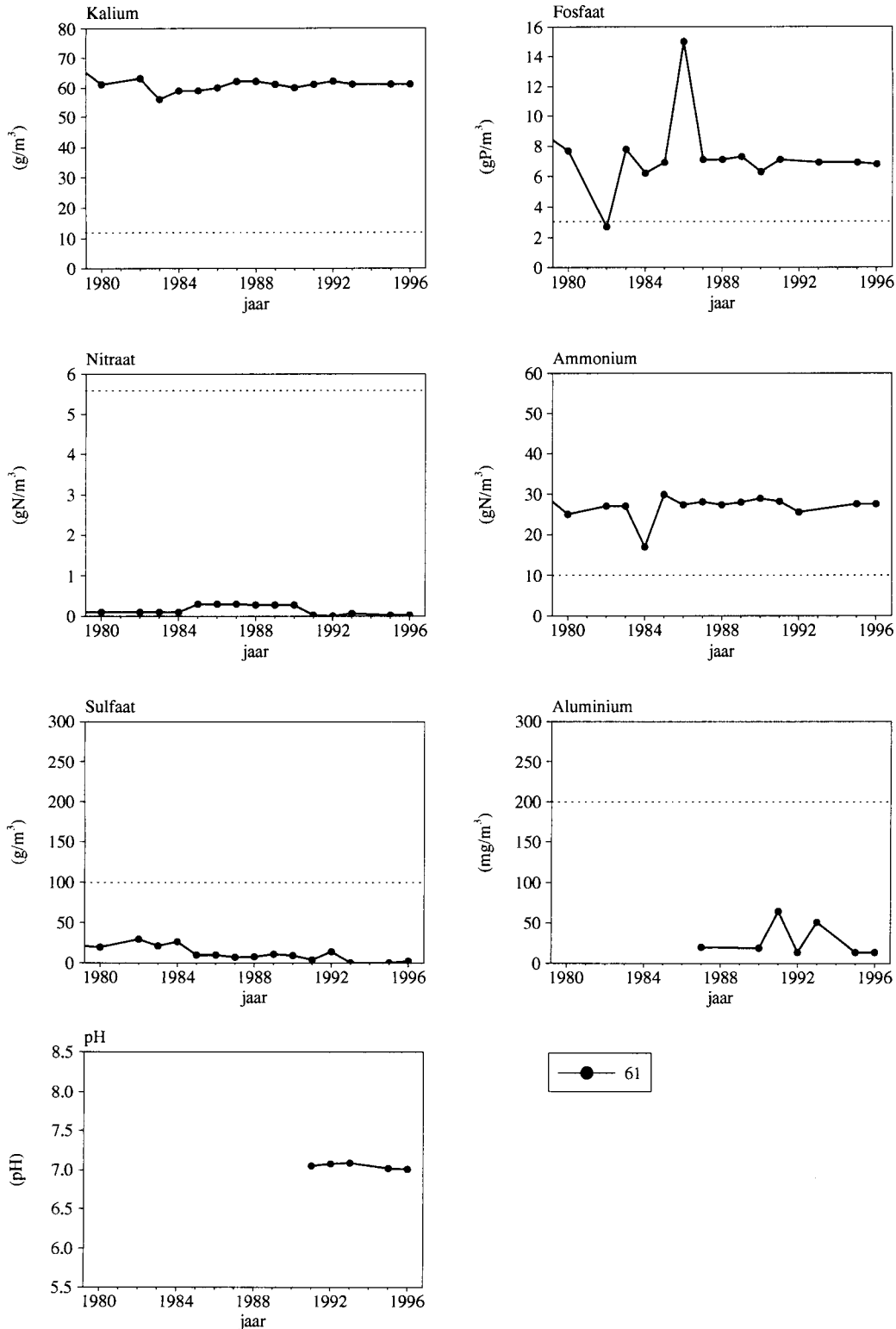
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 4 (tuinbouw op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 4. = streefwaarde.



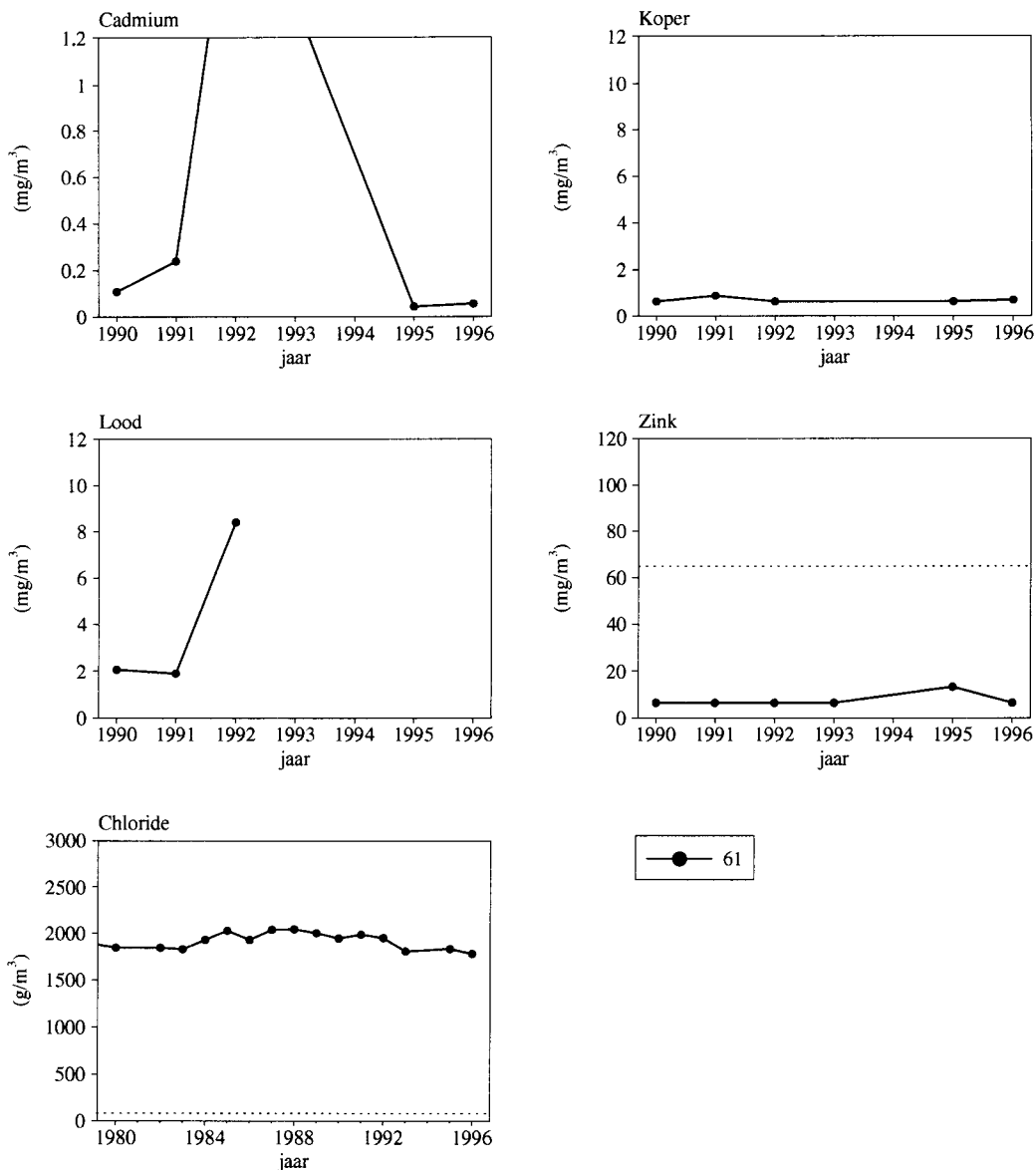
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 5 (tuinbouw op zandgrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 5. = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



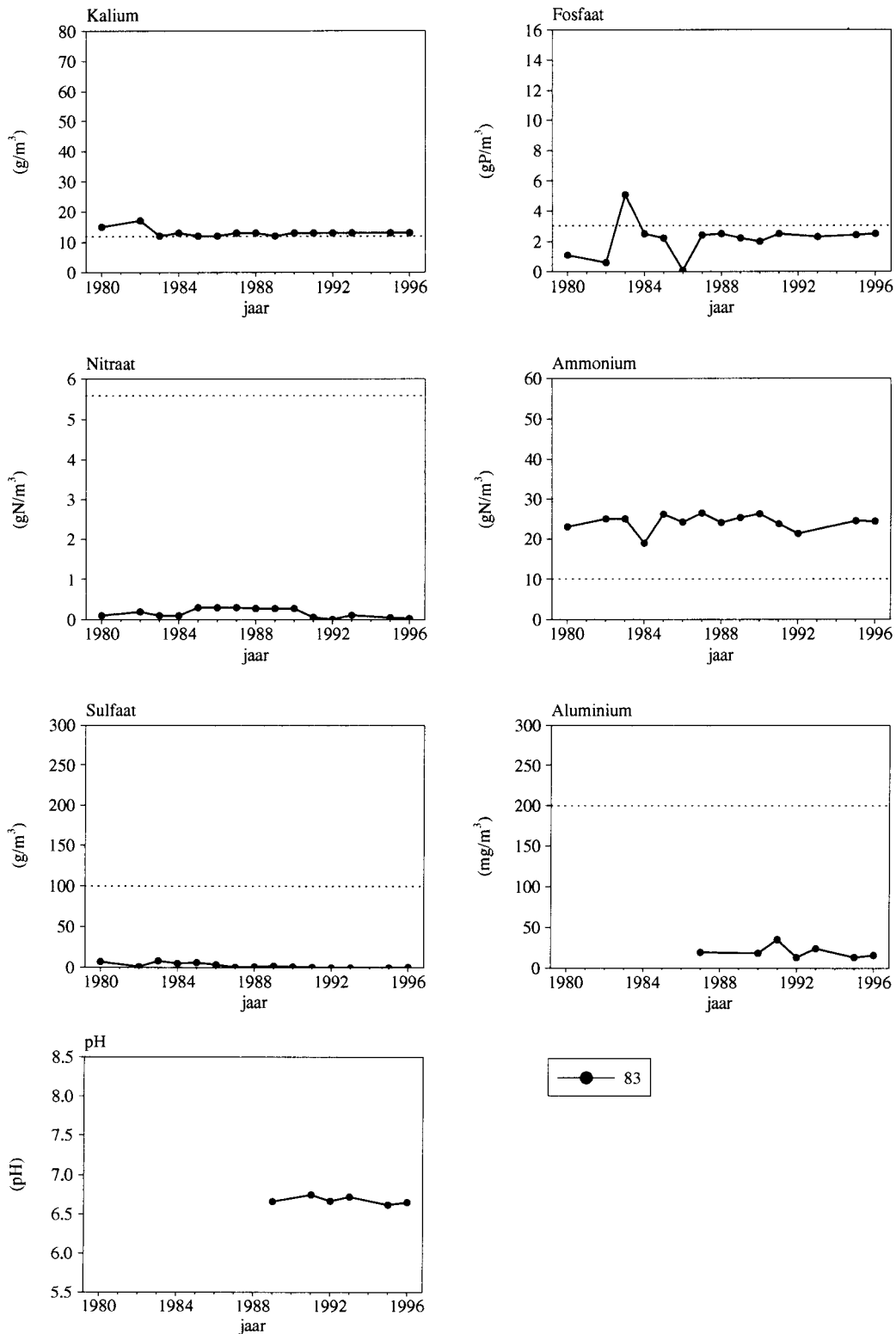
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 5 (tuinbouw op zandgrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 5. = streefwaarde.



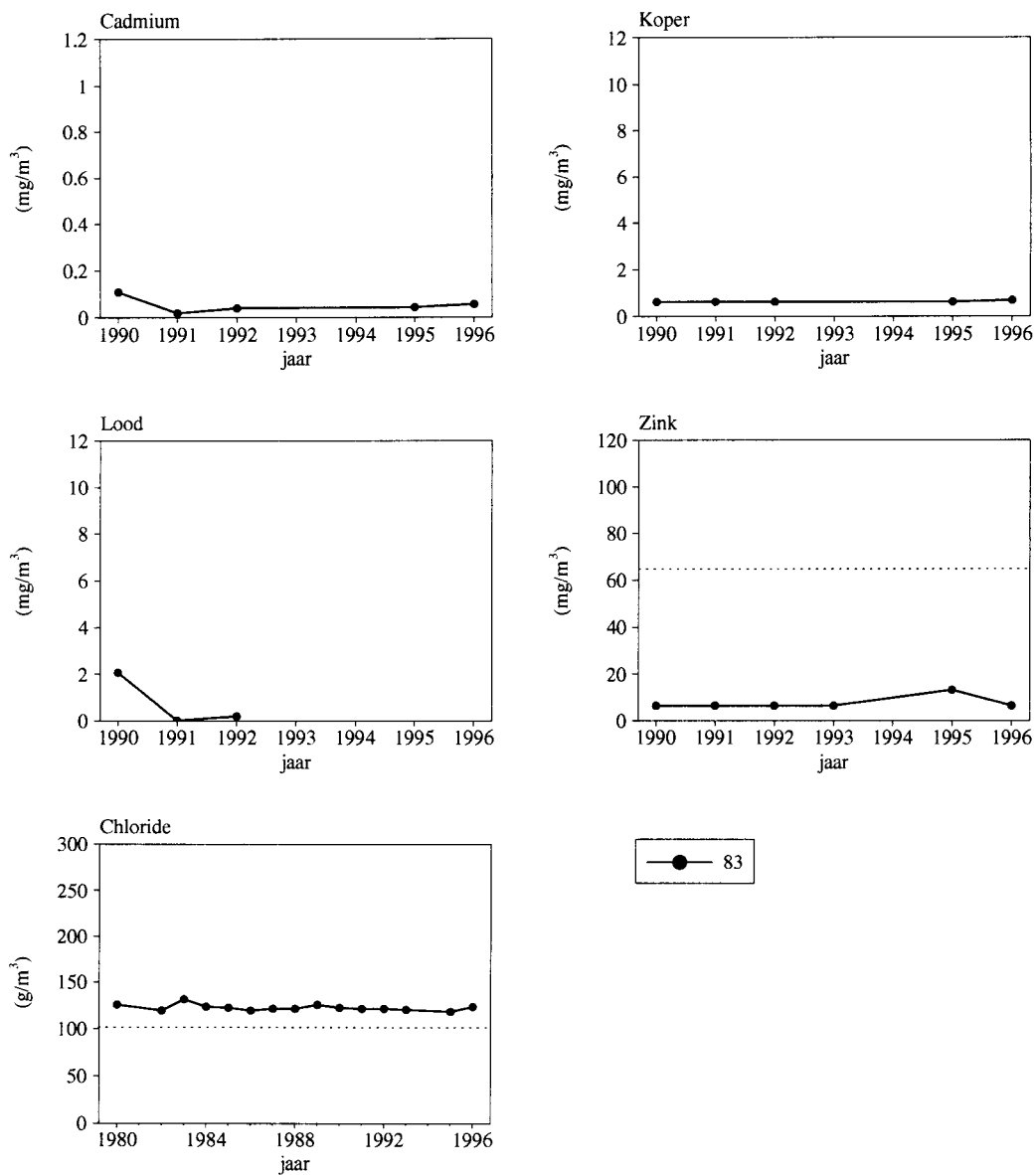
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 6(tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 6
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



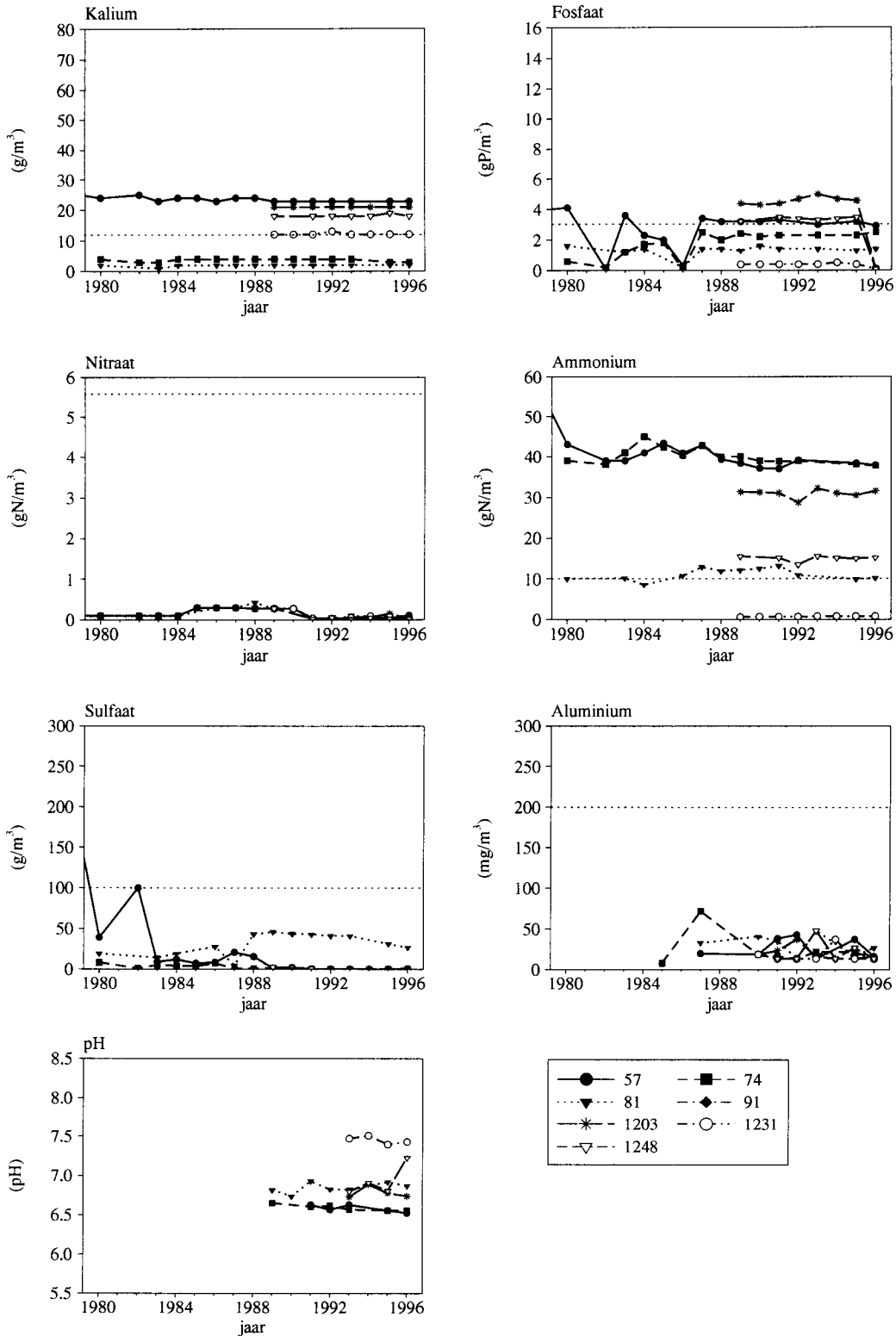
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 6(tuinbouw op klei/veengrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 6. = streefwaarde.



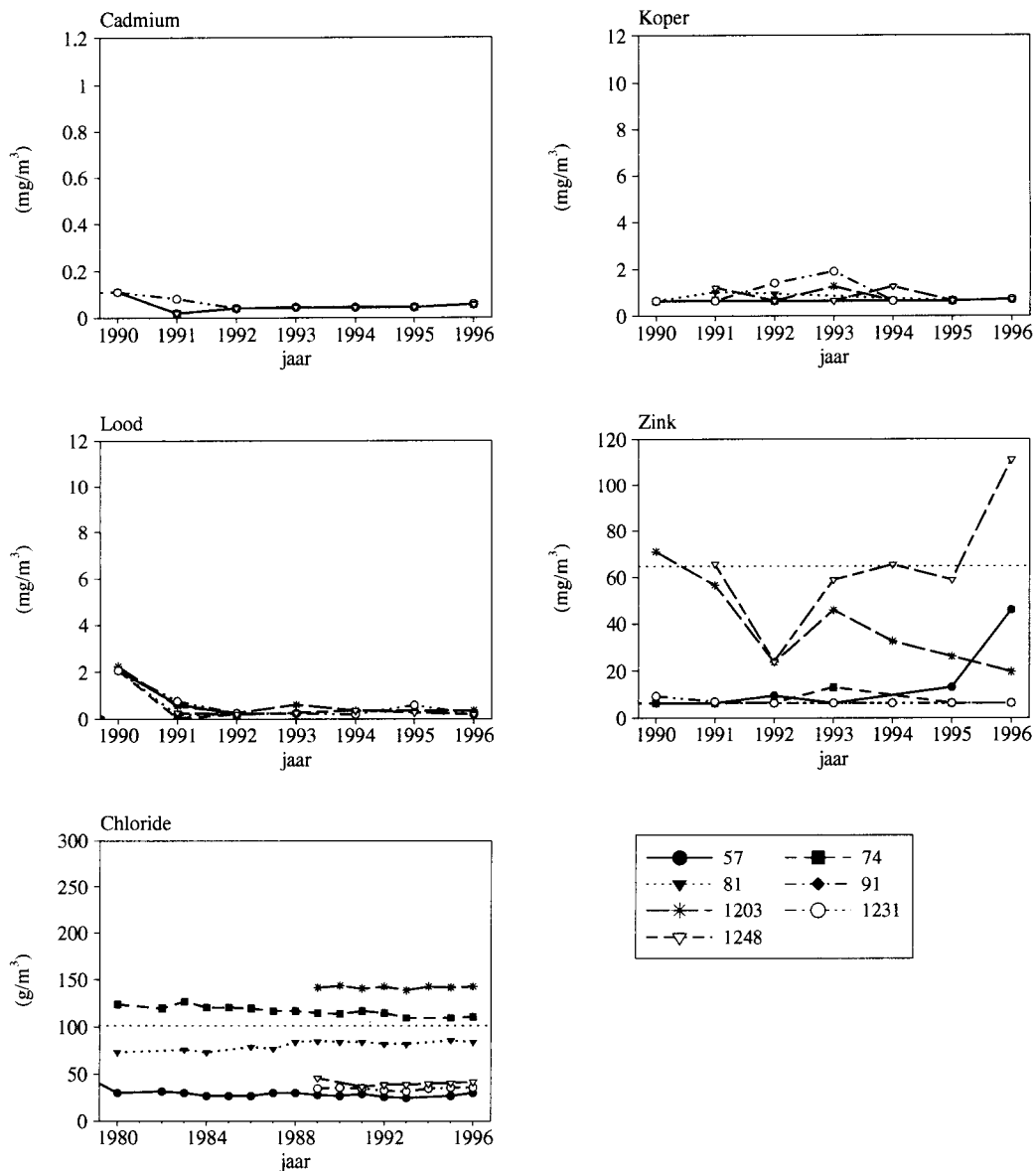
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 7 (tuinbouw op klei/veengrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 7.
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



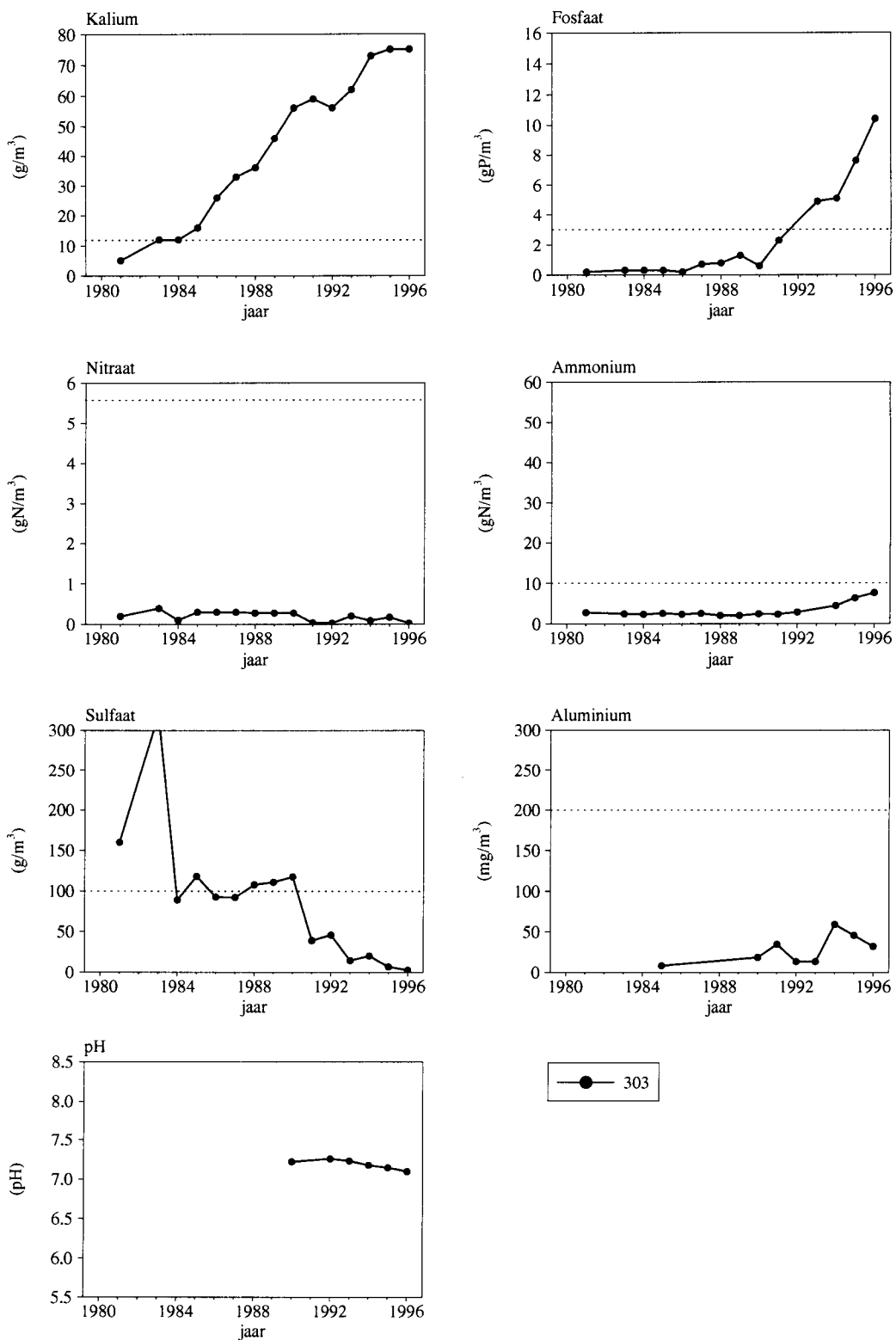
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 7 (tuinbouw op klei/veengrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 7. = streefwaarde.



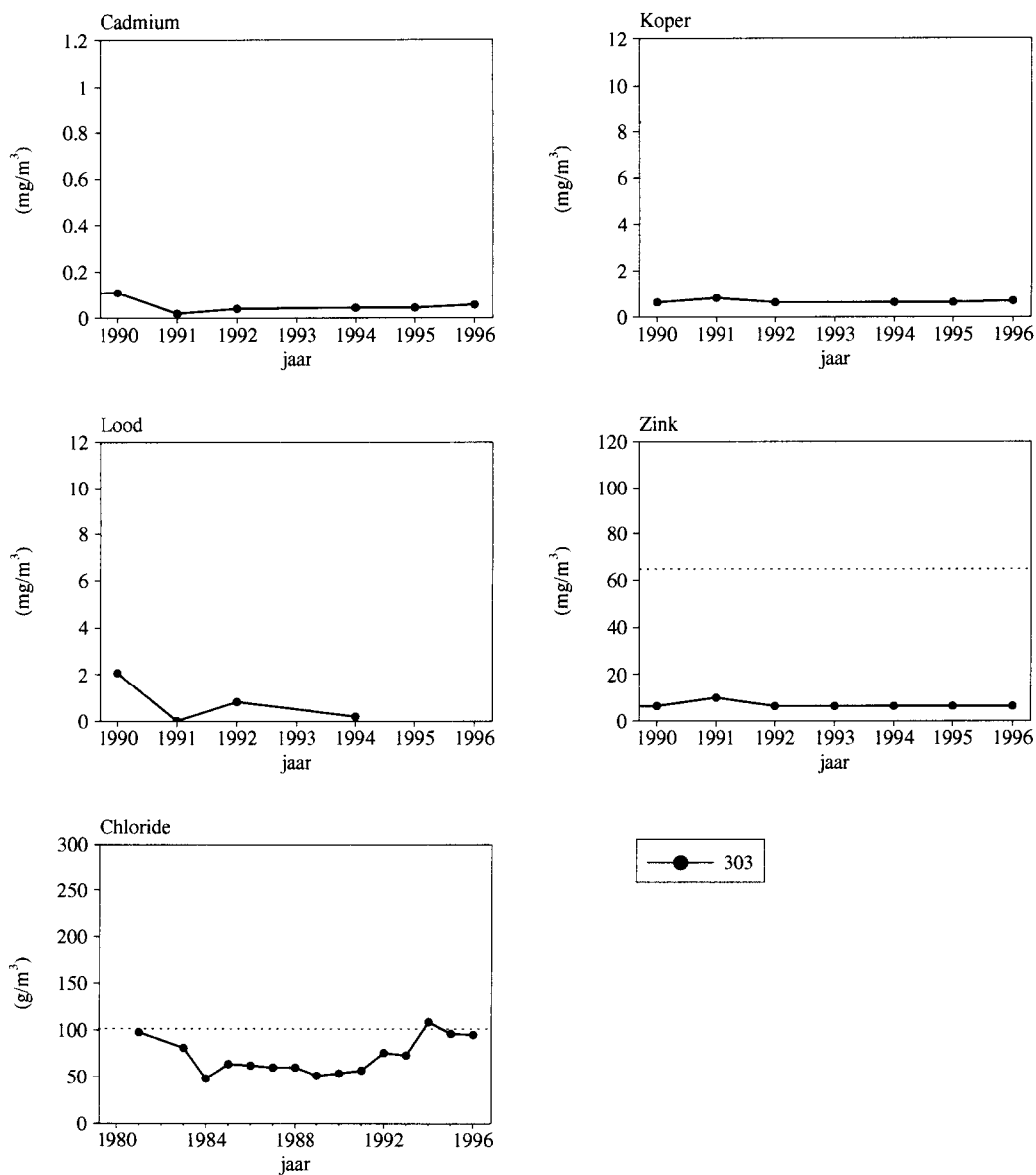
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 8 (akkerbouw op klei/veengrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 8. = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



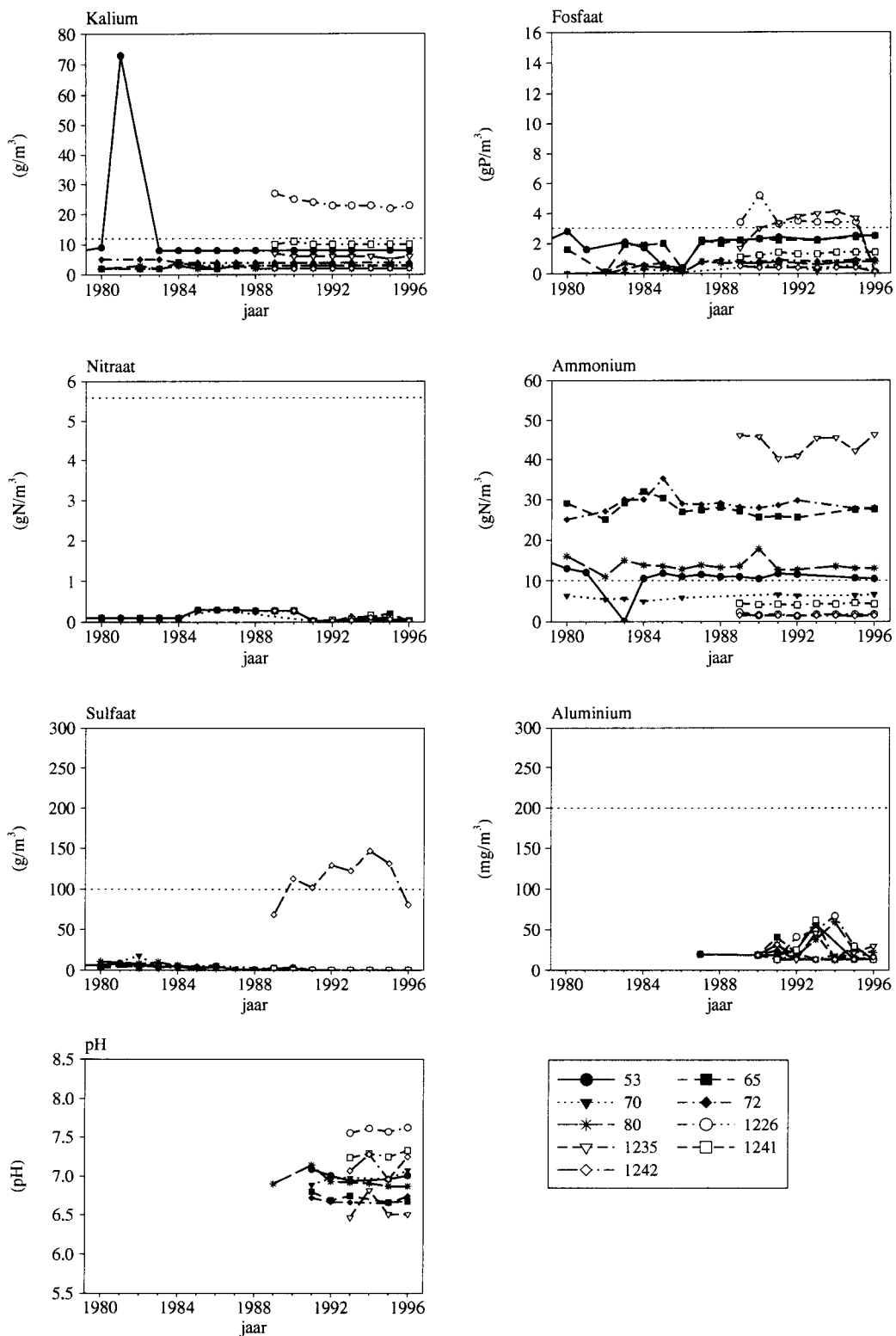
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 8 (akkerbouw op klei/veengrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 8. = streefwaarde.



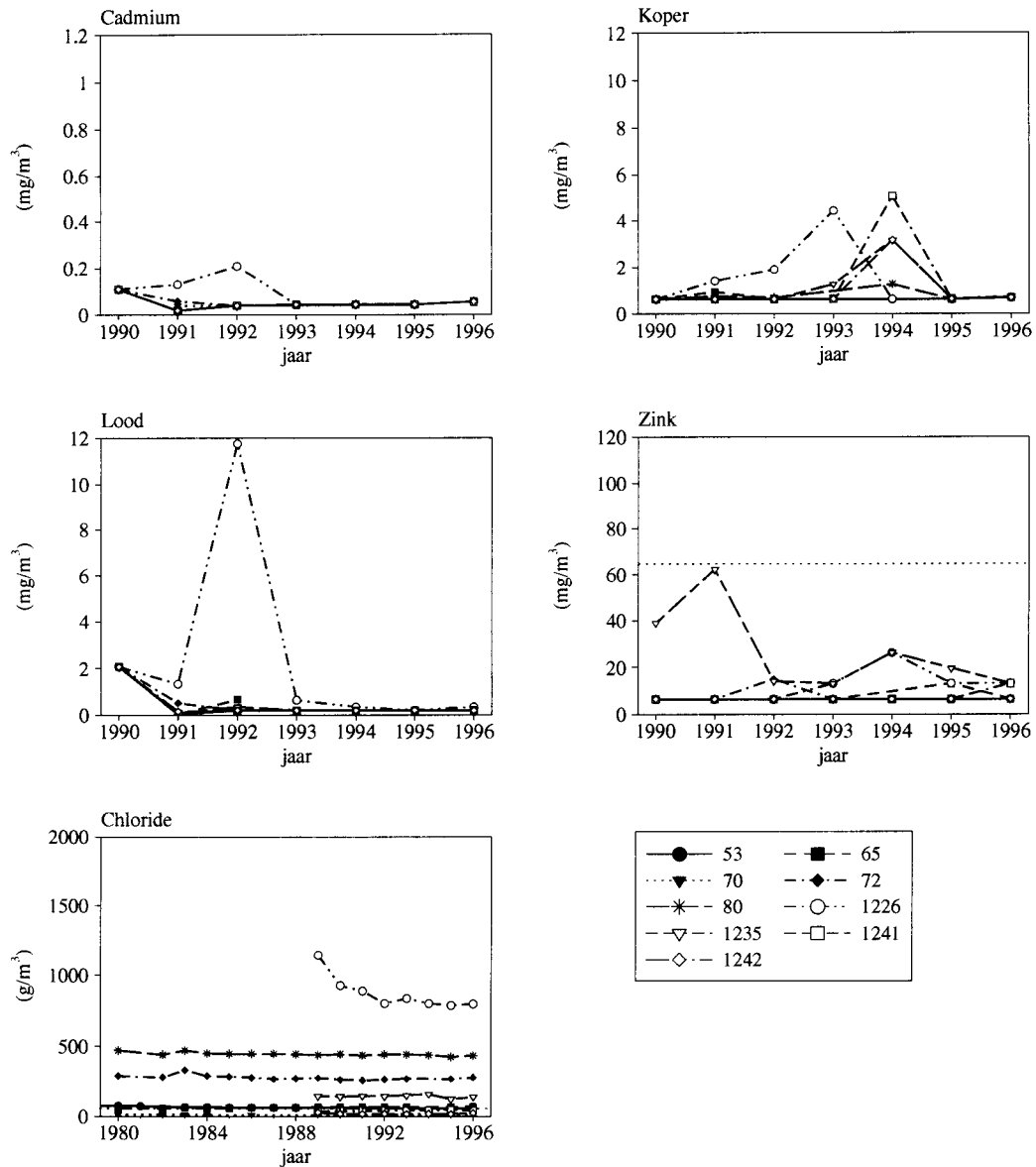
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 11 (akkerbouw op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 11.
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



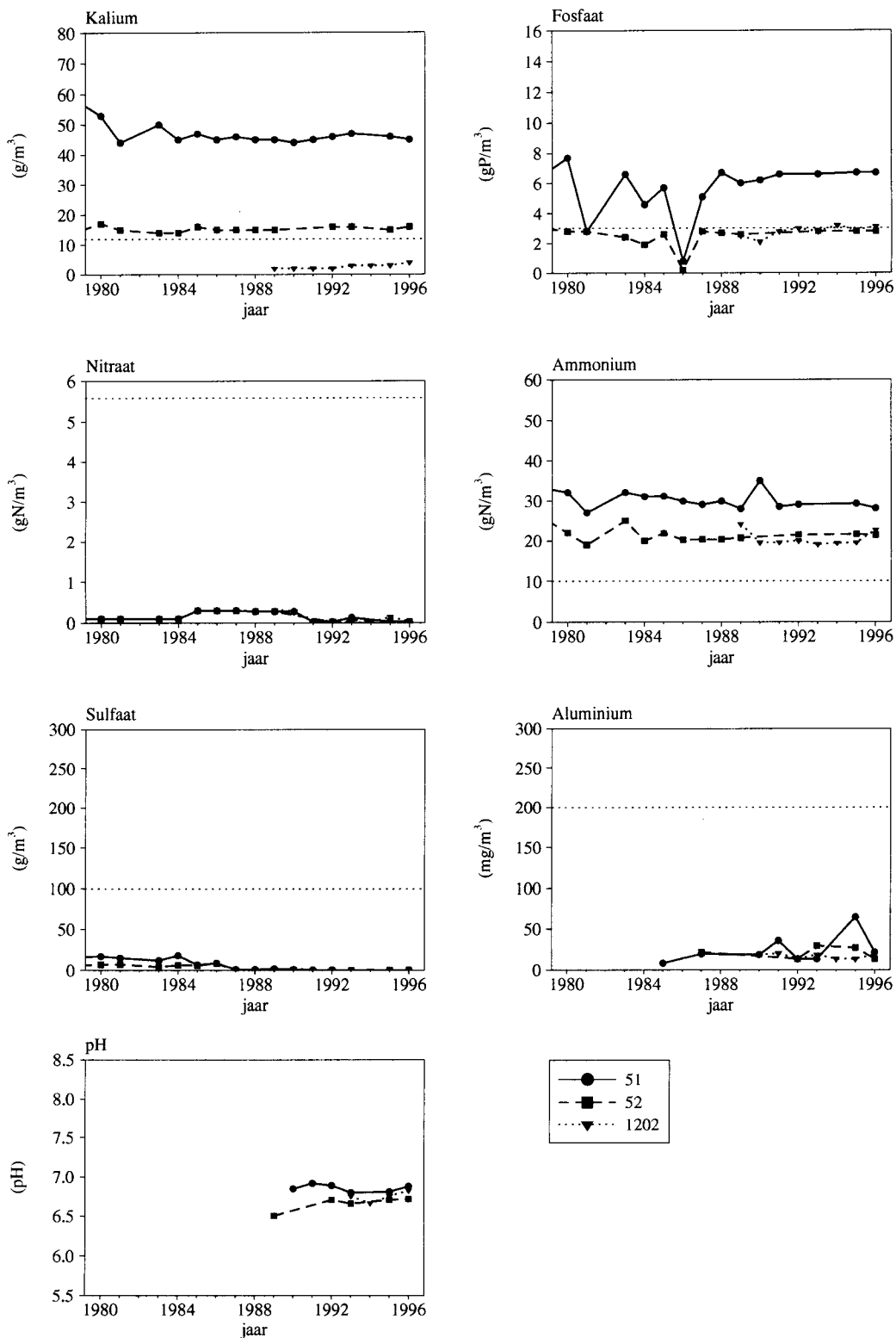
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 11 (akkerbouw op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 11. ***** = streefwaarde.



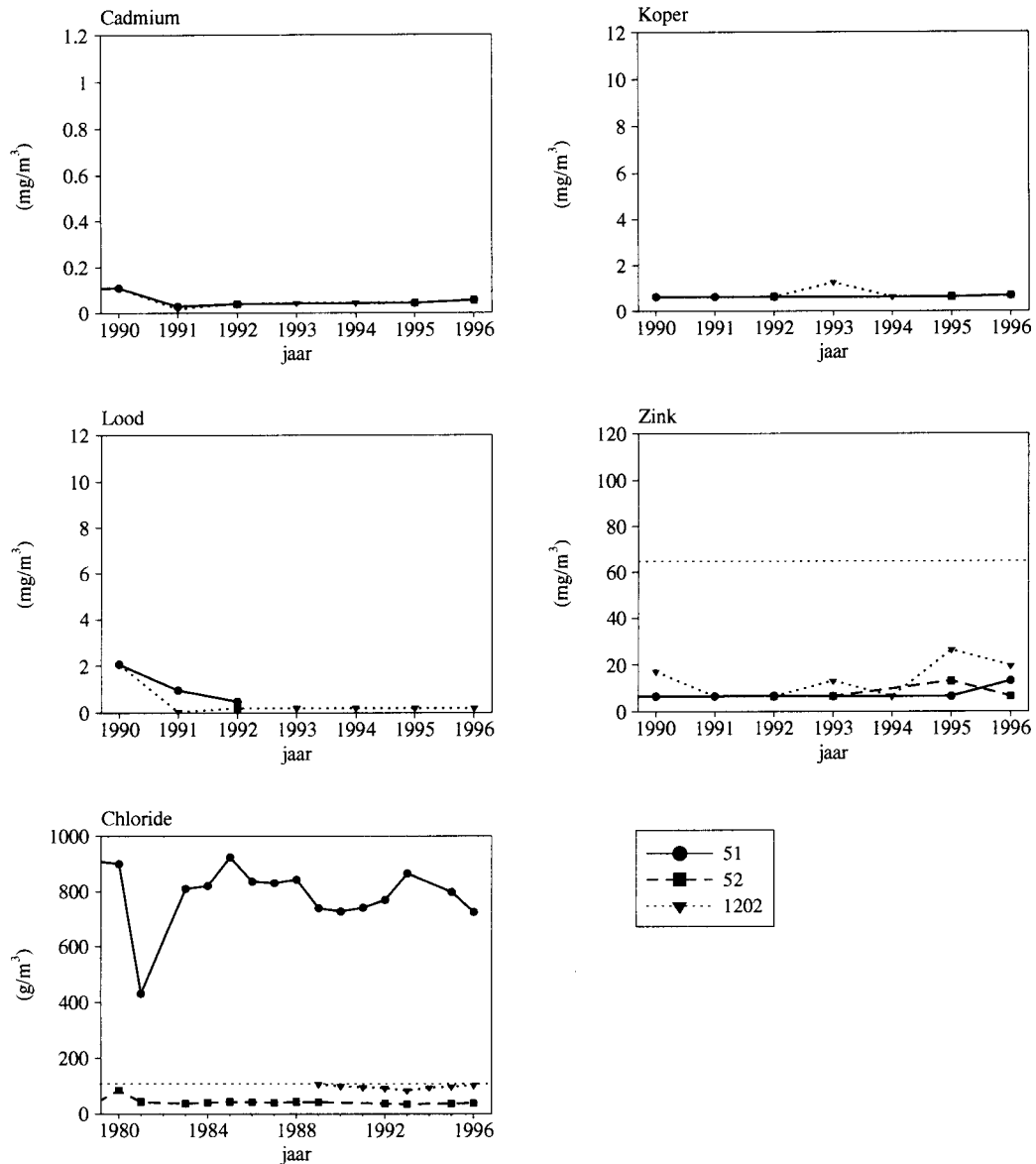
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 12 (veeteelt op klei/veengrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 12. = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



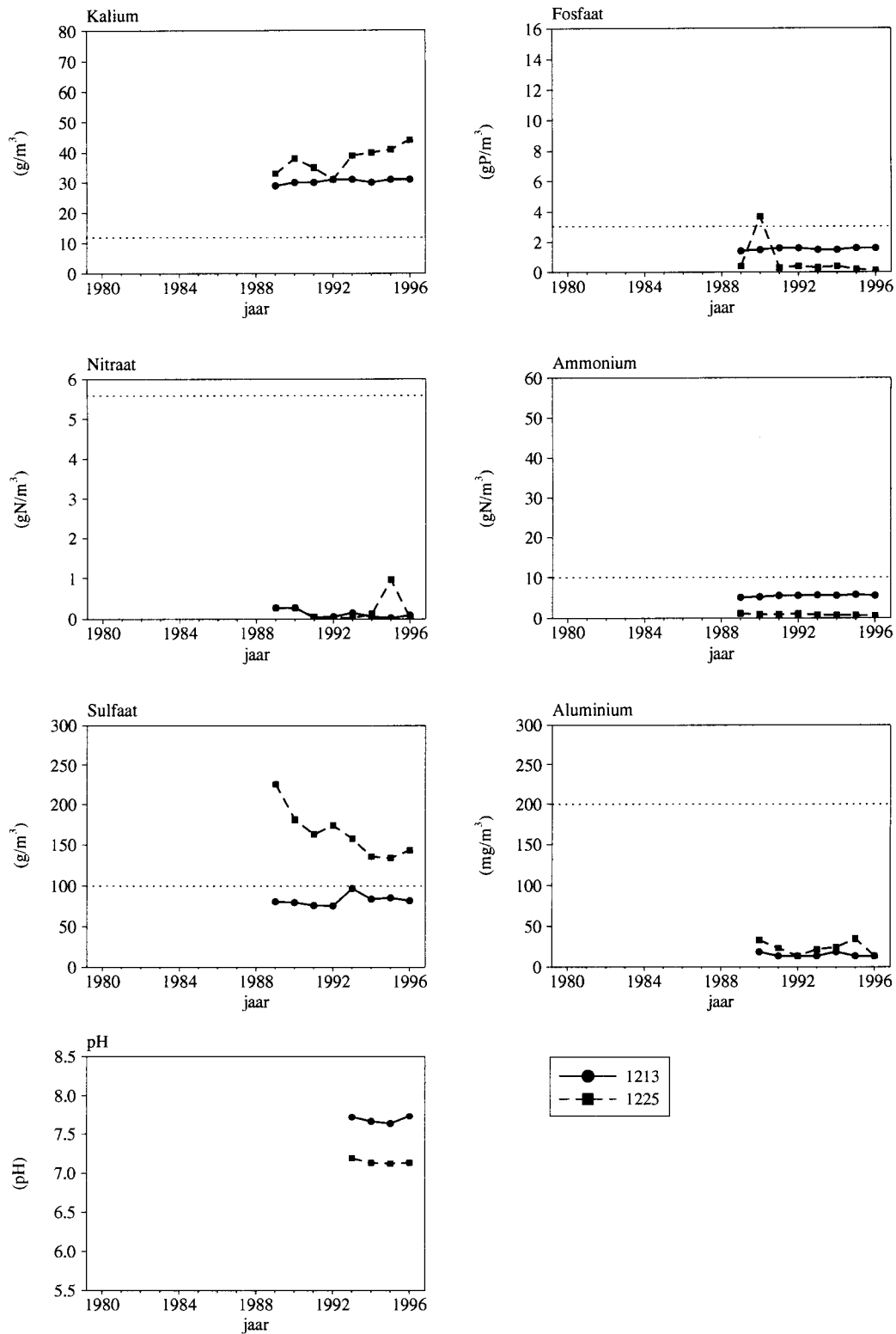
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 12 (veeteelt op klei/veengrond met kwel) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 12. = streefwaarde.



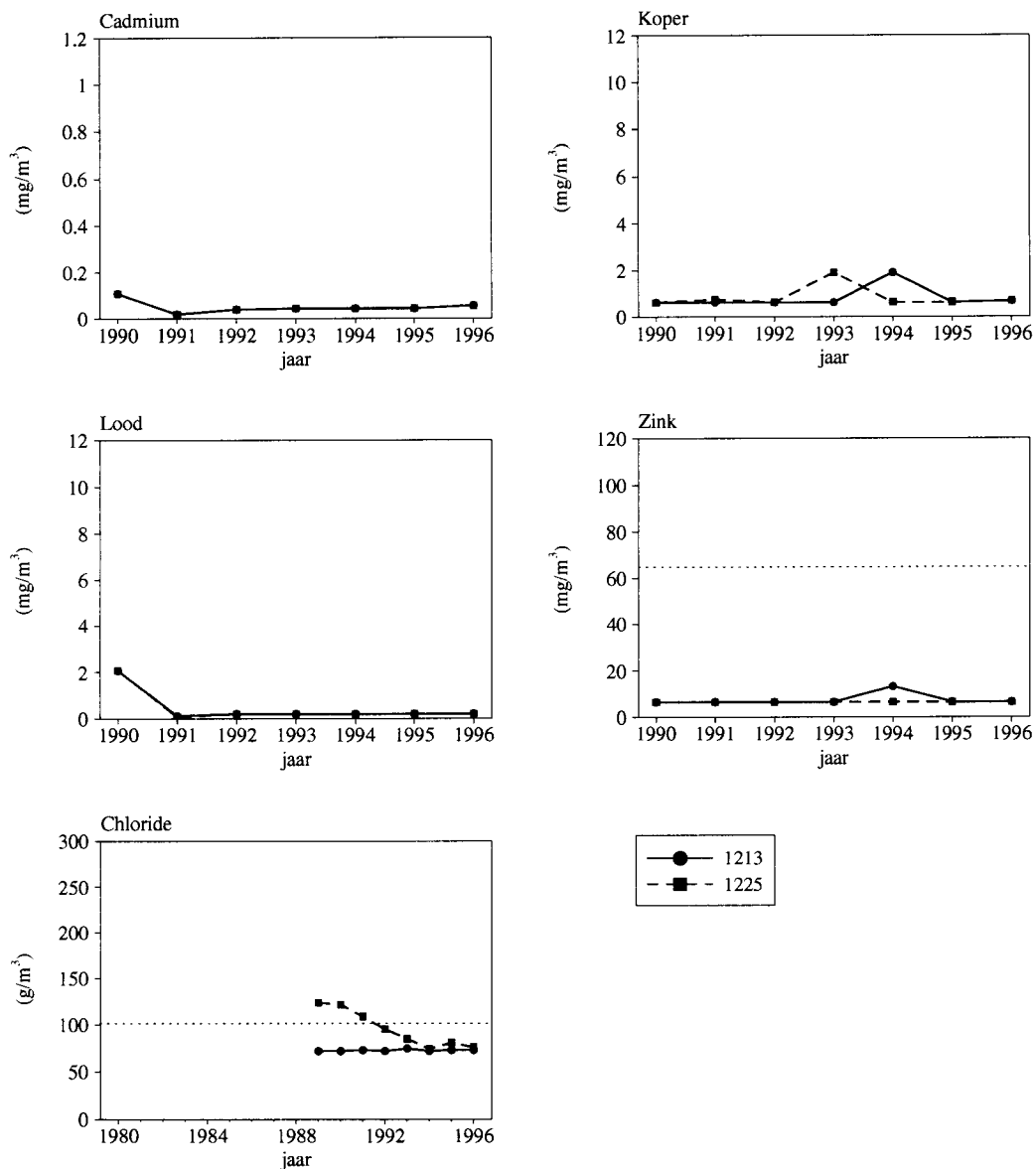
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 13 (veeteelt op klei/veengrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 13.
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



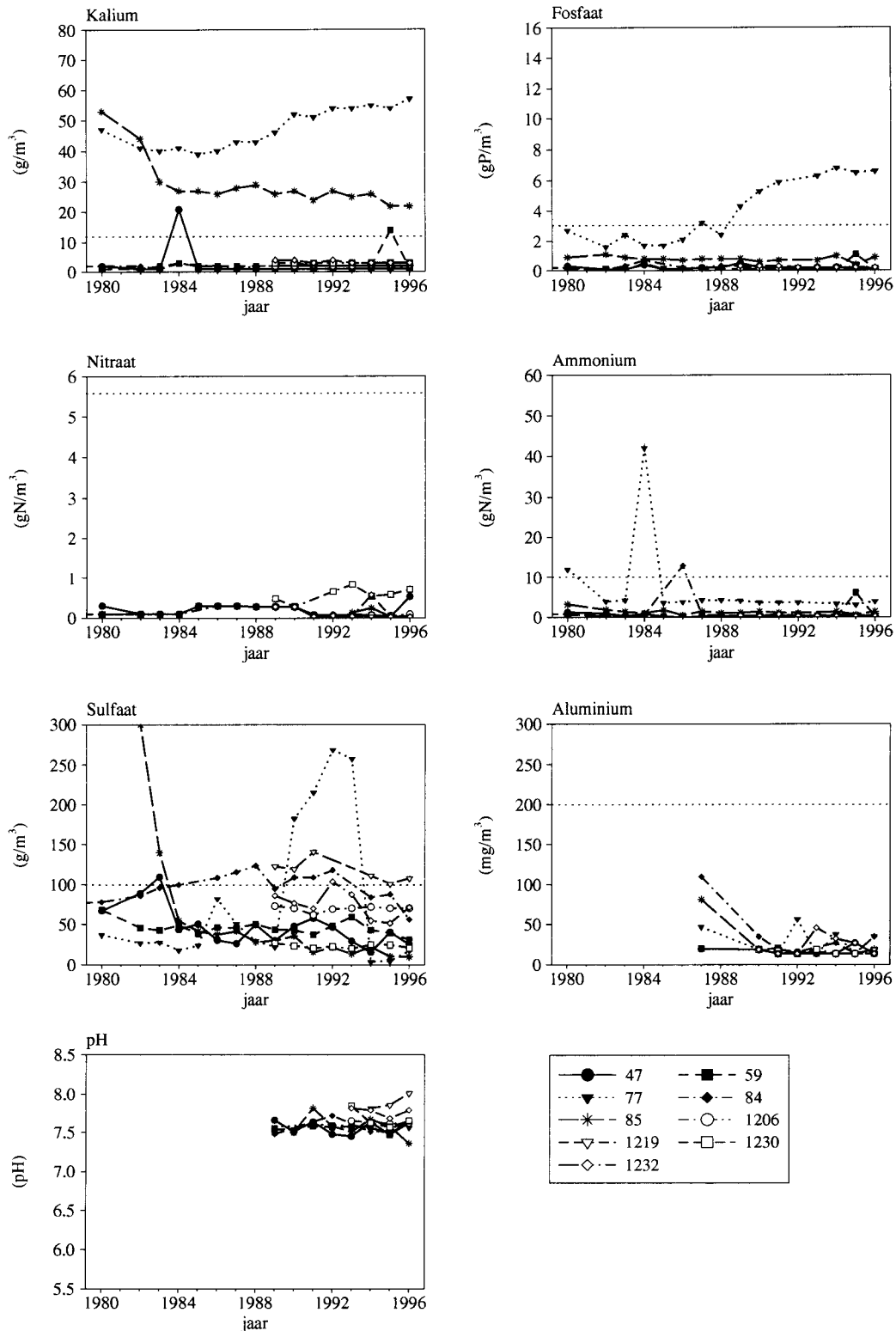
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 13 (veeteelt op klei/veengrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 13. = streefwaarde.



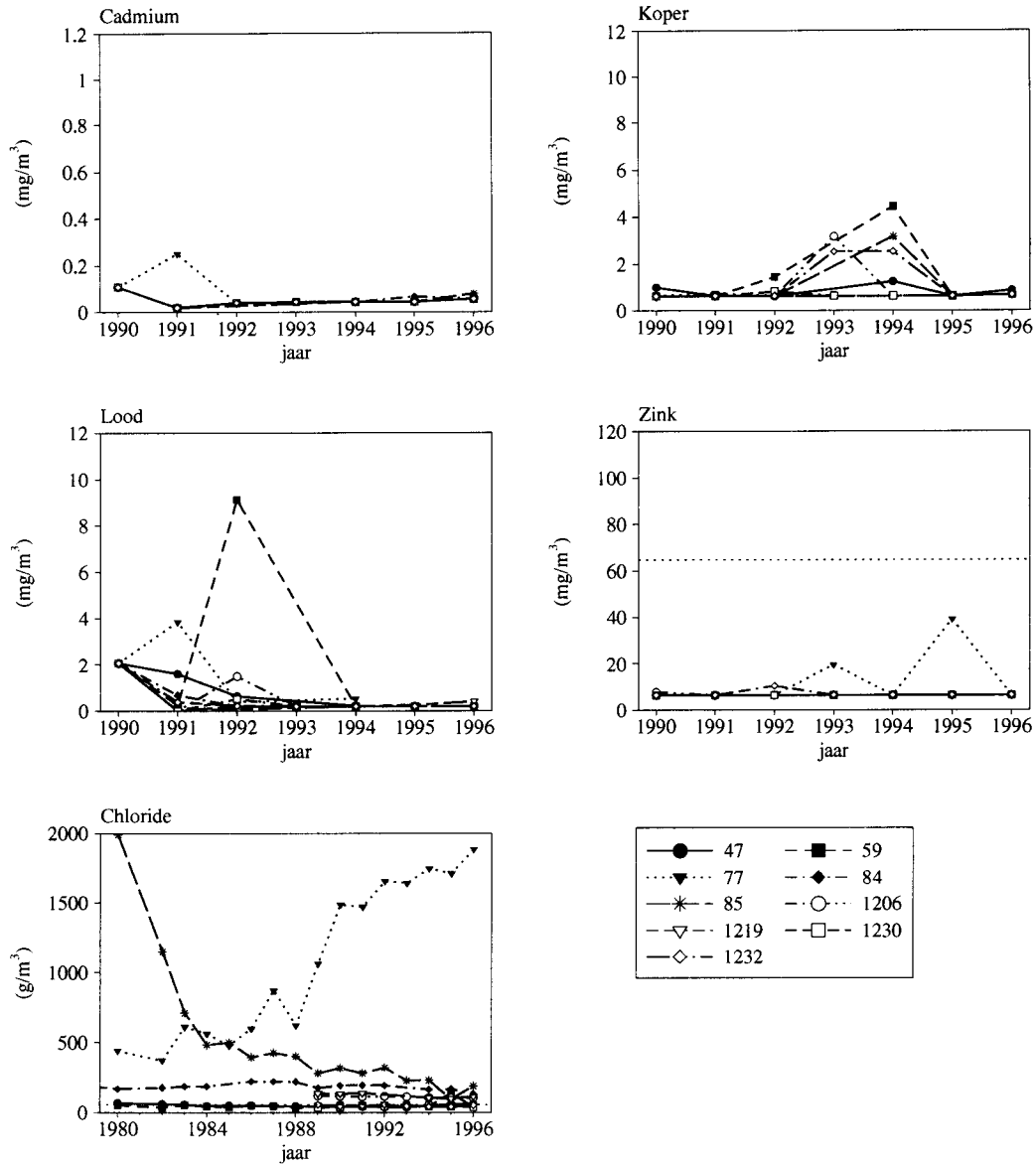
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 15 (veeteelt op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 15. = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



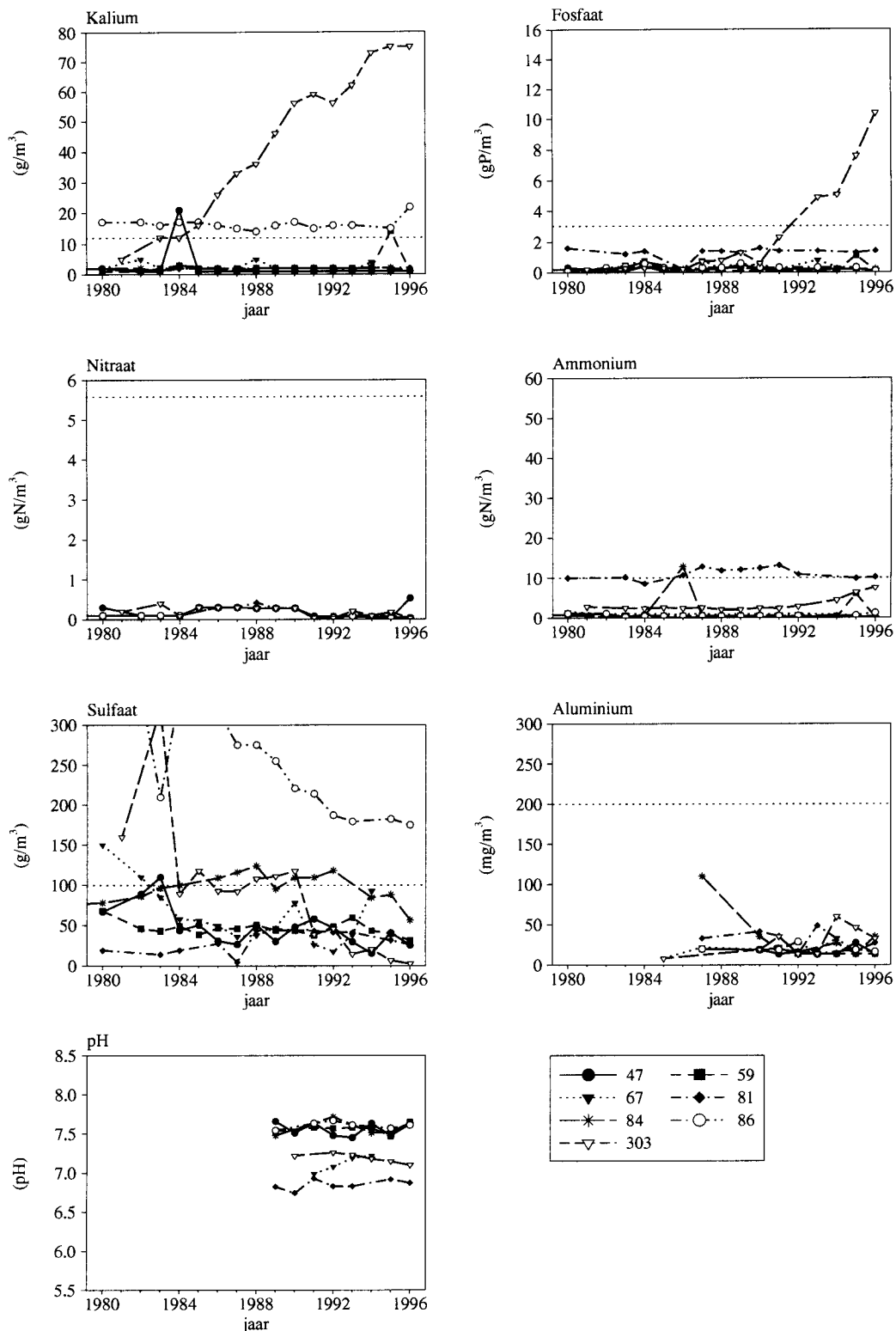
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 15 (veeteelt op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 15. = streefwaarde.



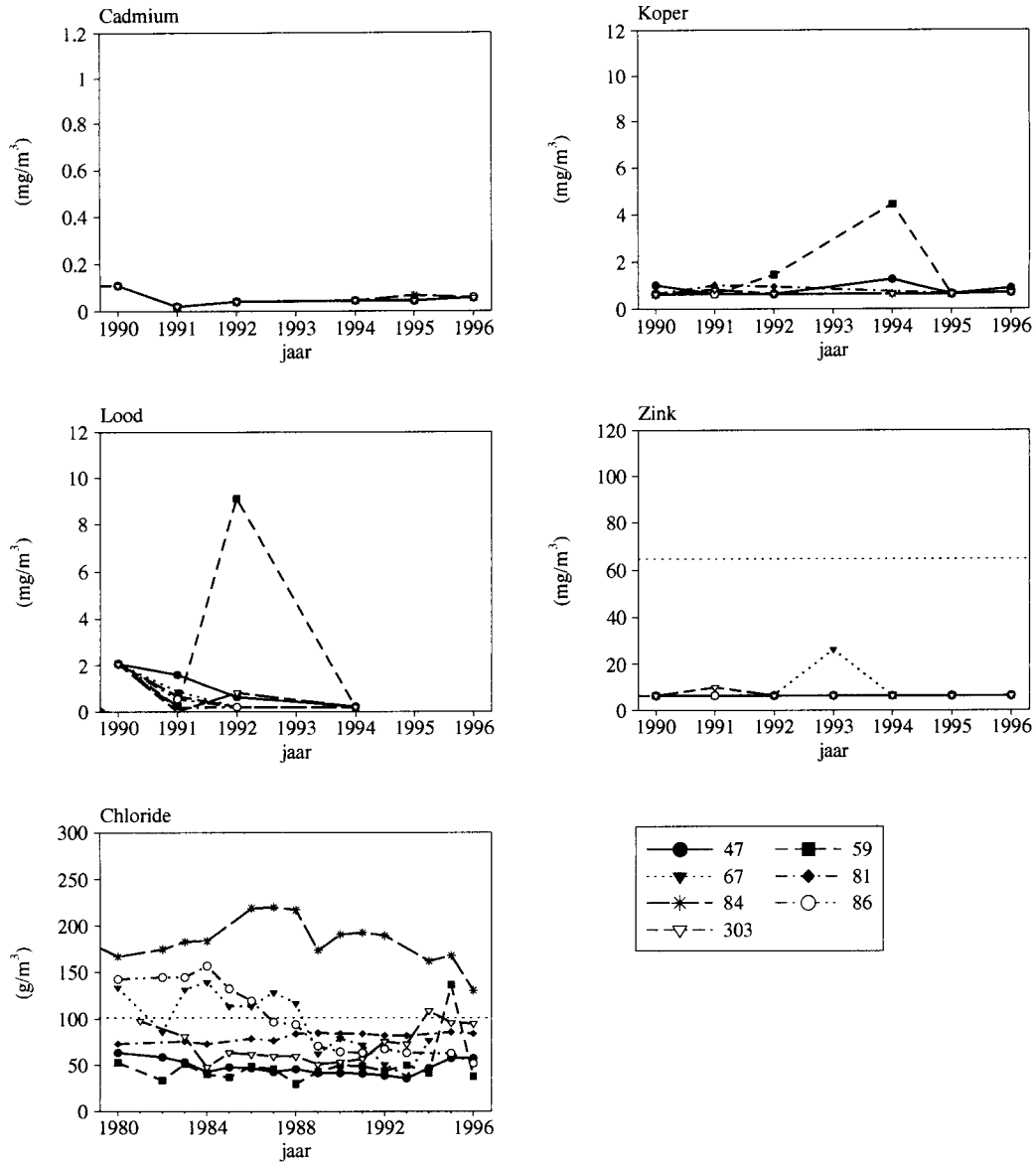
Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 19 (natuur op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 19.
 = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 19 (natuur op zandgrond met infiltratie) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 19. = streefwaarde.



Bijlage D. Concentraties in de periode 1980 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 20 (grondwaterbeschermingsgebieden) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van deelgebied 20. = streefwaarde (bij kalium en aluminium: drinkwaternorm).



Bijlage D. Concentraties in de periode 1980/1990 - 1996. In elke figuur zijn alle meetpunten van homogeen deelgebied 20 (grondwaterbeschermingsgebieden) weergegeven. Filterdiepte 5 tot 15 m-mv. In de legenda staan de putnummers van homogeen deelgebied 20. = streefwaarde.

Bijlage E Methode voor trendbepaling

- trendbepaling per meetpunt;
- trendbepaling per gebied.

De genoemde literatuurreferenties zijn opgenomen in de literatuurlijst van de hoofdtekst op blz. 30.

Bijlage E omvat 3 pagina's, inclusief dit voorblad.

Bijlage E.

Trendbepaling per meetpunt

Voor de berekening van trends per putfilter is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de Mann-Kendall-toets (Baggelaar & Van Beek, 1995; Mann, 1945; Kendall 1975). Dit is een non-parametrische methode, dat wil zeggen dat vooraf geen aanname wordt gedaan over de vorm van een eventuele trend en hoe de ruis daaromheen verdeeld is. Bij een parametrische methode, zoals lineaire regressie, gebeurt dit wel: er wordt aangenomen dat de verandering in de tijd lineair is en dat de afwijking van dit lineair verloop normaal verdeeld is. Parametrische methoden zijn gevoeliger voor uitschieters dan non-parametrische methoden. Omdat is gekozen voor de weergave van een algemeen beeld, wordt de voorkeur gegeven aan de non-parametrische Mann-Kendall-toets.

De Mann-Kendall-toets geeft aan of de nulhypothese (geen trend) voor een reeks moet worden verworpen. De eerste stap hiervoor is het rangschikken van de meetgegevens in de tijd: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, waarbij n het aantal waarnemingen is. Vervolgens wordt per paar $x_j - x_k$ gekeken of er een stijging danwel een daling optreedt, waarbij $j > k$ en $j = 2, 3, 4, \dots, n$ en $k = 1, 2, 3, \dots, (n-1)$:

$$\begin{aligned} s(x_j - x_k) &= 1 & \text{als} & \quad x_j - x_k > 0 \\ s(x_j - x_k) &= 0 & \text{als} & \quad x_j - x_k = 0 \\ s(x_j - x_k) &= -1 & \text{als} & \quad x_j - x_k < 0 \end{aligned}$$

Bij n waarnemingen is het aantal mogelijke paren $x_j - x_k$ gelijk aan $n(n-1)/2$. De Mann-Kendall-statistiek S wordt nu berekent als de som van alle $s(x_j - x_k)$ voor elke $j > k$:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n s(x_j - x_k)$$

De nulhypothese (er is geen trend) wordt verworpen als de S -waarde significant van nul verschilt. Voor deze significantie (met een betrouwbaarheid van 95%) zijn de kritieke waarden getabelleerd vanaf $n = 5$ in Wijvekate (1971). Er kan dus pas een uitspraak worden gedaan over de significantie van een trend als er minimaal vijf waarnemingen zijn ($n_{\min} = 5$). Dit betekent dat voor de pH geen trendberekening mogelijk is, omdat deze pas sinds 1993 in het veld wordt gemeten ($n \leq 4$ voor de periode 1993-1996).

De Mann-Kendall-toets geeft aan of er wel of geen trend is, maar zegt niets over de grootte van een eventuele trend. Daarom wordt een schatting gemaakt van de trend met behulp van de Kendall-Theil robuuste lijn (Helsel & Hirsch, 1992). Hierbij wordt aangenomen dat de verandering in de tijd lineair is. Als schatting voor de grootte van de trend wordt de mediane helling genomen van alle mogelijke hellingen. Er worden geen voorwaarden gesteld aan de verdeling van de dataset, dus ook deze methode is non-parametrisch.

Als er een schatting is gemaakt van de grootte van een trend, kan worden beoordeeld of een trend *relevant* is. Een trend kan significant zijn, maar ook heel klein waardoor deze niet relevant is. In dit onderzoek wordt een trend relevant genoemd als de

concentratieverandering per jaar groter is dan 1 % van de streefwaarde (of voor kalium en aluminium de drinkwaternorm).

Trendbepaling per gebied

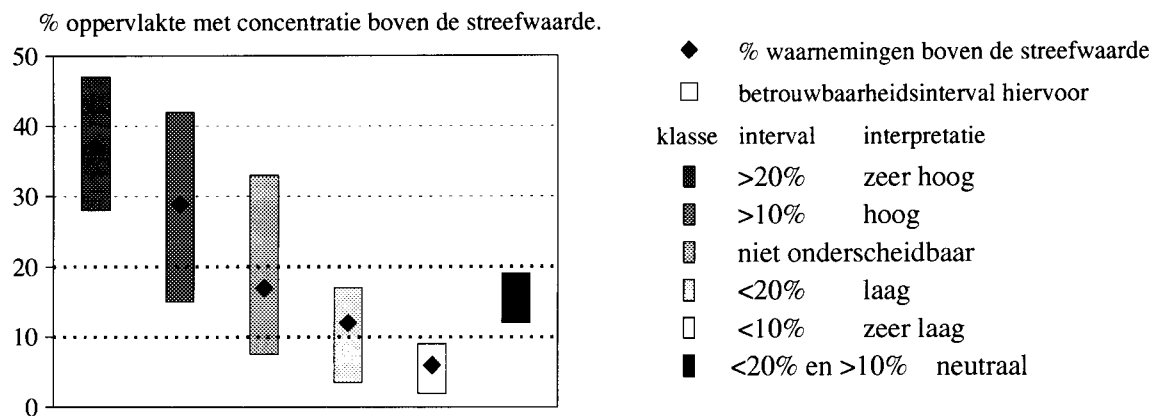
Voor de bepaling van de verandering van de concentraties in de tijd per gebied wordt gebruik gemaakt van de methode zoals beschreven door Van Drecht et al. (1996). Door Van Drecht et al. (1996) wordt de verandering van de concentratie in de tijd bepaald op basis van het verschil tussen de laatste en de eerste waarneming in een putfilter en de (gewone of Pearson's) correlatiecoëfficiënt die de samenhang tussen de waarnemingen in de tijd kwantificeert. Het gemiddelde van de verschillen is een schatting voor de gemiddelde verandering in een gebied. Uitgaande van een normale verdeling van de verschillen rondom nul (nulhypothese = geen verandering) wordt de kans op een significant verschil tussen begin- en eindjaar bepaald. De lineaire samenhang tussen de waarnemingen in de tijd wordt bepaald met de correlatiecoëfficiënt. Deze is 1 indien een stijgende rechte lijn door de waarnemingen kan worden getrokken en -1 als de lijn daalt. Als er geen lineaire samenhang is tussen de waarnemingen in de tijd, is de verwachtingswaarde van de correlatiecoëfficiënt nul (nulhypothese). Naarmate een rechte lijn de waarnemingen beter benadert gaat de absolute waarde van de correlatiecoëfficiënt naar 1. Het gemiddelde van de correlatiecoëfficiënten wordt gebruikt als schatting voor een gebied, waarbij wordt uitgegaan van een normale verdeling van de schatter. Als het gemiddelde significant afwijkt van de nulhypothese wordt besloten dat er een lineaire samenhang is. Bij combinatie van een significant verschil en lineaire samenhang wordt geconcludeerd dat de beschouwde concentraties duidelijk veranderen in de tijd.

In tegenstelling tot de trendbepaling per putfilter wordt hier gebruik gemaakt van de gewone correlatiecoëfficiënt in plaats van een non-parametrische correlatiecoëfficiënt. De eventuele invloed van extreme waarden op de correlatiecoëfficiënten wordt verkleind doordat per gebied gebruik wordt gemaakt van het gemiddelde van de correlatiecoëfficiënten.

Door Frapporti (1993) is over de periode 1985 -1992 een tijdreeksanalyse uitgevoerd per groep van grondwatermonsters met een typische samenstelling, op basis van Spearman rangcorrelatiecoëfficiënten en de Kolmogorov-Smirnov toets. Deze methode is non-parametrisch, maar het is niet mogelijk om hiermee een schatting te maken van de grootte van de trend in een gebied. Daarom wordt deze methode hier niet toegepast. Overigens worden door Frapporti de volgende trends waargenoemen: het 'verzoetingswatertype' vertoont significante tijdtrends in natrium, kalium en ammonium, duidend op actieve verzoeting. Verder werden in dit onderzoek geen significante trends gevonden. Verder wordt opgemerkt dat Frapporti geen gebruik maakt van de indeling in homogene deelgebieden als in het inrichtingsrapport, maar een indeling heeft gemaakt op basis van grondwatersamenstelling.

Bijlage F Figuren met percentages oppervlakte boven de streefwaarde

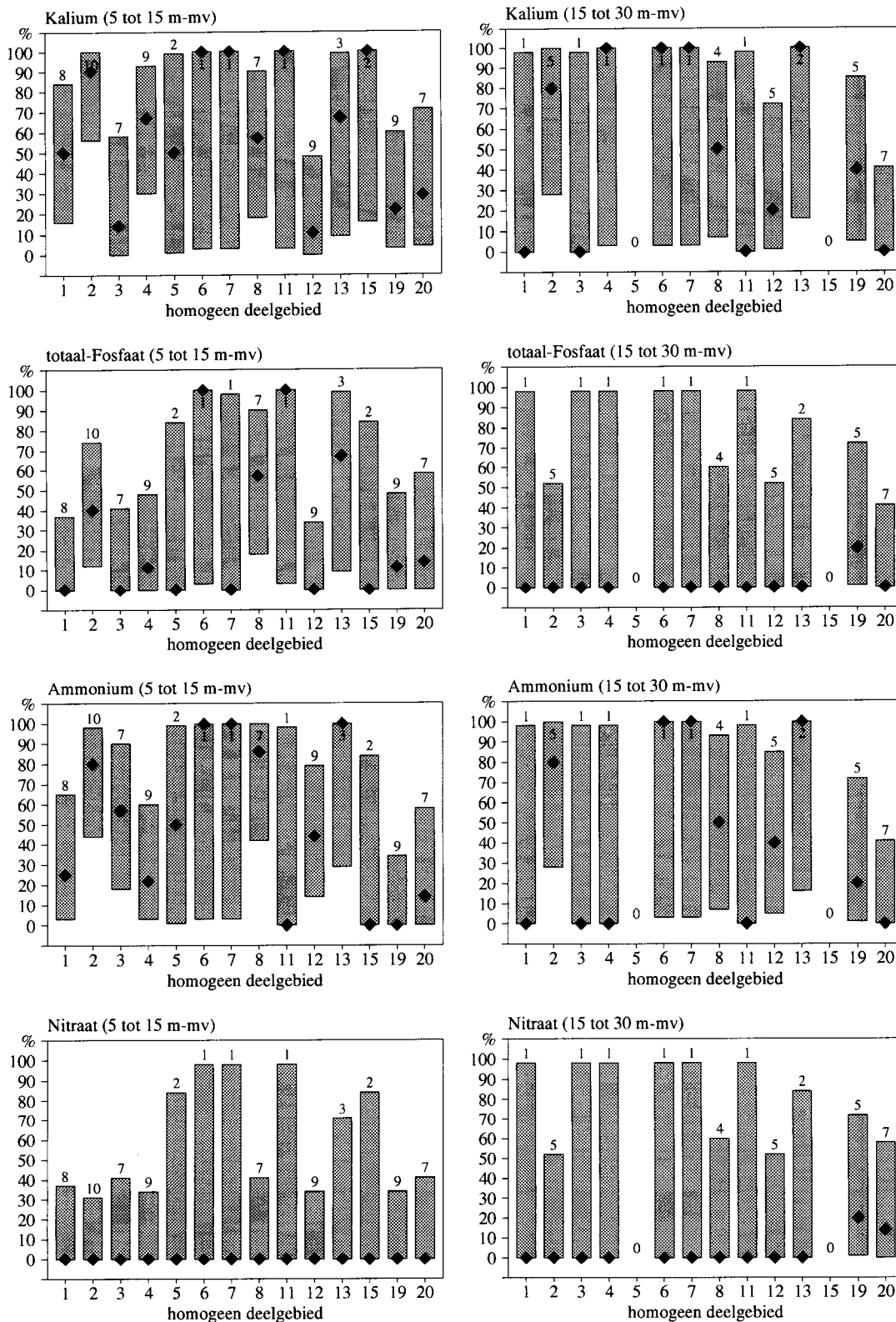
Het percentage waarnemingen in een gebied met een concentratie hoger dan de streefwaarde is een schatting van de (grondwater)oppervlakte met een concentratie boven de streefwaarde en geeft daarmee een beeld van de toestand in een gebied. De betrouwbaarheidsintervallen voor dit percentage oppervlakte boven de streefwaarde worden door Van Drecht et al. (1994, 1996) geassocieerd afhankelijk van de ligging van de onder- of bovengrens van het interval ten opzichte van de oppervlaktepercentages 10% en 20%. In onderstaande figuur wordt uitgelegd hoe deze classificatie is opgebouwd. In de figuur zijn de mogelijke liggingen van het betrouwbaarheidsinterval weergegeven.



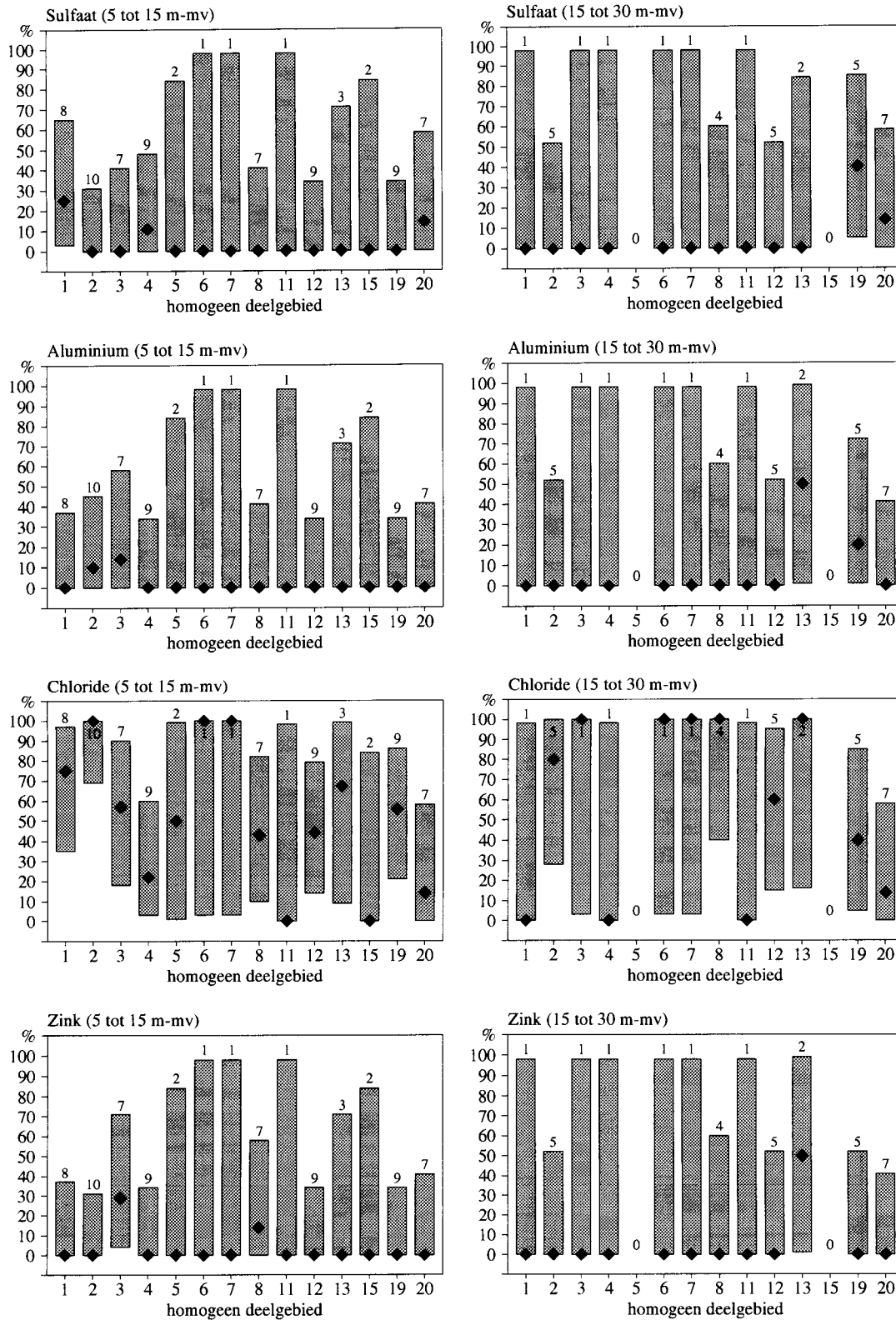
Bijlage F1: Percentage oppervlakte boven de streefwaarde per homogeen deelgebied.

Bijlage F2: Percentage oppervlakte boven de streefwaarde per gebiedsgroep.

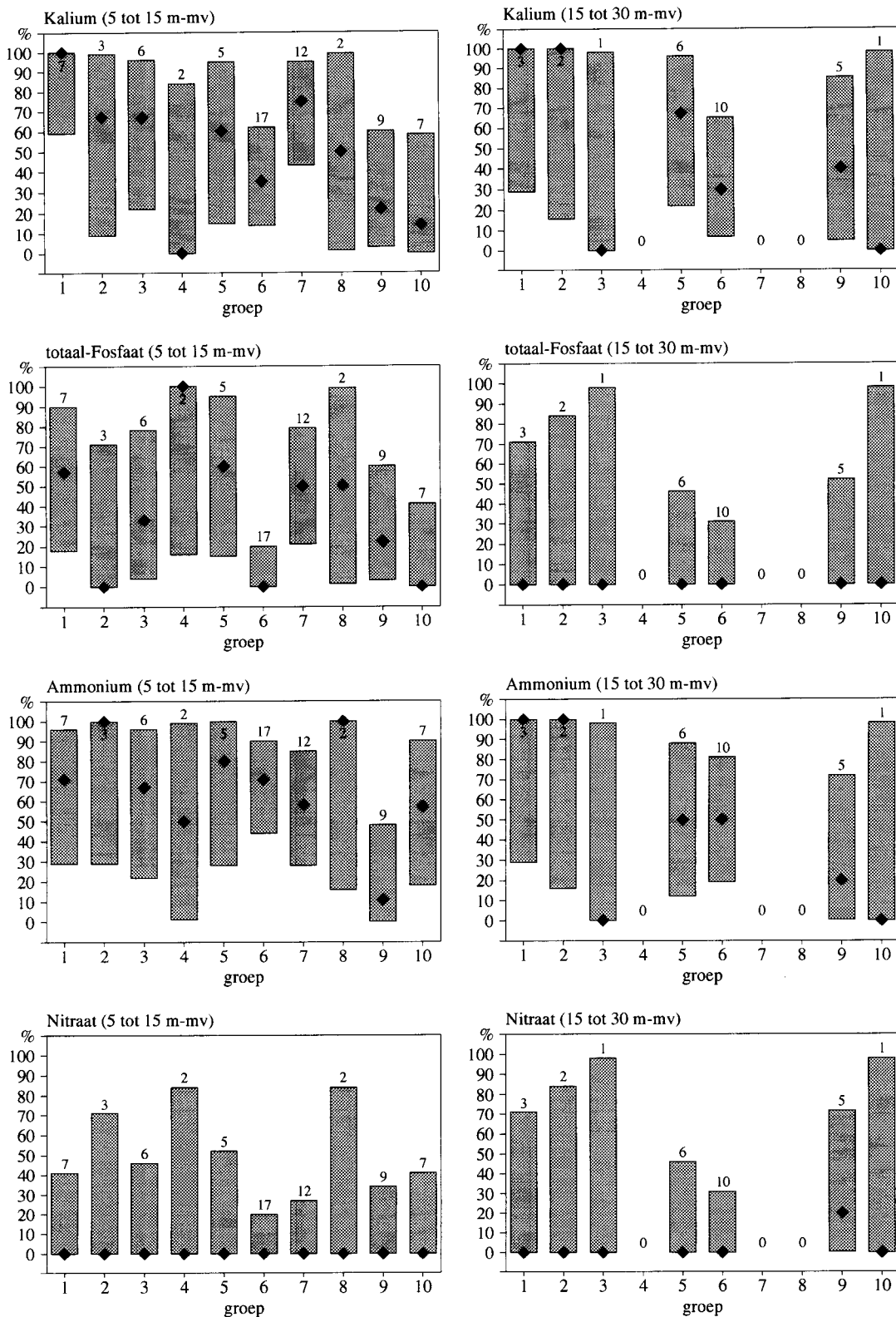
Bijlage F omvat 5 pagina's, inclusief dit voorblad.



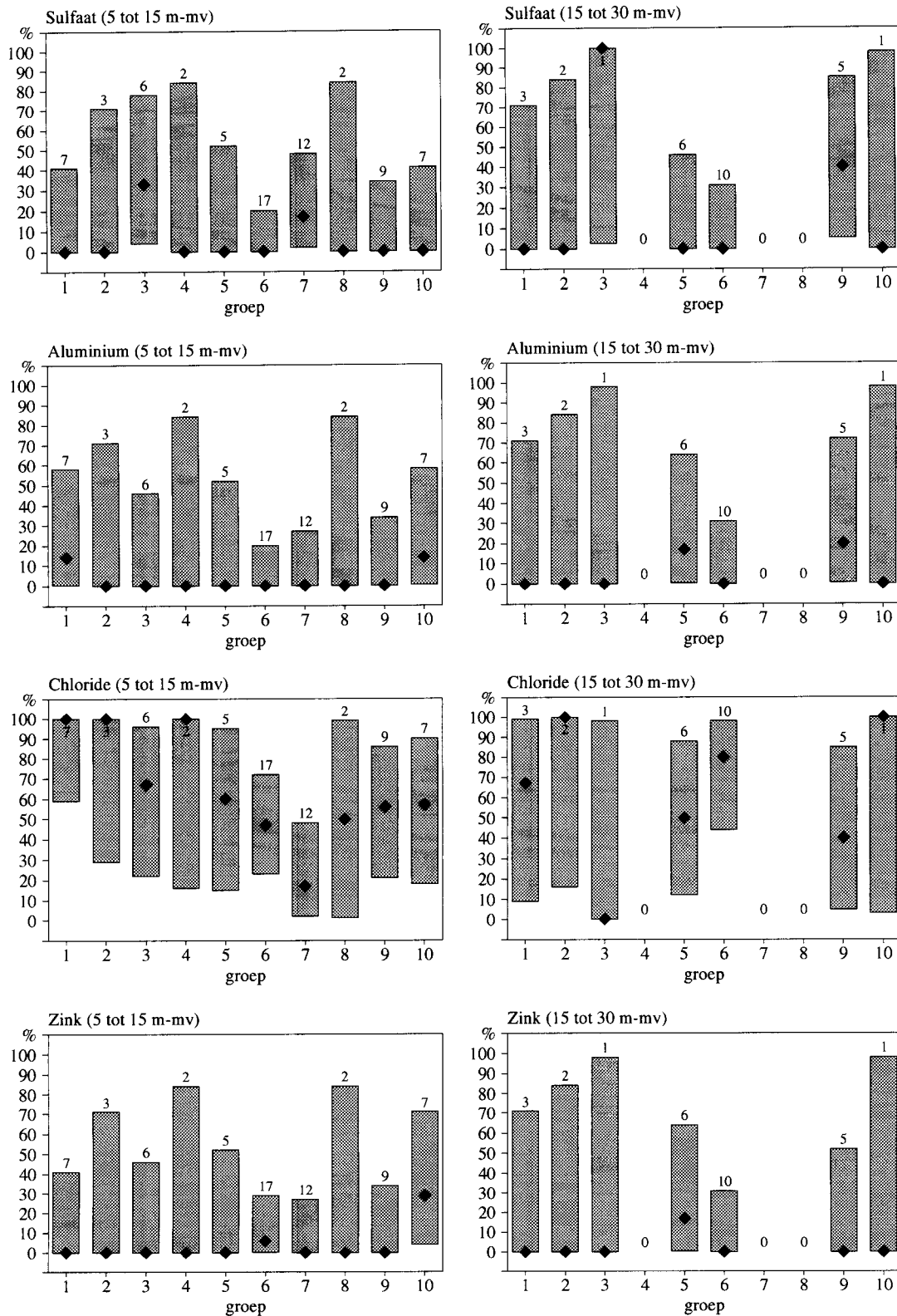
Bijlage F. Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde (◆ met 95% betrouwbaarheidsinterval) en het aantal meetpunten per homogeen deelgebied in 1996 voor kalium (drinkwaternorm), fosfaat, ammonium en nitraat.



Bijlage F (vervolg). Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde (◆ met 95% betrouwbaarheidsinterval) en het aantal meetpunten per homogeen deelgebied in 1996 voor sulfaat, aluminium (drinkwaternorm), chloride en zink. Voor de overige zware metalen wordt de streefwaarde niet overschreden en is de figuur gelijk aan die van nitraat.



Bijlage F (vervolg). Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde (◆ met 95% betrouwbaarheidsinterval) en het aantal meetpunten per groep in 1996 voor kalium (drinkwaternorm), fosfaat, ammonium en nitraat.



Bijlage F (vervolg). Percentage oppervlakte met concentraties boven de streefwaarde (◆ met 95% betrouwbaarheidsinterval) en het aantal meetpunten per groep in 1996 voor sulfaat, aluminium (drinkwaternorm), chloride en zink. Voor de overige zware metalen wordt de streefwaarde niet overschreden en is de figuur gelijk aan die van nitraat.

Bijlage G Resultaten onderlinge vergelijking van groepen

Significante concentratieverschillen tussen gebiedsgroepen op basis van de Mann-Whitney-toets.

Figuur G1 Parameters voor vermesting (kalium, fosfaat, ammonium en nitraat)

Figuur G2 Parameters voor verzuring (aluminium, pH en sulfaat)

groep	K	Plot	NH3	NO3	K	Plot	NH3	NO3	K	Plot	NH3	NO3	K	Plot	NH3	NO3	K	Plot	NH3	NO3	K	Plot	NH3	NO3	K	Plot	NH3	NO3	n
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
3	h	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
4	h	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
5	h	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
6	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	17	
7	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	12	
8	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	2	
9	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	9	
10	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	7	

Bijlage G1. Significante concentratieverschillen tussen groepen op basis van de Mann-Whitney-toets (parameters voor vermessing). h (rood) = rij is hoger dan kolom; l (groen) = rij is lager dan kolom; - = geen concentratieverschil; ** = te weinig data of identieke waarden. Voorbeeld: De concentratie totaal-fosfaat (Plot) is in groep 3 hoger dan in groep 1.

groep	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	Al	PH	SO4	n
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
3	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	6
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
6	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	17
7	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	12
8	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	2
9	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	9
10	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	7

Bijlage G2. Significante concentratieverschillen tussen groepen op basis van de Mann-Whitney-toets (parameters voor verzuring en chloride). h (rood) = rij is hoger dan kolom; l (groen) = rij is lager dan kolom; - = geen concentratieverschil; ** = te weinig data of identieke waarden. Een lagere pH is rood gekleurd en een hogere pH groen, omdat grondwater met een lage pH zuurder is dan grondwater met een hoge pH.

Bijlage H Resultaten van de trendberekingen

Tabel H1 Trends per putfilter over de periode 1989 - 1996.

Tabel H2 Trends per putfilter over de periodes 1989 - 1996 en 1980 - 1996.

Tabel H3 Gemiddelde concentratieverandering per groep over de periode 1989 - 1996.

De periode 1989 - 1996 betreft meetpunten uit zowel het LMG als het PMG;

De periode 1980 - 1996 betreft alleen meetpunten uit het LMG. In tabel H2 zijn derhalve geen gegevens uit het PMG opgenomen.

Bijlage H omvat 5 pagina's, inclusief dit voorblad.

1229	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1230	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1231	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1232	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1234*	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1235	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1236	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1237	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1238*	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1240	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1241	8	0	0	1.1	0	0	0	0	0.046	0	0	0
1242	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1243	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1244	8	0	0	0	0	-0.21	0	0	0	0	0	0
1245	8	0	0	0	0	0	0	0	-0.039	0	0	0
1248	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1249	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) filterdiepte 15 tot 30 m.

putnr	n	Al	Cd	Cl	Cu	K	NH3	NO3	PO4	Pb	SO4	Zn
47	8	0	0	-1.0	0	0	0	0	0	*	0	0
48	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
51*	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
53	7	0	0	-4.6	0	0	0	0	0	*	0	0
55	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
57	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
59	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	-5.8	0
61	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
63*	7	0	0	112.7	0	0.74	0	0	0	*	0	0
65	7	0	0	0	0	0.12	0	0	0	*	0	0
68	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
72	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
74	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
75	7	0	0	0	0	0.15	0	0	0	*	0	0
77*	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
80*	8	0	0	5.5	0	0	0	0	0	*	0	0
81	7	0	0	28.0	0	0.13	0	0	0	*	-33.7	0
83	7	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
84	7	0	0	0	0	0	-0.131	0	0	*	0	0
85*	8	0	0	458.6	0	7.04	1.665	0	0	*	72.7	0
86	7	0	0	-3.8	0	0	0	0	0	*	0	0
91	6	*	*	0	*	0	0	0	0	*	0	*
92	7	0	0	0	0	0.18	0	0	0	*	0	0
93*	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
303	8	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0

Tabel H2. Trends per putfilter over de periodes 1980 - 1996 en 1989 - 1996.

Voor meetpunten met een trend is de geschatte grootte (per jaar) weergegeven. Meetpunten zonder trend of met een trend kleiner dan 1 % van de streefwaarde hebben de waarde nul. In de putnummers met een * is de hoogste gemeten chlorideconcentratie in de periode 1980 - 1996 groter dan 1000 mg/l.

a) filterdiepte 5 tot 15 m.

putnr.	n	89-96	89-96	89-96	89-96	89-96	89-96	n	80-96	80-96	80-96	80-96	80-96	80-96
		Cl	K	NH ₃	NO ₃	PO ₄	SO ₄		Cl	K	NH ₄	NO ₃	PO ₄	SO ₄
47	8	0	0	0	0	0	0	17	-1.1	0	-0.049	0	0	-2.7
48	8	-1.7	0	0	0	0	-16.74	17	0	0	0	0	0	0
50	8	0	0.55	0	0	0	0	17	0	0.48	0.079	0	0	8.8
51	7	0	0	0	0	0	0.00	15	0	0	0	0	0	0
53	7	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0.048	0
55	7	0	-0.10	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
57	7	0	0	0	0	0	0	15	0	0	-0.269	0	0	0
59	8	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
61*	7	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
63	7	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
65	7	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0.045	0
68	8	0	0	0.11	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
72	7	0	0	0	0	0	0	16	-1.2	0	0	0	0.030	0
74	7	0	-0.06	0	0	0	0	16	0	0	-0.272	0	0.078	0
77*	8	77.0	0.96	0	0	0.292	0	17	95.9	1.13	-0.094	0	0.345	0
80	8	0	-0.04	0	0	0	0	17	-1.1	0	0	0	0	0
81	7	0	0	0	0	0	-2.54	14	0	0	0	0	0	0
83	7	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
84	7	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
85*	8	0	0	0	0	0	0	17	-43.3	-0.78	0	0	0	-6.7
86	7	0	0	0	0	0	-9.20	16	-6.7	0	0	0	0	-14.0

b) filterdiepte 15 tot 30 m.

putnr.	n	89-96	89-96	89-96	89-96	89-96	89-96	n	80-96	80-96	80-96	80-96	80-96	80-96
		Cl	K	NH ₃	NO ₃	PO ₄	SO ₄		Cl	K	NH ₄	NO ₃	PO ₄	SO ₄
47	8	-1.0	0	-0.02	0	0	0	17	0	0	-0.024	0	0	0
48	8	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
51*	7	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
53	7	-4.6	0	0	0	0	0	15	-3.4	0	0	0	0	0
55	7	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
57	7	0	0	0	0	0	0	15	1.4	0	0	0	0	0
59	8	0	0	0	0	0	-5.85	17	0	0.39	-0.016	0	0	-8.8
61	7	0	0	0	0	0	0	15	2.4	0	0	0	0	0
63*	7	113	0.75	0	0	0	0	16	20.9	0	0	0	0	0
65	7	0	0.13	0	0	0	0	16	0	0	-0.563	0	0	0
68	8	0	0	0	0	0	0	17	0	0	-0.017	0	0	0
72	7	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
74	7	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
75	7	0	0.16	0	0	0	0	13	-8.4	0	0	0	0	0
77*	8	0	0	0	0	0	0	17	-50.3	0	0	0	0	0
80*	8	5.5	0	0	0	0	0	17	6.0	0	0	0	0	0
81	7	28.0	0.13	0	0	0	-33.73	15	10.0	0	0	0	0	-22.4
83	7	0	0.04	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0.060	0
84	7	0	-0.14	-0.131	0	0	0	15	0	0	-0.135	0	0	0
85*	8	459	7.05	1.665	0	0	72.7	17	413.1	6.99	1.656	0	-0.248	53.8
86	7	-3.9	0	0	0	0	0	16	-6.4	0	-0.051	0	0	0
91	6	0	0	0	0	0	0	15	9.5	0	0	0	0	0

