

Opdrachtgever : Provincie Overijssel
Waterschap Regge en Dinkel

**MODELONDERZOEK
NUTRIËNTENHUISHOUDING STROOMGEBIED
MOSBEEK; ANALYSEFASE**

Rapportage

22.2184.0

16 april 1996

**IWACO B.V.
Vestiging Noord
Postbus 8064
9702 KB Groningen
050-5214214**

210 0317

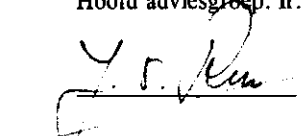
COLOFON:

IWACO B.V.
Vestiging Noord
Postbus 8064, 9702 KB Groningen
Chopinlaan 12, 9722 KE Groningen
Telefoon (050-5214214)
Telefax (050-5261453)

Projectnummer: 22.2184.0
Projecttitel: Modelonderzoek stroomgebied
Mosbeek; analysefase
Documenttitel: Rapportage
Publikatiedatum: 16 april 1996
Opdrachtgever: Provincie Overijssel
Waterschap Regge en Dinkel

Modelonderzoek, Overijssel, Mosbeek,
nutriënten
Prov. Overijssel
WS Regge en Dinkel
Modelonderzoek
Adviesgroep Hydrologie & Waterbeheer

Projectleider: Ir. P. van Bergen
(Mede-)auteur(s): Ir. B. Brorens
Ir. K. Perdijk
Hoofd adviesgroep: Ir. J.S. Rus

 d.d. 16/4/96.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
1.1 Opdracht	1
1.2 Achtergronden	1
1.3 Doelstelling van het onderzoek	2
1.4 Leeswijzer	2
2. UITGANGSPUNTEN EN OPZET VAN HET ONDERZOEK	3
2.1 Gebieds- en probleembeschrijving	3
2.2 Provinciaal- en waterschapsbeleid	4
2.3 Uitgangspunten en onderzoeksopzet	5
2.4 Beschikbare gegevens	5
3. ANALYSE VAN DE MEETGEGEVENS	7
3.1 Analyse hydrologische gegevens	7
3.1.1 Neerslag/afvoer-processen en definities	7
3.1.2 Gebiedsbeschrijving	8
3.1.3 Neerslag/afvoer-analyse	10
3.1.4 Neerslag/afvoer modellering voor het stroomgebied	12
3.2 Analyse waterkwaliteitsgegevens	15
3.2.1 Algemeen	15
3.2.2 Concentratie van de snelle en langzame afvoercomponent	16
3.2.3 Seizoensinvloeden	17
3.2.4 Concentratieveranderingen in de stroomrichting van de beek	20
3.2.5 Afvoerpieken	21
3.2.6 Analyseresultaten peilbuizen en drainagebuizen	23
3.3 Conclusies uit de analyse van de meetgegevens	26
4. LITERATUURLIJST	28

FIGUREN IN DE TEKST

- 3.1 Verdeling van neerslag over de verschillende processen afhankelijk van intensiteit en duur van een bui
- 3.2 Geologische dwarsdoorsnede van het stroomgebied
- 3.3 Stikstof- en fosforvracht per kwartaal

VERVOLG INHOUDSOPGAVE

BIJLAGEN

Kaarten

- I.1 Stroomgebied van de Mosbeek
- I.2 Ligging geologische en hydrologische deelgebieden
- I.3 Hoogtelijnen
- I.4 Isohypsenkaart ondiepe pakket
- I.5 Grondwatertrappenkaart
- I.6 Ligging peilbuizen

Waterkwantiteitsanalyse

- II.1 Afvoer Mosbeek, 20 minuten
- II.2 Afvoer Mosbeek, uurwaarden
- II.3 Afvoer Mosbeek, dagwaarden
- II.4 Afvoer Mosbeek, weekwaarden
- II.5 Afvoer Mosbeek, voortschrijdend gemiddelde 30 dagen
- II.6 Frequentieverdeling 20 minuten-, uur-, dag- en weekgemiddelden
- II.7 Neerslag en verdamping, dagwaarden
- II.8 Verhouding neerslag/afvoer, dagwaarden
- II.9 Voortschrijdend gemiddelde (30 dagen) van neerslag en afvoer
- II.10 Verhouding voortschrijdend gemiddelde (30 dagen) van neerslag/afvoer
- II.11 Gesommeerde afvoer vs. gesommeerde neerslag
- II.12 Incidentele debietmetingen: debiet per meetpunt

Neerslag-afvoer modellering

- III.1 Unit Hydrograph, respons op blok-input
- III.2 Unit Hydrograph benadering voor gehele periode
- III.3 Unit Hydrograph voor 1 afvoergolf, winterperiode
- III.4 Unit Hydrograph voor 1 afvoergolf, zomerperiode
- III.5 Lineair reservoir benadering voor gehele periode (1 reservoir)
- III.6 Lineair reservoir voor 1 afvoergolf, winterperiode (1 reservoir)
- III.7 Lineair reservoir voor 1 afvoergolf, zomerperiode (1 reservoir)
- III.8 Lineair reservoir benadering voor gehele periode (2 reservoirs)
- III.9 Lineair reservoir voor 1 afvoergolf, winterperiode (2 reservoirs)
- III.10 Lineair reservoir voor 1 afvoergolf, zomerperiode (2 reservoirs)

Concentratie tegen de tijd, alle locaties

- IV.1 pH
- IV.2 EGV
- IV.3 o-P
- IV.4 tot-P
- IV.5 NO₃
- IV.6 NO₂
- IV.7 NO₂ + NO₃

VERVOLG INHOUDSOPGAVE

IV.8	NH ₄
IV.9	Kjeldahl-N
IV.10	K-tot
IV.11	Cl
IV.12	SO ₄
IV.13	Fe-opgelost
IV.14	Fe-tot
IV.15	Mg
IV.16	K
IV.17	Na
IV.18	Ca
IV.19	HCO ₃
IV.20	CO ₂
IV.21	onopg.best
IV.22	bezinksel

Concentratie en debiet tegen de tijd, continue meetpunt

V.1	o-P
V.2	tot-P
V.3	NO ₃
V.4	NO ₂
V.5	NO ₂ + NO ₃
V.6	NH ₄
V.7	Kjeldahl-N
V.8	N-tot
V.9	SO ₄
V.10	Cl
V.11	K

Vracht en cumulatieve vracht tegen de tijd

VI.1	o-P
VI.2	tot-P
VI.3	NO ₃
VI.4	NO ₂
VI.5	NO ₂ + NO ₃
VI.6	NH ₄
VI.7	Kjeldahl-N
VI.8	N-tot
VI.9	SO ₄
VI.10	Cl
VI.11	K

Concentratie tegen afstand tot de bron

VII.1	pH
VII.2	EGV
VII.3	o-P

VERVOLG INHOUDSOPGAVE

VII.4	tot-P
VII.5	NO ₃
VII.6	NO ₂
VII.7	NO ₂ + NO ₃
VII.8	NH ₄
VII.9	Kjeldahl-N
VII.10	N-tot
VII.11	Cl
VII.12	SO ₄
VII.13	Fe-opgelost
VII.14	Fe-tot
VII.15	Mg
VII.16	K
VII.17	Na
VII.18	Ca
VII.19	HCO ₃
VII.20	CO ₂
VII.21	onopg.best
VII.22	bezinksel

Concentratie tegen debiet

VIII.1	o-P
VIII.2	tot-P
VIII.3	NO ₃
VIII.4	NO ₂
VIII.5	NO ₂ + NO ₃
VIII.6	NH ₄
VIII.7	Kjeldahl-N
VIII.8	N-tot
VIII.9	SO ₄
VIII.10	Cl
VIII.11	K

Vracht tegen debiet

IX.1a	o-P; volledig
IX.1b	o-P; detail
IX.2a	tot-P; volledig
IX.2b	tot-P; detail
IX.3a	NO ₃ ; volledig
IX.3b	NO ₃ ; detail
IX.4a	NO ₂ ; volledig
IX.4b	NO ₂ ; detail
IX.5a	NO ₂ + NO ₃ ; volledig
IX.5b	NO ₂ + NO ₃ ; detail
IX.6a	NH ₄ ; volledig
IX.6b	NH ₄ ; detail

VERVOLG INHOUDSOPGAVE

- IX.7a Kjeldahl-N; volledig
- IX.7b Kjeldahl-N; detail
- IX.8a N-tot; volledig
- IX.8b N-tot; detail
- IX.9a SO₄; volledig
- IX.9b SO₄; detail
- IX.10a Cl; volledig
- IX.10b Cl; detail
- IX.11a K; volledig
- IX.11b K; detail

Bemonstering piekafvoeren

- X.1 Debiet in 1995
- X.2a Afvoerpiek 22-3-1995 tot 30-3-1995; NO₃, NH₄, N-kj
- X.2b Afvoerpiek 22-3-1995 tot 30-3-1995; P-tot, o-P
- X.2c Afvoerpiek 22-3-1995 tot 30-3-1995; Cl, K, SO₄
- X.3a Afvoerpiek 23-5-1995 tot 30-5-1995; NO₃, NH₄, N-kj
- X.3b Afvoerpiek 23-5-1995 tot 30-5-1995; P-tot, o-P
- X.3c Afvoerpiek 23-5-1995 tot 30-5-1995; Cl, K, SO₄
- X.4a Afvoerpiek 12-7-1995 tot 3-8-1995; NO₃, NH₄, N-kj
- X.4b Afvoerpiek 12-7-1995 tot 3-8-1995; P-tot, o-P
- X.4c Afvoerpiek 12-7-1995 tot 3-8-1995; Cl, K, SO₄
- X.5a Afvoerpiek 28-8-1995 tot 11-9-1995; NO₃, NH₄, N-kj
- X.5b Afvoerpiek 28-8-1995 tot 11-9-1995; P-tot, o-P
- X.5c Afvoerpiek 28-8-1995 tot 11-9-1995; Cl, K, SO₄
- X.6a Afvoerpiek 6-11-1995 tot 4-12-1995; NO₃, NH₄, N-kj
- X.6b Afvoerpiek 6-11-1995 tot 4-12-1995; P-tot, o-P
- X.6c Afvoerpiek 6-11-1995 tot 4-12-1995; Cl, K, SO₄

XI.1 Analyseresultaten grondwater

1. INLEIDING

1.1 OPDRACHT

Op 23 maart 1995 heeft het Waterschap Regge en Dinkel en de Provincie Overijssel, IWACO opdracht verleend voor de uitvoering van het project "Modelmatige beschrijving nutriëntenhuishouding stroomgebied Mosbeek". Het project vormt de afronding van het in 1993 gestarte project "Onderzoek af- en uitspoeling nutriënten in het stroomgebied van de Mosbeek".

1.2 ACHTERGRONDEN

De Mosbeek is gelegen in Noordoost-Twente en heeft een totale lengte van ca. 8 km. Het stroomgebied van de beek op basis van de topografie bestrijkt circa 1000 hectare en valt voor een klein gedeelte op Duits grondgebied. De Mosbeek wordt beschouwd als één van de meest waardevolle laaglandbeken in ons land. Belangrijke delen van Noordoost Twente, waaronder delen van het Mosbeeksysteem zijn bijzonder gevoelig voor verzuring, vermesting, verdroging, verspreiding van milieuvreemde stoffen en fysieke aantasting. Het nitraatgehalte in de ondergrond is in de loop van de jaren toegenomen tot boven de EG-richtlijn voor drinkwater. Ook fosfaatverzadiging van de bodem en de daardoor verhoogde fosfaatuspoeling vormt een bedreiging voor het ecosysteem.

Voor het genereren van gebiedsspecifieke maatregelen voor het terugdringen van de vermessing is inzicht vereist in aspecten van de regionale en lokale nutriëntenhuishouding in relatie tot het grondgebruik. Gezien de complexiteit van dergelijke materie is de ontwikkeling van een besluitvorming-ondersteunende modelinstrumentarium gewenst.

Op initiatief van het Waterschap Regge en Dinkel is in de tweede helft van 1993 het project "Onderzoek af- en uitspoeling nutriënten van het stroomgebied van de Mosbeek" gestart. Naast het waterschap zijn de provincie Overijssel, de Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) bij het onderzoek betrokken. In het kader van het project worden twee deelonderzoeken uitgevoerd. Met de uitvoering van het deelproject "Onderzoek vermindering af- en uitspoeling meststoffen door beekbegeleidende bufferstroken" wordt beoogd inzicht te verkrijgen in de effectiviteit van beekbegeleidende bufferstroken met betrekking tot de vermindering van nutriënten af- en uitspoeling. Het deelonderzoek wordt op een op de stuwwal gelegen deel van het stroomgebied van de Mosbeek uitgevoerd door het Staring Centrum (veldonderzoek tot juli 1995, rapportage 1997). Het tweede deelproject "Modelonderzoek nutriëntenhuishouding stroomgebied Mosbeek" vormt de feitelijke afronding van het project. Dit rapport vormt de afsluiting van de eerste fase van dit project.

1.3 DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK

Het hoofddoel van het onderzoek is de ontwikkeling van een modelinstrumentarium op stroomgebiedniveau om de relatie te beschrijven tussen enerzijds: bemesting, bodemeigenschappen, gewaseigenschappen, hydrologie en anderzijds de af- en uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater. Het modelinstrumentarium moet in staat zijn om het effect van mogelijke maatregelen op de concentraties in het oppervlaktewater te kunnen beschrijven. Hierbij kan worden gedacht aan de volgende maatregelen:

- verandering van de mestgift (verschillende bemestingsscenario's);
- realisering van onbemeste bufferstroken;
- teeltkundige aanpassingen;
- omzetting van het bodemgebruik.

Het modelinstrumentarium wordt na afronding van het project overgedragen aan de opdrachtgevers.

1.4 LEESWIJZER

Dit project is opgesplitst in drie fases, de analysefase, de fase waarin het modelinstrumentarium opgezet en geijkt wordt en de fase waarin met het modelinstrumentarium beleidsondersteunende scenario's worden uitgevoerd. Deze rapportage vormt de afronding van de analysefase.

In hoofdstuk twee wordt een overzicht gegeven van de uitgangspunten en opzet van het totale deelonderzoek en is een korte opsomming gemaakt van de beschikbare gegevens.

Op basis van deze gegevens is de hydrologie (hoofdstuk 3.1) en de waterkwaliteit (hoofdstuk 3.2) van het stroomgebied van de Mosbeek besproken.

2. UITGANGSPUNTEN EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

2.1 GEBIEDS- EN PROBLEEMBESCHRIJVING

Stroomgebied

De Mosbeek ontspringt in Noordoost-Twente op de stuwwal van Ootmarsum ten noorden van Vasse (gemeente Tubbergen). De beek heeft een totale lengte van ca. 8 km en is onderdeel van het Reggesysteem. Ten noordoosten van Hezingen ontspringt de Mosbeek in een bronbosje (± 60 m+NAP) in een erosiedal, op een afstand van circa 500 m van de waterscheiding. In werkelijkheid zijn er meerdere voedingsbronnen over een groter gebied verspreid, die echter een geringere invloed op de watervoering hebben. Het topografisch stroomgebied van de beek bestrijkt circa 1000 hectare en valt voor een klein gedeelte op Duits grondgebied. In westelijke richting stromend komt de Mosbeek ten noorden van Tubbergen, ter hoogte van de Doevenweg, samen met de Elsenbeek (± 20 m+NAP). Hier gaan beide beken verder onder de naam Geesterse Molenbeek. Benedenstrooms van deze beek stroomt het water via diverse watergangen af naar de Regge. De Mosbeek wordt niet belast door riooloverstorten en effluent. Op een aantal locaties wordt het oppervlaktewater belast met min of meer ongezuiverd huishoudelijk afvalwater.

Natuur- en landschapswaarden

Als gevolg van de vele gradiënten die in het stroomgebied aanwezig zijn, zijn in het gebied veel biotisch waardevolle elementen ontstaan zoals blauwgraslanden en bron- en broekbossen. De rijkste flora wordt aangetroffen in de brongebieden. Ook in de beek komen nog belangrijke restanten voor van de oorspronkelijke laaglandbeekfauna. Naast de biotisch waardevolle elementen zijn delen van de Mosbeek van grote geomorfologische waarden (Provincie Overijssel, 1992).

Milieuproblematiek

Op grond van een specifieke gebiedskenmerken is het Mosbeeksysteem (bijzonder) gevoelig voor verzuring, vermesting, verdroging, verspreiding van milieuvreemde stoffen en fysieke aantasting. Vanwege de geringe dikte van het bovenste zandpakket (< 2 meter) en de aanwezige bodems (podzolgronden, beekdalbodems) is het stuwwal deel van het stroomgebied zeer gevoelig voor de uit- en afspoeling van meststoffen (vermesting) (Provincie Overijssel, 1992).

Uit onderzoek in het brongebied van de Mosbeek is naar voren gekomen dat het nitraatgehalte in de periode van 1959 tot 1986 is toegenomen van 0 tot 12,8 N mg/l. Naast de uitspoeling van nitraat, vormt de fosfaatverzadiging van de bodem en de daardoor verhoogde fosfaatuitspoeling een bedreiging voor het kwetsbare ecosysteem (Provincie Overijssel, 1992).

Uit chemische analyses van het grondwater uit de waterwinputten bij Manderveen en Vasserheide blijkt dat de NO_3 -concentratie in het diepe grondwater (15 tot 70 m-mv) in de periode 1984 tot 1990 respectievelijk is gestegen van 0,6 tot 3,3 mg N/l en van 7,5 tot 8,1 mg N/l. De verwachting is dat de NO_3 -concentratie in het opgepompte water van deze winningen de komende jaren nog aanmerkelijk zal toenemen op basis van het naijl-effect van de uitspoeling van nitraat naar grotere diepte in het watervoerend zandpakket. Op basis van de ingeschatte bemestingssituatie in het verleden en de gemeten concentraties in het opgepompte water wordt verondersteld dat niet verwaarloosbare denitrificatie optreedt in de ondergrond die het naijleffect zal verzwakken (Provincie Overijssel, 1995).

2.2 PROVINCIAAL- EN WATERSCHAPSBELEID

De Mosbeek wordt beschouwd als één van de meest waardevolle laaglandbeken in ons land. Als zodanig is zowel op provinciaal niveau (o.a. Streekplan Twente, Milieubeleidsplan Overijssel en Waterhuishoudingsplan Overijssel) als op waterschapsniveau (Waterbeheersplan 1989-1994) bijzondere aandacht besteed aan de Mosbeek en haar stroomdal.

In het Waterbeheersplan 1989-1994 kent het waterschap Regge en Dinkel aan de Mosbeek de functies 'afvoer' en 'natuurlijk milieu' toe. In het waterhuishoudingsplan Overijssel is aan de Mosbeek de functie 'water voor natuur' toegekend. Daarbij wordt gesteld dat ten aanzien van de ontwikkelingsrichting van aquatische levensgemeenschappen de Mosbeek het bronbeekarakter dient te behouden.

Het stroomgebied van de Mosbeek is opgenomen in twee recent opgestarte uitvoeringsgerichte beleidsprogramma's, respectievelijk het project "Gebiedsgericht beleid Noordoost Twente" en het project "Bodembeschermingsgebied Stuwval Ootmarsum". Hoofddoel van het, door de provincie Overijssel in 1991 geïnitieerde samenwerkingsproject "Gebiedsgericht beleid Noordoost Twente" is de opstelling van een breed gedragen plan van aanpak om zo een effectiever milieubeleid te realiseren en het bieden van kansen voor de ontwikkeling van duurzame landbouw. Optimalisering van beheer en inrichting van grondwater- en oppervlaktesystemen vormt een hoofddoelstelling van het in 1993 vastgestelde Plan van aanpak. In het Plan van aanpak zijn projecten voorzien waarin onder andere maatregelen worden voorgesteld, die gericht zijn op (Provincie Overijssel, 1992):

- een beperking van de nutriëntenafvoer vanaf aangrenzende percelen naar het oppervlaktewater;
- het instandhouden van het herstel van de natuurlijke loop van beken;
- het langer vast houden van water in de brongebieden (retentie) ter bestrijding van verdroging en inundatie;
- het ontwikkelen van een meer natuurlijk grondwaterbeheer.

In het project "Bodembeschermingsgebied Ootmarsum" wordt door de provincie Overijssel in de periode 1992-1996 door middel van een gericht stimuleringsbeleid onder andere getracht de algemene milieukwaliteit versneld te realiseren.

2.3 UITGANGSPUNTEN EN ONDERZOEKSOPZET

Voor het genereren van gebiedsspecifieke maatregelen voor het terugdringen van de vermes-ting is inzicht vereist in aspecten van de regionale en lokale nutriëntenhuishouding in relatie tot het grondgebruik. Gezien de complexiteit van deze materie is voor een onderbouwing van maatregelen een besluitvorming-ondersteunend modelinstrumentarium noodzakelijk. Binnen het onderhavige project is een dergelijk instrumentarium ontwikkeld. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Met het modelinstrumentarium dient de af- en uitspoeling van nitraat en fosfaat op stroomgebiedniveau te kunnen worden berekend. Het schaalniveau is zowel in tijd als plaats afgestemd op de grootte van het stroomgebied, de onzekerheden in de gegevens en de noodzakelijke nauwkeurigheid van de berekeningsresultaten;
- Het instrumentarium is deels gebaseerd op een deterministische beschrijving van de uit- en afspoelingsprocessen en deels op empirische verbanden gemeten in en buiten het stroomgebied;
- Het instrumentarium moet een beschrijving geven van de huidige stikstof-en fosforkring-loop en het effect hierop van mogelijke maatregelen;
- Het instrumentarium dient gebruikersvriendelijk en algemeen toepasbaar te zijn;
- Het instrumentarium dient bij voortschrijdend inzicht gemakkelijk aangepast te kunnen worden.

Als eerste stap om te komen tot het modelinstrumentarium zijn eerst de meetgegevens geanalyseerd (zie hoofdstuk 3).

2.4 BESCHIKBARE GEGEVENS

Ten behoeve van dit onderzoek is een groot aantal gegevens beschikbaar. Het waterschap Regge en Dinkel meet sinds april 1993 met behulp van een automatische meetstuw continu de afvoer van de Mosbeek. Tevens worden automatisch debiet-proportionele waterkwaliteitsmonsters genomen. Deze stuw is gelegen op zo'n 7 kilometer afstand van de bron van de Mosbeek.

Stroomopwaarts van dit meetpunt (zie figuur I.2, meetpunt 4) worden maandelijks handmatig debietmetingen verricht en waterkwaliteitsmonsters genomen (meetpunt 1 t/m 3).

Waterkwantiteit

Met betrekking tot de waterkwantiteit zijn de volgende tijdreeksen beschikbaar:

- Debieten van de meetstuw bij meetpunt 4 (20-minuten meetwaarden);
- Neerslag en verdamping (dagwaarden Tubbergen, uurwaarden Twente);
- Grondwaterstanden (TNO-grondwaterarchief, Provincie Overijssel);
- Gegevens perceelstudie Mosbeek eerste deelproject: neerslag, grondwaterstanden, peil Mosbeek;
- Handmatige debietmetingen locatie 1,2 en 3.

Waterkwaliteit

De debietproportionele monsters van de automatische meetstuw zijn geanalyseerd op de volgende parameters:

- NO_3 , NO_2 , NH_4 , N_{kj} , N-tot;
- o- PO_4 , t-P;
- SO_4 , Cl, K.

In de watermonsters die momentaan per 4 weken genomen zijn worden naast de parameters van de continue bemonstering de volgende parameters bepaald:

- pH, EGV, organische bestanddelen
- HCO_3 , CO_3
- Fe(opgelost), Fe-totaal
- Na, Ca, Mg

Verder zijn in een aantal bestaande peil- en drainagebuizen en een drietal nieuw geplaatste peilbuizen waterkwaliteitsanalyses verricht.

In een rapport van het Waterschap Regge en Dinkel zijn de resultaten van april 1993 - april 1994 beschreven (Waterschap Regge en Dinkel, 1995). De resultaten van na april 1994 worden in dit afsluitend rapport van de analysefase gerapporteerd.

In bijlagen IV en X zijn grafieken opgenomen van de analyseresultaten van de momentane bemonstering.

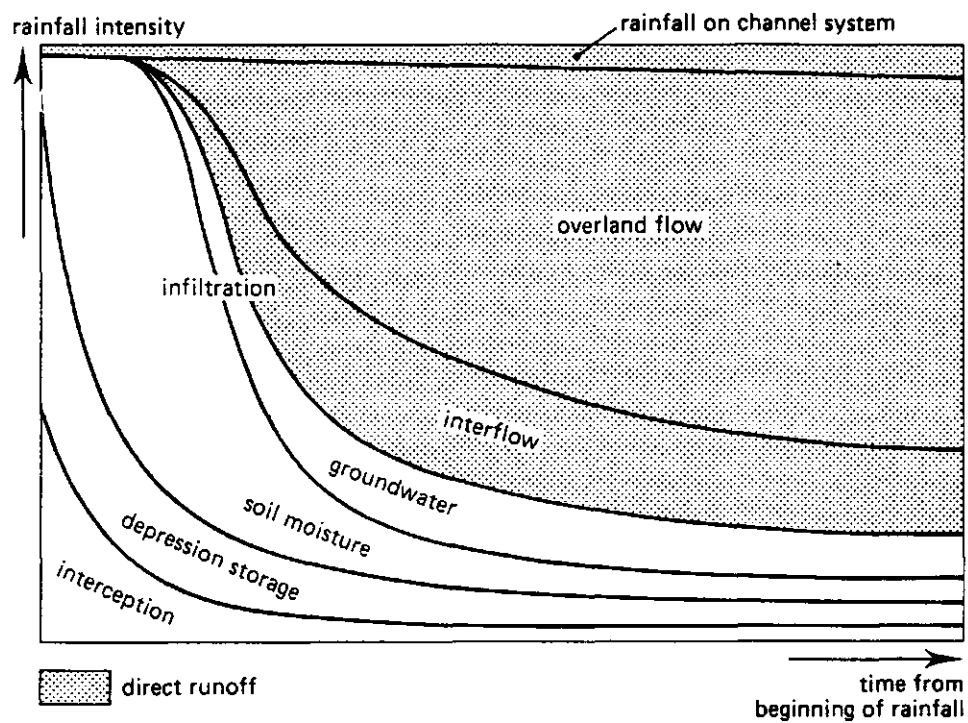
Ruimtelijke gegevens

De volgende kaarten zijn (in enkele gevallen digitaal) beschikbaar:

- De bodemkaart 1:50000 met grondwatertrappen
- Het landgebruik
- De ligging afvoersysteem van de Mosbeek (zijbeken, gedraineerde gebieden)
- Hoogtepunten

Nog te verzamelen gegevens

Gegevens met betrekking tot de nutriënteninput vanuit de landbouw en via septictanks zijn in deze rapportage niet opgenomen. In het vervolg van het onderzoek zullen deze gegevens wel opgenomen worden.



Figuur 3.1 Verdeling van neerslag over de verschillende processen afhankelijk van intensiteit en duur van een bui (ILRI, 1994).

3. ANALYSE VAN DE MEETGEGEVENS

3.1 ANALYSE HYDROLOGISCHE GEGEVENS

3.1.1 Neerslag/afvoer-processen en definities

De afvoer van neerslag vanuit een stroomgebied vindt plaats middels een aantal verschillende processen. De snelheid waarmee het water wordt afgevoerd verschilt sterk per proces, er wordt dan ook gesproken over snelle en langzame afvoer. Snelle afvoer gaat meestal gepaard met hoge afvoerpieken.

In tabel 3.1 zijn de belangrijkste processen (behalve verdamping) ingedeeld naar reactietijd. Er is aangeven of een proces 'snel' dan wel 'langzaam' is.

De grenzen tussen de genoemde processen zijn in praktijk niet exact aan te geven (bv. de grens tussen ondiep en diep grondwater). Ze lopen feitelijk langzaam in elkaar over.

Reactietijd is niet altijd hetzelfde als verblijftijd. Het water dat als gevolg van een toename van de drukhoogte tot afvoer komt is niet noodzakelijkerwijs hetzelfde water dat net gevallen is als neerslag (doordruk-effect). Een verhoogde grondwaterstand leidt tot een toename van baseflow (dagen/weken), terwijl de verblijftijd van het water in de ondergrond enkele tientallen jaren kan bedragen.

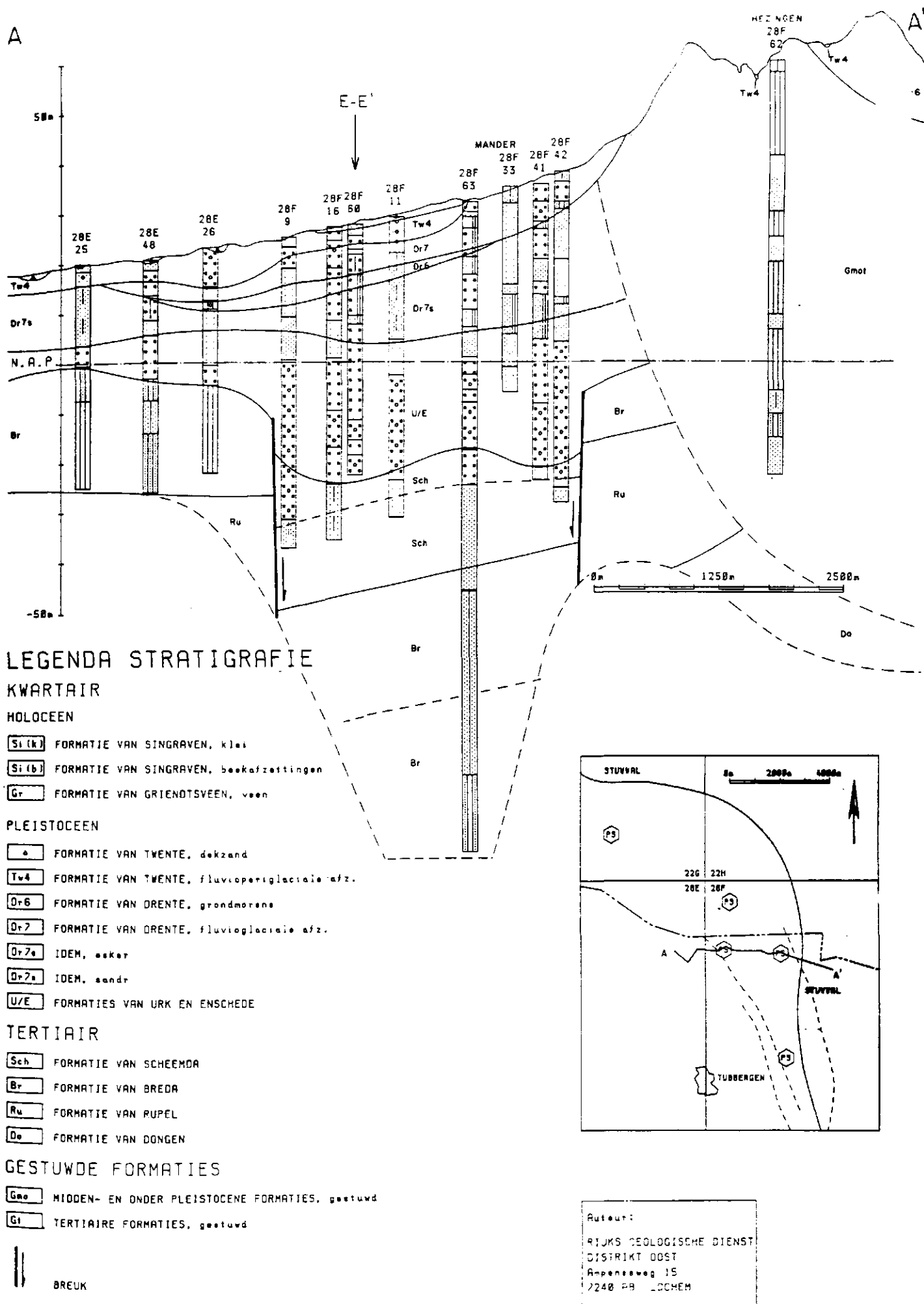
Tabel 3.1 Afvoerprocessen, indeling naar tijd, snel en langzaam

Proces	Ordegrootte reactietijd	Ordegrootte verblijftijd	snel/langzaam
Oppervlakkige afstroming	minuten/uren	minuten/uren	snel
Interflow/drainage via scheuren	uren	uren	snel
Ondiepe grondwaterafvoer	uren/dagen	dagen/weken/ maanden	langzaam
Baseflow/Diepe grondwaterafvoer	dagen/weken	maanden/jaren	(zeer) langzaam

Figuur 3.1 (ILRI, 1994) laat zien hoe gedurende een bui het water geborgen wordt of tot afstroming komt, afhankelijk van de neerslagintensiteit.

Als gevolg van een toename van intensiteit van de neerslag en duur van een bui volgen de volgende 'processen' elkaar op:

- interceptie
- oppervlakkige berging
- infiltratie naar bodemvocht
- infiltratie naar grondwater
- interflow
- oppervlakkige afstroming



Figuur 3.2 Geologische dwarsdoorsnede van het stroomgebied (Broks Adviezen, 1986)

De lijnen in dit figuur kennen voor ieder deelgebied een ander verloop. Het is mogelijk deze lijnen op 'vierkante meter niveau' te bekijken, of 'lump sum' op stroomgebiedniveau. Het verloop van de lijnen voor een groot gebied is als het ware een gemiddelde van de lijnen voor vele kleine gebieden en zal daardoor over het algemeen vlakker zijn.

Het is ook mogelijk dat processen elkaar opvolgen binnen een gebied (bv. oppervlakkig afstromend water infiltreert lager op een helling en komt via drainage tot afvoer). Dit heeft ook gevolgen voor concentraties van stoffen in het water.

Na een droge (zomer)periode zal snelle afvoer met name optreden in gebieden die dicht naast de beek of een sloot gelegen zijn. Het grootste deel van de neerslag die in andere gebieden binnen het stroomgebied valt verdampt. Het stroomgebied is in zo'n periode dus feitelijk kleiner dan in een natte periode, wanneer slechts weinig neerslag verdampt en bijna alle regen via snelle danwel langzame afvoer zijn weg vindt naar de Mosbeek.

Invloed van initiële condities

De ligging van de lijnen in de grafiek hangt mede af van de toestand van het systeem voor aanvang van de bui. Een aantal van deze factoren zijn:

- De berging die nog aanwezig is in het systeem (voor interceptie, oppervlakkige berging, onverzadigde zone), bepaalt in zekere mate op welk punt op de x-as van de grafiek het systeem zich bevindt bij aanvang van de bui.
- De verdeling tussen infiltratie naar grondwater, interflow en oppervlakkige afstroming is sterk afhankelijk van de grondwaterstand.
- De mogelijkheden voor interceptie hangen sterk af van de gewassen en de gewastoeestand (zomer/winter).
- De hoeveelheid oppervlakkige berging is ondermeer afhankelijk van de bodemtoestand (ploegvoren of verslepte bodem, organische stof/strooisellaag etc.)
- De mogelijkheden voor infiltratie hangen sterk samen met de bodemstructuur (bv. verslemping).

3.1.2 Gebiedsbeschrijving

Het topografische stroomgebied van de Mosbeek is aangegeven in figuur I.1. In paragraaf 2.1 zijn de globale kenmerken van dit gebied beschreven. In deze paragraaf wordt verder ingegaan op de invloed van de gebiedskenmerken op de hydrologie van het gebied en het afvoerregime van de Mosbeek.

Geologie

De geologie is van grote invloed op de waterhuishouding in het gebied van de Mosbeek. Binnen het stroomgebied kunnen drie verschillende geologische eenheden worden onderscheiden (zie figuur 3.2):

- A. Het oostelijke deel van het stroomgebied is gelegen op de stuwwal Ootmarsum. Op de stuwwal komen gestuwde tertiaire formaties met overwegend kleiafzettingen maar ook zandige inschakelingen voor.
- B. Het middelste deel van het stroomgebied ligt in de Slenk van Reutum. Hier bevindt de tertiaire klei (Breda) zich op een diepte van ongeveer 70 m beneden het maaiveld (hydrologische basis). De Slenk van Reutum bestaat uit twee watervoerende pakketten die van elkaar worden gescheiden door kleine keileemlaagjes. De grens van dit gebied wordt weergegeven in figuur I.2 door de twee breuklijnen die de Slenk begrenzen.

- C. Ten westen van deze breuklijnen is het watervoerend pakket beduidend dunner dan in de Slenk. Hier wordt de formatie van Breda aangetroffen op ongeveer 20 meter onder maaiveld.

Topografie

Figuur I.3 toont de hoogtelijnen in het stroomgebied. De ligging van de stuwwal is duidelijk herkenbaar aan de sterke gradiënt van het maaiveld. In de Slenk loopt deze snel terug. In het westelijk deel van het stroomgebied is er bijna geen gradiënt meer aanwezig.

Hydrologische kenmerken

De driedeling van het stroomgebied zoals die volgt uit de geologie en de topografie heeft belangrijke gevolgen voor de hydrologie.

- A. Stuwwal. In de stuwwal komen plaatselijk ondiep (tot maximaal 2 meter beneden maaiveld) kleilagen voor, die infiltratie van neerslag naar de diepere ondergrond belemmeren. De zone boven deze kleilagen raakt in natte perioden snel verzadigd (mogelijk schijngrondwaterspiegels), waardoor de overtollige neerslag snel wordt afgevoerd, via oppervlakkige afstroming, danwel interflow of drainage. Dientengevolge kent een dergelijk gebied een oppervlaktewaterstelsel, dat echter niet noodzakelijkerwijs het gehele jaar water hoeft te voeren. In figuur I.2 is dit gebied op de stuwwal gearceerd. Ook de grondwatertrappenkaart (figuur I.5) laat zien dat dit gebied erg nat is.

De mogelijkheden voor snelle afvoer en met name oppervlakkige afstroming worden versterkt door de helling van het gebied. Nabij meetpunt 1 en bij het perceelonderzoek uitgevoerd door het Staring Centrum is geulerosie waargenomen.

In de overige gebieden op de stuwwal zijn geen sloten. Snelle afvoer uit dit gebied is dan ook niet mogelijk, behalve dicht naast de Mosbeek. Mogelijk oppervlakkig afstromend water zal binnen deze gebieden weer infiltreren. De grondwatertrap is voor het merendeel VII". Uit de isohypsenkaart blijkt dat de grondwaterstromingsrichting in het noordelijk deel van de stuwwal niet richting de Mosbeek, maar naar het westen is gericht. Dit deel van de stuwwal maakt dan ook geen onderdeel uit van het werkelijke stroomgebied van de Mosbeek, wel van het topografische stroomgebied. De omvang van het werkelijke stroomgebied bedraagt ca. 500 hectare.

- B. Slenk. Uit de grondwatertrappenkaart blijkt dat vrijwel het grootste deel van de Slenk een infiltratiegebied is (VII"). Rond de Mosbeek zelf komen in het oostelijke deel van de Slenk hogere grondwaterstanden voor. Uit de incidentele afvoermetingen (zie paragraaf 3.1.3 en bijlage II) blijkt dat hier (periodiek) wegzijging optreedt.

Meer naar het westen van de Slenk buigen de isohypsen weer naar de Mosbeek toe, hetgeen inhoudt dat er weer toestroming van grondwater naar de Mosbeek optreedt. Dit wordt bevestigd door de incidentele debietmetingen. In dit gedeelte van de Slenk en in een strook ten westen van de Slenk treedt van nature kwel op vanuit het ondiepe watervoerend pakket (Lijendijk, 1993).

Voor de noordzijde van de Slenk geldt hetzelfde als voor de noordzijde van de stuwwal: snelle afvoer vanuit dit gebied vindt niet plaats (slechts dicht naast de Mosbeek) en de isohypsen duiden op een grondwaterstroming die niet richting de Mosbeek voert, maar meer west en zelfs noordwestelijk is gericht (grondwaterwinning Manderheide). Ook dit gedeelte van het topografische stroomgebied hoort waarschijnlijk niet bij het werkelijke (huidige) voedingsgebied van de Mosbeek.

- C. Benedenloop. De grondwatertrappen in dit gedeelte van de Slenk duiden op kwel. De isohypsen geven aan dat er toestroming van grondwater naar de Mosbeek optreedt. De kwel wordt mogelijk veroorzaakt doordat de geringere dikte van het watervoerend pakket ter plaatse ten opzichte van de Slenk het water naar maaiveld dwingt.

Als gevolg van de kwel in dit gebied (hoge grondwatertrappen) is er geen berging en infiltratie van het neerslagoverschot mogelijk, dat dientengevolge snel wordt afgevoerd middels het aanwezige oppervlaktewaterstelsel (zie figuur I.2).

3.1.3 Neerslag/afvoer-analyse

De in de benedenstroom van de Mosbeek met de automatische meetstuw (zie figuur I.2, meetpunt 4) gemeten afvoeren zijn voor de 20-minuten intervallen uitgezet in figuur II.1. Het verloop is erg grillig, hetgeen ook blijkt uit de volgende statistieken over de periode 93'-95':

Parameter	Waarde [m ³ /s]
Minimale afvoer	0
Mediaan van afvoer	0.02
Gemiddelde afvoer	0.045
Maximale afvoer	0.72

Het verschil tussen zomer en winter is groot, zowel qua het gemiddelde als piekafvoeren. Deze laatste zijn in de gemeten periode in de winter ongeveer vier maal hoger dan in de zomer.

Verloop in de beek

In grafiek II.12 in bijlage II is het verloop van het debiet in de beek voor de incidentele debietmetingen weergegeven. De metingen zijn minder betrouwbaar dan de metingen verricht met de meetstuw van het continue meetpunt en worden dan ook meer gezien als indicatie dan als absoluut. Als gevolg van het snelle karakter van de afvoer van de Mosbeek, verschilt het debiet op een locatie binnen een dag soms meer dan een factor twee. Bij de vergelijking van de meetgegevens van de continue meetstuw met de opgegeven incidentele waarden traden enige afwijkingen aan het licht. De waarden in de grafiek zijn de gecorrigeerde waarden.

Tussen locatie 1 (op korte afstand van de bron) en meetpunt 2 (in de Slenk) neemt de afvoer nauwelijks toe en in enkele gevallen zelfs af. Tussen deze meetpunten wordt vanuit het oppervlaktewaterstelsel op de stuwwal water toegevoerd naar de beek, maar er treedt ook wegzijging op in het oostelijke deel van de Slenk.

Meetpunt 3 markeert het einde van de Slenk. Tussen dit meetpunt en het in het oostelijke deel van de Slenk gelegen meetpunt 2 vindt bij vrijwel alle metingen een toename van het debiet plaats, hetgeen duidt op kwel in de beek. Dit blijkt ook, zoals boven reeds aangegeven, uit het isohypsenpatroon.

Bij lage afvoeren is het gemeten debiet bij meetpunt 4 over het algemeen lager dan bij meetpunt 3. Dit duidt op wegzijging uit de beek, danwel op agrarische benutting van het water (opzetten van peilen). In 1993 is in het veld geconstateerd dat de Mosbeek droogviel als gevolg van een tijdelijke afdamming. Bij de gemeten hoge afvoeren is een forse stijging van het debiet tussen meetpunt 3 en 4 waarneembaar. Het gebied tussen deze meetpunten is gedurende een belangrijk deel van het jaar een kwelgebied. Mogelijk berusten de gemeten afnames van het debiet tussen de locaties 3 en 4 gedeeltelijke op meetonnauwkeurigheden.

Tussen meetpunt 4 en meetpunt 5 neemt het debiet toe. Meetpunt 5 is gelegen juist voor het samenstromen van de Mosbeek met de Elzenbeek. Het karakter van het gebied in dit gedeelte van de Mosbeek komt overeen met het gebied tussen meetpunt 3 en 4. De gemeten sterke daling in de afvoer tussen meetpunt 4 en 5 op 5/4/94 berust waarschijnlijk op een meetonnauwkeurigheid, daar een dergelijk waterverlies als gevolg van wegzijging juist bij hoge afvoeren onwaarschijnlijk is.

Invloed van meetfrequentie op het afvoerverloop.

In figuur II.1 t/m II.5 zijn de afvoeren tegen de tijd uitgezet, steeds voor een groter wordend interval waarover de afvoer is gemiddeld. De meetfrequentie is 20 minuten. Deze gegevens zijn verder gemiddeld over twee uur, een dag, en een week. Daarnaast is een voortschrijdend gemiddelde van 30 dagen berekend. In figuur II.6 zijn de frequentieverdelingen van deze afvoerreeksen weergegeven.

Uit de grafieken blijkt dat het verschil tussen de 20-minuten meetwaarden en de uurgemiddelden zeer gering is. De afvoeren uitgezet tegen de tijd zijn vrijwel identiek, de frequentieverdelingen overlappen elkaar dan ook geheel. Slechts de hoogste piek is ongeveer 1% lager bij het langere interval.

Wordt er over een grotere periode gemiddeld, dan wijzigen de afvoerreeksen snel. Bij daggemiddelden is de hoogste piek nog slechts ongeveer 70% van het 20-minuten maximum, bij weekgemiddelden is dit reeds 27% en bij het 30-dagen voortschrijdend gemiddelde 20%. Een en ander komt ook duidelijk naar voren bij het vergelijken van de frequentieverdelingen.

Uit deze vergelijking van reeksen met een verschillend 'meet'-interval blijkt dat de huidige meetfrequentie voldoende nauwkeurig is om snelle piekafvoeren te registreren. Voor een analyse van neerslag/afvoer voldoen uur gemiddelden. Gaat de aandacht uit naar lagere afvoeren, dan voldoen grotere intervallen.

Ook bevestigt dit dat een goede modellering van snelle afvoer in het gebied van de Mosbeek aan de hand van dagneerslagen niet zonder meer mogelijk is. Dagneerslagen geven te weinig informatie over de intensiteit van de neerslag, waar deze juist zeer bepalend is voor het optreden van snelle afvoer.

Verhouding afvoer/neerslag

Om neerslag en afvoer met elkaar in verband te kunnen brengen, is het noodzakelijk de omvang van het stroomgebied te kennen. In deze analyse is uitgegaan van 1000 hectare, de omvang van het topografisch stroomgebied. De werkelijke omvang van het stroomgebied is slechts circa de helft van deze waarde (zie paragraaf 3.1.2). Dit heeft tot gevolg dat het aandeel van de neerslag dat tot afvoer komt te laag wordt ingeschat.

De verhouding afvoer/neerslag van de meetreeksen laat zien welk deel van de neerslag tot afstroming komt en wat de variatie hierin is in de tijd. De absolute waarde van de verhouding is als gevolg van het overschatten van de omvang van het stroomgebied te laag.

Figuur II.8 laat de afvoer/neerslag verhouding zien berekend voor dagwaarden van neerslag en afvoer. Het verloop van de grafiek is bijzonder grillig als gevolg van het feit dat neerslag nog tot afstroming komt op dagen dat het niet meer regent. Om een beter beeld te krijgen van de seizoensinvloeden is in figuur II.10 de afvoer/neerslag verhouding uitgezet voor het 30-dagen voortschrijdend gemiddelde van de beide meetreeksen (figuur II.9). Hieruit blijkt dat in zomerperioden ongeveer 5% van de neerslag tot afstroming komt en in winter 25%.

In figuur II.11 is het verband tussen neerslag en afstroming in het gebied op een andere wijze weergegeven. Hier is de afvoer tegen de neerslag uitgezet, beide cumulatief. Duidelijk blijkt dat er een groot verschil bestaat tussen de zomer en de winterperioden, maar met name is duidelijk dat binnen deze twee perioden sprake is van een heel constante verhouding tussen neerslag en afvoer, al geldt dat niet voor korte perioden (figuur II.8 en II.10).

Zowel het begin als het einde van de groeiseizoenen worden gekenmerkt door een scherpe 'knik' in de grafieken. De aanvang van het groeiseizoen luidt een periode met een verdampingsoverschot in, als gevolg waarvan de berging in het gebied toeneemt en een veel geringer aandeel van de neerslag snel tot afvoer komt. De verdamping reduceert de verder af te stromen hoeveelheid. Is het groeiseizoen afgelopen, dan ontstaat een neerslagoverschot, waardoor de berging in het gebied sterk afneemt. Zowel de snelle als de langzame afvoer neemt toe.

De helling van de grafiek is de afvoer/neerslag-verhouding voor een bepaalde periode. Voor de zomer- en winterperioden volgen hier dezelfde waarden uit als boven zijn afgeleid uit figuur II.10 (resp. 5% en 25%).

3.1.4 Neerslag/afvoer modellering voor het stroomgebied

Om na te gaan wat de mogelijkheden zijn voor een modellering van het stroomgebied van de Mosbeek als geheel met eenvoudige neerslag/afvoer-modelconcepten zijn een drietal modelleringen uitgevoerd:

1. Een unit-hydrograph model;
2. Een lineair reservoir model, bestaande uit 1 reservoir;
3. Een lineair reservoir model, bestaande uit 2 reservoirs.

Voor alle drie de modellen bestaat de invoer uit een deel van de gemeten neerslag, het oppervlak van het topografische stroomgebied (1000 ha) en een of twee modelparameters zonder veel fysische betekenis. Deze laatste parameter(s) worden gebruikt om het model te kalibreren. De modellen zijn allen 'lumped', hetgeen inhoudt dat het gehele stroomgebied wordt beschouwd als één reservoir. De programmering heeft plaatsgevonden in MATLAB.

Unit hydrograph model (UHM)

Het unit hydrograph modelconcept is zeer eenvoudig. Het principe is dat een bui (of een op te geven deel daarvan) die valt in een bepaalde periode (in dit geval in dagen) geheel tot afstroming komt verdeeld over een aantal opeenvolgende perioden. Feitelijk bestaat het dus slechts uit het vertraagd tot afstroming laten komen van een bui.

Er wordt bijvoorbeeld aangenomen dat een bui die valt op dag 1 voor 60% tot afstroming komt op dag 1, voor 30% op dag 2 en voor 10% op dag 3. Valt op dag 2 ook een bui, dan komt deze bui volgens dezelfde verdeling tot afstroming. De afvoeren van de beide buien worden per dag gesommeerd om de totale gebiedsafvoer te bepalen. De verdeling van de afvoer wordt bepaald middels het lineair reservoir principe, al is het feitelijk ook mogelijk een zelf gedefinieerde verdeling aan te houden.

Een 'standaard blokinput' neerslag op periode 1 wordt geleid door een bakje met een gat in de bodem waarvan het weerstand tegen uitstroming ondervindt. Afhankelijk van die weerstand zal een bepaald deel van het water in periode 1 afstromen, het waterpeil daalt vervolgens, waardoor in periode 2 slechts een geringer deel afstroomt. Bij een hogere weerstand duurt het langer alvorens het reservoir leeg is en de bui in zijn geheel tot afstroming is gekomen (theoretisch loopt het reservoir nooit helemaal leeg). De piekafvoer op periode 1 daalt bij een hogere weerstand. De maat voor de weerstand wordt 'k' genoemd.

Het is ook mogelijk meerdere reservoirs (aantal 'n') achterelkaar te plaatsen, waardoor de vorm van de curve verandert en de vertraging toeneemt.

De verdeling van de uitstroming van het reservoir op een blokinput zoals gebruikt voor de Mosbeek is gegeven in figuur III.1.

In figuren III.2 t/m III.4 zijn de modelresultaten weergegeven voor 1993 en 1994 en voor een zomer- en een winterperiode.

Bij de modellering van de gehele periode is de neerslagreeks zodanig aangepast (middels vermenigvuldiging) dat de totale berekende afvoer gelijk is aan de totale gemeten afvoer. Dit leidt ertoe dat de berekende zomerafvoeren te hoog zijn, maar de berekende winterafvoeren te laag.

Bij de modellering van de winterperiode is voor de neerslagreeks uitgegaan van 20% van de gemeten neerslagreeks. Deze afvoer/neerslag-verhouding is afgeleid uit figuur II.10 voor de betreffende periode. Voor de zomerperiode is op de zelfde wijze uitgegaan van 4% van de gemeten neerslag.

Vergelijking van de gemeten en berekende reeksen voor beide perioden laat zien dat delen van de beide perioden goed te benaderen zijn, zowel qua piek als qua 'uitzakking' na afloop van een bui. In andere delen worden deze waarden soms te hoog en soms te laag berekend.

Op een aantal tijdstippen is bovendien waar te nemen dat de neerslag in het Mosbeek gebied niet overeen hoeft te stemmen met de meetgegevens van meteorostation Tubbergen. Zo is in de zomerperiode rond dag 565 (figuur III.4) een zeer duidelijke afvoerpiek gemeten, waar de berekende afvoer (aan de hand van de meetwaarden van Tubbergen) geen enkele stijging laat zien. Dergelijke afwijkingen tussen gemeten en berekende waarden kunnen in dit gebied overigens ook veroorzaakt worden door het leeg laten lopen dan wel vullen van de in het gebied aanwezige molenkolken.

Lineair reservoir model (LRM)

Zowel het lineair reservoir model als het unit hydrograph model gaan uit van een lineair reservoir als methode om een 'tijdvertraging' in de afvoer te bewerkstelligen. De modelconcept verschillen echter op een belangrijk punt.

Wordt het lineair reservoir bij het UHM feitelijk slechts 1 maal toegepast om een standaard bui te verdelen, bij het LRM valt iedere bui in hetzelfde reservoir. De uitstroom uit het reservoir verloopt verder hetzelfde als boven beschreven bij het UHM.

Het LRM is dientengevolge veel geschikter om uitgebouwd te worden tot een completer model met ondermeer verdamping, toename van afvoer bij een grotere vulling van het reservoir etc. Het UHM verdeelt de afstroming namelijk onafhankelijk van de toestand van het systeem (o.m. berging), terwijl de neerslag/afvoer-verhouding juist voor een groot deel daardoor wordt bepaald.

Het lineair reservoir model is op twee manieren toegepast: één maal met een reservoir dat zowel de snelle als de langzame component vertegenwoordigt en één maal met twee parallelle reservoirs die elke een van de componenten voorstellen. De verdeling van de neerslag tussen de snelle en de langzame component vindt plaats volgens een vaste verhouding (1:1 gaf de beste ijkresultaten).

De beide LR-modellen zijn met dezelfde neerslagreeksen als bij het UHM getest. De verschillen in de resultaten tussen het enkelvoudige LRM en het UHM zijn niet groot. Het UHM laat een piekeriger verloop zien, al hangt dat uiteraard voornamelijk af van de ijkparameters.

In de figuren III.9 en III.10 van het dubbele reservoirmodel bestaat het onderste deel van de staaf uit de afvoer van het langzame reservoir en het bovenste deel uit de afvoer van het snelle reservoir. De afstroming van het snelle reservoir vindt plaats op de zelfde dag als de bui.

Tussen het enkelvoudige en het dubbele reservoirmodel zitten grotere verschillen, al is het niet zo dat een van beide duidelijk betere resultaten laat zien.

Conclusies met betrekking tot neerslag/afvoer-modellering:

Het juist simuleren van de afvoer uit het stroomgebied met behulp van een 'lumped' lineair reservoir model of een unit hydrograph model is goed mogelijk indien het aandeel van de neerslag dat tot afstroming komt bekend is.

Deze afvoer/neerslag-verhouding is echter in principe verschillend voor elke bui, al is er met name een duidelijk verschil tussen zomer en winter. De belangrijkste oorzaken hiervoor zijn het feit dat de berging die nog aanwezig is in het gebied op het moment dat de bui valt sterk wisselt, evenals de intensiteit van de buien. Voor de langzame component geldt met name dat de verdamping in de dagen volgend op de bui van groot belang is.

Een neerslag/afvoer-model dient zich dan ook met name te richten op het juist verdelen van regenwater naar de verschillende snelle en langzaam componenten. De waterbalans van een gebied (aanwezige berging) en de intensiteit van een bui zijn de belangrijkste parameters voor de verdeelsleutel.

De modellen zoals die hier zijn toegepast ('lumped') voldoen niet aan de eisen van het project, daar het niet mogelijk is ze te gebruiken om de beoogde scenario's door te rekenen. Hiertoe dient het stroomgebied te worden opgedeeld in deelgebieden op grond van gemeenschappelijke fysische karakteristieken (afvoerpatroon, landgebruik, bodem, helling). Daar er slechts één continu debietmeetpunt aanwezig is, is het niet mogelijk deze deelgebieden afzonderlijk te ijken. De aannames met betrekking tot de gebiedskenmerken bepalen dien-tengevolge de verhouding in de afstroming van de verschillende deelgebieden.

De wegzijging van water uit de Mosbeek in de Slenk en mogelijk agrarisch gebruik (opzetten van peilen) bemoeilijken de ijking. Een continu debietmeetpunt voor de Slenk zou de kwaliteit van het model verhogen.

3.2 ANALYSE WATERKWALITEITSGEGEVENS

3.2.1 Algemeen

In de benedenloop van de Mosbeek (locatie 4 zie figuur I.2) zijn sinds 27/03/1993 debietproportionele monsters genomen. Hierdoor is inzicht verkregen in de gemiddelde kwaliteit van het water dat gedurende een week uit het gehele stroomgebied afstroomt. De analyseresultaten zijn per parameter op een aantal manieren weergegeven in de bijlagen;

- concentratie tegen de tijd (bijlage IV.1 t/m IV.22);
- concentratie en debiet tegen de tijd (bijlage V.1 t/m V.11);
- vracht en cumulatieve vracht tegen de tijd (bijlage VI.1 t/m VI.11);
- concentraties tegen afstand (bijlage VII.1 t/m VII.22)
- concentratie tegen debiet (bijlage VIII.1 t/m VIII.11);
- vracht tegen debiet (bijlage IX.1a t/m IX.11b);
- bemonstering piekafvoer (bijlage X.1a t/m X.5c).

Met name uit de grafieken van de vracht tegen het debiet (bijlage IX) zijn interessante conclusies te trekken over de uit- en afspoelingsprocessen (zie paragraaf 3.2.2). Uit de grafieken van de concentratie tegen de tijd (bijlage IV) en de cumulatieve vracht (bijlage VI) kunnen o.a. seizoensinvloeden worden afgeleid (zie paragraaf 3.2.3).

Elke 4 weken zijn analyses verricht op watermonsters genomen op verschillende plaatsen langs de beek op hetzelfde tijdstip (momentane bemonstering). De locatie van de monsternamepunten is weergegeven in figuur I.2.

Op basis van concentratieveranderingen in de stroomrichting van de beek kunnen uitspraken worden gedaan over de bijdrage van eutrofiërende stoffen van verschillende deelgebieden. In paragraaf 3.2.4 wordt hier nader op ingegaan.

Vanaf maart 1995 zijn in een aantal perioden extra debietsproportionele monsters genomen. Hieruit kan meer inzicht verkregen worden in het verloop van de concentratie van verschillende stoffen gedurende de afvoergolf (zie paragraaf 3.2.5).

In september 1995 is op een aantal plaatsen het ondiepe en diepe grondwater bemonsterd en geanalyseerd. De ligging van de peilbuizen die bemonsterd zijn, wordt weergegeven in figuur 1.6. Daarnaast zijn op twee plaatsen drainagebuizen bemonsterd en geanalyseerd. In paragraaf 3.2.6 worden de analyseresultaten besproken.

3.2.2 Concentratie van de snelle en langzame afvoercomponent

De gebiedsgemiddelde concentratie in de snelle en langzame afvoercomponent is vastgesteld aan de hand van de grafieken van de vracht tegen debiet (gebaseerd op weekgemiddelden), bijlage IX. Op basis van deze grafieken zijn de parameters in te delen in drie groepen. De eerste groep omvat de grafieken van NO_3 , SO_4 en Cl . De tweede groep omvat de grafieken van P_{tot} , PO_4 , N_{ki} en NH_4 . K valt buiten deze indeling.

In de grafieken van NO_3 , SO_4 en Cl bevindt zich een duidelijke omslagpunt bij een debiet van ongeveer $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$. Voor deze grafieken zijn twee lineaire verbanden te construeren. Uit de richtingscoëfficiënt (vracht $[\text{g/s}]/\text{debiet} [\text{m}^3/\text{s}]$) kan de gemiddelde concentratie van het afstromende water $[\text{g/m}^3 \text{ of } \text{mg/l}]$ worden bepaald. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.1. Uit deze tabel blijkt dat bij een hoog debiet de concentraties lager zijn dan bij een laag debiet. Voor de parameters NO_3 , SO_4 en Cl heeft het optreden van snelle afvoer een verdunnend effect op de concentratie in de Mosbeek. De metingen die afwijken van deze twee rechten zijn afkomstig uit de zomer. Waarschijnlijk zijn deze metingen beïnvloed door een piekafvoer met een laag debiet waarbij snel transport is opgetreden. Boven een debiet van $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ stijgt de vracht minder en wordt de spreiding groter. Bij een laag debiet wordt de Mosbeek voornamelijk gevoed via het grondwater. Grote schommelingen in concentratie zijn hierbij niet te verwachten (o.a. door uitmiddelen van de verschillende concentraties als gevolg van verschil in reistijd). Bij een hoog debiet wordt de Mosbeek ook gevoed via snelle transportroutes. De heterogeniteit van het snelle afvoerproces (plaats van afspoeling, bemestingssituatie, -tijdstip etc.) veroorzaken een grotere spreiding in de concentratie.

Voor de parameters P_{tot} , PO_4 , N_{ki} en NH_4 is de knik rondom het debiet van $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ minder goed te onderkennen. De vracht wordt beïnvloed door een spreiding die al bij een laag debiet optreedt. Om toch inzicht te krijgen in de vracht en de concentratie in de baseflow is ingezoomd in het traject van een debiet van 0 tot $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ en is onderscheid gemaakt tussen de zomer- en winterwaarnemingen. Wanneer alleen naar de winter waarnemingen (bij dit lage debiet kan dit als baseflow aangemerkt worden) gekeken wordt is een lineair verband te onderscheiden, alhoewel nog steeds met een grote spreiding. Bij deze parameters wordt de vracht al bij een laag debiet beïnvloed door snel transport. Uit deze grafieken is het mogelijk om de kwaliteit van de baseflow vast te stellen. Alleen voor N_{ki} is het nog enigszins mogelijk (met grote spreiding) een concentratie vast te stellen in de snelle afvoercomponent. Voor P_{tot} , PO_4 en NH_4 is het echter niet goed mogelijk een gebiedsgemiddelde concentratie in het snelle transport vast te stellen.

Lokale aspecten als plaats van afspoeling, bemestingstoestand, -tijdstip etc. kunnen de grote spreiding in vracht bij het optreden van piekafvoer bepalen. De concentratie van de baseflow van deze parameters is weergegeven in tabel 3.1. De N_{kj} -concentratie van de langzame component is lager dan van de snelle component. De concentratie van P_{tot} in de langzame component is relatief hoog (0,2 mg/l) gezien het feit dat een deel van het stroomgebied niet gebruikt wordt door de landbouw. Dit kan samenhangen met de geconstateerde fosfaatverzadiging in de bodem (Hack-ten Broeke et al., 1990). Voor P_{tot} wordt vooral bij grote (week-gemiddelde) debieten een grote spreiding van concentraties geconstateerd. De spreiding kan worden verklaard doordat fosfor vooral wordt afgevoerd na zeer intensieve neerslag door transport aan slibdeeltjes. Hierdoor zal in een week met een gemiddeld hoge basis afvoer minder fosfor worden afgevoerd dan in een week met een lage basisafvoer met één of meer hoge afvoerpieken terwijl in beide weken het gemiddelde debiet hetzelfde is. In paragraaf 3.2.4 wordt nader ingegaan op de afvoer van fosfor aan de hand van meetgegevens tijdens een afvoergolf.

In de grafiek van K is geen "knik" te onderkennen, ook bij een hoog debiet is de concentratie ongeveer 17 mg/l.

Tabel 3.1 Concentratie van de snelle en langzame afvoercomponent

	N_{tot} mg/l	N_{kj} mg/l	NO_3 mg/l	NH_4 mg/l	P_{tot} mg/l	o-P mg/l	SO_4 mg/l	Cl mg/l	K mg/l
langzaam	13	2	11	0,2 ¹	0,2	0,02 ¹	69	38	17
snel	8	4 ²	5	³	³	³	24	18	17

1 grote spreiding in baseflow

2 grote spreiding bij hoog debiet

3 te grote spreiding bij hoog debiet om een lineair verband af te kunnen leiden

3.2.3 Seizoensinvloeden

Uit de grafieken waarin de concentraties tegen de tijd zijn weergegeven (bijlage IV) blijkt dat de NO_3 -concentraties in de zomer redelijk constant (8 tot 10 mg/l) zijn. In de winter liggen de NO_3 -concentraties in principe hoger (tot 14 mg/l), maar dalen bij afvoerpieken tot onder het zomer-niveau (tot 6 mg/l). Als de afvoer na een piek weer gedaald is tot het niveau van voor de piek, dan is ook het NO_3 -concentratie terug op het oude niveau.

Deze fluctuaties van de NO_3 -concentratie kunnen verklaard worden door de verschillen in snelle en langzame afvoer, in combinatie met de in paragraaf 3.1.3 beschreven 'zomer'- en 'winter'-stand van het systeem (zie ook figuur II.11).

In de zomer, bij lage grondwaterstanden vormt de baseflow de voornaamste toestroming van water naar de Mosbeek en werkt het secundaire afwateringsstelsel niet. Als een gevolg van de langere verblijftijden zijn de NO_3 -concentraties in dit water laag.

Door de toename van de neerslag en met name een afname van de verdamping in de winterperiode raakt de bovengrond water verzadigd. Het systeem gaat over in de winterstand. Het secundaire afwateringsstelsel treedt in werking. Dit stelsel kent korte verblijftijden, met daarmee gepaard gaande hoge NO_3 -concentraties. De totale NO_3 -concentratie in de beek, bestaande uit baseflow plus afvoer via het secundair afwateringsstelsel, stijgt. De NO_3 -concentratie is gedurende de winterperiode niet constant. Uit figuur V.3 blijkt dat de NO_3 -concentratie gedurende de winter daalt. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn de ophoping van stikstof gedurende het groeiseizoen (weinig transport; gewasverdamping > neerslag), het optreden van uitspoeling met een hoge concentratie in het begin van de winter en de vermindering van deze nutriënten gedurende het winterseizoen als gevolg van de uitspoeling.

Tijdens perioden met een (zeer) hoge neerslagintensiteit, eventueel voorafgegaan door een natte periode, treedt oppervlakkige afstroming op. Dit water heeft relatief lage NO_3 -concentraties (zie paragraaf 3.2.2). De NO_3 -concentratie in de beek (nu dus baseflow + secundaire afvoer + oppervlakkige afstroming) daalt diensgevolge.

Ook in de grafieken van de momentane monsters tegen de tijd is voor NO_3 (bijlage IV.5) in de winter een duidelijke toename in de concentratie waarneembaar. De meeste momentane monsters zijn genomen in perioden dat voornamelijk laagwaterafvoer plaatsvond. Invloed van "verdunding" door oppervlakkige afstroming is bij deze analyseresultaten dus niet waarneembaar.

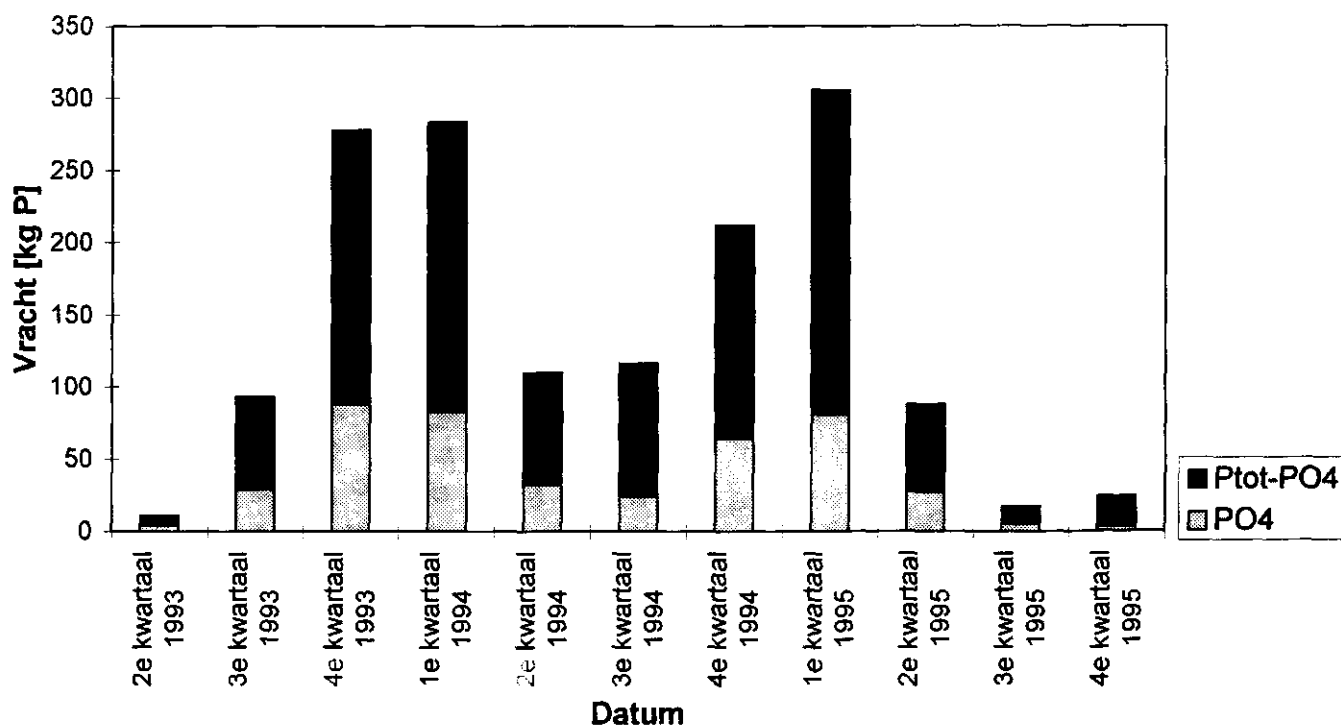
Voor N_{K} is een seizoensfluctuatie minder waarneembaar. De N_{K} -concentratie reageert met name op schommelingen van het debiet. In de zomer van 1994 zijn een paar hoge N_{K} -concentraties gemeten (6 tot 8 mg N/l). Deze concentraties zouden veroorzaakt kunnen zijn door seizoensgebonden factoren als het aanwenden van dierlijke mest en kunstmest.

De grafieken m.b.t. het fosforgehalte laten geen duidelijke seizoensfluctuaties zien. **Uitspoeling** via de verzadigde zone treedt op zonder seizoensfluctuaties (o.a. door uitmiddelen van de verschillende concentraties als gevolg van verschil in reistijd). De **afspoeling** wordt o.a. bepaald door de afspoelingsflux en de beschikbaarheid van fosfor om af te spoelen (Sharpley, 1989). De afspoelingsflux is het grootst in de winter, de beschikbaarheid van fosfor is echter het grootst vlak na bemesting in het voorjaar en de zomer. In hoeverre deze factoren bepalend zijn voor de afspoeling van fosfor is niet in algemene termen aan te geven voor het gehele gebied. Informatie over de lokale situatie (hydrologisch en met betrekking tot de bemestings-situatie) is hiervoor noodzakelijk.

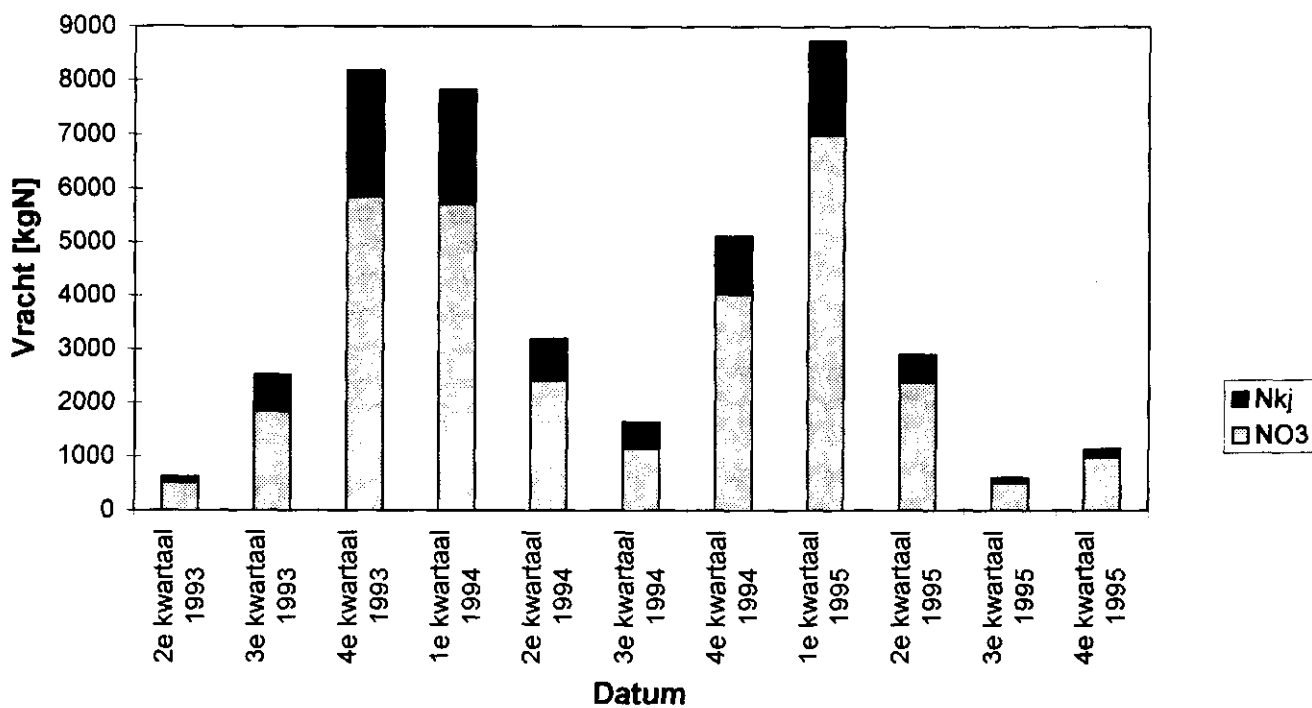
Op het verschil tussen momentane monsters en debietsproportionele monsters wordt nader ingegaan in paragraaf 3.2.5.

In bijlage VI zijn de grafieken van de cumulatieve vrachten weergegeven. De vrachten zijn bepaald door de debietproportioneel bepaalde concentraties te vermenigvuldigen met het debiet van die periode. In figuur 3.3 en tabel 3.2 wordt een overzicht gegeven van de vrachten per kwartaal voor stikstof en voor fosfor.

Fosforvracht



Stikstofvracht



Figuur 3.3: Stikstof- en fosforvracht per kwartaal.

Uit figuur 3.3 en tabel 3.2 blijkt dat in de winterperioden (01/10 tot 01/04) verreweg de grootste vrachten aan N en P worden afgevoerd. In de winter 1995 is de afvoer beduidend minder. De periode was extreem droog waardoor ook de afvoer van de Mosbeek erg laag was.

De verschillen tussen zomer en winterseizoen zijn vooral terug te voeren op verschillen in debiet. In de winterperiode is het debiet aanzienlijk groter. Bij een min of meer gelijk-blijvende gemiddelde concentratie over het jaar wordt dus in de winterperiode de grootste vracht afgevoerd.

Verder blijkt dat NO_3 de belangrijkste stikstofcomponent is (70 tot 86%). PO_4 bepaalt slechts voor 13 tot 36% bij aan de afvoer van fosfor.

Tabel 3.2 Cumulatieve vrachten per periode

	NO_3	N_{tot}	NO_3 van N_{tot} %	PO_4	P_{tot}	PO_4 van P_{tot} %
27/04/93 - 01-07/93	508	623	81	4	11	36
01/07/93 - 01/10/93	1826	2519	72	29	93	31
01/10/93 - 01/01/94	5834	8183	71	88	278	32
01/01/94 - 01/04/94	5702	7826	72	83	284	29
Totaal	13870	19151	72	204	666	31
01/04/94 - 01/07/94	2418	3194	75	32	110	29
01/07/94 - 01/10/94	1144	1627	70	24	117	20
01/10/94 - 01/01/95	4029	4029	78	64	212	30
01/01/95 - 01/04/95	6985	8734	80	81	306	26
Totaal	14576	18674	78	201	745	27
01/04/95 - 01/07/95	2382	2897	82	27	88	31
01/07/95 - 01/10/95	503	604	83	5	17	29
01/10/95 - 15/12/95	984	1134	86	3	24	13
Totaal	3869	4635	83	35	129	27

3.2.4 Concentratieveranderingen in de stroomrichting van de beek

Elke 4 weken zijn watermonsters genomen en geanalyseerd op verschillende plaatsen langs de beek (momentane bemonstering). De locatie van de monsternamenpunten is weergegeven in figuur I.2. Op basis van concentratieveranderingen in de stroomrichting van de beek kunnen uitspraken worden gedaan over de bijdrage van eutrofiërende stoffen van verschillende deelgebieden. Op locatie 1 wordt het water in de bovenloop op ca. 500 m van de bron gemeten. Locatie 2 bevindt zich in de Slenk van Reutum op 3000 m van de bron. Locatie 3 bevindt zich op de westelijke begrenzing van de Slenk van Reutum op circa 5600 m van de bron. Locatie 4 bevindt zich in de benedenloop op circa 7000 m van de bron.

Om de invloed van de stuwwal en de Slenk op de waterkwaliteit afzonderlijk te kunnen bepalen is het noodzakelijk dat na de stuwwal en na de Slenk het oppervlaktewater bemonsterd wordt. Tot juli 1995 was locatie 2 niet opgenomen in de bemonsteringsronde voor chemische analyses. Hierdoor was de afstand tussen de twee opvolgende locaties 1 en 3 erg groot en was het niet mogelijk de invloed van de stuwwal en de Slenk afzonderlijk te kunnen bepalen. Vanaf 24 juli 1995 is locatie 2 opgenomen in de bemonsteringsronden. Op locatie 4 worden zowel continue als momentane monsters genomen. In bijlage VII zijn de concentraties als afstand tot de bron gepresenteerd. In bijlage IV zijn de momentane monsters zowel in plaats en tijd aangegeven.

Zoals reeds in paragraaf 3.2.3 is geconstateerd bestaan er verschillen tussen de concentraties in de continue monsters en de momentane monsters. De meeste momentane monsters zijn genomen in perioden dat er geen oppervlakkige afstroming plaatsvond en bevatten dus geen nutriënten die via oppervlakkige afspoeling de Mosbeek bereiken. Bij de interpretatie van de momentane monsters dient hiermee rekening te worden gehouden (zie ook paragraaf 3.2.2 en 3.2.5).

Het NO_3 -gehalte en totaal stikstofgehalte van het Mosbeekwater neemt af naar mate de afstand tot de bron groter wordt. Dit houdt in dat het NO_3 -gehalte van het grondwater dat in de Mosbeek afstroomt, bovenstrooms hoger is dan benedenstrooms. Het N_t -gehalte neemt toe naar mate de afstand tot de bron groter wordt. Tussen locatie 2 en 3 zijn geen grote verschillen aangetoond. Dit duidt er op dat er in de Slenk geen water wordt aangevoerd met een andere samenstelling dan vanuit de stuwwal.

Het P_tot -gehalte neemt over het algemeen toe met de afstand vanaf de bron. Tussen locatie 3 en 4 is geen duidelijke toe- of afname meer te constateren. Het PO_4 -gehalte neemt tussen locatie 1 en 3 toe terwijl een afname te constateren valt tussen locatie 3 en 4. De toename tussen locatie 1 en 3 zou verband kunnen houden met het voorkomen van fosfaat-verzadigde bodems in de bovenloop (stuwwal).

Tussen locatie 3 en 4 is een opvallende stijging te zien van het SO_4 - en Fe-gehalte. Tussen locatie 3 en 4 ligt een slotenstelsel dat tussen meetpunt 3 en 4 afwatert op de Mosbeek. Uit diverse studies komt naar voren dat in dit gebied vooral in de winter een aanzienlijke kwelstroming optreedt. Het maaiveld is relatief vlak zodat verwacht wordt dat oppervlakkige afstroming een minder belangrijke rol speelt. De stijging van de SO_4 en Fe-concentratie en de daling van de NO_3 -concentratie tussen locatie 3 en 4 kunnen op verschillende manieren verklaard worden. De lage NO_3 -concentratie zou veroorzaakt kunnen worden door een lagere N-belasting in het westelijk gebied.

Denitrificatie in de beek zou ook kunnen optreden. Dit is echter niet erg waarschijnlijk door de korte verblijftijden van het water in de beek. Het is waarschijnlijker dat uit dit deelgebied gedenitrificeerd grondwater wordt aangevoerd. De redoxpotentiaal is zodanig dat Fe in opgeloste vorm aanwezig is. Pyrietoxidatie, waarbij NO_3 wordt afgebroken onder vorming van SO_4 en Fe, zou de verhoogde SO_4 en Fe-gehalten en de verlaagde NO_3 -concentratie tussen meetpunt 3 en 4 kunnen verklaren.

3.2.5 Afvoerpieken

Vanaf maart 1995 is de bemonsteringsstrategie van de continue meting aangepast om rondom piekafvoer met een grotere frequentie de oppervlaktewaterkwaliteit vast te stellen. Doel van de bemonstering was inzicht te verkrijgen in het verloop van de concentratie van verschillende parameters voor, tijdens en na een afvoergolf. De debietsproportionele monsters per week geven alleen inzicht in de gemiddelde concentratie van piek- en basisafvoer. Dit meetregime heeft geleid tot een frequenter bemonsteren in vijf perioden:

1. 22-03-1995 tot 30-03-1995 (einde winter/voorjaar)
2. 23-05-1995 tot 30-05-1995 (voorjaar)
3. 12-07-1995 tot 03-08-1995 (zomer)
4. 28-08-1995 tot 11-09-1995 (zomer)
5. 06-11-1995 tot 04-12-1995 (najaar)

In bijlage X.1 is weergegeven in welke periode frequenter bemonsterd is. Hieruit blijkt dat de eerste piekafvoer bemonstering meteen het grootste debiet bevatte. Het maximale debiet van de derde tot en met vijfde periode is zeer laag. De eerste periode is de enige periode in de winter. Deze periode wordt als karakteristiek gezien voor afvoer in de winter. Omdat in de winter de grootste vracht wordt afgevoerd en de afvoerprocessen in de eerste periode het duidelijkst naar voren komen zullen naar aanleiding van de eerste periode, de processen die de afvoer bepalen van de verschillende parameters uitgebreid besproken worden. De bespreking van de overige perioden zal minder uitvoerig zijn.

Tussen de perioden is volstaan met debietsproportionele monsters van een week. Elk periode heeft een karakteristieke afvoer die hieronder besproken zal worden. In relatie met die afvoer zullen de trends van de parameters besproken worden in zoverre die te onderscheiden zijn. Vervolgens zullen algemene conclusies getrokken worden die relevant zijn voor de afvoer van de verschillende stoffen.

Afvoerperiode 1 22-03-1995 tot 30-03-1995

Deze periode omvat 4 piekafvoeren (24 maart, 27 maart 29 maart en 30 maart). De tweede afvoerpiek is het grootst, namelijk $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$. Het eerste monster is een debietsproportioneel monster over een periode van 100 uur. In deze periode treedt een basisafvoer op van circa $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$. In paragraaf 3.2.1 is geconstateerd dat deze afvoer nog juist door de langzame afvoercomponenten wordt veroorzaakt. Het tweede monster omvat een periode van 18 uur en is genomen gedurende een toenemende afvoer. Het maximum debiet bedraagt $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$. Bij dit debiet wordt een aanzienlijk deel (ca. 90 %) van de afvoer veroorzaakt door snelle afvoercomponenten. Het derde monster is genomen tijdens een afnemende afvoer en omvat een periode van 25 uur. Het vierde monster omvat een periode van 23 uur. In deze periode treedt een korte afvoerpiek op met een maximum debiet van $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. De concentraties van de P_{tot} en PO_4 vertonen een sterke stijging met het toenemen van het debiet.

Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door afspoeling van slibdeeltjes tijdens oppervlakkige afstroming. Uit de grafieken van vracht tegen debiet was het door de grote spreiding van de analysesresultaten niet mogelijk een concentratie af te leiden bij hoge afvoer. Een oorzaak is dat bij de wekelijkse debietsproportionele metingen geen objectieve maat geven voor het optreden van oppervlakkige afvoer. Bij het optreden van snelle afvoer is niet het gemiddelde debiet maar met name de neerslagintensiteit en de neerslaghistorie van belang voor de P-concentratie. In de week van 22 tot 29 maart is het gemiddelde debiet 0,11 m³/s terwijl het maximale debiet 0,58 m³/s bedraagt. Door de, voor de Mosbeek, zeer hoge afvoerpiek kan meer dan gemiddeld veel P_{tot} (0,8 mg/l) en PO₄ (0,3 mg/l) zijn afgespoeld.

Bij NH₄ en N_{kj} treedt evenals bij fosfor een sterke stijging van de concentratie op met het toenemen van het debiet. Aangezien deze componenten normaal gesproken vooral middels snel transport tot afvoer komt is dit verloop te verwachten. De concentraties die voor N_{kj} uit de relatie tussen debiet en vracht zijn afgeleid kloppen redelijk met de resultaten van de afvoergolf. Bekend is dat N_{kj} mobieler is dan fosfor en niet alleen afhankelijk is van het transport aan slibdeeltjes. N_{kj} kan dus ook afstromen via een andere snelle afvoercomponent (interflow) die ook optreedt bij lagere neerslagintensiteiten. Hierdoor ontstaat een betere correlatie tussen het weekgemiddelde debiet en de vracht (zie bijlage XI.3). De relatie tussen vracht en debiet laat voor NH₄ een grote spreiding zien. De spreiding kan naast de bovengenoemde redenen (weekgemiddelde bemonstering) ook nog worden veroorzaakt door afbraak van NH₄ in de monsterfles. Afbraak is o.a. afhankelijk van de temperatuur, verblijftijd en zuurstofgehalte in monsternamen fles. NO₃ en SO₄ zijn typisch stoffen die vooral via het grondwater afstromen. Dit wordt bevestigd door de afnemende concentratie bij een hogere afvoer. De gemeten NO₃-concentratie en tijdens de afvoergolf komt goed overeen met de beschrijving van het systeem op blz. 17, paragraaf 3.2.3.

Afvoerperiode 2: 23-05-1995 tot 30-05-1995

In deze periode komt de Mosbeek twee keer tot een piekafvoer. De eerste piek heeft een maximum van 0,09 m³/s. De tweede piek heeft een afvoer van 0,22 m³/s. De baseflow in deze periode ligt op ongeveer 0,02 m³/s. De intensiteit van de afvoer is dus lager dan in afvoerpiek 1. Tijdens piekafvoer is de P_{tot} en PO₄-concentratie iets groter dan in de baseflow. Voor beide fosfor componenten geldt dat de concentraties hoger zijn bij de tweede piek in deze periode. In hoeverre dit veroorzaakt wordt door het verschil in maximaal debiet is niet goed aan te geven. Het verschil in bemonsteringsperiode maakt een goed onderscheid niet mogelijk. De bemonsteringsperiode rondom de eerste piek in deze periode is groter dan de bemonsteringsperiode rondom de tweede piek. Hierdoor wordt bij piek twee alleen de piekafvoer gemeten, terwijl bij de eerste piek meer water bemonsterd wordt met waarschijnlijk een lager P-gehalte. Tussen de twee afvoerpieken daalt de NO₃-concentratie licht. Een reden is hiervoor niet direct aan te geven. Tijdens de piekafvoer daalt de NO₃-concentratie niet. De N_{kj} en NH₄-concentratie is tijdens de piekafvoer hoger dan tijdens de baseflow, de SO₄- en Cl-concentratie lager.

Afvoerperiode 3: 12-07-1995 tot 03-08-1995

De baseflow in deze periode is erg laag, 0,01 tot 0,06 m³/s. In deze periode is drie keer sprake van piekafvoer, op 16, 23 en 28 juli. Het maximale debiet is respectievelijk 0,054, 0,03 en 0,042 m³/s. De intensiteit van deze piekafvoeren is laag. De neerslag-afvoerprocessen voor de componenten zoals beschreven is bij de eerste twee afvoerperiodes, treden ook in deze periode op, zij het in mindere mate.

Afvoerperiode 4: 28-08-1195 tot 11-09-1995

De baseflow in deze periode is erg laag, 0,001 tot 0,006 m³/s. In deze periode is drie keer sprake van piekafvoer, op 28 augustus, 4 en 8 september. Het maximale debiet is respectievelijk 0,018, 0,031 en 0,015 m³/s. De intensiteit van deze piekafvoeren is laag. De neerslag-afvoerprocessen voor de componenten zoals beschreven is bij de eerste twee afvoerperiodes, treden ook in deze periode op, zij het in mindere mate.

Afvoerperiode 5: 06-11-1995 tot 04-12-1995

De baseflow in deze periode ligt op 0,15 tot 0,2 m³/s. In deze periode is op een aantal momenten sprake van een kleine piekafvoer. De belangrijkste piekafvoer in deze periode vindt plaats op 19 november met een maximaal debiet van 0,11 m³/s. De neerslag-afvoerprocessen voor de componenten zoals beschreven is bij de eerste twee afvoerperiodes, treden ook in deze periode op, zij het in mindere mate.

3.2.6 Analyseresultaten peilbuizen en drainagebuizen

Peilbuizen

In september 1995 zijn in het onderzoeksgebied een aantal peilbuizen bemonsterd. Het doel van deze bemonsteringsronde was inzicht te verkrijgen in de kwaliteit van het diepere grondwater in de Slenk van Reutum en het regionale kwelgebied. Daarnaast was het noodzakelijk de ondiepere peilbuizen op de stuwwal van Ootmarsum te bemonsteren voor een beter inzicht in de ondiepe grondwaterkwaliteit op de stuwwal. Hiervoor zijn door de WMO in samenspraak met het Waterschap Regge en Dinkel en IWACO op de stuwwal drie extra ondiepe peilbuizen geplaatst in die gebieden die op voorhand interessant zouden kunnen zijn. Dit zijn gebieden waar op grond van kenmerken in het veld verondersteld wordt dat daar kwel op kan treden. In figuur 1.6 is de ligging van alle bemonsterde peilbuizen weergegeven. Tevens zijn in deze figuur de, voor dit onderzoek, belangrijkste parameters weergegeven. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage XI. Bij de interpretatie van de resultaten moet rekening gehouden worden met het éénmalige karakter van de metingen. Toevallige uitschieters worden hierin niet als zodanig erkend, zodat bij de interpretatie de benodigde voorzichtigheid betracht moet worden. In eerste instantie zullen de analyseresultaten van de drie gebieden afzonderlijk besproken worden. Vervolgens zullen de resultaten van de drie gebieden besproken worden met het doel de gemeten samenstelling van het oppervlaktewater van de Mosbeek te evalueren.

A Stuwwal van Ootmarsum

Op de stuwwal zijn in totaal 13 peilbuizen bemonsterd. De peilbuizen kunnen op basis van hun ligging ten opzicht van de Mosbeek ingedeeld worden in twee groepen, nabij de bron en elders op de stuwwal.

Bron

De Mosbeek ontspringt in een veengebiedje ten westen van de Paardenslenkte. In dit brongebied van de Mosbeek zijn 3 peilbuizen bemonsterd met verschillende filters op verschillende diepte, 0,2, 0,7 en 1,2 m-mv. Deze peilbuizen bevinden zich in een beheersgebied van het Overijssels Landschap. De andere drie peilbuizen liggen op een afstand van ongeveer honderd meter van de bron. Uit de stijghoogtewaarnemingen van oktober tot december 1995 is geen duidelijk kwel of infiltratiebeeld af te leiden. Op de Paardenslenkte, nabij peilbuis 94-103, is sprake van infiltratie. Of het water dat hier infiltreert door de Mosbeek afgevoerd wordt, is door de zeer complexe gelaagdheid in de

ondergrond zeer moeilijk in te schatten. Uit deze peilbuisgegevens zou de conclusie getrokken kunnen worden dat de kwelsystemen lokaal zijn. De gemeten NO_3 -concentraties in deze zes peilbuizen variëren van 11 tot 190 mg NO_3/l . In PB95-116 en PB95-117 neemt de NO_3 -concentratie toe met de diepte. Op 0,2 m-mv worden NO_3 -concentraties gemeten van 16 en 11 mg NO_3/l , terwijl op 1,2 m-mv de NO_3 -concentratie 94 resp. 100 NO_3 mg/l bedraagt. In 95-114 en 95-118 worden zowel diep (4 resp. 1,2 m-mv) als ondiep (1,5 resp. 0,2 m-mv) hoge NO_3 -concentraties gemeten (> 100 mg/l). In 95-115 is de NO_3 -concentratie op 4 m-mv lager, namelijk 29 mg/l. Hieruit blijkt dat binnen een klein gebied de spreiding in de NO_3 -concentratie al groot kan zijn. De NH_4 - en PO_4 -concentratie in het gebied rondom de bron van de Mosbeek zijn zeer laag tot onder de detectielimiet. In peilbuis 95-114 en 95-115 (iets verder van de oorsprong van de Mosbeek) is de pH opvallend laag (resp. 4,45 en 4,35 voor 95-114 diep en ondiep en 3,85 voor 95-115).

Uit deze metingen blijkt dat de Mosbeek ontspringt in een gebied waarin de NO_3 -concentraties van het grondwater hoog zijn. Dit komt overeen met de hoge NO_3 -concentraties die in het oppervlaktewater van de Mosbeek nabij de bron gemeten zijn.

Overig stuwwal

Uit de resultaten van de peilbuizen blijkt dat de samenstelling van het grondwater in het gebied zeer heterogeen is. Op de plaats van de twee peilbuizen die recent geplaatst zijn (95-111, filter op 2,1 m-mv en 95-112, filters op 1 en 3,8 m-mv) is het ondiepe grondwater anaëroob (geen NO_3 en bij peilbuis 95-111 een hoge SO_4 -concentratie). Deze buizen zijn geplaatst op basis van veldkenmerken die aanduiden dat er sprake is van het optreden van kwel. Deze lokale kwel blijkt dus geen NO_3 te bevatten, ook de NH_4 -concentratie is zeer laag.

In peilbuis PB94-107, nabij de Mosbeek, wordt geen NO_3 aangetroffen en is de SO_4 -concentratie hoog. Hier is op 5 m-mv reeds sprake van een gereduceerd milieu. Peilbuis LB94-105 (filter 3,7 m-mv) en 95-113 (filter 6 m-mv) liggen op grotere afstand van de beek. Bij deze peilbuizen is de NO_3 -concentratie hoog (38 tot 53 mg NO_3/l) en is er sprake van geoxideerd grondwater. Het grondwater ter plaatse van peilbuis 94PB102 heeft op 10 m-mv een NO_3 -concentratie van 53 mg NO_3/l . Uit deze resultaten komt geen eenduidig beeld van de samenstelling van het grondwater in het onderzoeksgebied naar voren. Zeer plaatselijk kan het grondwater op geringe diepte reeds anaëroob zijn, terwijl op andere plaatsen op 10 m-mv nog NO_3 wordt aangetroffen. Het al dan niet optreden van plaatselijke kwel is waarschijnlijk de oorzaak van deze verschillen.

B Slenk van Reutum

In de Slenk van Reutum zijn van drie peilbuizen in totaal vier filters bemonsterd en geanalyseerd (PB71-29, filter 18 m-mv, 28FL21, filter 4 m-mv en 28FP32, filters 9 en 37,5 m-mv). In één peilbuis (71FP29) is het diepe filter niet bemonsterd omdat verondersteld is dat 2 monsters van het diepe pakket voldoende zijn om inzicht te krijgen in de kwaliteit van het grondwater in het diepe watervoerend pakket. Op grond van gemeten verschillen tussen diepe en ondiepe stijghoogten blijkt dat er sprake is van infiltratie in de Slenk. Het stijghoogteverschil tussen diepe en ondiepe filters varieert van 1 tot 2,2 meter. Dit duidt op een aanzienlijke weerstand tussen beide watervoerende pakketten. Het diepere grondwater zal geen invloed hebben op de samenstelling van het oppervlaktewater van de Mosbeek.

Het ondiepe grondwater is bemonsterd in twee filters op resp. 4 en 9 m-mv. De NO_3 -concentratie is hoog (62 resp. 180 mg NO_3/l). In perioden met een hoge grondwaterstand (in de winter) kan mogelijk water uit de Slenk in de Mosbeek opkwellen, in andere perioden is dit niet waarschijnlijk.

Het diepe grondwater is bemonsterd op twee verschillende dieptes, 18 en 37,5 m-mv. In het diepe grondwater zijn de NO_3 -concentraties beduidend lager (1,5 resp. 28 mg NO_3/l). De gemeten concentraties wijzen op een gedeeltelijke denitrificatie in het diepe grondwater.

C Gebied rondom benedenloop

Uit de metingen van de concentraties in de Mosbeek blijkt dat de SO_4 -concentratie toeneemt en de NO_3 -concentratie afneemt met de afstand, hoofdstuk 3.2.4. Deze afname komt met name naar voren tussen meetlocatie 3 en 4, het traject van de Mosbeek waarop dit gebied afwatert.

Deze afname zou verklaard kunnen worden door een andere samenstelling van het water uit dit regionale gebied dan het oppervlaktewater dat van de stuwwal komt. Om deze veronderstellingen te onderzoeken is in dit gebied één peilbuis (PB84-99) met twee filters (9,5 en 19,5 m-mv) bemonsterd en geanalyseerd. Uit het stijghoogteverschil tussen filter 1 en 2 blijkt dat de flux ter plaatse naar boven gericht is. Er is sprake van een stijghoogteverschil van ongeveer 10 cm.

Uit de metingen blijkt dat het grondwater anaëroob is (geen NO_3). De SO_4 -concentratie in het grondwater is lager dan de gemiddelde SO_4 -concentratie in het oppervlaktewater van de Mosbeek op het continue meetpunt (37 en 43 mg/l t.o.v. 69 mg/l). Uitgaande van wateraanvoer vanuit dit gebied, kunnen de lage NO_3 -concentraties in het grondwater een belangrijke oorzaak zijn van een verlaging van de NO_3 -concentratie in de benedenloop van de Mosbeek. De hogere SO_4 -concentraties in het oppervlaktewater van de benedenloop van de Mosbeek t.o.v. de bovenloop worden met de analyseresultaten in deze peilbuis niet verklaard. De SO_4 -concentratie in het grondwater bij de gemeten peilbuis is lager dan in het oppervlaktewater van de benedenloop van de Mosbeek. Vanwege het beperkte aantal metingen is het echter niet mogelijk een volledig beeld te krijgen van de ondergrond. De heterogeniteit van de ondergrond speelt hierbij een zeer bepalende rol, zodat deze metingen alleen een beeld geven van de situatie in de buurt van de peilbuis en niet over het gehele gebied. Daarvoor zijn meer analyses noodzakelijk. De PO_4 -concentratie is zeer laag tot onder de detectielimiet (0,09 mg PO_4/l , 9 m-mv; < 0,05 mg PO_4/l , 19,5 m-mv). De analyseresultaten van PB84-99 wijzen op grondwater dat weinig beïnvloed is door landbouwactiviteiten.

Drainagebuizen

Op de stuwwal worden een aantal percelen gedraineerd. Op twee verschillende plaatsen is een drainagebuis bemonsterd en geanalyseerd. De drainagebuis in het perceel aan de Pausweg-noord is twee keer bemonsterd (DB1), een drainagebuis in een perceel ten zuiden van de Mosbeek is drie keer bemonsterd (DB2).

Bij het evalueren van deze meetgegevens moet rekening gehouden worden met het "toeval" dat bepalend kan zijn voor de meetresultaten. Het stoftransport naar drainagebuizen vindt voor een belangrijk deel plaats via preferente stroombanen als macroporiën en (krimp) scheuren (Van Bronswijk et al., 1995). De heterogeniteit van de ondergrond bepaalt voor een belangrijk deel dit transport. Als gevolg van deze heterogeniteit speelt het tijdstip van bemonsteren in relatie tot het tijdstip van neerslag en bemesting mede een belangrijke rol in de uiteindelijke analyseresultaten. In hoeverre deze waarnemingen representatief zijn voor de gemiddelde drainwaterkwaliteit is niet aan te geven. Toch is het mogelijk deze gegevens te evalueren in relatie met de gemeten concentraties in het oppervlaktewater van de Mosbeek.

In tabel 3.3 wordt een overzicht gegeven van de gemeten NO_3^- , N_{tot} , PO_4^- en P_{tot} -concentratie in het drainwater.

Tabel 3.3: Gemeten concentraties in drainagebuizen.

Code	Ligging	Datum	NO_3^- -concentratie [mg N/l]	N_{tot} -concentratie [mg N/l]	PO_4^- -concentratie [mg P/l]	P_{tot} -concentratie [mg P/l]
DB1	Pausweg-noord	7-3-94	1,9	3,63	0,06	0,60
DB1	Pausweg-noord	23-1-95	3,1	4,01	0,05	0,22
DB2	Zuiden Mosbeek	7-3-94	8,7	10,82	0,23	0,34
DB2	Zuiden Mosbeek	16-9-94	11,0	13,61	0,23	0,30
DB2	Zuiden Mosbeek	23-1-95	2,7	3,72	0,66	0,68

Wat opvalt is dat de nutriëntenconcentratie in DB1 hoger is dan in DB2. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn het verschil in bemestingsniveau. Andere factoren die hierbij een rol kunnen spelen zijn: landgebruik, diepte van de drains, mate van heterogeniteit in de ondergrond (al dan niet aanwezig zijn van preferente stroombanen) etc.

De gemeten N-concentraties vallen binnen de range van de gemeten N-concentraties in het oppervlaktewater van de Mosbeek. De PO_4^- -concentraties in het drainwater zijn voor met name DB2 vrij hoog.

3.3 CONCLUSIES UIT DE ANALYSE VAN DE MEETGEGEVENS

Op basis van de analyse van de meetgegevens zoals besproken in paragraaf 3.1. en 3.2 kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Het gebied waarin afstroming plaats vindt naar de Mosbeek is kleiner dan het topografische stroomgebied (1000 ha). In het noordelijke deel van de stuwwal zal het grondwater vanuit het topografische stroomgebied afstromen naar de Slenk. Op basis van een voorlopige analyse wordt geschat dat het toestromingsgebied van de Mosbeek niet groter is dan 500 ha.

2. De afvoer/neerslag verhouding wisselt sterk gedurende het jaar. Voor de snelle afvoer-component is met name de neerslagintensiteit en de neerslaghistorie van belang. Voor de langzame component is met name de verdamping in de dagen volgende op de bui van belang.
3. NO_3 en SO_4 stromen vooral via het grondwater af naar de Mosbeek. NH_4 en N_{K} stromen vooral af via snelle afvoer zoals interflow en oppervlakkige afstroming. P_{tot} , PO_4 stromen voornamelijk af via oppervlakkige afstroming gebonden aan slibdeeltjes. Voor NO_3 , SO_4 , Cl en K zijn redelijk betrouwbare gemiddelde concentraties afgeleid voor de snelle en langzame afstromingscomponenten. Voor PO_4 , P_{tot} , N_{K} en NH_4 zijn door de grote spreiding in de meetgegevens geen betrouwbare concentraties af te leiden. De concentraties van deze parameters worden waarschijnlijk bepaald door zeer plaatselijke processen als plaatselijke afstroming, bemesting etc.
4. De NO_3 -concentratie van het grondwater dat in de Mosbeek afstroomt is bovenstrooms hoger dan benedenstrooms. Het P_{tot} - en PO_4 -gehalte neemt over het algemeen toe met de afstand vanaf de bron. In de middenloop (tussen lokatie 2 en 3) zijn er geen grote veranderingen in de concentratie waargenomen (meetreeks lokatie 2 van juli 1995 tot januari 1996). Benedenstrooms is geen toename maar zelfs een lichte afname te zien. In de benedenstroom zijn tevens sterke aanwijzingen voor pyrietoxidatie in de ondergrond waarbij NO_3 wordt afgebroken onder vorming van SO_4 zodat het grondwater dat naar de Mosbeek stroomt een lage NO_3 -concentratie en een hoge SO_4 -concentratie. Deze veronderstelling wordt niet volledig onderschreven door de analyses van het grondwater in het gebied.
5. In de winterperiode is de afgevoerde vracht aan stikstof en fosfor veel groter dan in de zomer. Dit wordt vooral veroorzaakt door hogere afvoeren in de winter.
6. P_{tot} en PO_4 en in mindere mate N_{K} en NH_4 worden afgevoerd in perioden met intensieve neerslag. Doordat de waterkwaliteit is bepaald met weekgemiddelde monsters is afspoe-ling van met name fosfor-componenten niet nauwkeurig bekend.
7. Door rondom een afvoergebeurtenis frequenter te meten is een beter inzicht verkregen in de processen die optreden tijdens een periode van snelle afvoer. Met name de eerste afvoergebeurtenis waarbij sprake was van een groot debiet, $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$. Tijdens deze afvoergebeurtenis daalde de NO_3 - en SO_4 -concentratie en steeg de N_{K} - NH_4 -, PO_4 - en P_{tot} -concentratie. Bij de andere neerslaggebeurtenissen was de intensiteit niet zo groot zodat de veranderingen in de concentratie niet zo eenduidig waren.
8. Voor een juiste beschrijving van af- en uitspoeling van nutriënten is een neerslagafvoer model nodig. Dit model dient op basis van fysische kenmerken voor verschillende deelgebieden een verdeling te maken naar snelle en langzame afvoercomponenten. De ijking van een dergelijk model wordt bemoeilijkt doordat slechts één betrouwbaar meetpunt voor het debiet aanwezig is.

4. LITERATUURLIJST

Bell, J., C. Dekker, H. de Ruiter, A.W.M. Schoonderbeek, 1995. Bemestingsinvloed op het grondwater in grondwaterbeschermingsgebieden die kwetsbaar zijn ten aanzien van nitraat. Provincie Overijssel.

Broks Adviezen, 1986. Geohydrologisch onderzoek oorzaken droogteschade 'Tubbergen'. Eindrapport 11.112.

Bronswijk, J.J.B., W. Hamming en K. Oostindie, 1995. Nitraatuitspoeling uit kleigronden en consequenties voor oppervlaktewaterkwaliteit. H₂O, 28 no.4.

Hack-ten Broeke, M.J.D., H.Kleijer, A. Breeuwsma, J.G.A. Reijerink, D.J. Brus, 1990. Fosfaatverzadiging van de bodem in twee gebieden in Overijssel. Rapportnr. 108. DLO-SC.

ILRI, 1994. Drainage principles and applications. ILRI Publocatio 16, second edition. ILRI Wageningen.

Meinardi, C.R., 1991. de stroom van voedingsstoffen (stikstof, fosfor, kalium) van de bodem naar het kleine open water. RIVM, Rapportnummer 724903004.

Massop, H. en R. Hendriks. Perceelonderzoek Mosbeekgebied. Hydrologische gebiedsbeschrijving, opzet en eerste resultaten veldonderzoek. DLO-SC.

Provincie Overijssel, 1992. Projectvoorstel voor het potentieel bodembeschermingsgebied Stuwwal Ootmarsum.

Schouwman, O.F., 1994. Relatie tussen de fosfaattoestand van de bodem en de fosfaatconcentratie van een onderzoekslokatie aan de Mosbeek. DLO-SC, in press.

Sharpley, A.N. en S.J. Smith, 1989. Prediction of soluble phosphorus transport in agricultural runoff. Journal of environmental Quality. 18 p. 313-316.

Thunissen, H.A.M., 1987. Oppervlakteafvoer; hoeveelheid en samenstelling. RIVM, rapportnummer, 728472003.

Vermulst, J.A.P.H., 1994. Toepassing van DEMGEN op het stroomgebied van de Mosbeek. RIZA, werkdocument 93.160X.

Waterschap Regge en Dinkel, 1995. Onderzoek naar de waterschemische toestand van acht laaglandbeken in de bodembeschermingsgebieden Stuwwal Oldenzaal en Stuwwal Ootmarsum (concept).

- - -

Bijlage I

Kaarten



STROOMGEBIED VAN DE MOSBEEK

Figuur I.1

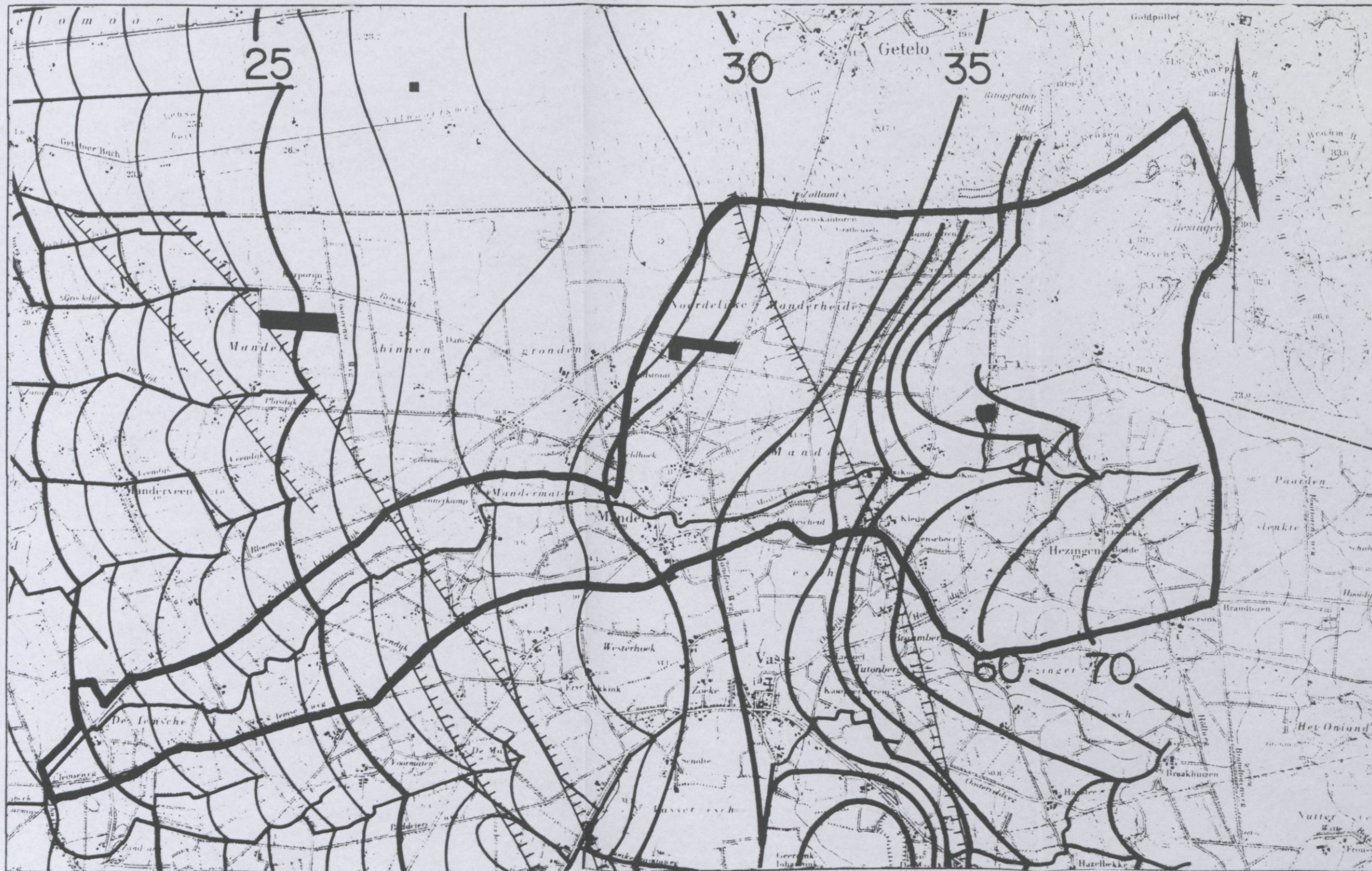
— grens stroomgebied



LIGGING GEOLOGISCHE EN HYDROLOGISCHE DEELGEBIEDEN

Figuur I.2

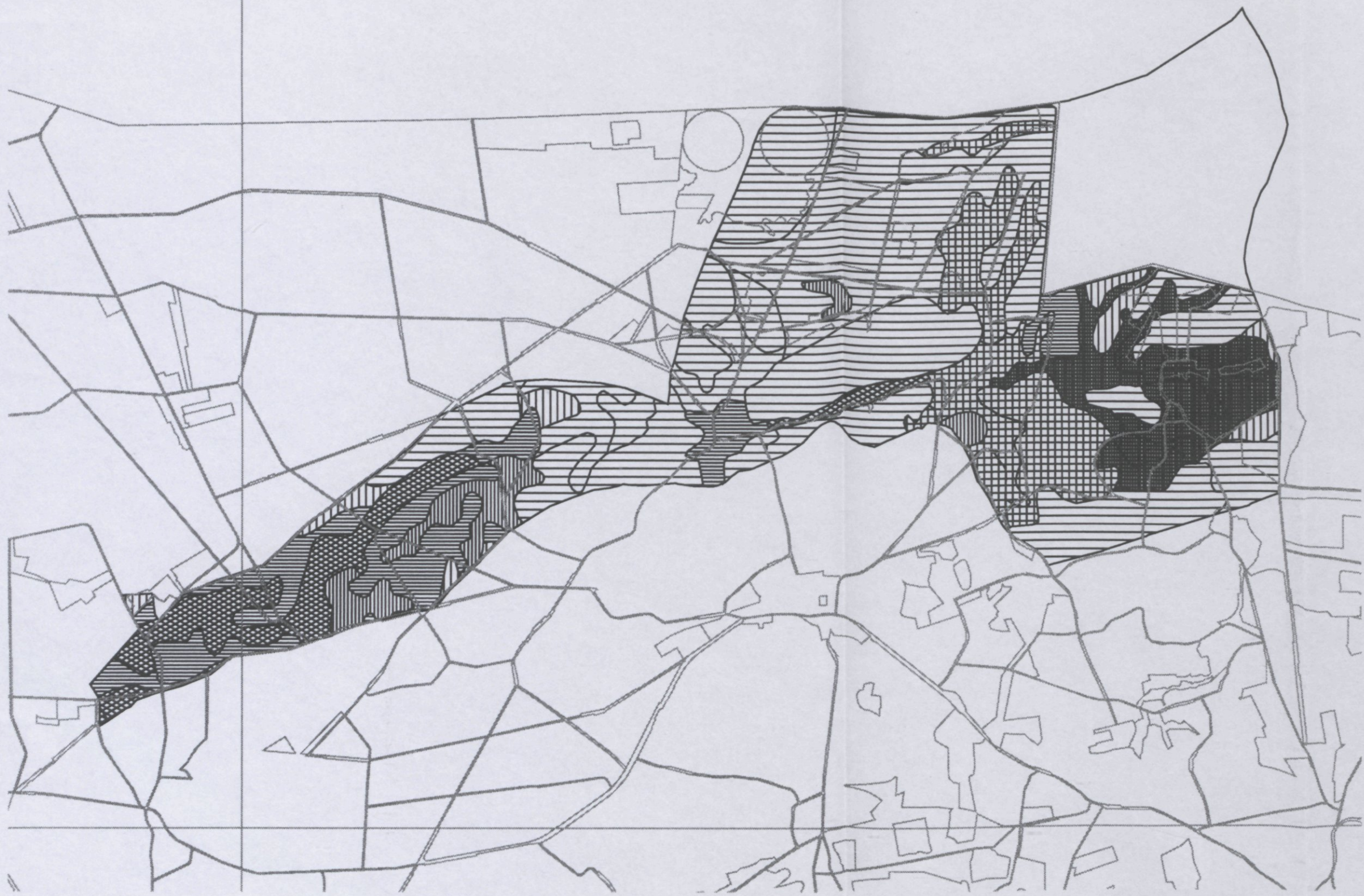
- grens stroomgebied
- Mosbeek
- ▤▤▤▤▤ Breukvlak
- ▤▤▤▤▤ Afvoer regionaal grondwater
- ▤▤▤▤▤ Afvoer lokaal grondwater



ISOHYPSENKAART ONDIEPE PAKKET

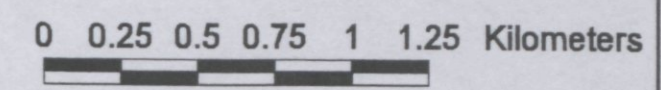
Figuur I.4

— grens stroomgebied



Stiboka Grondwatertrappen

-
- III
- V
- V*
- VI
- VII
- VII*



Opdrachtgever

Provincie Overijssel, Waterschap Regge en Dinkel

Project

Modelonderzoek nutriëntenhuishouding stroomgebied Mosbeek

Omschrijving

Grondwatertrappenkaart

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 8064, 9722 KE Groningen
Chopinlaan 12, 9702 KB Groningen
Telefoon (050) 5214214
Fax (050) 5261453

Getekend	Gezien	Datum	Schaal	Formaat	Figuur	Tekeningnummer
HKO	BB	05-02-1996	1:25000	A3	1.5	2184-1

	28F021	PB66-23	PB66-23	PB71-29	PB84-99	PB84-99	LB94-105	PB94-103	PB94-103	PB94-107	95-114
diepte	4	9	37.5	18	9.5	19.5	3.7	6	14	5.4	1.5
pH	6.9	6.7	6.55	6.75	7.5	7.35	5.45	6.65	6.6	7.4	4.45
NO3	62	180	1.5	28	<0.5	<0.5	38	26	91	<0.5	190
NH4	<0.05	<0.05	0.21	0.2	0.12	0.2	<0.05	<0.05	0.44	0.72	<0.05
PO4	0.23	0.06	<0.05	0.19	0.08	<0.05	<0.05	0.08	0.3	0.06	<0.05
Fe	<0.03	0.21	19+	20	10	10	0.04	0.17	1.2	19	0.37
SO4	35	54	60	65	37	43	75	22	56	120	38
HCO3	105	38	85	16	46	64	8	8	46	294	<1

	95-111	95-112	95-112	95-113	95-102
diepte	2.1	1	3.8	6	10
pH	6.2	7.5	7.2	5.95	6.55
NO3	<0.5	<0.5	<0.5	53	53
NH4	0.16	1	0.24	<0.05	<0.05
PO4	3.3	0.38	0.12	0.06	<0.05
Fe	17	0.75	3.9	0.1	0.14
SO4	70	6	5	46	36
HCO3	74	217	215	5	5



	95-114	95-115	95-116	95-116	95-116	95-117	95-117	95-117	95-118	95-118	95-118
diepte	4	4	0.2	0.7	1.2	0.2	0.7	1.2	0.2	0.7	1.2
pH	4.35	3.85	6.15	5.85	6.75	6.05	5.55	5.4	5.65	5.6	5.65
NO3	120	29	16	85	94	11	23	100	110	110	100
NH4	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO4	<0.05	<0.05	0.05	0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fe	0.09	0.09	0.23	<0.03	<0.03	0.42	0.17	<0.03	<0.03	0.04	0.03
SO4	51	51	31	42	40	40	58	48	65	65	60
HCO3	<1	<1	69	19	17	44	39	19	55	52	61

Opdrachtgever

Provincie Overijssel, Waterschap Regge en Dinkel

Project

Modelonderzoek nutriëntenhuishouding stroomgebied Mosbeek

Omschrijving

Locatie peilbuizen

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 8064, 9722 KE Groningen
Chopinlaan 12, 9702 KB Groningen
Telefoon (050) 5214214
Fax (050) 5261453

Gefabriceerd door

HKO

Gezien door

BB

Datum

05-03-1996

Schaal

1:25000

Formaat

A3

Figuur

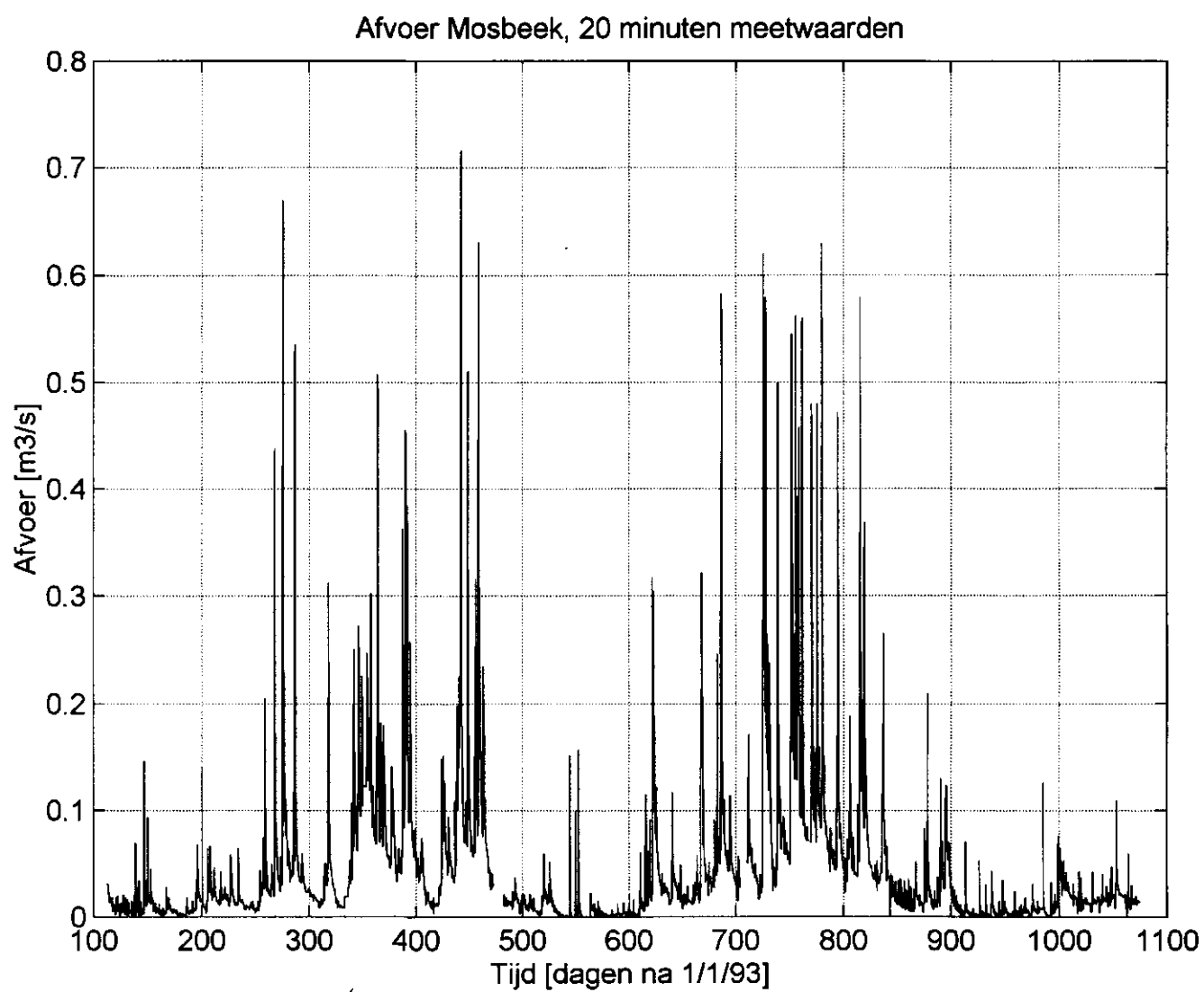
1.6

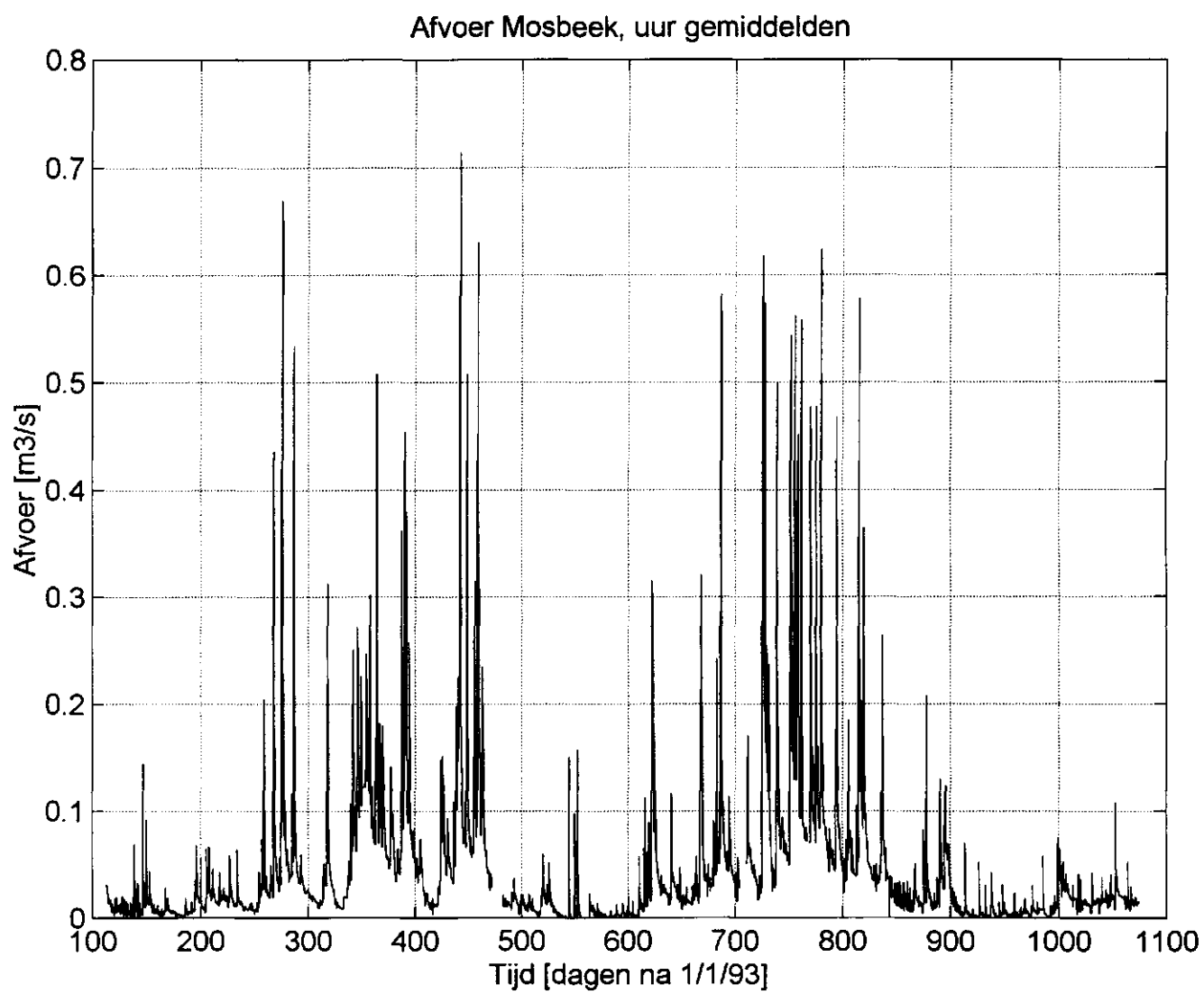
Tekeningnummer

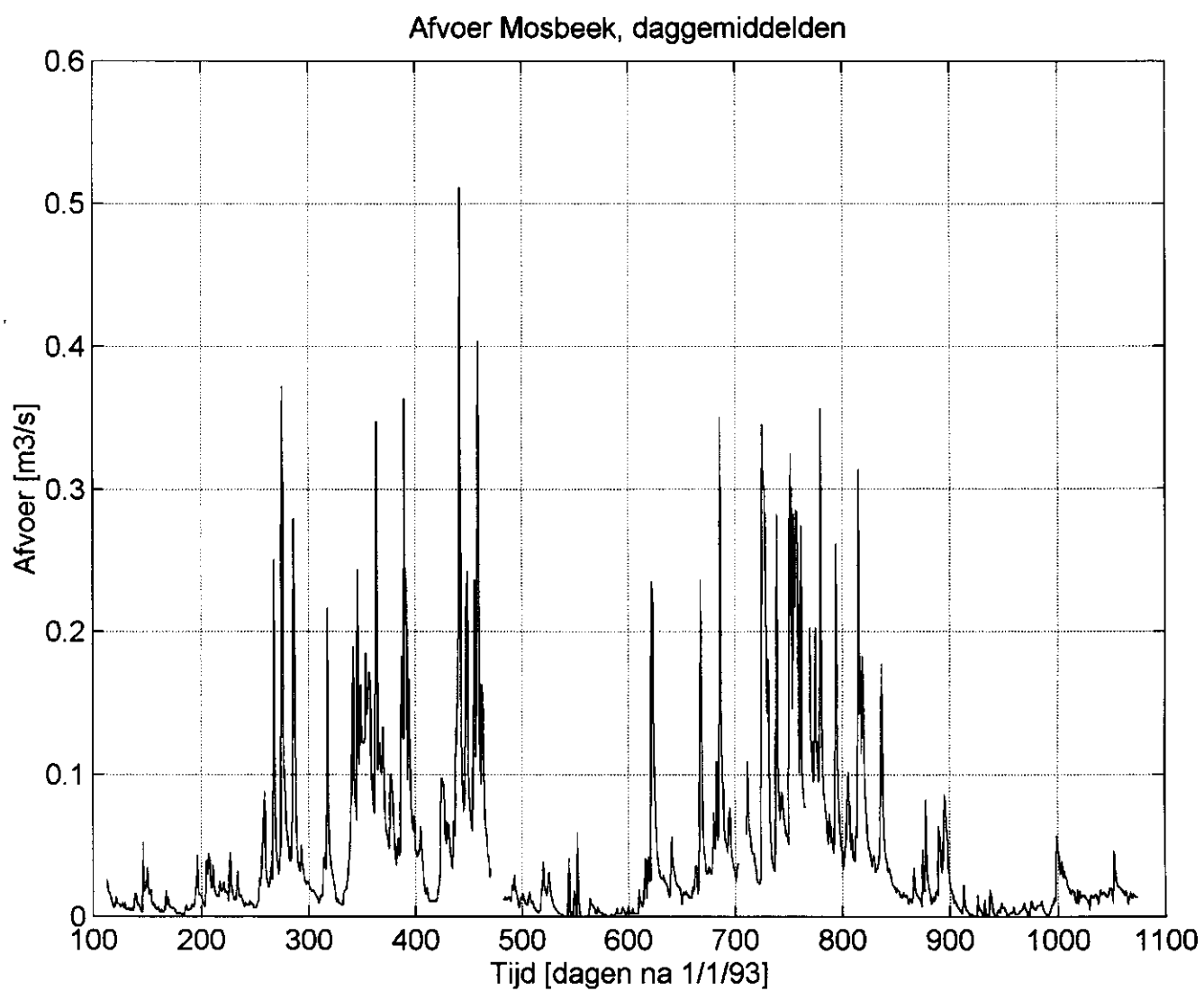
2184-2

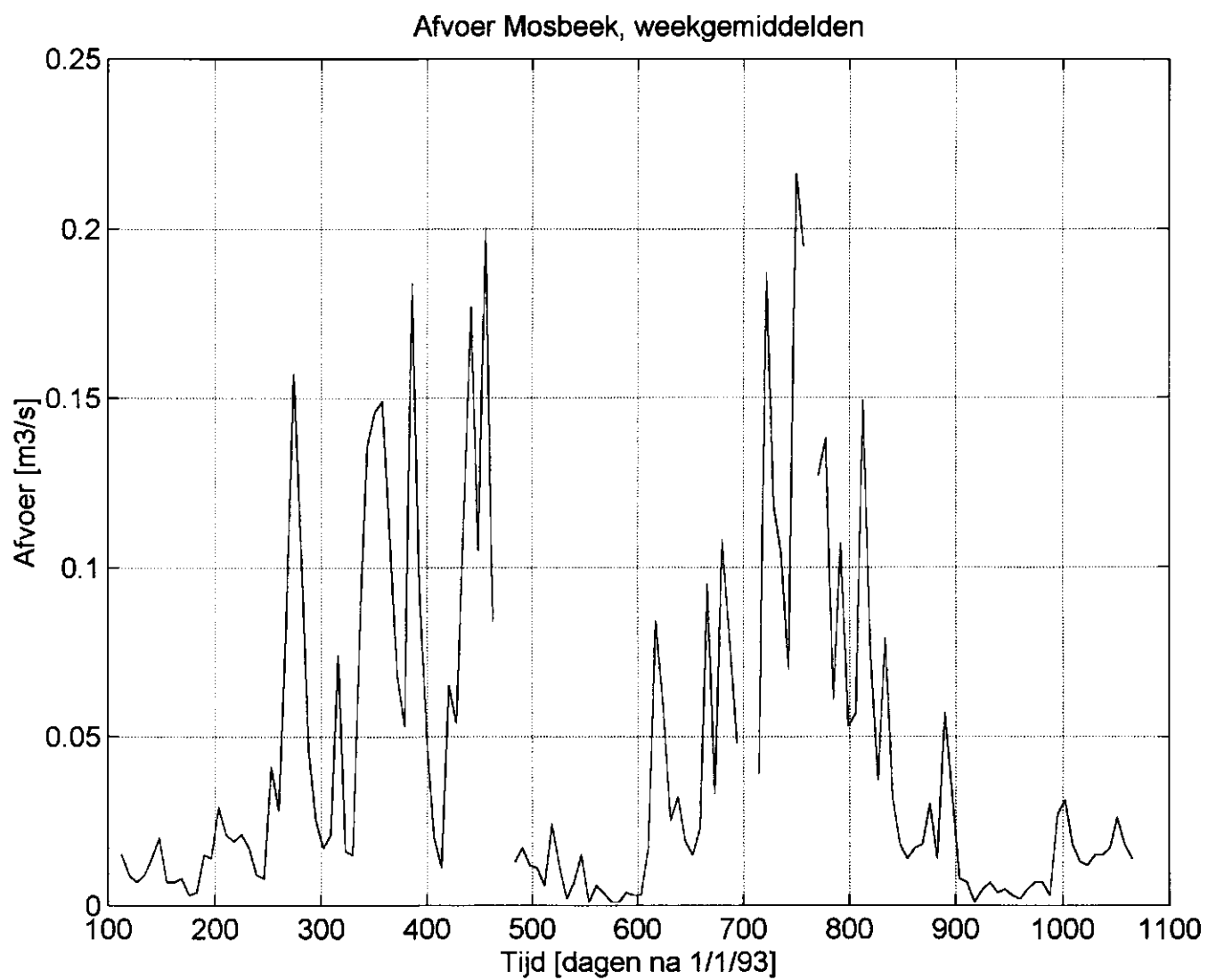
Bijlage II

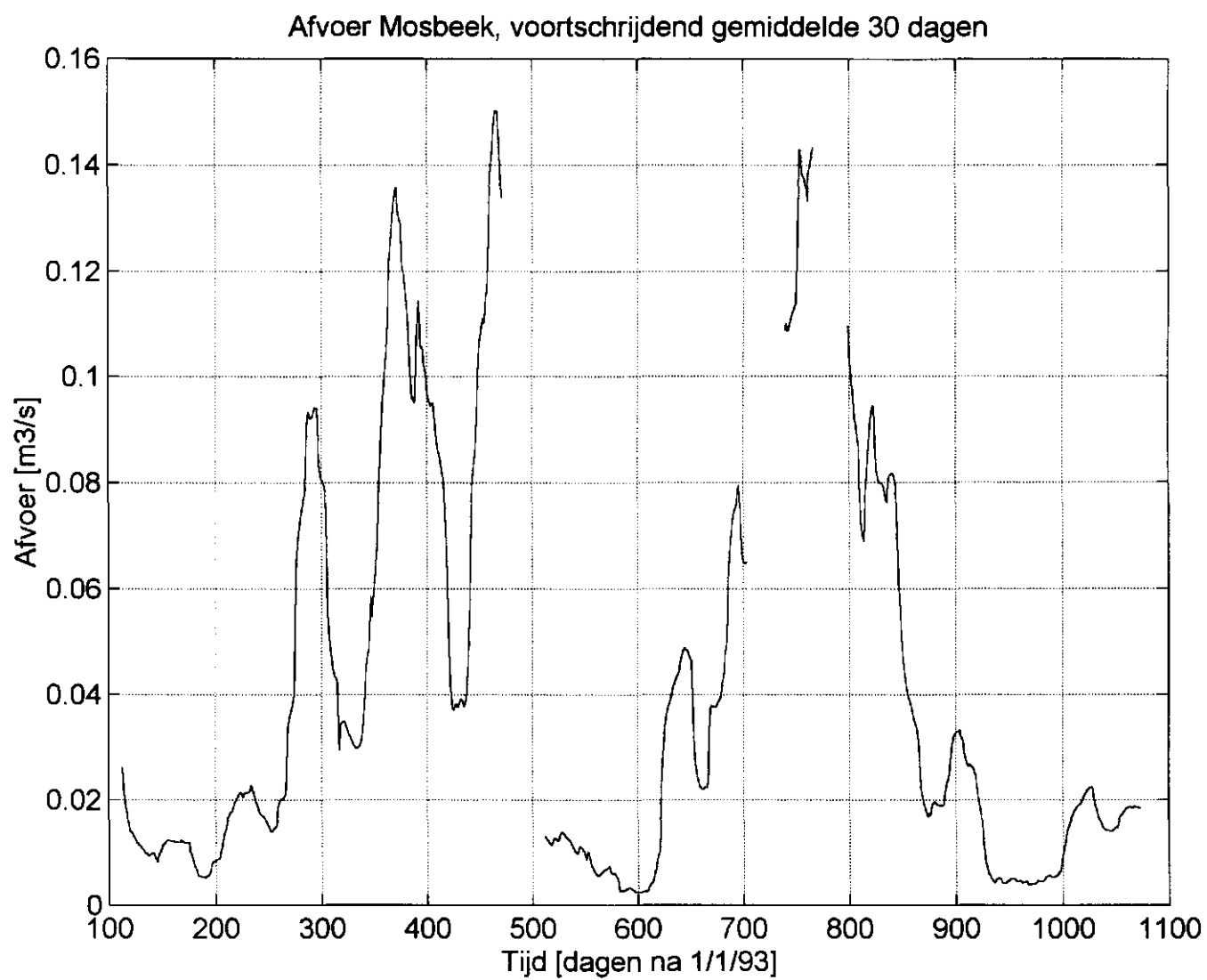
Waterkwantiteitsanalyse

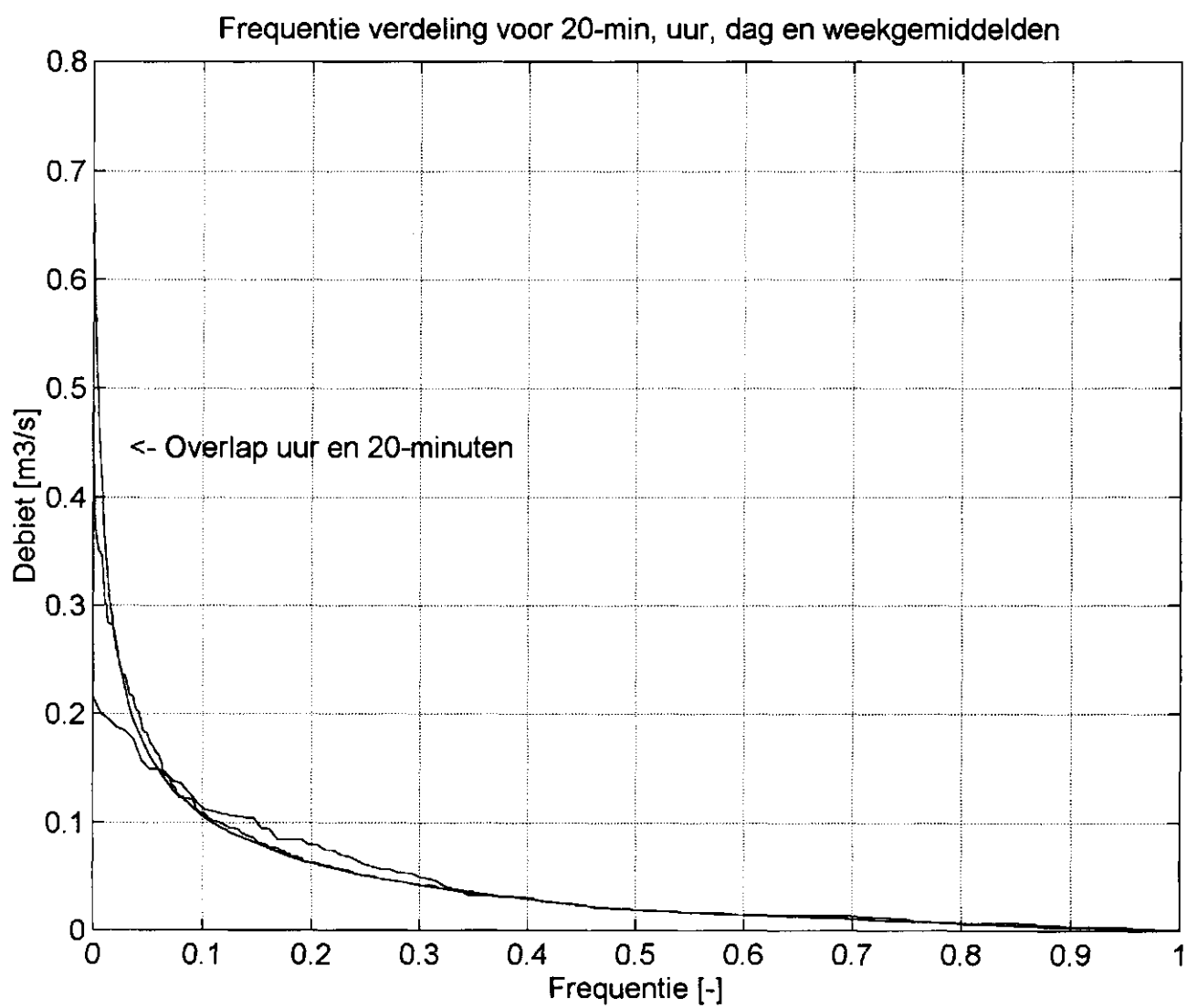


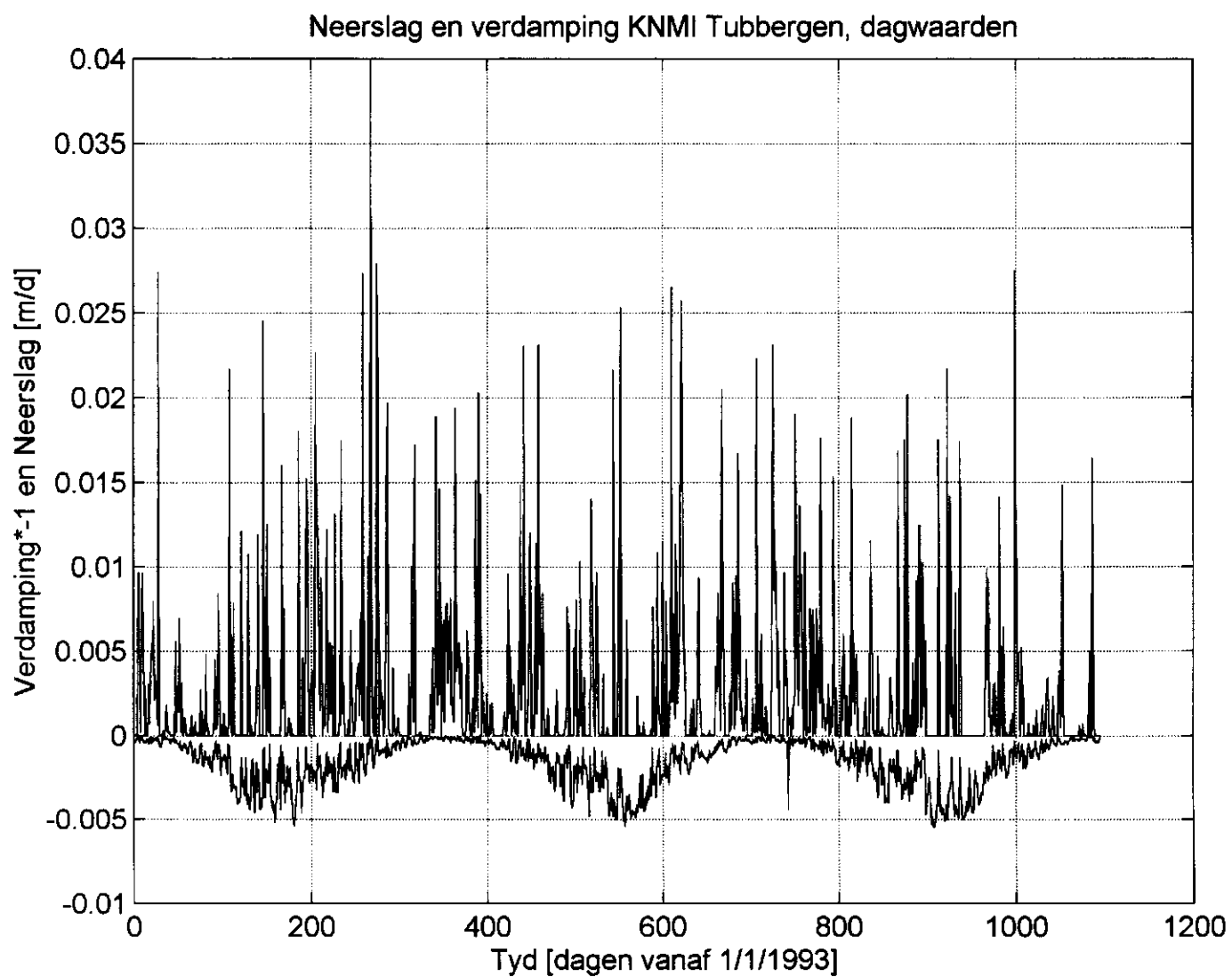


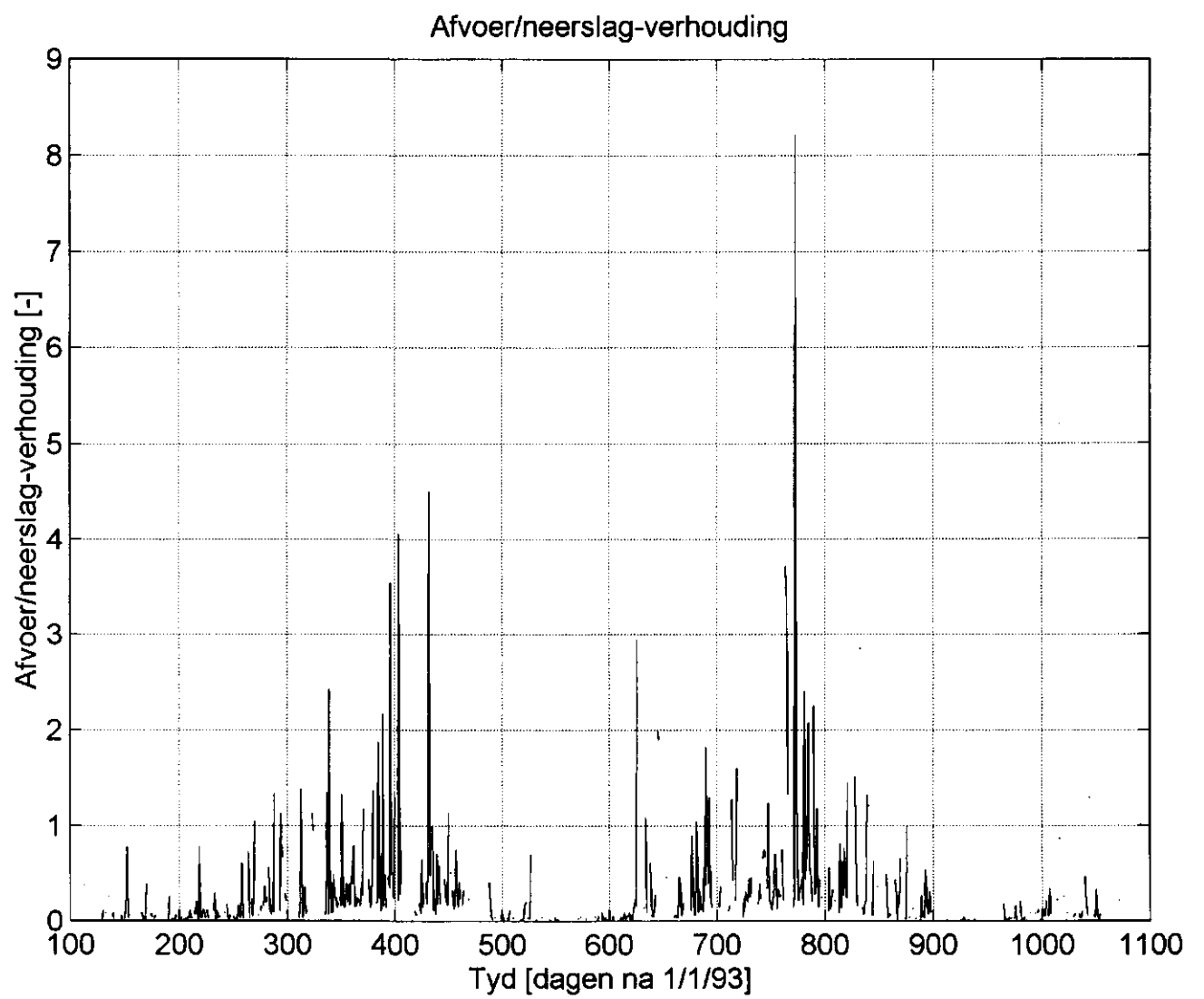


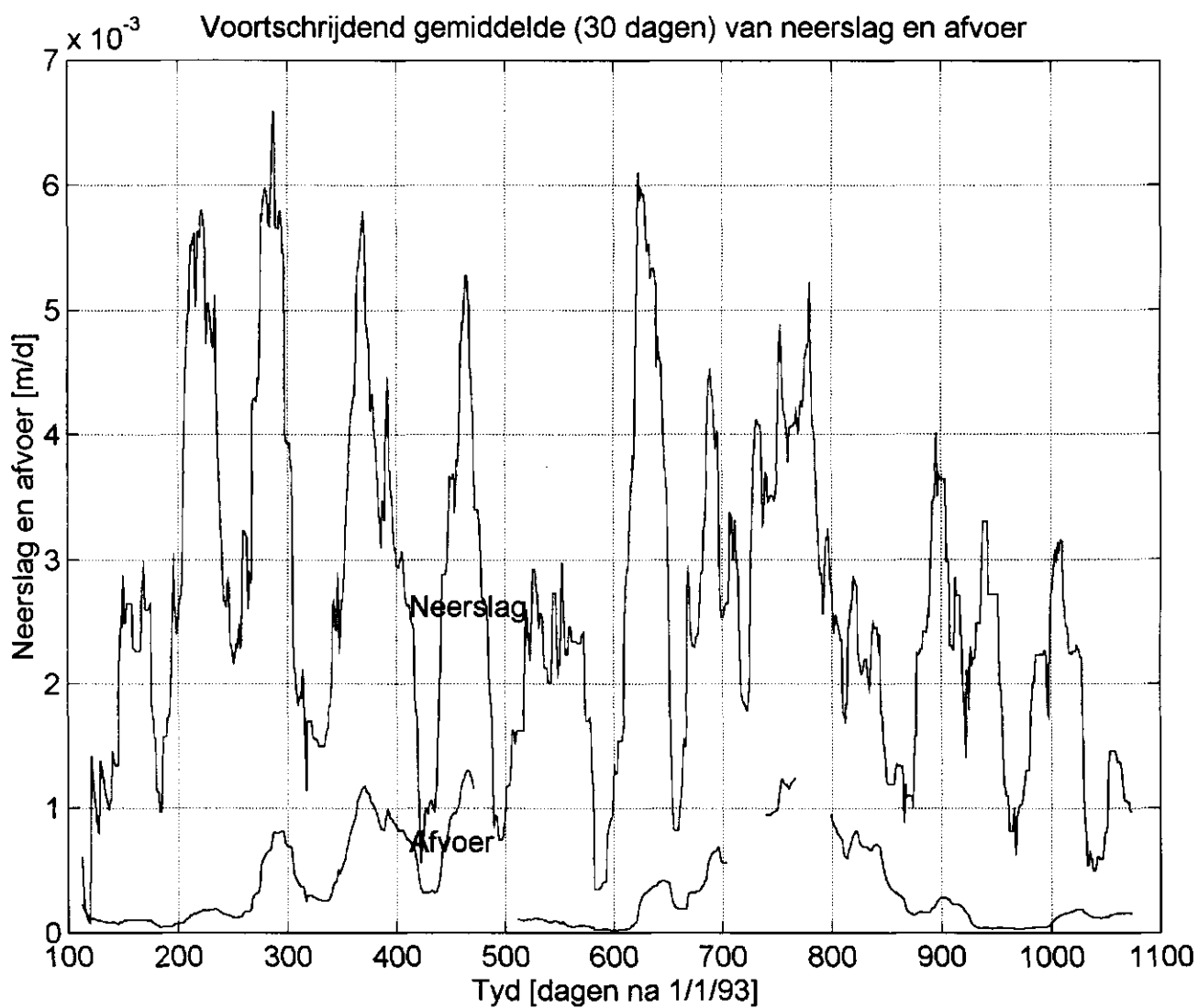


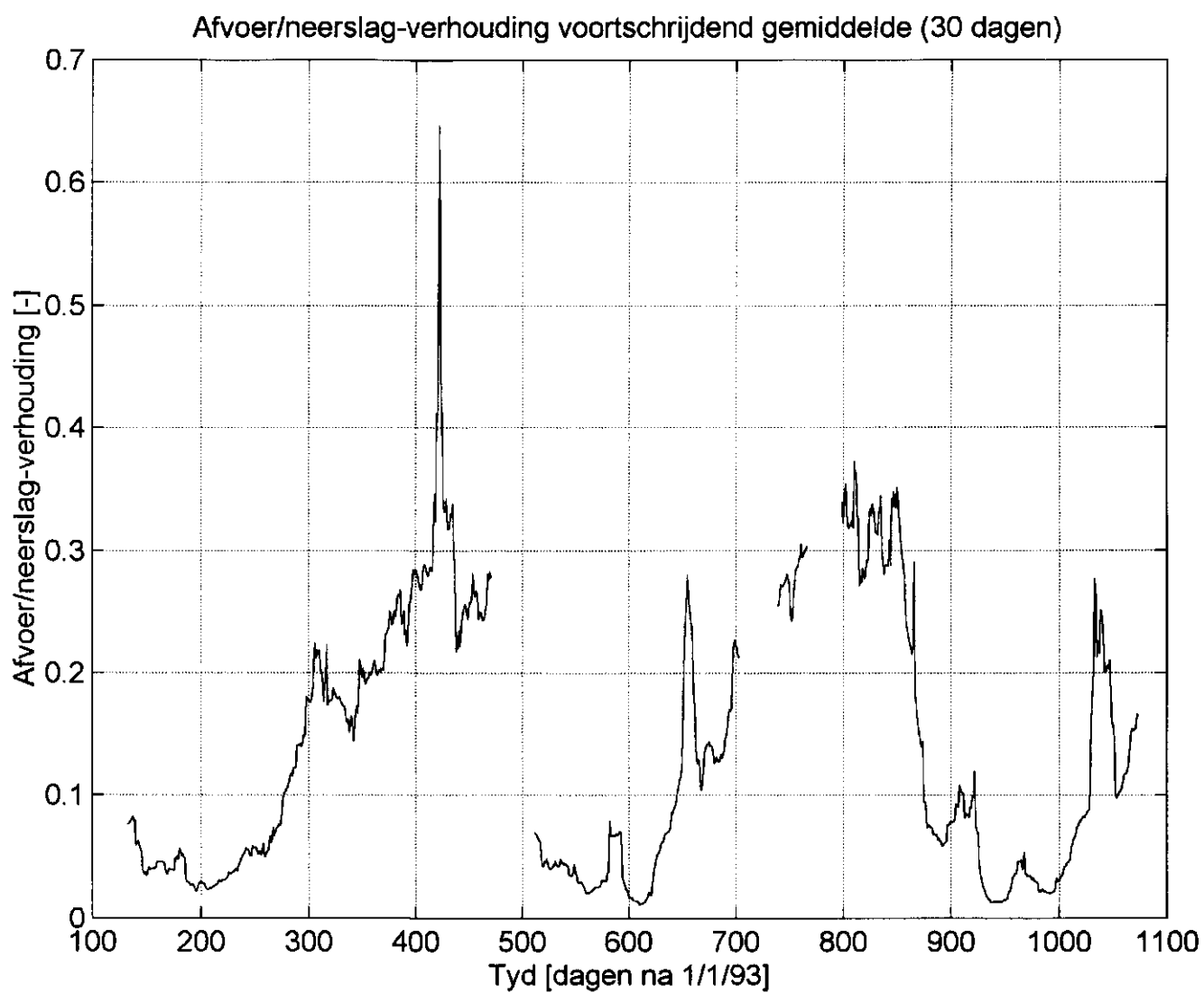




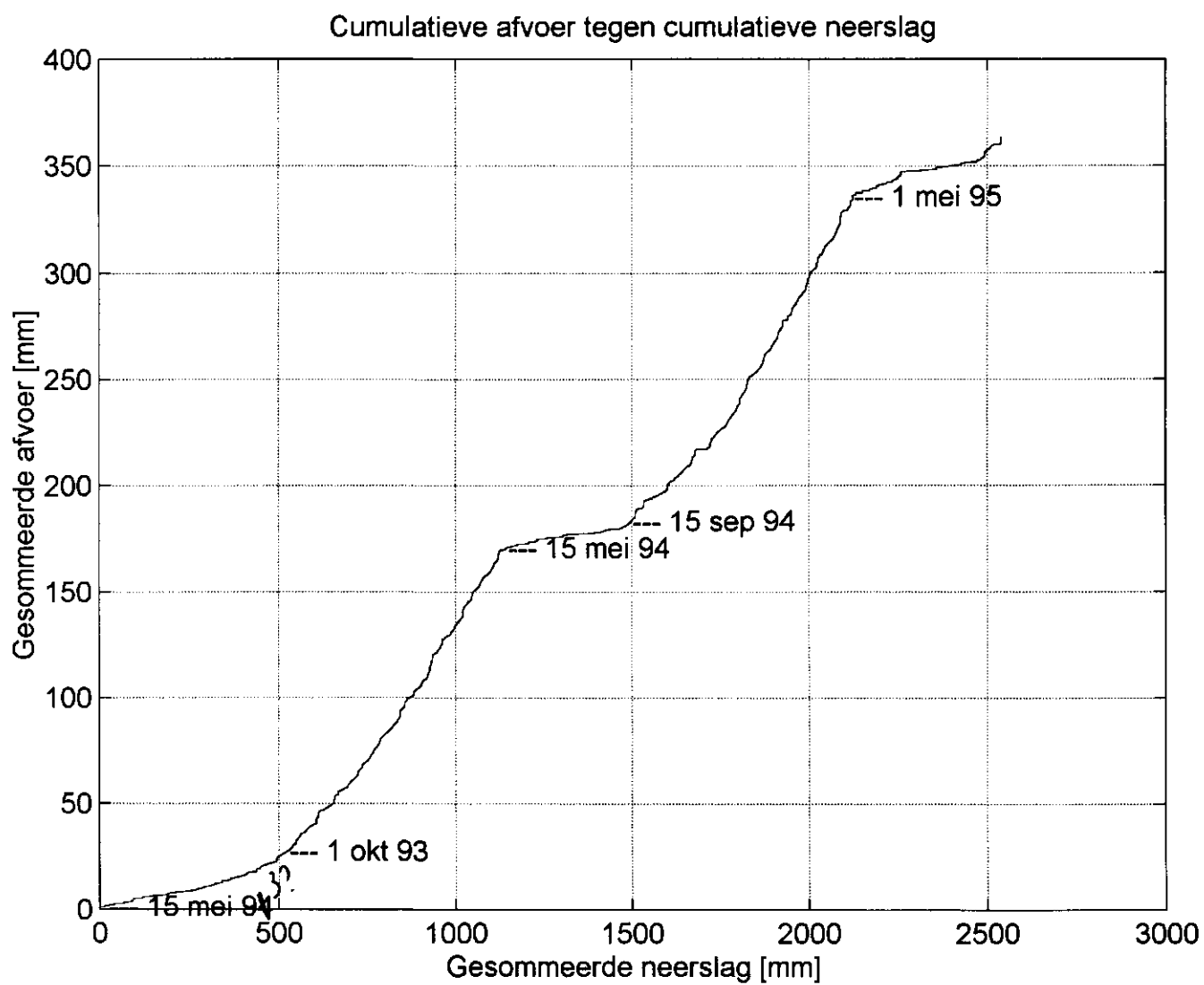




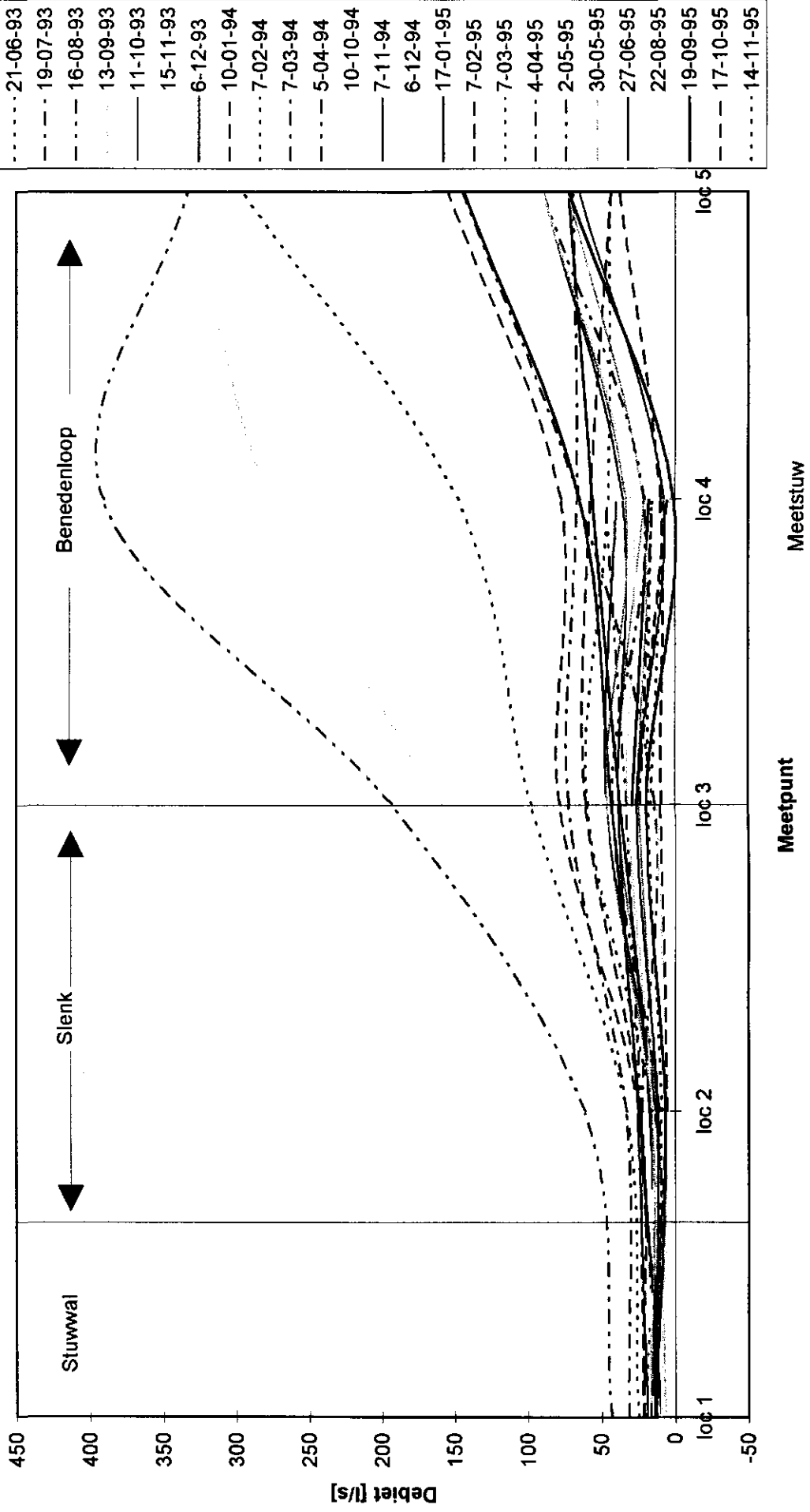




II.10

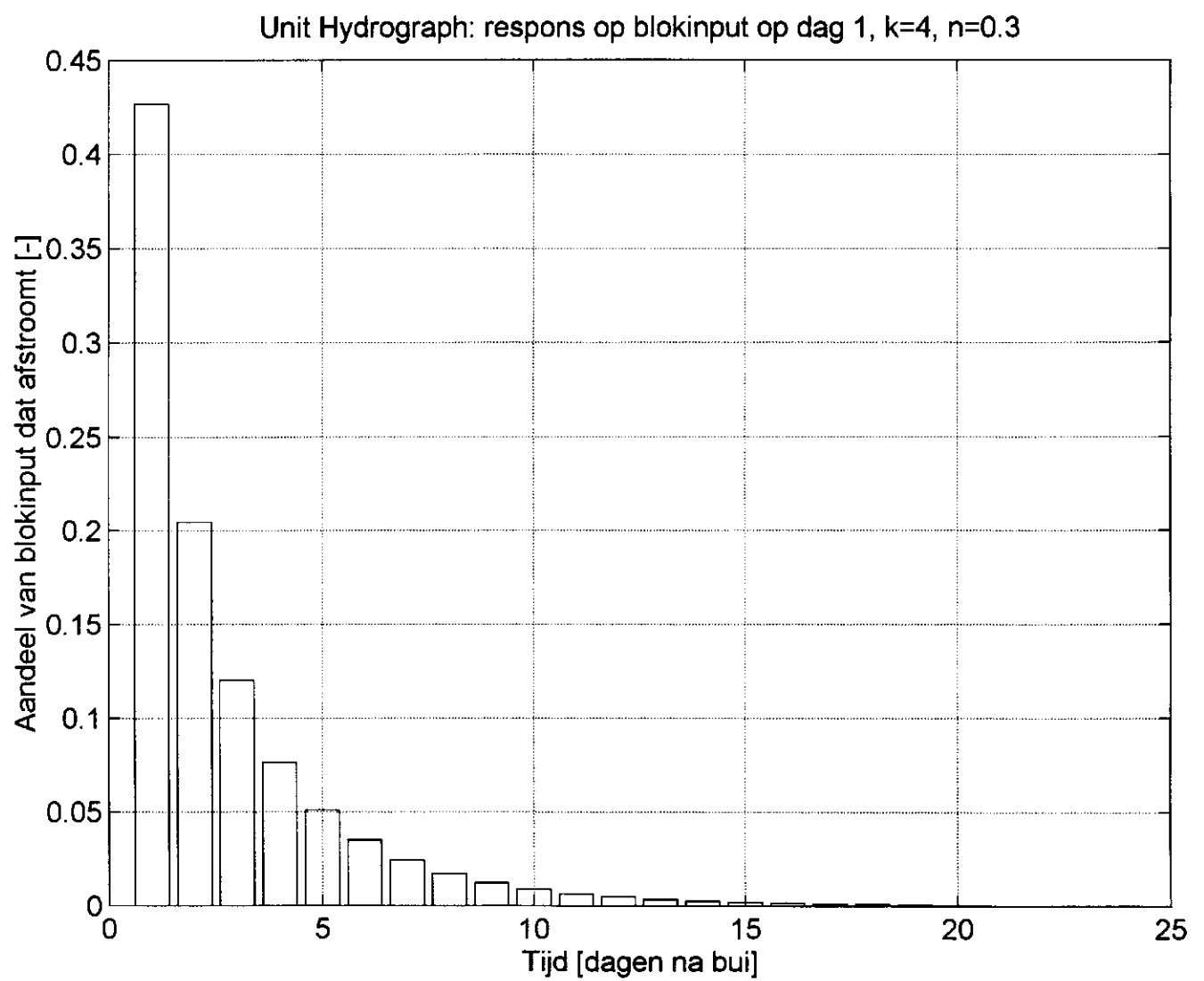


Incidentele debietmetingen: Debiet per meetpunt

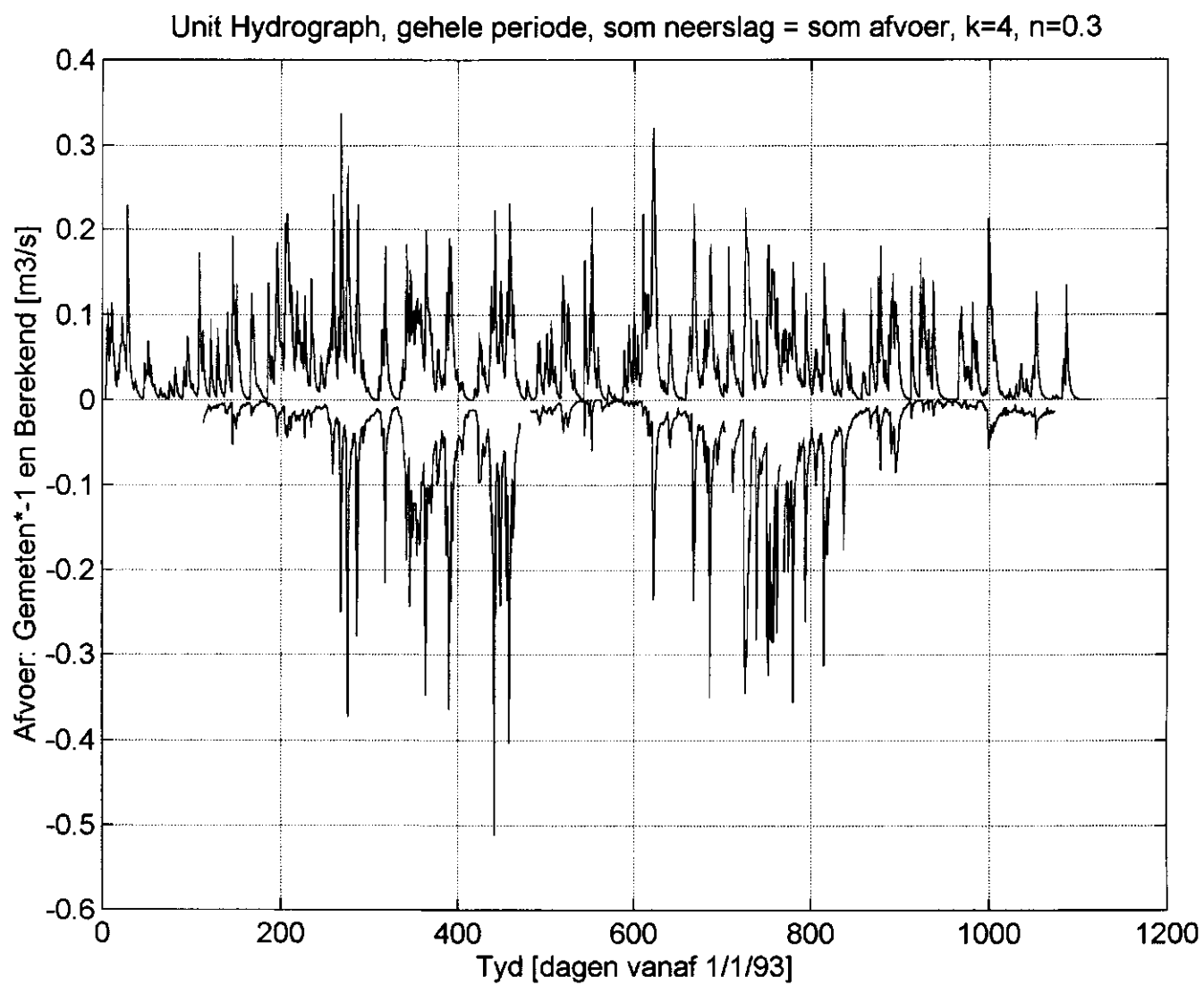


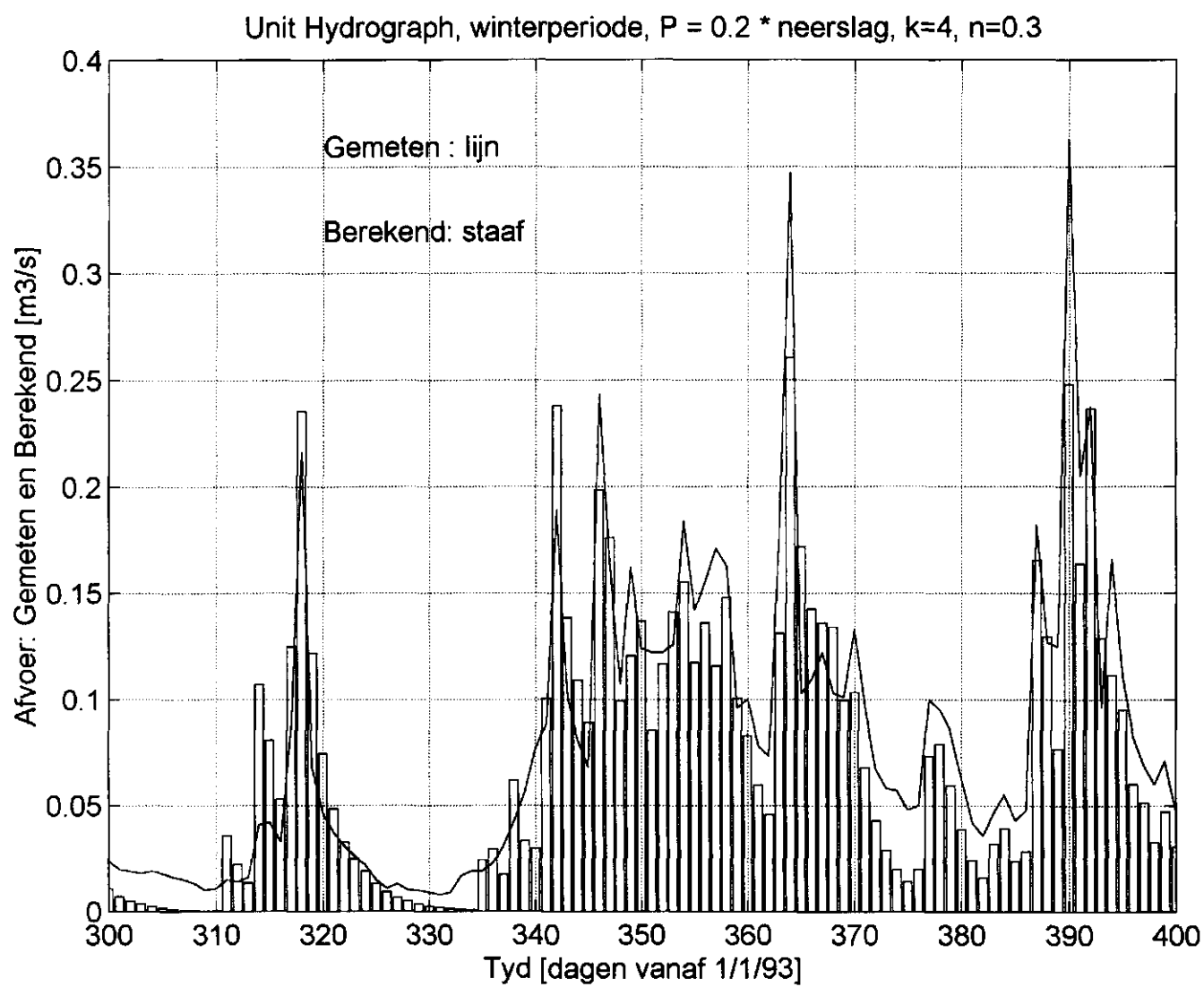
MEETGEGEVENS INCIDENTELE DEBIETMETINGEN					
LOCATIES:					
Code	IWACO	Alias	Adres		
06.203	loc 1	punt A	Bovenloop, Maatmansweg, Hezingen		
06.221	loc 2	punt C	Zijweg Bergweg, Mander		
06.204	loc 3	punt B	Middenloop, Wennerkamp, Mander		
06.205	loc 4	eindstu	Benedenloop, Pottersweg, Manderveen		
-	loc 5	punt D	Juist voor samenstromen met Elsenbeek		
DEBIETEN (l/s)					
Datum	loc 1	loc 2	loc 3	loc 4	loc 5
26-04-93	10		29	18	
24-05-93	11		27	5	
21-06-93	9		17	7	
19-07-93	11		24	15	
16-08-93	13	23	33	46	
13-09-93	6	11	38	20	
11-10-93	13	13	46	39	
15-11-93	12	36	159	276	333
6-12-93	14	17	37	56	72
10-01-94	21	22	60	57	43
7-02-94	19	16	59	45	44
7-03-94	31	33	72	66	69
5-04-94	43	61	192	390	333
10-10-94	13	12	24	21	72
7-11-94	18	25	38	35	89
6-12-94	18	15	31	29	89
17-01-95	10	24	43	65	144
7-02-95	21	24	78	77	154
7-03-95	25	32	97	147	295
4-04-95	21	22	13	64	144
2-05-95	14	10	42	20	89
30-05-95	16	15	46	33	89
27-06-95	14	11	25	7	64
22-08-95	10	4	11	2	20
19-09-95	13	7	20	1	72
17-10-95	17	5	9	9	37
14-11-95	12	9	18	15	

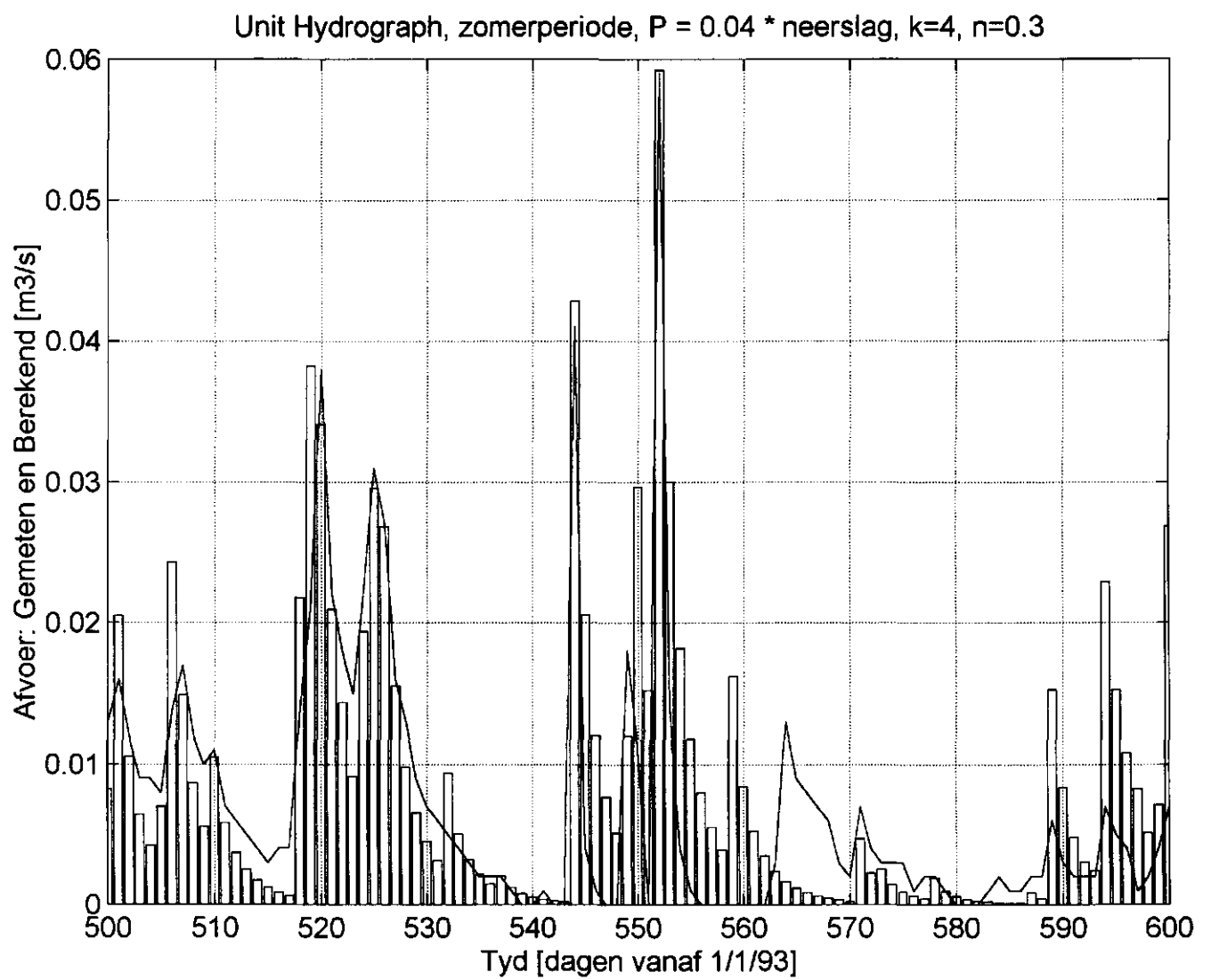
Bijlage III
Neerslag-afvoer modellering

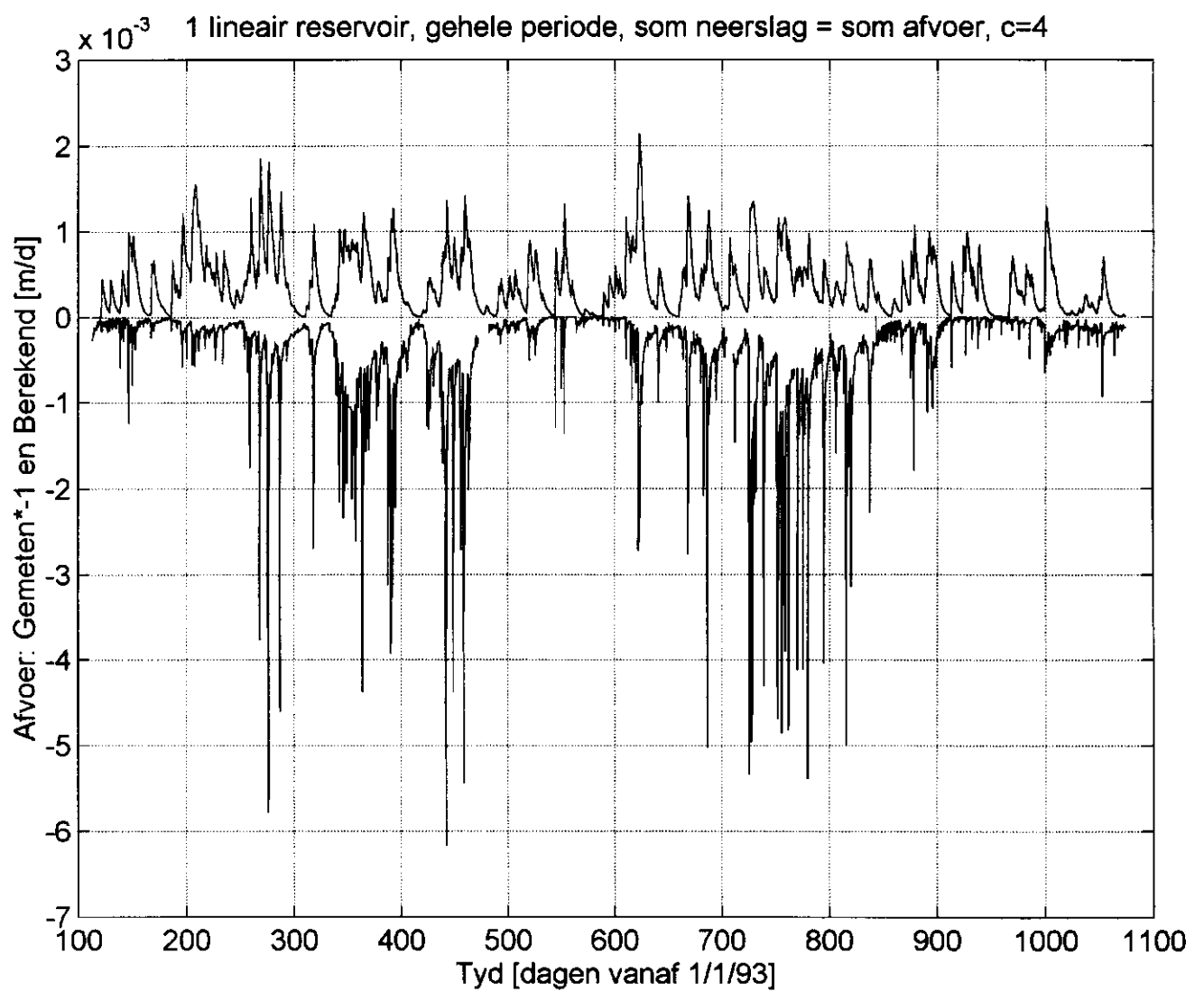


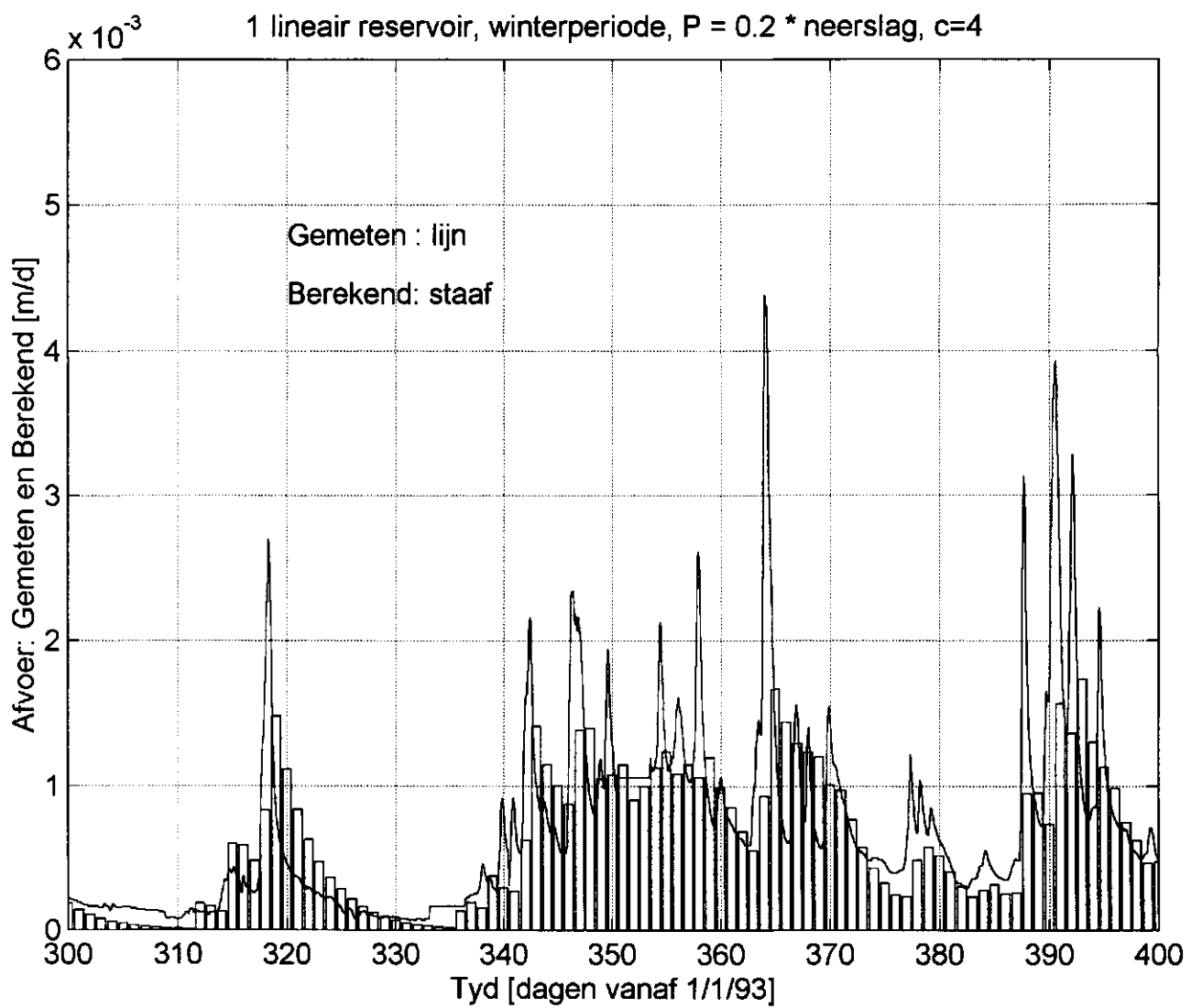
III.1

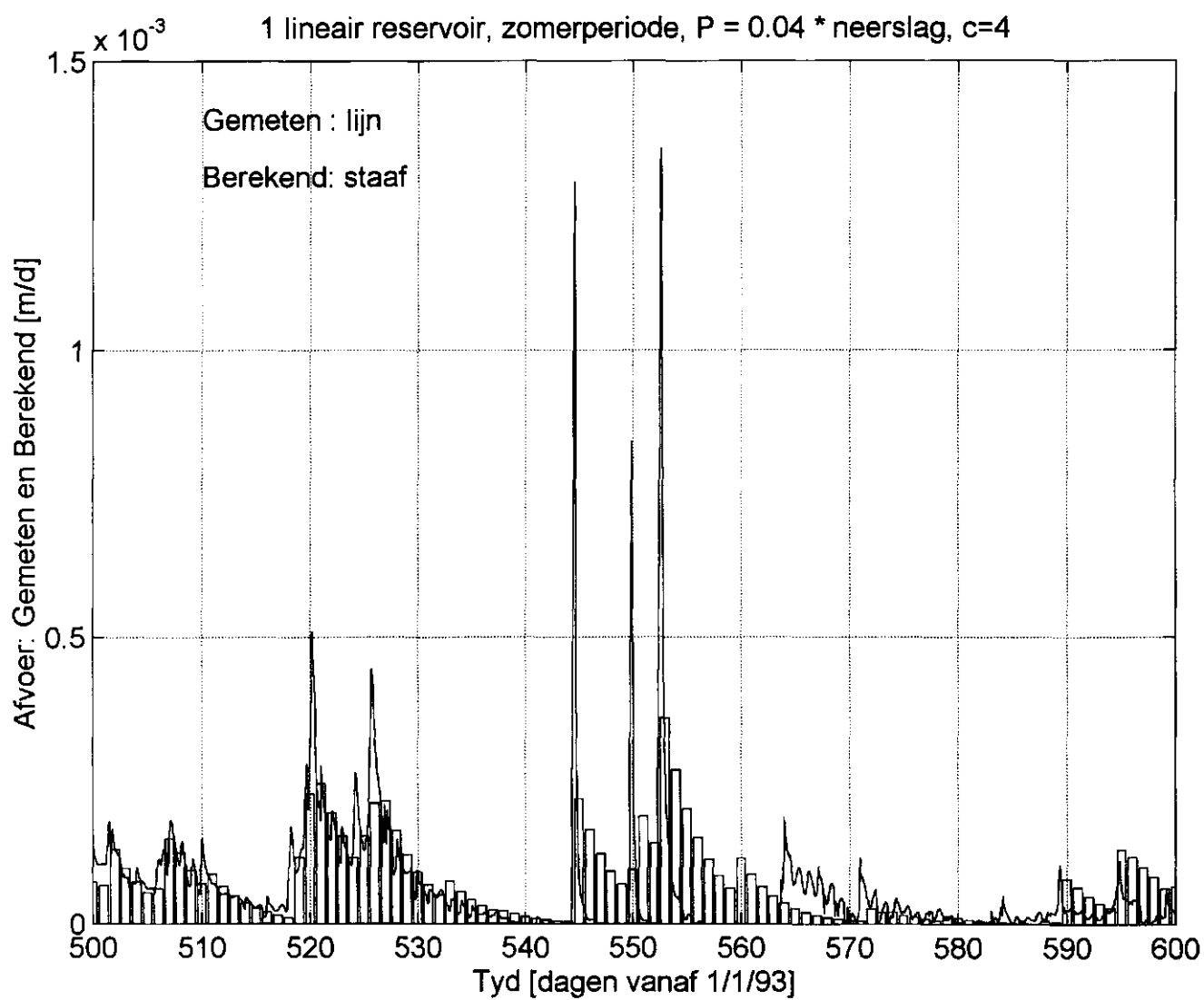


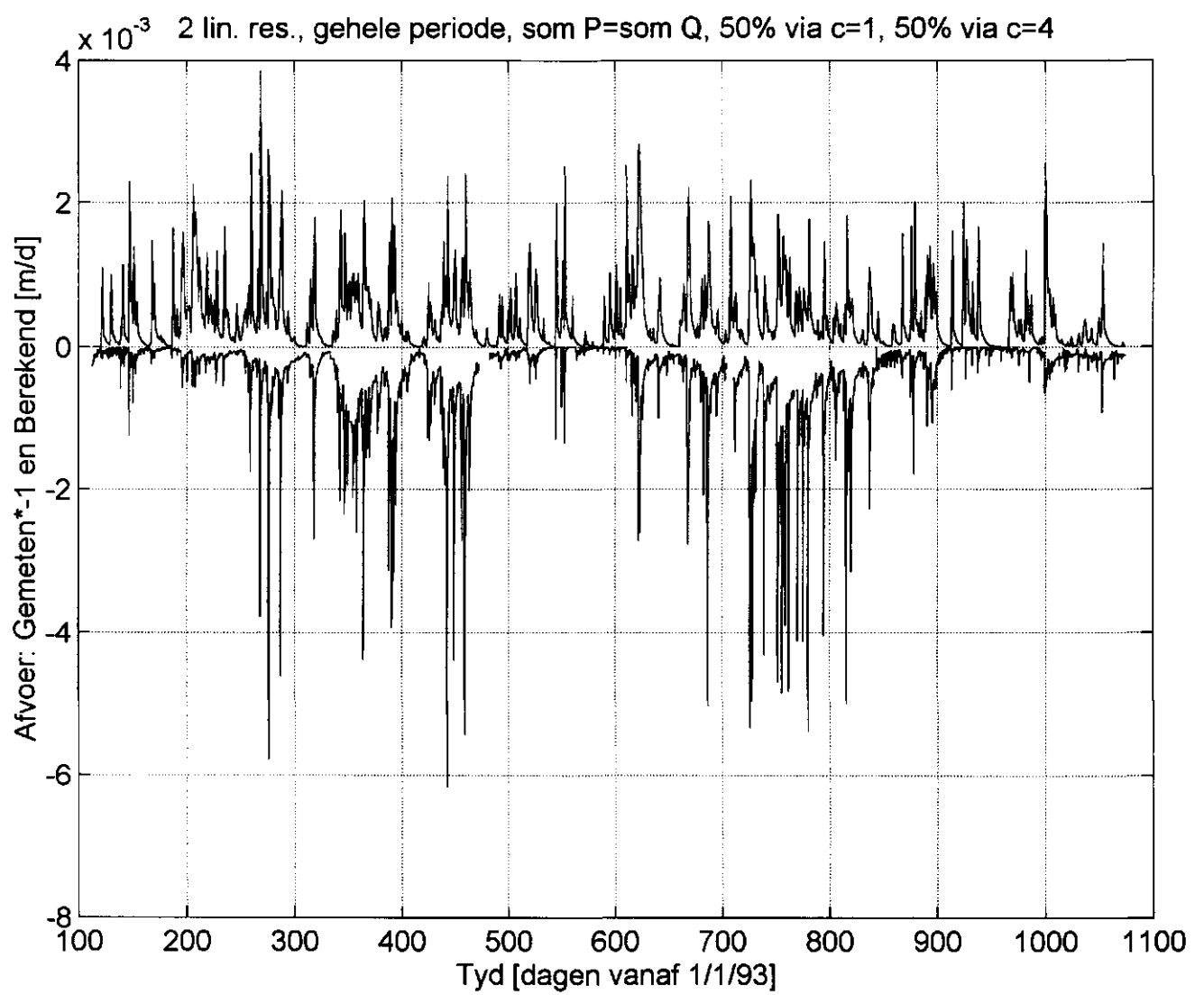




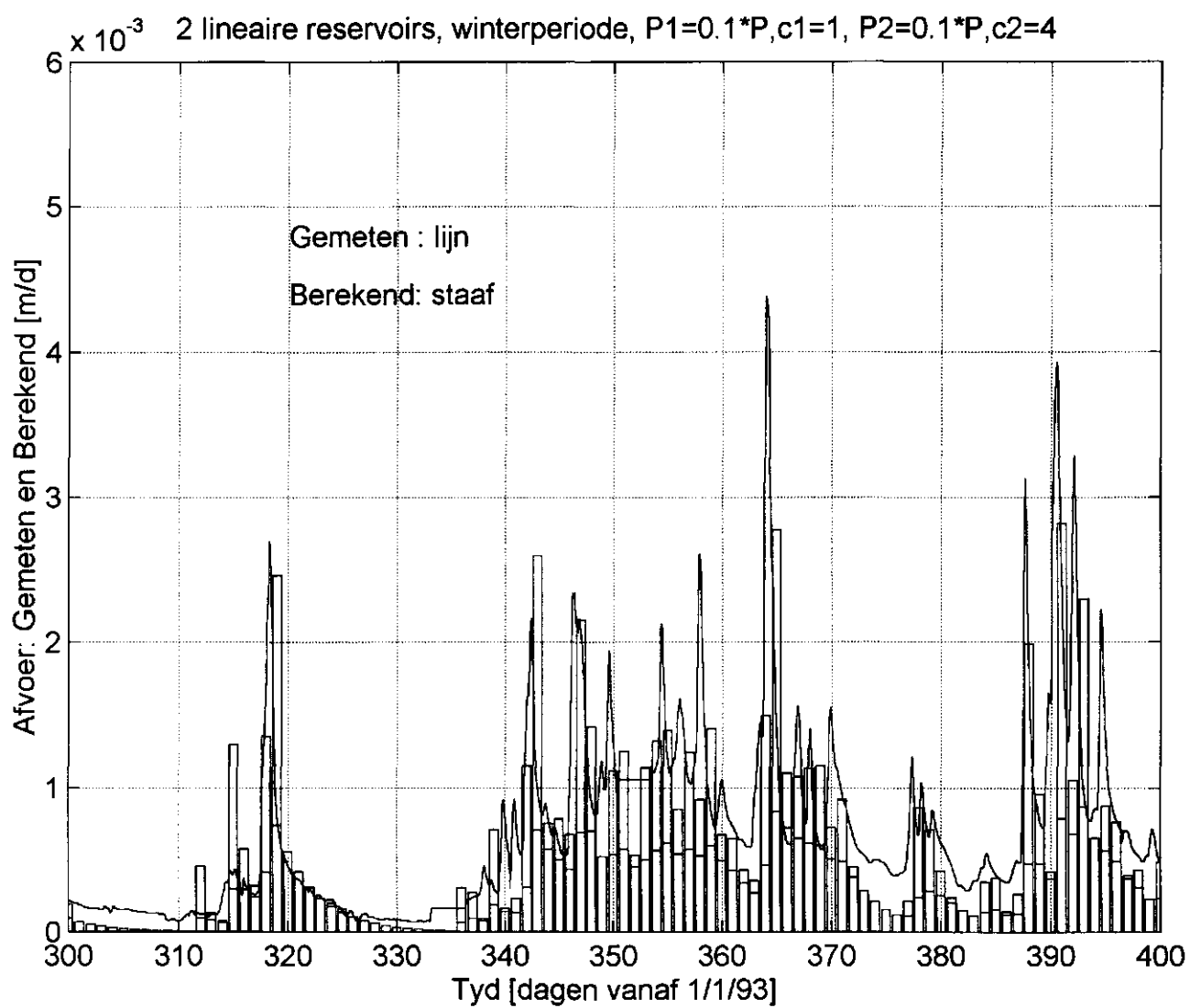


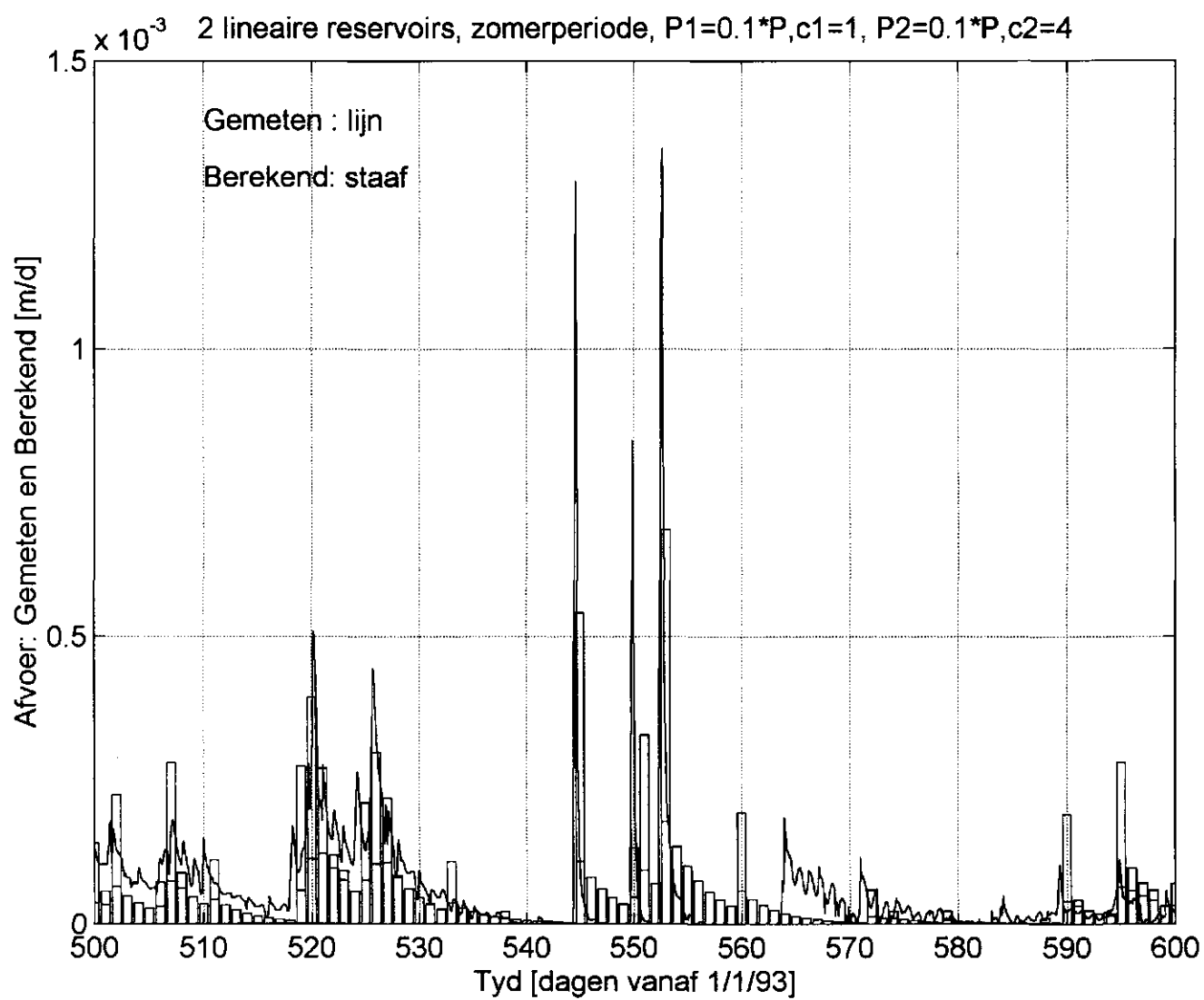






III.8



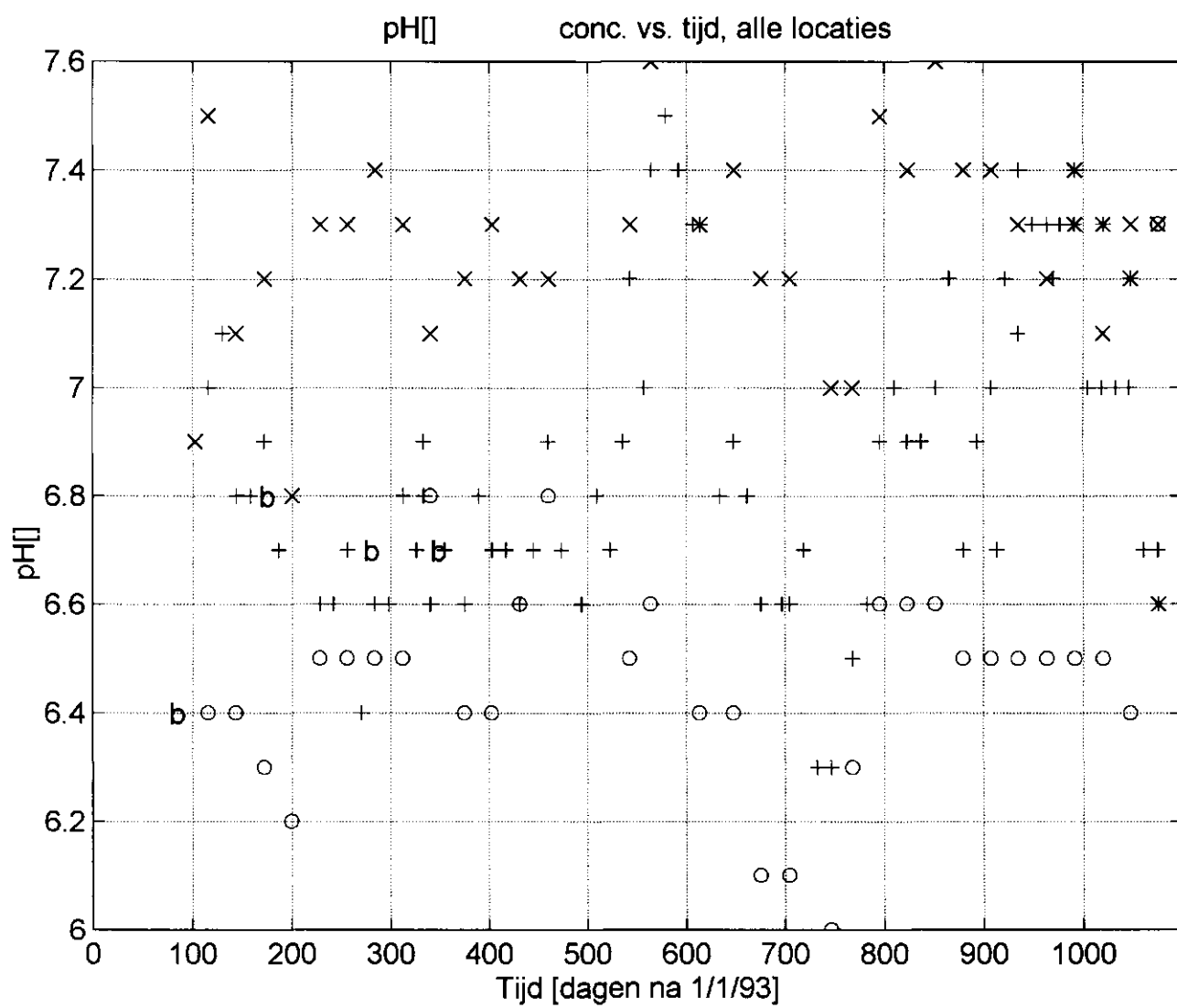


Bijlage IV

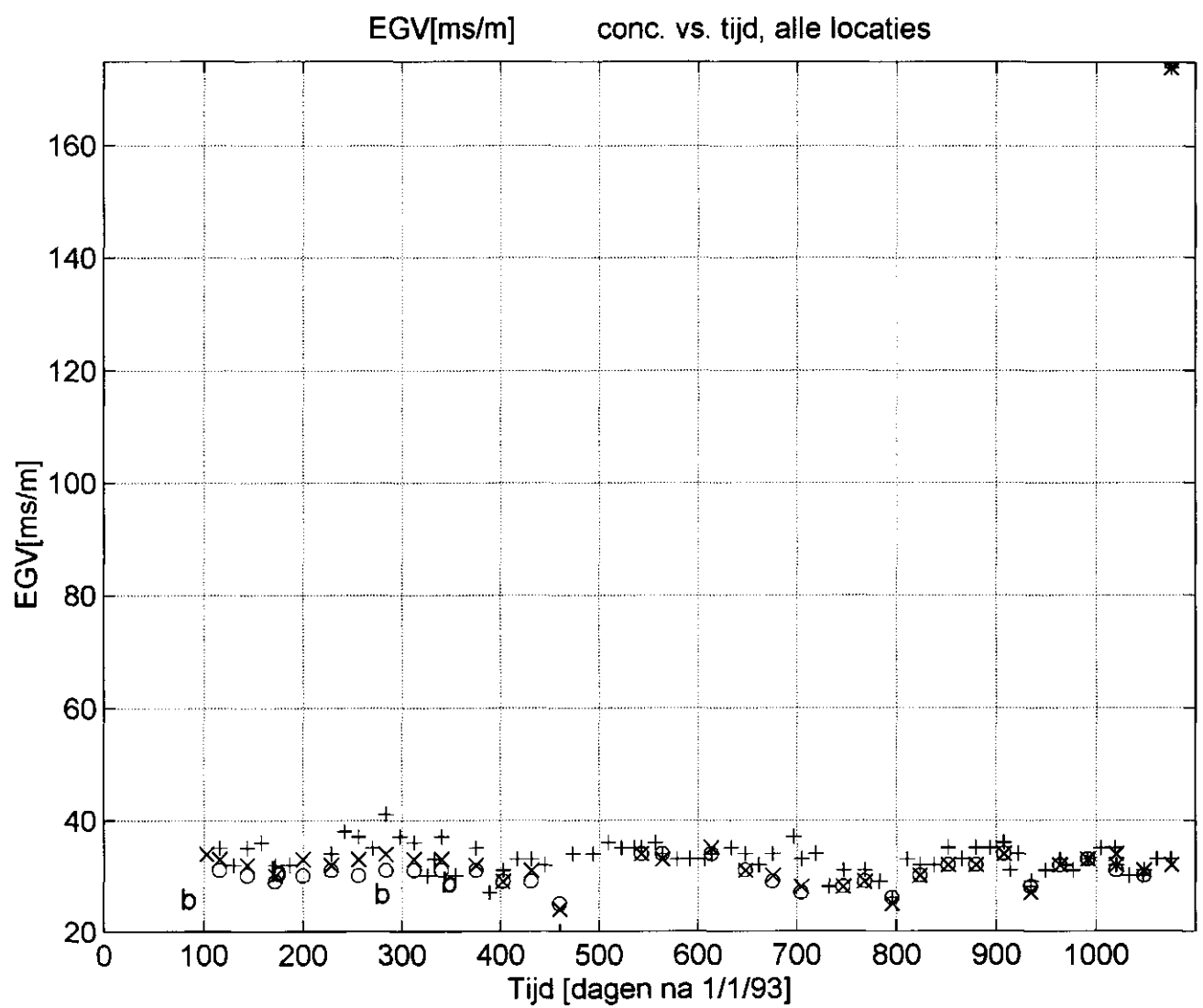
Concentratie tegen de tijd, alle locaties

LEGENDA BIJLAGE IV

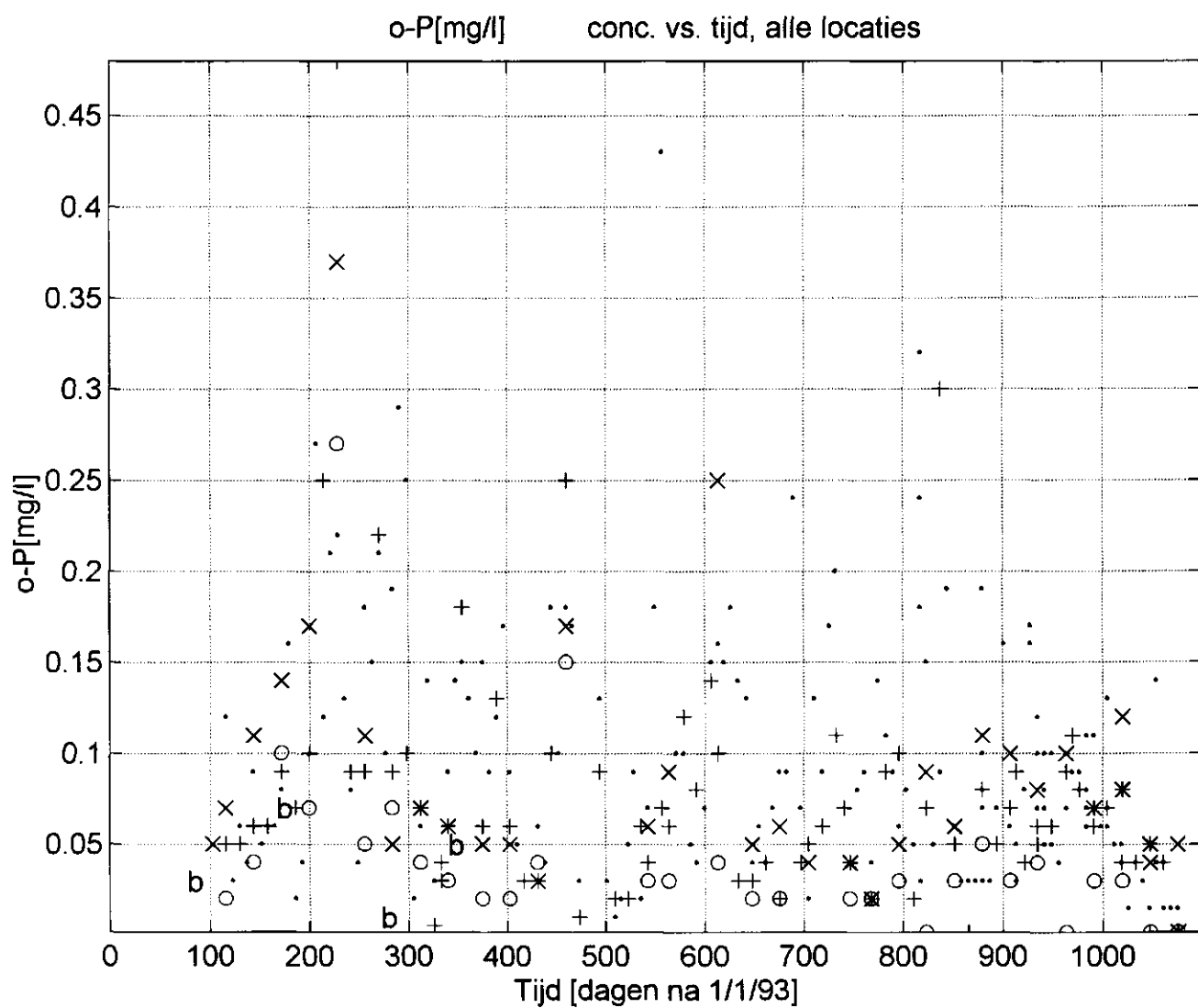
<u>Symbool</u>	<u>Meetlocatie</u>	<u>Alias</u>	<u>Code</u>	<u>Type</u>	<u>Afstand tot bron (m)</u>
b	Bron	-	06.209	Momentaan	0
o	Meetpunt 1	punt A	06.203	Momentaan	550
*	Meetpunt 2	punt C	06.221	Momentaan	3000
x	Meetpunt 3	punt B	06.204	Momentaan	5600
+	Meetpunt 4	eindstuw	06.205	Momentaan	7250
.	Meetpunt 4	eindstuw	06.213	Continu	7250

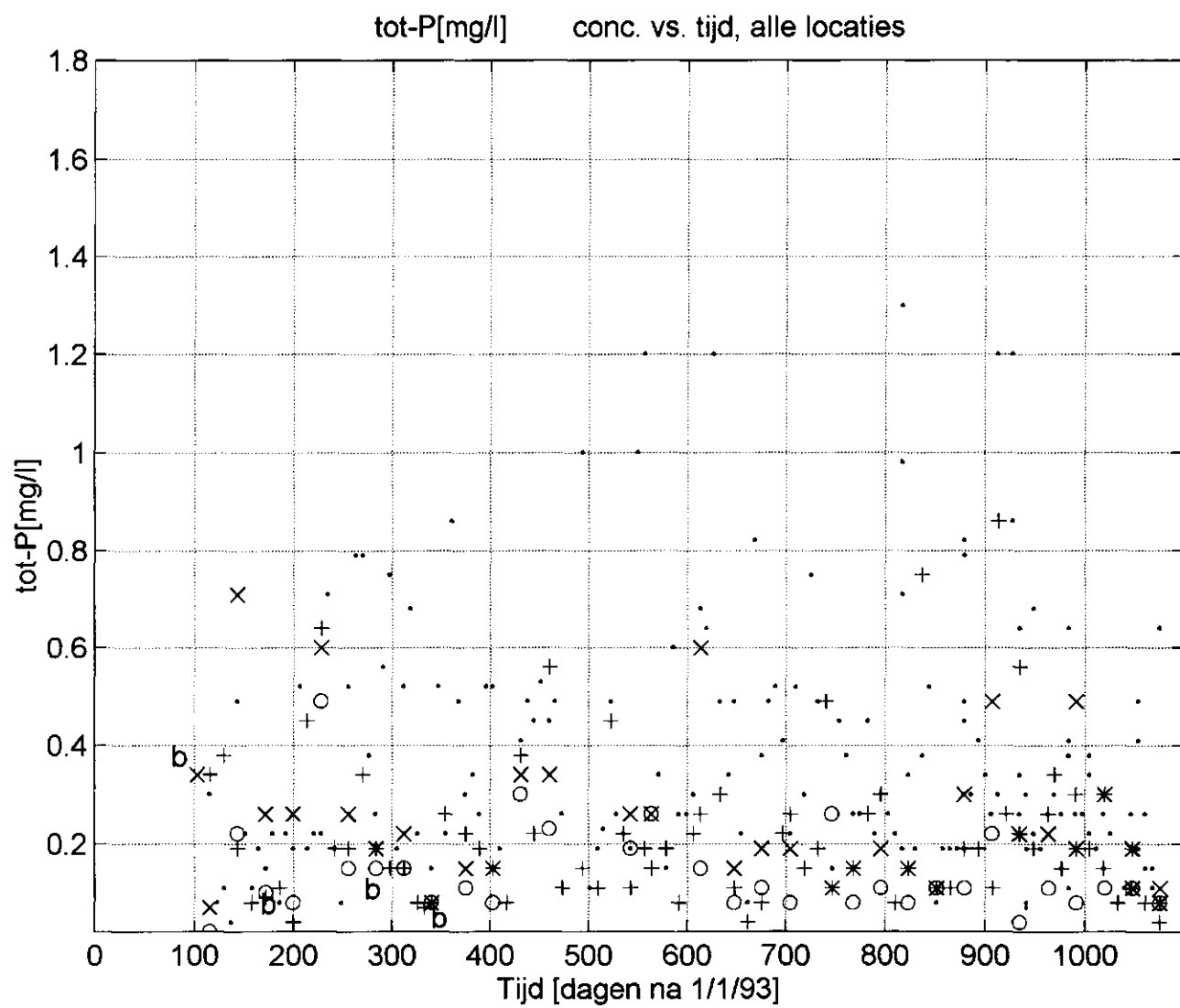


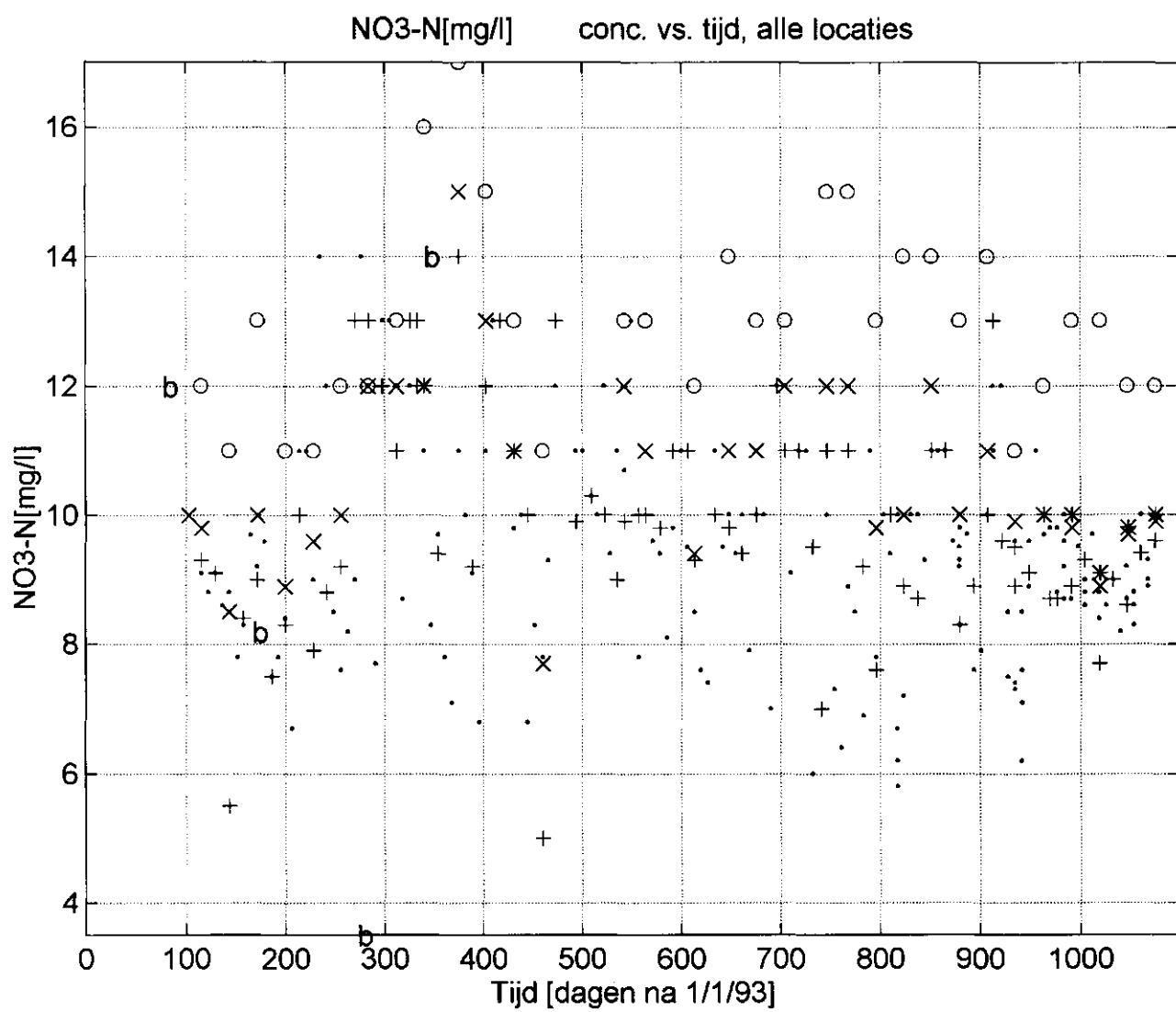
IV.1

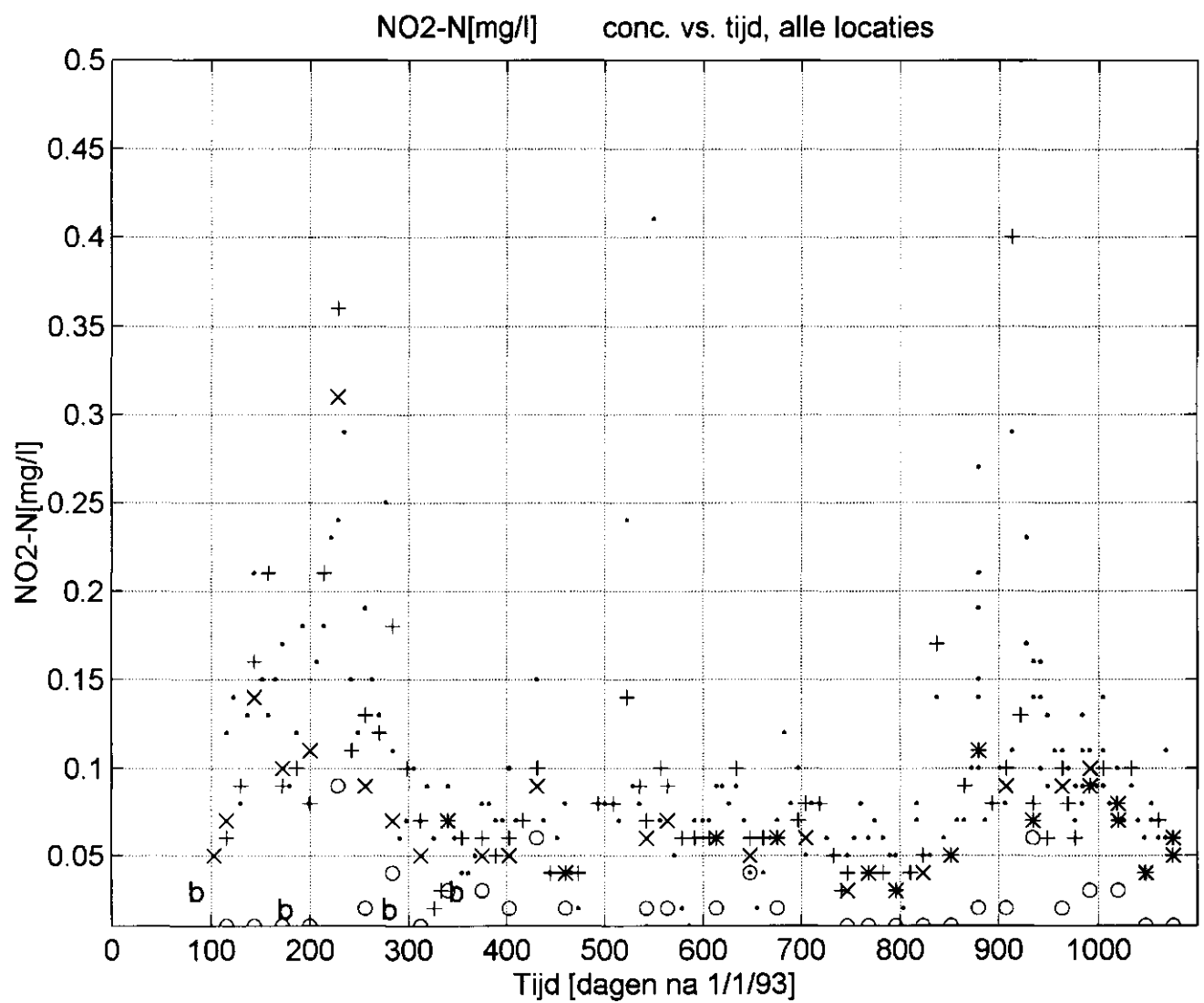


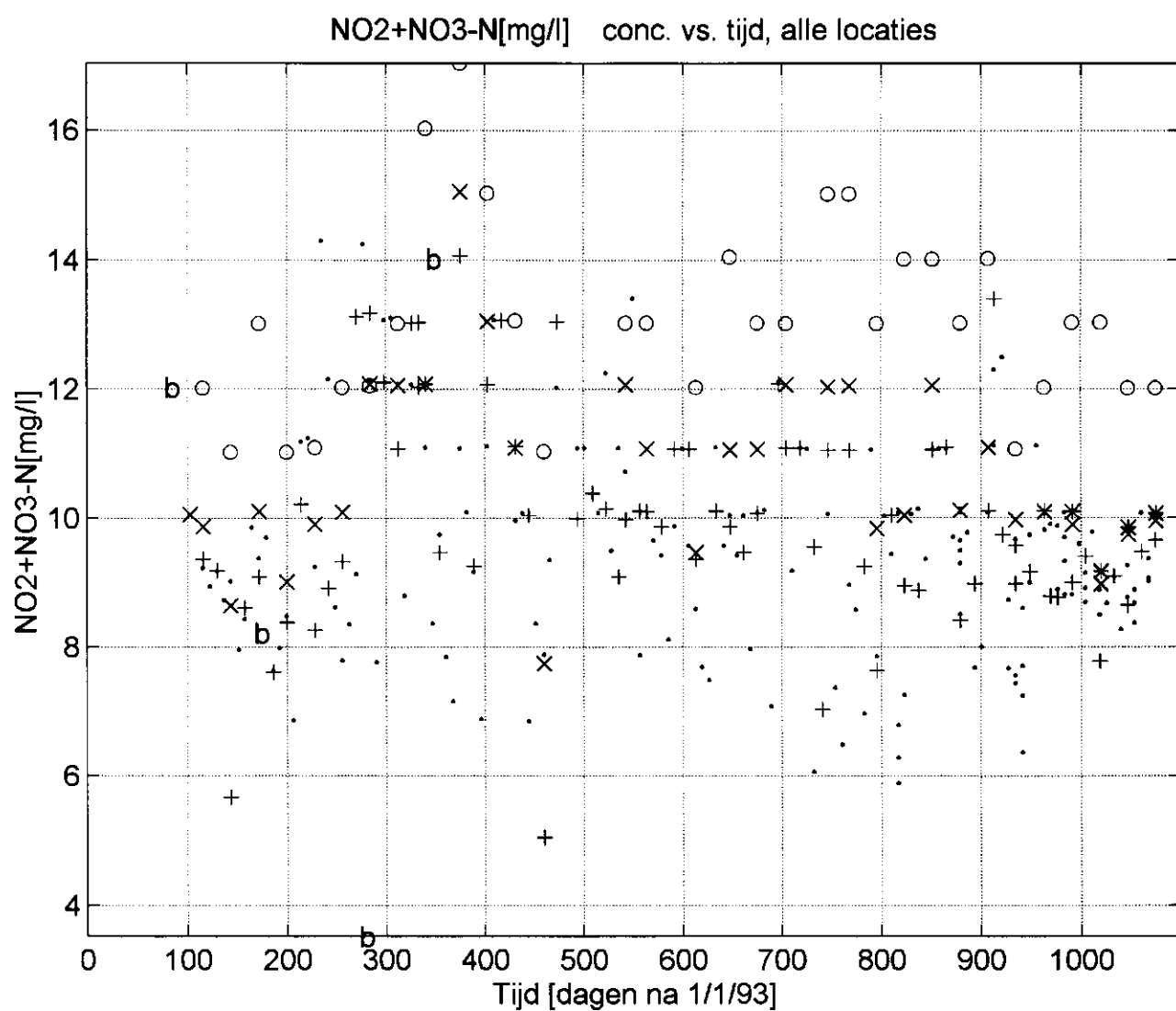
IV.2



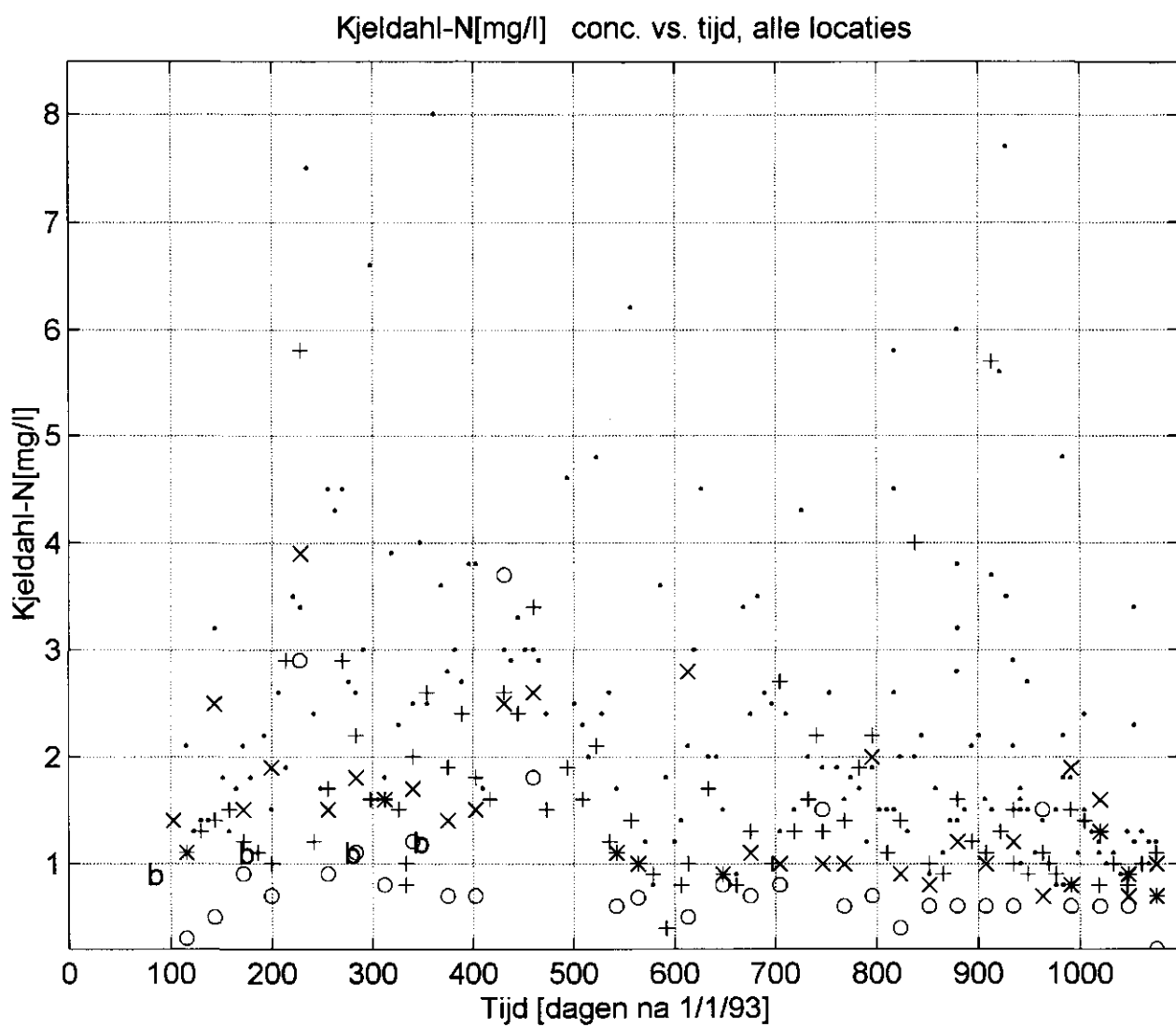


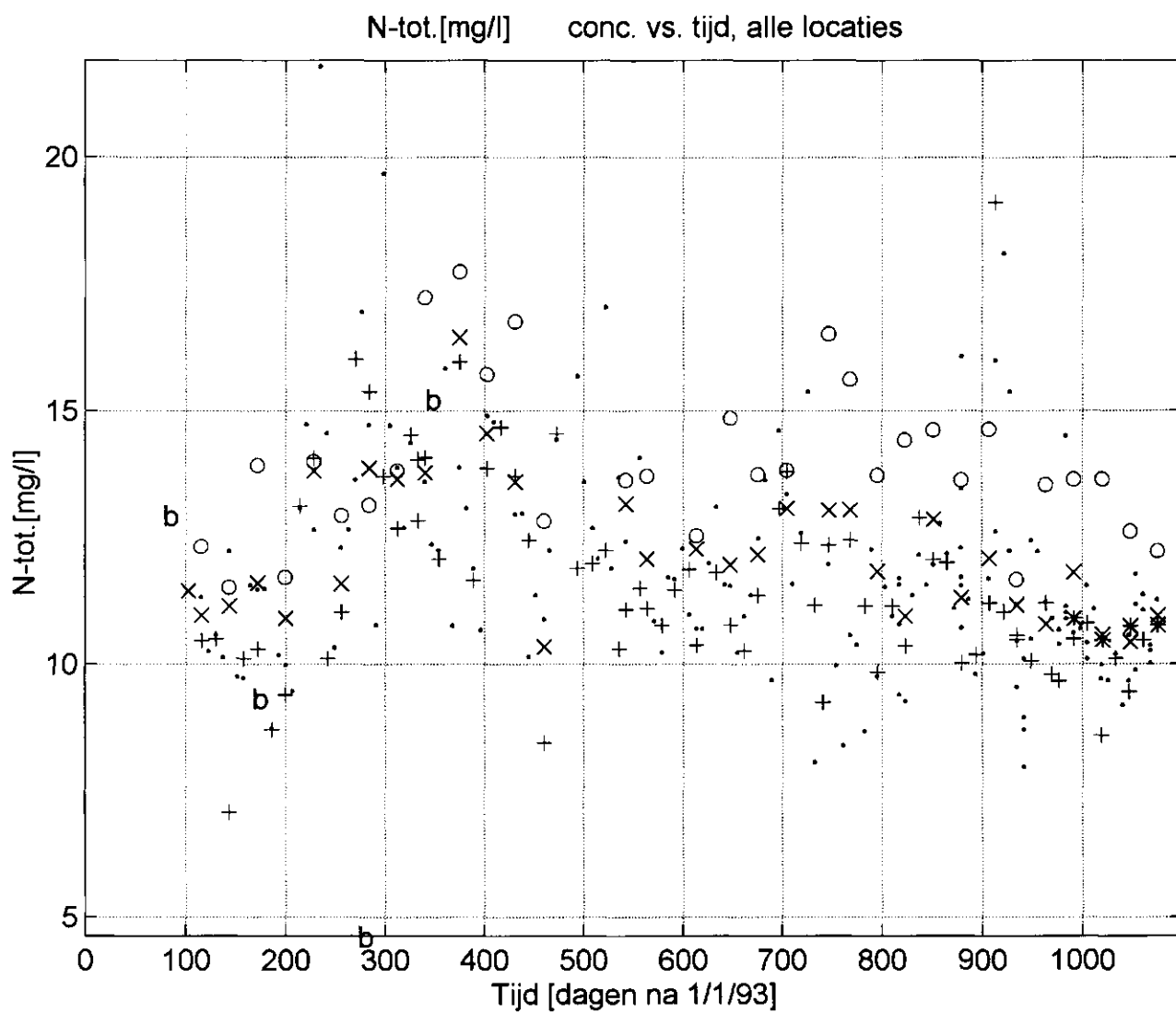


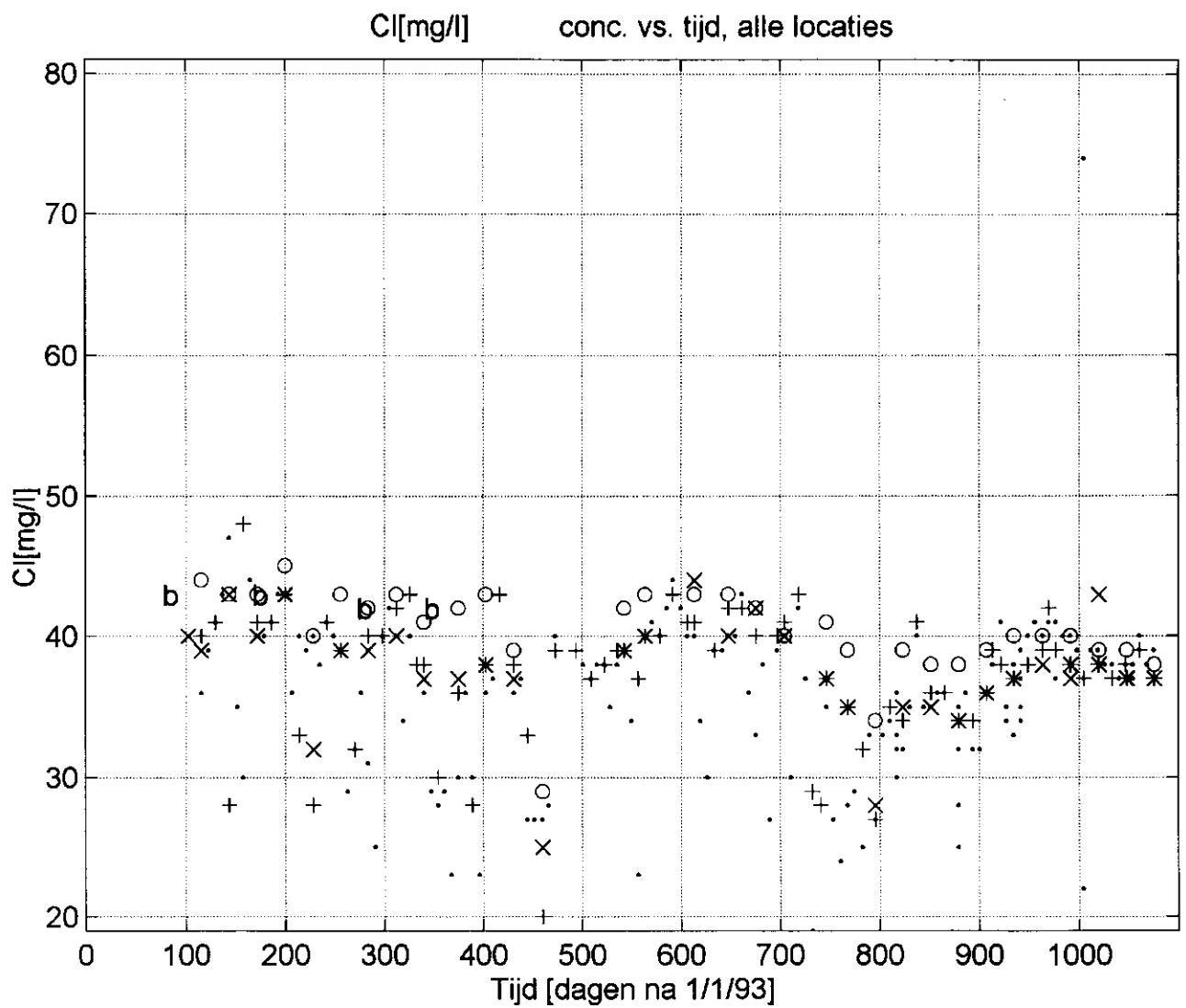


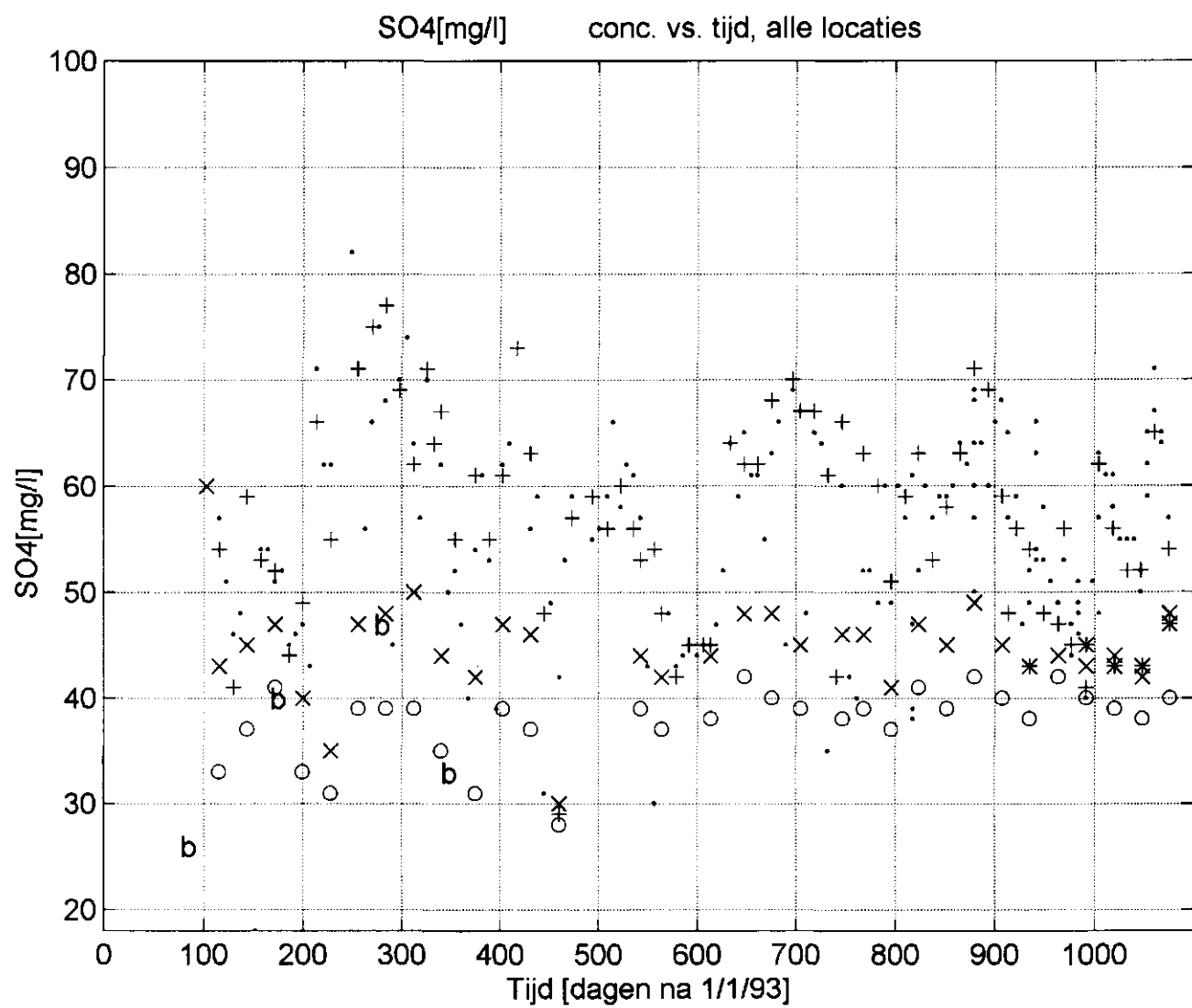


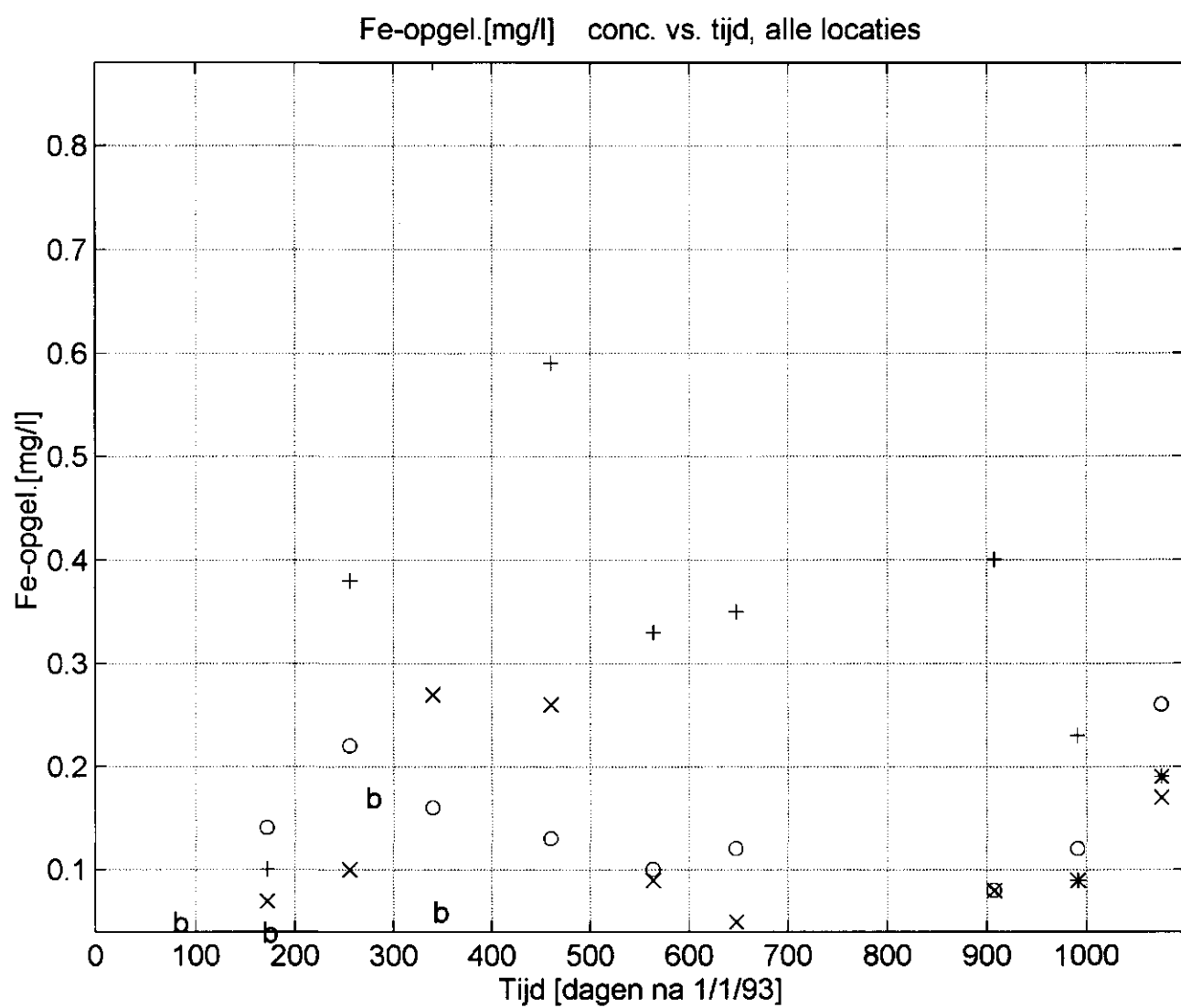


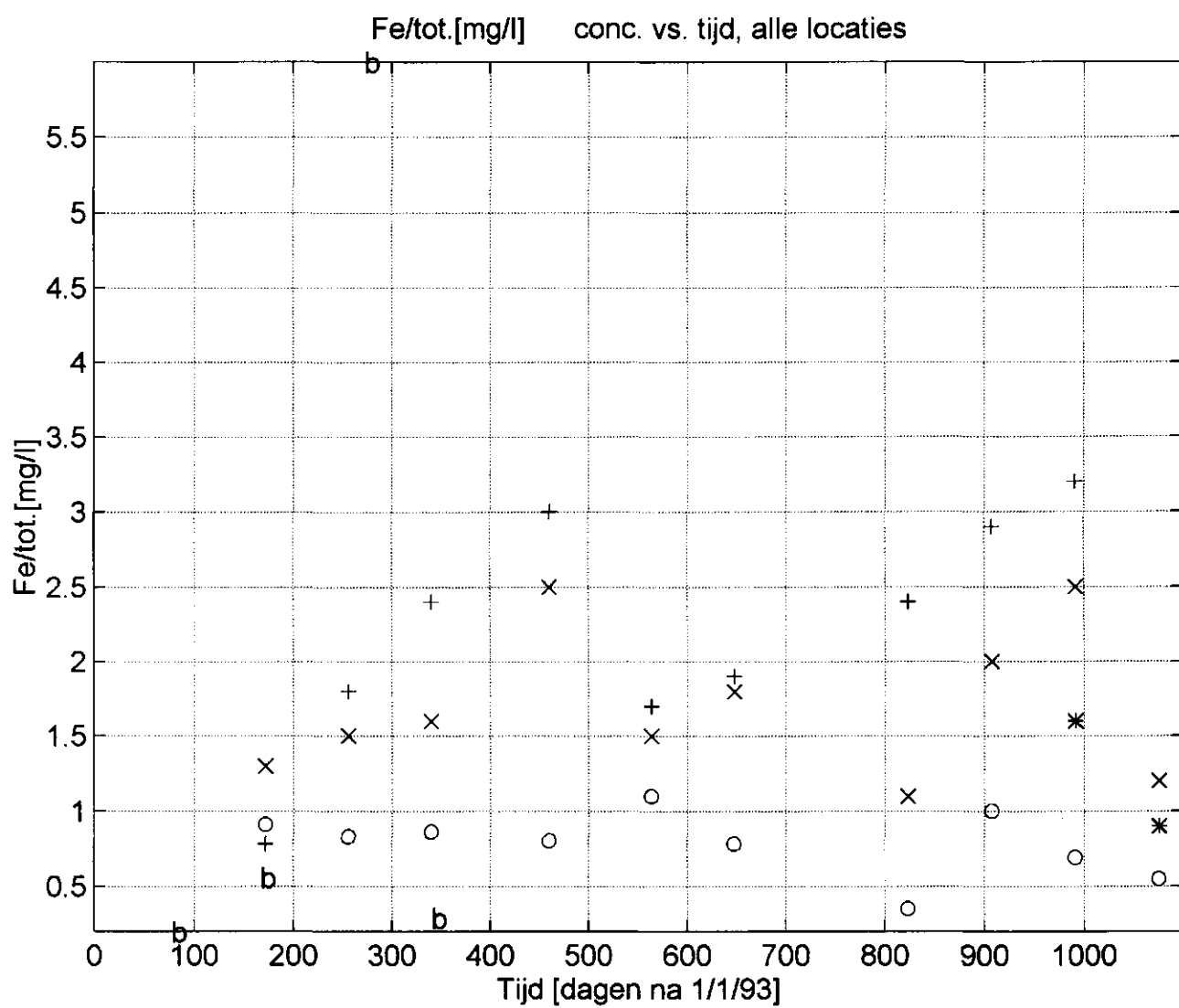


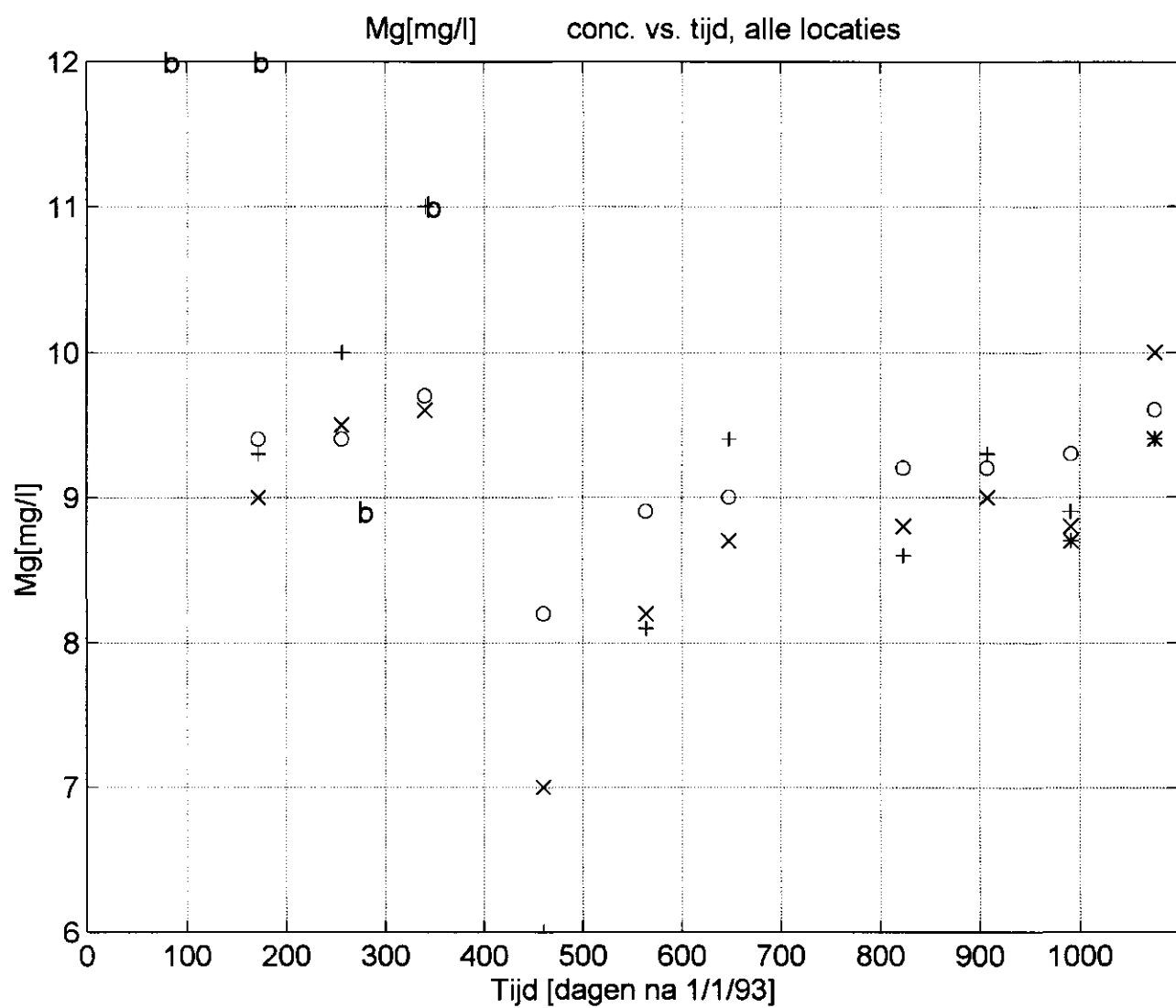


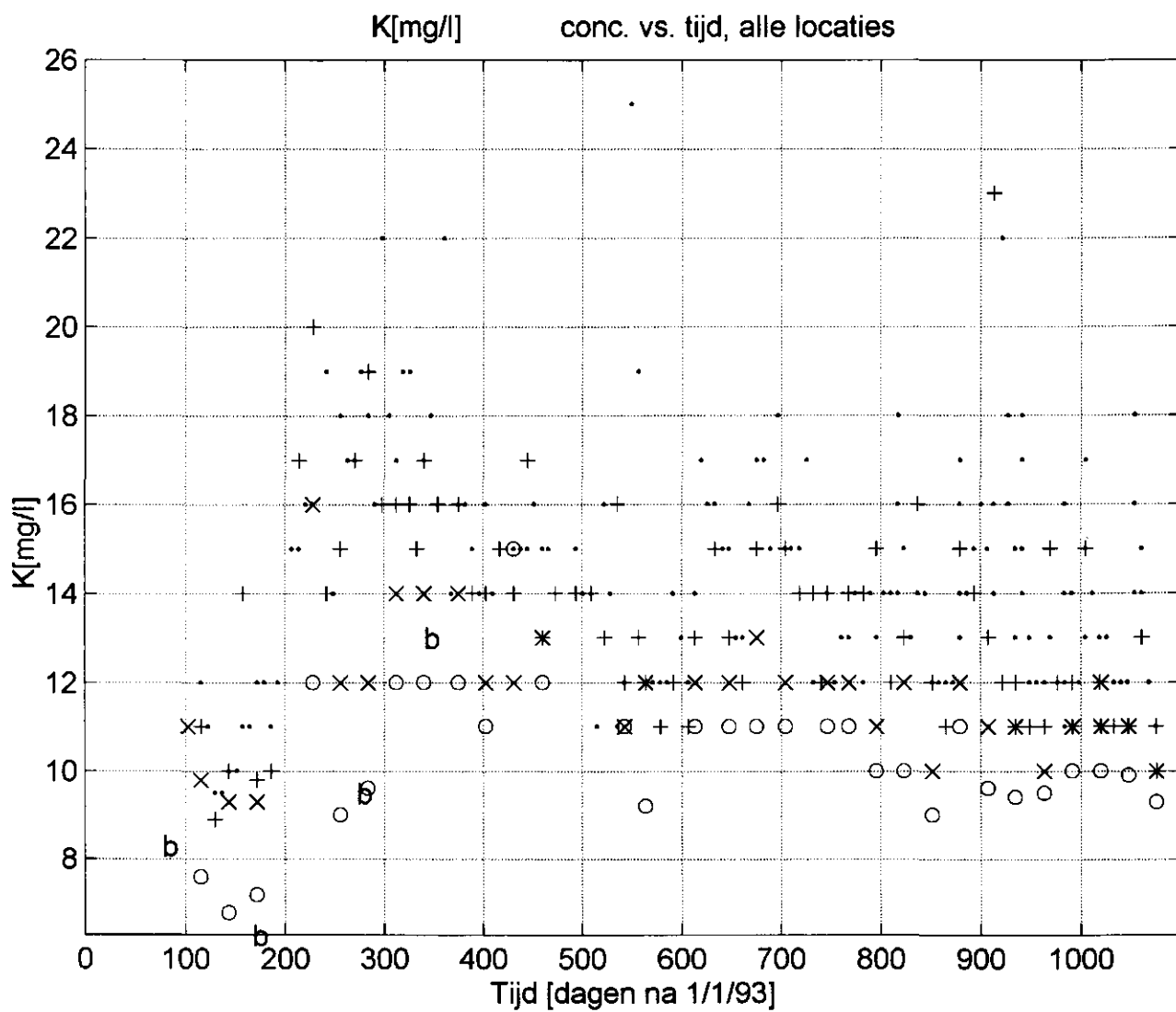


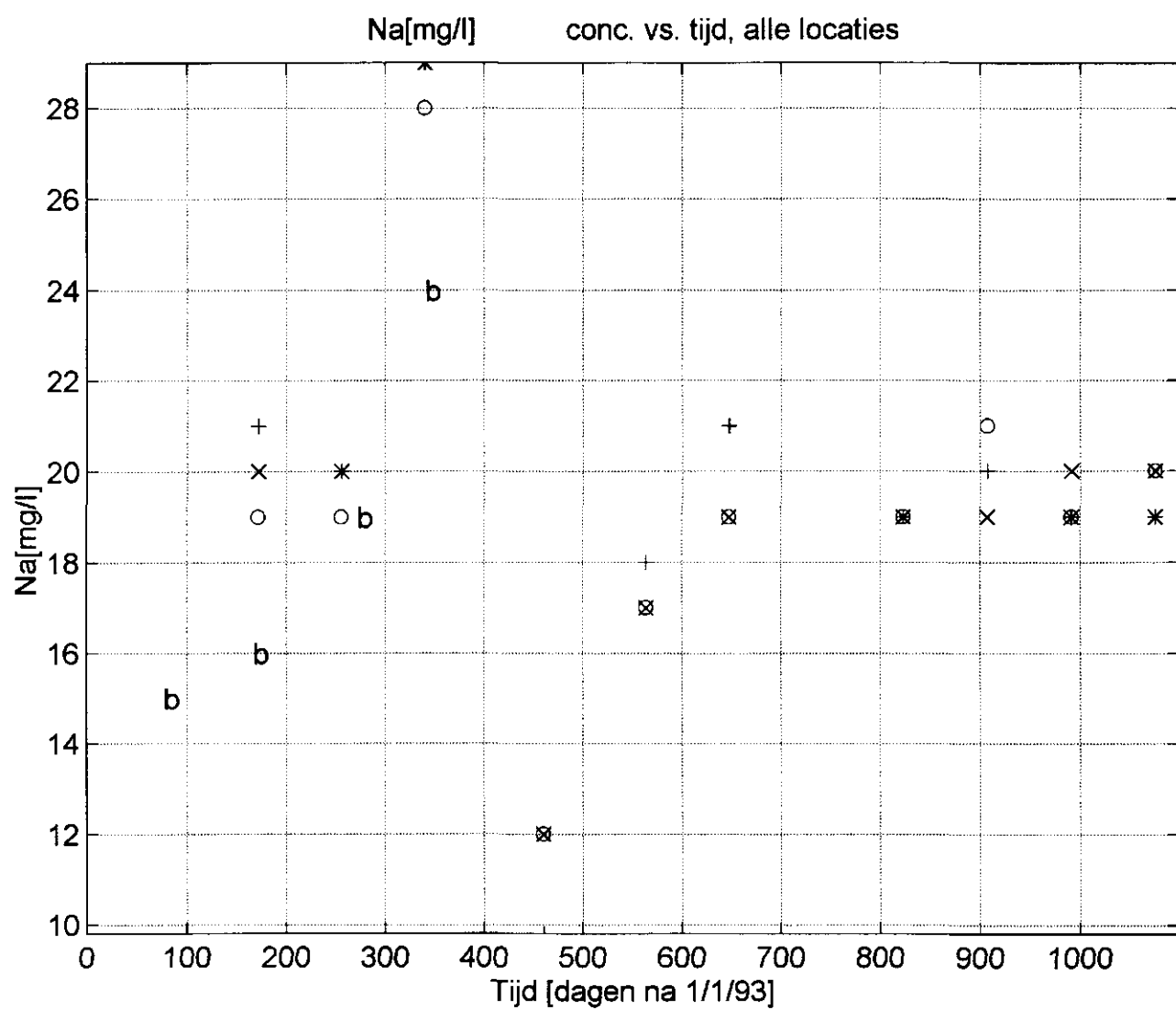


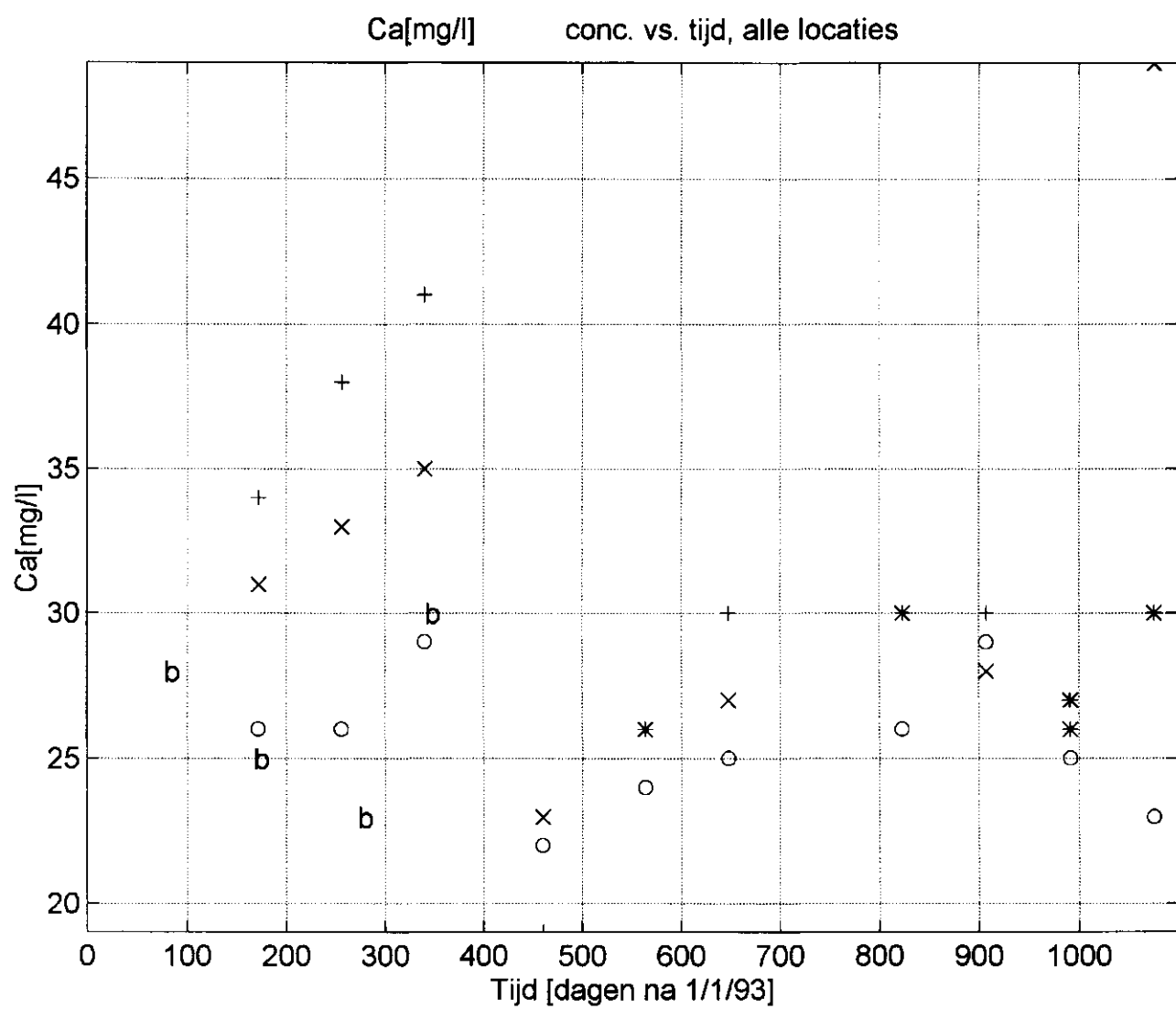


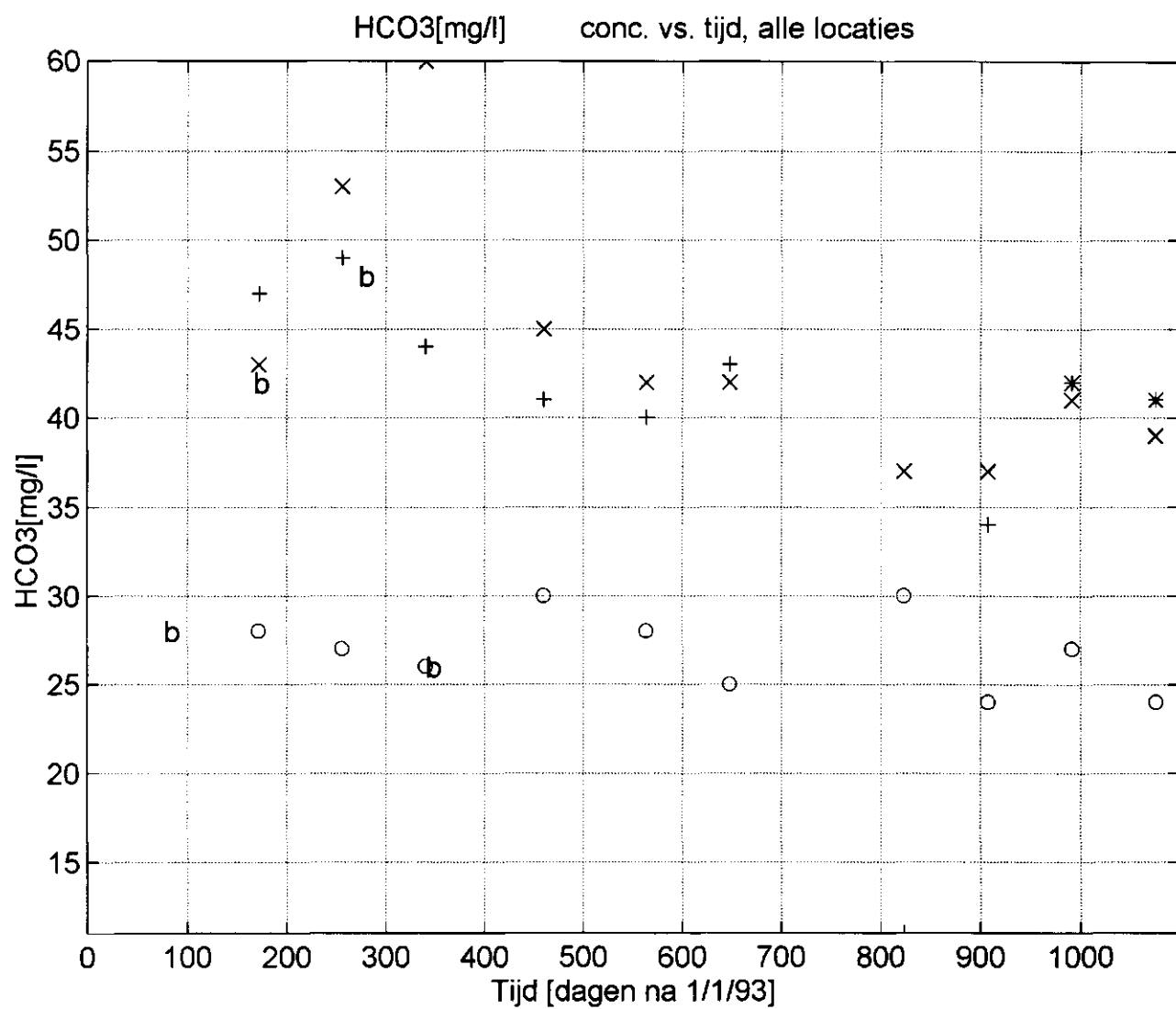


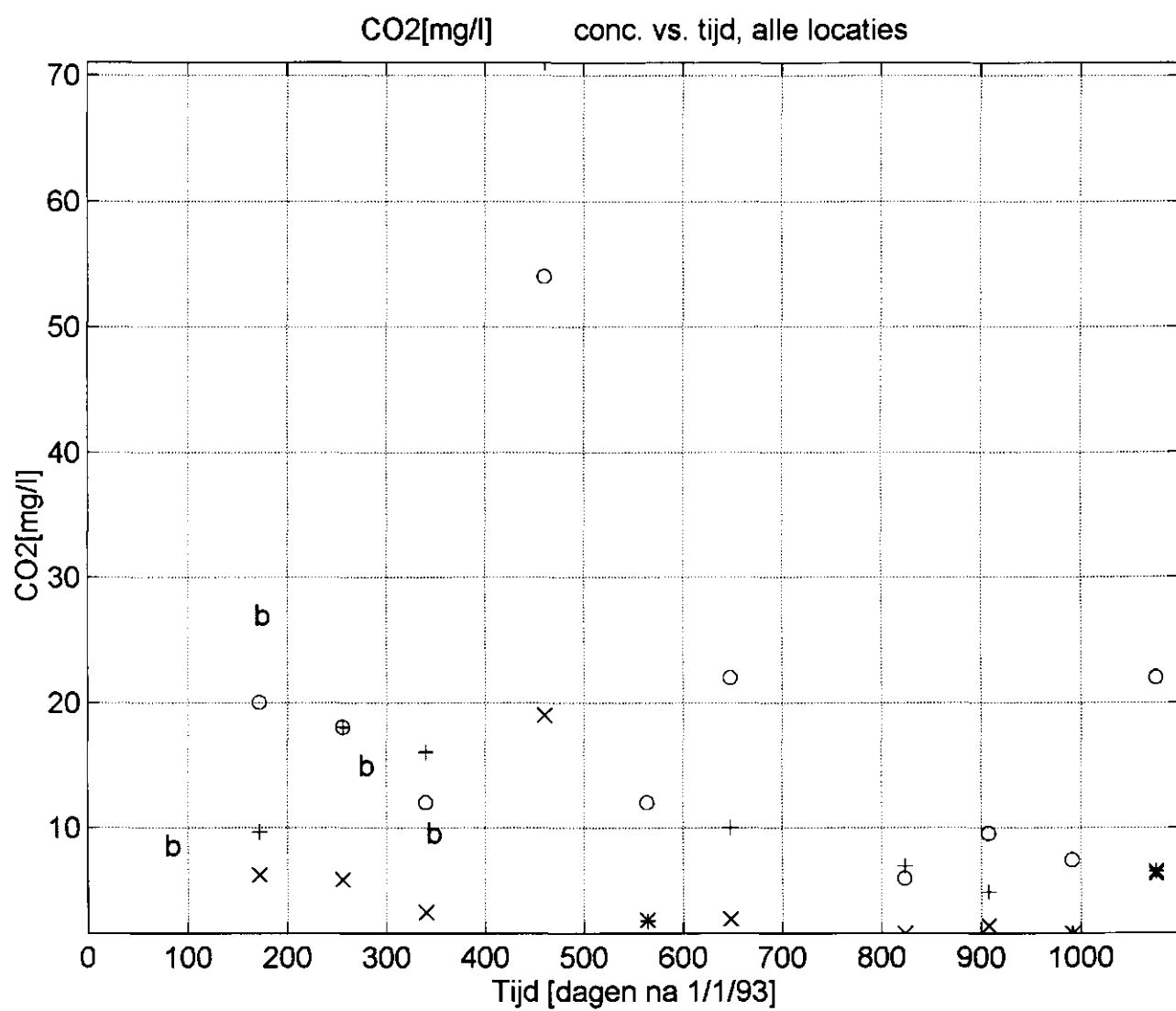


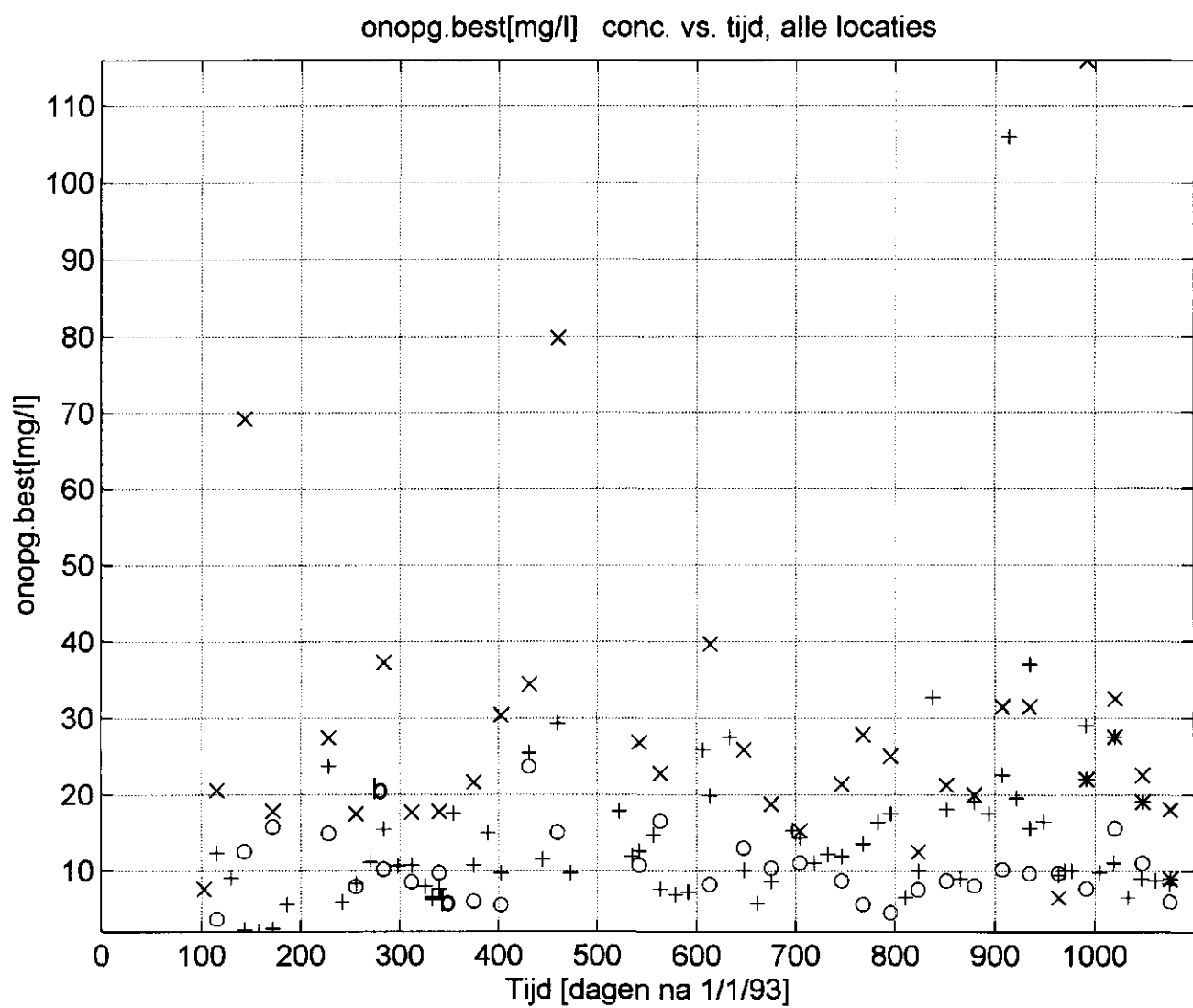


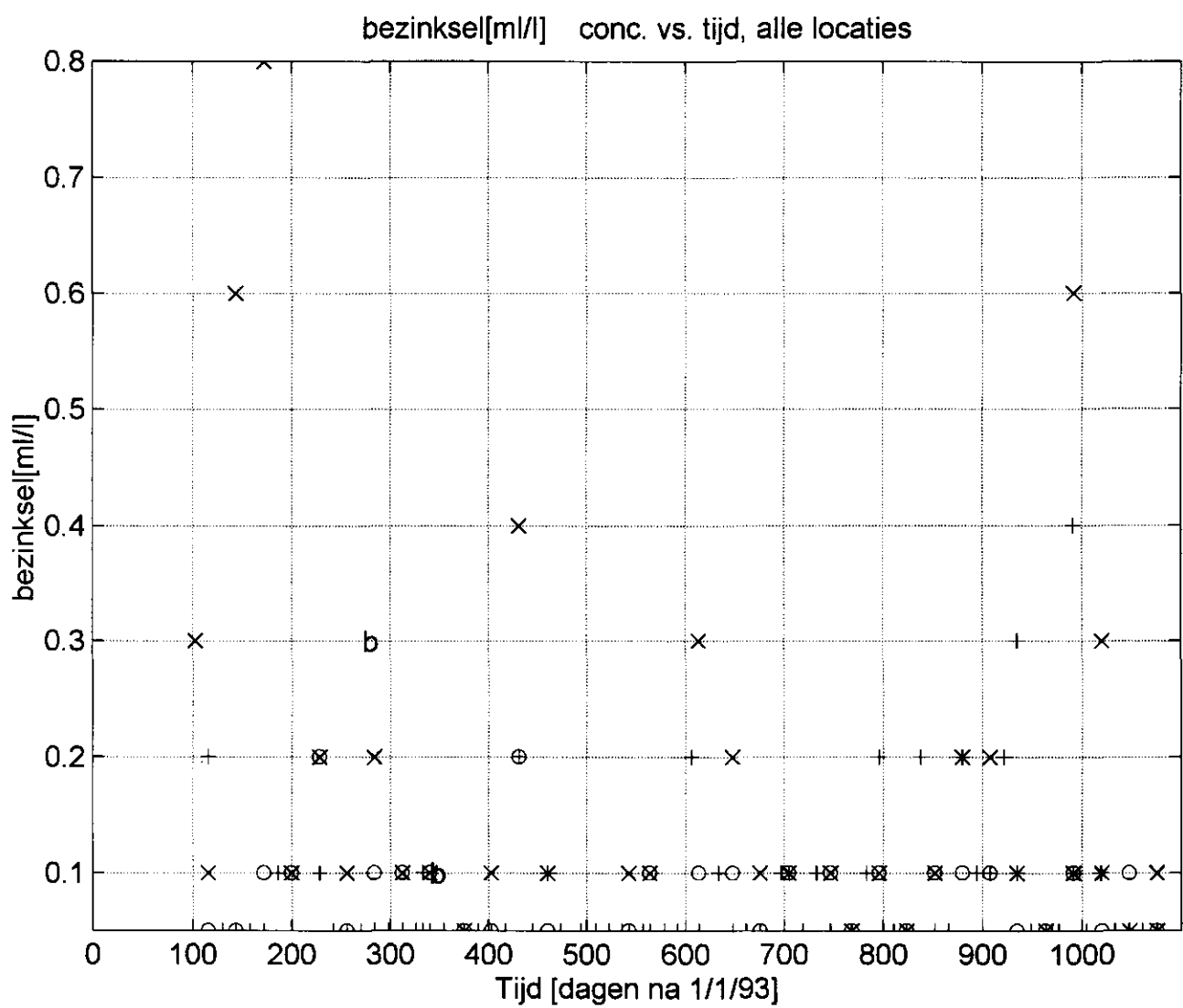










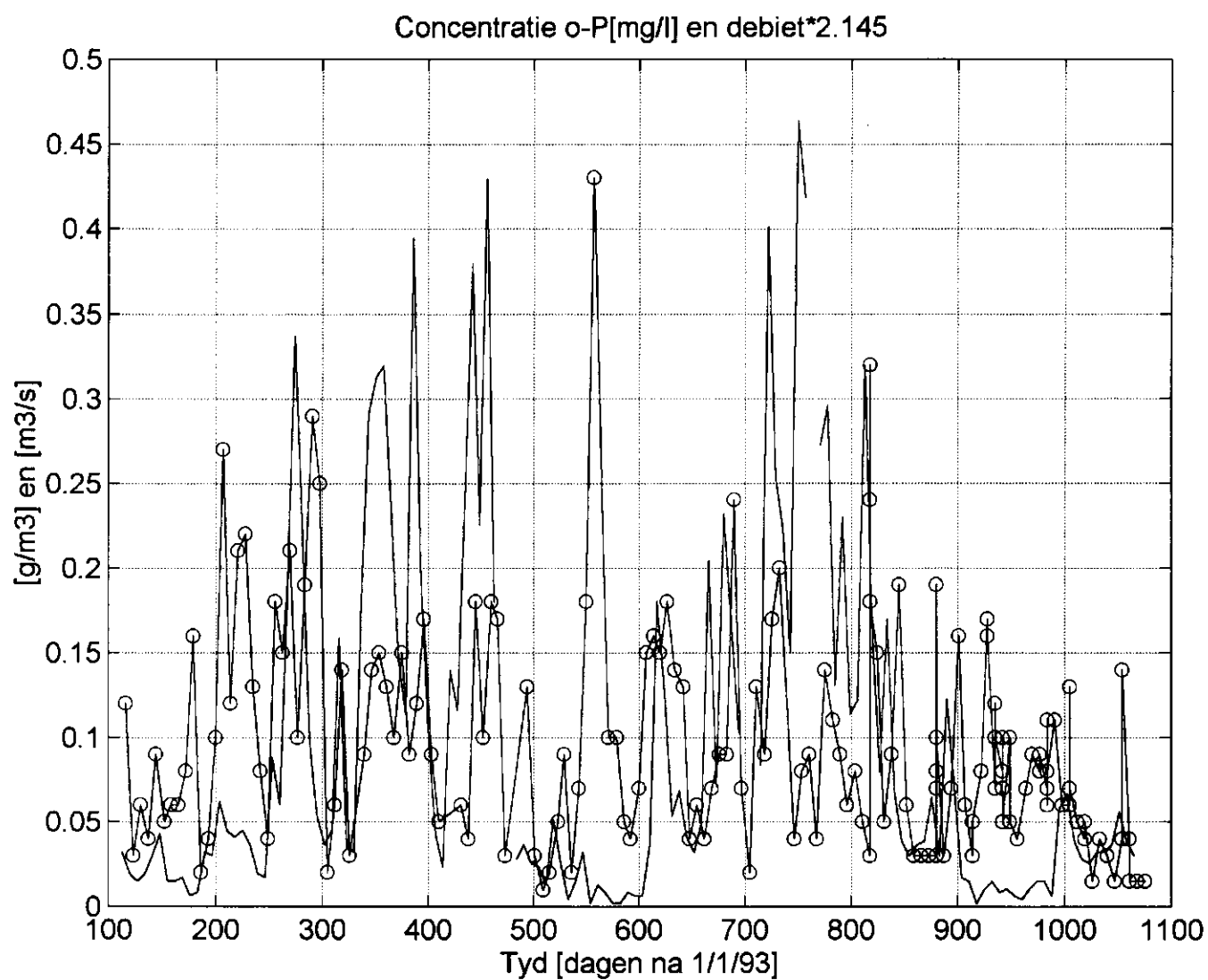


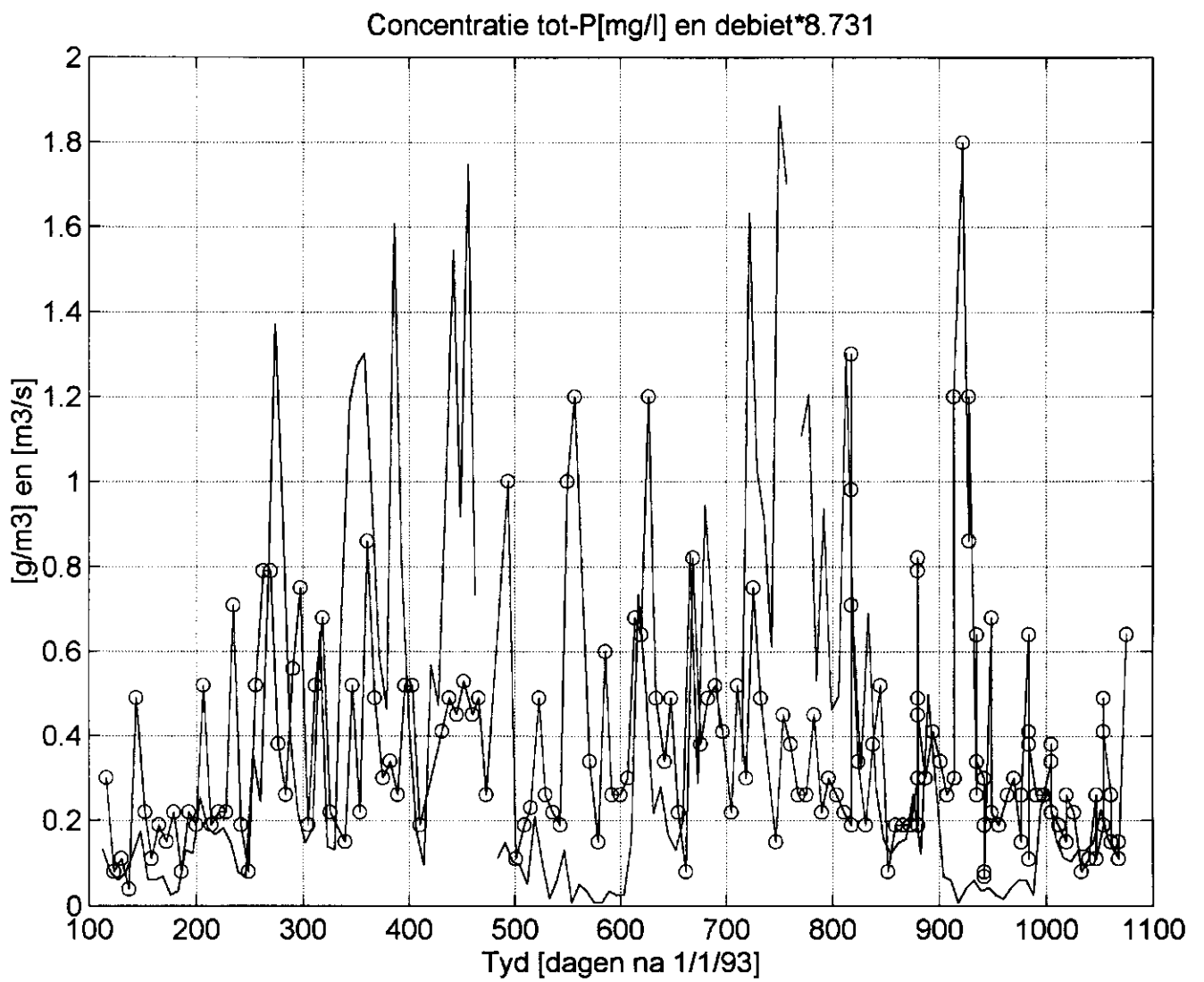
Bijlage V

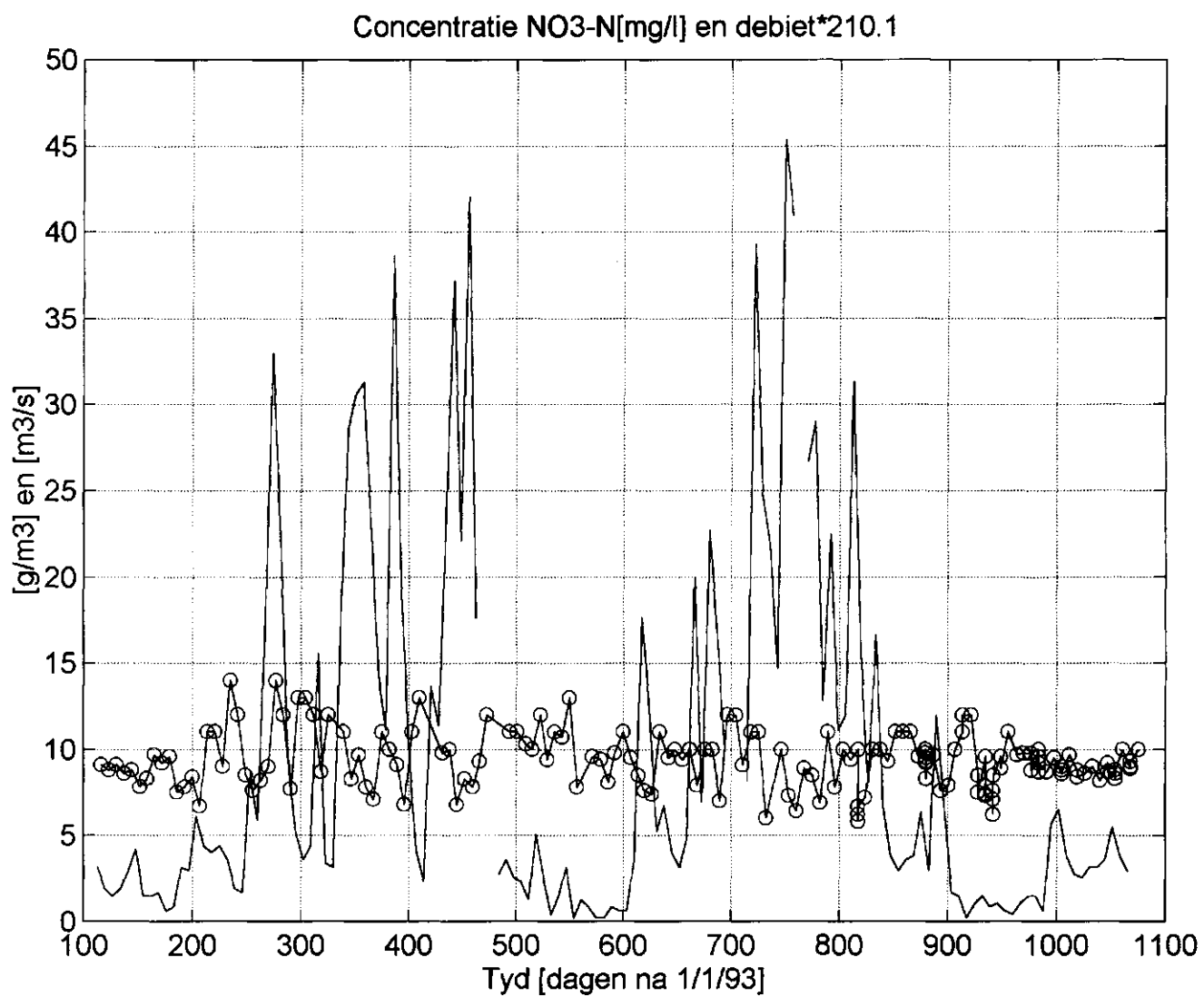
Concentratie en debiet tegen de tijd, continue meetpunt

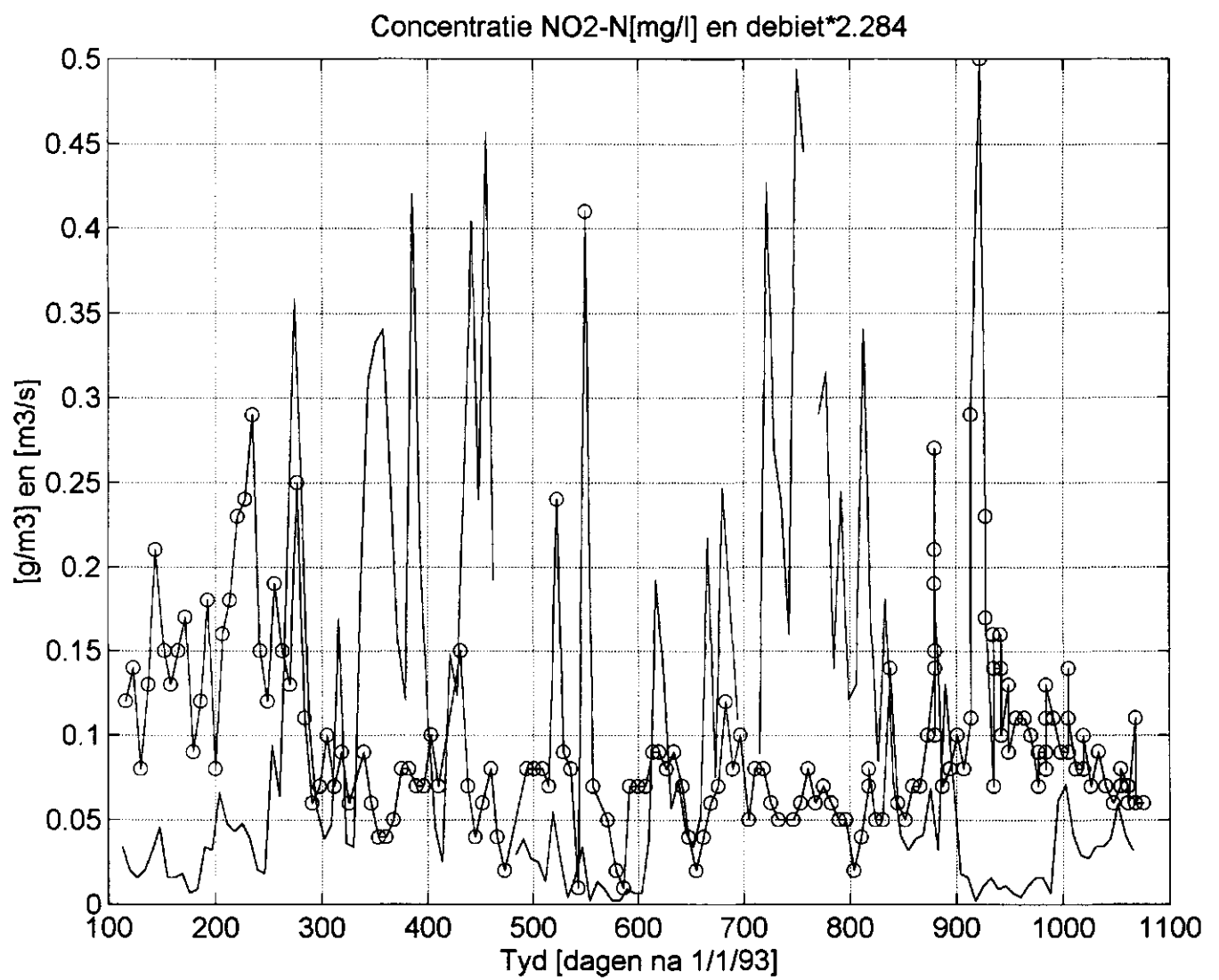
LEGENDA BIJLAGE V

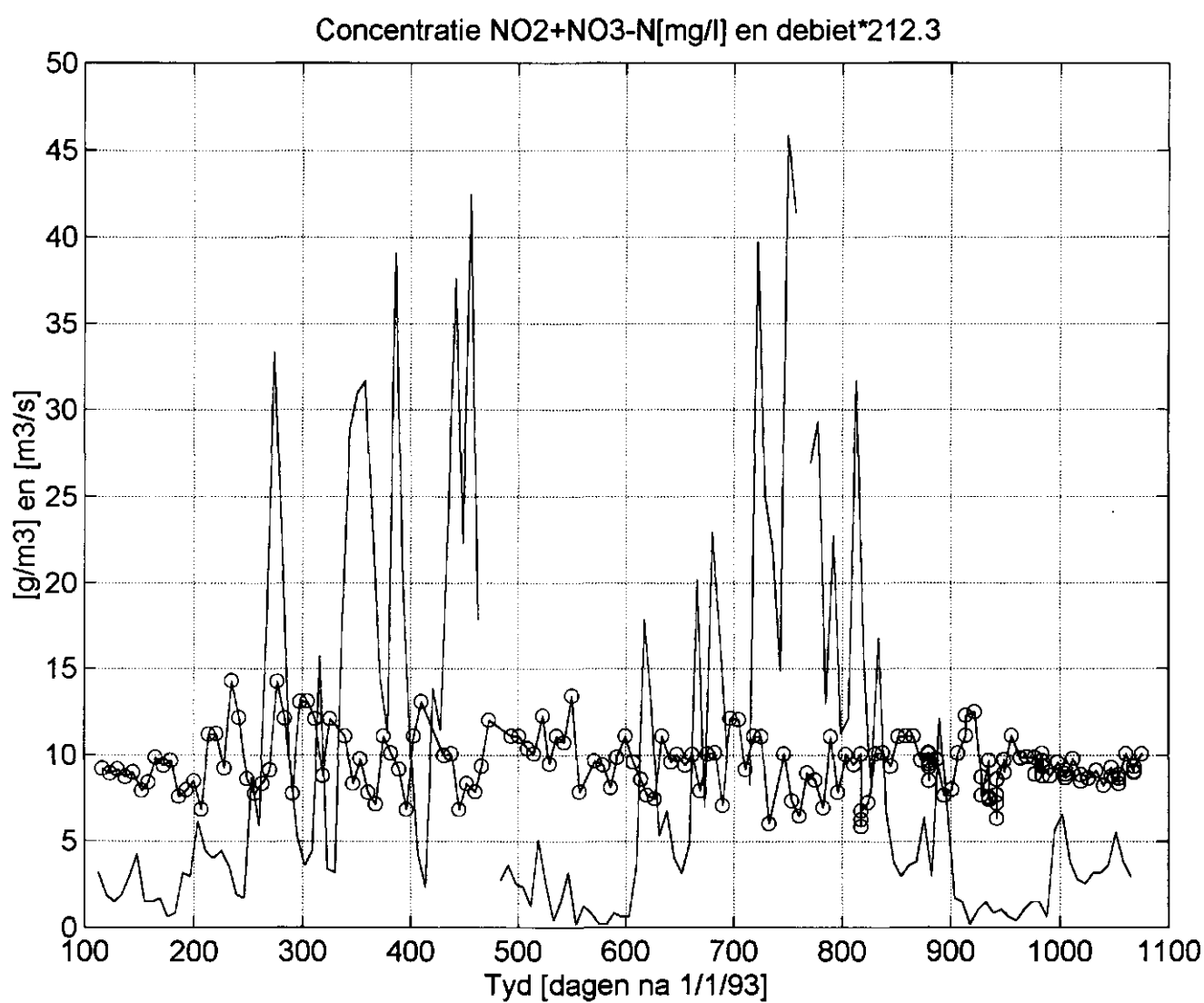
<u>Symbool</u>	<u>Gegeven</u>
-----	Debiet
-o-o-o-	Concentratie

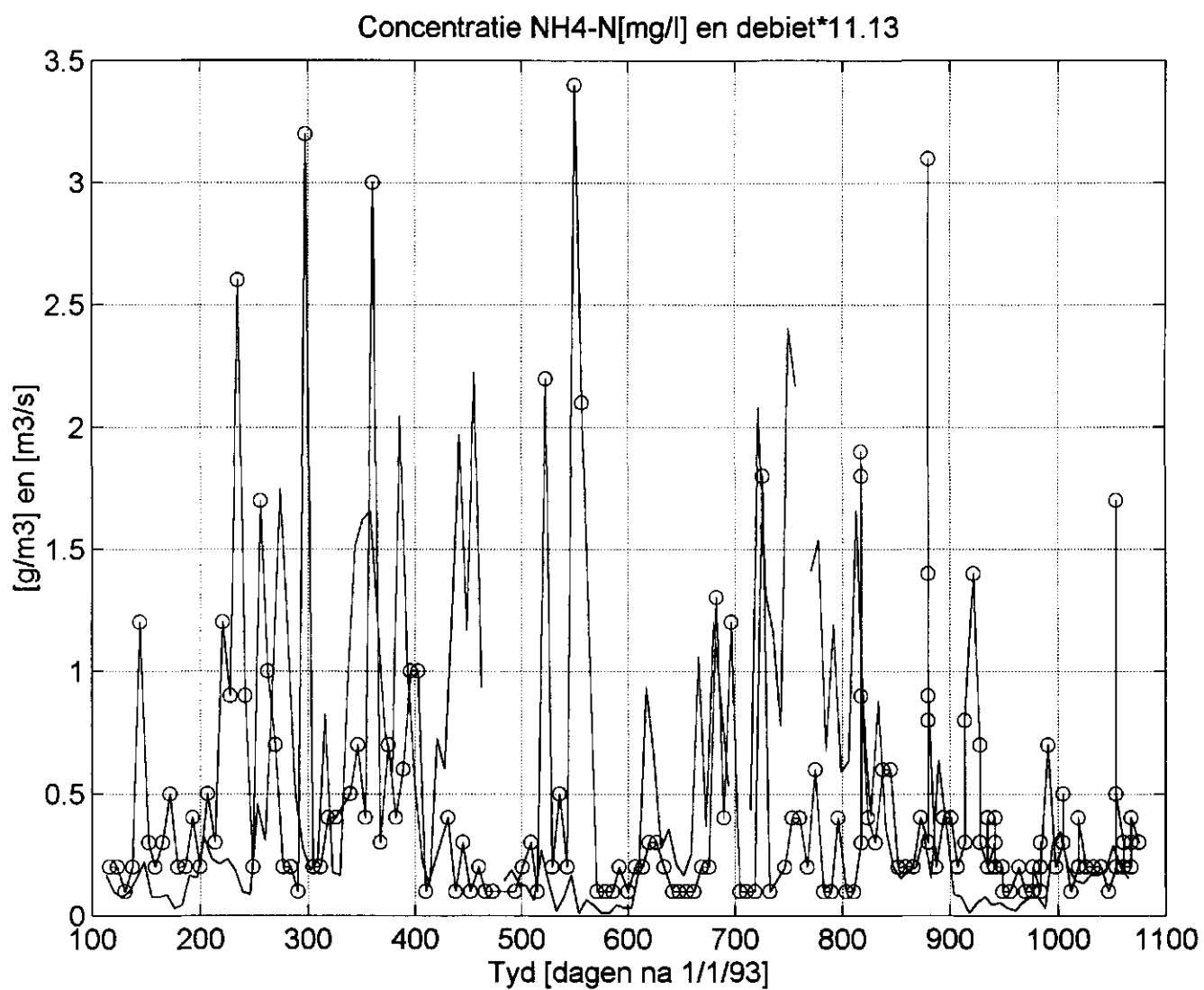


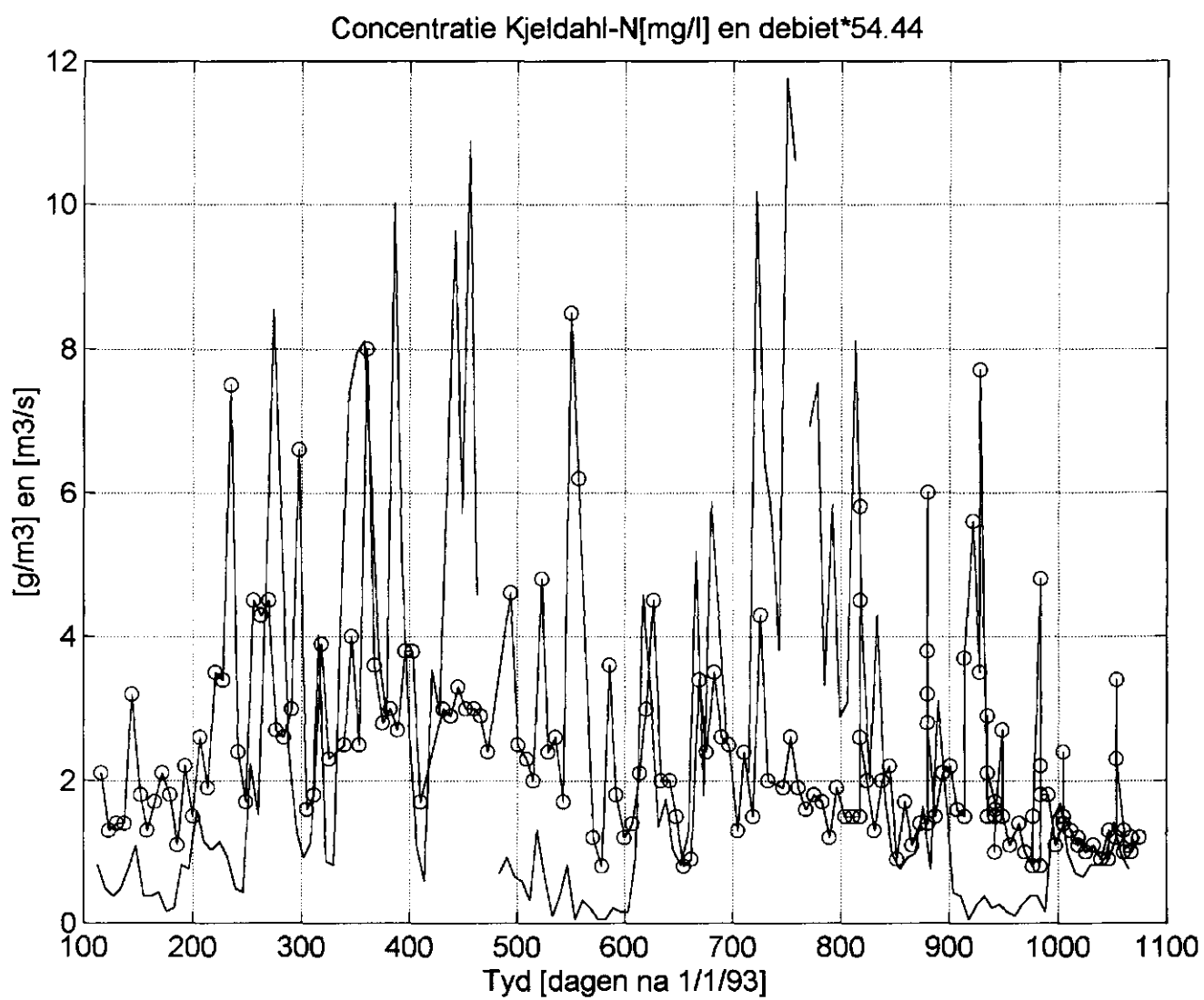


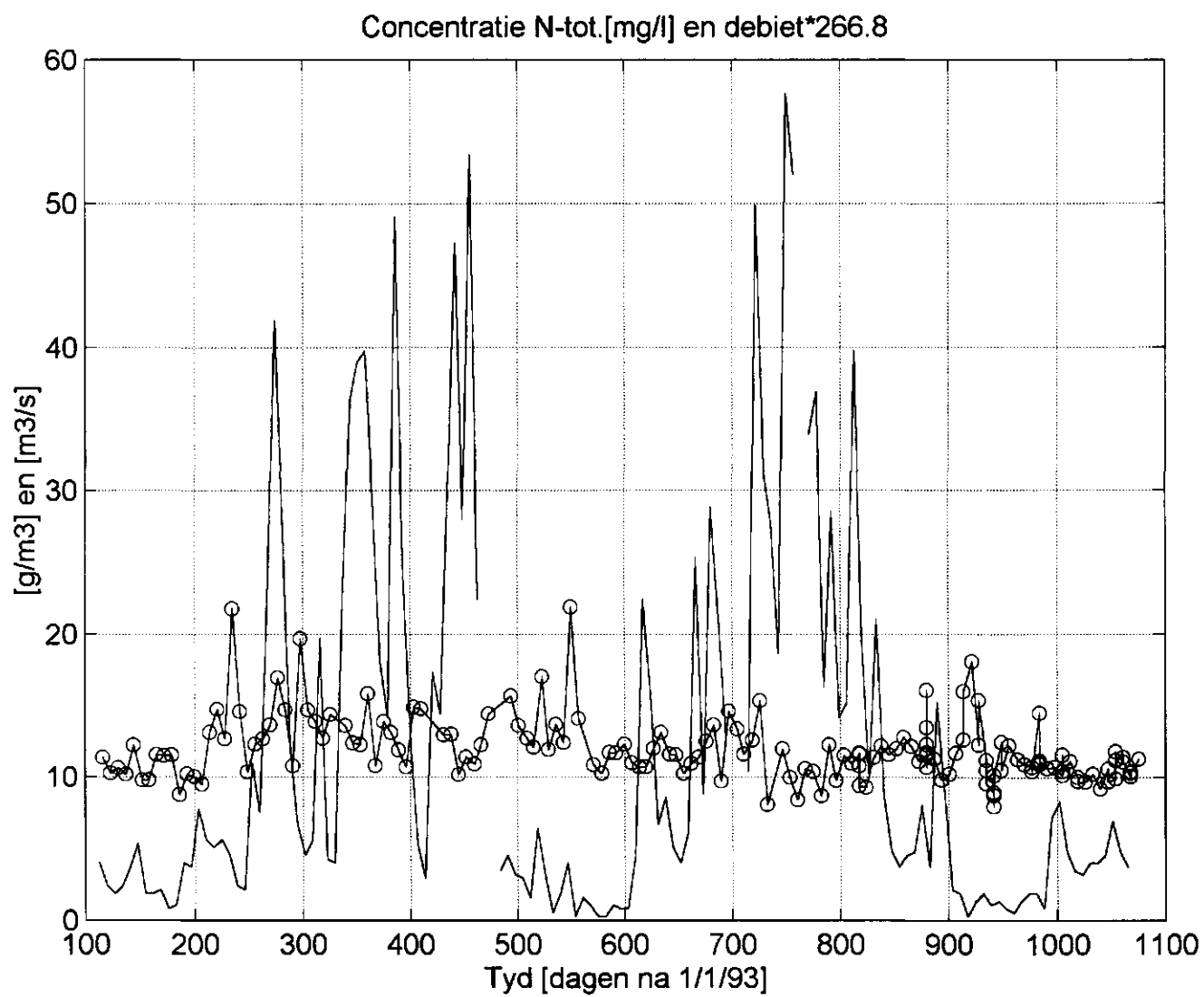


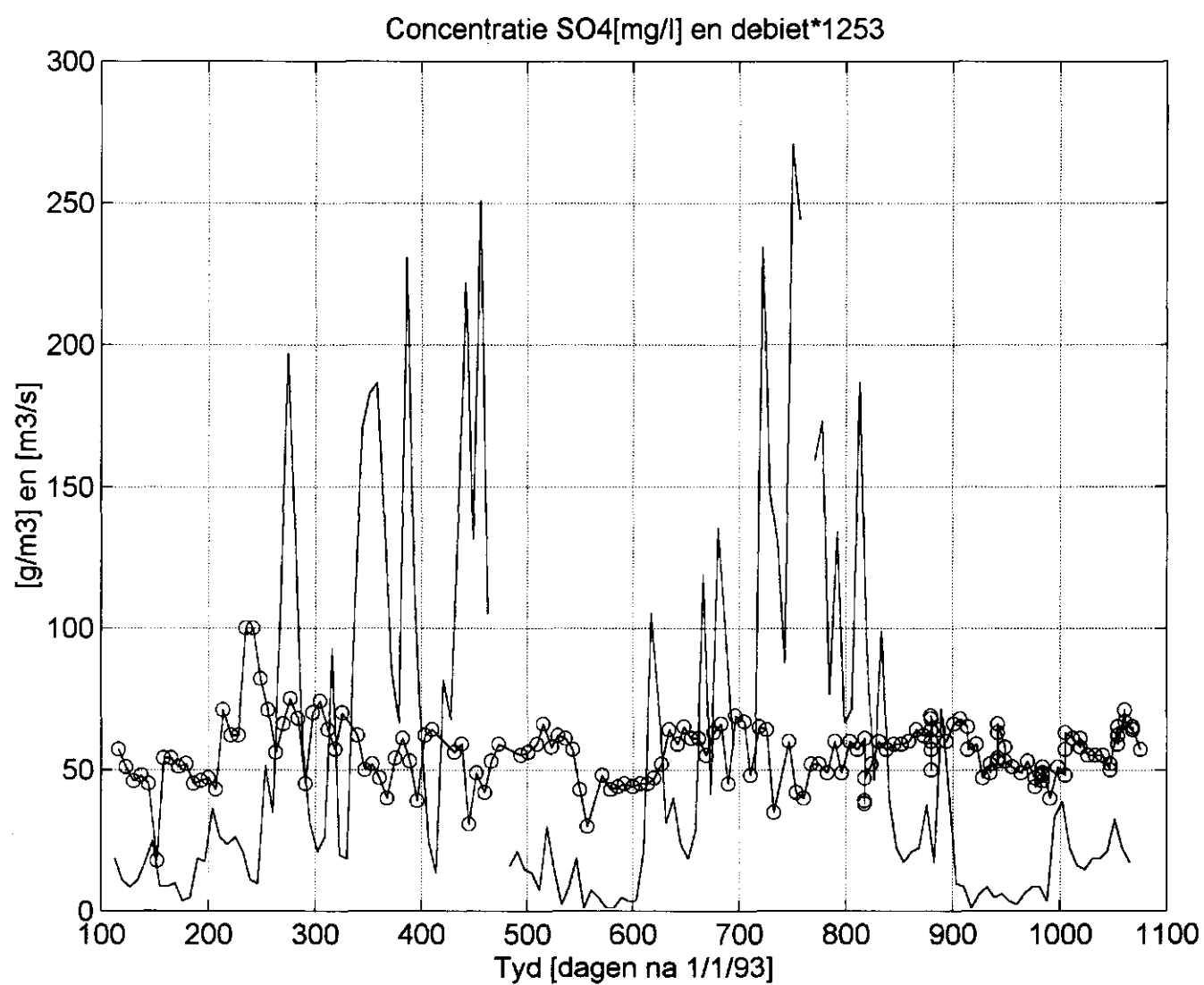


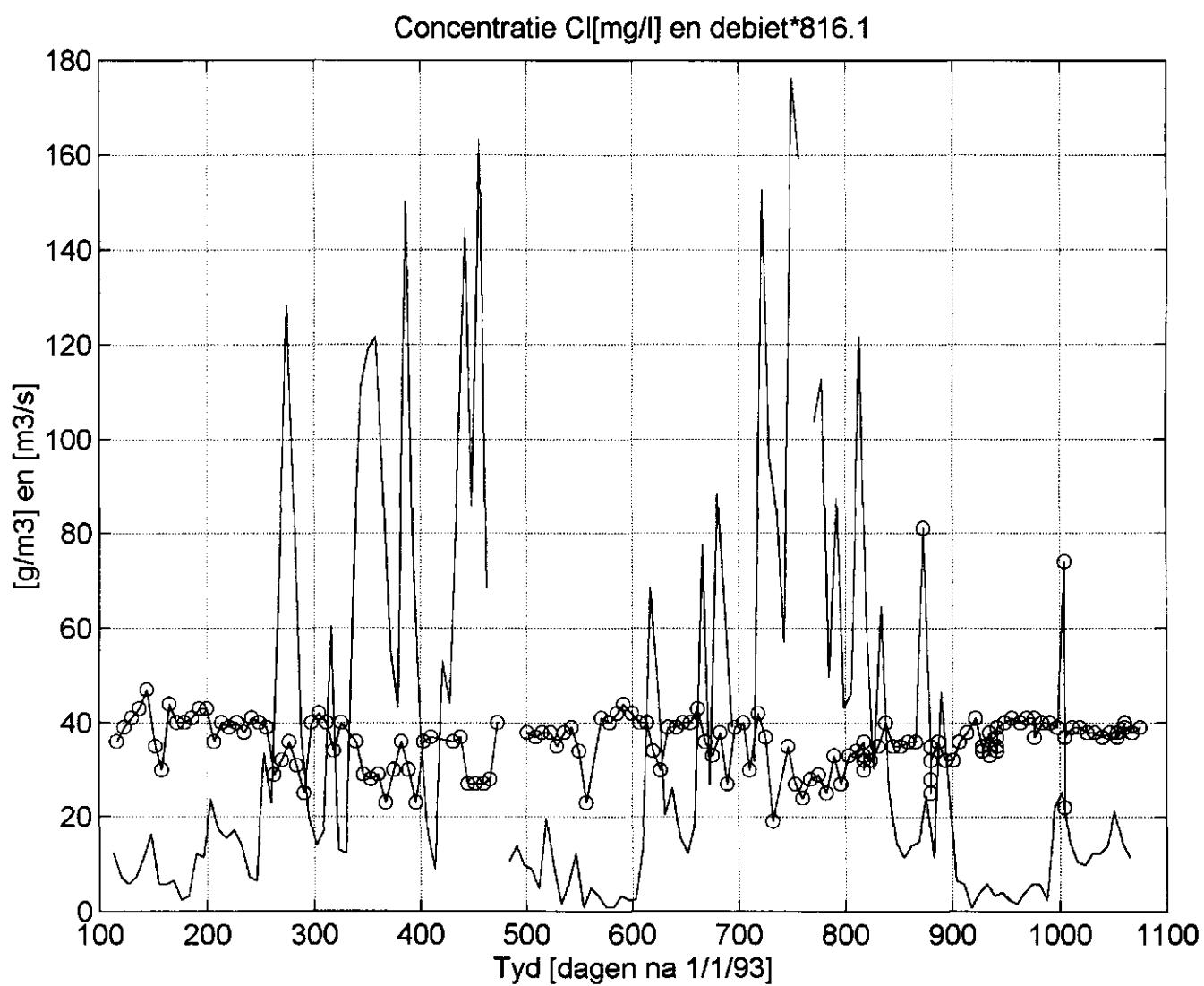




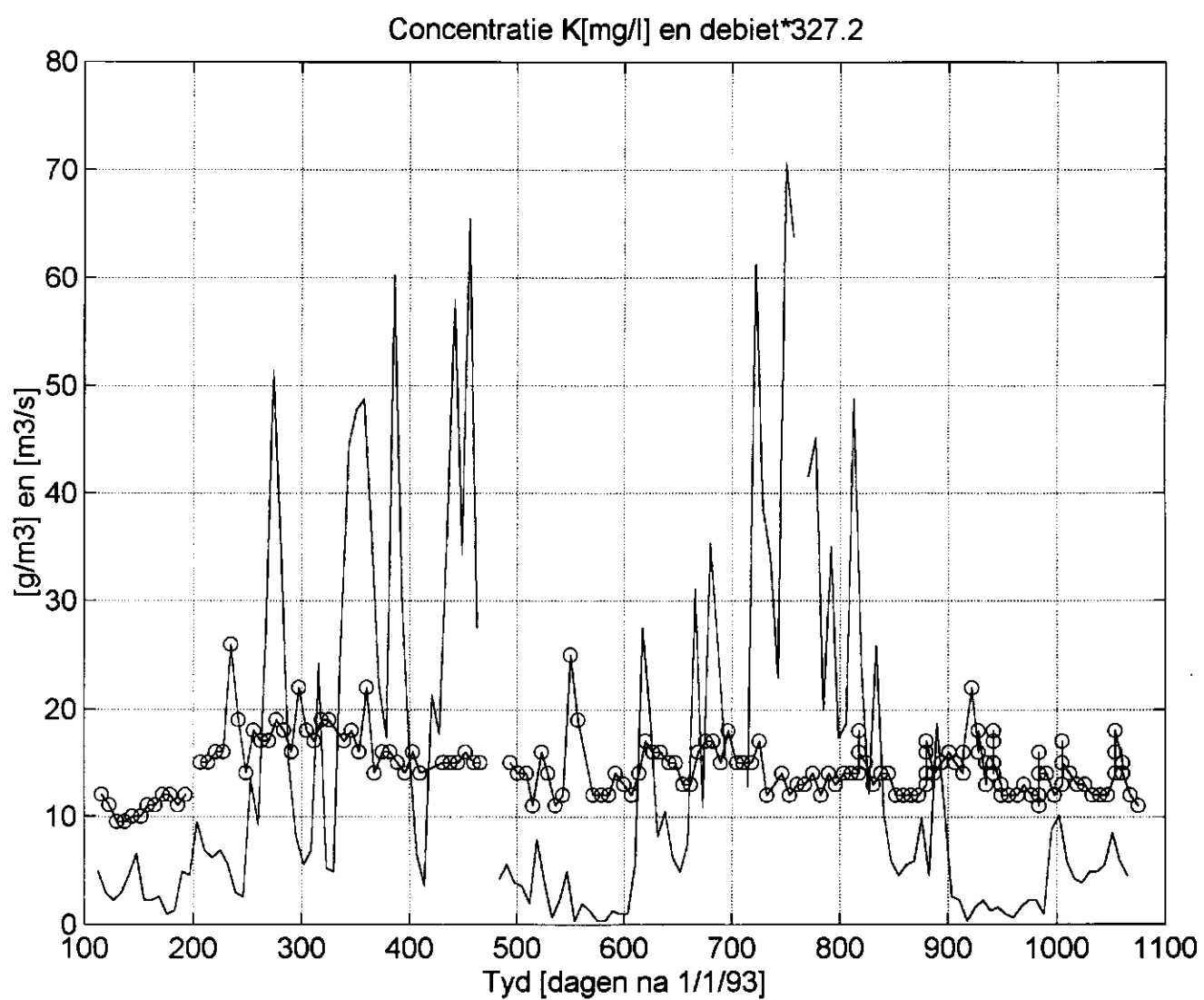






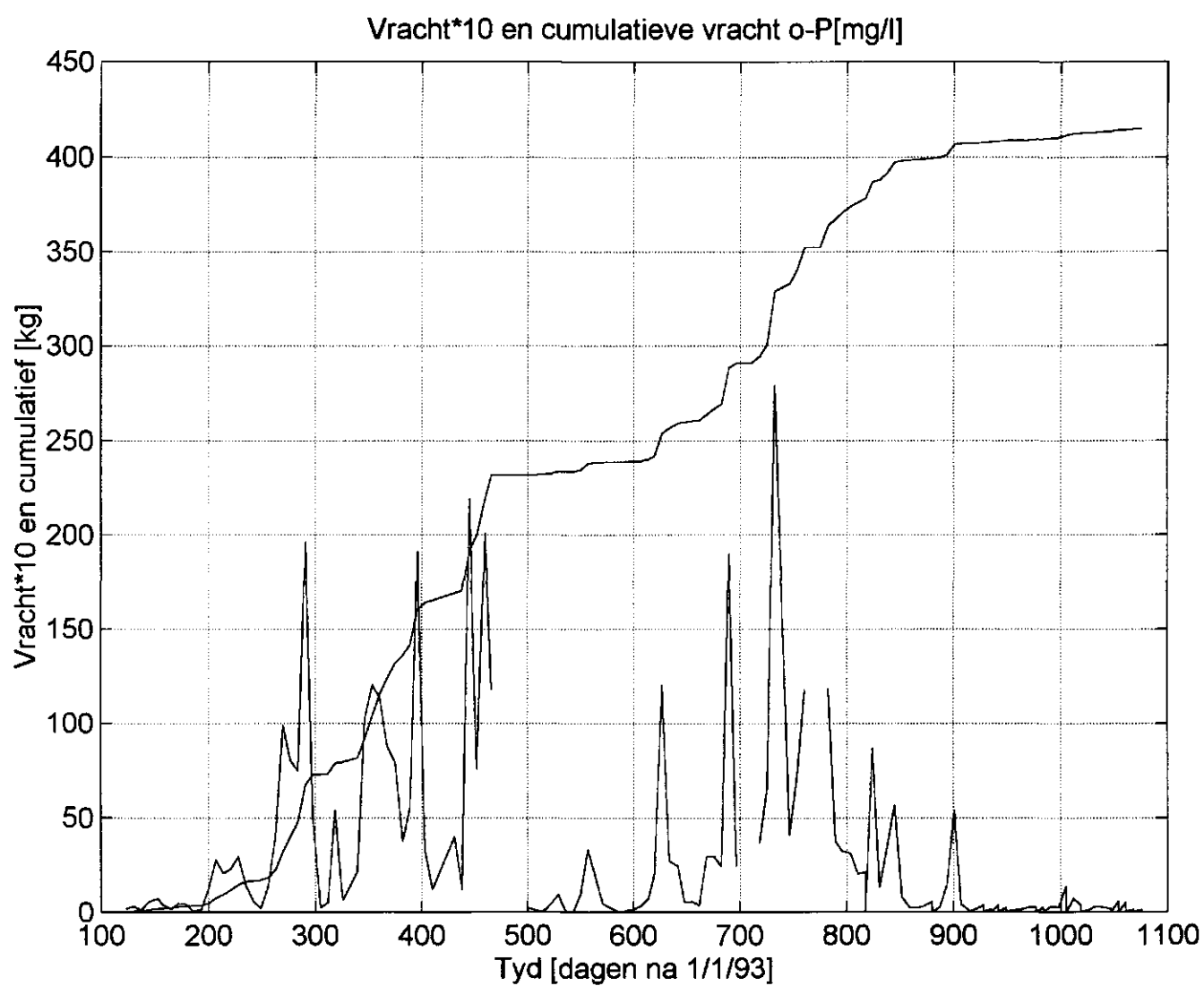


V.10

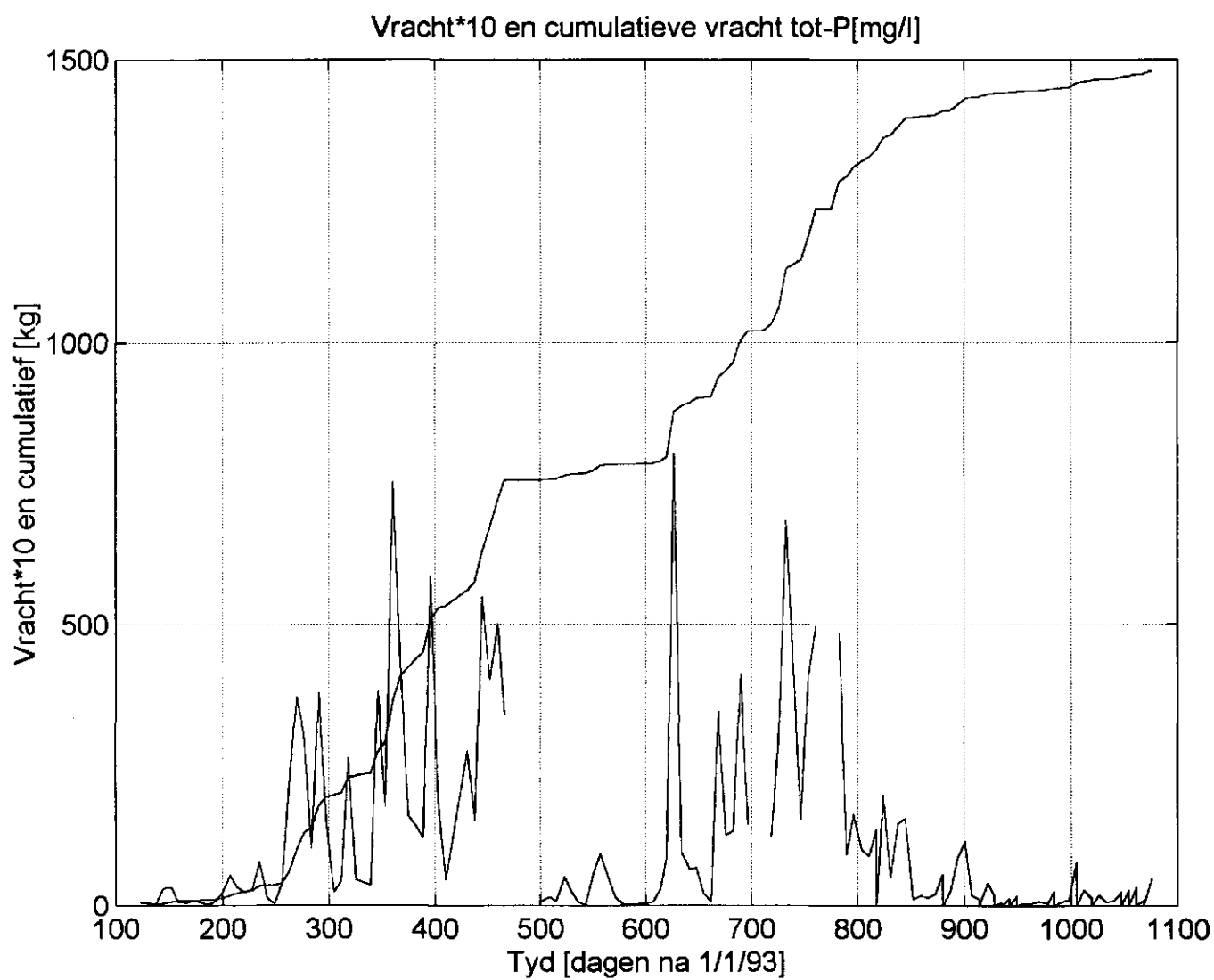


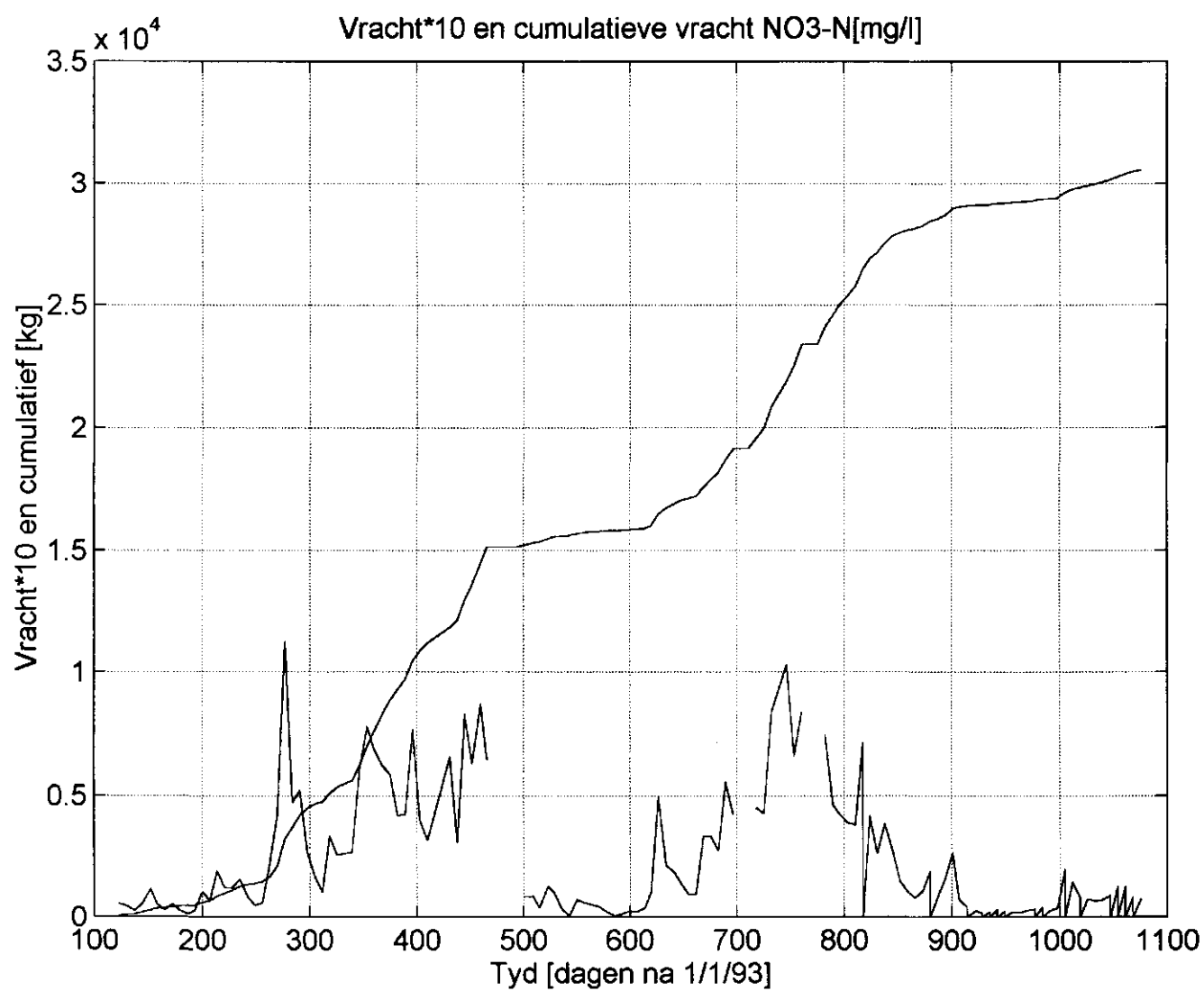
Bijlage VI

Vracht en cumulatieve vracht tegen de tijd

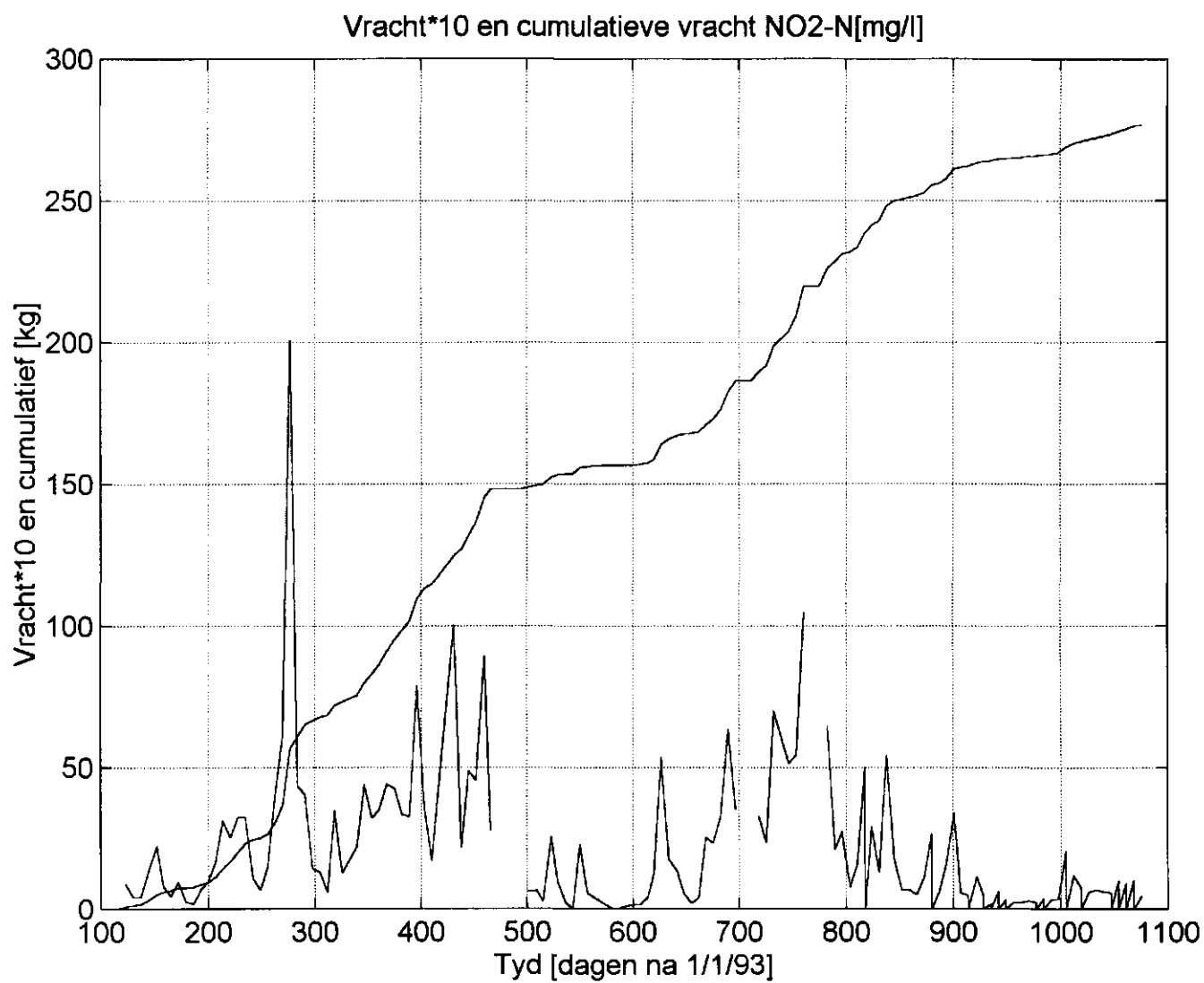


VI.1

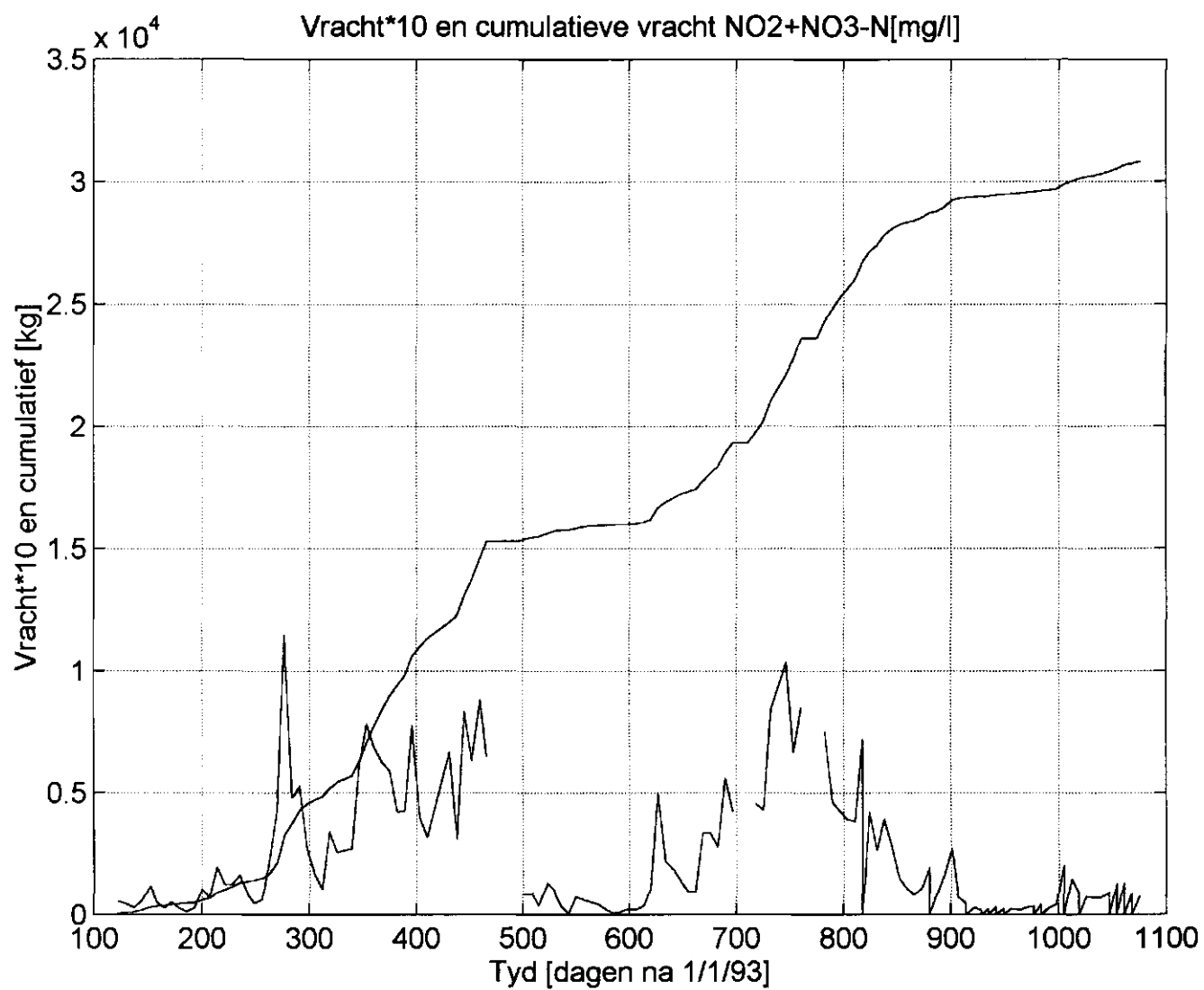


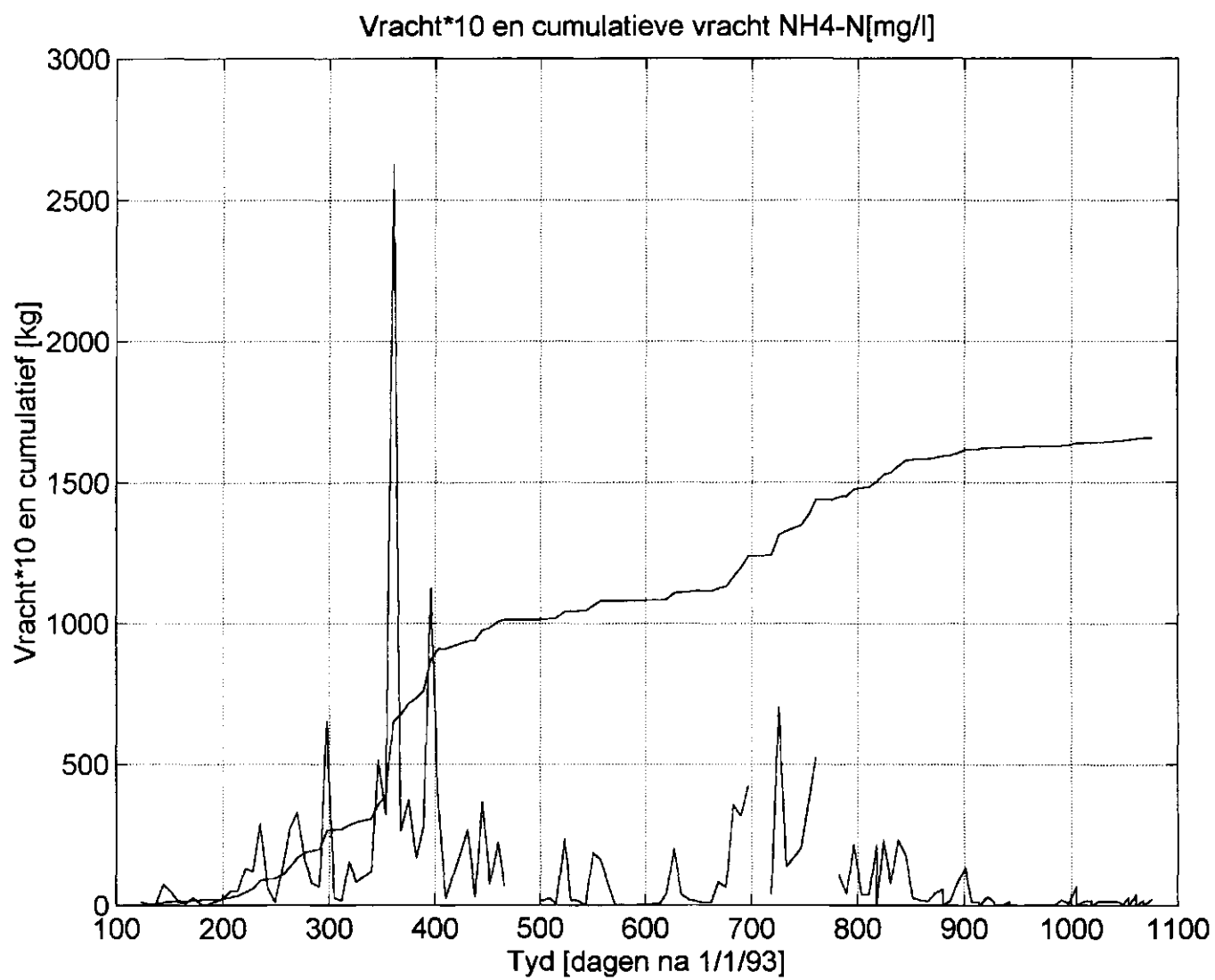


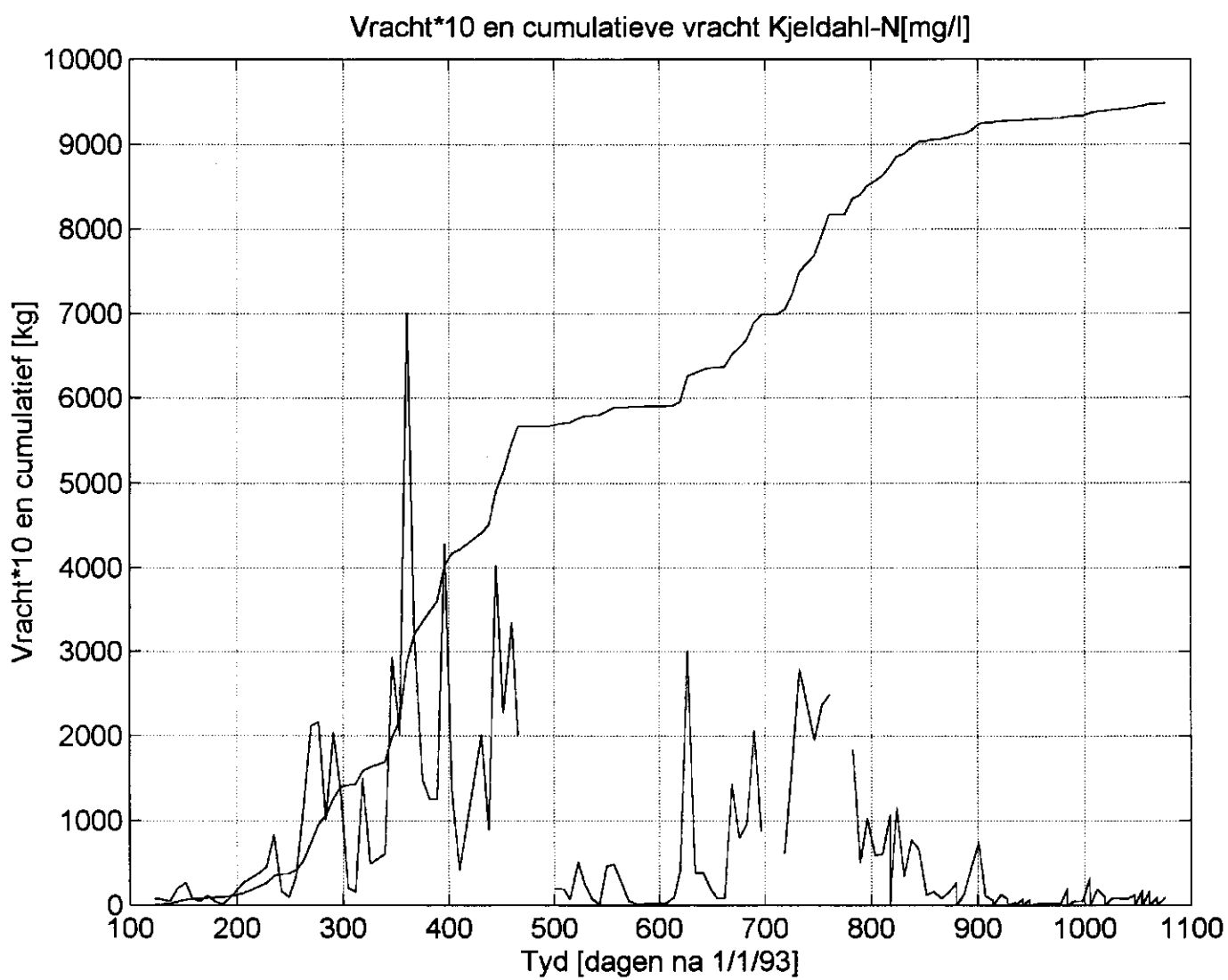
VI.3

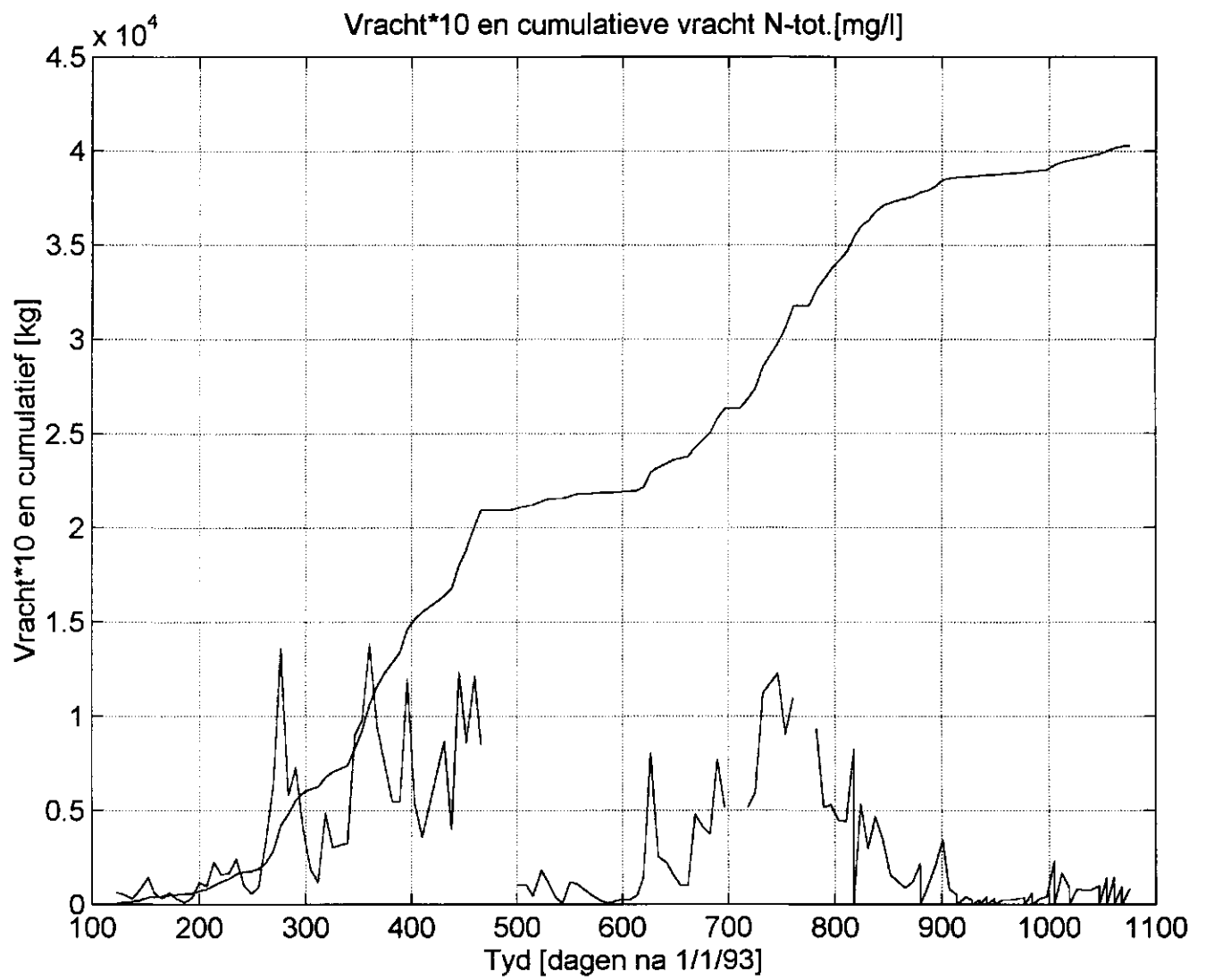


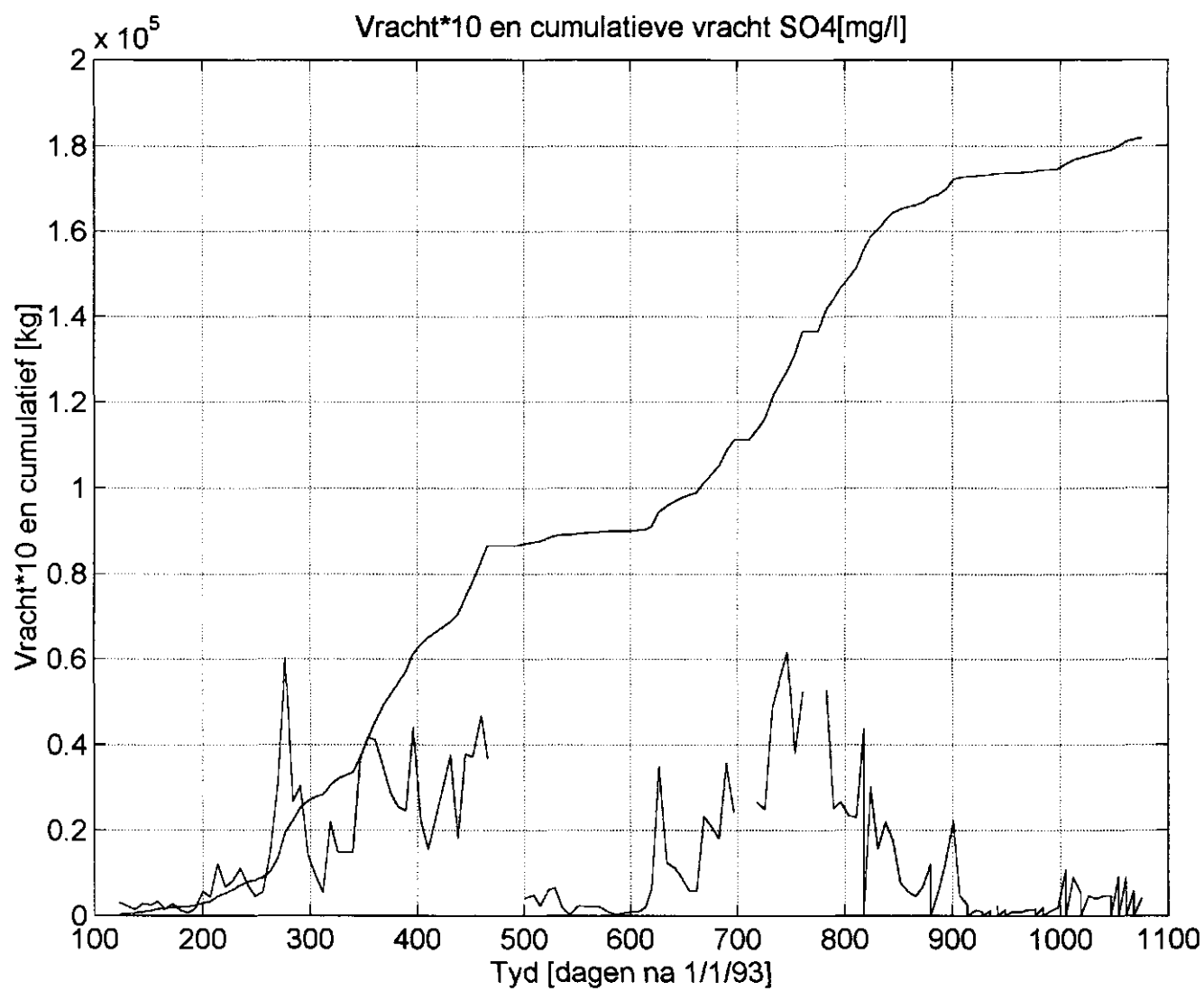
VI.4

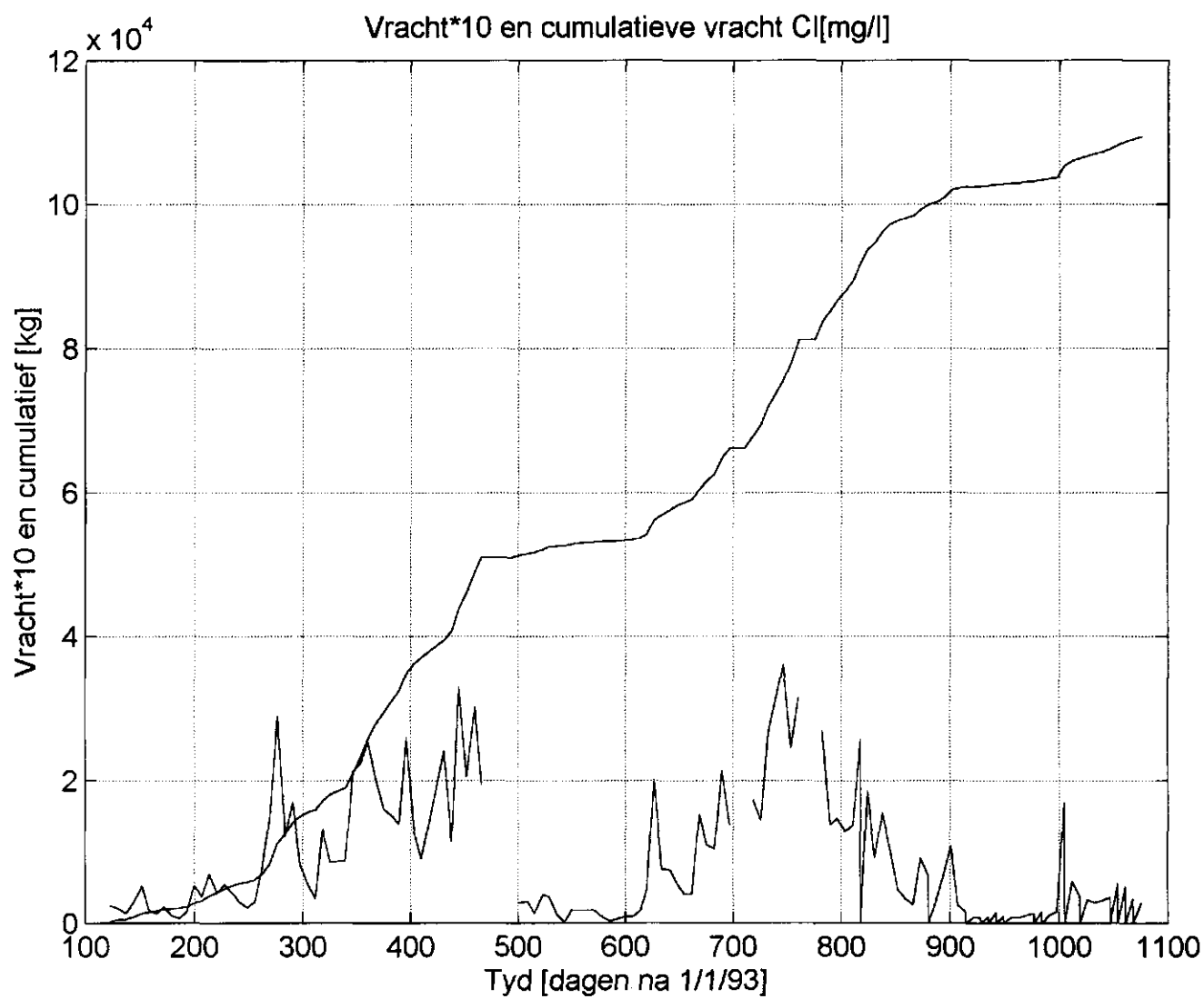




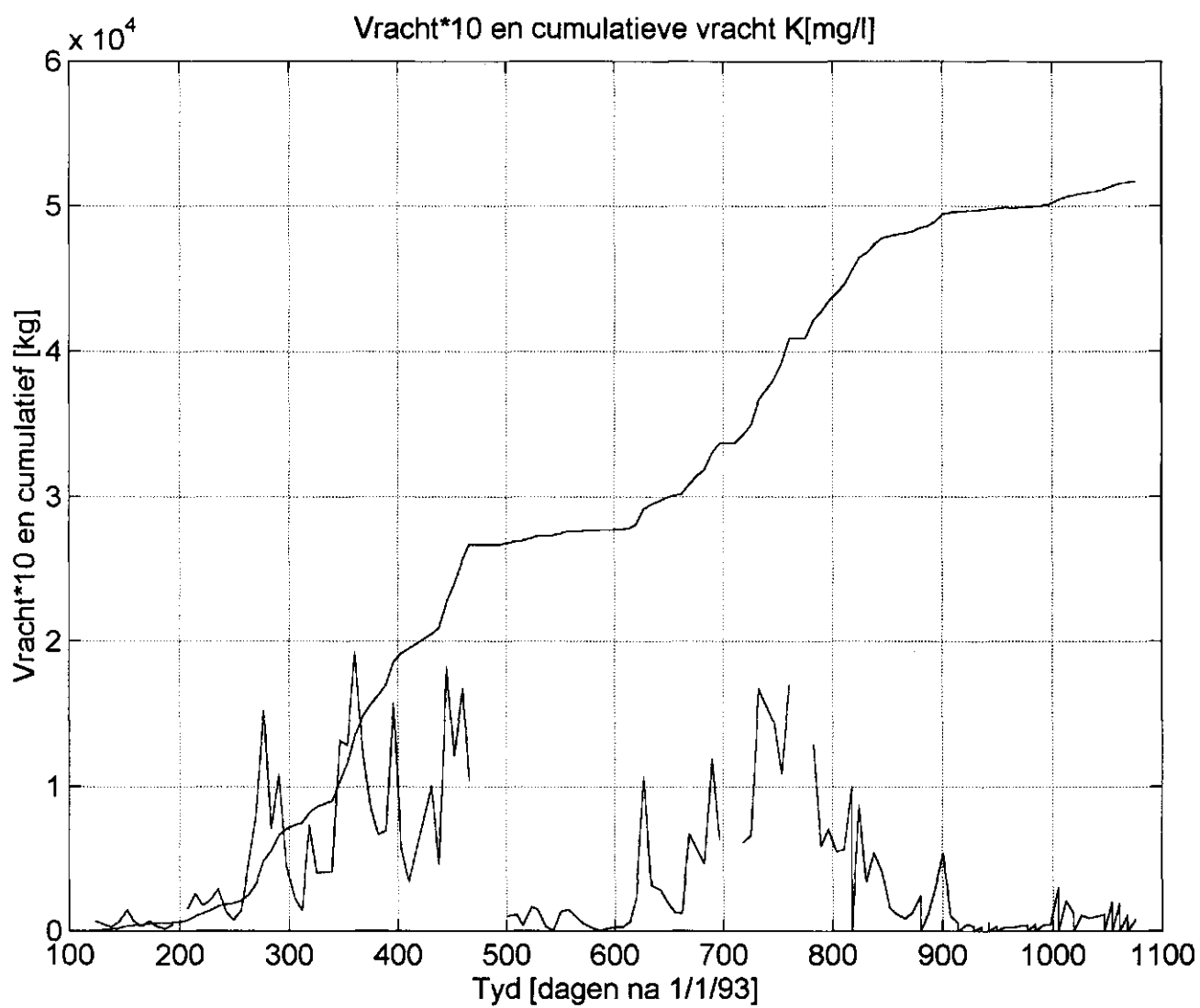








VI.10



VI.11

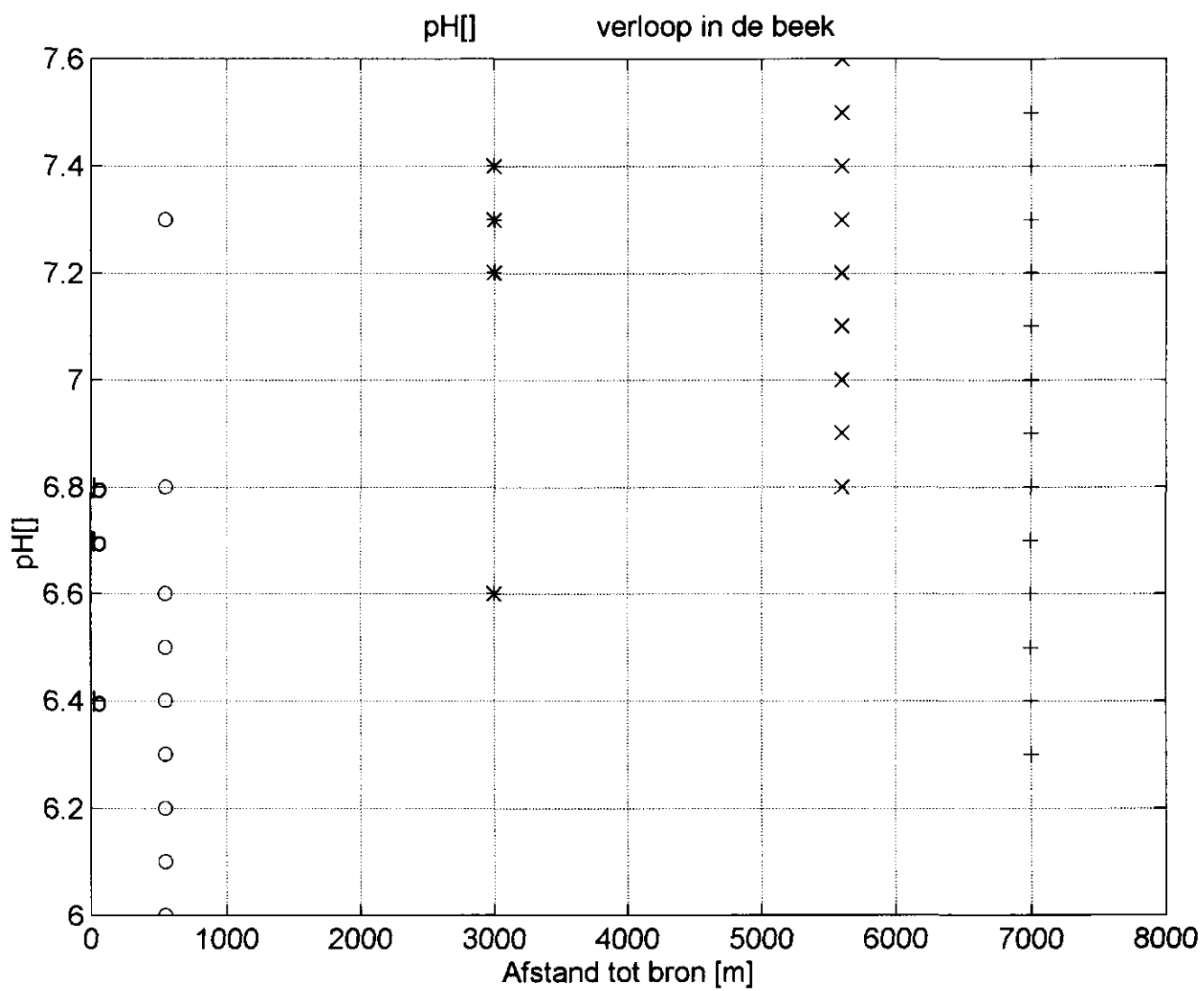
Bijlage VII

Concentratie tegen afstand tot de bron

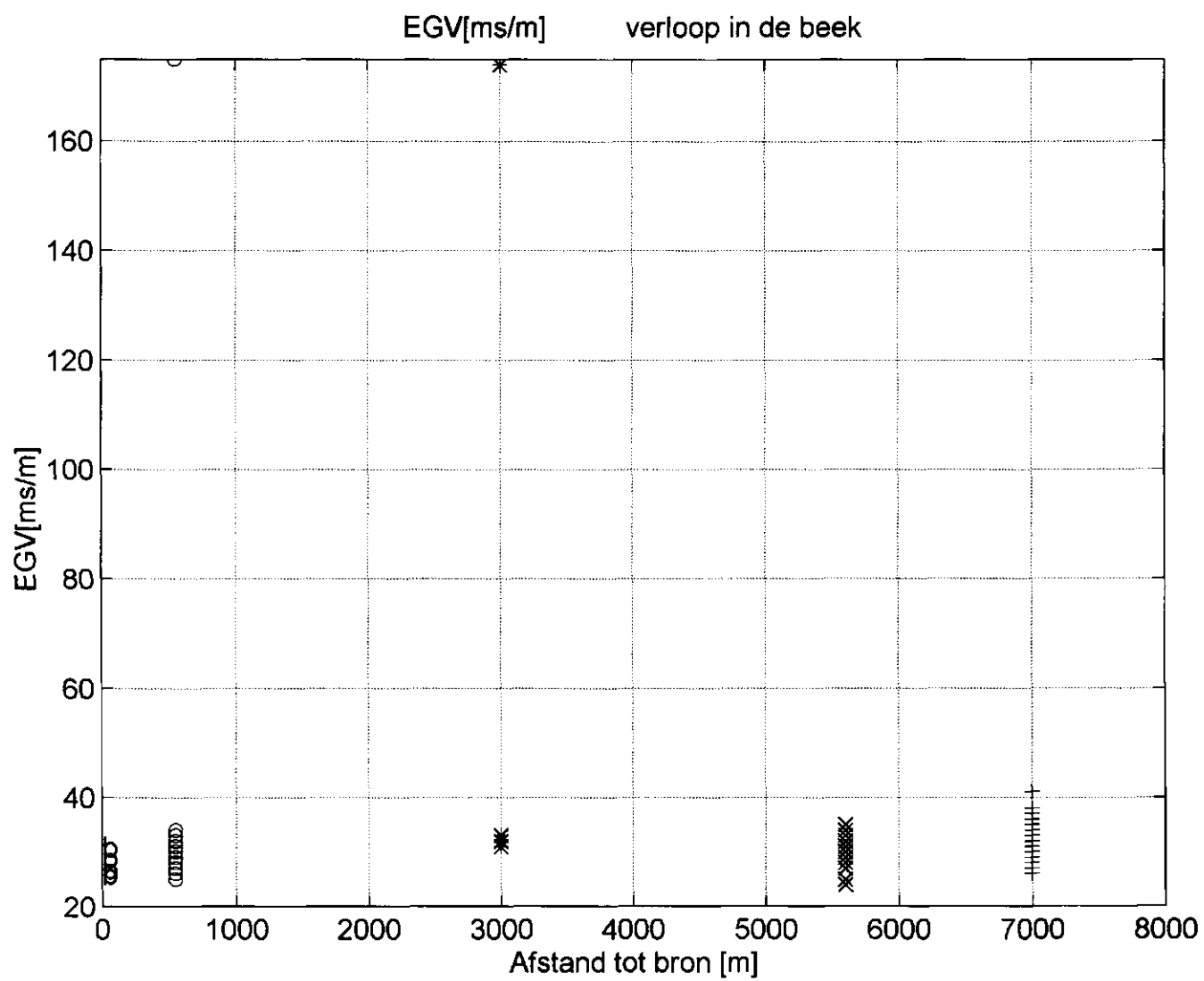
LEGENDA BIJLAGE VII

<u>Symbool</u>	<u>Meetlocatie</u>	<u>Alias</u>	<u>Code</u>	<u>Type</u>	<u>Afstand tot bron (m)</u>
b	Bron	-	06.209	Momentaan	0
o	Meetpunt 1	punt A	06.203	Momentaan	550
*	Meetpunt 2	punt C	06.221	Momentaan	3000
x	Meetpunt 3	punt B	06.204	Momentaan	5600
+	Meetpunt 4	eindstuw	06.205	Momentaan	7250
.	Meetpunt 4	eindstuw	06.213	Continu	7250

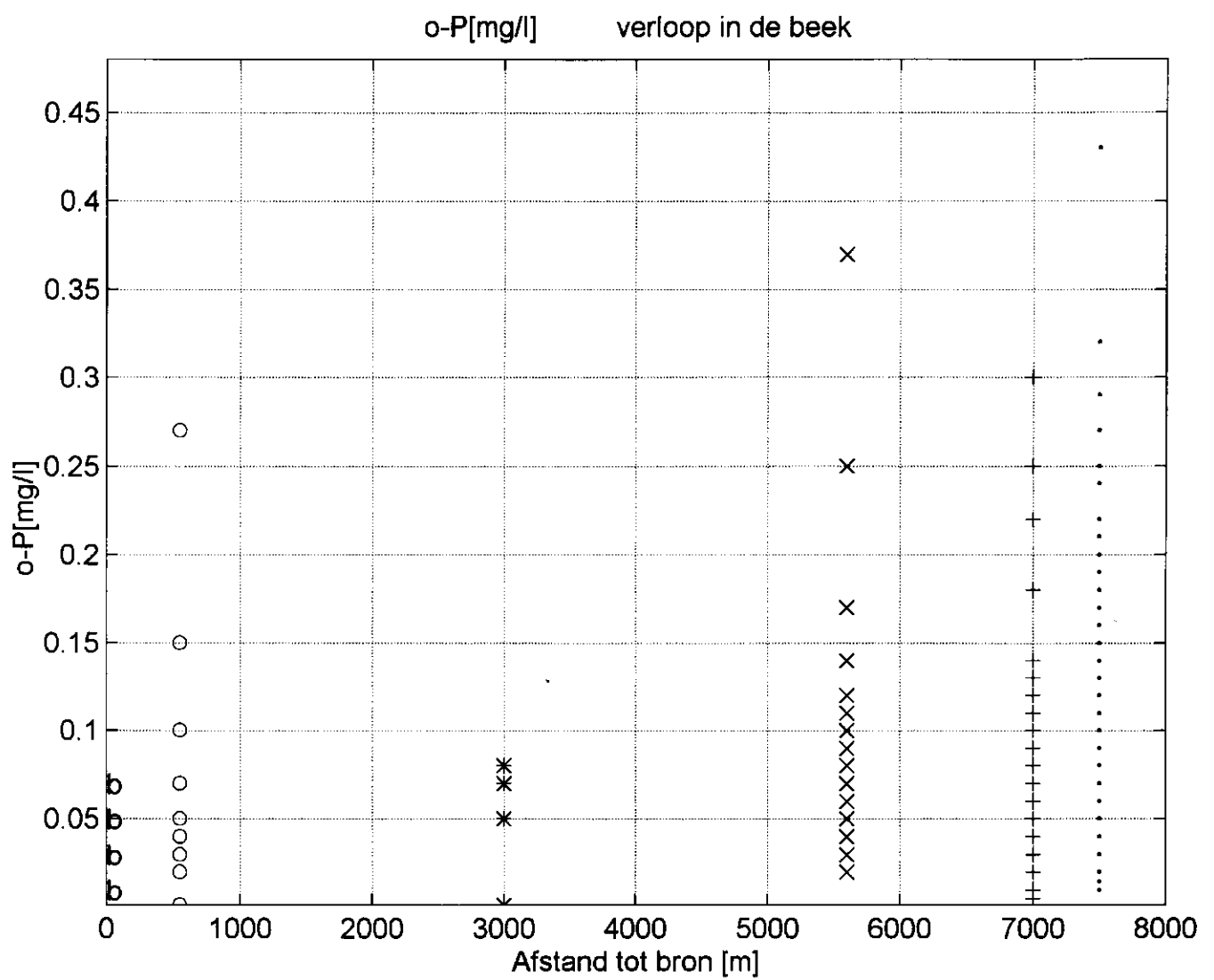
Let op: De meetwaarden van Meetpunt 4 Continu zijn met het oog op de presentatie op 7500 m van de bron weergegeven, de meetwaarden van de momentane metingen op dezelfde locatie zijn op 7000 m van de bron.

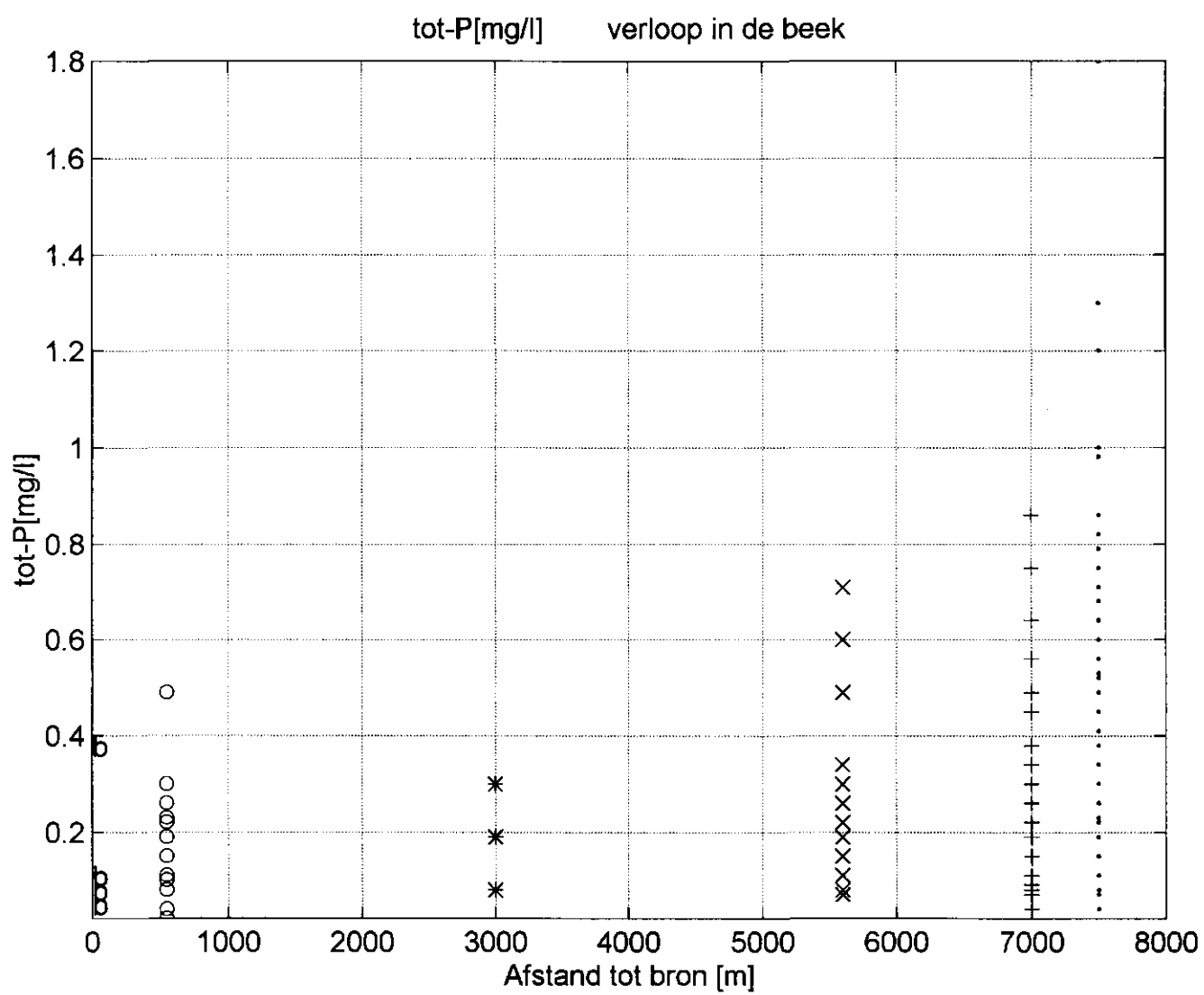


VII.1

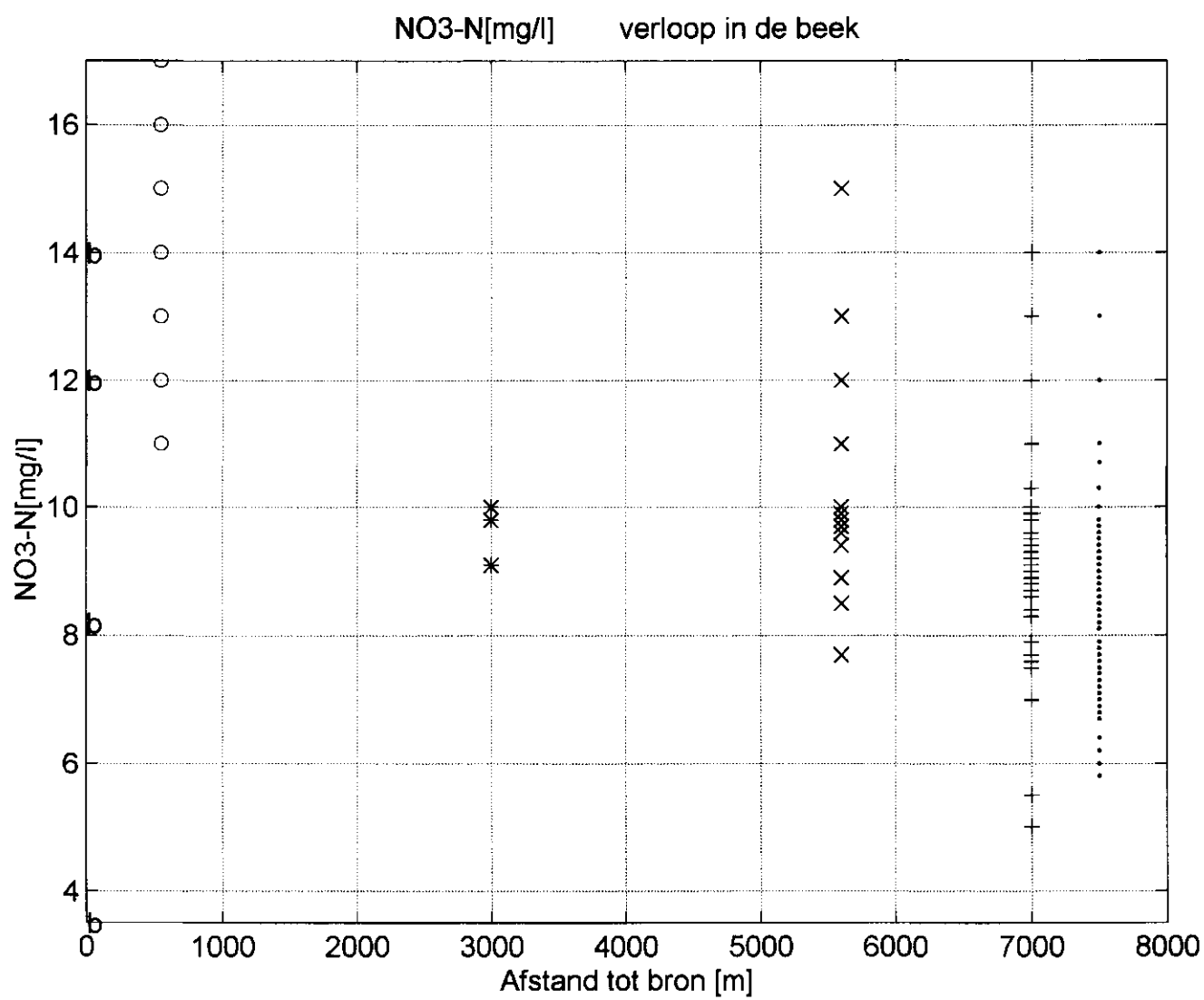


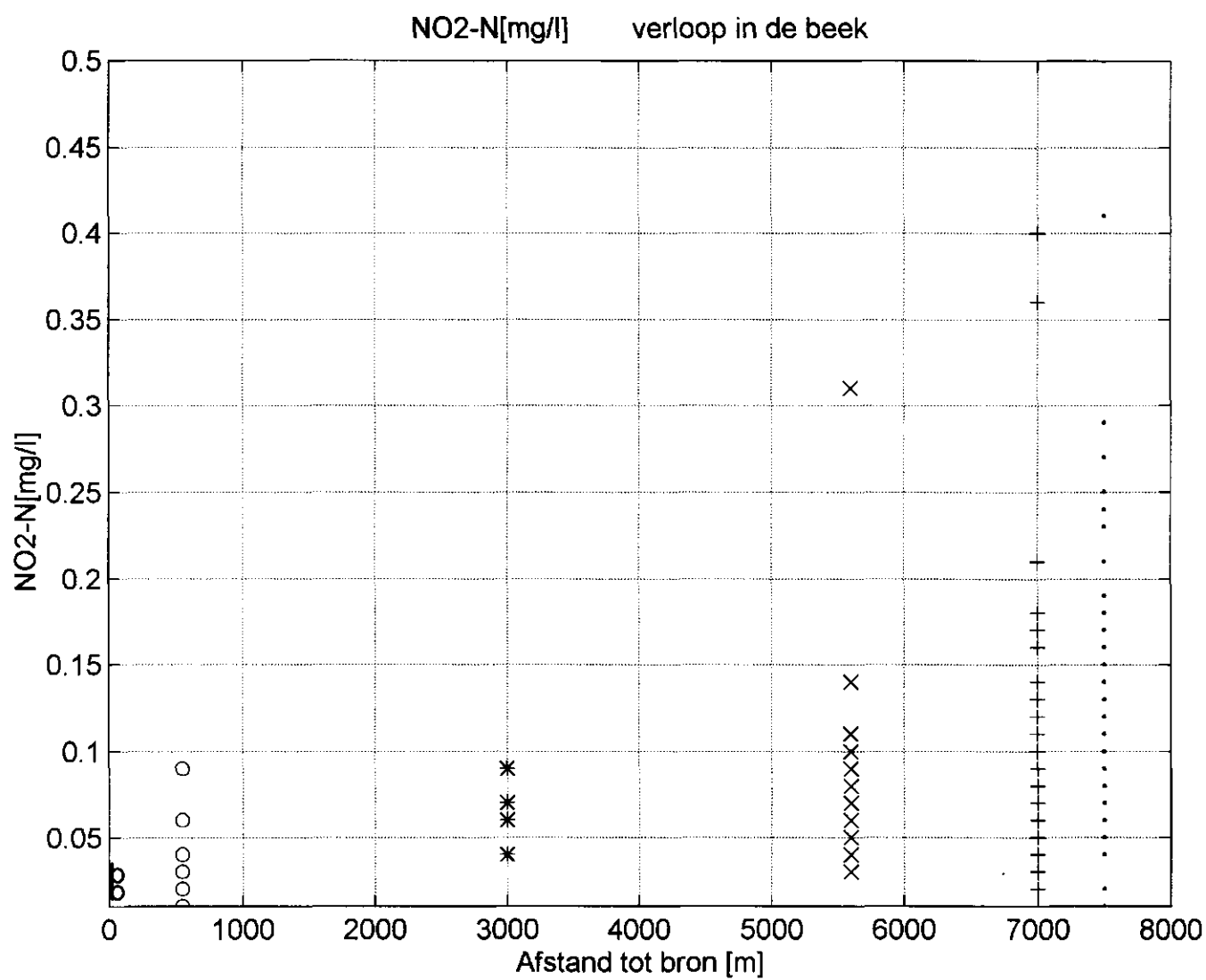
VII.2

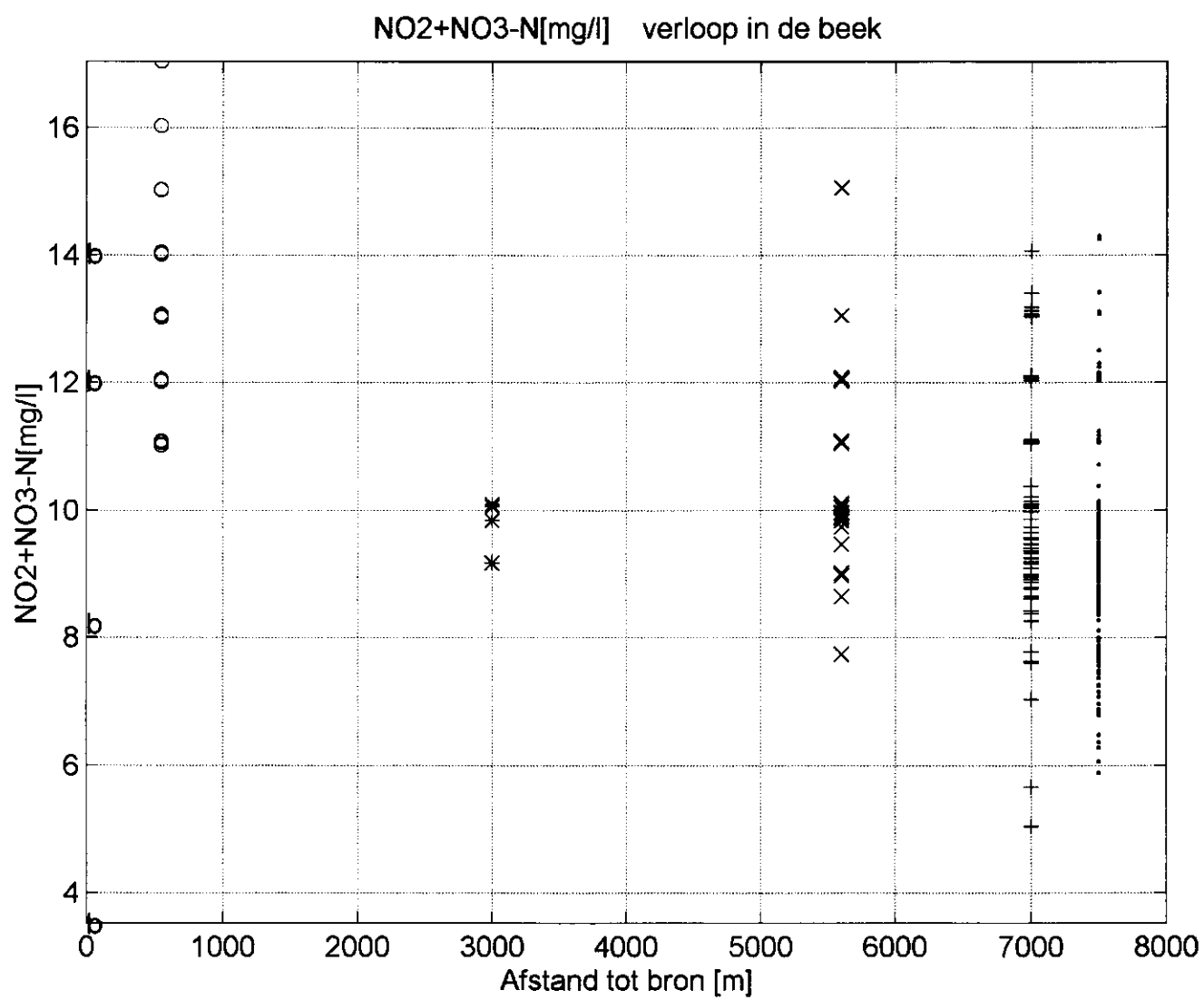




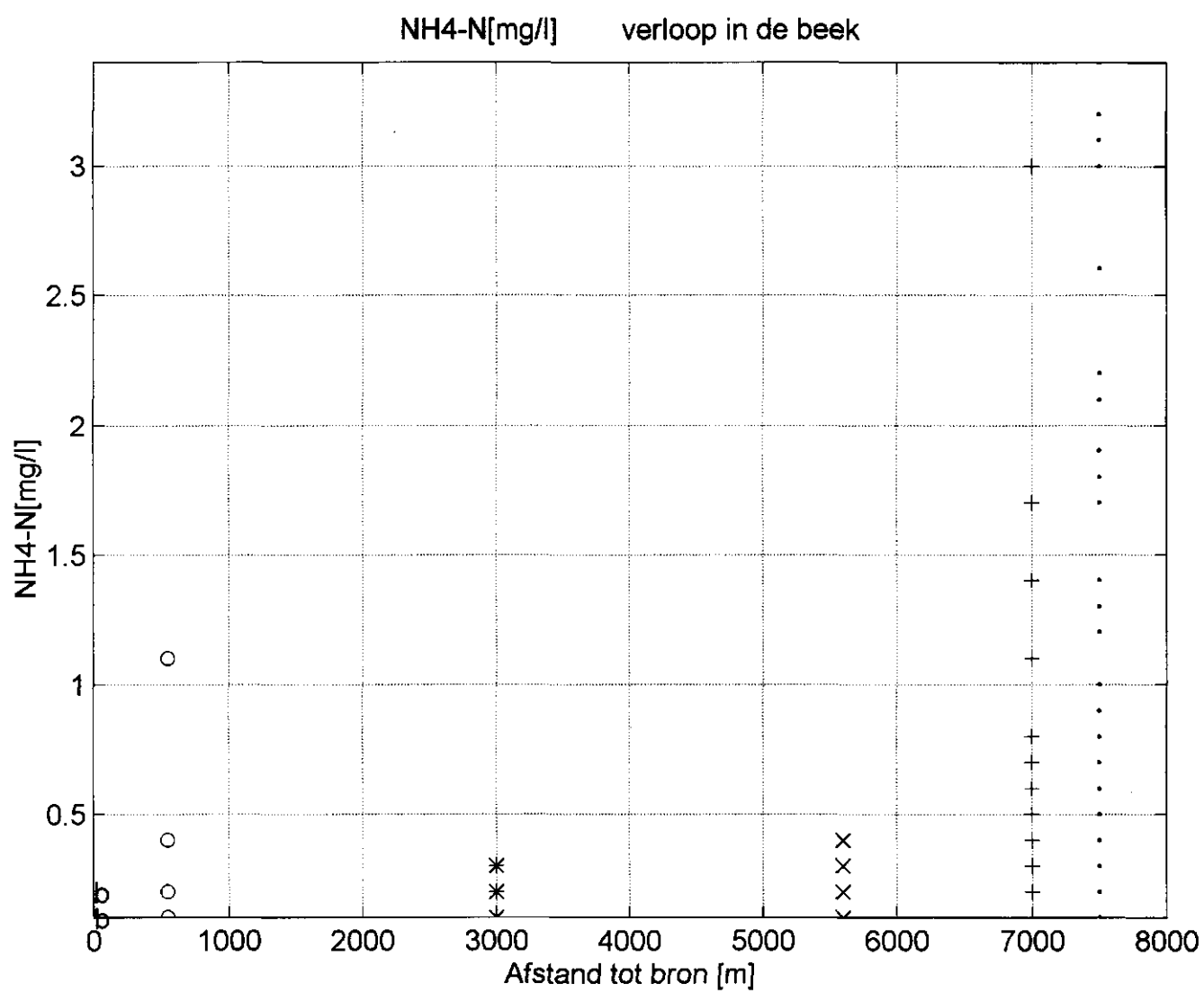
VII.4



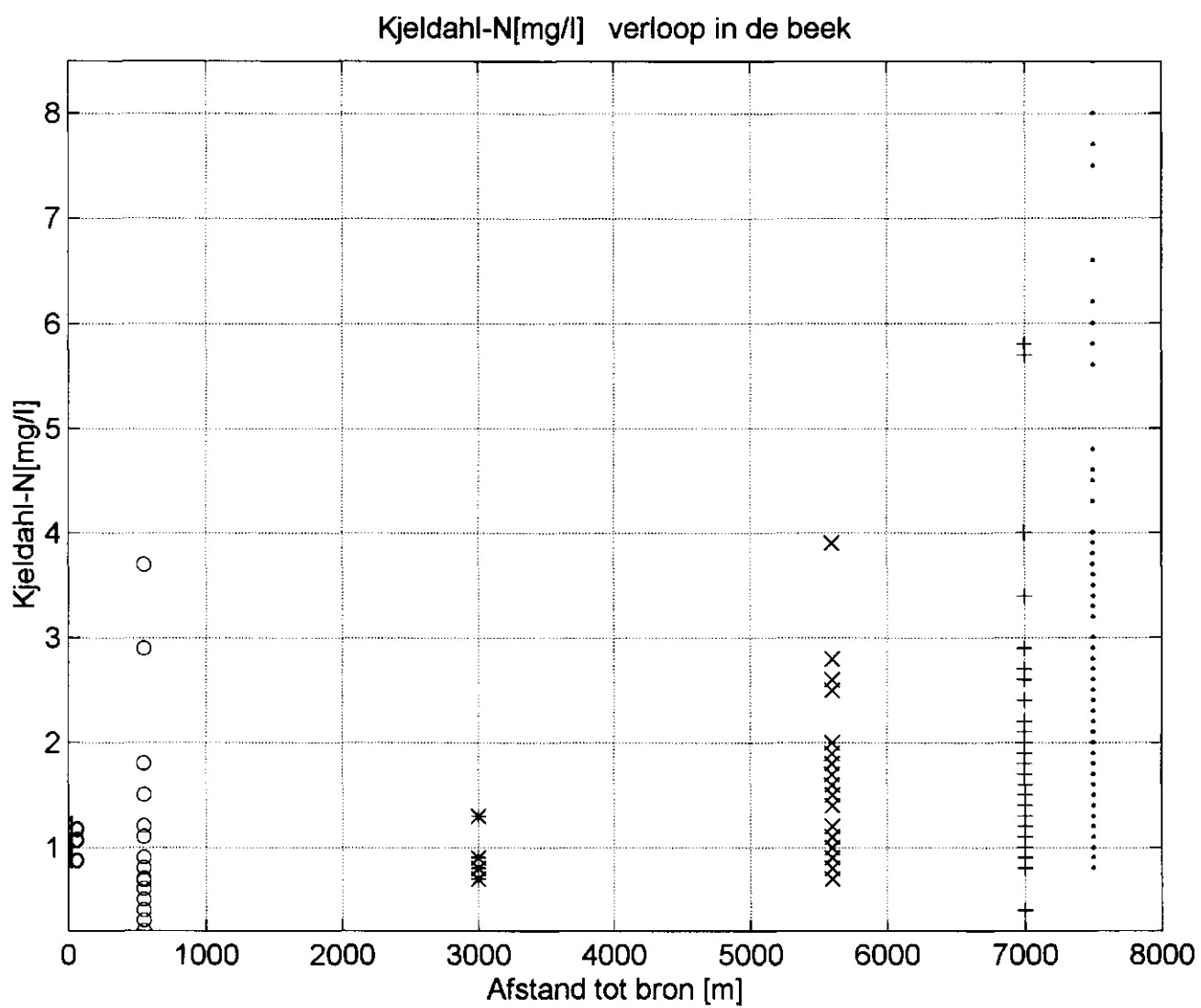


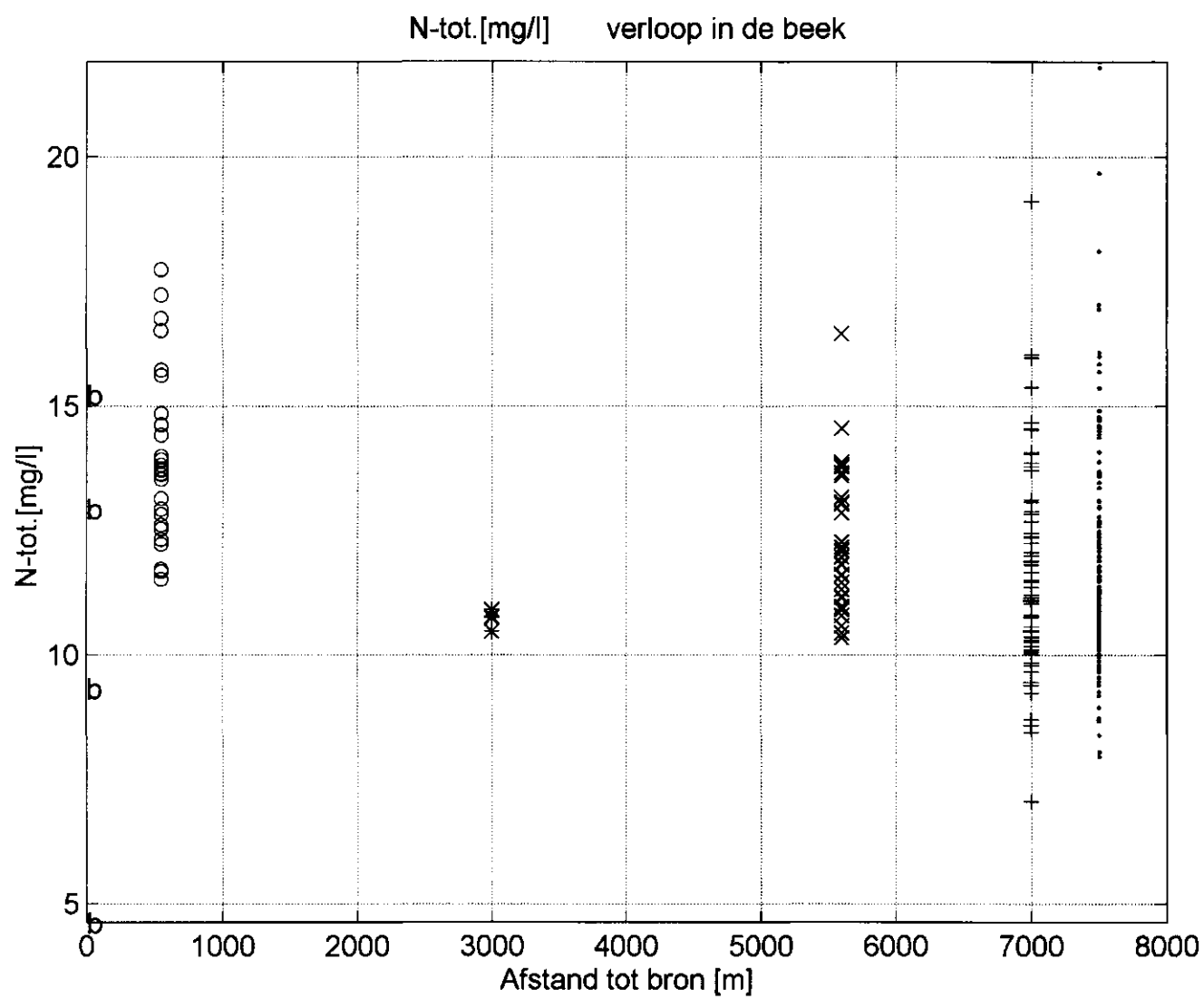


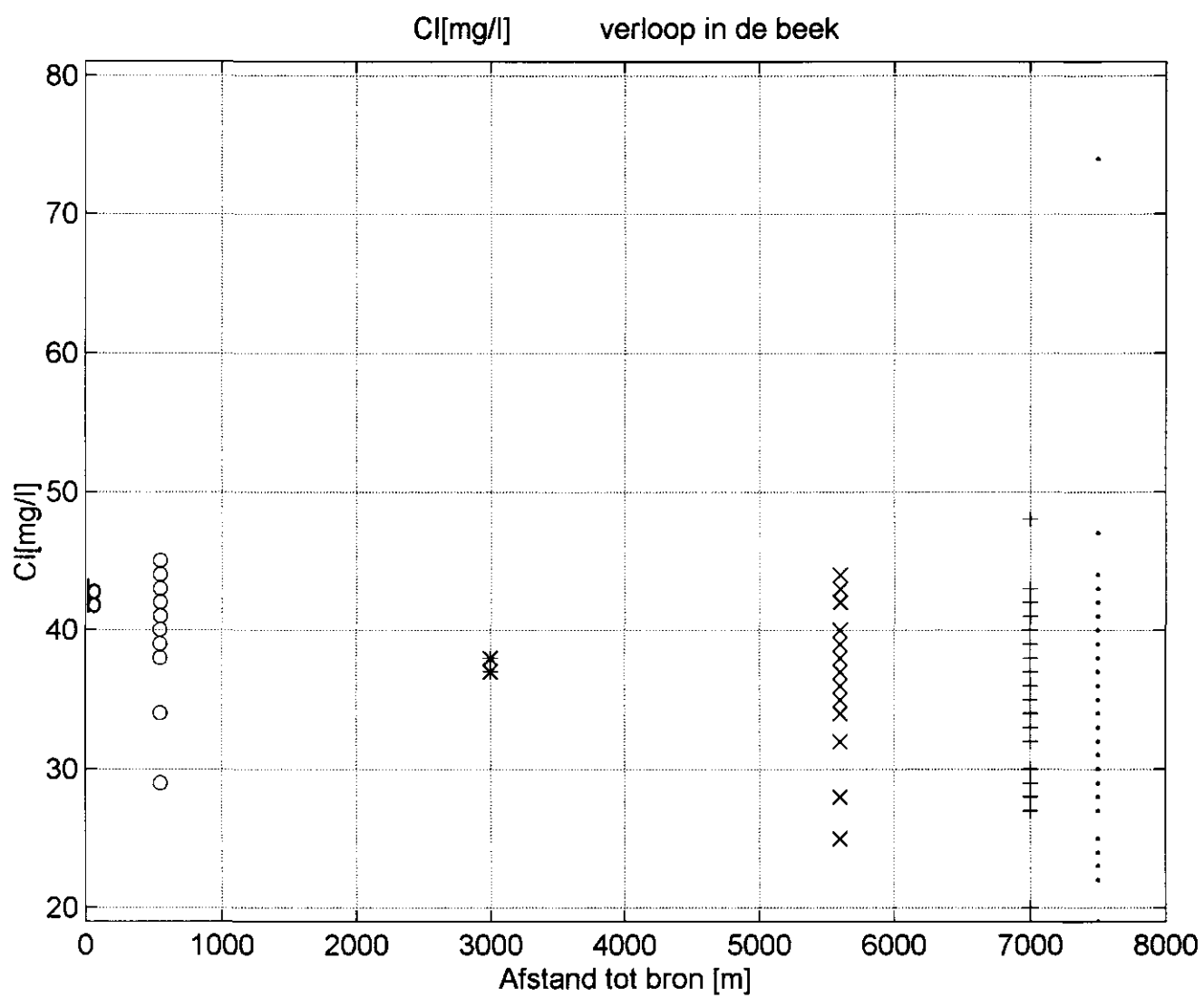
VII.7

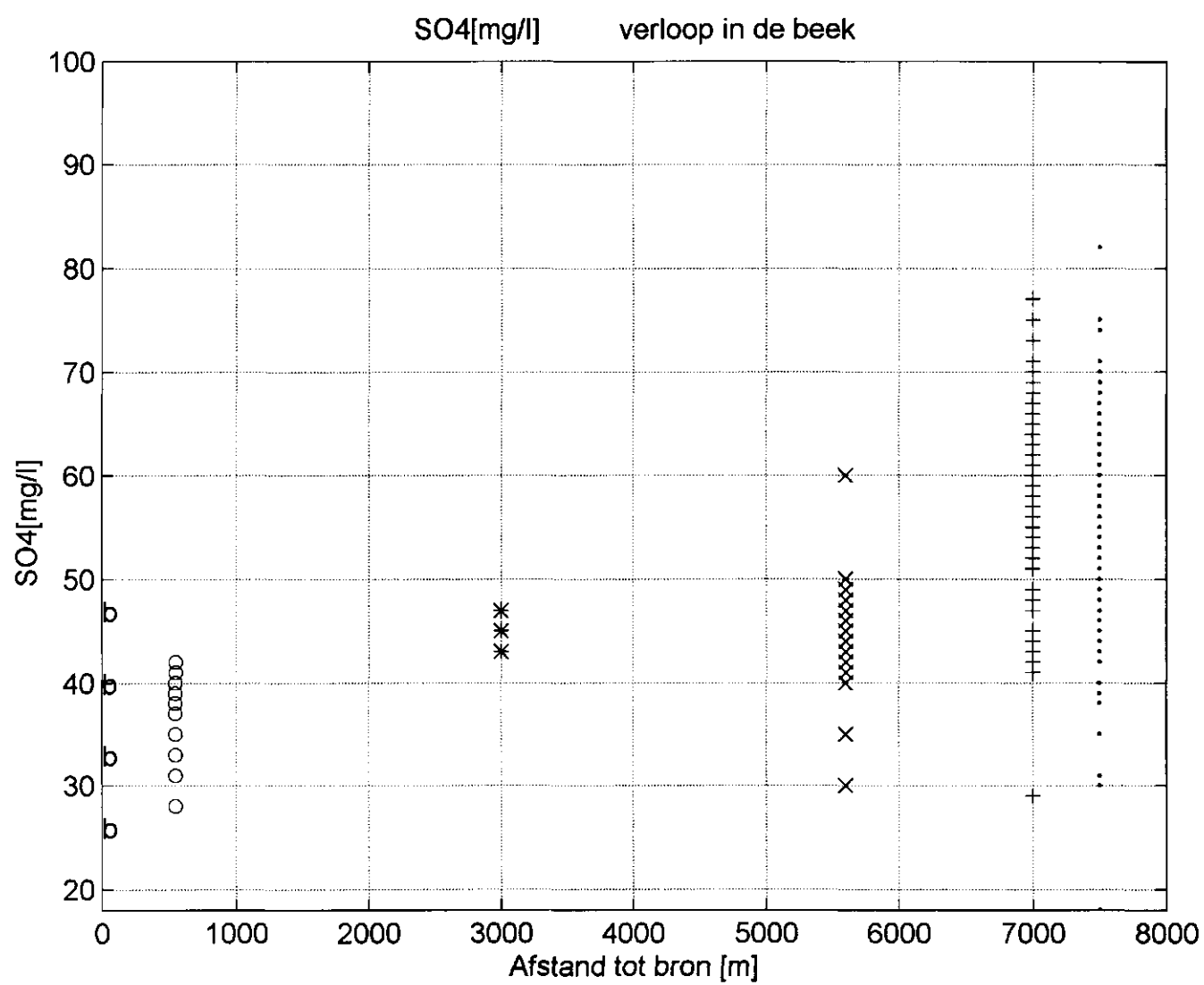


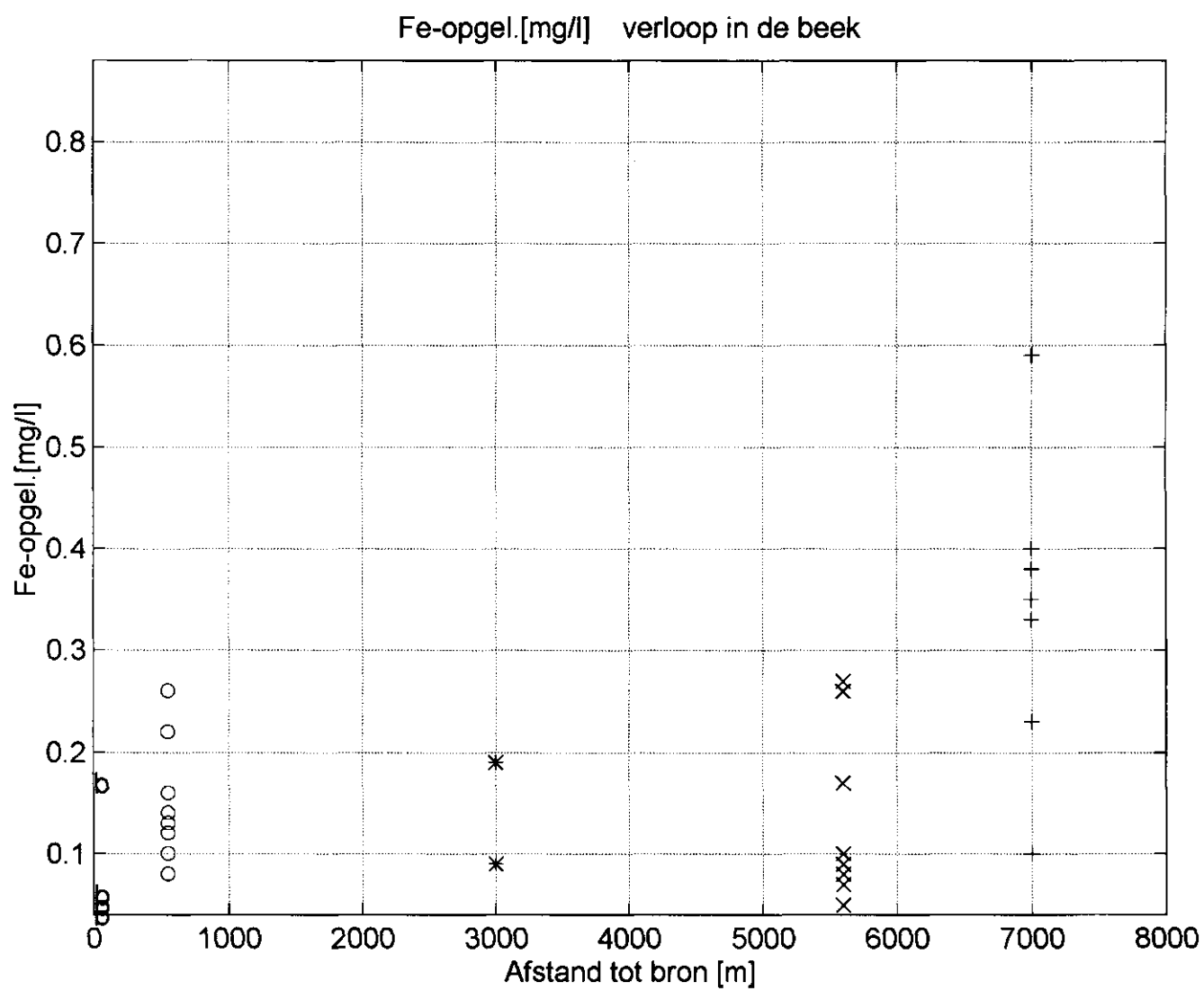
VII.8



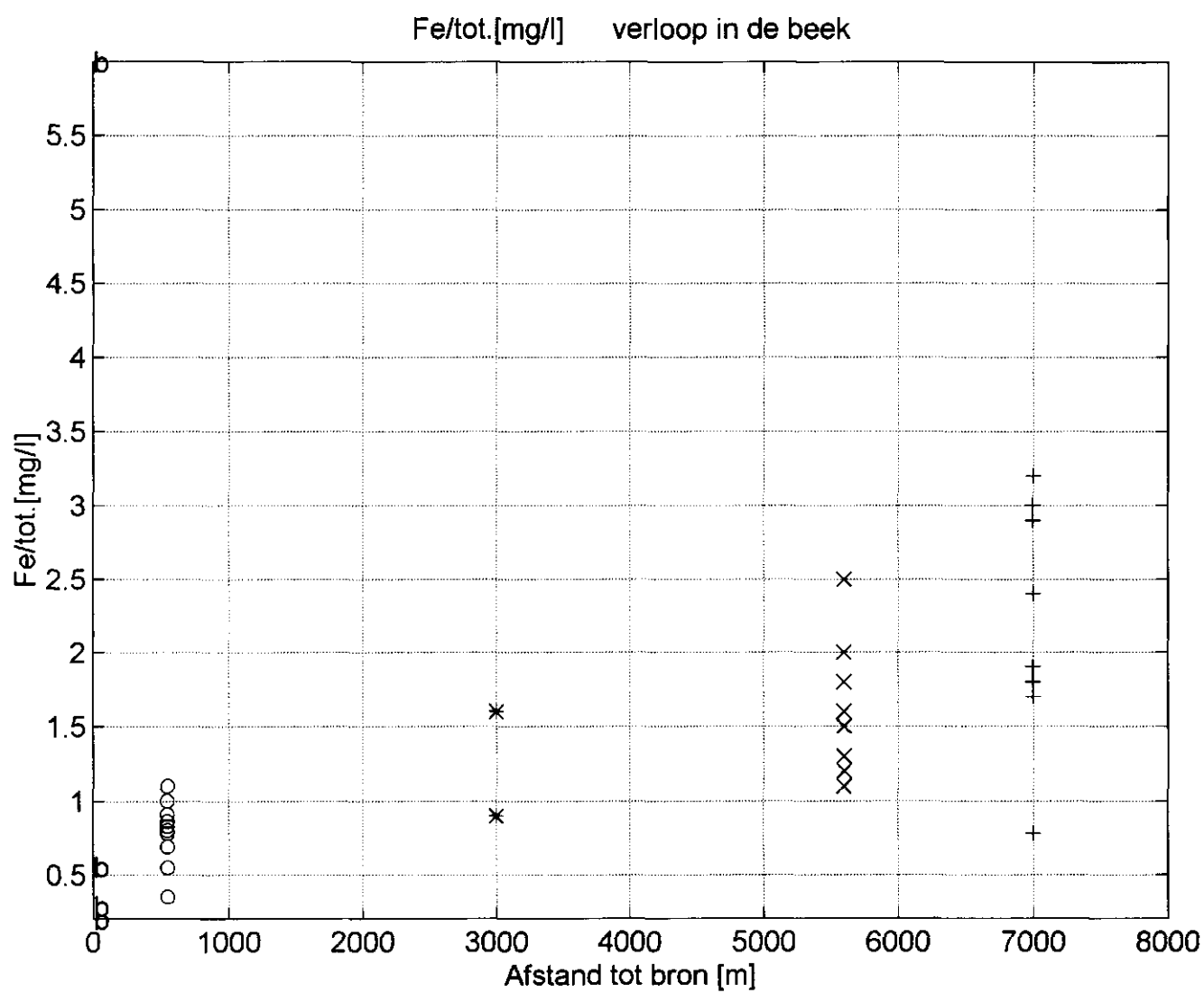




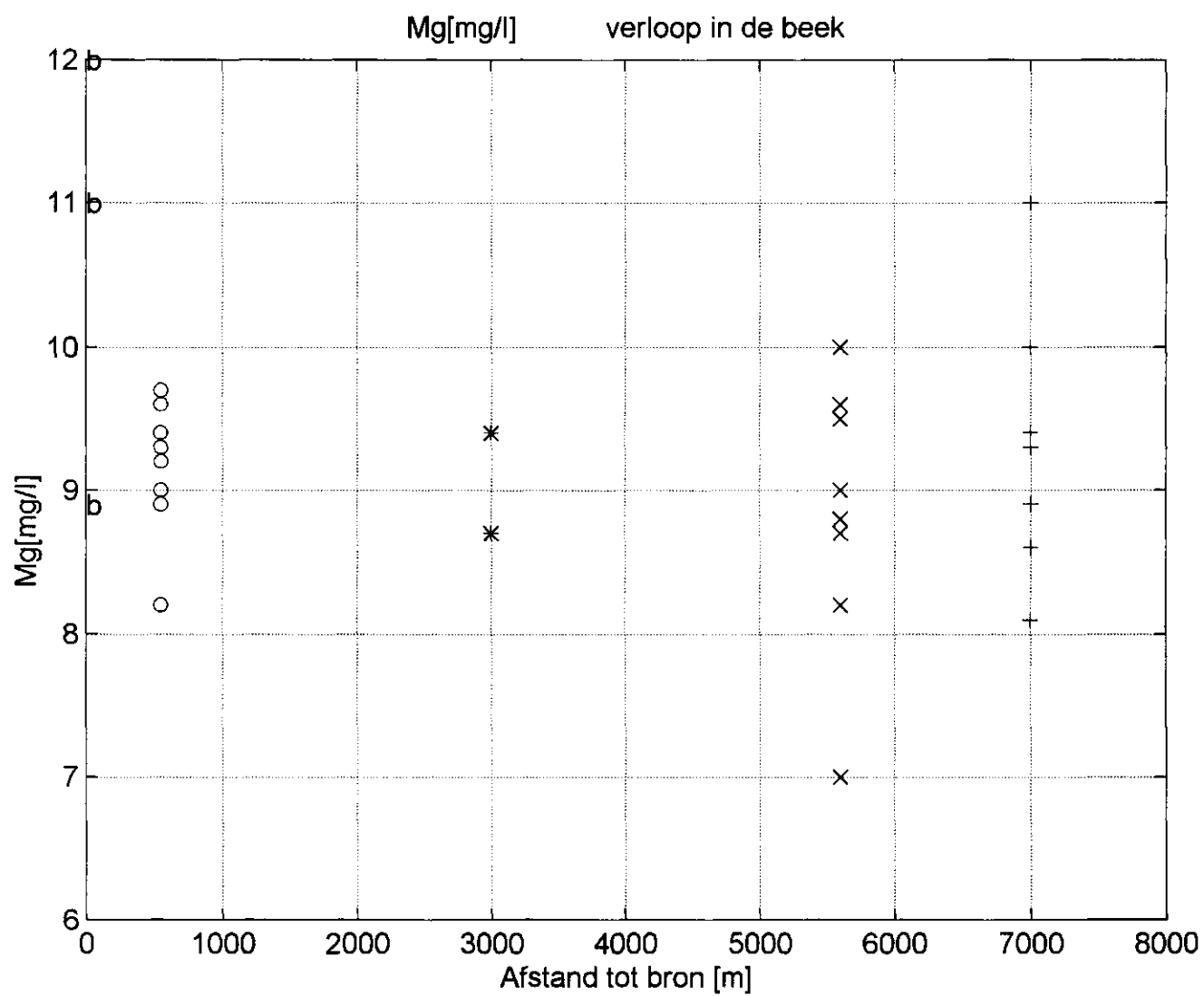




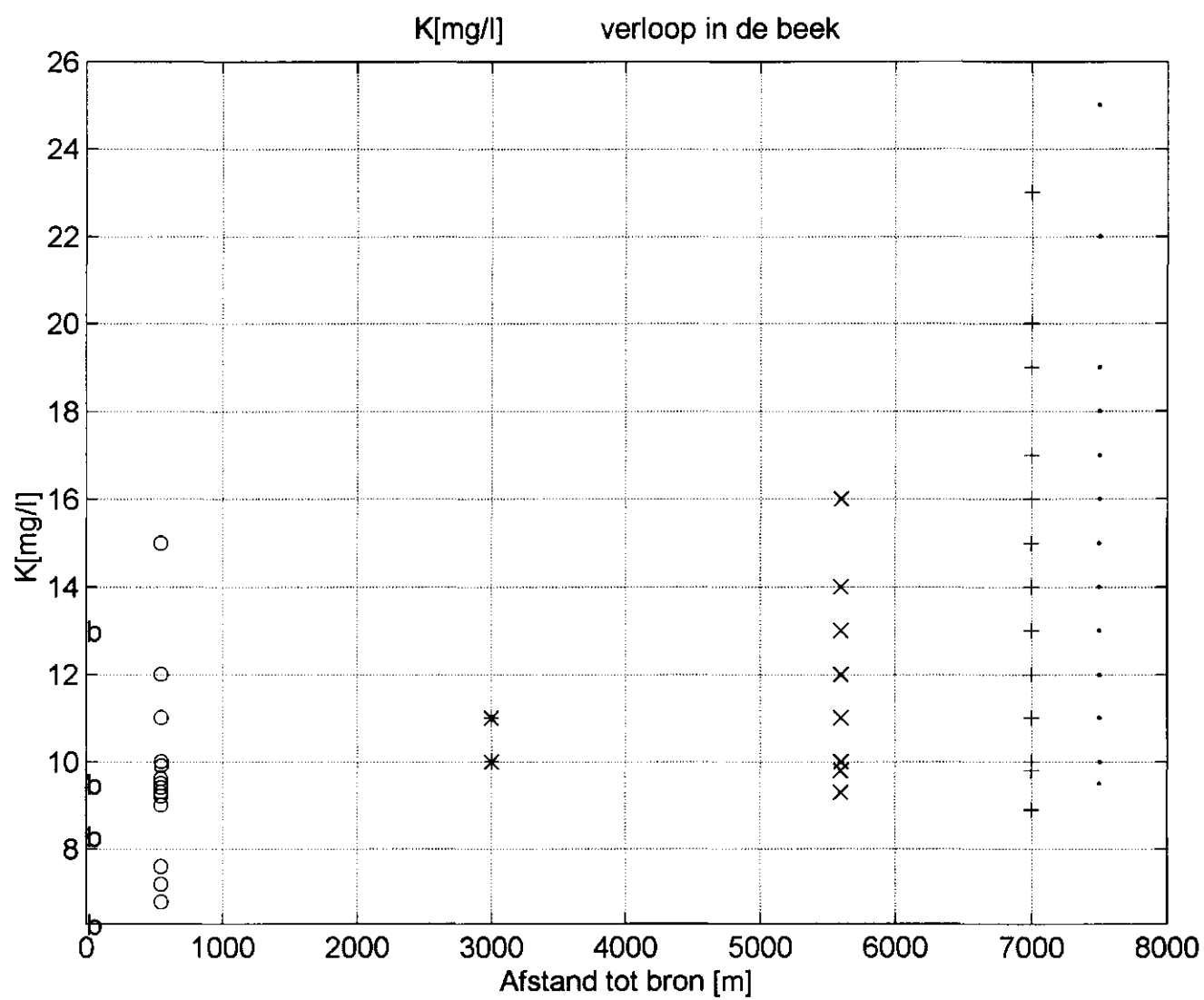
VII.13

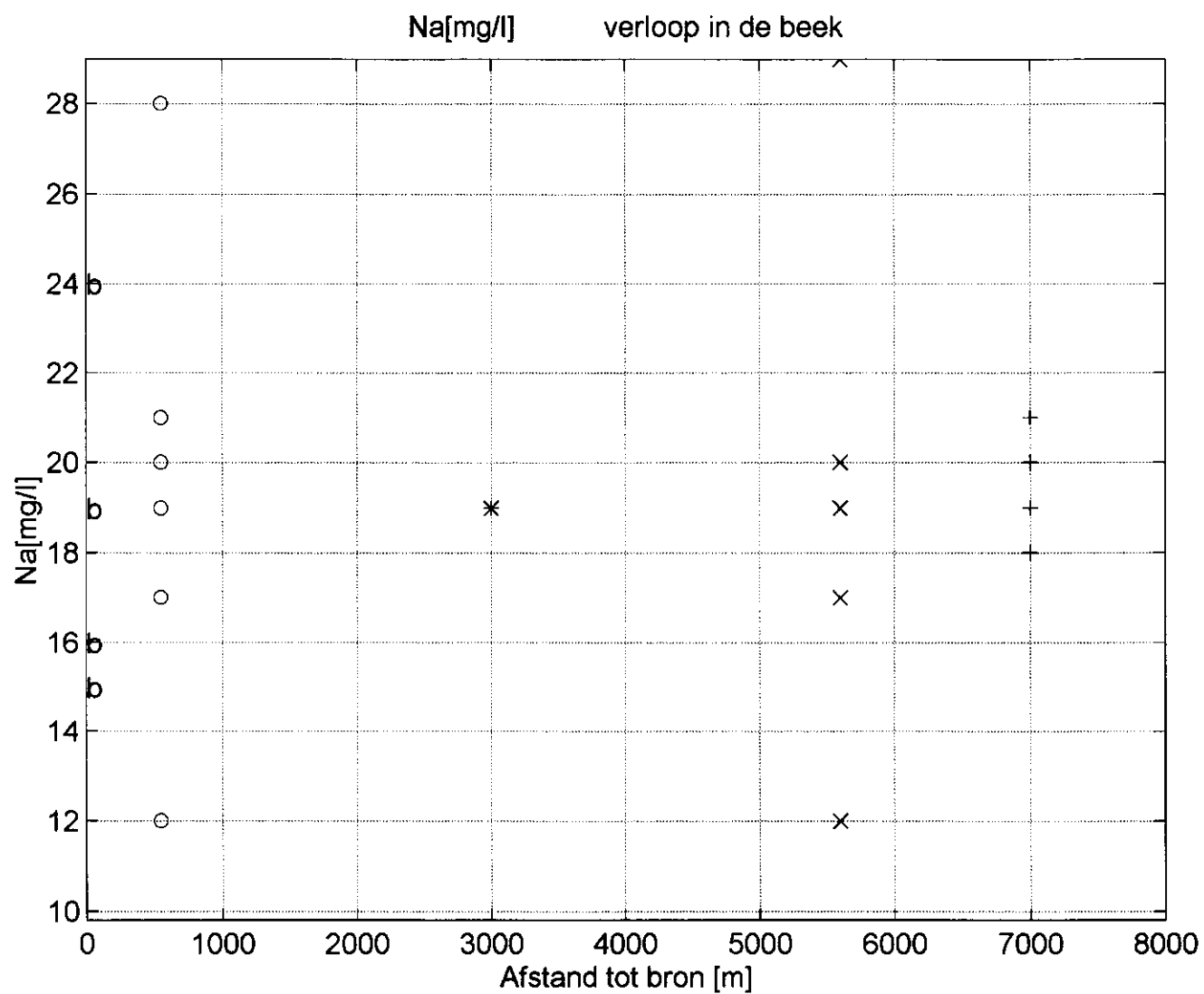


VII.14

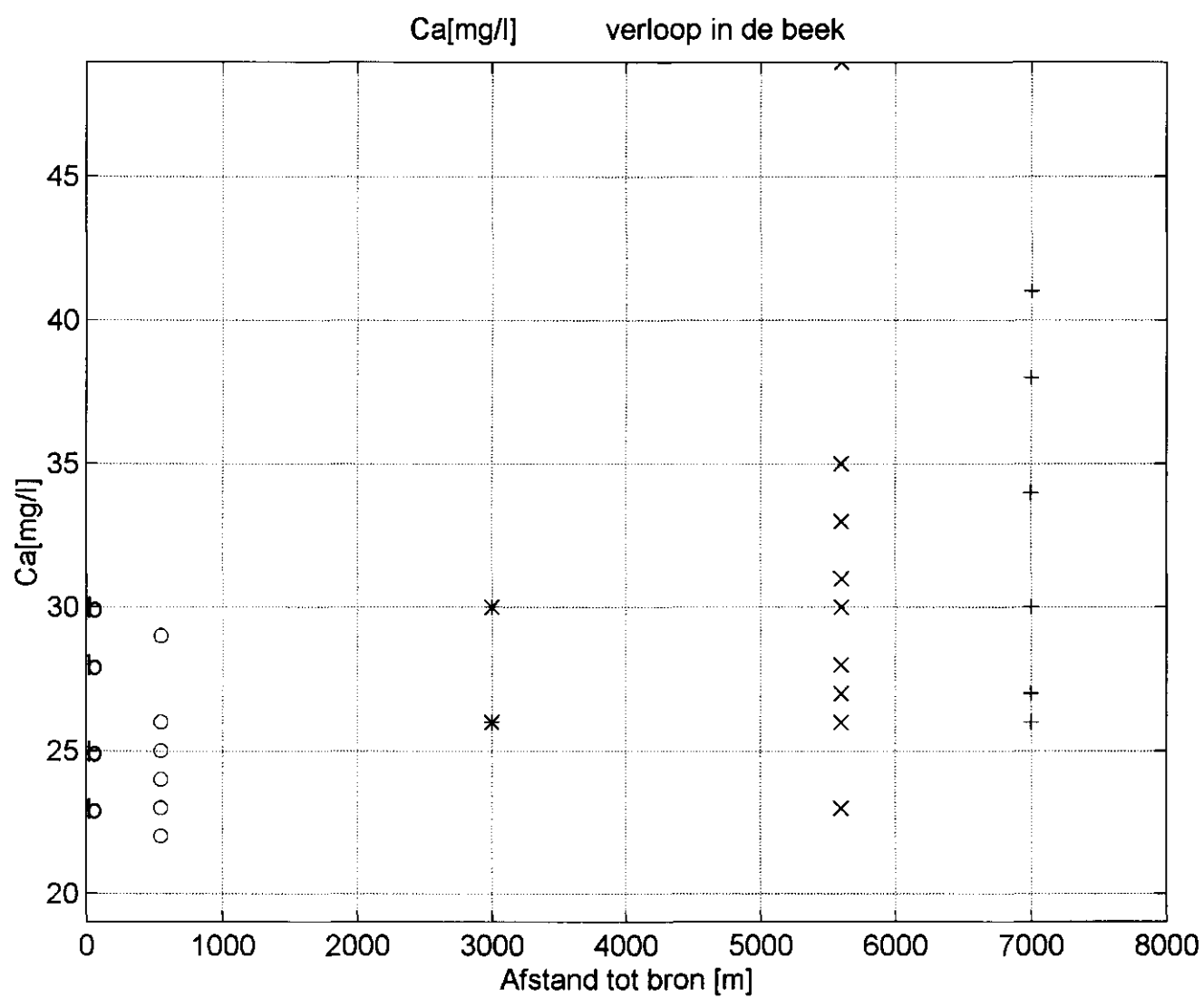


VII.15

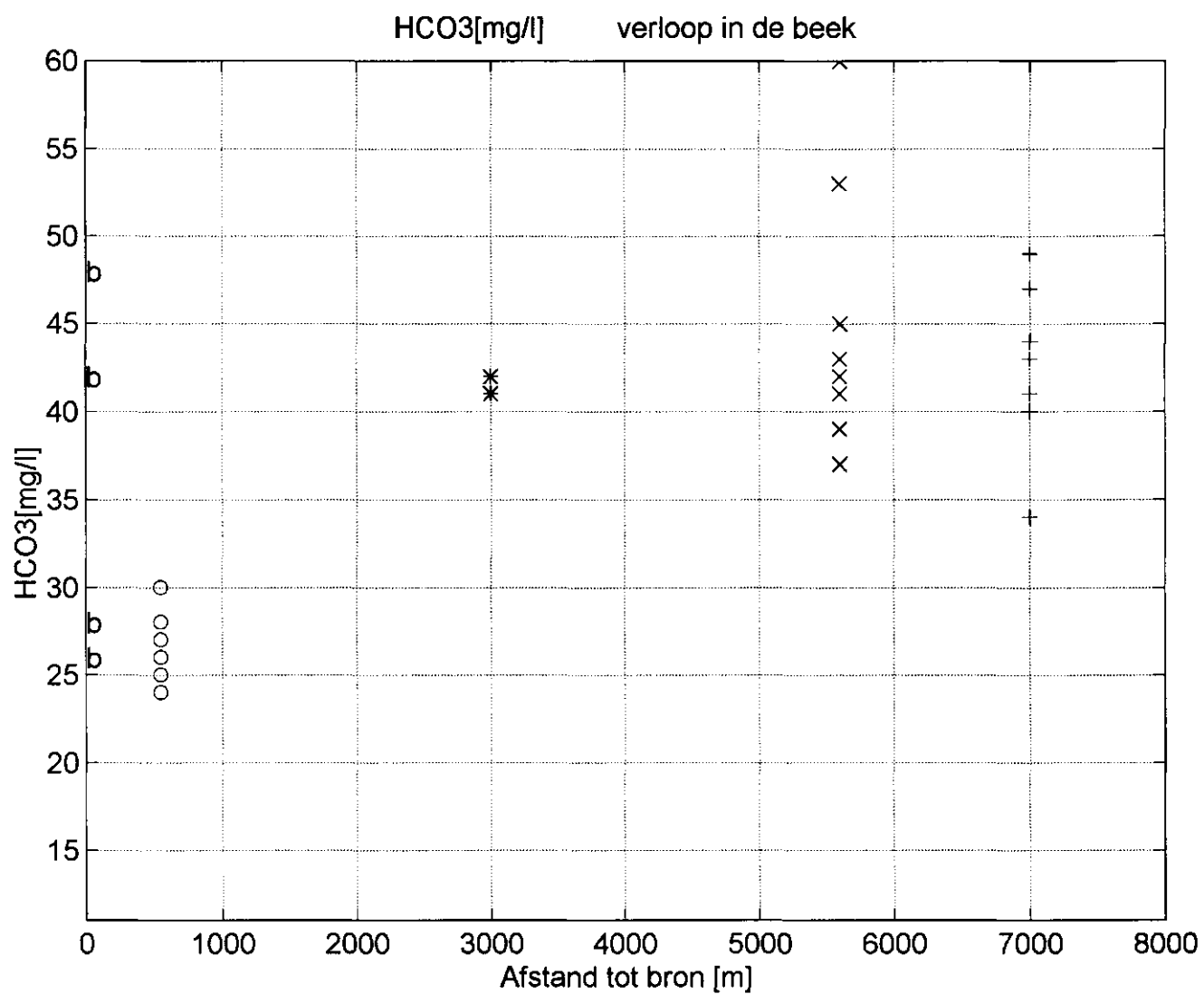


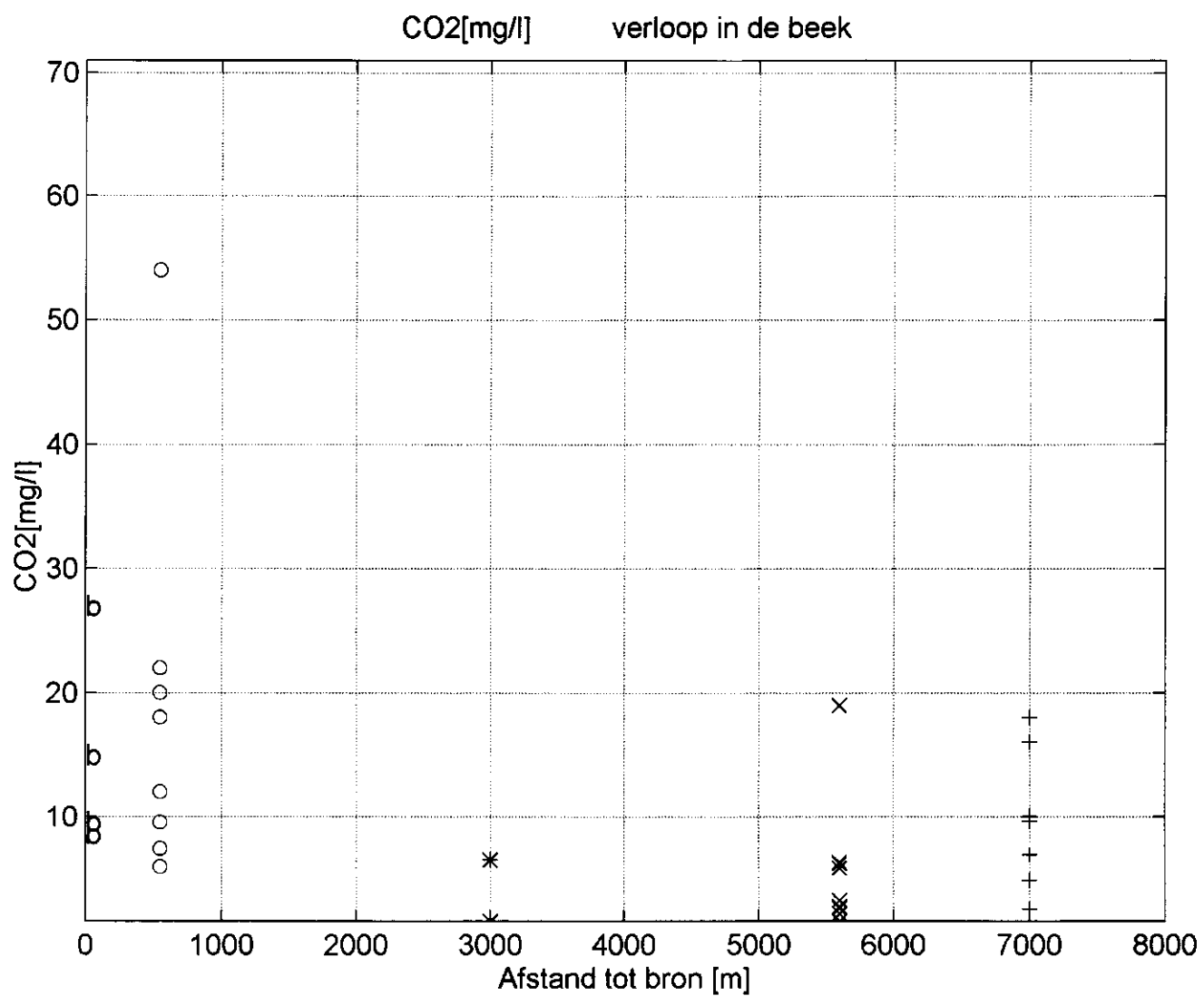


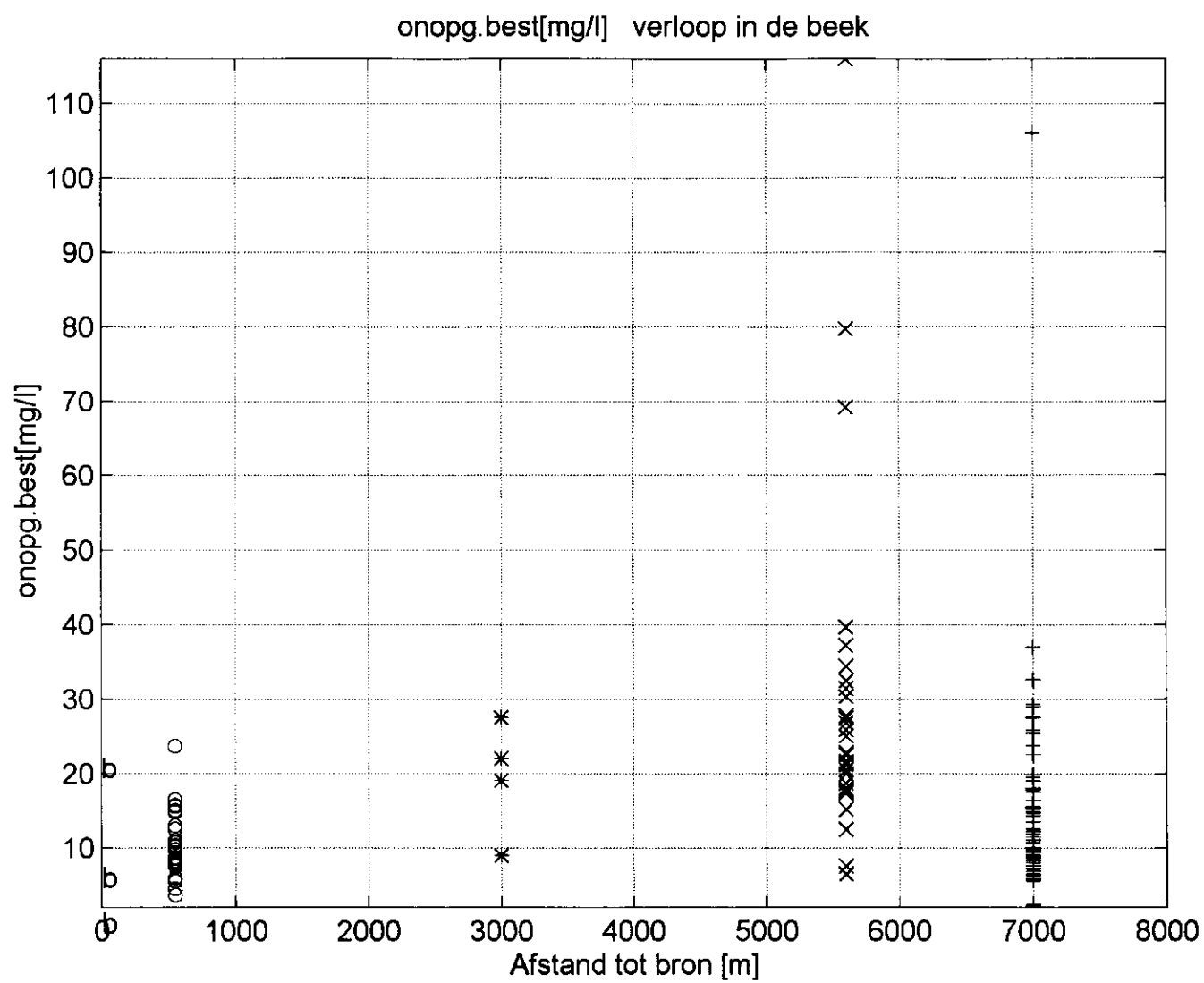
VII.17

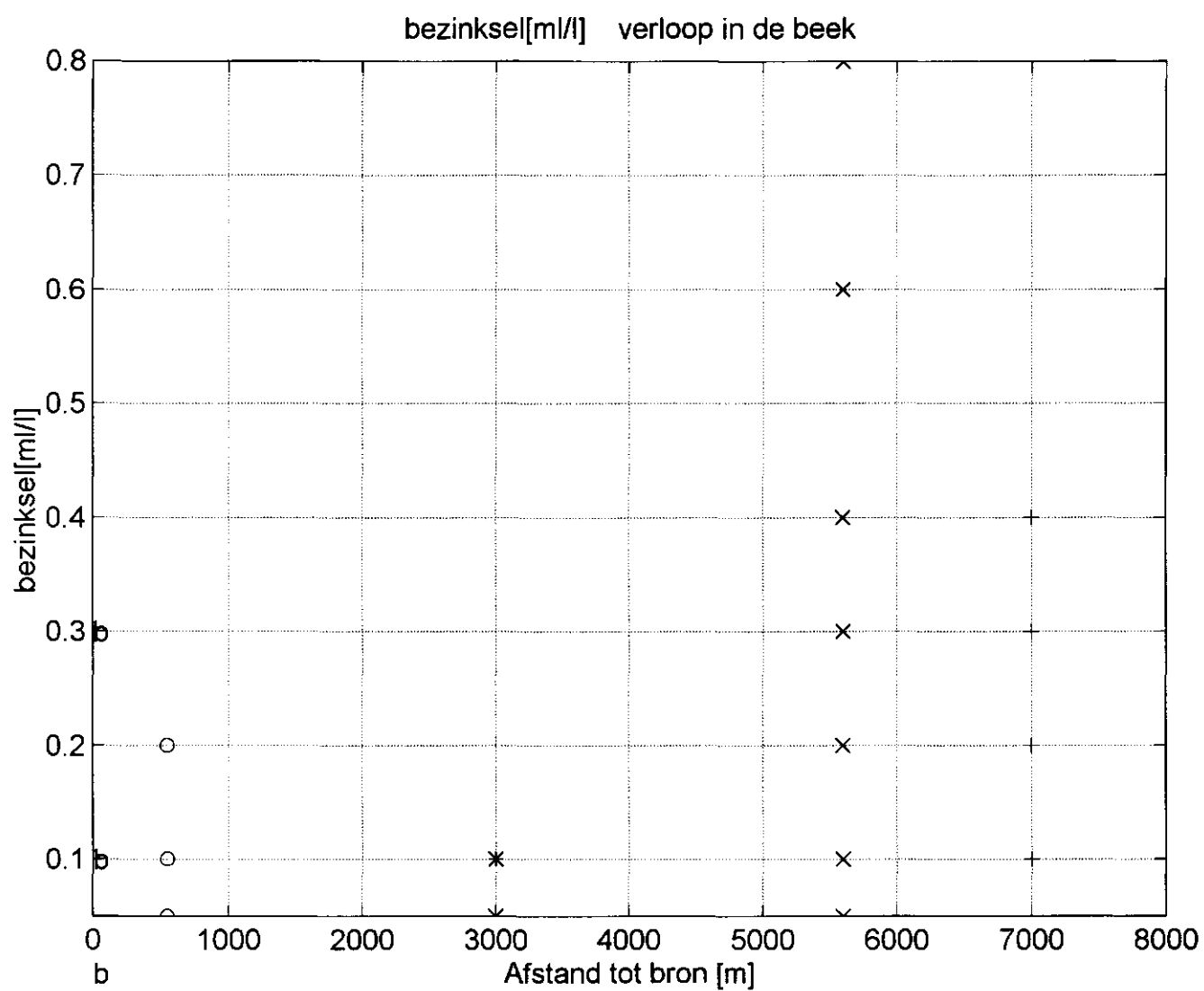


VII.18



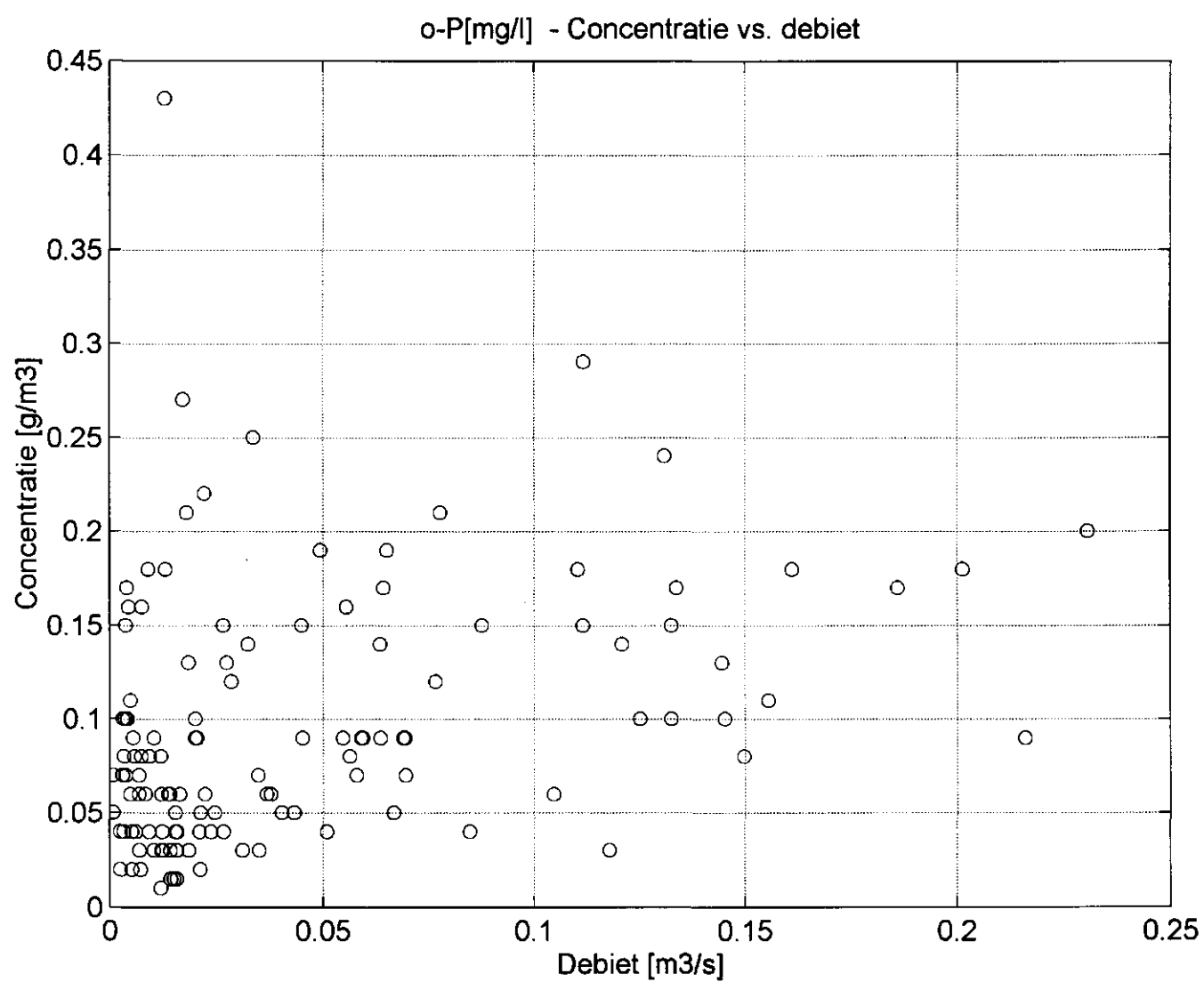




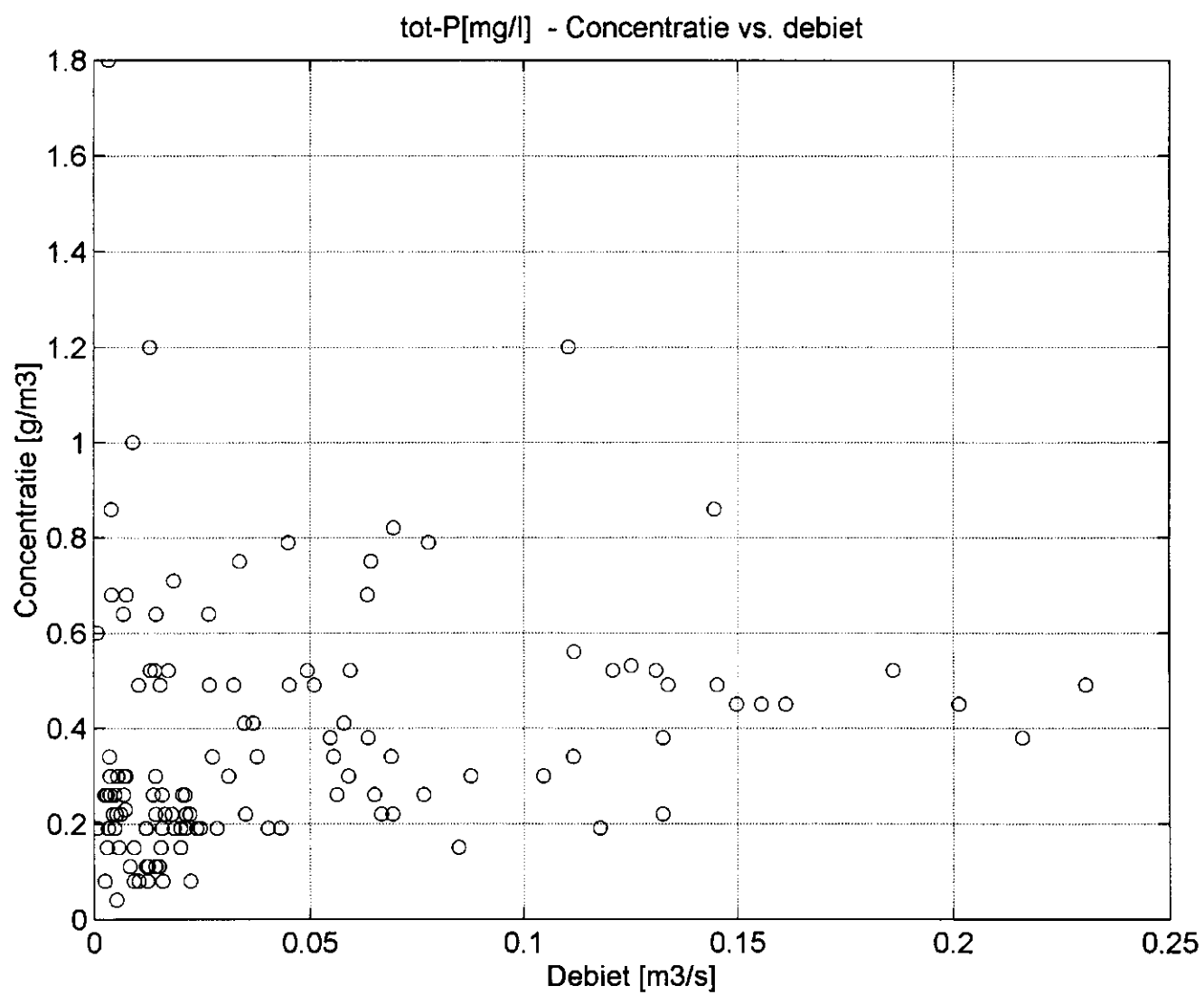


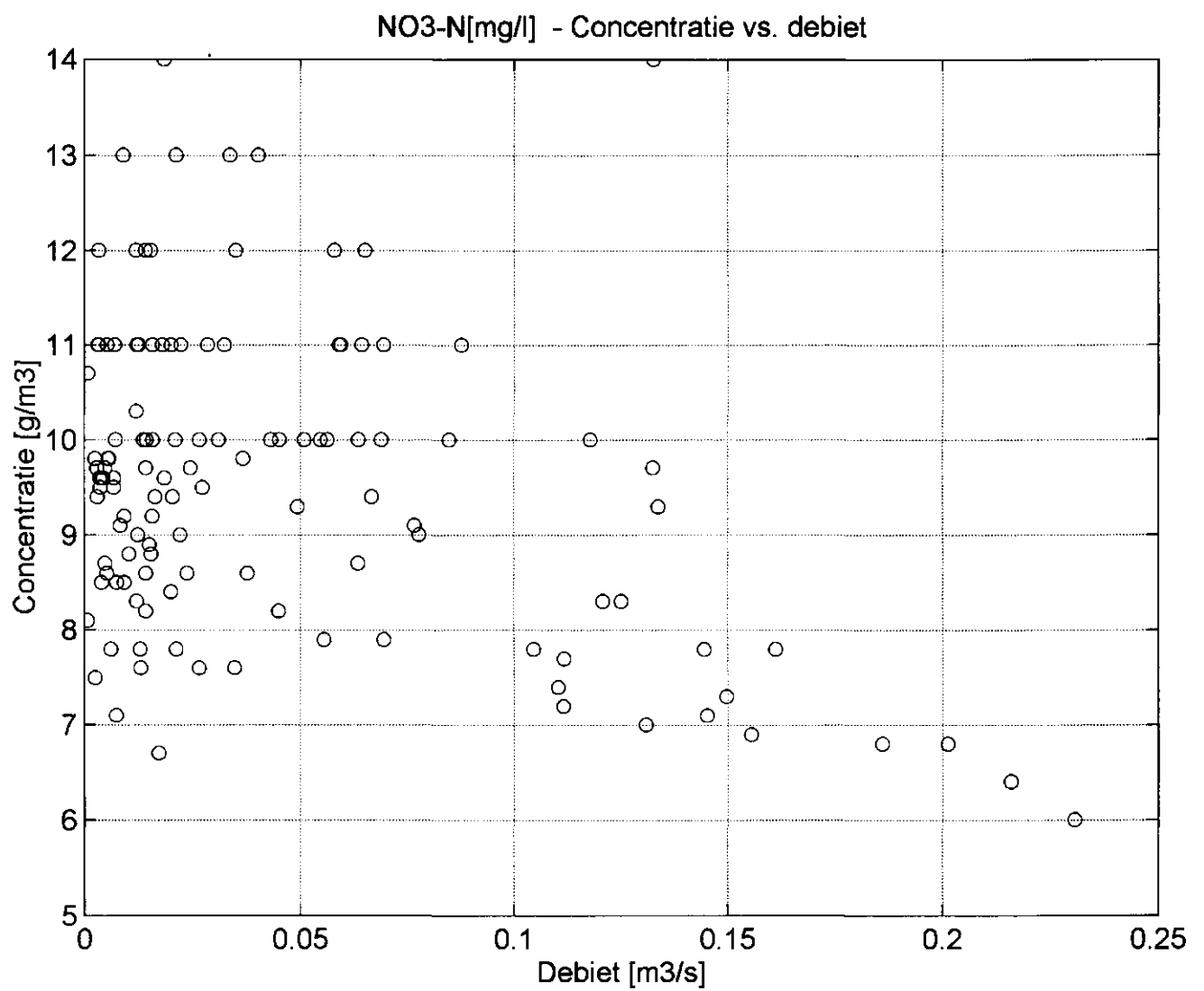
VII.22

Bijlage VIII
Concentratie tegen debiet

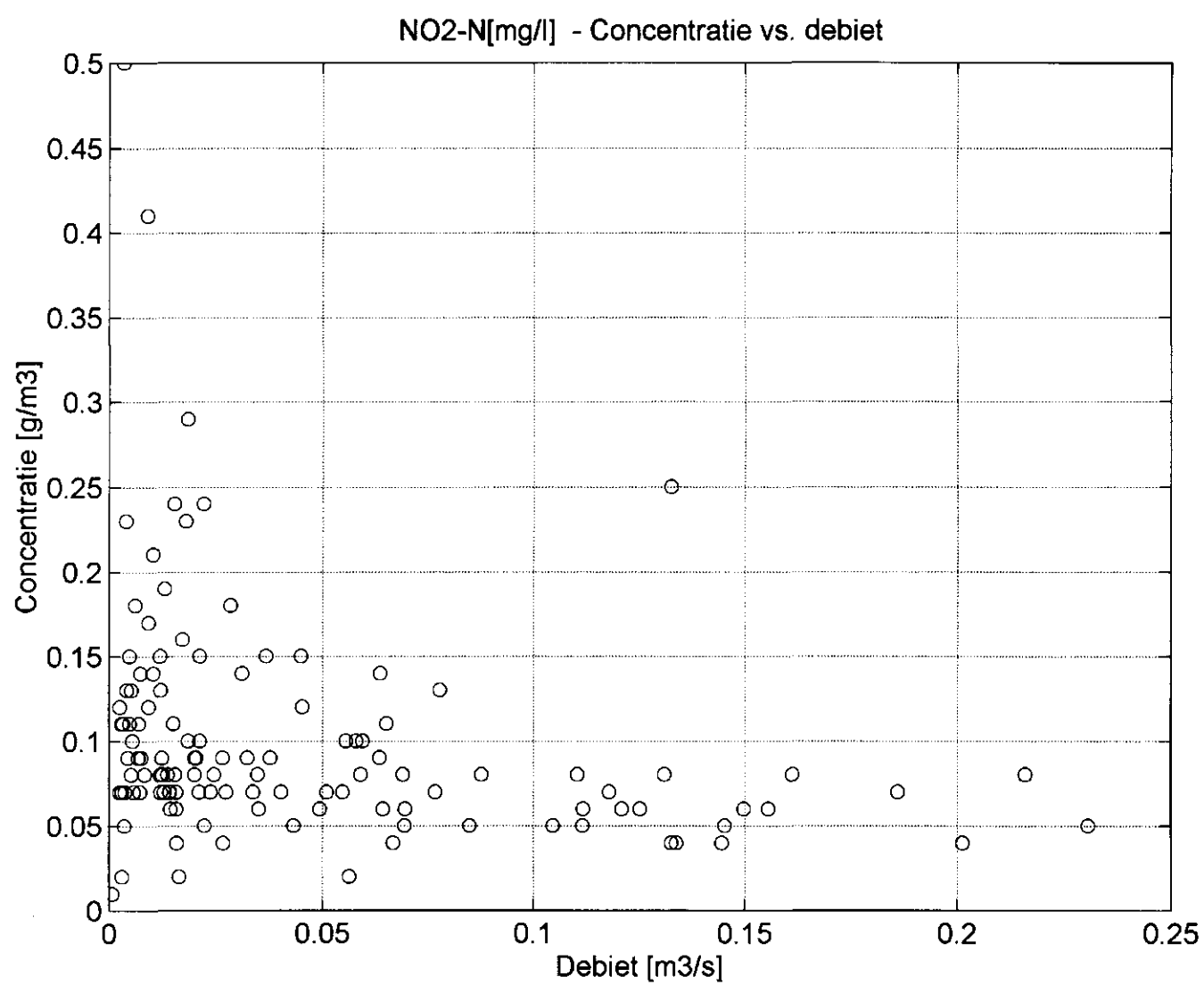


VIII.1

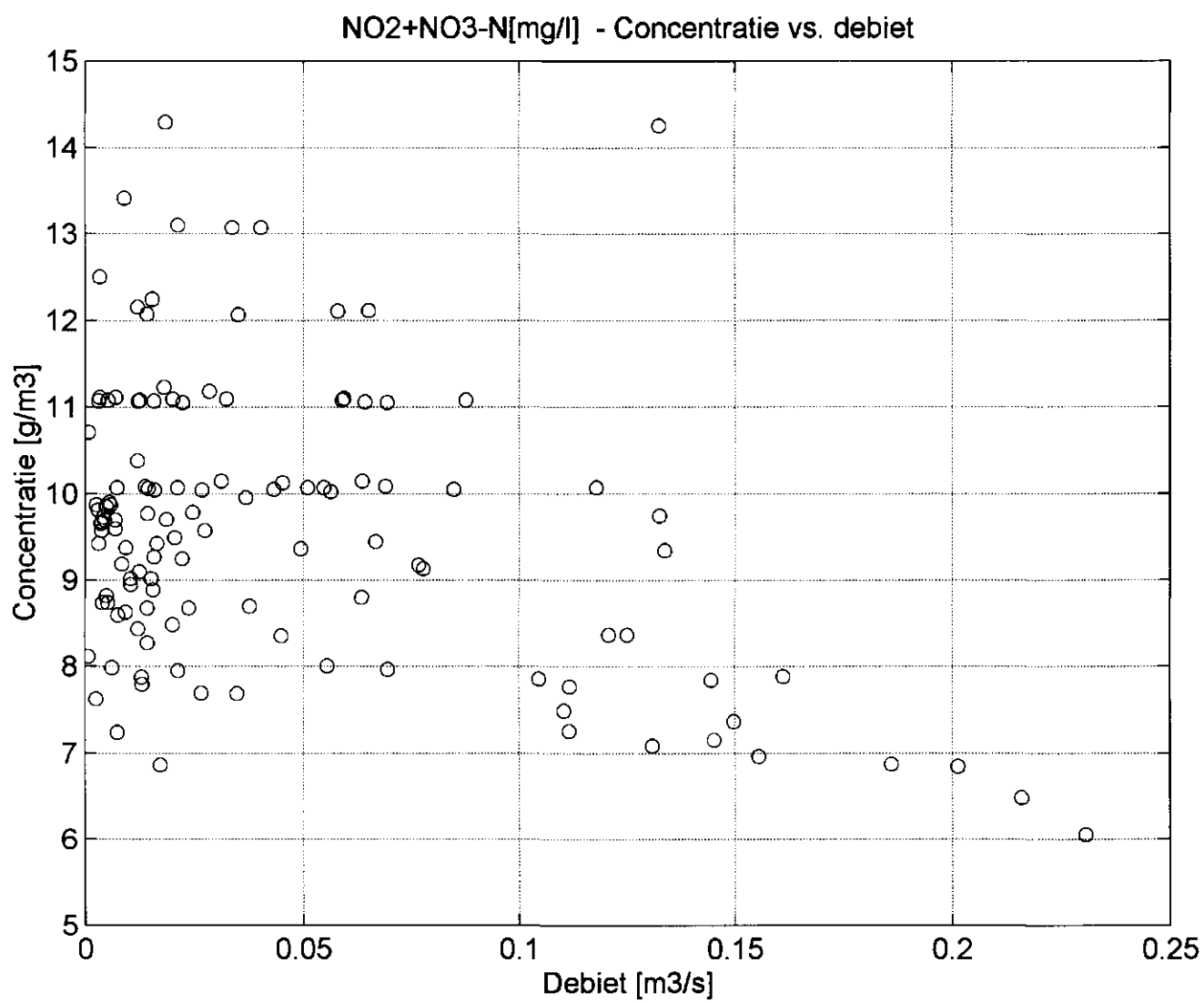




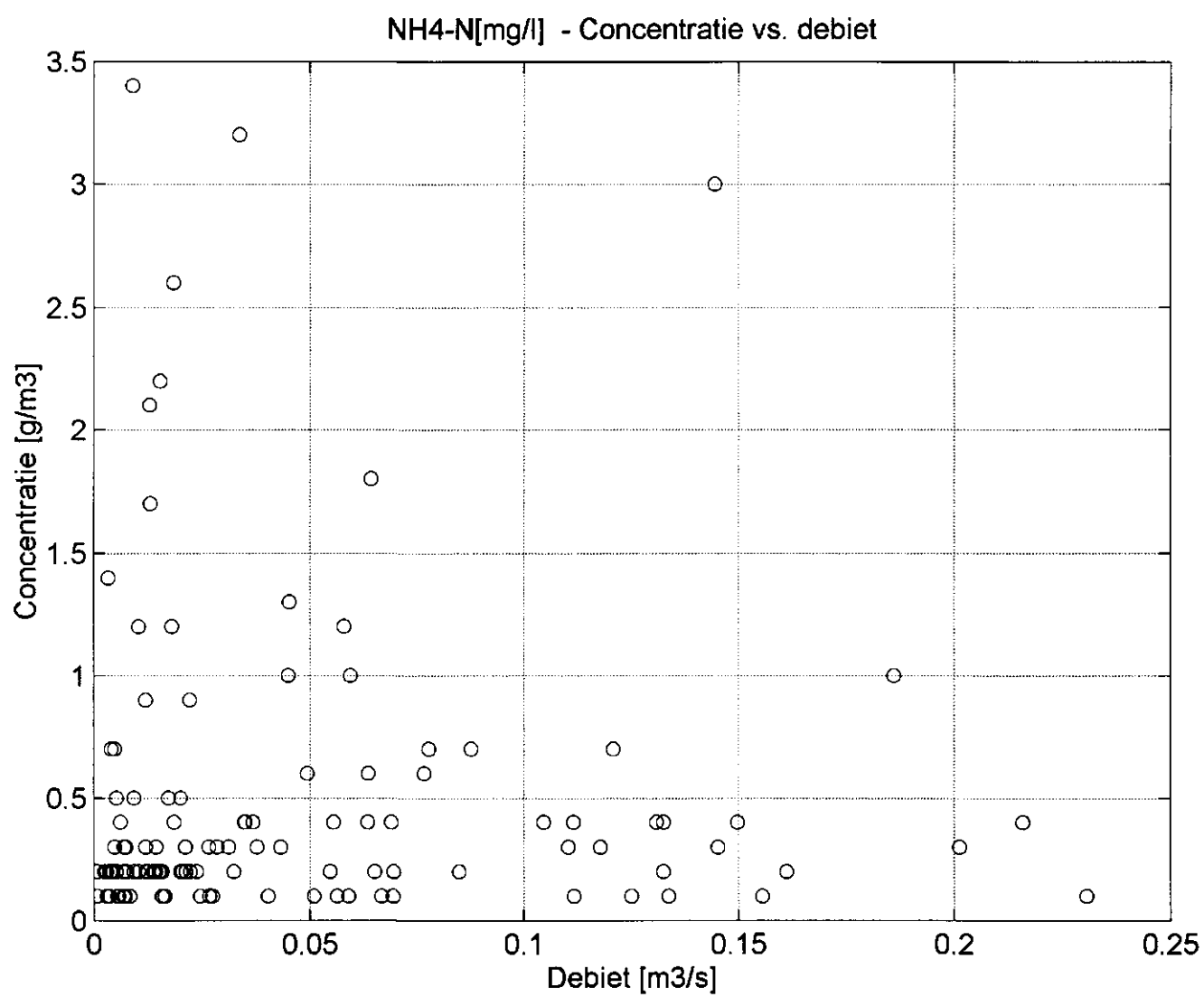
VIII.3



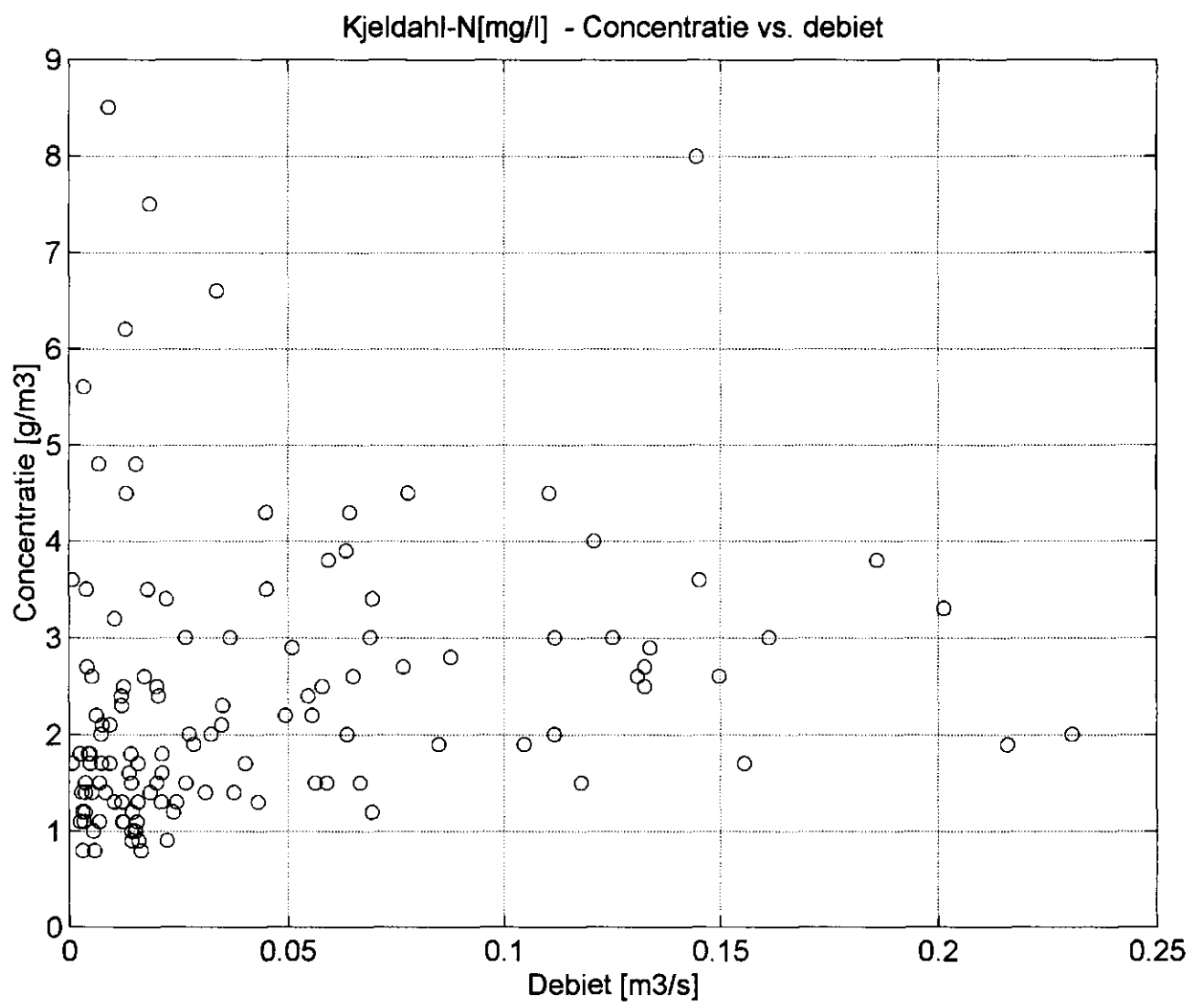
VIII.4

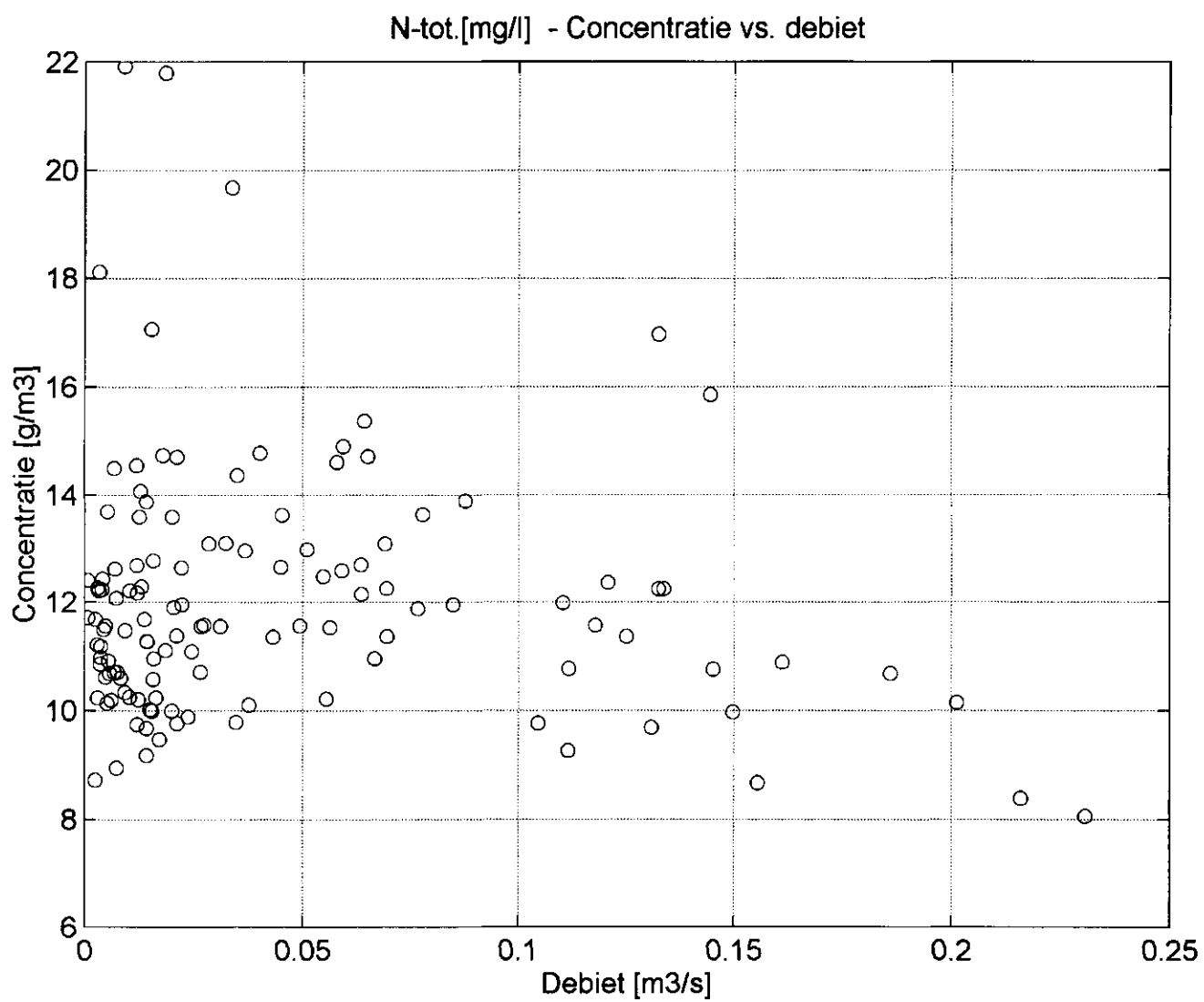


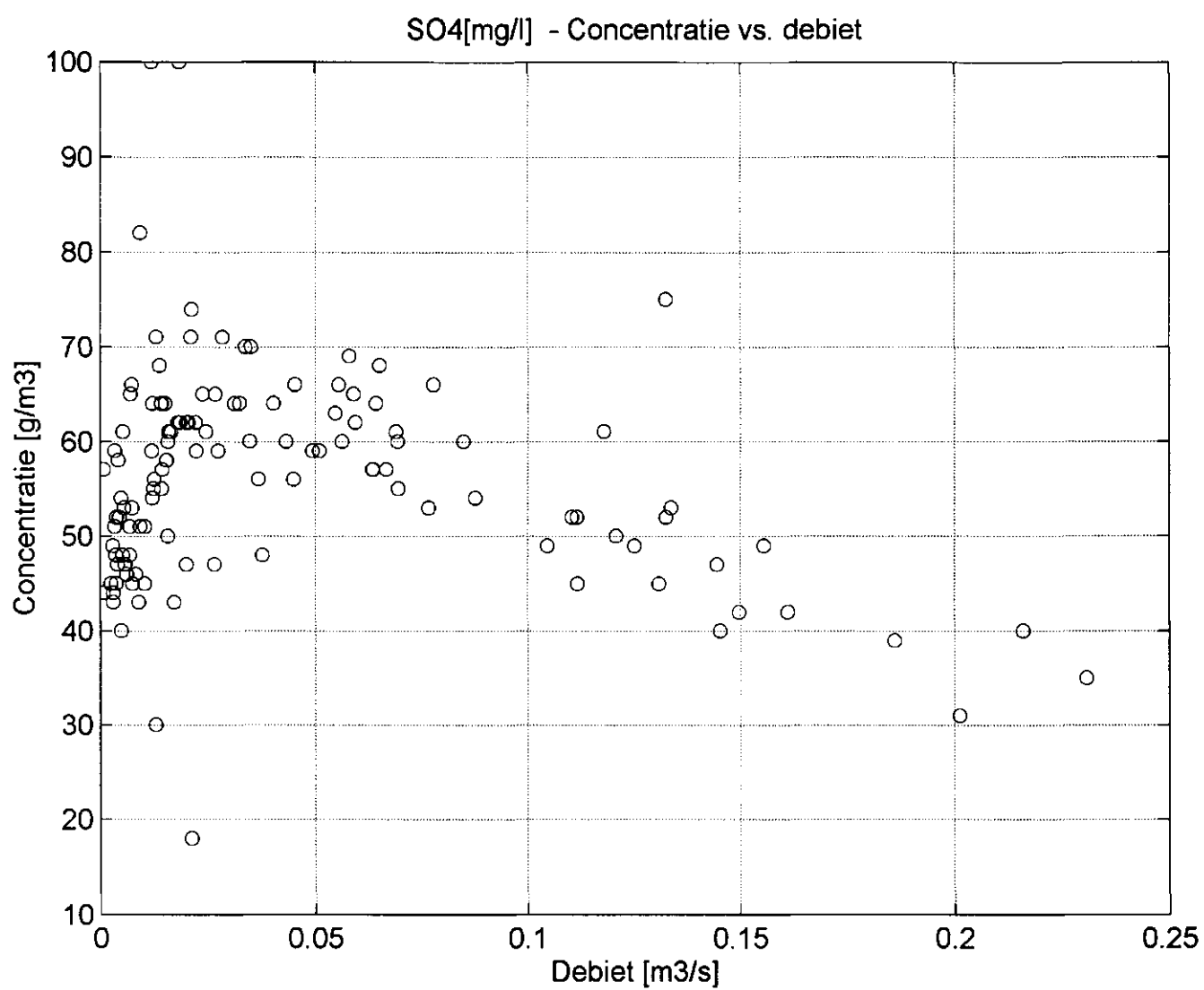
VIII.5

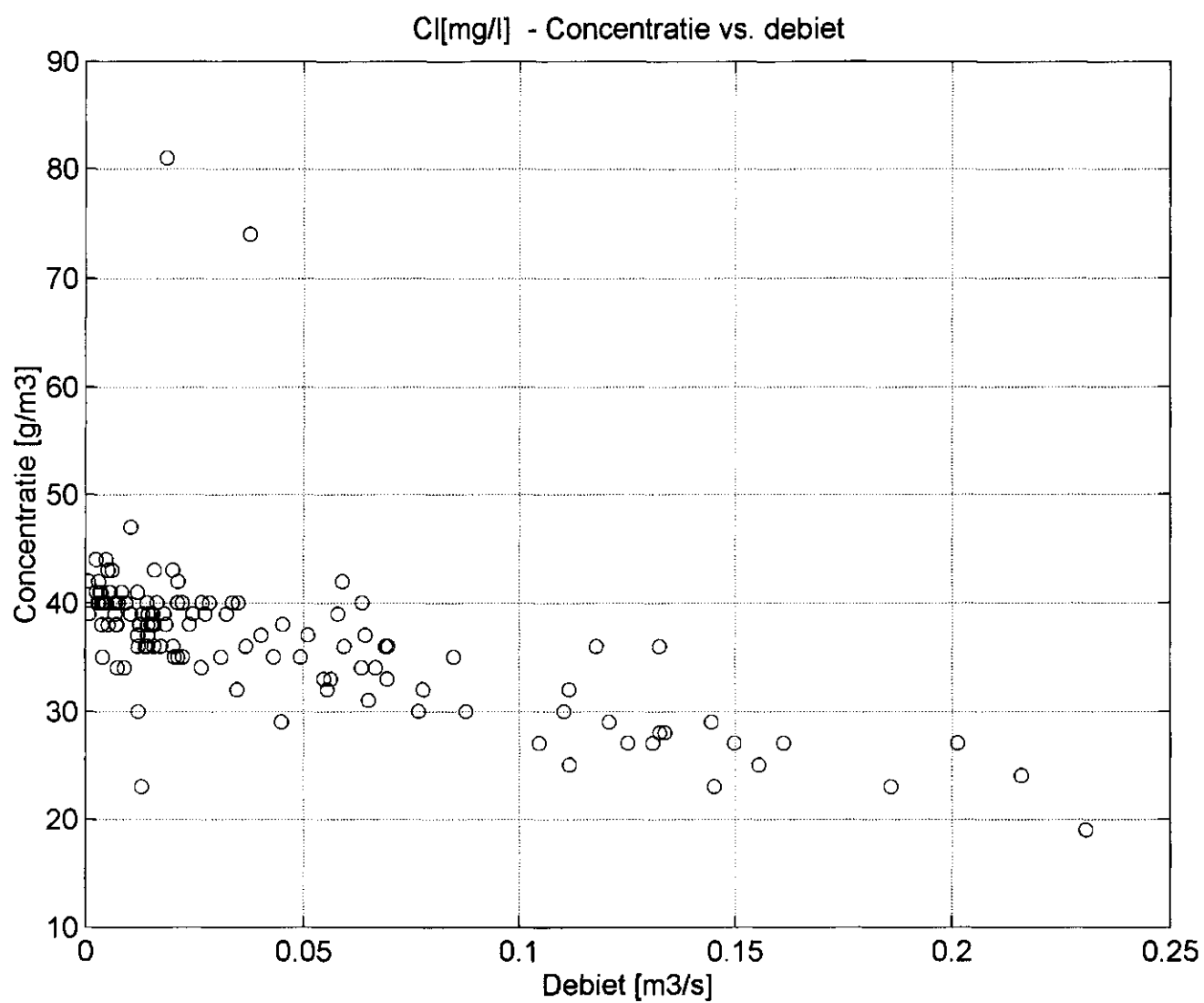


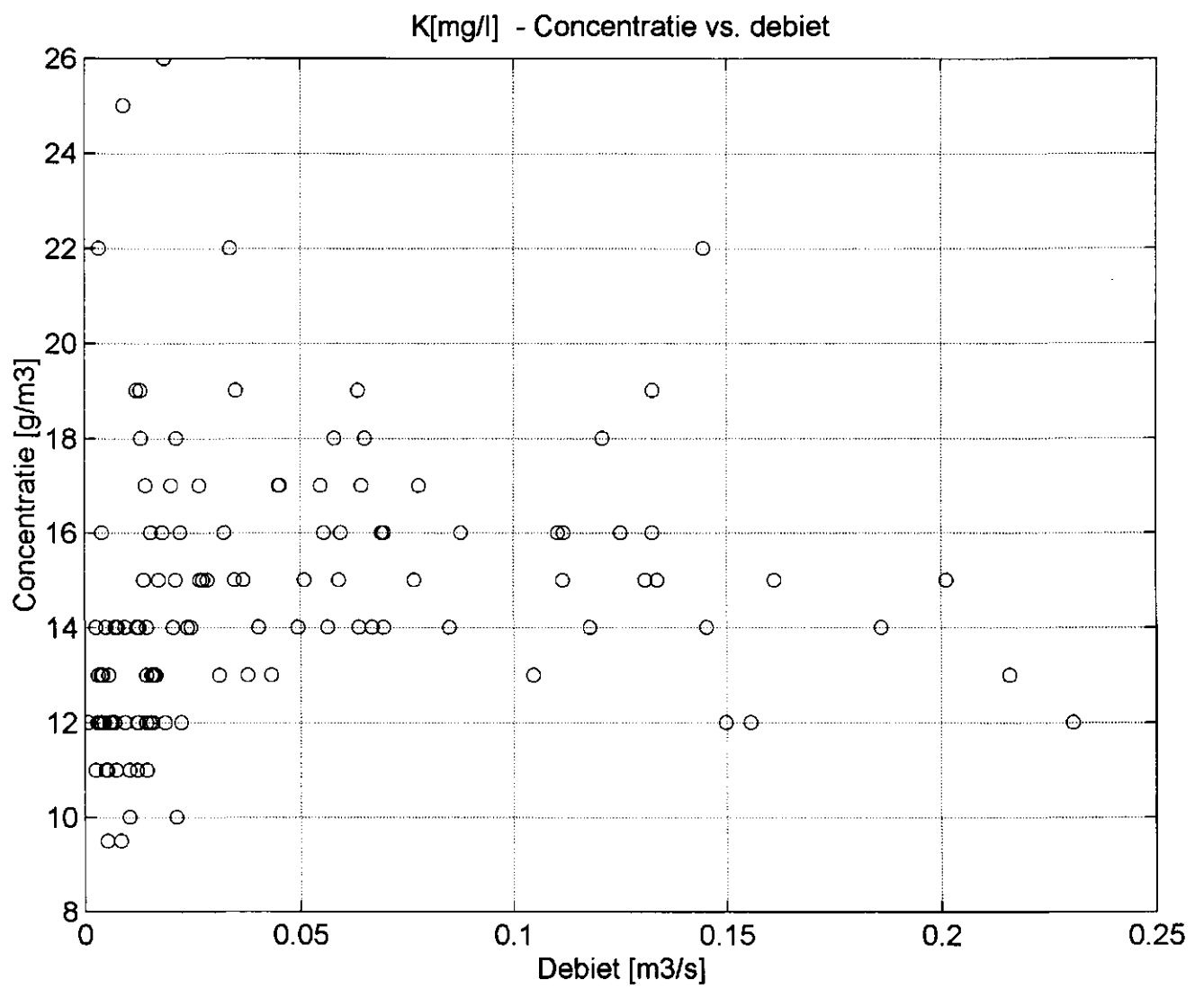
VIII.6



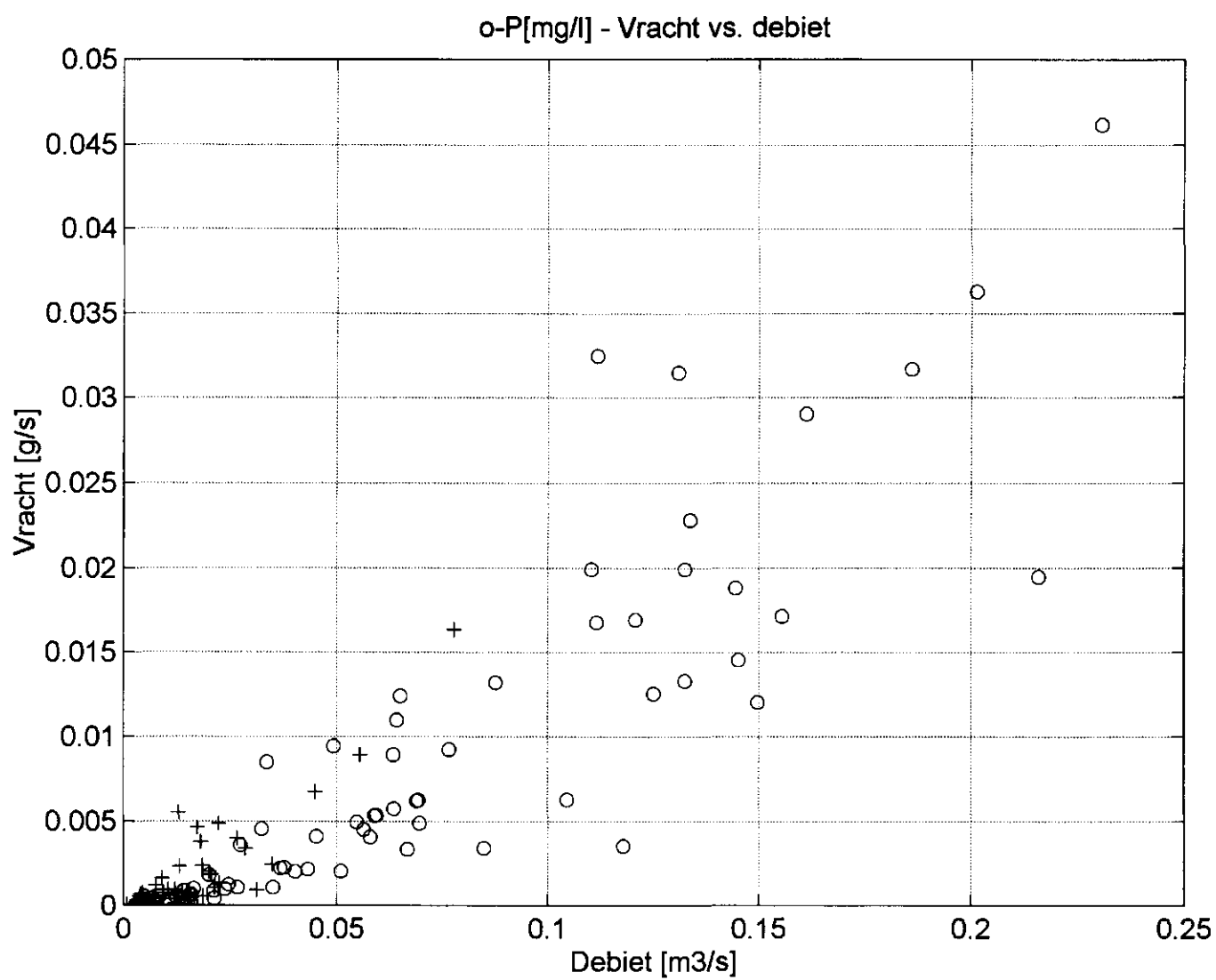




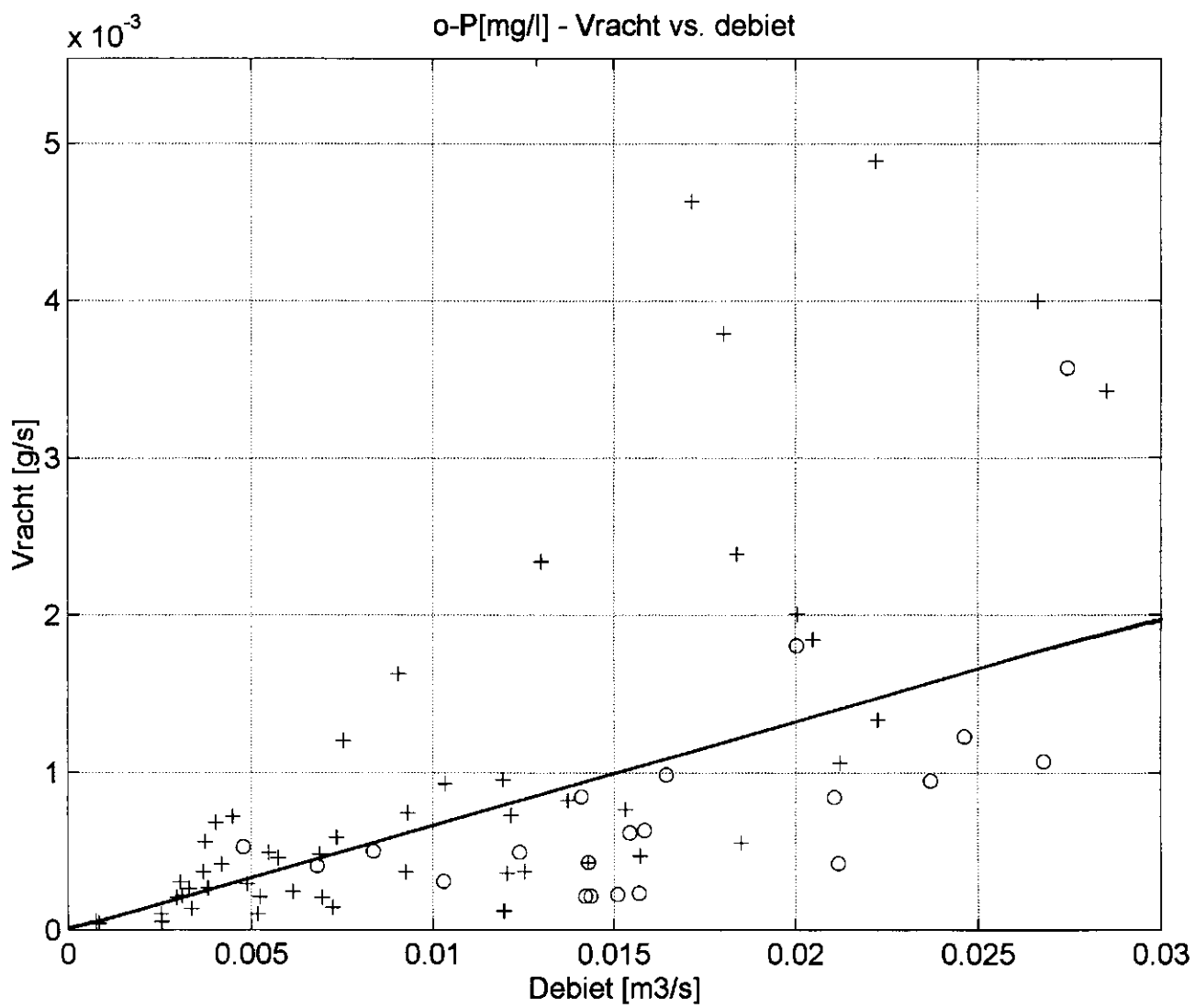




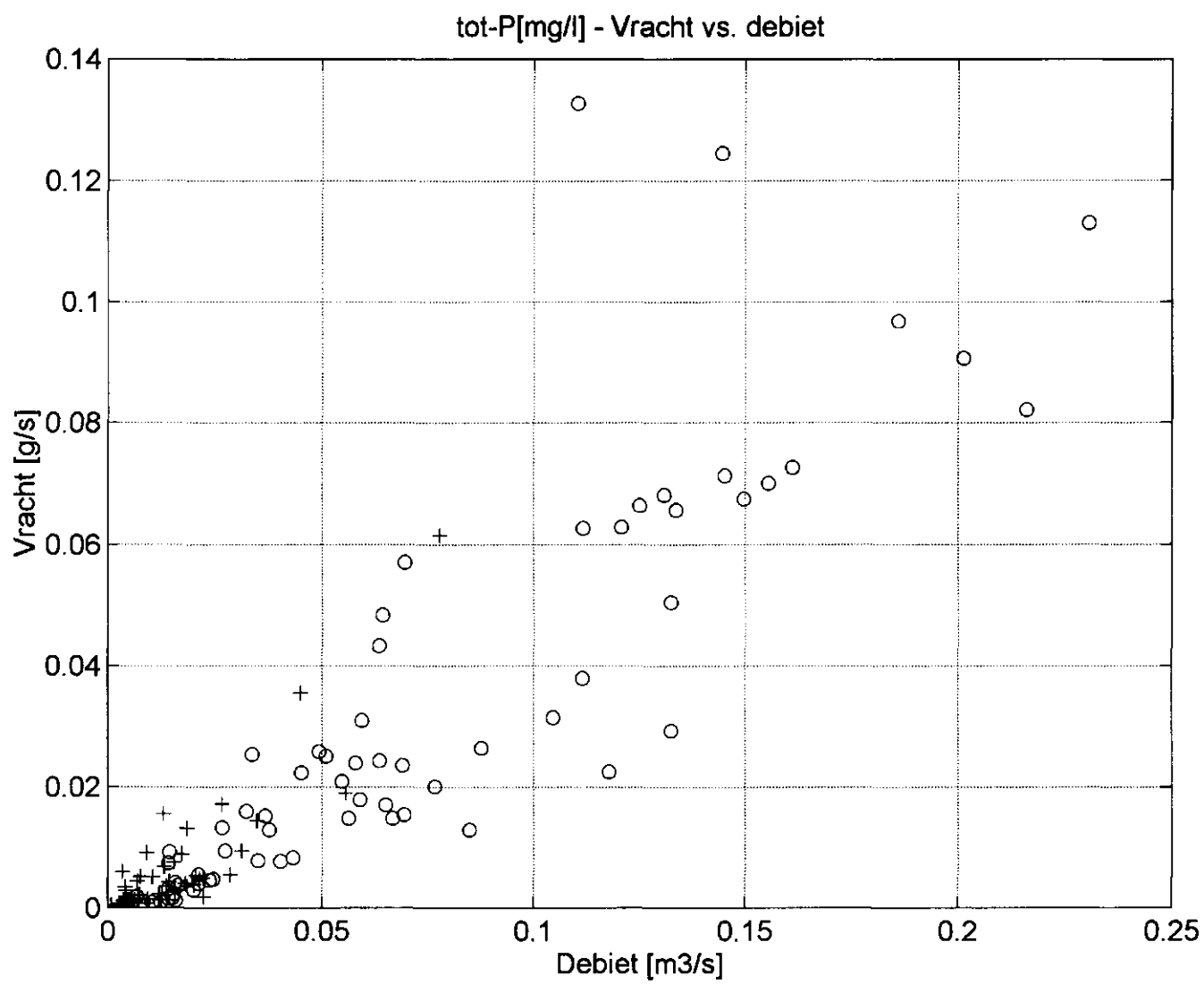
Bijlage IX
Vracht tegen debiet



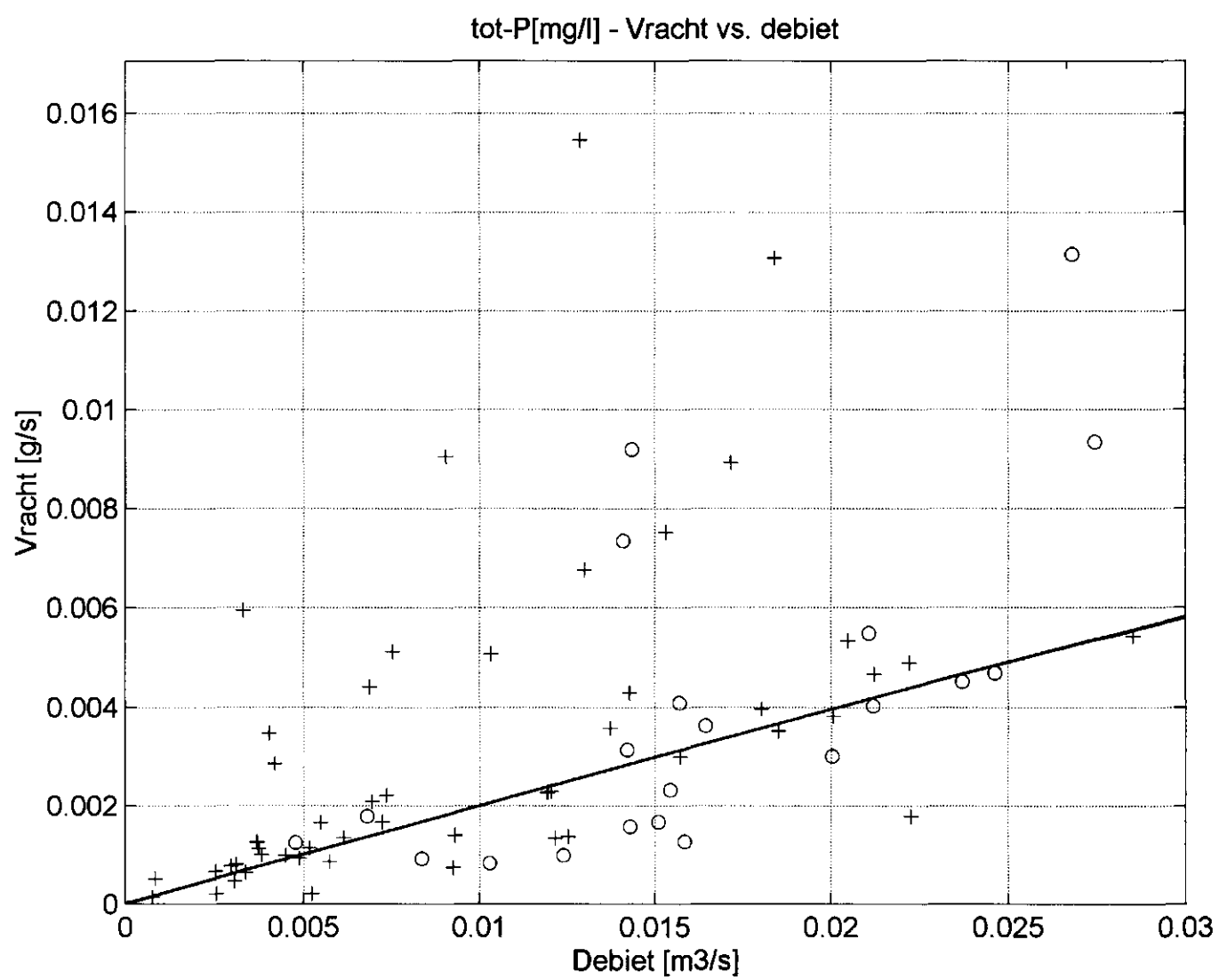
IX.1a



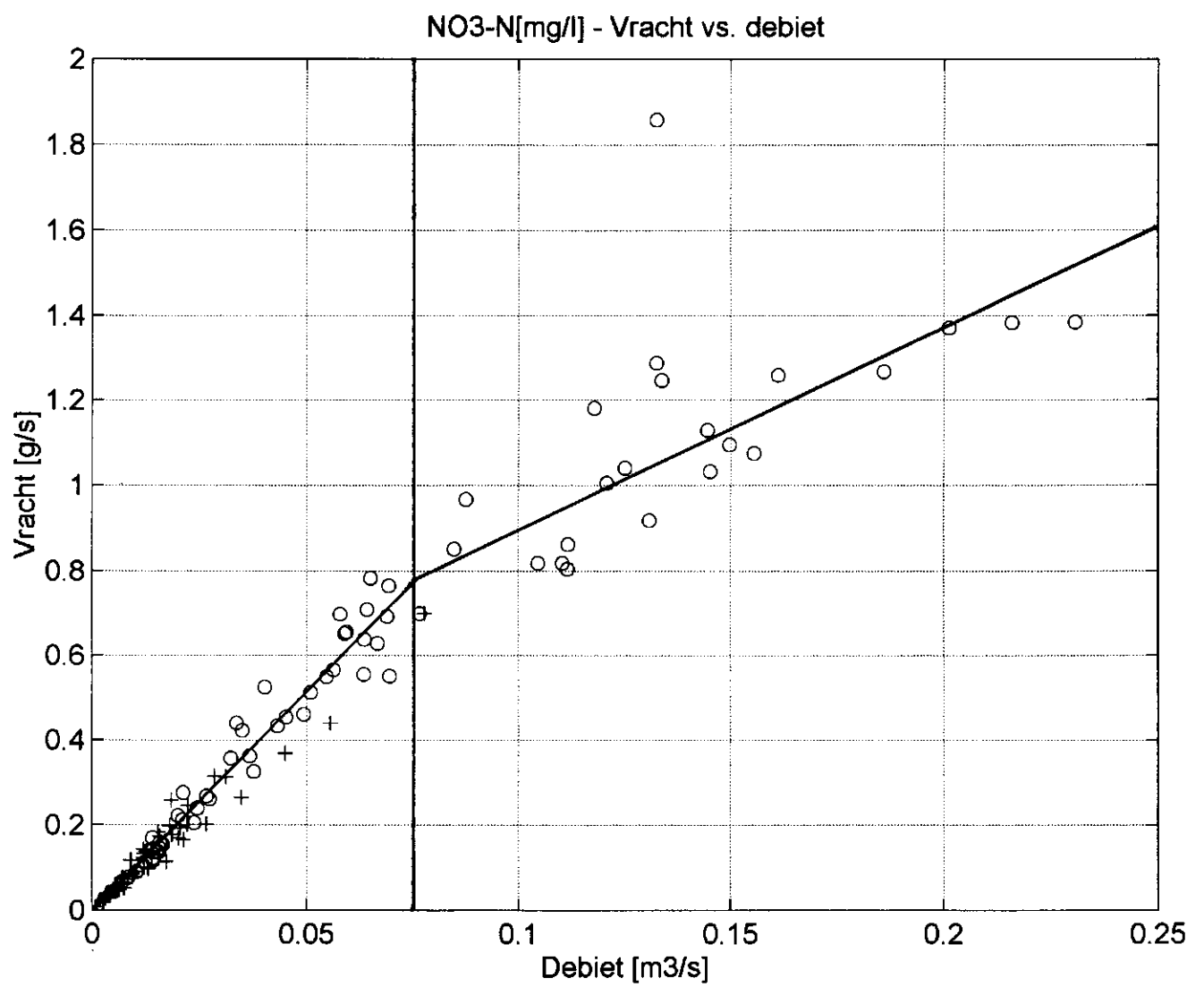
IX.1b



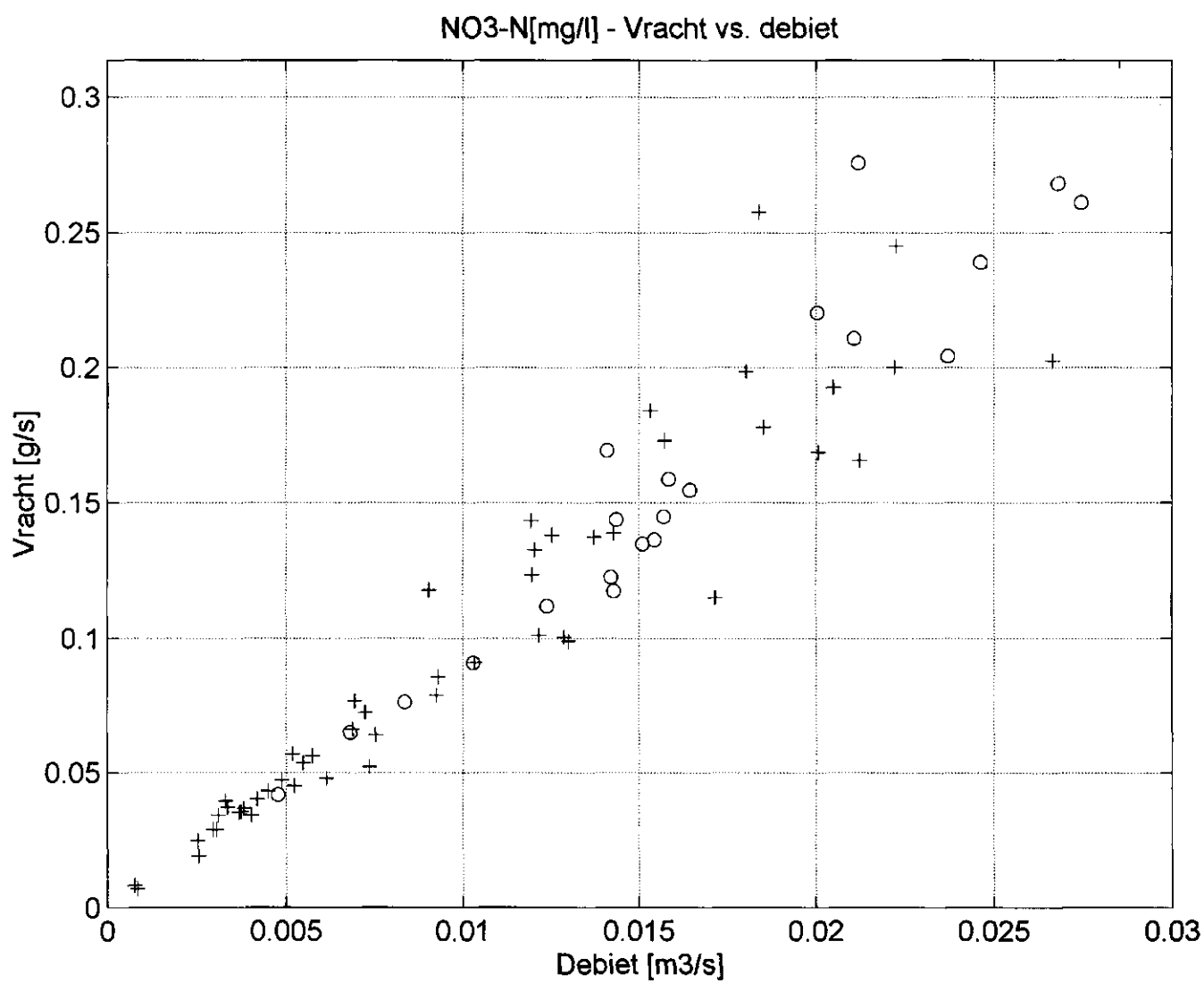
IX.2a



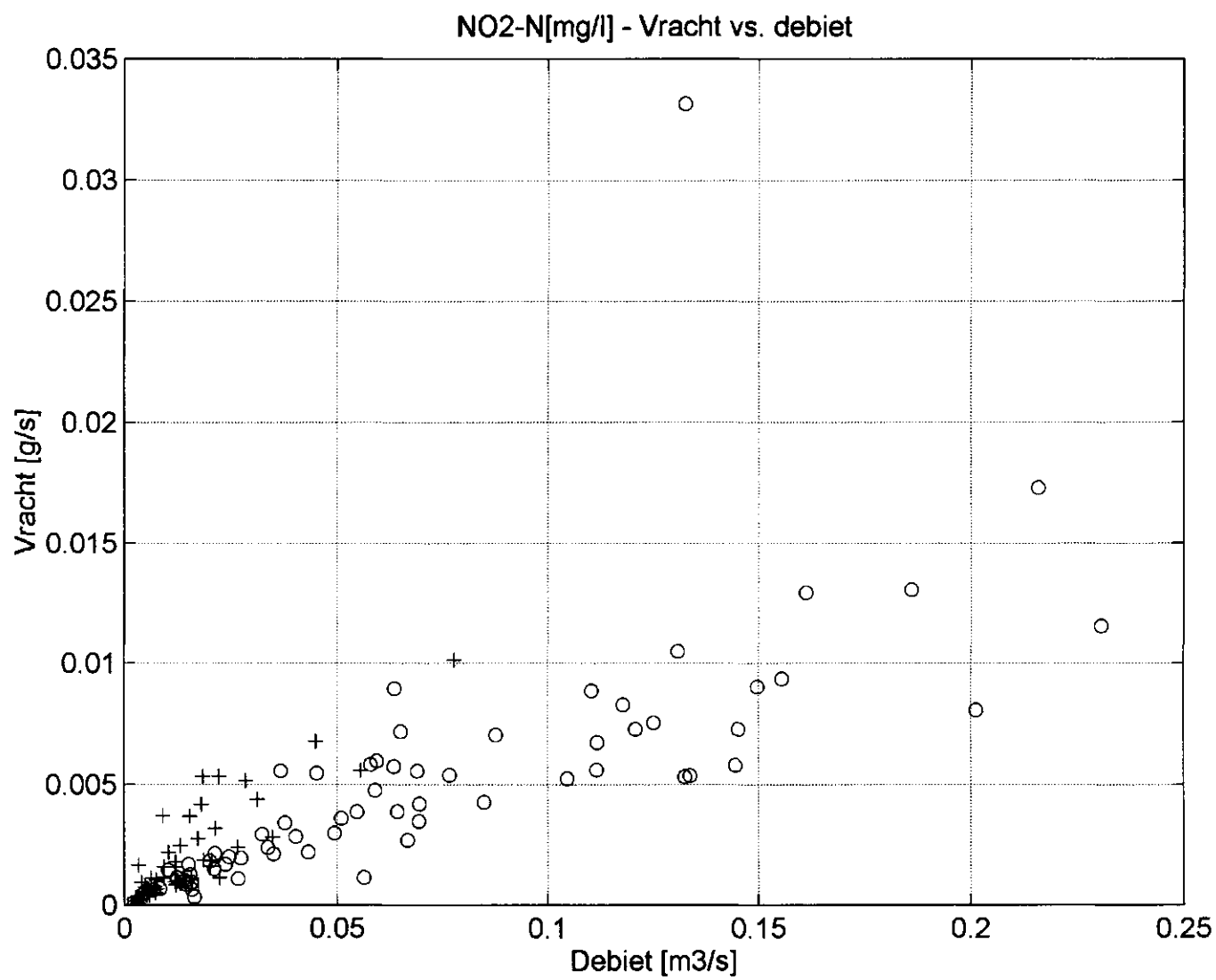
IX.2b



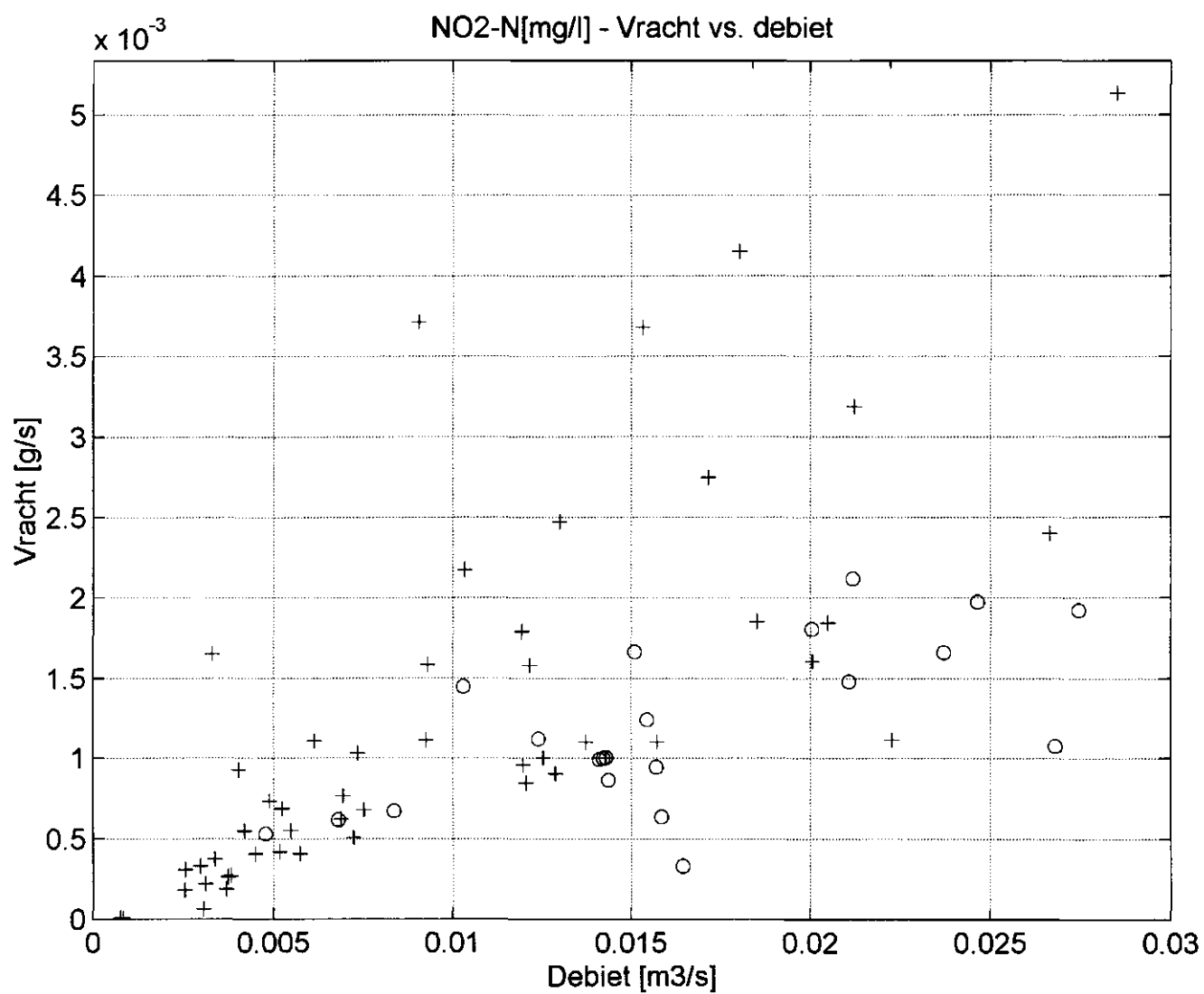
IX.3a



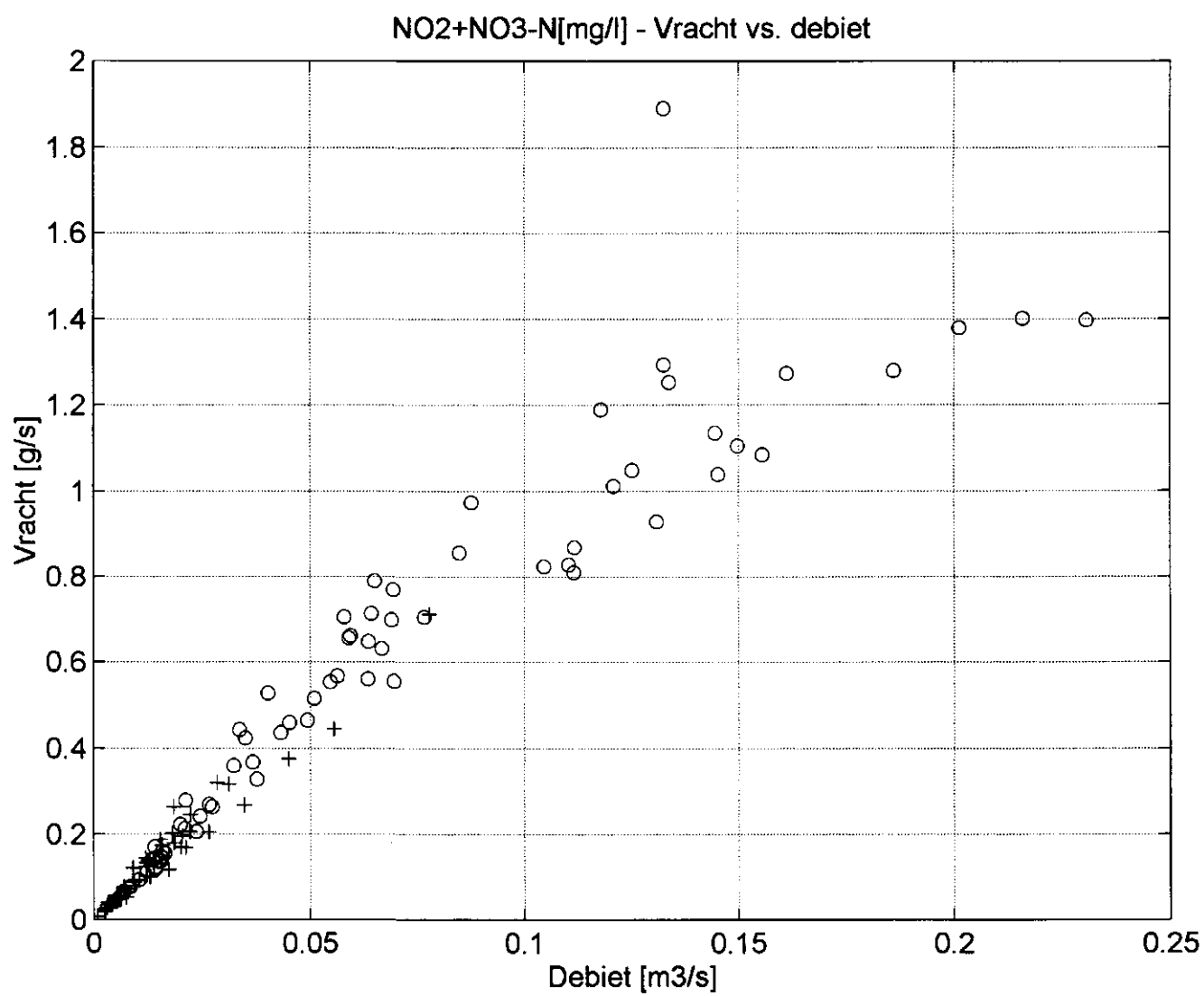
IX.3b



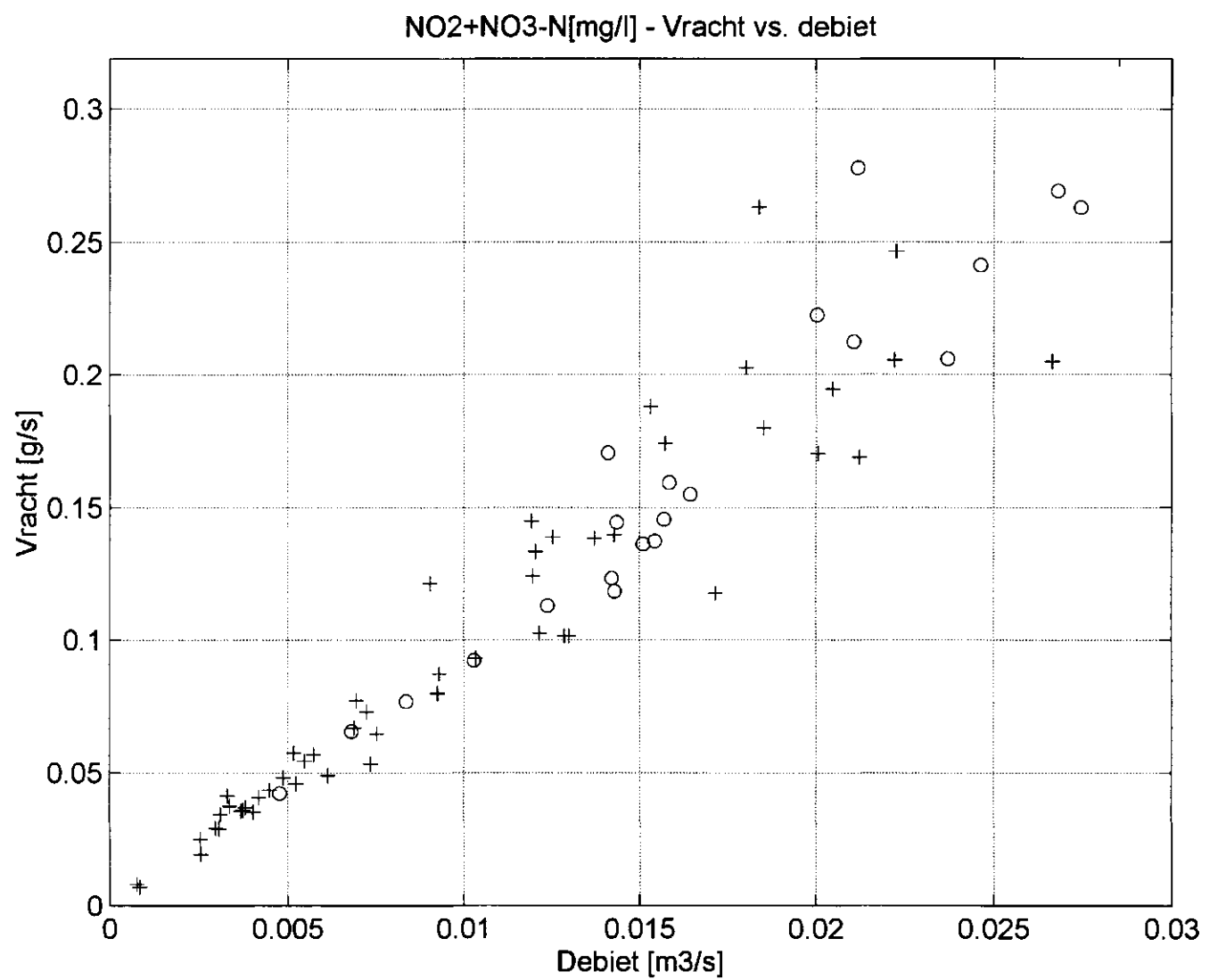
IX.4a



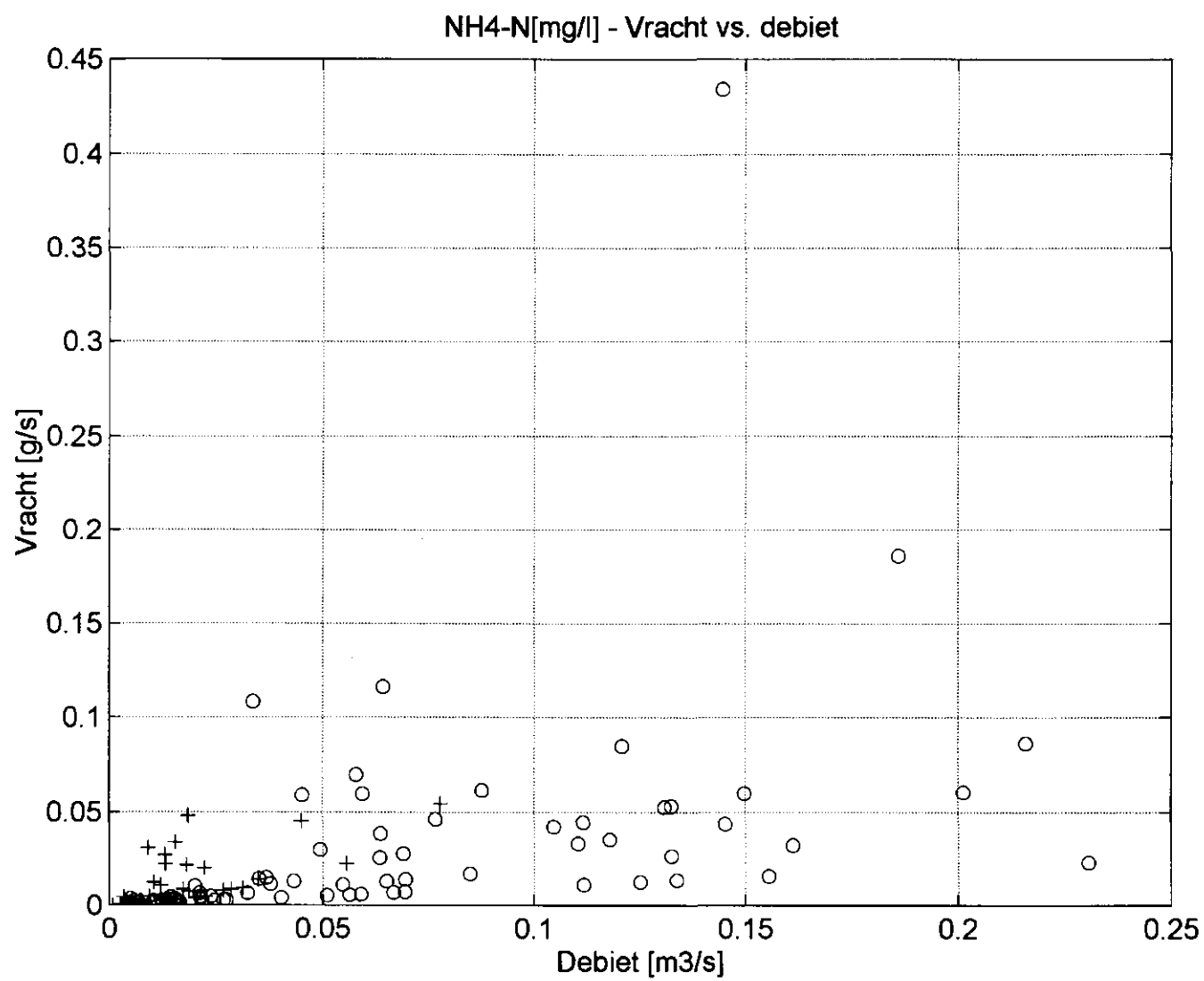
IX.4b



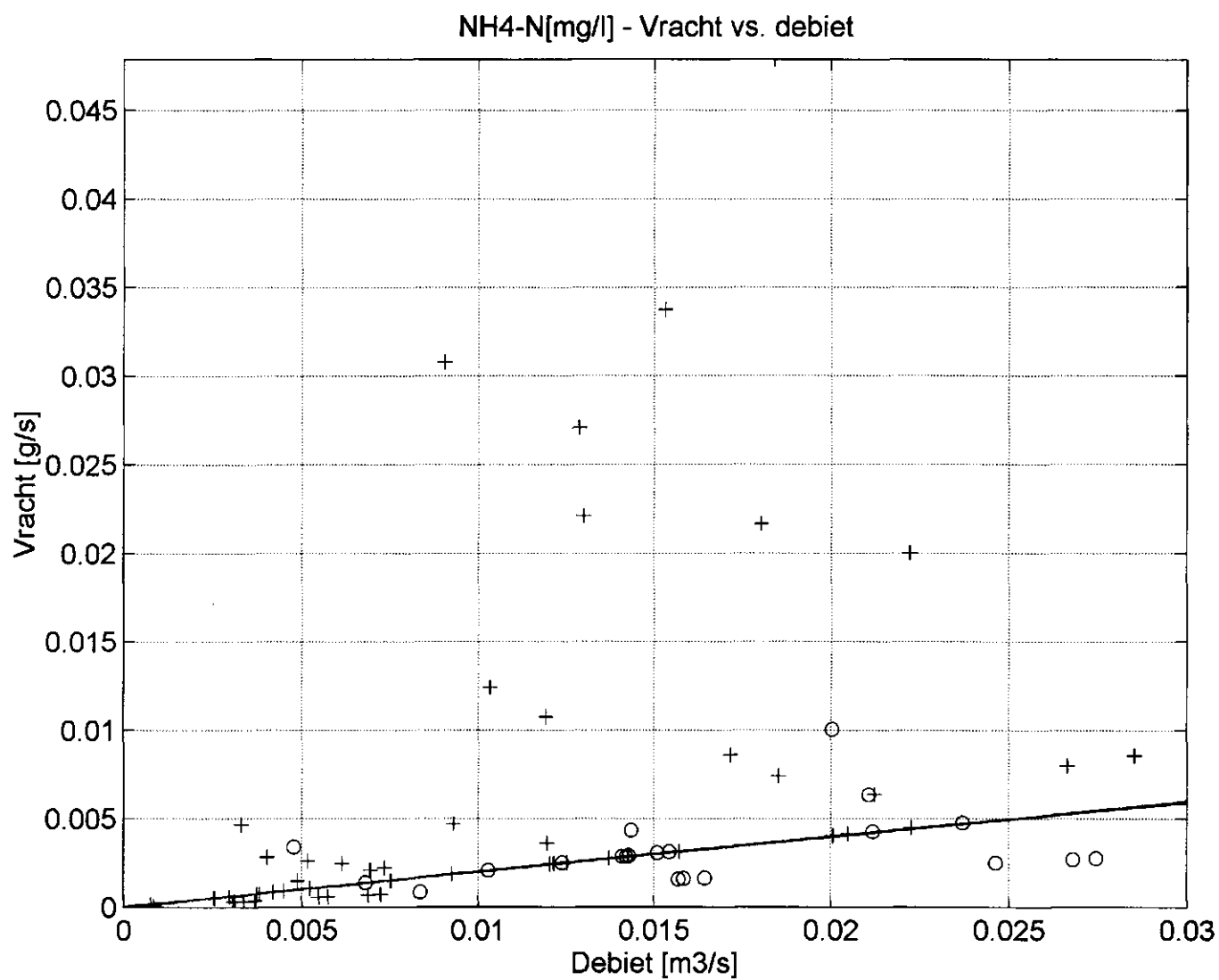
IX.5a



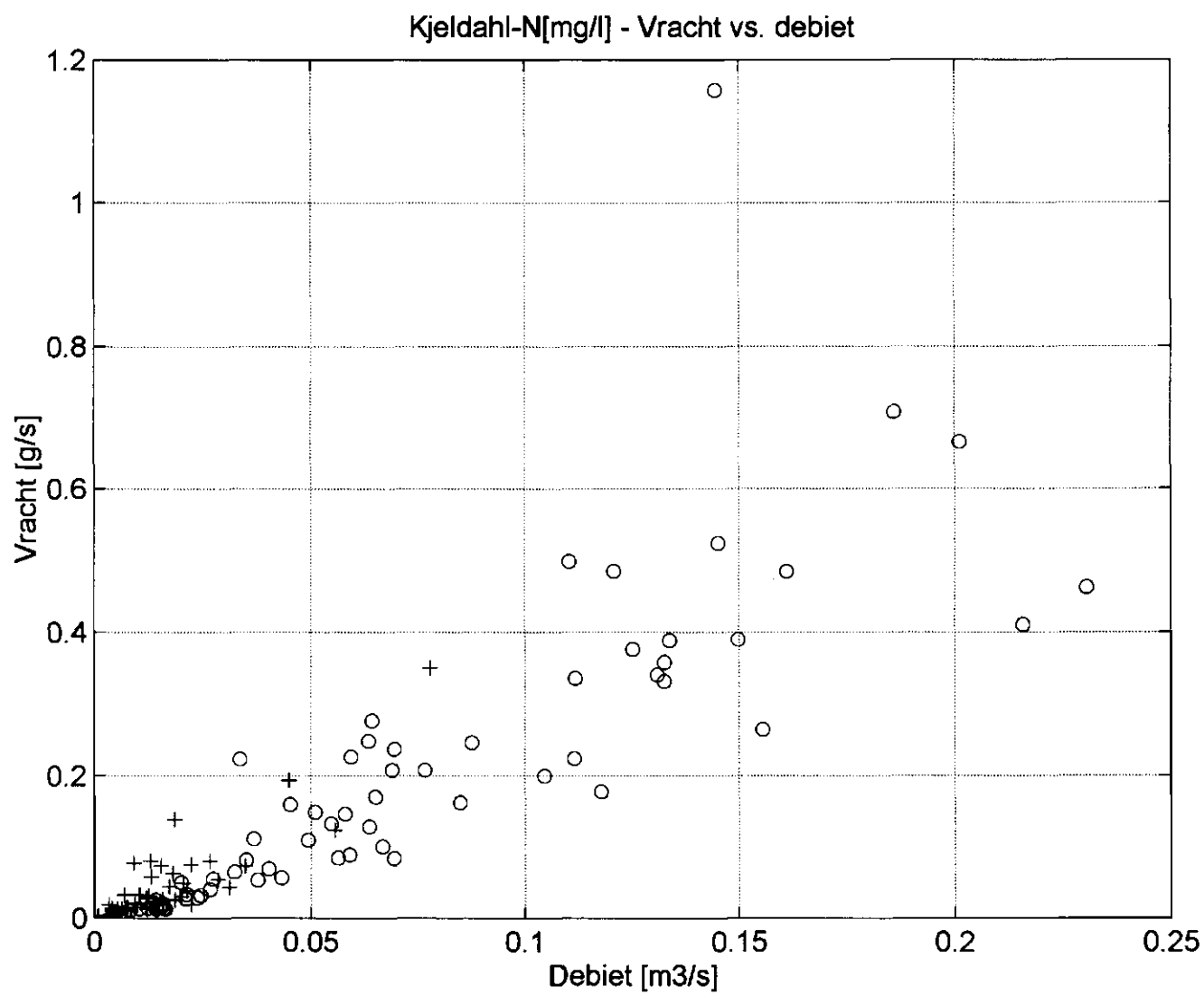
IX. 5b



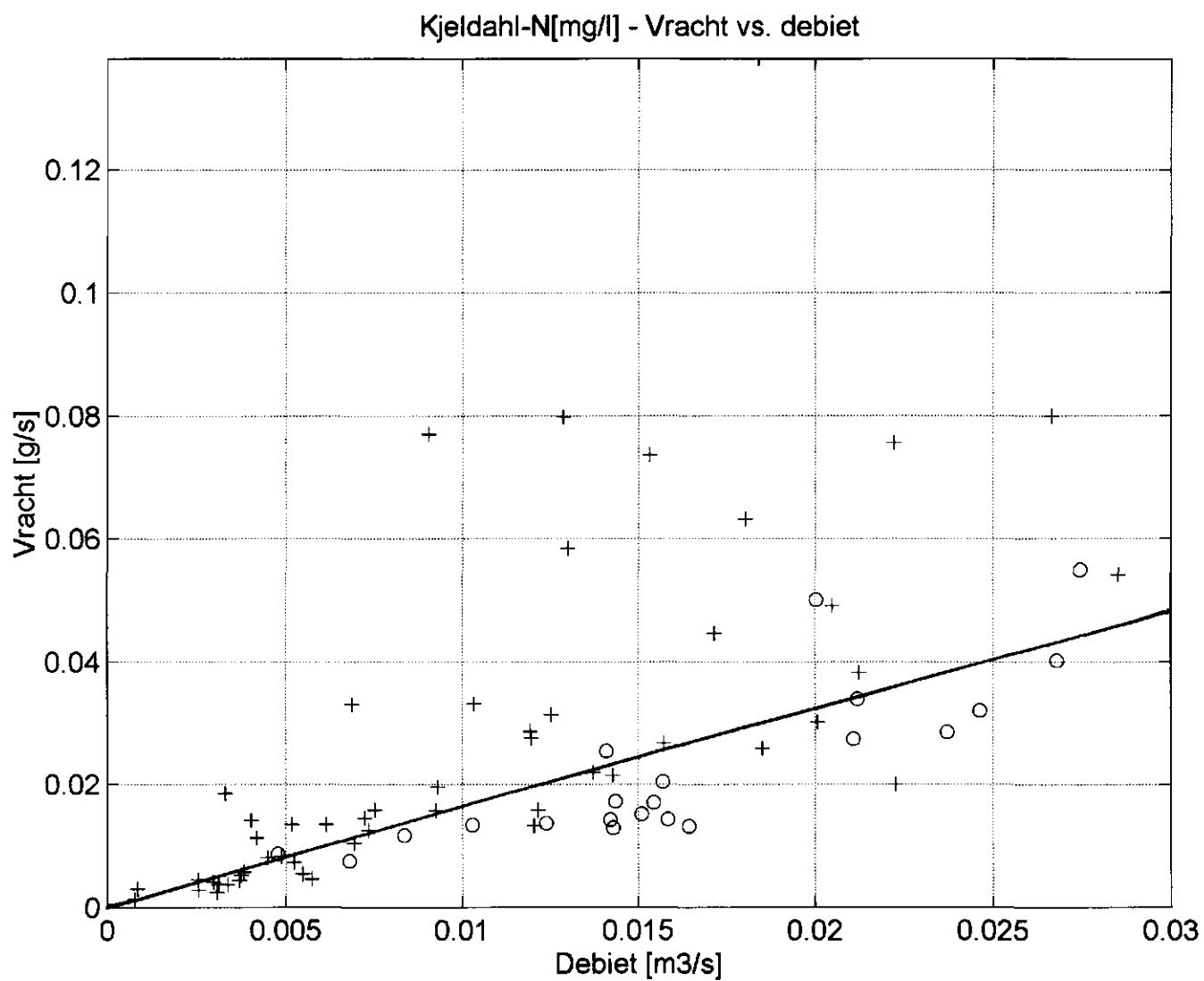
IX.6a



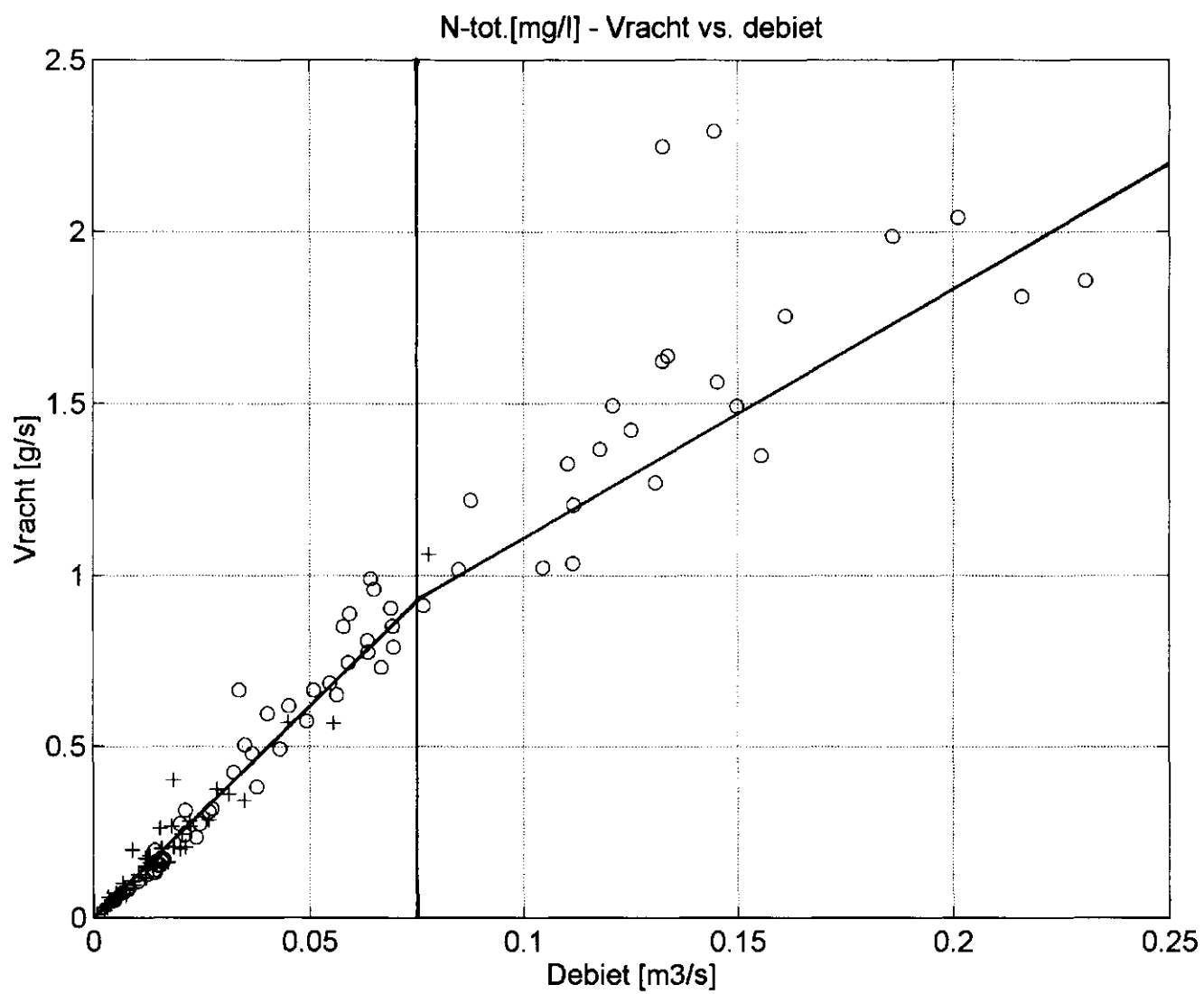
IX. 6b



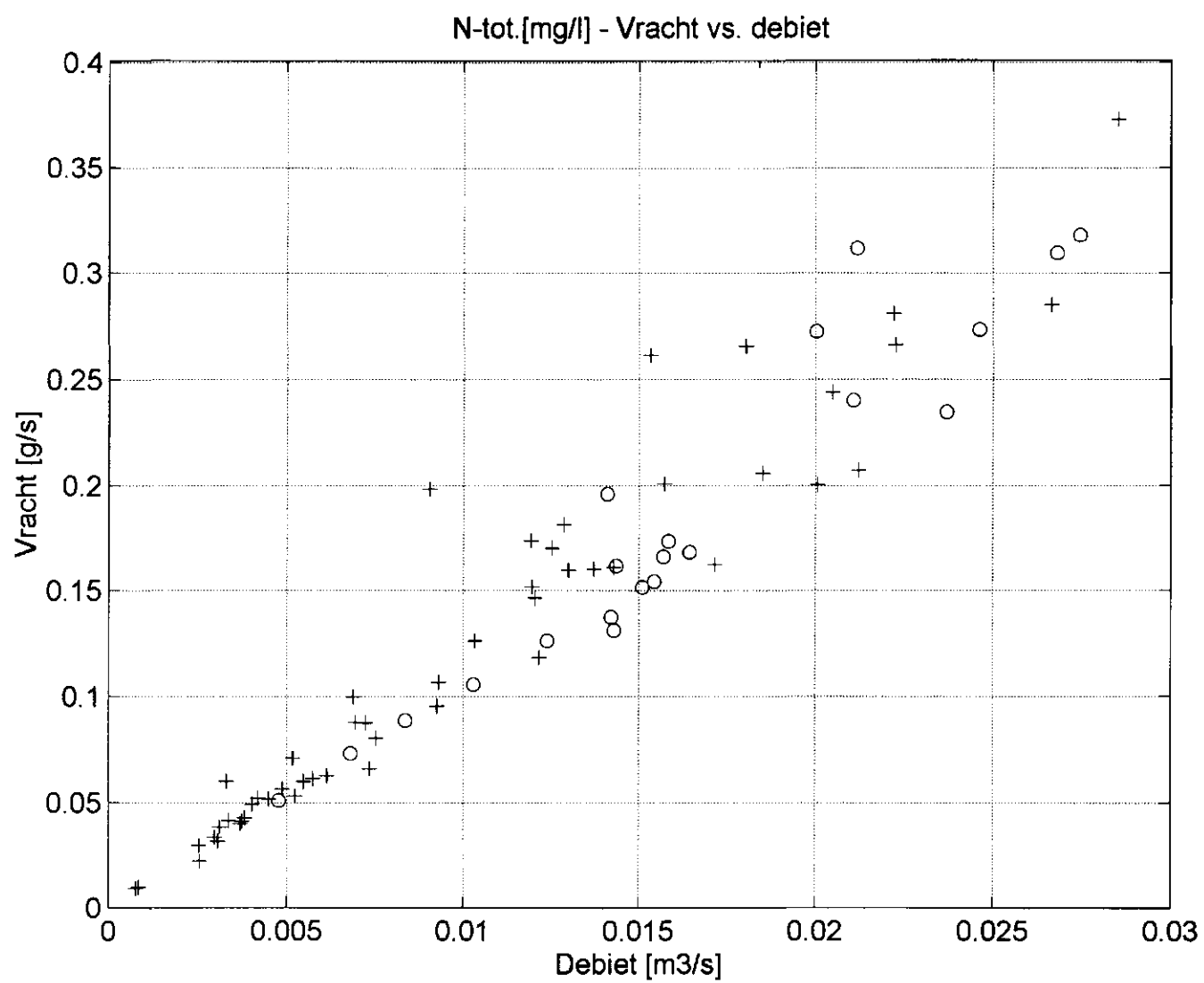
IX.7a



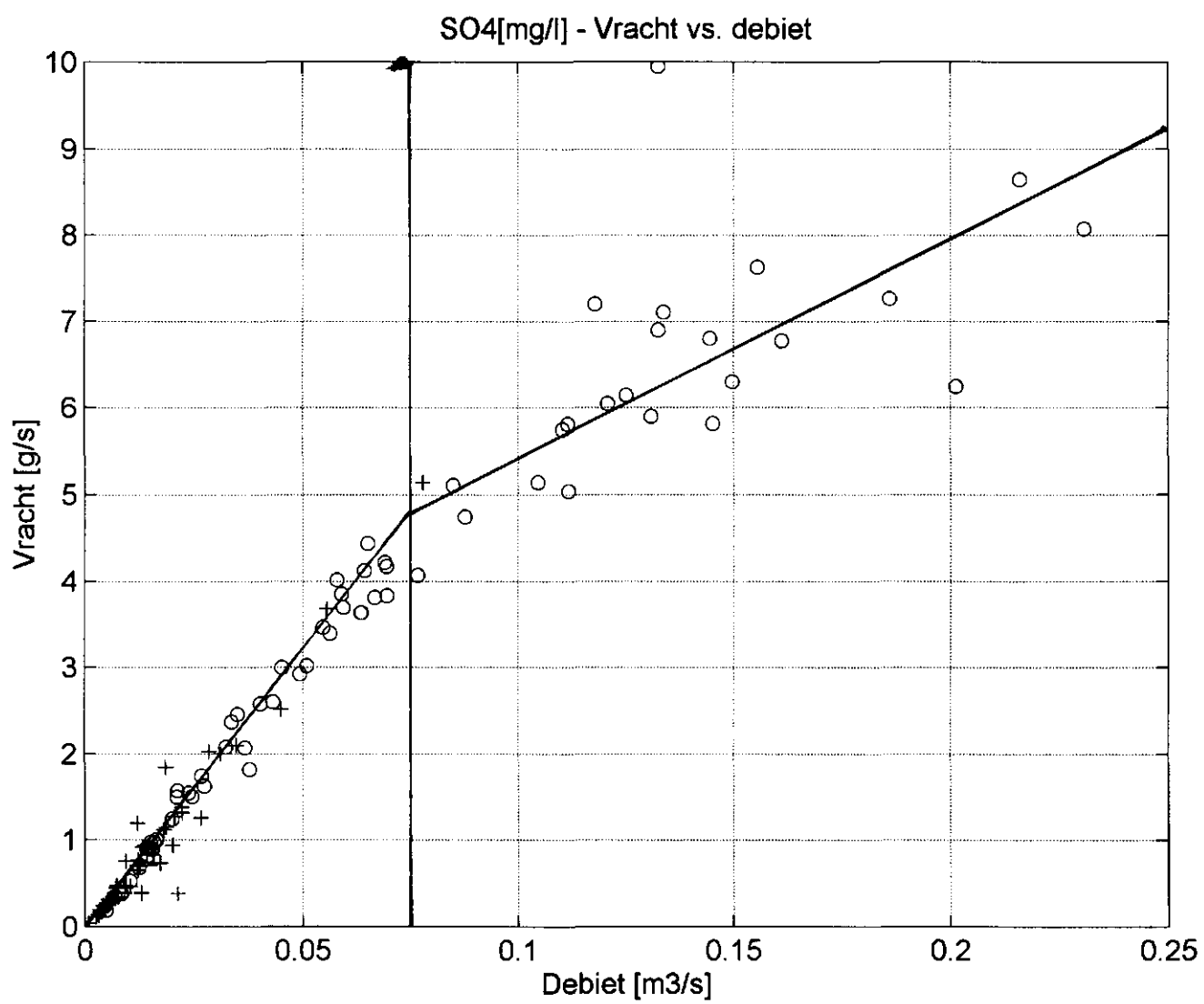
IX.7b



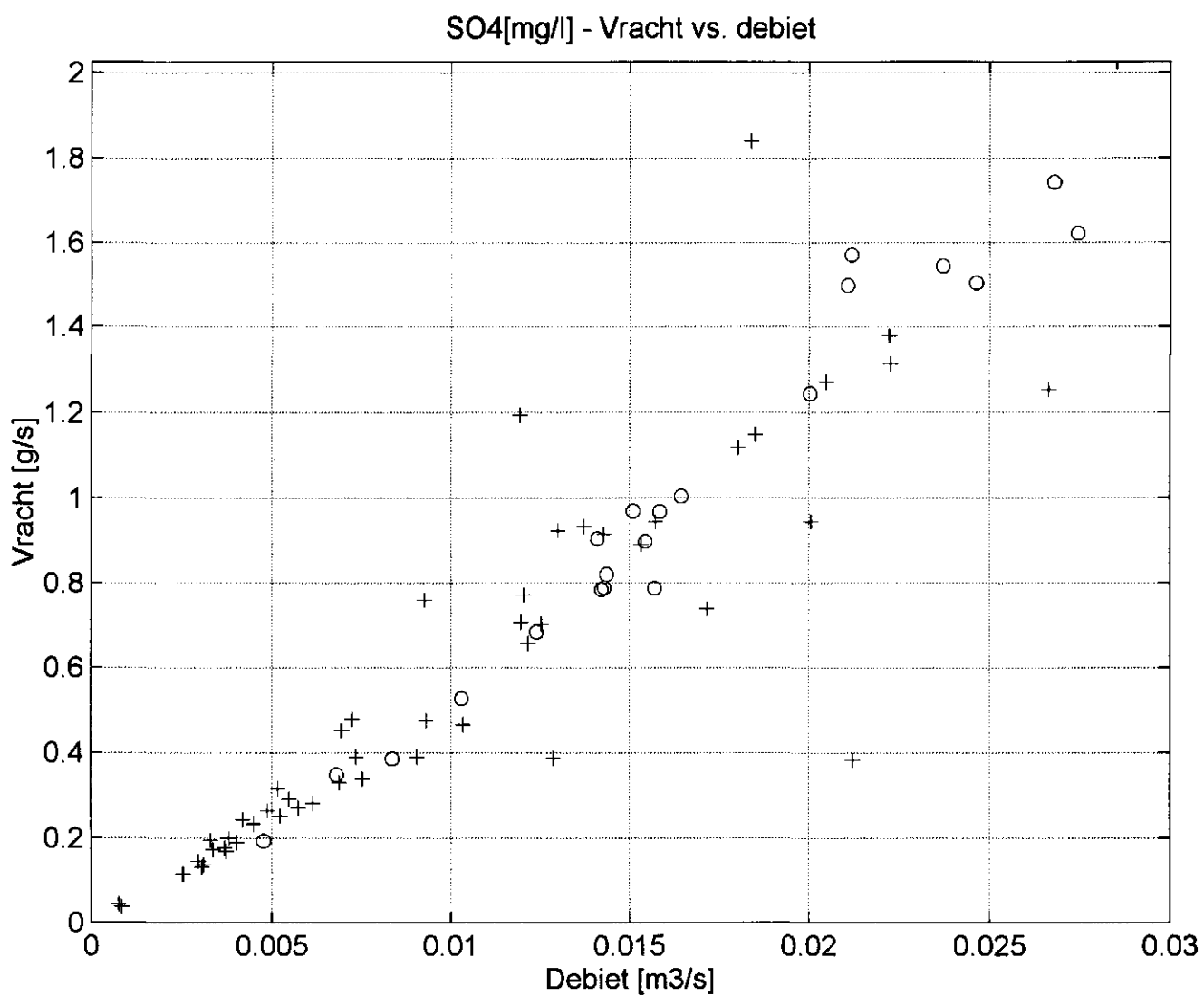
IX.8a



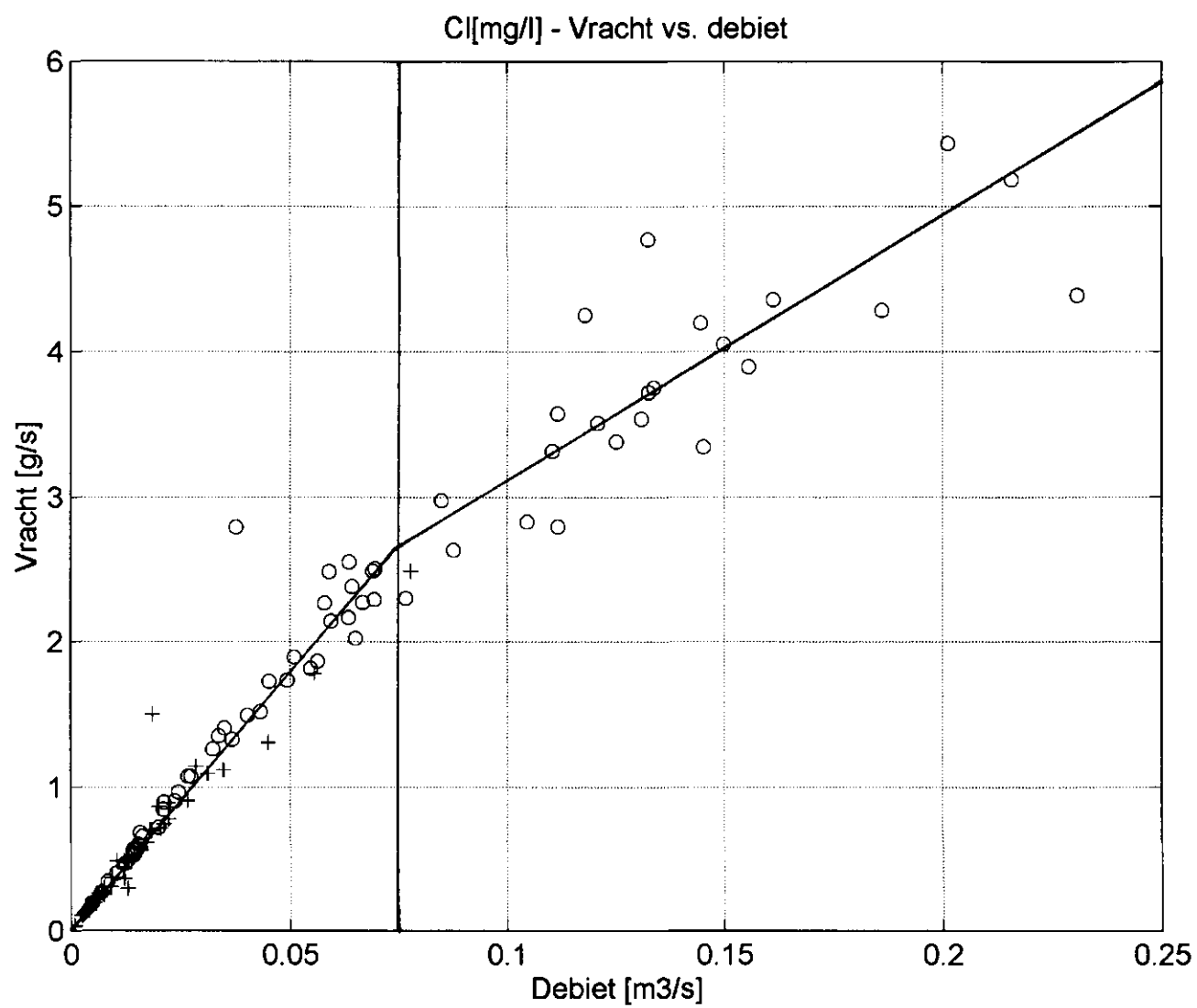
IX.8b



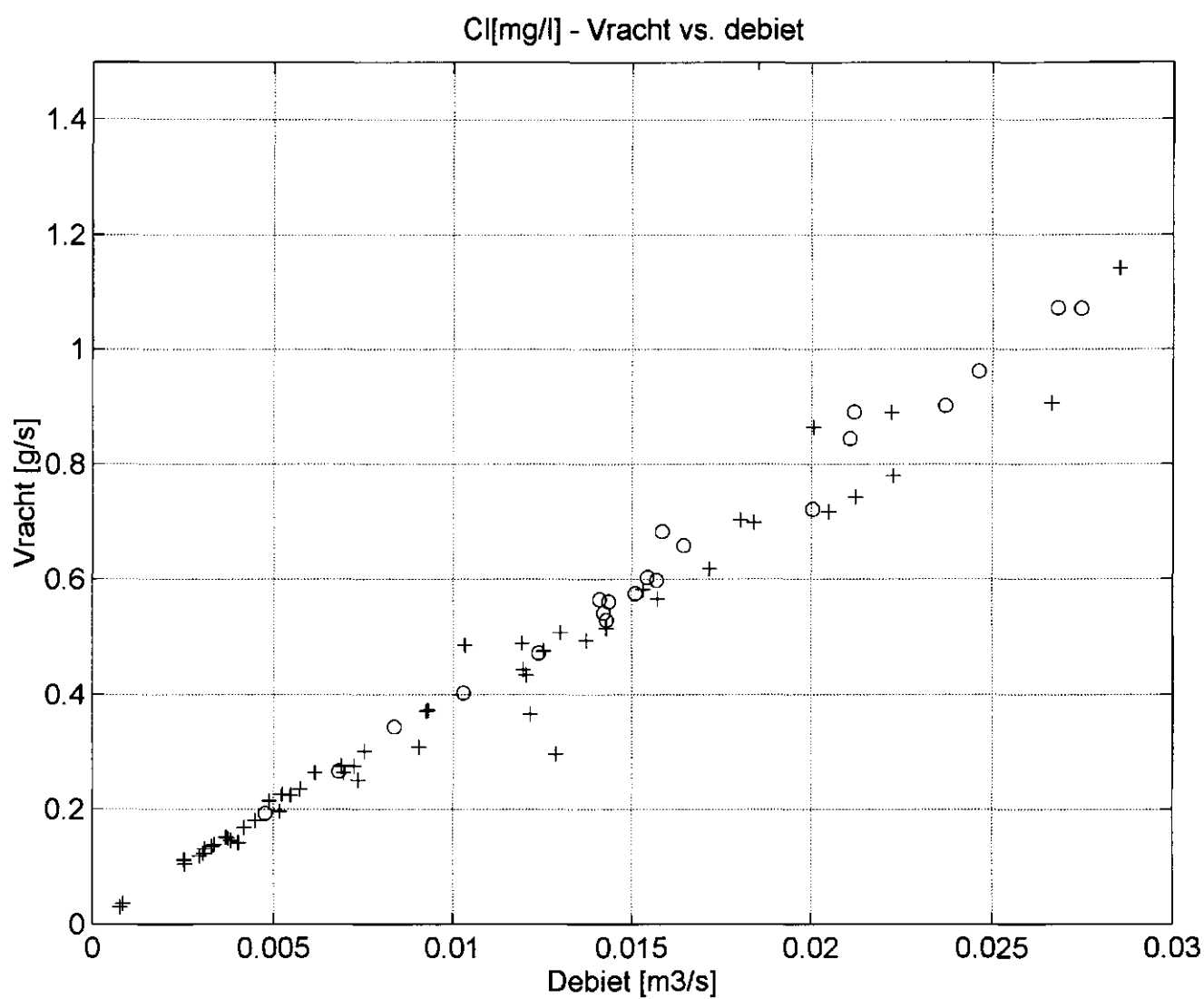
IX.9a



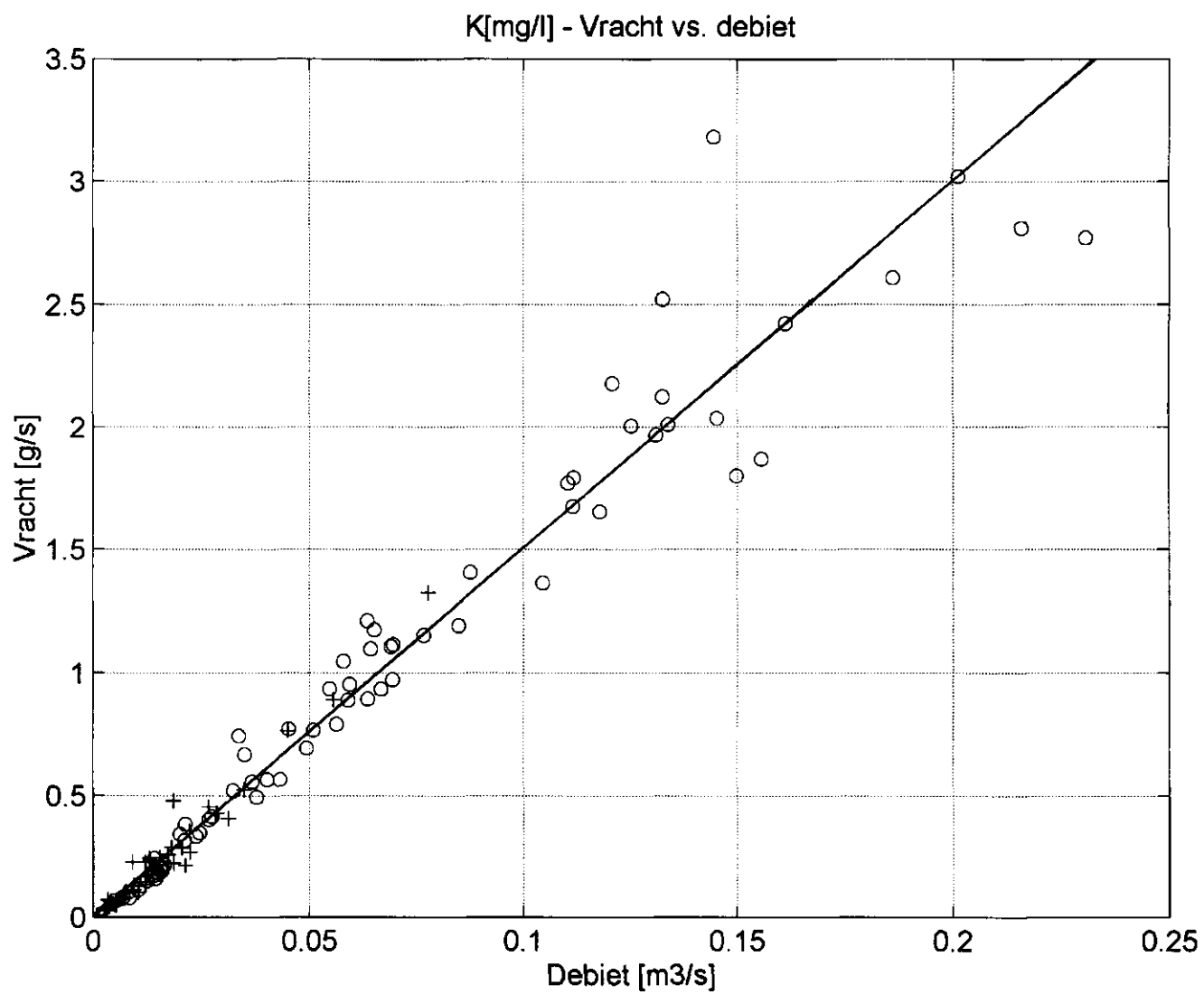
IX.9b



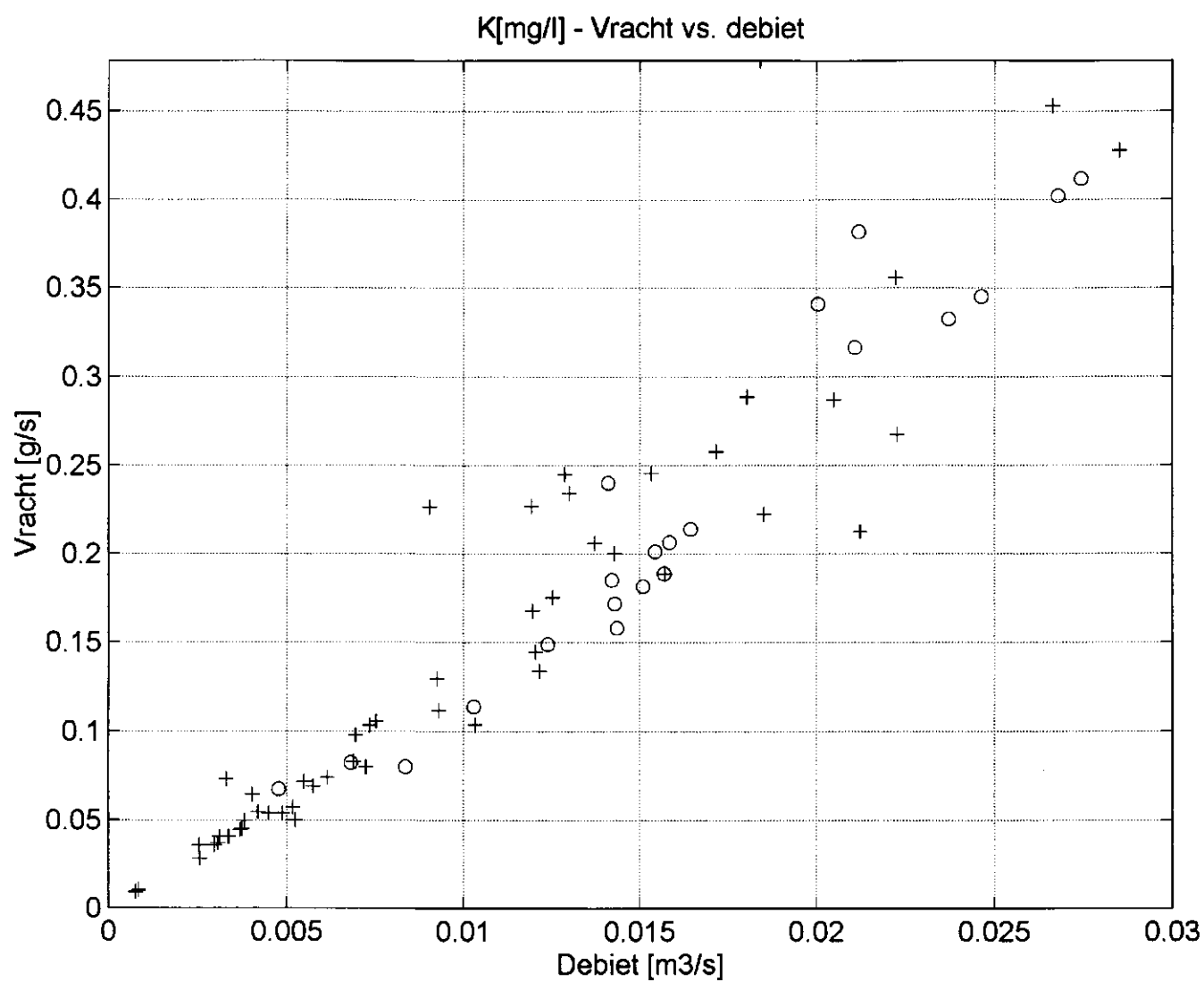
IX.10a



IX.10b



IX.11a

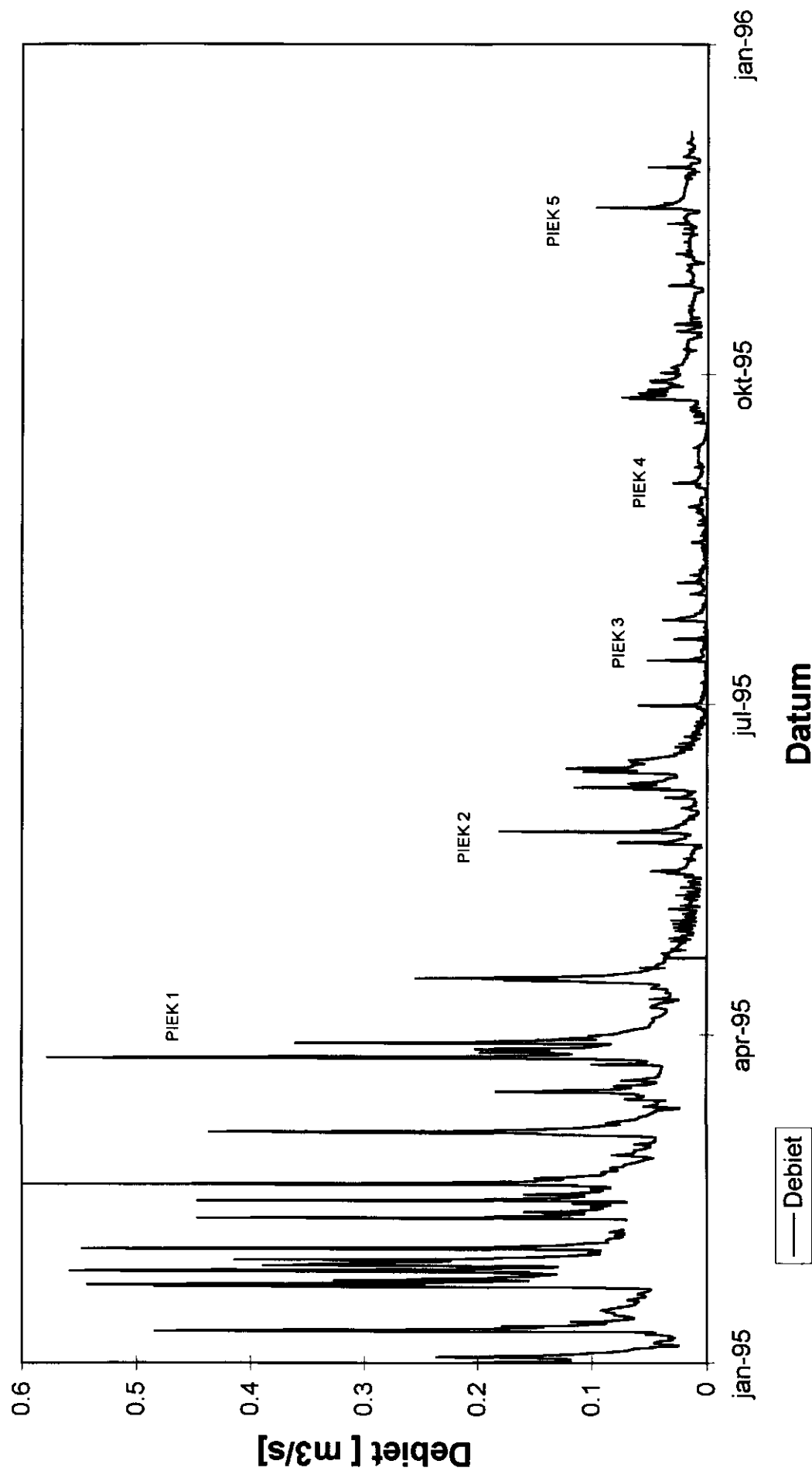


IX.11b

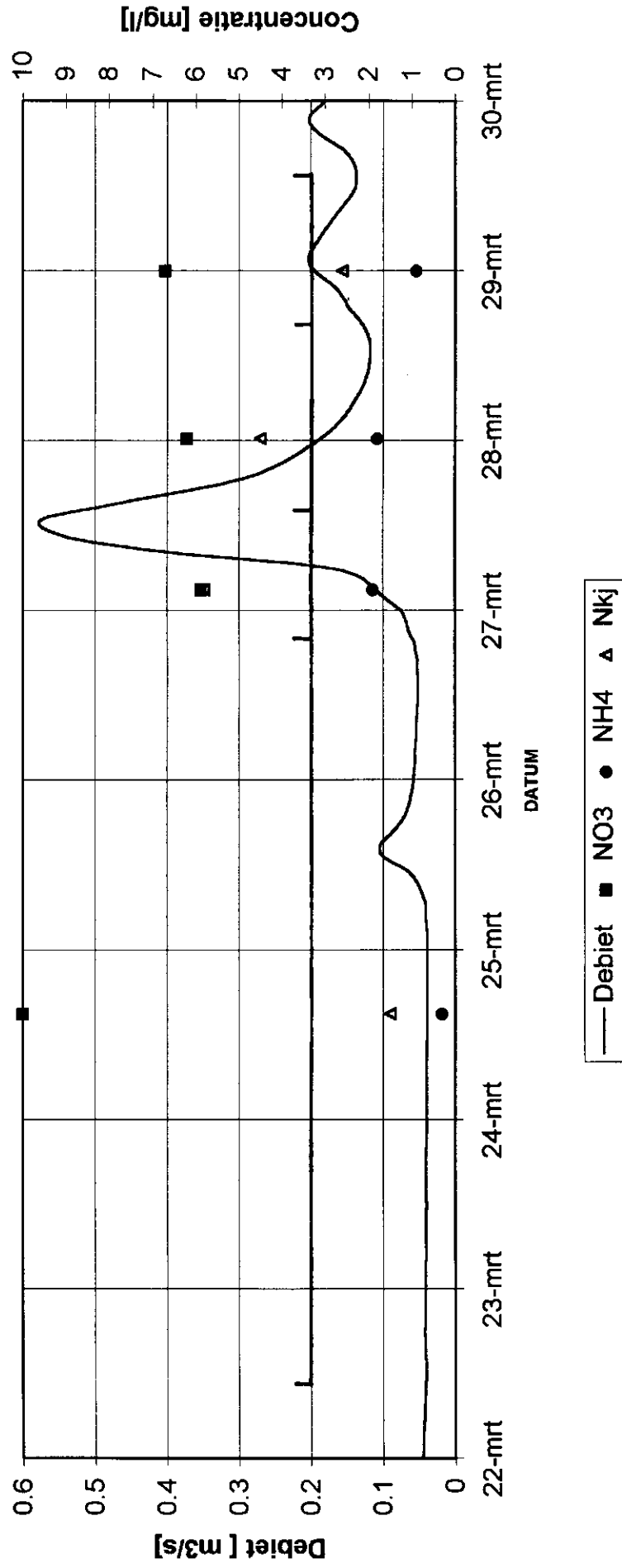
Bijlage X

Bemonstering piekafvoeren

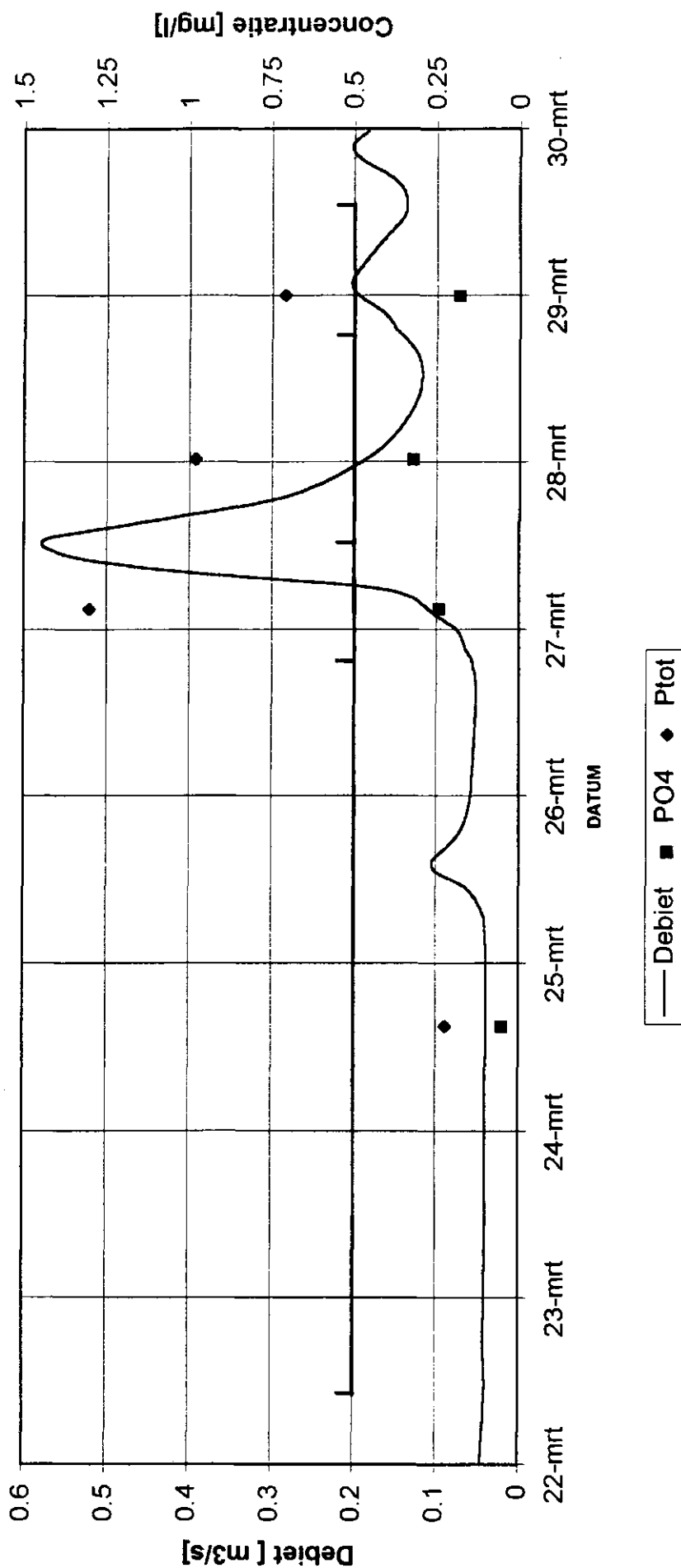
DEBIET



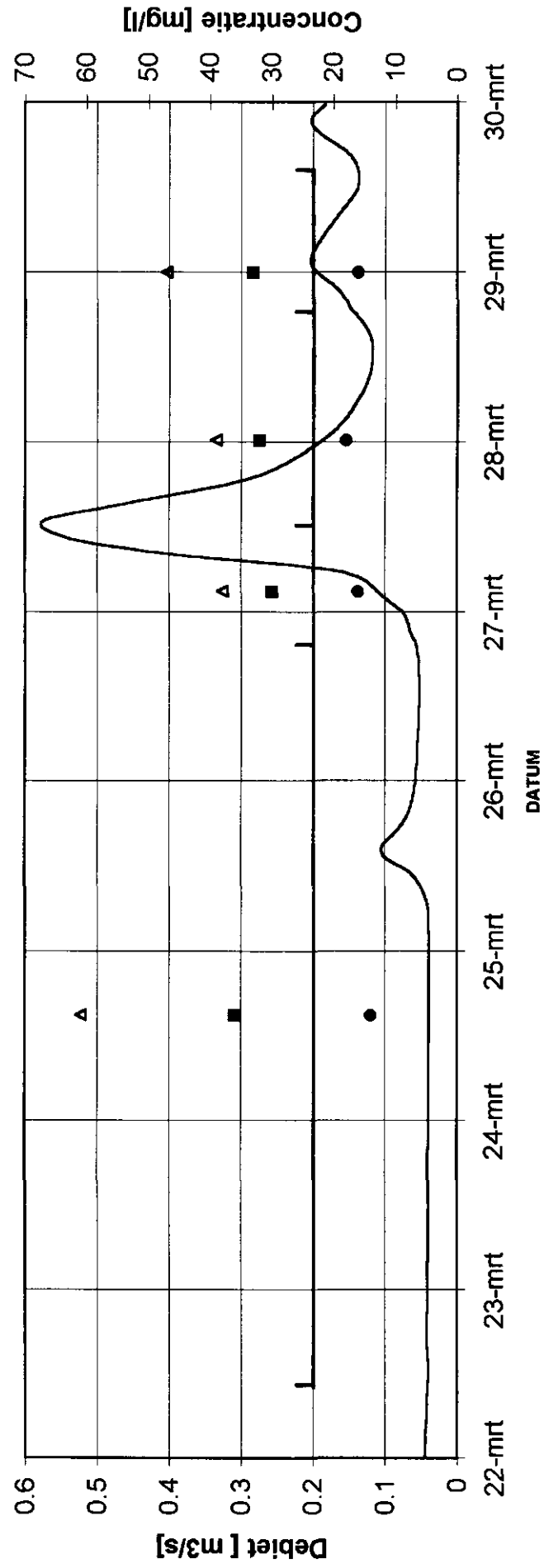
AFVOERPIEK 22-3-1995 TOT 30-3-1995



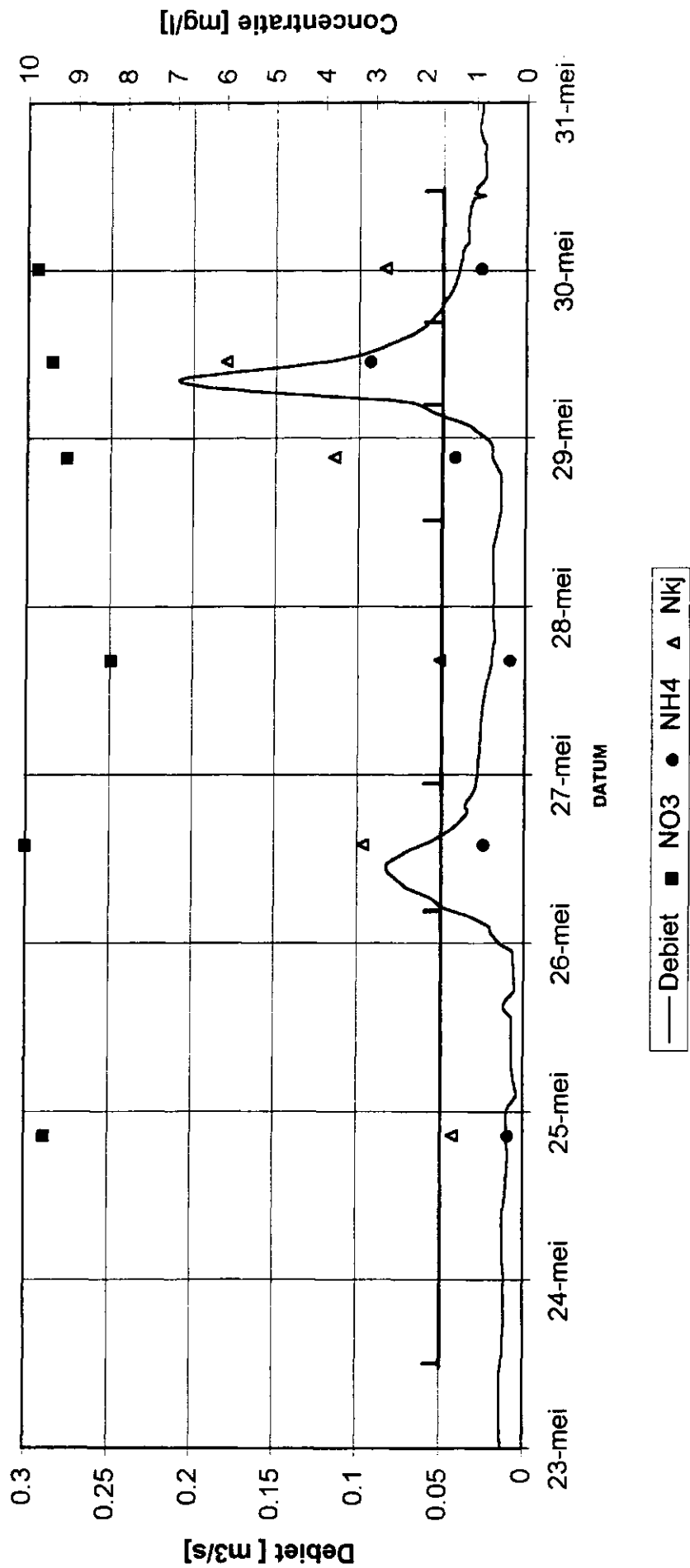
AFVOERPIEK **22-3-1995 TOT 30-3-1995**



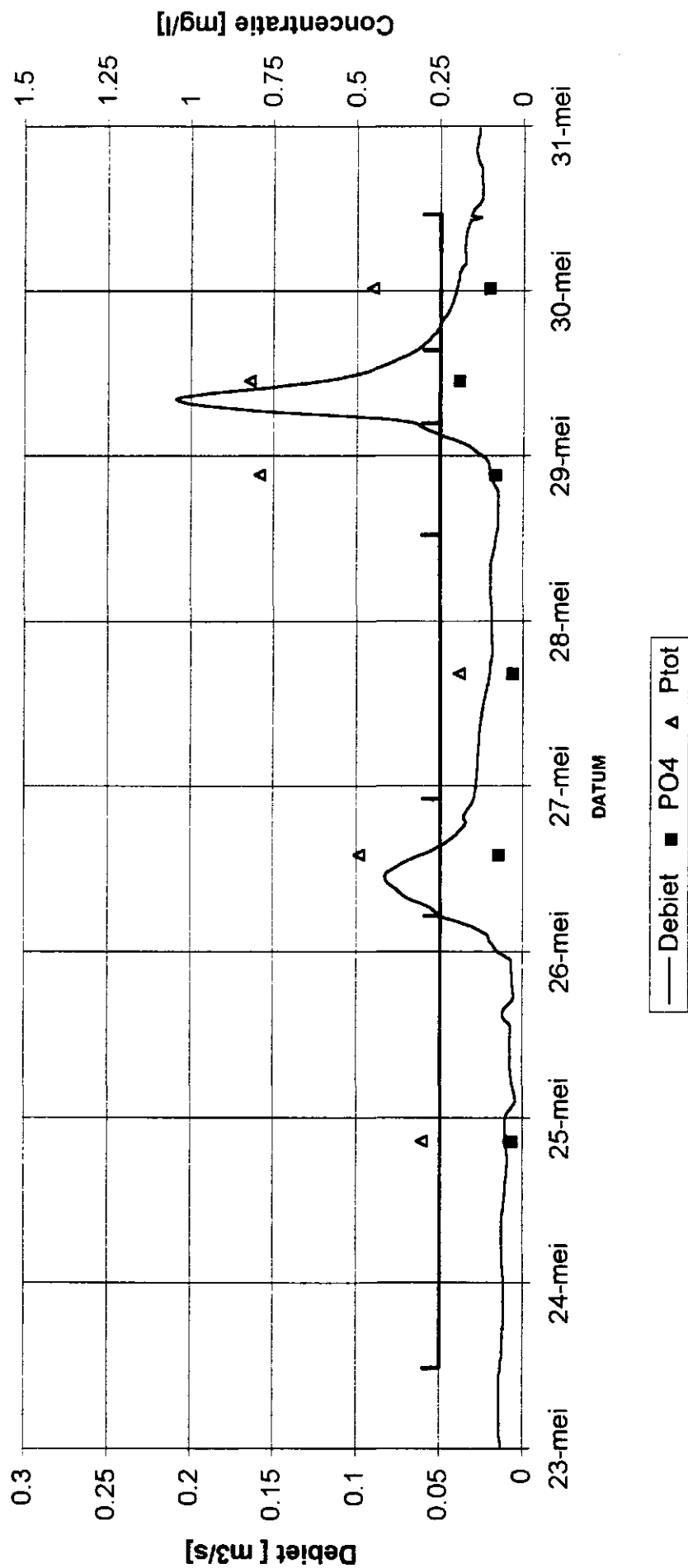
AFVOERPIEK **22-3-1995 TOT 30-3-1995**



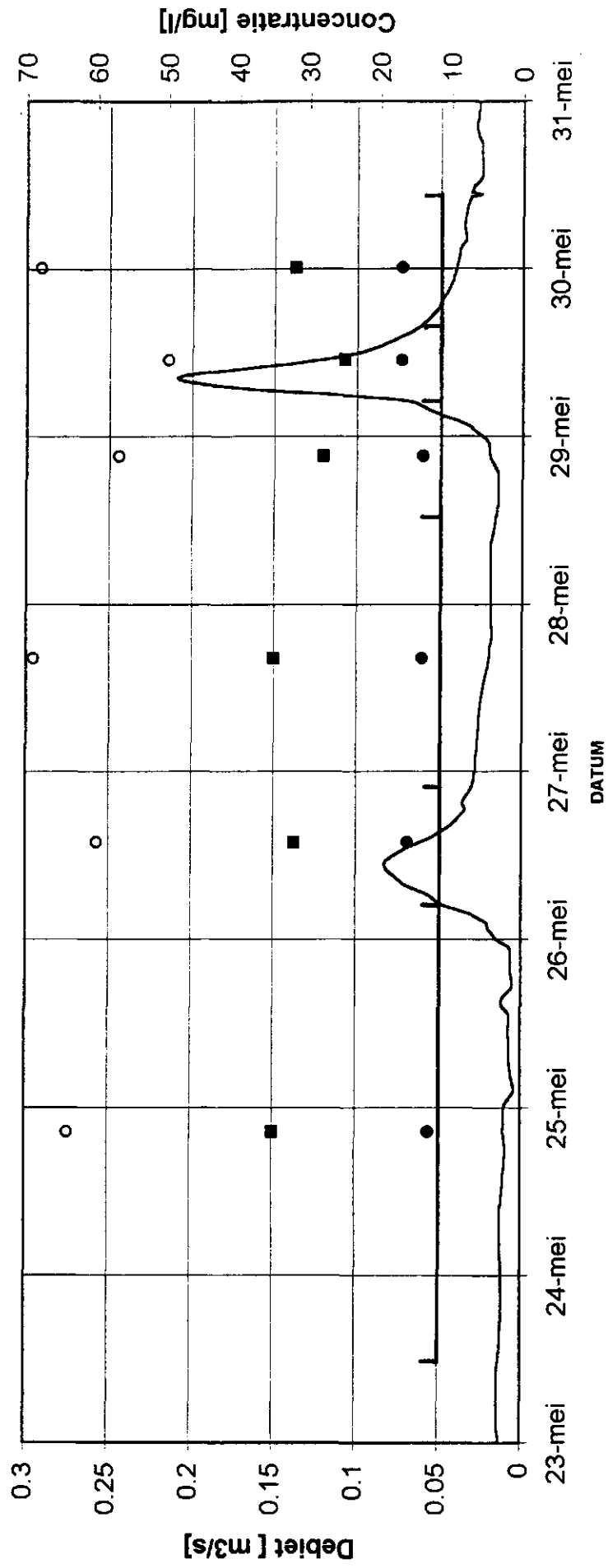
AFVOERPIEK **23-5-1995 TOT 30-5-1995**



AFVOERPIEK **23-5-1995 TOT 30-5-1995**

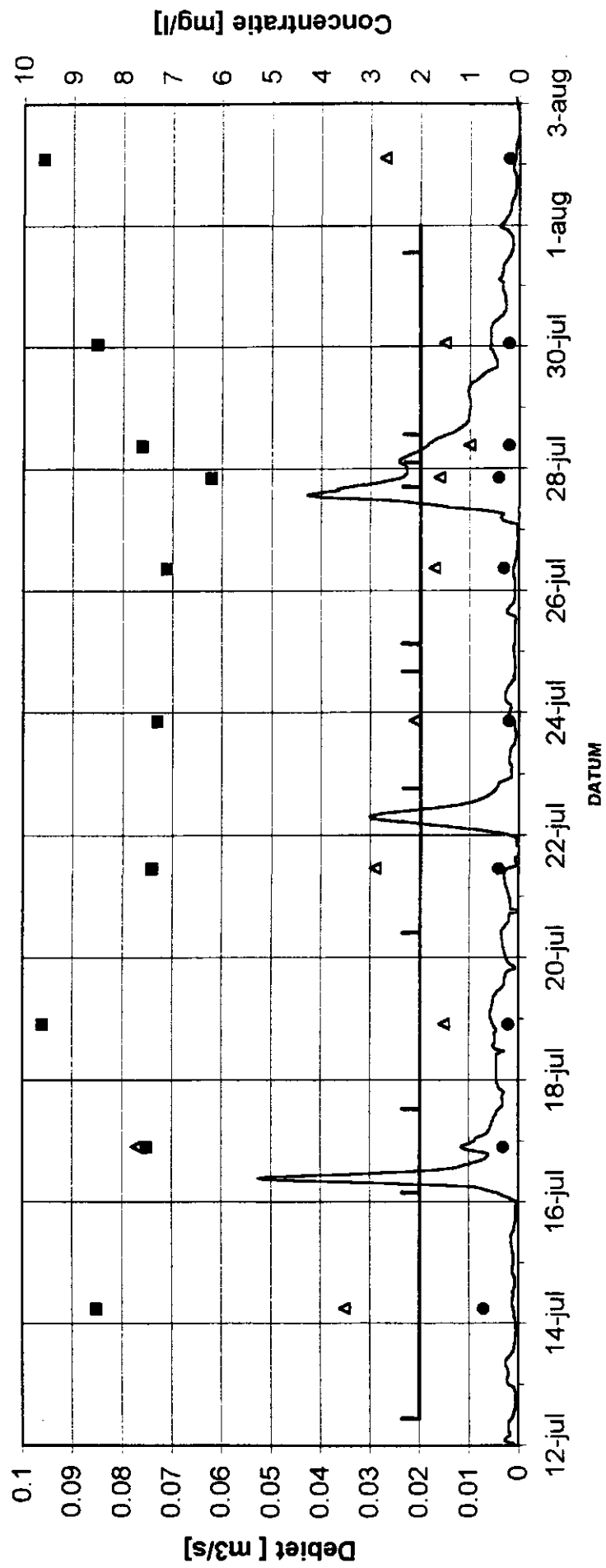


AFVOERPIEK **23-5-1995 TOT 30-5-1995**

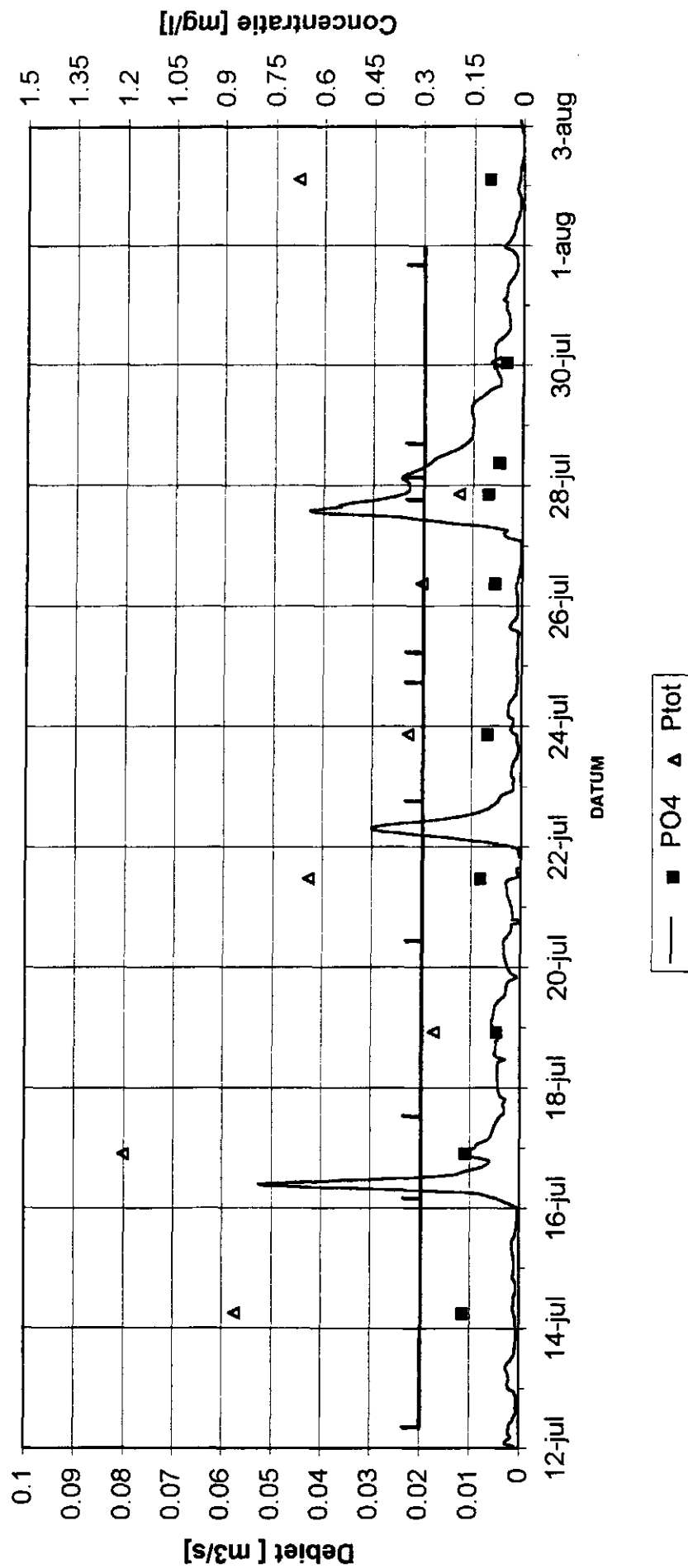


— Debiet ■ Cl ● K ○ SO4

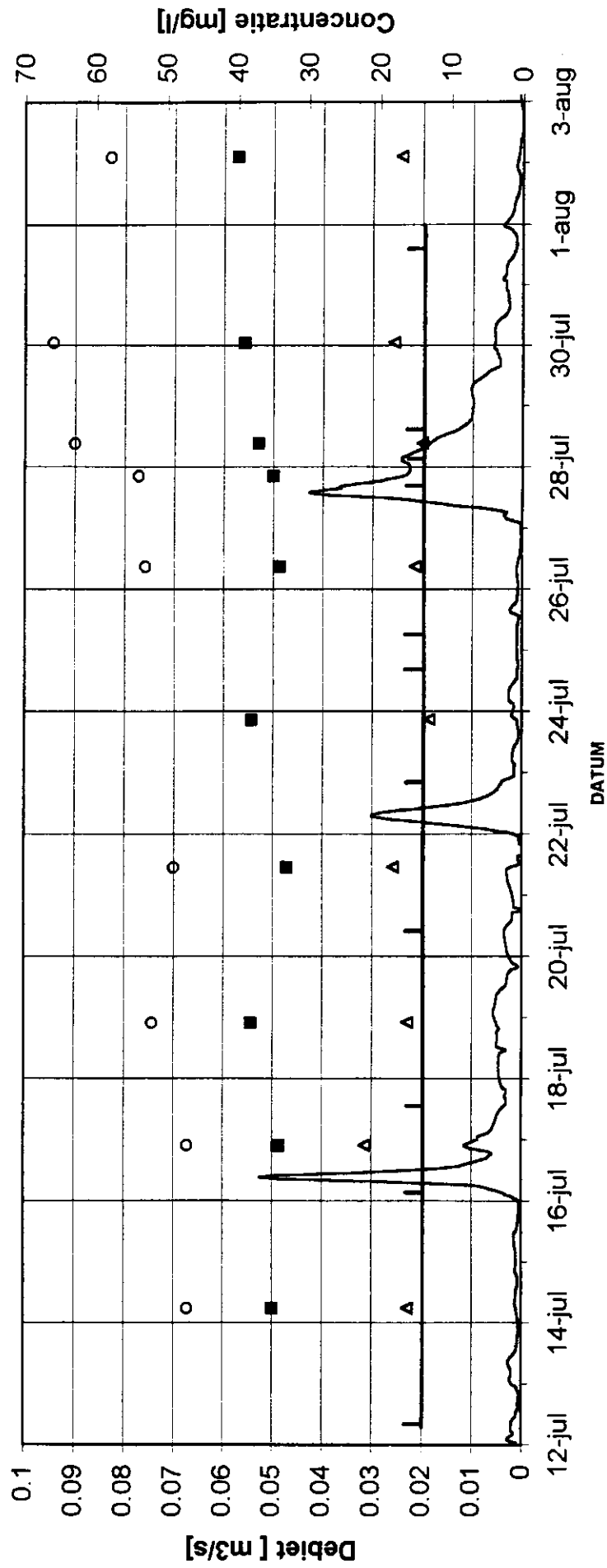
AFVOERPIEK 12-7-1995 TOT 3-8-1995



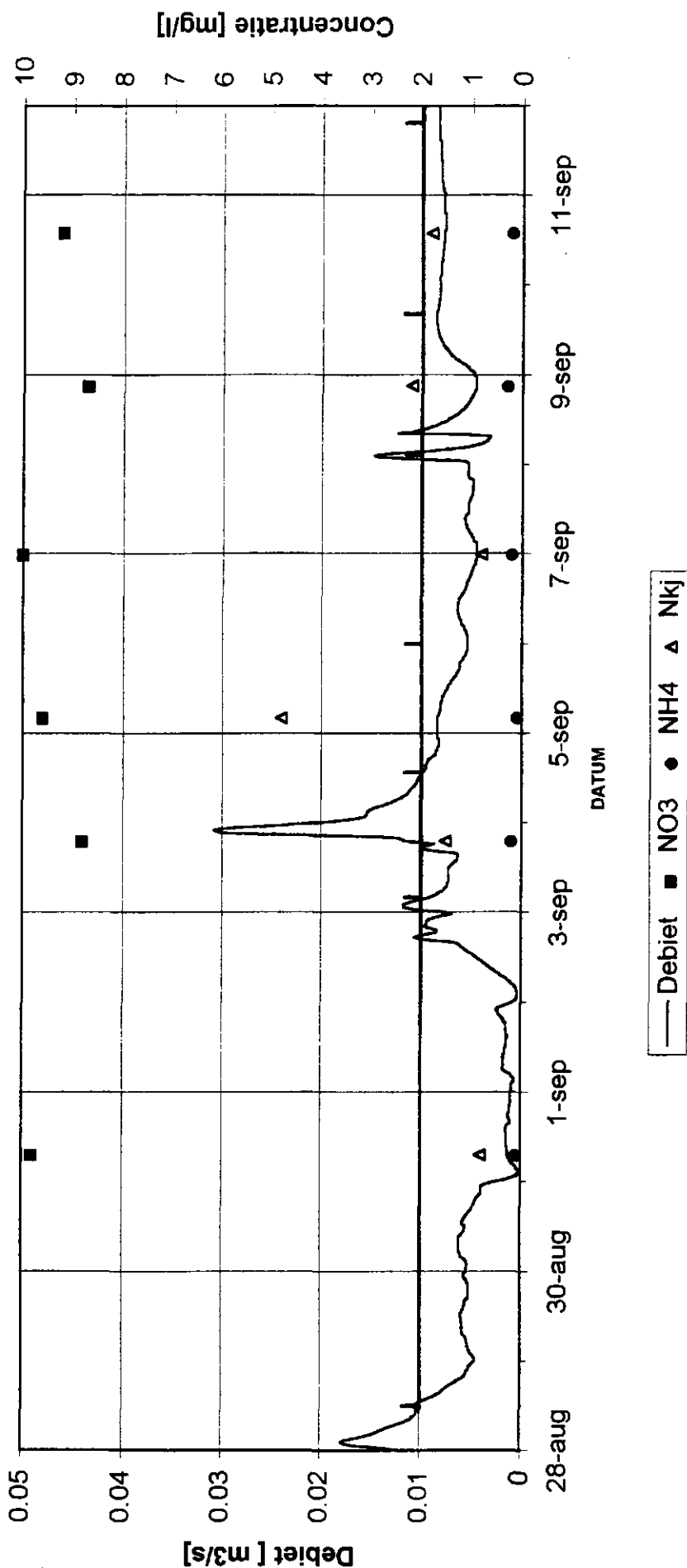
AFVOERPIEK **12-7-1995 TOT 3-8-1995**



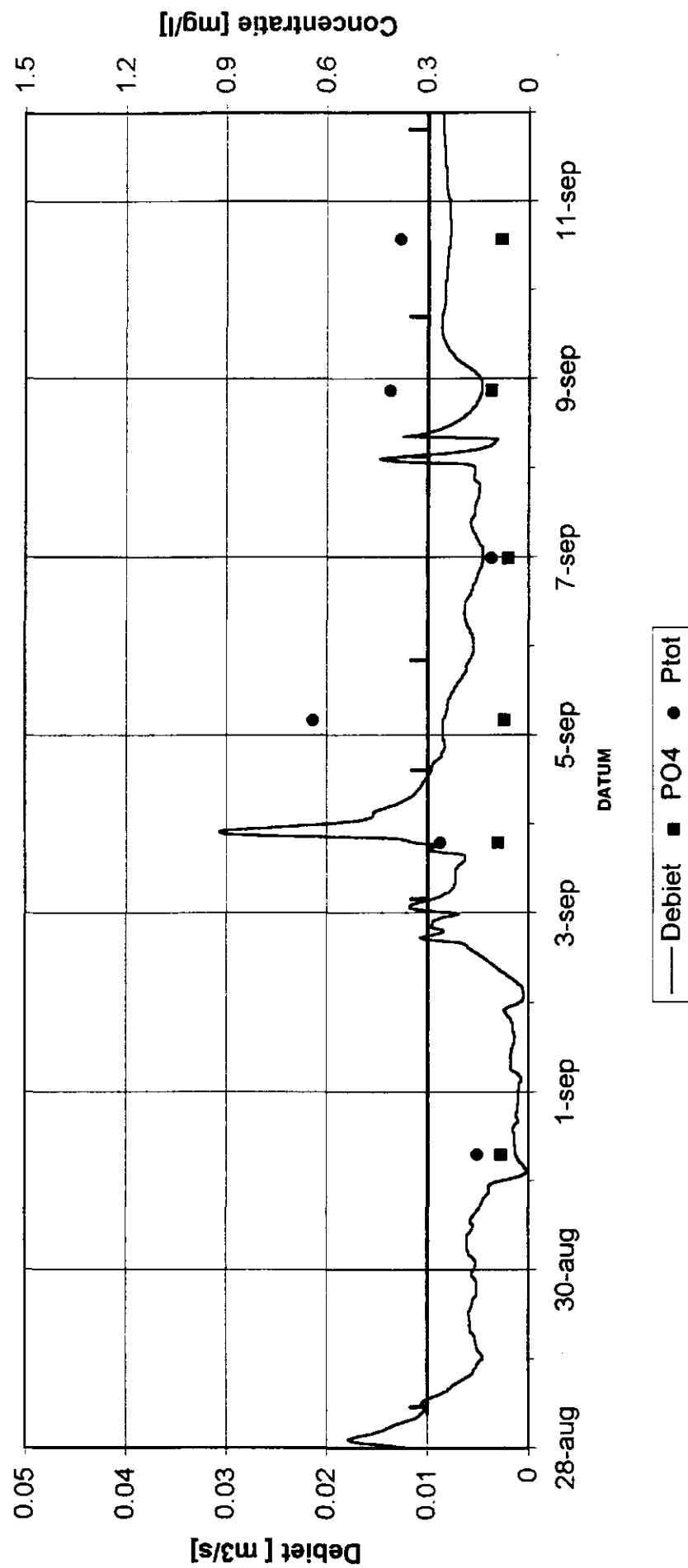
AFVOERPIEK **12-7-1995 TOT 3-8-1995**



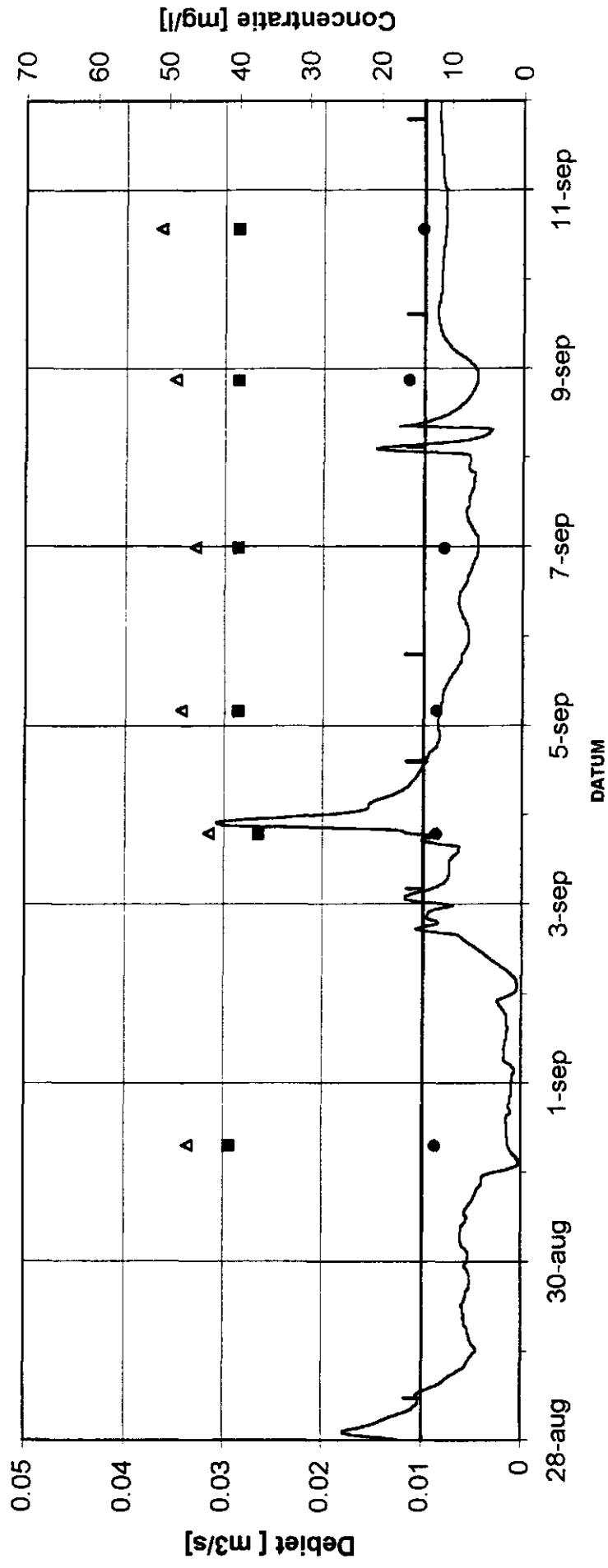
AFVOERPIEK 28-8-1995 TOT 11-9-1995



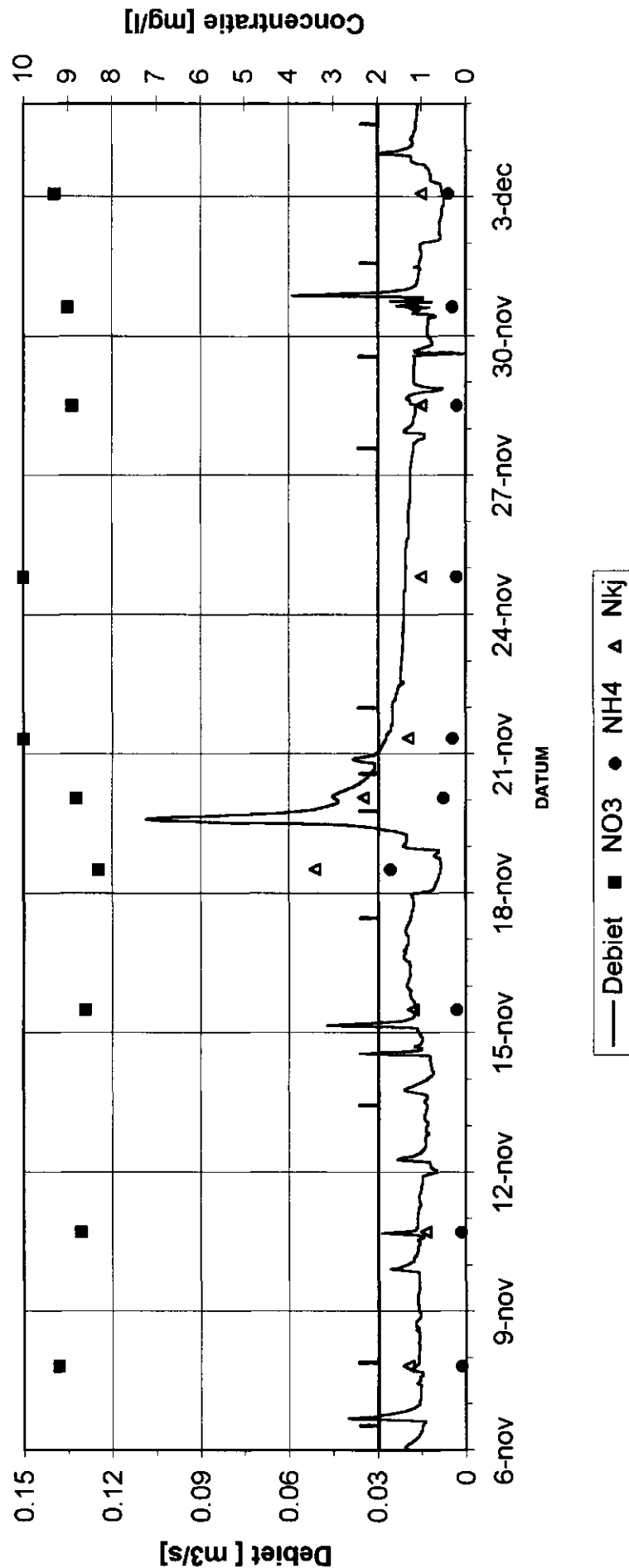
AFVOERPIEK 28-8-1995 TOT 11-9-1995



AFVOERPIEK **28-8-1995 TOT 11-9-1995**

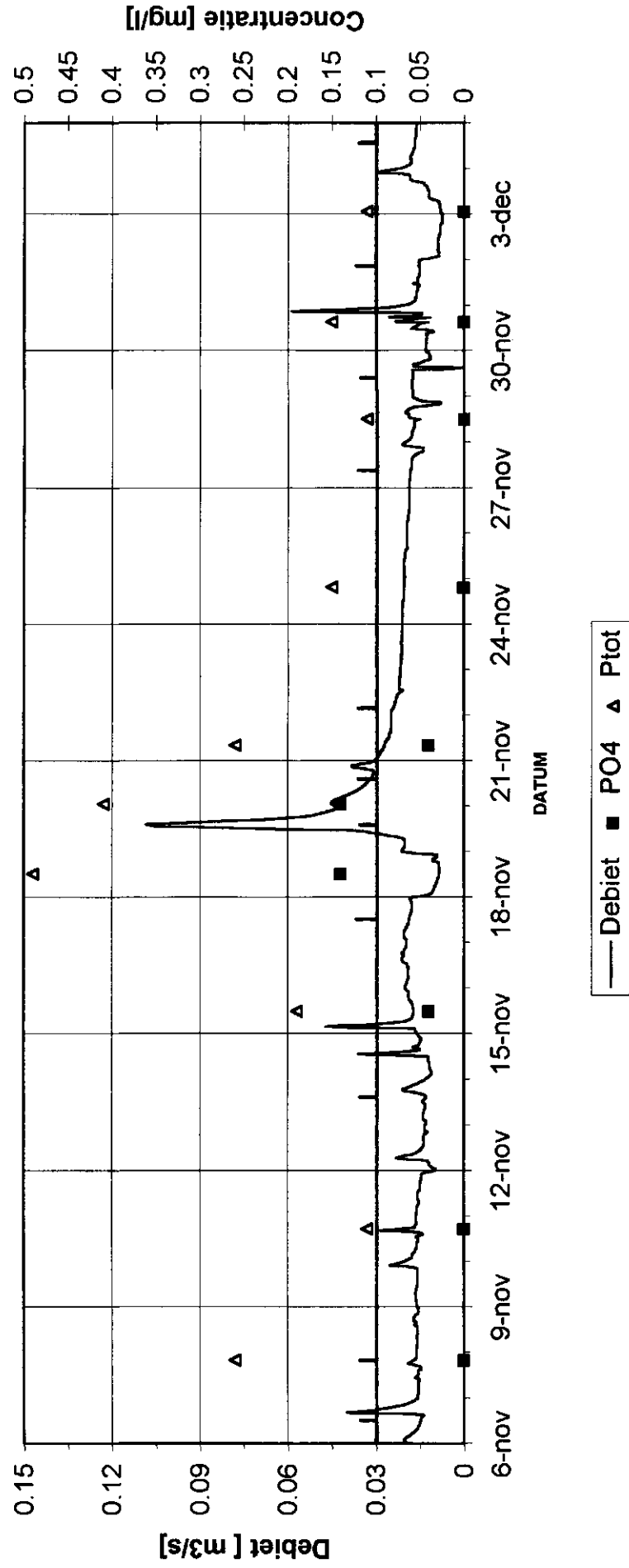


AFVOERPIEK 6-11-1995 TOT 4-12-1995

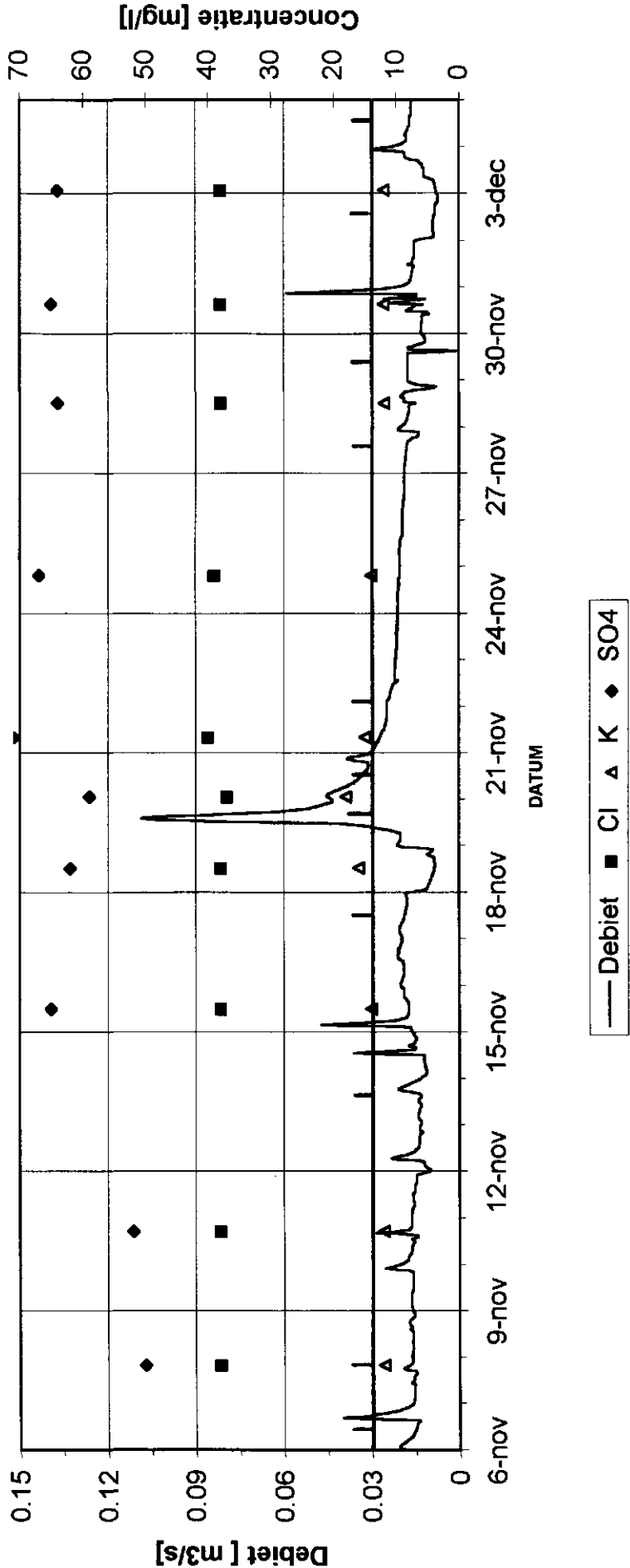


X.6a

**AFVOERPIEK
6-11-1995 TOT 4-12-1995**



AFVOERPIEK
6-11-1995 TOT 4-12-1995



Bijlage XI
Analyseresultaten grondwater



WATERLEIDINGMAATSCHAPPIJ OVERIJSEL

Postbus 10005

8000 GA Zwolle

TEL.: 038-4276111

OPDRACHTGEVER:

WMO

BIJLAGE

RAPPORTNUMMER: O-950085V

RAPPORTAGE ONDERZOEK

pagina 1 van 4

LABNUMMER MONSTERPUNT

129886 Manderveen PB 66-23 FL. 9.0 m
129887 Manderveen PB 66-23 FL. 37.5 m
129890 Manderveen PB 71-29 FL. 18 m
129884 Manderveen PB 84-99 FL. 9.5 m

LABNUMMER MONSTERPUNT

129885 Manderveen PB 84-99 FL. 19.5 m
129121 Manderveen LB 94-105 FL. 3.7 m
129129 Manderveen PB 94-103 FL. 6 m
129130 Manderveen PB 94-103 FL. 14 m

Labnummer : 129886 129887 129890 129884 129885 129121 129129 129130
Datum Monstername : 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 21-09-1995 21-09-1995 21-09-1995
Analyse Eenheid Methode

Zuurgraad		pH	LCWV-334 Q	6.70	6.55	6.75	7.50	7.35	5.45	6.65	6.60
Zuurstof opgelost	(O2)	mg/l	LCWV-313	1.2	0.5		<0.5	<0.5	8.7	5.2	2.6
Geleidingsvermogen	K20	mS/m	LCWV-329 Q	63	36	34	23	26	34	13	43
Ionenbalans Anionen	(Ber.)	meq/l	LALB-014	6.06	3.71	3.17	2.18	2.60	2.95	1.04	3.87
Ionenbalans Kationen	(Ber.)	meq/l	LALB-014	6.16	3.78	3.90	2.19	2.57	2.95	1.03	3.96
Waterstofcarbonaat	(HCO3)	mg/l	LCWV-325 Q	38	85	16	46	64	8	8	46
Chloride	(Cl)	mg/l	LCWV-335 Q	50	37	39	23	23	23	<1	17
Sulfaat	(SO4)	mg/l	LCWV-302 Q	54	60	65	37	43	75	22	56
Natrium	(Na)	mg/l	LCWV-023 Q	40	12	20	9.1	11	13	3.7	10
Kalium	(K)	mg/l	LCWV-024 Q	27	4.2	8.1	5.4	5.8	42	6.2	7.3
Calcium	(Ca)	mg/l	LCWV-025 Q	46	35	25	19	23	16	10	45
Magnesium	(Mg)	mg/l	LCWV-026 Q	17	8.3	10	4.0	5.0	5.9	2.4	12
Totale Hardheid (Ber.)		mmol/l	LALB-014	1.86	1.22	1.04	0.64	0.78	0.55	0.35	1.63
Ammonium	(NH4)	mg/l	LCWV-338 Q	<0.05	0.21	0.20	0.12	0.20	<0.05	<0.05	0.44
Nitraat	(NO3)	mg/l	LCWV-336 Q	180	1.5	28	<0.5	<0.5	38	26	91
Fosfaat Ortho-	(PO4)	mg/l	LCWV-311 Q	0.06	<0.05	0.19	0.08	<0.05	<0.05	0.08	0.30
IJzer	(Fe)	mg/l	LCWV-010 Q	0.21	19	20	10	10	0.04	0.17	1.2
Mangaan	(Mn)	mg/l	LCWV-011 Q	0.16	0.41	0.29	0.14	0.18	0.44	0.05	0.60
D.O.C.	(C)	mg/l	LCWV-309 Q	6.0	1.5	1.4	1.0	0.8	3.8	1.2	1.5
KMnO4 Verbruik (2x.Mil.) (KMnO4)		mg/l	LCWV-321 Q	16	3.4	3.8	8.7	1.8	8.0	5.5	7.0

datum monsterontvangst/start analyse
benoemstering afd. laboratorium ja/nee
analysetraject microbiologie
analysetraject anorganische chemie
analysetraject organische chemie

2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995 2-10-1995
nee nee nee nee nee nee nee nee nee nee nee
19-10-1995 19-10-1995 23-10-1995 19-10-1995 19-10-1995 31-10-1995 4-10-1995 5-10-1995
21-09-1995 21-09-1995 21-09-1995 21-09-1995 21-09-1995 21-09-1995 21-09-1995 21-09-1995

LABNUMMER OPMERKING

129886
129887
129890
129884

LABNUMMER OPMERKING

129885
129121
129129
129130



WMO is ingeschreven
in het STERLAB - register
voor Laboratoria onder
nummer L081 voor Gebieden
zoals nader omschreven
in de erkenning

Op aanvraag is een lijst met
specificaties van de toege-
paste analyse- en benoem-
sterings-methoden(n) verkrijg-
baar.

Dit rapport mag niet anders
dan in zijn geheel worden
gereproduceerd zonder
schriftelijke toestemming van
het laboratorium.

Validatie
Chef
Chemie
Microbiologie

Autorisatie
Hoofd
Laboratorium
ir P. Hienstra

Datum:

17-11-1995





WATERLEIDINGMAATSCHAPPIJ OVERLUSSEL
Postbus 10005
8000 GA Zwolle
TEL.: 038-4276111

DRINKWATER

RAPPORTAGE ONDERZOEK

OPDRACHTGEVER:

WMO

BIJLAGE

RAPPORTNUMMER: 0-950085

pagina 2 van 4

LABNUMMER	MONSTERPUNT	LABNUMMER	MONSTERPUNT
129126	Manderveen	129136	Manderveen
129132	Manderveen	129137	Manderveen
129133	Manderveen	129138	Manderveen
129135	Manderveen	129139	Manderveen
Labnummer :		129132	
Datum Monstername :		20-09-1995	
Analyse	Benheid	Methode	
Zuurgraad	pH	LCWV-334	Q
Geleidingsvermogen	ms/m	LCWV-329	Q
Ionenbalans Anionen	meq/l	LALB-014	
Ionenbalans Kationen	meq/l	LALB-014	
Waterstofcarbonaat	mg/l	LCWV-325	Q
Chloride	mg/l	LCWV-335	Q
Sulfaat	mg/l	LCWV-302	Q
Natrium	mg/l	LCWV-023	Q
Kalium	mg/l	LCWV-024	Q
Calcium	mg/l	LCWV-025	Q
Magnesium	mg/l	LCWV-026	Q
Totale Hardheid(Ber.)	mmol/l	LALB-014	
Ammonium	mg/l	LCWV-338	Q
Nitraat	mg/l	LCWV-336	Q
Fosfaat Ortho-	mg/l	LCWV-311	Q
IJzer	mg/l	LCWV-010	Q
Mangaan	mg/l	LCWV-011	Q
D.O.C.	mg/l	LCWV-309	Q
KMnO4 Verbruik(Zr.Mil.) (KMnO4)	mg/l	LCWV-321	Q

datum monsterontvangst/start analyse	21-09-1995	20-09-1995	20-09-1995	20-09-1995	20-09-1995	20-09-1995	20-09-1995
bemonstering afd. laboratorium ja/nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
analysestraject microbiologie	31-10-1995	19-10-1995	4-10-1995	4-10-1995	23-10-1995	23-10-1995	4-10-1995
analysestraject anorganische chemie							
analysestraject organische chemie							

LABNUMMER	OPMERKING	LABNUMMER	OPMERKING
129126		129136	
129132		129137	
129133		129138	
129135		129139	



WMO is ingeschreven
in het STERLAB - register
voor Laboratoria onder
nummer L 081 voor Gebleeden
zoals nader omschreven
in de erkenning

Op aanvraag is een lijst met
specificaties van de toege-
paste analyse- en demon-
sterings-methode(n) verkrijg-
baar.

De met 'Q' gemerkte analy-
se(s) zijn door STERLAB
erkende verrichtingen.
De met 'U' gemerkte analy-
se(s) zijn door een ander
laboratorium uitgevoerd.

Dit rapport mag niet anders
dan in zijn geheel worden
gereproduceerd zonder
schriftelijke toestemming van
het laboratorium.

Validatie
Chef
Chemie
Microbiologie:

Autorisatie
Hoofd
Laboratorium
Ir P. Hemstra:

Datum:
17-11-1995



	20-09-1995 nee	20-09-1995 nee	20-09-1995 nee	20-09-1995 nee	21-09-1995 nee	21-09-1995 nee
datum monsterontvangst/start analyse						
bemonstering afd. laboratorium ja/nee						
analysetraject microbiologie						
analysetraject anorganische chemie						
analysetraject organische chemie						

Dit rapport mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

Validatie
Chef

Chemie:
Chef

Microbiologie:

**Autorisatie
Hoofd
Laboratorium
ir P. Hiemstra:**

Datum:

117-11-1995





WATERLEIDINGMAATSCHAPPIJ OVERIJSEL
Postbus 10005
8000 GA Zwolle
TEL.: 038-4276111

OPDRACHTGEVER:
WMO

BIJLAGE

RAPPORTNUMMER: O-950085

DRINKWATER

RAPPORTAGE ONDERZOEK

pagina 4 van 4

LABNUMMER	MONSTERPUNT		Eenheid	Methode	129127 21-09-1995	129125 21-09-1995
129127	Manderveen	LR 95-113 FL. 6 m				
129128	Manderveen	PB 95-102 FL. 10 m				
Labnummer						
Datum Monstername						
Analyse						
Zuurgraad		pH			5.95	6.55
Zuurstof opgelost	(O2)	mg/l		LCWV-334 Q	3.6	3.8
Geleidingsvermogen	K20	mS/m		LCWV-329 Q	31	37
Ionenbalans Anionen	(Ber.)	meq/l		LALB-014	2.80	2.81
Ionenbalans Kationen	(Ber.)	meq/l		LALB-014	2.67	3.34
Waterstofcarbonaat	(HCO3)	mg/l		LCWV-325 Q	5	5
Chloride	(Cl)	mg/l		LCWV-335 Q	32	40
Sulfaat	(SO4)	mg/l		LCWV-302 Q	46	36
Natrium	(Na)	mg/l		LCWV-023 Q	16	21
Kalium	(K)	mg/l		LCWV-024 Q	16	15
Calcium	(Ca)	mg/l		LCWV-025 Q	18	28
Magnesium	(Mg)	mg/l		LCWV-026 Q	7.7	7.5
Totale Hardheid (Ber.)		mmol/l		LALB-014	0.77	1.01
Ammonium	(NH4)	mg/l		LCWV-338 Q	<0.05	<0.05
Nitraat	(NO3)	mg/l		LCWV-336 Q	53	53
Fosfaat Ortho-	(PO4)	mg/l		LCWV-311 Q	0.06	<0.05
IJzer	(Fe)	mg/l		LCWV-010 Q	0.10	0.14
Mangaan	(Mn)	mg/l		LCWV-011 Q	0.55	0.18
D.O.C.	(C)	mg/l		LCWV-309 Q	2.5	6.2
KMnO4 Verbruik (2r.Mil.) (KMnO4)		mg/l		LCWV-321 Q	5.4	17

datum monsterontvangst/start analyse
bemonstering afd. laboratorium ja/nee
analysetraject microbiologie
analysetraject anorganische chemie
analysetraject organische chemie

21-09-1995
nee
4-10-1995
4-10-1995

LABNUMMER	OPMERKINGEN
129127	
129128	



WMO is ingeschreven
in het STERLAB - register
voor Laboratoria onder
nummer L 081 voor gebieden
zoals nader omschreven
in de erkenning

Op aanvraag is een lijst met
specificaties van de toege-
paste analyse- en bemon-
sterings-methode(n) verkrijg-
baar.

De met 'O' gemerkte analy-
se(s) zijn door STERLAB
erkende verrichtingen.
De met 'U' gemerkte analy-
se(s) zijn door een ander
laboratorium uitgevoerd.

Dit rapport mag niet anders
dan in zijn geheel worden
geproduceerd zonder
schriftelijke toestemming van
het laboratorium.

Valide
Chef
Chemie
Microbiologie

Autorisatie
Hoofd
Laboratorium
Ir P. Hiemstra

Datum:

17-11-1995





WATERLEIDINGSMAATSCHAPPIJ OVERIJSEL
Postbus 10005
8000 GA Zwolle
TEL.: 038-4276111

DRINKWATER

RAPPORTAGE ONDERZOEK

OPDRACHTGEVER:

WMO

BIJLAGE

RAPPORTNUMMER: O-950087

pagina 1 van 1

LABNUMMER MONSTERPUNT

129888 Manderveen (TNO) PB 28F021 FL. 4 m

Labnummer : 129888
Datum Monsternamen : 2-10-1995
Analyse Benheid Methode

Zuurgraad	pH	LCMV-334	Q	6.90
Zuurstof opgelost	(O2) mg/l	LCMV-313		<0.5
Geleidingsvermogen	K20 mS/m	LCMV-329	Q	43
Ionenbalans Anionen	(Ber.) meq/l	LALB-014		4.24
Ionenbalans Kationen	(Ber.) meq/l	LALB-014		3.99
Waterstofcarbonaat	(HCO3) mg/l	LCMV-325	Q	105
Chloride	(Cl) mg/l	LCMV-335	Q	28
Sulfaat	(SO4) mg/l	LCMV-302	Q	35
Natrium	(Na) mg/l	LCMV-023	Q	21
Kalium	(K) mg/l	LCMV-024	Q	13
Calcium	(Ca) mg/l	LCMV-025	Q	41
Magnesium	(Mg) mg/l	LCMV-026	Q	8.3
Totale Hardheid (Ber.)	mmol/l	LALB-014		1.37
Ammonium	(NH4) mg/l	LCMV-338	Q	<0.05
Nitraat	(NO3) mg/l	LCMV-336	Q	62
Fosfaat Ortho-	(PO4) mg/l	LCMV-311	Q	0.23
IJzer	(Fe) mg/l	LCMV-010	Q	<0.03
Mangaan	(Mn) mg/l	LCMV-011	Q	0.03
D.O.C.	(C) mg/l	LCMV-309	Q	7.2
KMnO4 Verbruik (Zr.Mil.) (KMnO4)	mg/l	LCMV-321	Q	25

datum monsterontvangst/start analyse 2-10-1995
bemonstering afd. laboratorium ja/nee nee
analysetraject microbiologie 19-10-1995
analysetraject anorganische chemie
analysetraject organische chemie

LABNUMMER OPMERKINGEN

129888



WMO is ingeschreven
in het STERILAB - register
voor Laboratoria onder
nummer L 081 voor gebieden
zoals nader omschreven
in de erkenning

Op aanvraag is een lijst met
specificaties van de toege-
paste analyse- en bemon-
sterings-methode(n) verkrijg-
baar.

De met 'Q' gemerkte analy-
ses zijn door STERILAB
erkende verrichtingen.
De met 'U' gemerkte analy-
ses zijn door een ander
laboratorium uitgevoerd.

Dit rapport mag niet anders
dan in zijn geheel worden
gereproduceerd zonder
schriftelijke toestemming van
het laboratorium.

Validatie
Chef
Microbiologie:
ba

Autorisatie
Hoofd
Laboratorium
ir P. Hiemstra: 6th

Datum:
30-11-1995





WATERLEIDINGMAATSCHAPPIJ OVERLIJSSEL

Postbus 10005
8000 GA Zwolle
TEL.: 038-4276111

OPDRACHTGEVER:

WMO

BIJLAGE

RAPPORTNUMMER: O-960005

DRINK WATER

RAPPORTAGE ONDERZOEK

pagina 1 van 1

LABNUMMER	MONSTERPUNT	
129134	Manderveen	DD 95-115 FL. 1.5 m (Prov.2)
Labnummer		129134
Datum Monstername		20-09-1995
Analyse	Benheid	Methode
Zuurgraad	pH	LCWV-334 Q
Zuurstof opgelost (O2)	mg/l	LCWV-313
Geleidingsvermogen K20	mS/m	LCWV-329 Q
Ionenbalans Anionen (Ber.)	meq/l	LALB-014
Ionenbalans Kationen (Ber.)	meq/l	LALB-014
Waterstofcarbonaat (HCO3)	mg/l	LCWV-325 Q
Chloride (Cl)	mg/l	LCWV-335 Q
Sulfaat (SO4)	mg/l	LCWV-302 Q
Natrium (Na)	mg/l	LCWV-023 Q
Kalium (K)	mg/l	LCWV-024 Q
Calcium (Ca)	mg/l	LCWV-025 Q
Magnesium (Mg)	mg/l	LCWV-026 Q
Totale Hardheid (Ber.)	mmol/l	LALB-014
Ammonium (NH4)	mg/l	LCWV-338 Q
Nitraat (NO3)	mg/l	LCWV-336 Q
Fosfaat Ortho- (PO4)	mg/l	LCWV-311 Q
IJzer (Fe)	mg/l	LCWV-010 Q
Mangaan (Mn)	mg/l	LCWV-011 Q
D.O.C. (C)	mg/l	LCWV-309 Q
KMnO4 Verbruik (Zr.Mil.) (KMnO4)	mg/l	LCWV-321 Q

20-09-1995

nee

3-10-1995

datum monsterontvangst/start analyse
bemonstering afd. laboratorium ja/nee
analysestraject microbiologie
analysestraject anorganische chemie
analysestraject organische chemie

LABNUMMER OPMERKINGEN

129134



WMO is ingeschreven in het STERLAB - register voor Laboratoria onder nummer L 081 voor gebieden zoals nader omschreven in de erkenning

Op aanvraag is een lijst met specificaties van de toegepaste analyse- en bemonsterings-methode(n) verkrijgbaar.

De met 'O' gemerkte analyses(s) zijn door STERLAB erkende verrichtingen. De met 'U' gemerkte analyses(s) zijn door een ander laboratorium uitgevoerd.

Dit rapport mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

Validatie
Chef
Chemie
Microbiologie

Autorisatie
Hoofd
Laboratorium
ir P. Hiemstra

Datum:
24-01-1996



