

Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieuhygiëne
Bilthoven

Rapport nr. 724903002

**VARIATIE IN RUIMTE EN TIJD VAN DE
NITRAATCONCENTRATIE IN HET VERZADIGDE
GRONDWATER VAN 10 GRASLANDBEDRIJVEN IN
DE ZANDGEBIEDEN VAN NEDERLAND**

L.J.M. BOUMANS

april 1990

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Directoraat-
Generaal Milieubeheer Directie Drinkwater, Water, Bodem. (Opdrachtbriefnr.
BWS/2254290 1984)

VERZENDLIJST

- 1 - 3 Hoofd van de hoofdafdeling bodem, directie Drinkwater, Water en Bodem van het Directoraat-Generaal Milieubeheer van het Ministerie van VROM
- 4 Directeur-Generaal van de Volksgezondheid
- 5 Directeur-Generaal Milieubeheer
- 6 plv. Directeur-Generaal Milieubeheer van het Ministerie van VROM
- 7 Directeur van het Nederlands Meststoffen Instituut
- 8 Directeur van het KIWA
- 9 Ministerie van Landbouw & Visserij, directie Landbouwkundig Onderzoek
- 10 Ministerie van Landbouw en Visserij, directie Natuur Milieu en Faunabeheer
- 11 Directeur van het Staring Centrum
- 12 Directeur van het Centrum voor Landbouw en Milieu
- 13 Dr.Ir. A. Breeuwsma, Staring Centrum
- 14 Bibliotheek Staring Centrum
- 15 Rijkswaterstaat, DBW/RIZA
- 16 Depot van Nederlandse publicaties en Nederlandse bibliografie
- 17 Directie RIVM
- 18 Ir. F Langeweg
- 19 Dr. Ir. C. van den Akker
- 20-23 Leden themagroep "Vermesting"
- 24-26 Auteur
- 27 Bureau Projecten- en rapportenregistratie
- 28-29 Bibliotheek RIVM
- 30-31 LBG/SGO
- 32-60 Reserve exemplaren

<u>Hfdst.</u>	<u>Titel.</u>	<u>Blz.</u>
	Verzendlijst	ii
	Inhoudsopgave	iii
	Abstract	vi
	Samenvatting	1
1	INLEIDING	3
2	BEMONSTERING GRONDWATER	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Ondiepe (tijdelijke) putten	6
2.3	Diepe (permanente) putten	7
3	VARIATIE IN NITRAATCONCENTRATIES	9
3.1	Ondiepe (tijdelijke) putten	9
3.2	Diepe (permanente) putten	12
3.3	Ondiepe (tijdelijke) en diepe (permanente) putten.	27
4	CONCLUSIES	30
Bijlage 1	Metingen Station de Bilt (KNMI)	33
Bijlage 2	Resultaten ondiepe putten	34

<u>Num.</u>	<u>Titel.</u>	<u>Blz.</u>
FIGUREN		
1	Lokaties van de Stikstofproefbedrijven	3
2	Gemiddelde nitraatconcentraties per perceel van ronde 1, versus de individuele waarnemingen per perceel van ronde 2	10
3	Variaties in diepte en tijd van de nitraatconcentratie in de diepe (permanente) putten	22
4	Gemiddelde nitraat-N concentratie (mg/l) per bedrijf, ronde en put.	28

<u>Num.</u>	<u>Titel.</u>	<u>Blz.</u>
TABELLEN		
1	Aantal waarnemingen per bedrijf en perceel van twee bemonsteringsrondes, uit permanente diepe putten	8
2	Gemiddelde nitraat-N concentratie per bedrijf en ronde in ondiepe tijdelijke putten	12
3	Gemiddelde nitraat-N concentratie (mg/l) per bedrijf en ronde in diepe permanente putten	25
4	Variatie van de nitraatconcentratie in de diepe permanente putten.	26
5	Variatie van de nitraatconcentratie tussen de bedrijven en tussen de bemonsteringsrondes in de ondiepe en diepe putten, gemeten ten opzichte van de totale variatie	29

Abstract

Ground water of 10 dairy farms was sampled during spring 1987 and during 1988/89, and analysed for nitrate. The sampling was done for monitoring purposes. The farms are situated in the sandy regions of the Netherlands. The farms have a modern management. The sampling of the ground water was done by temporary and permanent wells. The temporary wells sampled up to one meter under the ground water table by one screen. The permanent wells sampled up to 5 meters below the ground water table by means of 6 screens. Sampling with temporary wells was done at only 8 farms.

There is no difference between the two sampling periods if the sampling location is not considered. The mean nitrate-nitrogen concentration is;

for sampling period 1, permanent wells	:	24 mg/l
,, 2 ,,	:	22 mg/l
,, 1 temporary wells	:	26 mg/l
,, 2 ,,	:	26 mg/l

If the sampling location is considered, differences in nitrate-concentrations are found (in order of importance);

- 1-between the farms, with permanent wells
- 2-at the farms between the sampling periods, with temporary wells
- 3-between the farms, with temporary wells
- 4-at the farms between the sampling periods, with permanent wells

The samples of the permanent wells are more auto-correlated in space. Therefore differences in ground water nitrate concentration between the farms, are more pronounced in the permanent wells. The samples of the temporary wells are more auto-correlated in time Therefore differences in ground water nitrate concentration between sampling periods at the farms, are more pronounced in the temporary wells.

Before the first sampling period the amount ground water recharge was normal. Before the second sampling period the amount ground water recharge was twice the normal value. This can explain the lower nitrate concentrations in the temporary wells at 5 of the 8 farms.

With the first sampling period unexplainabel lower nitrate concentrations were found at two farms. With the second sampling period these farms showed unexplainabel higher nitrate concentrations.

In general we may conclude that de nitrate concentrations sampled during the first period give a good estimate of nitrate concentrations of shallow ground water of grasland in the sandy areas of the Netherlands.

Samenvatting en conclusies.

Op 10 moderne zandgraslandbedrijven met melkvee, is tweemaal, met anderhalf jaar tussenpauze, het grondwater gekarteerd op nitraat. De kartering is uitgevoerd met behulp van ondiepe tijdelijke putten en diepe permanente putten. In de ondiepe putten is ongeveer de eerste meter van het grondwater, onder de grondwaterspiegel, bemonsterd, met één filter. In de diepe putten is het grondwater tot 15 meter beneden het maaiveld bemonsterd met behulp van 6 filters. Per bedrijf zijn ongeveer 14 tot 20 ondiepe putten en 3 tot 11 diepe putten geplaatst. De ondiepe grondwaterkartering is slechts op 8 bedrijven tweemaal uitgevoerd.

Als de monsterlokatie (het bedrijf) buiten beschouwing wordt gelaten, dan is er geen verschil tussen de resultaten van de twee bemonsteringsrondes. De gemiddelde nitraat-stikstof concentratie is;

- voor bemonsteringsronde 1, in de permanente putten : 24 mg/l
- voor bemonsteringsronde 2, in de permanente putten : 22 mg/l
- voor bemonsteringsronde 1, in de tijdelijke putten : 26 mg/l
- voor bemonsteringsronde 2, in de tijdelijke putten : 26 mg/l

Indien de resultaten van de twee bemonsteringsrondes per bedrijf worden bekeken worden wel verschillen gevonden. In orde van belangrijkheid worden verschillen in nitraatconcentratie gevonden;

- met permanente putten, tussen de bedrijven,
- met tijdelijke putten, tussen de rondes op de individuele bedrijven,
- met tijdelijke putten, tussen de bedrijven,
- met permanente putten, tussen de rondes op de individuele bedrijven.
- met permanente putten, tussen de percelen van een bedrijf

Omdat het grondwater uit de permanente diepe putten een geringere ruimtelijk variatie maar wel een grotere variatie van het infiltratie-tijdstip bezit, dan het grondwater uit de ondiepe tijdelijke putten, kan verklaard worden waarom de grootste verschillen tussen de bedrijven met de permanente putten, en op de bedrijven de grootste verschillen in de tijd met de tijdelijke putten worden gevonden.

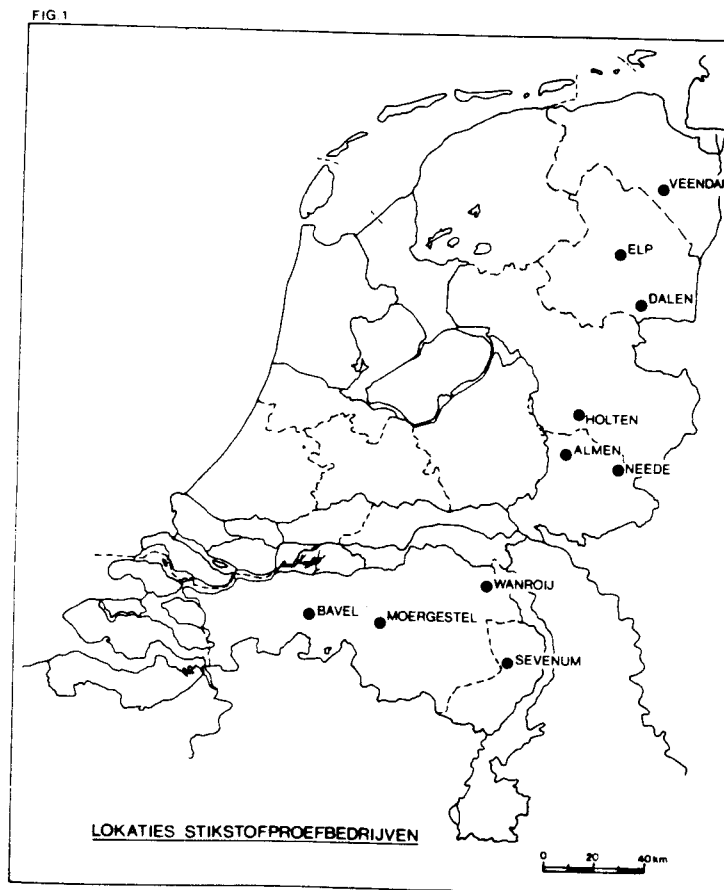
Voorafgaande aan de eerste bemonsteringsronde was het neerslagoverschot ongeveer gemiddeld. Voorafgaande aan de tweede bemonsteringsronde was het neerslagoverschot ongeveer tweemaal het gemiddelde. Dit verklaart waarom in het ondiepe grondwater van 5, van de 8 onderzochte bedrijven, met de tweede bemonsteringsronde duidelijk lagere nitraatconcentraties gevonden worden.

Met de eerste bemonsteringsronde zijn op twee bedrijven onverklaarbaar lagere concentraties gevonden. Met de tweede bemonsteringsronde zijn op dezelfde twee bedrijven onverklaarbaar hogere concentraties gevonden.

Ondanks het grote neerslagoverschot, dat voorafging aan de tweede bemonsteringsronde, zijn de totaal gemiddelde nitraatconcentraties in de ondiepe en diepe putten niet verschillend per bemonsteringsronde. Daarom zijn de nitraatconcentraties, die tijdens de eerste bemonsteringsronde gevonden zijn, zeker niet te hoog als schatting voor de gemiddelde nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater onder zandgrasland.

1. INLEIDING

In opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer wordt door het RIVM onderzoek verricht naar het voorkomen en gedrag van N-verbindingen in het grondwater. Doel van het onderzoek is het leveren van een technisch-wetenschappelijke onderbouwing van het milieubeleid op het gebied van het gebruik van meststoffen. Het RIVM, in een samenwerkingsverband met het Nederlands Meststoffen Instituut (NMI), onderzoekt in dit kader de samenstelling van het grondwater van een tiental graslandbedrijven (stikstofproefbedrijven) in de zandgebieden (zie figuur 1).



Figuur 1. Lokaties van de Stikstofproefbedrijven

Begin 1986 zijn per bedrijf 3 tot 12 grondwater-waarnemingspunten gemaakt die werden voorzien van permanente wateronttrekkingsmiddelen. Deze putten zijn voor de eerste keer begin 1987 bemonsterd.

Tevens heeft STIBOKA (momenteel Staringcentrum) in opdracht van het RIVM een bedrijfskartering uitgevoerd. Hiertoe zijn met een handboor gaten gemaakt, ongeveer 4 per hectare. In deze gaten is het grondwater ook begin 1987 bemonsterd.

De resultaten van dit onderzoek zijn gerapporteerd (Boumans et al., 1989).

De jaren 1985 en 1986 hebben een neerslagoverschot dat niet veel afwijkt van het gemiddelde. De jaren 1987 en 1988 hebben wel een neerslagoverschot dat duidelijk groter is dan het gemiddelde. Om te onderzoeken in hoeverre de gevonden nitraatconcentraties in het grondwater van de graslandbedrijven reproduceerbaar zijn, is een beperkte vervolgbemonstering uitgevoerd aan het eind van 1988 en begin 1989. Deze vervolgbemonstering betreft alle permanente putten en ongeveer 17 ondiepe putten per bedrijf. Slechts op 8 bedrijven zijn ondiepe putten geplaatst. Omdat een gedeelte van het grasland jaarlijks wordt gescheurd moest een gedeelte van de permanente putten worden verwijderd, zodat tijdens de tweede bemonsteringsronde minder waarnemingen met permanente putten zijn gedaan.

2. BEMONSTERING GRONDWATER

2.1. Inleiding

De grondwaterkwaliteit is afhankelijk van de belasting van het intrekgebied (bodembebruik en type), het weer en eventuele processen onder de wortelzone.

Het meest gedetailleerde niveau waarop het bodembebruik (teelt en bemesting) bekend is, is op perceelsniveau (ongeveer 1-3 ha). Het bodemtype is op de onderzoekslokaties nog gedetailleerder bekend (enkele honderden vierkante meters). Binnen een perceel en binnen een gekarteerd bodemtype komen natuurlijk ook nog variaties voor in bodemtype en belasting. Zo zal de kunstmest niet egaal worden toegediend en ook door beweiding vindt variatie in belasting plaats.

De uitspoeling van mineralen zal, op perceelsniveau, ook nog eens van jaar tot jaar verschillen door het weer. Bij een goede oogst worden meer mineralen door de planten opgenomen en spoelen minder mineralen uit. Als het neerslagoverschot groot is worden de concentraties aan uitspoelende mineralen verlaagd. Gemiddeld wijkt het neerslagoverschot 47% af van het totaal gemiddelde neerslagoverschot (245 mm). (Metingen te De Bilt, 1911-1984) Het voortschrijdend 2,3 en 4 jaarlijks gemiddelde neerslagoverschot wijkt respectievelijk gemiddeld 34%, 28% en 25% af. De twee jaren voorafgaande aan de eerste bemonstering (1985,1986) hadden respectievelijk een neerslagoverschot van 239 en 299 mm. De jaren 1987 en 1988 hebben respectievelijk een neerslagoverschot van 547 en 530 mm (zie bijlage).

De uitspoeling van mineralen naar de waterverzadigde zone, in een jaar in een perceel, zal ook variaties vertonen doordat het regenwater niet overal even snel naar de grondwaterspiegel stroomt of doordat de grondwaterspiegel niet overal even diep zit.

Uit bovenstaande volgt dat de grondwaterkwaliteit ruimtelijk en in de tijd binnen een perceel en zelfs binnen een bodemtype op een perceel kan variëren.

Nemen we aan dat op de onderzochte bedrijven het verzadigde grondwater een verticale reïssnelheid van ongeveer een meter per jaar bezit, dan zullen grondwatermonsters van de eerste 5 meter onder de grondwaterspiegel representatief zijn voor de gemiddelde uitspoeling in 5 jaar en minder variatie in de tijd vertonen dan monsters van de bovenste meter. Het vervelende is echter dat naarmate men dieper grondwater bemonstert, het intrekgebied verder verwijderd kan zijn van de bemonsteringslokatie. Ook kunnen in de ondergrond processen optreden die de uitspoelende mineralen uit het grondwater verwijderen, zodat geen goed beeld van de uitspoeling wordt verkregen. Een alternatief is dat het bovenste grondwater van een perceel langjaarlijks wordt bemonsterd.

Op grond van bovenstaande beschouwing is ten behoeve van de grondwaterkartering gekozen voor zowel diepe als ondiepe putten. Op 8 van de 10 graslandbedrijven zijn, gedurende twee bemonsteringsrondes, grondwatermonsters uit de bovenste meter van de verzadigde zône genomen met ondiepe tijdelijke putten. Eveneens zijn op alle 10 bedrijven tot ongeveer 5 meter onder de grondwaterspiegel grondwatermonsters genomen met permanente putten.

2.2. Ondiepe (tijdelijke) putten

Tijdens de eerste bemonsteringsronde zijn ondiepe putten (833 stuks) goed gespreid over het landoppervlak van de 10 bedrijven geplaatst. Met een handboor is door de onverzadigde zône en vervolgens ongeveer een meter door de verzadigde zône geboord met een Edelmanboor. Het is in veel gevallen niet mogelijk om bodem-materiaal uit de verzadigde zône op deze manier naar boven te brengen. Door het boren wordt wel de structuur van de bodem verstoord zodat makkelijk een filter in de modder, die ontstaat, kan worden gedrukt. Het filter heeft een lengte van een halve meter en is bevestigd aan een stijgbuis. In de stijgbuis wordt een slang neergelaten en door middel van vacuüm wordt uit het filter eerst 2 liter grondwater onttrokken

om te spoelen. Vervolgens wordt een liter water bemonsterd. Tijdens de tweede bemonsteringronde zijn opnieuw ongeveer 17 ondiepe grondwatermonsters per bedrijf genomen op makkelijk bereikbare lokaties met homogeen bodemtype. In de bijlage staan aantallen ondiepe putten en percelen per bedrijf vermeld.

2.3. Diepe (permanente) putten

De diepere grondwatermonsters zijn genomen uit "permanente" putten. Deze putten zijn voor een deel in eigen beheer gemaakt met de puls-methode.

De permanente putten, die in eigen beheer zijn gemaakt, zijn niet dieper dan 6,5 meter beneden het maaiveld en bevinden zich zo goed mogelijk in het midden van een perceel Indien mogelijk zijn in een permanente put 6 filters geplaatst. De eerste 3 filters zijn 20 cm lang en hebben een onderlinge afstand van 30 cm. De volgende 3 filters zijn 50 cm lang en hebben een onderlinge afstand in de diepte van 50cm. Als het grondwater diep staat zijn minder filters van 50 cm geplaatst. Doordat de grondwaterstand fluctueert is het niet altijd mogelijk om alle bovenste filters te bemonsteren.

De natuurlijke gelaagdheid van het grondwater wordt verstoord door het zetten van de putten. Naarmate een put langer staat wordt deze gelaagdheid weer hersteld. Indien de put afsluitende lagen in de verzadigde zône heeft doorbroken is het mogelijk dat preferente verticale stroming ter plekke van de put ontstaat.

Tijdens de tweede bemonsteringsronde zijn een aantal "permanente" putten opnieuw bemonsterd. Een aantal permanente putten was eerder verwijderd omdat het betreffende perceel is geploegd.

Aanvullend is per bedrijf is een put, via de pulsmethode, gemaakt van 15 meter diepte. Het zetten van deze put is uitbesteed. De put is om de halve meter voorzien van filters van een halve meter. In tegenstelling met de putten die in eigen beheer zijn gemaakt is deze put bovengronds afgewerkt en is deze put niet in een perceel geplaatst. Door het voorkomen van klei en leem kan niet altijd grondwater uit een filter worden onttrokken. Deze put wordt hierna de nitraat-put genoemd.

De diepe "permanente" putten zijn op basis van geohydrologisch onderzoek op lokaties gezet waarvan het zeker was dat het diepere grondwater ter plekke afkomstig was van het bedrijf. In een situatie was dit niet mogelijk (Holten) doordat het diepere grondwater uit kwel bestaat. In tegenstelling tot de ondiepe putten, zijn de diepe putten niet bedoeld om de grondwaterkwaliteit van het hele bedrijf te meten, maar meer als steekproef naar de mate waarin de kwaliteit van het diepere grondwater afwijkt van het ondiepe grondwater. Het aantal permanente putten dat twee keer is bemonsterd, bedraagt 93.

Onderstaande tabel geeft het aantal waarnemingen met de diepe permanente putten per bedrijf en perceel.

Tabel 1. Aantal waarnemingen per bedrijf en perceel van twee bemonsteringsrondes, uit permanente diepe putten

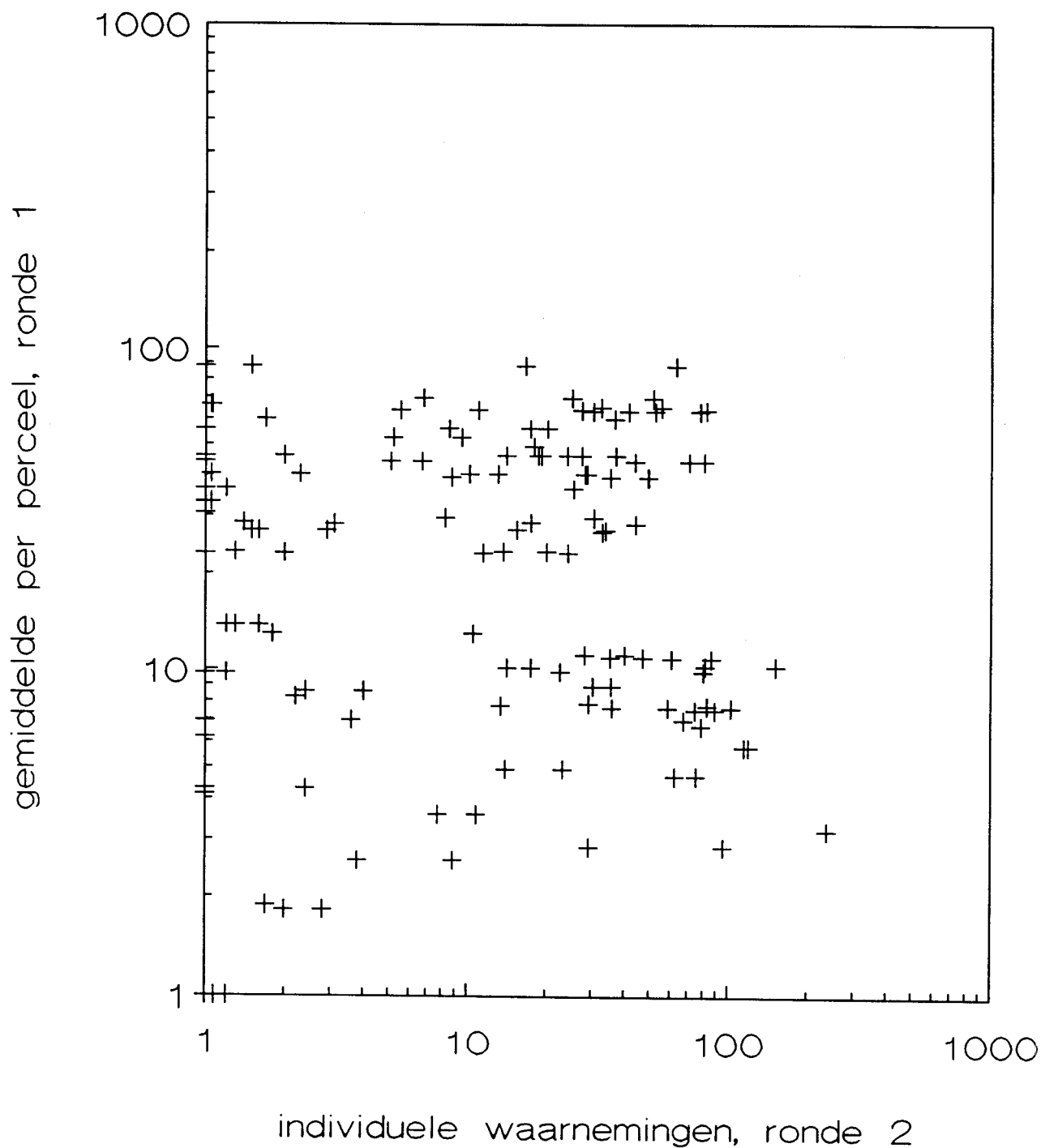
	nitraat-put	Perceels-volnummer							
		1	2	3	4	5	6	7	8
BEDRIJF									
Almen	12	28	14	10	20	28	42	0	0
Bavel	12	4	6	0	0	0	0	0	0
Dalen	20	28	28	12	24	12	0	0	0
Elp	24	14	14	28	10	14	12	24	10
Holten	24	40	34	42	42	0	0	0	0
Moergestel	16	10	12	10	28	28	14	0	0
Neede	14	28	12	42	0	0	0	0	0
Sevenum	18	14	26	18	26	14	12	28	0
Veendam	18	28	40	28	0	0	0	0	0
Wanroy	24	40	38	42	0	0	0	0	0

3. VARIATIE IN NITRAATCONCENTRATIES

De resultaten van dit onderzoek betreffen ondiepe grondwatermonsters genomen door middel van ondiepe "tijdelijke" putten en grondwatermonsters uit diepe "permanente" putten. Er zijn twee bemonsteringsrondes geweest.

3.1. Ondiepe (tijdelijke) putten

Onderstaande figuur geeft de resultaten weer. Omdat tijdens de eerste ronde meer waarnemingen per perceel zijn gedaan worden in figuur 2 de gemiddelden van de eerste ronde vergeleken met de individuele waarnemingen van de tweede ronde.



Figuur 2. Gemiddelde nitraatconcentraties per perceel van ronde 1, versus de individuele waarnemingen per perceel van ronde 2

Op de verticale as staat de gemiddelde nitraatconcentratie, per perceel, die is berekend met de resultaten van de eerste bemonsteringsronde. Op de

horizontale as zijn de nitraatconcentraties uitgezet die zijn gemeten tijdens de tweede ronde. Om de waarnemingen zo goed mogelijk gespreid weer te geven is de grafiek dubbel-logaritmisch. Om te vermijden dat lage nitraatconcentraties extra aandacht krijgen is, alvorens de logaritme te berekenen, bij elke concentratie een (1) opgeteld. Als de resultaten van de eerste bemonsteringsronde overeenkomstig zijn met die van de tweede ronde dan moeten de kruisjes gespreid liggen om een lijn van 45 graden die door de oorsprong gaat. Dat is hier niet het geval. De resultaten van de twee bemonsteringsrondes zijn dus niet overeenkomstig.

In de bijlage zijn per bedrijf, bemonsteringsronde en perceel de gemiddelde nitraatconcentraties gegeven. Door de jaarlijkse verschillen in het neerslagoverschot (zie bijlage) wordt verwacht dat de nitraat-concentraties die met de tweede bemonsteringsronde zijn verkregen ongeveer tweemaal zo laag zijn als de concentraties van de eerste ronde. Onderstaande tabel geeft de gemiddelde nitraatconcentraties per bedrijf en ronde. Uit de tabel kunnen we opmaken dat op 5 bedrijven de concentraties duidelijk zijn gezakt. Op twee bedrijven (Moergestel en Sevenum), die tijdens de eerste bemonsteringsronde duidelijk lagere concentraties in het bovenste grondwater bezaten, zijn nu de concentraties gestegen. Tevens zijn hier de concentraties nu hoger dan op de overige bedrijven.

Tabel 2. Gemiddelde nitraat-N concentratie per bedrijf en ronde in ondiepe tijdelijke putten

	ronde: 1		2	
	Aantal waarnemingen	Gemiddelde nitraat-N (mg/l)	Aantal waarnemingen	Gemiddelde nitraat-N (mg/l)
Almen	20	48	17	24
Dalen	42	50	17	18
Elp	90	33	18	17
Holten	43	20	20	1
Moergestel	50	4	18	30
Neede	36	41	14	21
Sevenum	63	7	19	73
Wanroy	60	28	18	21
Totaal	404	26	141	26

Het is opvallend dat de totaal gemiddelde nitraatconcentratie per ronde niet veel verschilt maar de gemiddelde concentratie per bedrijf wél. Met de resultaten van de eerste bemonsteringsronde is een relatie gevonden tussen de nitraatuitspoeling en het grondwaterstandsverloop. Vanwege het beperkte aantal waarnemingen van de tweede ronde en het afwijkende neerslagoverschot is dit niet herhaald.

3.2. Diepe (permanente) putten

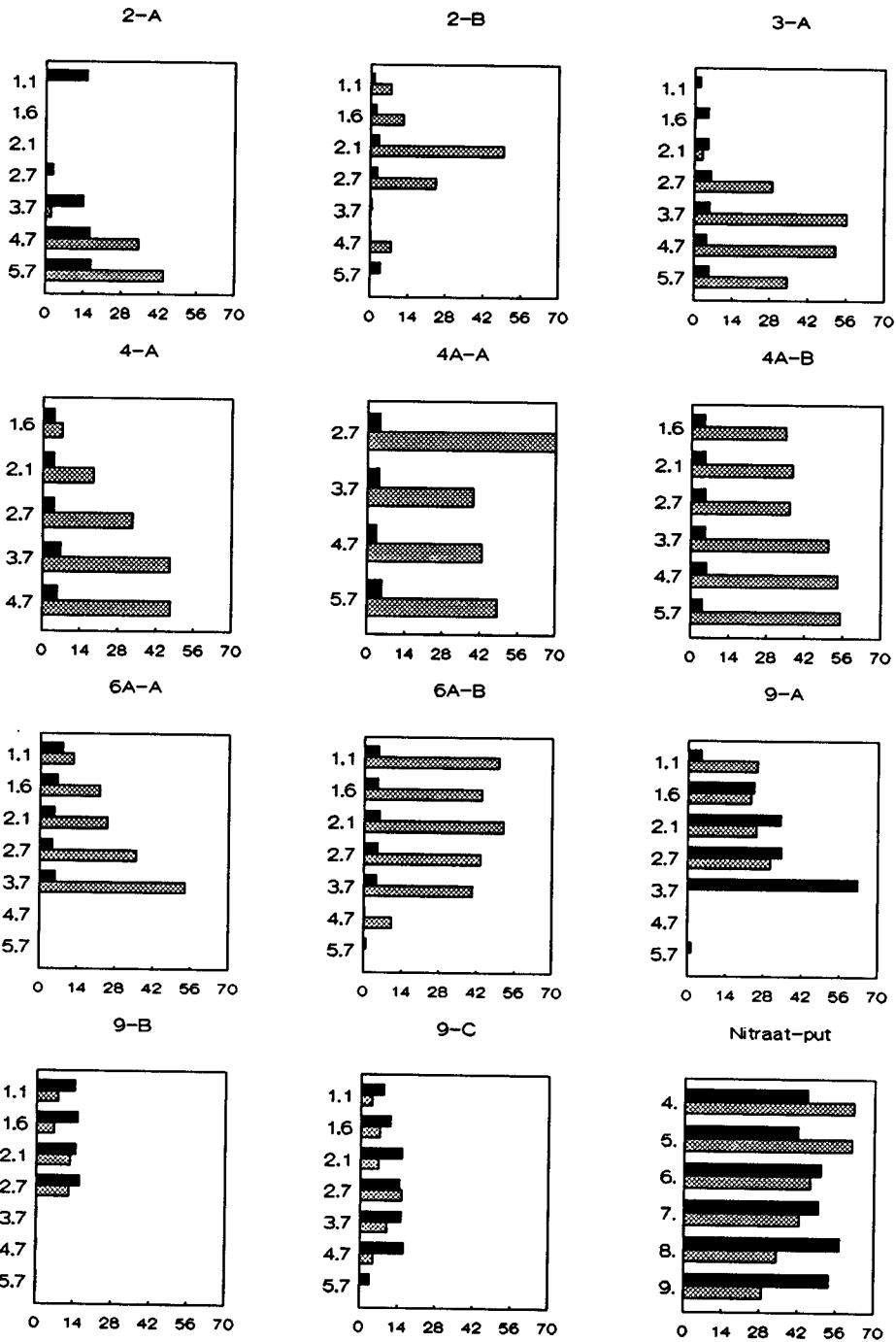
Figuur 3 geeft de resultaten van twee bemonsteringsronden weer. De resultaten van elk bedrijf worden per bladzijde weergegeven. De aangegeven diepte is het aantal meters minus maaiveld van de bovenkant van het filter. Als op een diepte geen concentraties zijn weergegeven betekent dit dat de concentraties klein of nul zijn. Op elke aangegeven diepte zijn twee grondwatermonsters genomen en geanalyseerd.

Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Almen. Resultaten van twee bemonsteringen van 12 putten

■ maart, 1987 ▨ september, 1988

Perceel-put code

↓
Diepte (m) minus maaiveld

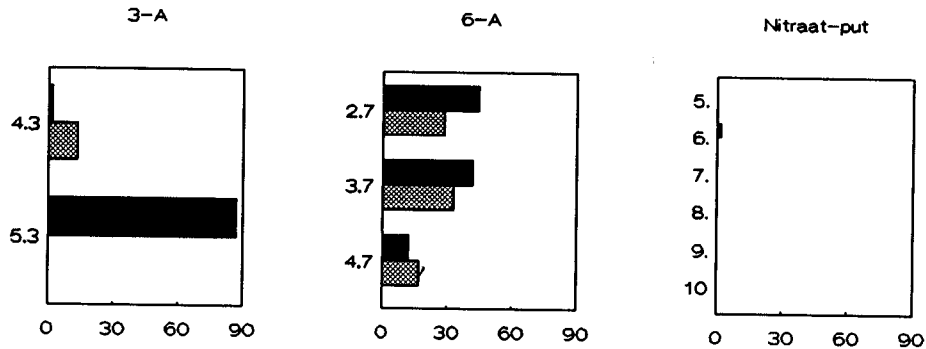


Nitraat-N concentratie (mg/l) →

Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Bavel. Resultaten van twee bemonsteringen van 3 putten

■ mei, 1987 ▨ april, 1989

Perceel-put code



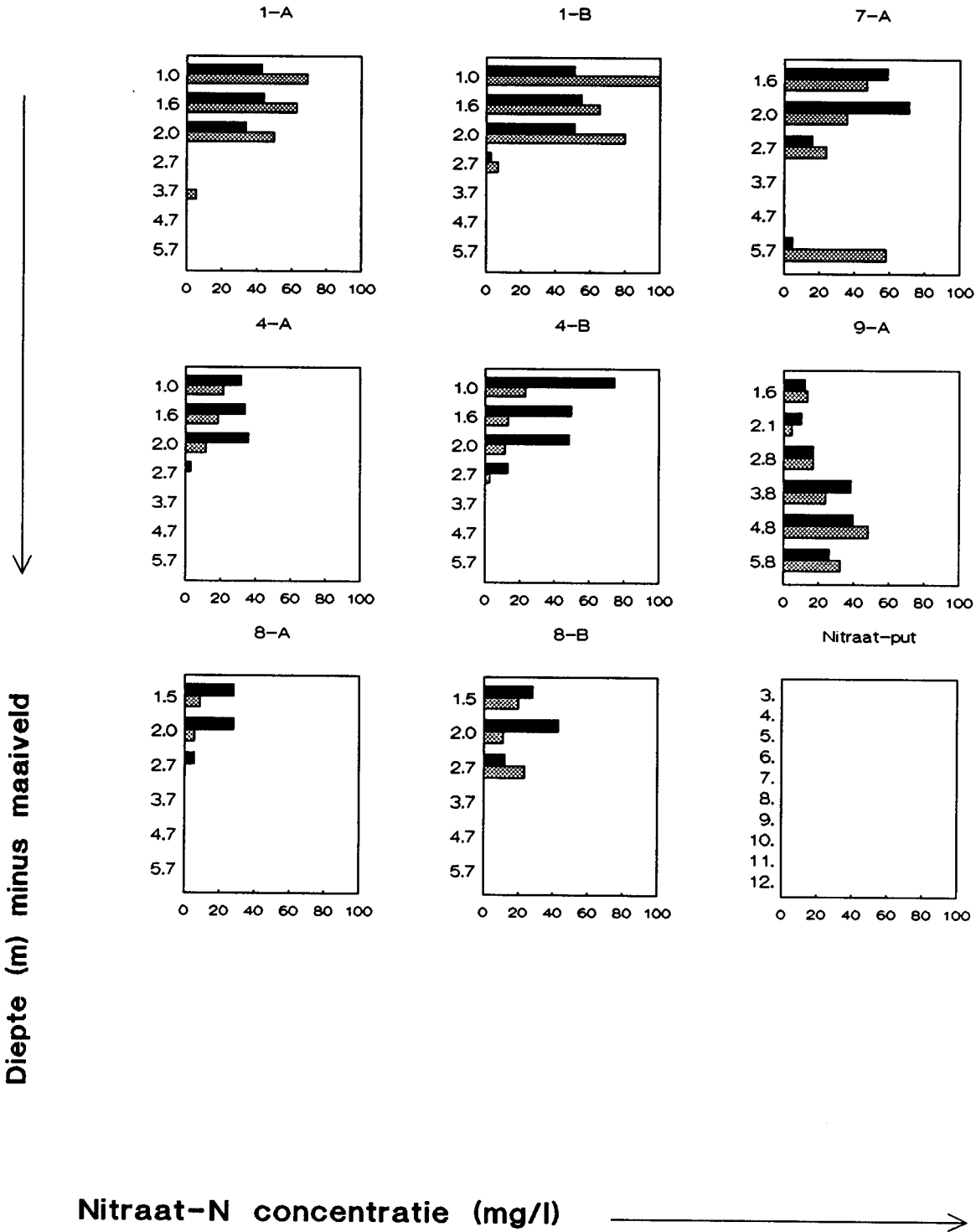
Diepte (m) minus maaiveld

Nitraat-N concentratie (mg/l) →

Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Dalen. Resultaten van twee bemonsteringen van 9 putten

■ maart, 1987 ▨ april, 1989

Perceel-put code



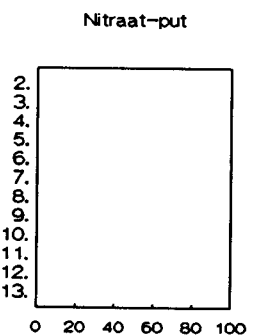
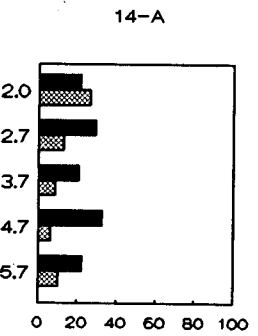
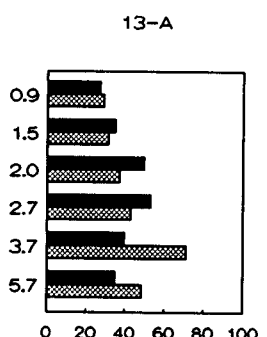
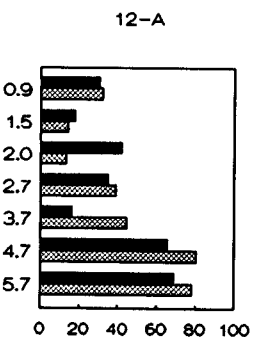
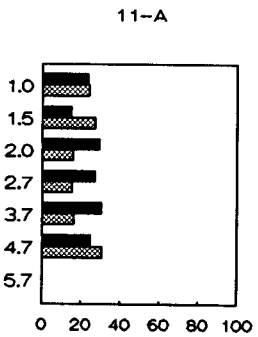
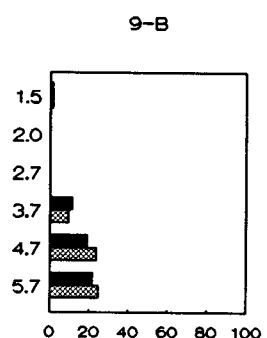
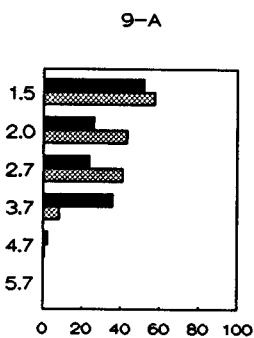
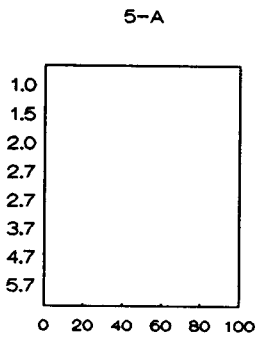
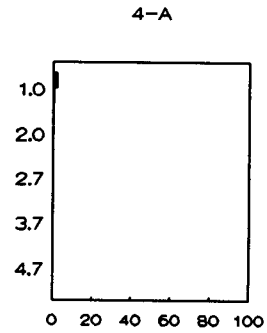
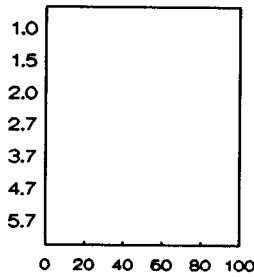
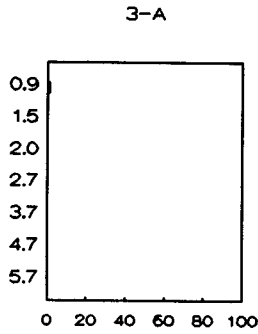
Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Elp. Resultaten van twee bemonsteringen van 11 putten

■ juni, 1987

▨ mei, 1989

Perceel-put code

↓
Diepte (m) minus maaiveld



Nitraat-N concentratie (mg/l)



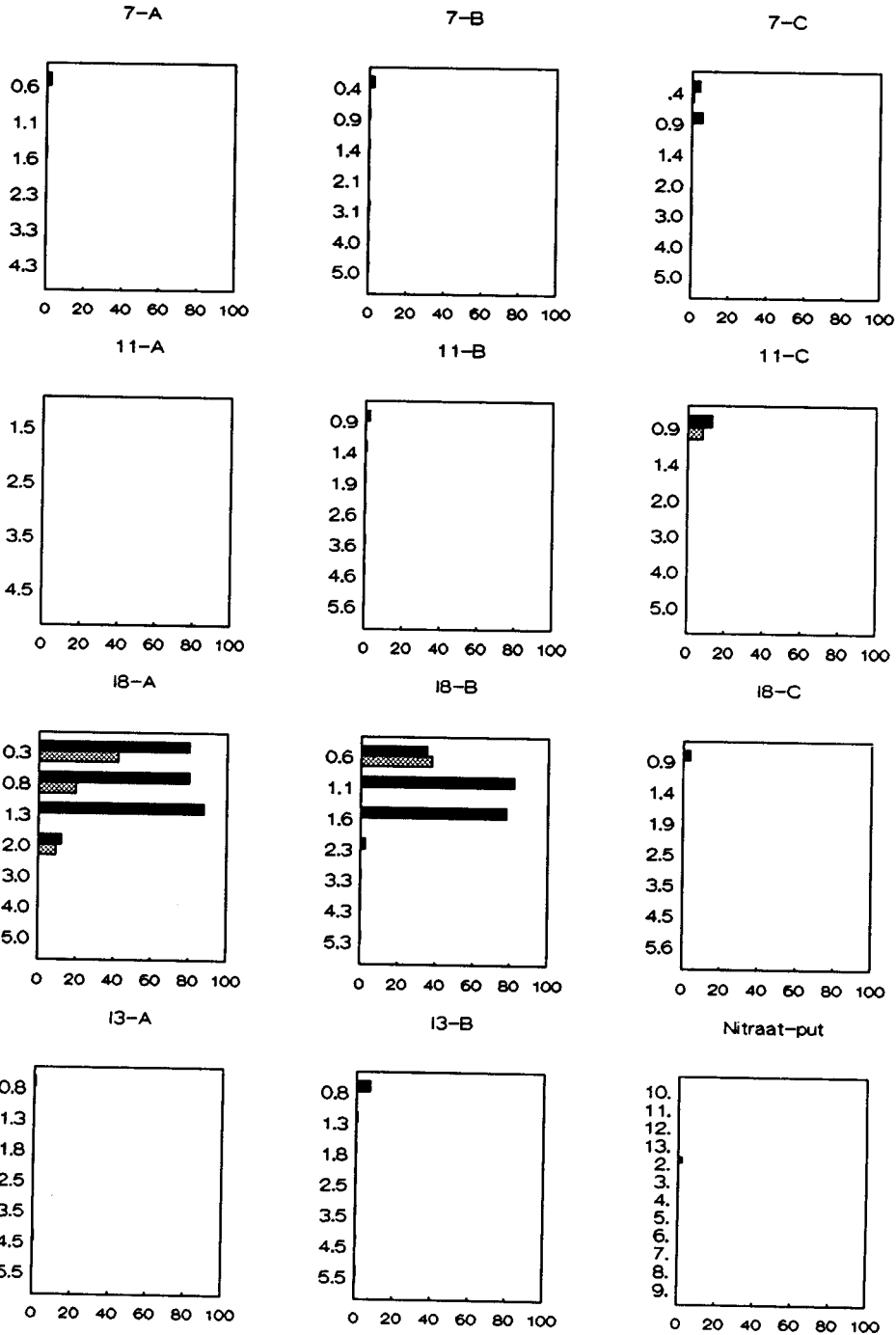
Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Holten. Resultaten van twee bemonsteringen van 12 putten

■ februari, 1987

▨ augustus, 1988

Perceel-put code

↓
Diepte (m) minus maaiveld



Nitraat-N concentratie (mg/l) →

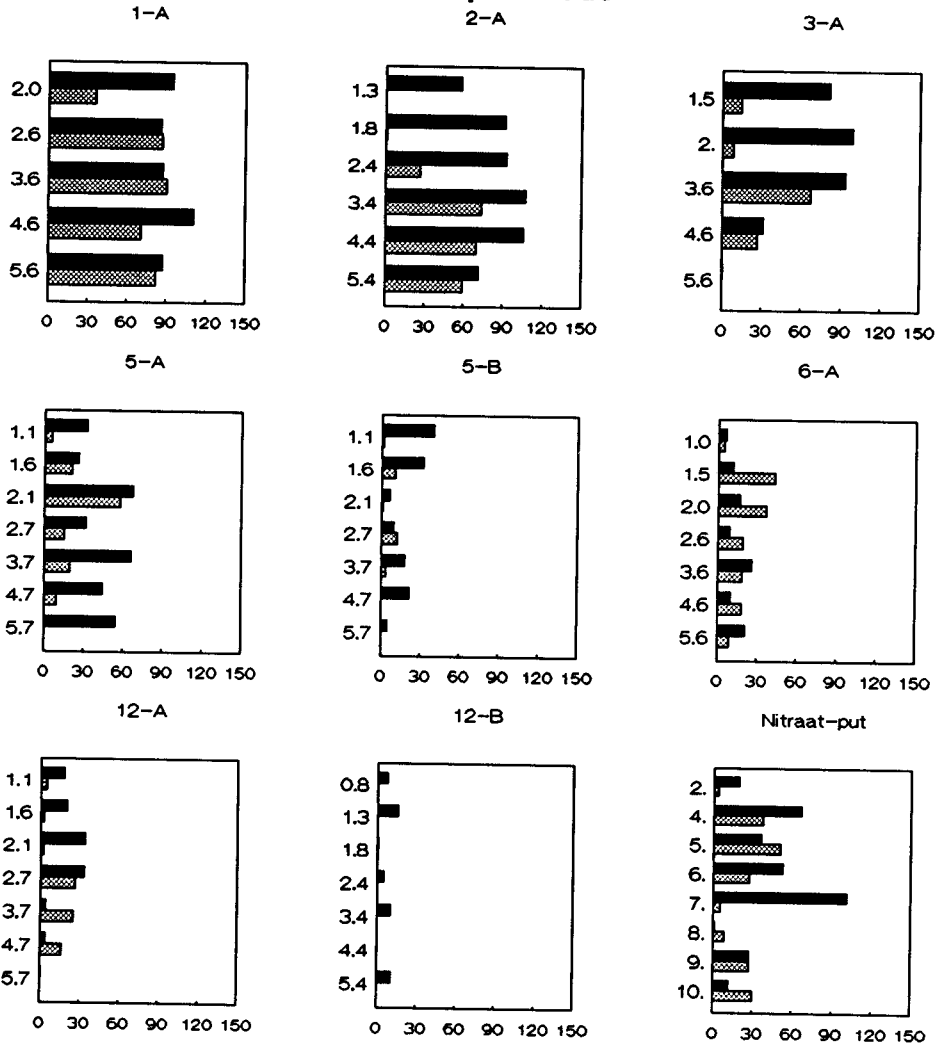
Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Moergestel.
Resultaten van twee bemonsteringen van 9 putten

■ april, 1987

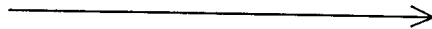
▨ augustus, 1988

Perceel-put code

Diepte (m) minus maaiveld



Nitraat-N concentratie (mg/l)

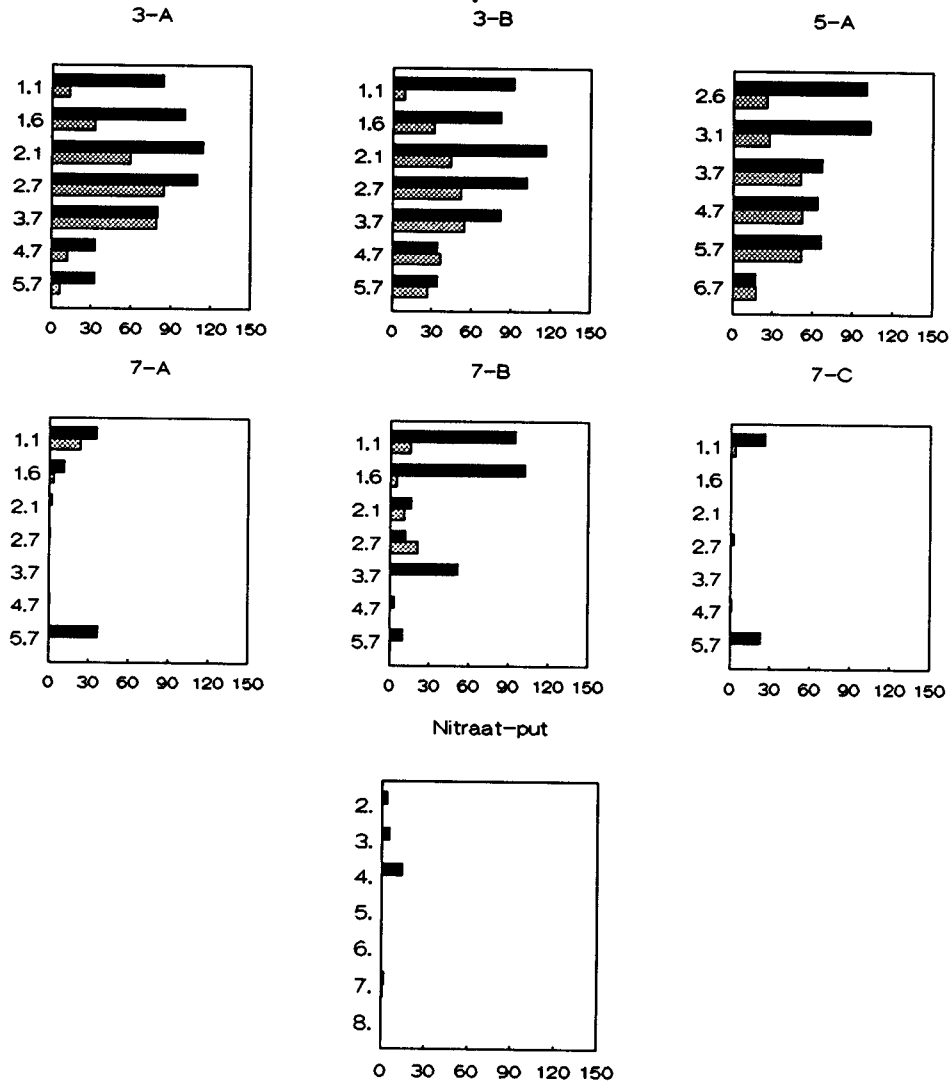


Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Neede. Resultaten van twee bemonsteringen van 7 putten

■ maart, 1987 ▨ augustus, 1988

Perceel-put code

↓
Diepte (m) minus maaiveld



Nitraat-N concentratie (mg/l) →

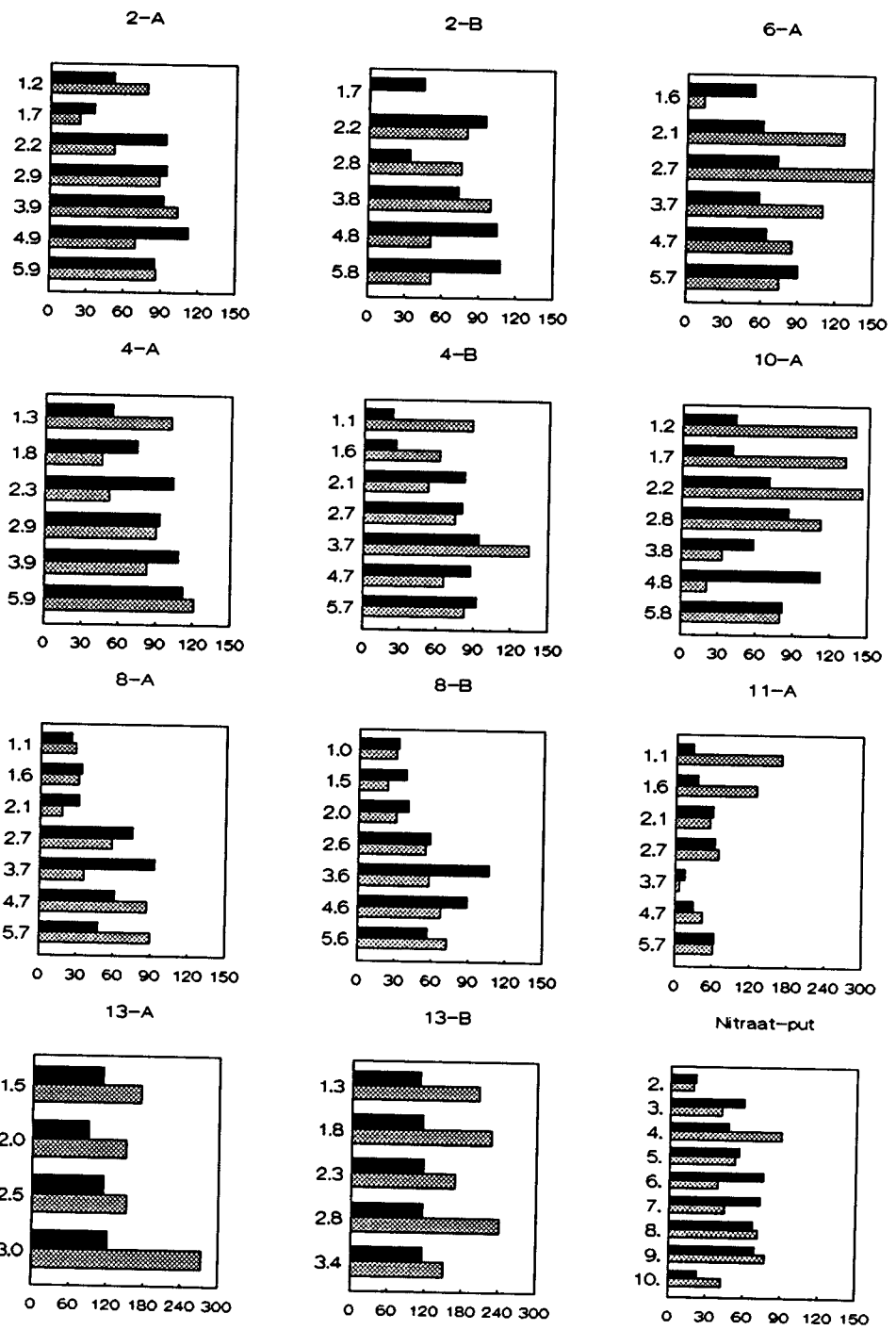
Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Sevenum.
 Resultaten van twee bemonsteringen van 12 putten

■ april, 1987

▨ augustus, 1988

Perceel-put code

Diepte (m) minus maaiveld



Nitraat-N concentratie (mg/l)



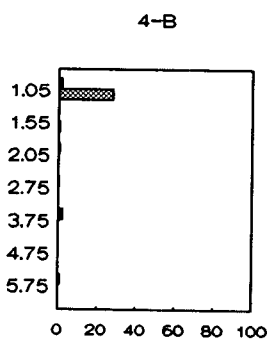
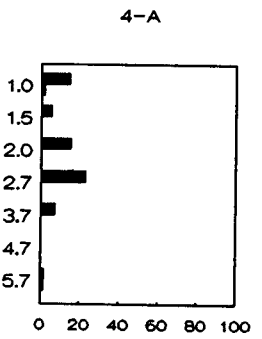
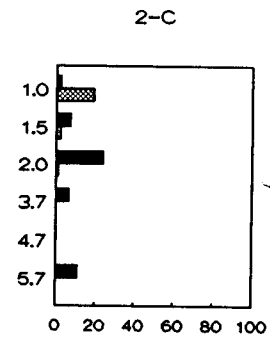
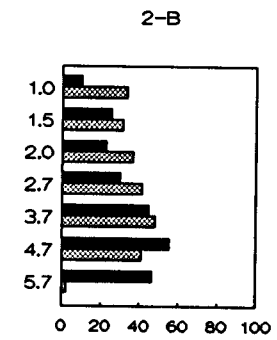
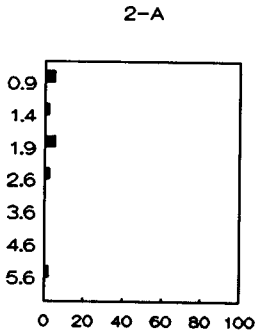
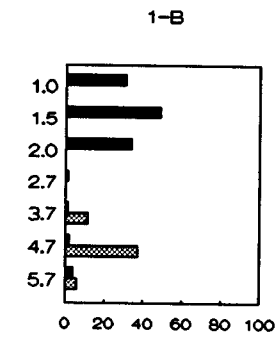
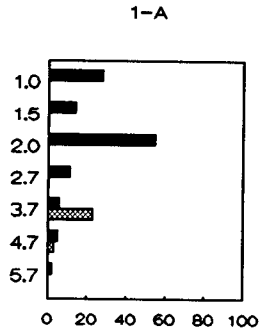
Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Veendam. Resultaten van twee bemonsteringen van 8 putten

■ april, 1987

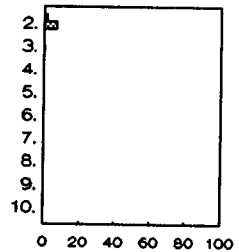
▨ september, 1988

Perceel-put code

↓
Diepte (m) minus maaiveld



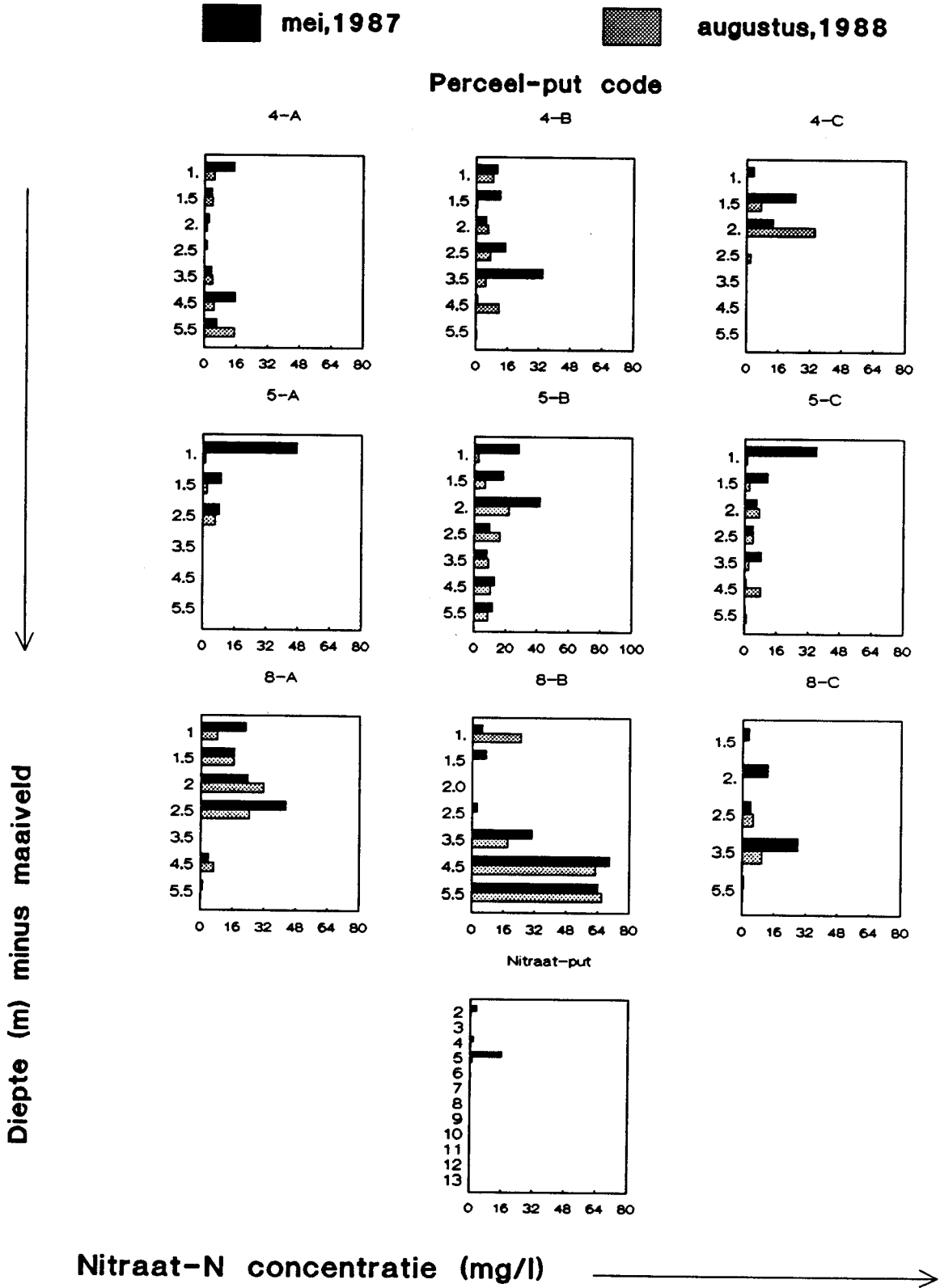
Nitraat-put



Nitraat-N concentratie (mg/l)



Variaties in diepte en tijd van de nitraat concentratie te Wanroy. Resultaten van twee bemonsteringen van 10 putten



Figuur 3. Variaties in diepte en tijd van de nitraatconcentratie in de diepe (permanente) putten

Uit deze figuur leiden we af voor:

Almen:

-De concentraties nemen toe, over de gehele diepte, in de putten 2-B, 3-A, 4-A, 4A-A, 4A-B, 6A-A en 6A-B. De verschillen in deze putten, tussen de filters, zijn veel kleiner dan tussen de twee bemonsteringsronden. Het is daarom mogelijk dat preferente verticale stroming langs deze putten optreedt. Bijvoorbeeld; door het zetten van deze putten zijn slecht doorlatende laagjes doorboord. Hierdoor heeft de directe omgeving van de put een drainwerking en zullen veranderingen in grondwaterkwaliteit direct over de hele lengte van de put merkbaar zijn.

-Er zijn filters waarin beide rondes geen of weinig nitraat is gemeten (zie put 2-A, 2-B, 6A-A, 6A-B, 9-A, 9B)

-Er zijn putten met waarvan de nitraatconcentraties tussen beide rondes niet relevant verschillen. (9-B, 9-C, nitraat-put)

Bavel:

-In 3-A nemen de concentraties af, in 6-A zijn geen duidelijke verschillen, en in de nitraat-put wordt beide keren weinig of niets gemeten.

Dalen:

-In alle putten zitten filters waar beide keren weinig of niets wordt gemeten.

- De resultaten van beide bemonsteringsrondes zijn overeenkomstig. Dit wil zeggen dat in dezelfde putten en filters beide keren weinig of veel wordt gemeten.

Elp:

-Zelfde conclusies als Dalen

Holten:

-In put 18-A en 18-B nemen de concentraties in de bovenste drie filters af.
-In de rest van alle putten en filters wordt beide keren weinig of niets gemeten. (Hier is sprake van kwel.)

Moergestel:

-In 4 van de 9 putten, met de hoge nitraatconcentraties, daalt de

nitraatconcentratie (2-A,3-A,5-A,nitraat-put)

-In put 1-A blijven de concentraties hoog.

-In put 5-B, 6-A, 12-A en 12-B wordt beide keren relatief weinig gevonden .

Neede:

-In alle 7 putten dalen de concentraties

-De resultaten van beide rondes zijn toch min of meer overeenkomstig.

Sevenum:

-Over het algemeen is er een toename

-Geen duidelijke verschillen tussen putten en zelfs filters.

Veendam:

-De gemiddelde concentraties per ronde lijken samen te hangen met de put.
Per filter treden wel verschillen op.

Wanroy:

-In het algemeen dalen de concentraties.

-De resultaten van beide rondes zijn toch min of meer overeenkomstig.

In de volgende tabel worden de gemiddelde nitraatconcentraties per bedrijf en bemonsteringsronde gegeven.

Tabel 3. Gemiddelde nitraat-N concentratie (mg/l) per bedrijf en ronde in diepe permanente putten

BEDRIJF:	AANTAL WRN.	BEMONSTERINGSRONDE	
		1987	1988-89
Almen	77	11	24
Bavel	11	17	8
Dalen	62	16	15
Elp	75	13	13
Holten	91	6	1
Moergestel	59	40	22
Neede	48	41	18
Sevenum	78	71	85
Veendam	57	11	7
Wanroy	72	11	7
TOTAAL:	630	24	22

Volgens bovenstaande tabel zijn op twee bedrijven de concentraties duidelijk toegenomen, op 6 bedrijven zijn de concentraties gedaald en op twee bedrijven min of meer constant gebleven. Het verschil in totaal gemiddelde nitraatconcentratie per bemonsteringsronde bedraagt 2 mg/l. Dit is ongeveer 9%.

Figuur 3 geeft grafisch de variatie in nitraatconcentratie weer. Om de variatie in nitraatconcentratie getalsmatig weer te geven, wordt nu een numerieke analyse gebruikt. In de eerste kolom van tabel 4 worden per regel groepen (een variatie-bron) aangeduid waartussen de variatie wordt berekend. In de laatste kolom van tabel 4 wordt per regel aangegeven hoeveel maal de (gewogen) variatie groter dan de totale (gewogen) variatie.

Tabel 4. Variatie van de nitraatconcentratie in de diepe permanente putten.

VARIATIEBRON	VRIJHEIDSGRADEN	KWADRAATSOM	K/V	Q
ronde	1	1167	1167	1.0
bedrijf	9	630048	70005	60.7
ronde.bedrijf	9	37093	4121	3.6
bedrijf.perceel	46	293920	6389	5.5
ronde.bedrijf.perceel	46	59151	1285	1.1
bedrijf.perceel.put	36	37720	1047	0.9
ronde.bedrijf.perceel.put	36	6245	173	0.1
bedrijf.perceel.put.filter	538	217777	404	0.4
ronde.bedrijf.perceel.put.filter	538	170732	317	0.3
Totaal	1259	1453857	1154	1

KWADRAATSOM= Deel van de som van de gekwadraterde verschillen tussen waarnemingen en het totaal-gemiddelde, dat aan de variatiebron van die regel kan worden toegeschreven.

K/V = Quotiënt van de kwadraatsom en het aantal vrijheidsgraden

Q = Quotiënt van K/V en K/V van het totaal.

Op de onderste regel van tabel 4 staat de totale variatie en het totaal aantal vrijheidsgraden. De totale variatie is gelijk aan de som van de gekwadraterde verschillen tussen de waarnemingen en het totaal gemiddelde. De totale variatie bedraagt 1453857. Dit is de variatie die door de individuele waarnemingen wordt veroorzaakt. Het totaal aantal vrijheidsgraden is gelijk aan het aantal waarnemingen min 1, oftewel 1259. De gewogen som van de gekwadraterde verschillen tussen de gemiddelden per bedrijf en het totaal gemiddelde, bedraagt 630048. Dit is de variatie die door de bedrijven wordt veroorzaakt. Dit getal is aangegeven op de regel die met "bedrijf" begint.

Naarmate er meer vrijheidsgraden zijn, kan zich natuurlijk ook meer variatie voordoen. Daarom is de variatie per vrijheidsgraad interessanter. De

variatie per vrijheidsgraad staat in de vierde kolom. Het aantal vrijheidsgraden voor de bedrijven, is het aantal bedrijven (10) min 1 (=9). De variatie per vrijheidsgraad voor de bedrijven is 70005. De variatie per vrijheidsgraad wordt weergegeven in de kolom K/V.

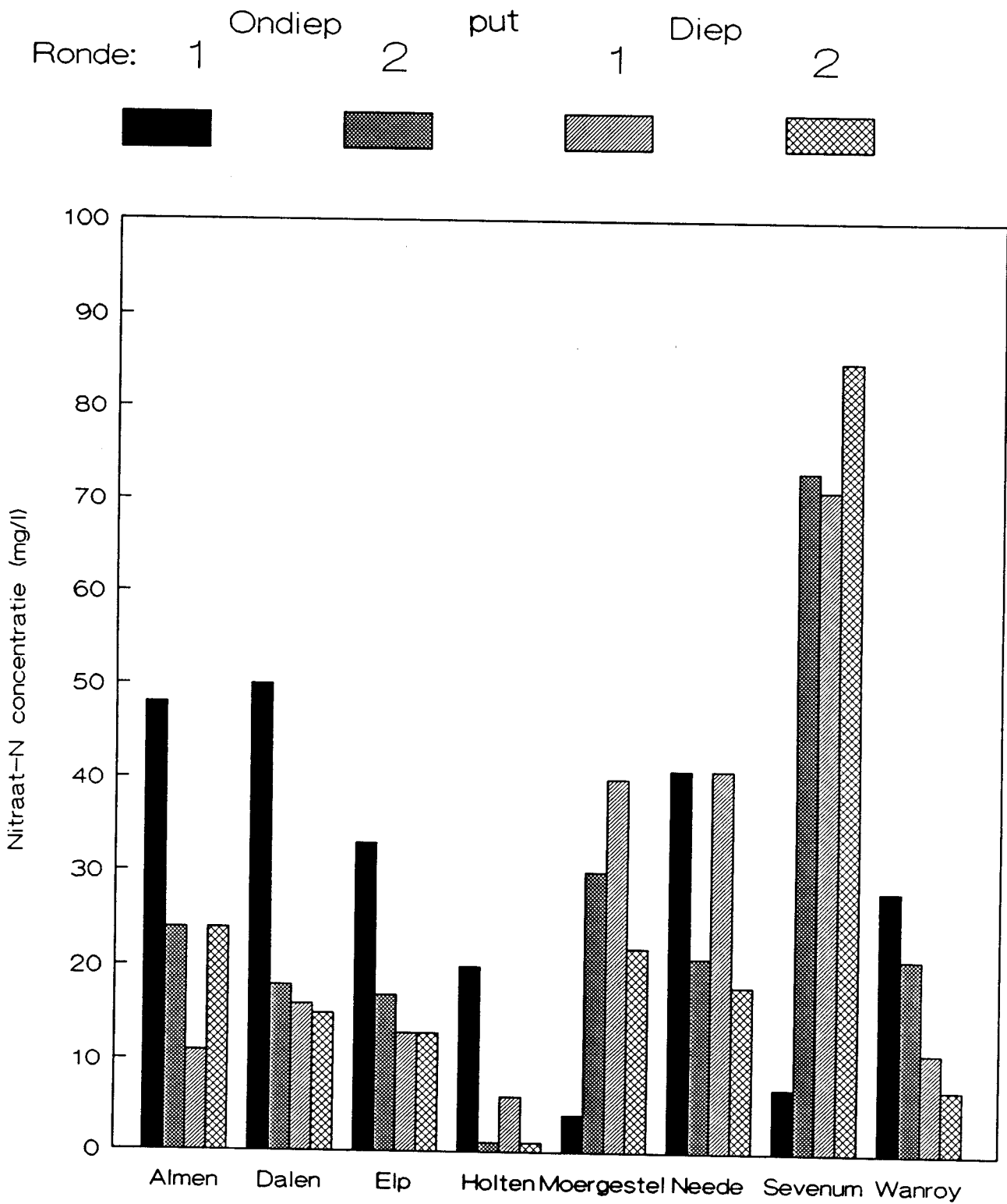
Op overeenkomstige wijze kan ook berekend worden hoeveel variatie wordt veroorzaakt door de percelen binnen een bedrijf. Dit wordt in de tabel weergegeven door in de regel die begint met "bedrijf.perceel". Of door de putten binnen een perceel, binnen een bedrijf (bedrijf.perceel.put) etc.

Uit bovenstaande tabel volgt o.a. dat

- de nitraatconcentraties per bedrijf verschillen (de variatiebron is "bedrijf"),
- de nitraatconcentraties op de verschillende percelen van een bedrijf onderling verschillen (de variatiebron is "bedrijf.perceel"),
- de nitraatconcentraties op de verschillende bedrijven een verschillend gedrag in de tijd vertonen (de variatiebron is "ronde.bedrijf"),
- over het geheel genomen er geen verschillen in nitraatconcentraties zijn tussen de bemonsteringsrondes (de variatiebron is "ronde").

3.3. Ondiepe (tijdelijke) en diepe (permanente) putten.

Onderstaande figuur laat de gemiddelde concentraties per bedrijf, type put en ronde zien.



Figuur 4. Gemiddelde nitraat-N concentratie (mg/l) per bedrijf, ronde en put.

Hoewel de verschillen tussen de bedrijven groot zijn, zijn de gemiddelde concentraties per ronde en type put merkwaardig konstant, namelijk voor

respectievelijk ondiep en ronde 1, ronde 2 en diep ronde 1 en 2; 26, 26, 24 en 22 mg/l aan nitraat-N. Eenzelfde concentratie voor zandgrasland wordt ook door andere instellingen gevonden (van Duyvenbooden et al., 1989). De volgende tabel vergelijkt voor de ondiepe en diepe putten, de variatie in nitraatconcentraties per bedrijf en bemonsteringsronde ten opzichte van de totale variatie in de ondiepe en diepe putten.

Tabel 5. Variatie van de nitraatconcentratie tussen de bedrijven en tussen de bemonsteringsrondes in de ondiepe en diepe putten, gemeten ten opzichte van de totale variatie

Variatiebron	Putten:	
	Ondiep	Diep
Bedrijf	7.1	60.7
Ronde.bedrijf	14.7	3.6

Net als bij de diepe permanente putten worden ook bij de ondiepe tijdelijke putten variaties tussen de bedrijven en tussen de bemonsteringsrondes op een bedrijf, gevonden.

Zoals verwacht is de variatie in de tijd van de nitraatconcentraties van bedrijf tot bedrijf, veel duidelijker bij de ondiepe dan bij de diepe putten. Door de grotere variatie in infiltratietijdstip van het grondwater uit de diepe putten, zijn de waarnemingen uit de diepe putten minder tijdafhankelijk dan de waarnemingen uit de ondiepe putten.

4. CONCLUSIES

Als de monsterlokatie (het bedrijf) buiten beschouwing wordt gelaten, dan is er geen verschil tussen de resultaten van de twee bemonsteringsrondes. De gemiddelde nitraat-stikstof concentratie is;

- voor bemonsteringsronde 1, in de permanente putten : 24 mg/l
- voor bemonsteringsronde 2, in de permanente putten : 22 mg/l
- voor bemonsteringsronde 1, in de tijdelijke putten : 26 mg/l
- voor bemonsteringsronde 2, in de tijdelijke putten : 26 mg/l

Indien de resultaten van de twee bemonsteringsrondes per bedrijf worden bekeken worden wel verschillen gevonden. In orde van belangrijkheid worden verschillen in nitraatconcentratie gevonden;

- met permanente putten, tussen de bedrijven,
- met tijdelijke putten, tussen de rondes op de individuele bedrijven,
- met tijdelijke putten, tussen de bedrijven,
- met permanente putten, tussen de rondes op de individuele bedrijven.
- met permanente putten, tussen de percelen van een bedrijf

Omdat het grondwater uit de permanente diepe putten een geringere ruimtelijk variatie maar wel een grotere variatie van het infiltratietijdstip bezit, dan het grondwater uit de ondiepe tijdelijke putten, kan verklaard worden waarom de grootste verschillen tussen de bedrijven met de permanente putten, en op de bedrijven de grootste verschillen in de tijd met de tijdelijke putten worden gevonden.

Voorafgaande aan de eerste bemonsteringsronde was het neerslagoverschot ongeveer gemiddeld. Voorafgaande aan de tweede bemonsteringsronde was het neerslagoverschot ongeveer tweemaal het gemiddelde. Dit verklaart waarom in het ondiepe grondwater van 5, van de 8 onderzochte bedrijven, met de tweede bemonsteringsronde duidelijk lagere nitraatconcentraties gevonden worden.

Met de eerste bemonsteringsronde zijn op twee bedrijven onverklaarbaar

lagere concentraties gevonden. Met de tweede bemonsteringsronde zijn op dezelfde twee bedrijven onverklaarbaar hogere concentraties gevonden.

Ondanks het grote neerslagoverschot, dat voorafging aan de tweede bemonsteringsronde, zijn de totaal gemiddelde nitraatconcentraties in de ondiepe en diepe putten niet verschillend per bemonsteringsronde. Daarom zijn de nitraatconcentraties, die tijdens de eerste bemonsteringsronde gevonden zijn, zeker niet te hoog als schatting voor de gemiddelde nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater onder zandgrasland.

Literatuur

Boumans, L.J.M., C.R.Meinardi en G.J.W. Krajenbrink, 1989

Nitraatgehalten en kwaliteit van het grondwater onder grasland in de zandgebieden
RIVM-rapport nr. 728472013

Duijvenboden W. van et al., 1989

De kwaliteit van het grondwater in Nederland

RIVM-rapport nr. 728820001

Bijlage 1: Metingen Station de Bilt (KNMI)

jaar	Neerslag N	Open water verdamping Eo	Berekend neerslagoverschot $N - 0,8Eo$
1985	727	610	239
1986	834	669	299
1987	961	517	547
1988	933	504	530

Bijlage 2: Resultaten ondiepe putten

	ronde	1		2	
		Aantal	Gemiddelde	Aantal	Gemiddelde
lokatie	perceel				
Almen	1	7	39.37	6	12.93
	2	6	62.37	4	49.55
	3	7	45.06	7	19.39
	Margin	20	48.26	17	24.21
Dalen	1	10	43.16	6	33.72
	2	10	22.28	3	10.70
	3	9	65.26	2	0.05
	4	5	32.10	2	0.03
	5	8	87.01	4	19.55
	Margin	42	49.96	17	18.40
Elp	1	11	38.47	1	34.40
	2	10	27.62	2	8.45
	3	11	7.23	1	1.20
	4	11	12.79	3	0.37
	5	10	26.08	4	8.95
	6	5	68.68	3	26.83
	7	10	48.16	1	17.00
	8	10	64.08	2	43.10
	9	12	25.79	1	31.80
	Margin	90	32.84	18	16.94

Holten	1	4	8.75	2	0.10
	2	5	3.14	1	0.00
	3	4	44.83	1	0.00
	4	4	54.77	2	0.00
	5	9	3.30	2	0.70
	6	4	5.95	2	0.00
	7	5	29.60	2	0.00
	8	3	5.17	2	0.00
	9	5	35.34	3	8.23
	Margin	43	19.60	20	1.33
Moergestel	1	8	6.62	3	64.55
	2	3	8.83	2	50.35
	3	9	3.94	2	17.58
	4	7	1.84	2	61.25
	5	4	7.57	2	2.20
	6	5	1.58	2	5.30
	7	5	0.82	2	1.40
	8	4	0.88	1	0.70
	9	5	5.98	2	34.40
	Margin	50	4.07	18	29.96
Neede	1	14	22.10	5	7.16
	2	5	38.44	3	34.80
	3	14	62.78	4	30.56
	4	3	28.60	2	18.36
	Margin	36	40.73	14	21.37

Sevenum	1	6	6.85	1	28.10
	2	6	6.72	2	47.15
	3	6	9.80	2	72.35
	4	9	5.69	1	77.60
	5	6	9.88	2	40.15
	6	6	9.22	2	115.35
	7	6	10.10	2	33.10
	8	3	3.70	2	67.75
	9	3	7.87	2	31.95
	10	6	4.77	2	115.85
	11	6	2.20	1	236.00
	Margin	63	7.03	19	73.11
Wanroy	1	5	2.58	2	8.25
	2	6	9.12	2	14.85
	3	7	11.91	2	5.15
	4	6	6.50	2	80.55
	5	7	54.89	3	14.40
	6	6	51.42	2	6.35
	7	10	27.33	2	22.60
	8	7	26.21	1	14.50
	9	6	59.00	2	18.20
	Margin	60	28.22	18	20.53
	Margin	404	26.41	141	25.91