

NOTA 1364

september 1982

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

STIKSTOFUITSPOELING OP GRASLAND IN AFHANKELIJKHEID

VAN KUNSTMESTGIFT EN BEREKENING

I : HEINO 1981/82

ing. H. Fonck

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties. Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten. Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. METHODE	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Bemonstering	4
2.3. Monsterbehandeling	5
2.4. Vocht bepaling	5
2.5. Stikstofanalyse	6
3. UITSPOELING	8
3.1. Inleiding	8
3.2. Uitwerking	8
4. RESULTATEN	13
5. CONCLUSIES	17
BIJLAGEN	18

1. INLEIDING

Op de proefboerderij Avegoor te Heino (Overijssel) (zie figuur 1) is een proef opgezet, die ten doel heeft inzicht te verschaffen in de wijzigingen in de vochtuithouding, die het gevolg zijn van beregening en de daaruit resulterende veranderingen in de stikstofhuishouding in het bodemprofiel (zie figuur 2).

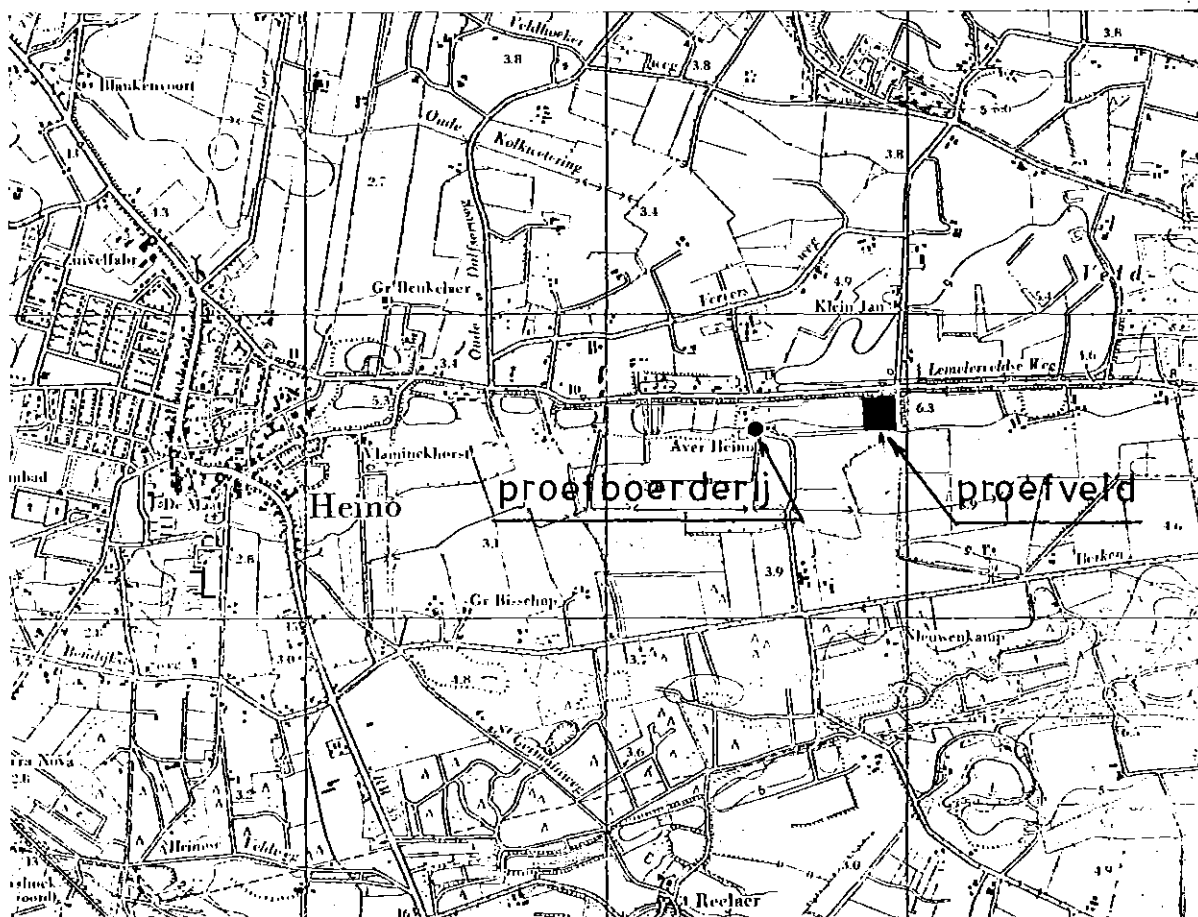


Fig. 1. Situatieschets

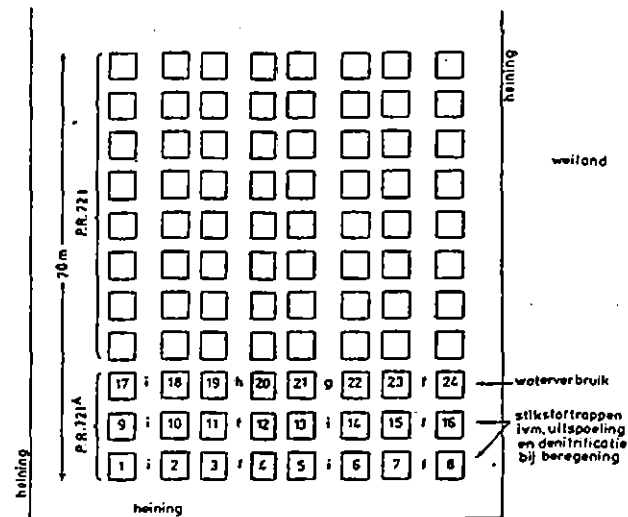
Fig. 2. Proefopzet

MAAT- en BEREGENINGSDATA
BEREGENINGSPLAN 1981

PROEFVELD HEINO
 I.C.W. project 60.22 en 130.5
 P.R. project 721 a

Maaidatum	Beregenings- datum	Beregenings- hoeveelheid in mm		Nummers van de beregende veldjes
		Advies	Gift	
12-5	13-5	16	16,9	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17 en 18
9-6	10-6/11-6	28	28,1	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17, 18, 19, en 20
	26-6	20	21,1	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17, 18, 19, en 20
7-7	8-7	5	7,9	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21 en 22
11-8	12-8	12	12,8	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21 en 22
	2-9	20	20,9	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17, 18, 21 en 22 <i>19 en 20 NIET</i>
	9-9	16	17,3	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17, 18, 21 en 22 <i>19 en 20 NIET</i>
15-9	17-9	4	8,3	1, 2, 5, 6, 9, 13 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21, en 22
21-10	Laatste maaidatum.			

Gegevens gecontroleerd bij proefboerderij Zeino
 3 december 1981.



WATERGIFT

Bemesting altijd inregenen als
 de betreffende snede tijdens de
 groeiperiode door optradend vocht-
 tekort voor beregening in aanmerking
 komt.

Codering.

- i- beregenen als in de 2, 3, 4, 5, of 6 snede pF=2,7 wordt bereikt.
- h- beregenen als in de 3, 4, 5, of 6 snede pF=2,7 wordt bereikt.
- g- beregenen als in de 4, 5, of 6 snede pF=2,7 wordt bereikt.
- f- geen enkele snede beregenen.

STIKSTOFGIFT

kg zuivere N/ha.	Veldjes nummer
0	2, 10, 7 en 15
300	1, 9, 8 en 16
480	4, 12, 5 en 13 en ook 17 t/m 24
600	3, 11, 6 en 14.

Berekening wordt méér en méér toegepast door de sterkere behoefte aan een goede vochtvoorziening op grasland als gevolg van de intensivering in de melkveehouderij. Er bestaat een tekort aan inzicht in de gevolgen van die intensivering voor de belasting van het grondwater. Dit onderzoek hoopt hij te dragen aan de opheffing van dit tekort. Het is een onderzoek in samenwerking met het PR en het IB terwijl ook de Afdeling Watervoorziening van het ICW waterhuishoudkundig onderzoek op het project verricht.

Het verslag omvat alléén de beschrijving en de resultaten van het onderzoek naar de uitspoeling van nitraatstikstof als gevolg van kunstmeststikstofgiften en berekening in het groeiseizoen 1981.

2. METHODE

2.1. I n l e i d i n g

In het algemeen wordt onderzoek naar uitspoeling verricht door het onttrekken van grondwater of bodemvocht aan het bodemprofiel in het veld, dat dan op een laboratorium op mogelijke stikstofconcentraties in een of andere vorm wordt geanalyseerd. Ook hier waren bemonsteringssets, bestaande uit ingegraven keramische cups, waarin een onderdruk kan worden aangelegd, geïnstalleerd. Maar door de aard van het profiel (diepe grondwaterstand en zandgrond) is het nooit gelukt méér dan enkele druppels bodemvocht in deze cups te krijgen.

Daarom is begin maart 1982 overgegaan tot het nemen van grondmonsters tot ongeveer de diepte, die de eerste neerslagoverschotten van het seizoen 1981/1982 op dat moment zouden hebben bereikt.

Door toevoeging van water wordt het bemonsterde bodemvocht verdund in de grondmonsters en door centrifugeren van de vaste gronddelen gescheiden, waarna de normale analyseprocedure kan worden toegepast.

Door terugrekenen naar de oorspronkelijke hoeveelheid bodemvocht kan de nitraatstikstofconcentratie worden vastgesteld en de hoeveelheid stikstof in kg per bodemlaag.

2.2. B e m o n s t e r i n g

Omdat bekend is, dat nitraatstikstof niet altijd homogeen verdeeld over het proefveld voorkomt, kan niet worden volstaan met één boring per proefveldje. Op de proefveldjes, die elk 2 x 4 meter groot zijn, zijn bij gebruik van een boor met grote diameter 15 monsters genomen. De boorsels worden per laag in één (of meer) zak(ken) verzameld, waarbij dan tevens in de voor vochtbemonstering gebruikelijke potten grond verzameld wordt om het oorspronkelijke vochtgehalte, waarop later moet worden teruggerekend, vast te stellen. Omdat het gegeven van het niet homogeen aanwezig zijn van nitraatstikstof ook in verticale richting geldt worden per laag van 50 cm dikte twee boorsels gebruikt voor het samenstellen van een mengmonster.

De bemonsterde lagen waren: 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm, 150-200 cm, 200-250 cm en 250-300 cm, waarbij vermeld dient, dat de diepst bemonsterde laag gedeeltelijk in het grondwater was gelegen.

In het volgende overzicht zijn de bemonsterde veldjes omschreven:

NO	N-bemesting in kg/ha	Berekening	
3	640	f	$f = 2^e + 3^e + 4^e$
11	640	f	snede géén water
4	480	f	
12	480	f	$i = 2^e + 3^e + 4^e$
6	640	i	snede wél water
14	640	i	
15	0	f	
16	300	f	

De bemonstering heeft plaats gehad in het tijdvak van 1-9 maart 1982.

2.3. M o n s t e r b e h a n d e l i n g

De grondmonsters zijn bij binnenkomst eerst per veldje en per laag gedurende minstens twee minuten goed gemengd in een Hobart meng-machine, zodat aangenomen mag worden, dat concentratie verschillen zijn geëlimineerd. Uit de gemengde grondmassa zijn drie monsterpotten met 300 à 400 gram natte grond gevuld en gesloten en wel ten behoeve van:

- De vochtbepaling. Deze wordt direct gewogen en gaat daarna gedurende minstens 24 uur in de droogstoof bij 105°C.
- De nitraatstikstofanalyse.
- Reserve.

De beide laatste potten gaan in een koelkast totdat geanalyseerd kan worden. Dit dient een koelkast te zijn die tot minstens + 4°C koelt. Moeten de monsters langer dan enkele dagen bewaard worden dan verdient een diepvriesinstallatie de voorkeur.

De verdere verwerking valt in twee gescheiden delen uiteen namelijk de vochtbepaling en de stikstofanalyse. Aan de hand van een voorbeeld zal van beide bepalingen de werkwijze worden beschreven. Hiervoor is genomen laag 0-50 cm van veldje 3 die te vinden is op de eerste regel van bijlage A.

2.4. V o c h t b e p a l i n g

Bepaald wordt in eerste instantie het zogenaamde A-cijfer dat wil zeggen het gewichtspercentage vocht van de droge grond. Als het gewicht van de pot wordt gesteld op b, het gewicht van het verse monster inclusief pot op a en het gewicht van het gedroogde monster inclusief pot op c dan kan het A-cijfer worden berekend volgens:

$$\frac{(a-b) - (c-b)}{(c-b)} \times 100\%$$

Dit A-cijfer wordt gebruikt om het volumepercentage vocht te berekenen.

Hiernaast wordt ook gebruikt het nat gewichtspercentage en wel om de oorspronkelijk in het monster aanwezige hoeveelheid vocht te berekenen. Dit gebeurt volgens:

$$\frac{(a-b) - (c-b)}{(a-b)} \times 100\%$$

Voorbeelden:

droog gew.% (A-cijfer)

$$\frac{(531,4 - 201,6) - (482,5 - 201,6)}{(482,5 - 201,6)} \times 100\% = 17,4\%$$

nat gew.%

$$\frac{(531,4 - 201,6) - (482,5 - 201,6)}{(531,4 - 201,6)} \times 100\% = 14,8\%$$

2.5. S t i k s t o f a n a l y s e

Van het natte monster is + 70 gram in een Erlenmeyer afgewogen, waarna nog eens ongeveer 3 x het monstergewicht aan gedem. water is toegevoegd.

De Erlenmeyers zijn vervolgens 2 uur op de schudmachine geschud opdat het toegevoegde water zich inclusief met het oorspronkelijk bodemvocht mengt.

Daarna is + 20 ml van het verdunde bodemvocht afgegoten in een centrifugeerbuisje waarna 10 minuten gecentrifugeerd is bij + 10 000 omw./min.

Tenslotte zijn uit de centrifugeerbuisjes door een membraanfilter de monsterflesjes van de NO₃-analyser gevuld en is het NO₃-gehalte bepaald volgens de vloeistofchromatografische methode.

Voorbeeld:

Hoeveelheid nat monster: 184,0 - 113,0 = 71,0 gr.

(113,0 is gewicht lege Erlenmeyer)

Toegevoegd $391,2 - 184,0 = 207,2$ ml water

Nat gew.% water 14,8 gew.% (zie vorig voorbeeld).

Hoeveelheid water aanwezig in het monster:

$$71,0 \times 0,148 = 10,51 \text{ ml}$$

Gehalte in het extract:

$$1,11 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$$

Oorspronkelijke concentratie was:

$$\frac{207,2 + 10,51}{10,51} \times 1,11 = 23,0 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$$

De hoeveelheid nitraatstikstof uitgedrukt in kg/ha wordt als volgt berekend:

per laagdikte van 500 mm is aan voorraad vocht aanwezig:

$$500 \times 21,7 \text{ vol\% vocht} = 108,5 \text{ mm water}$$

$$23,0 \text{ mg NO}_3\text{-N/l wil zeggen } 23,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

$$108,5 \text{ mm water wil zeggen } 1085 \text{ m}^3/\text{ha water}$$

$$\text{Aanwezig } 23,0 \times 10^{-3} \times 1085 = 25,0 \text{ kg NO}_3\text{-N/ha.}$$

Voor alle lagen, zoals vermeld in bijlage A bijgevoegde tabel, is deze procedure uitgevoerd. Aangezien in de monsterwisselaar nog plaats was zijn nog enkele reservemonsters als duplo's in de bewerking meegenomen.

In het algemeen kan worden vastgesteld dat de duplo bepalingen zo dicht bijeen liggen dat zij elkaar goed ondersteunen.

Ook de totale hoeveelheden nitraatstikstof van de duplo veldjes liggen zeer dicht bijeen hoewel de verdeling over de diepte in deze duplo veldjes onderling nog wel eens kan verschillen.

3. UITSPOELING

3.1. I n l e i d i n g

Thans dient de hoeveelheid stikstof te worden berekend, die afkomstig is van uitspoeling in het groeiseizoen 1981 en in het najaar daaraanvolgend en de winter 1981/1982. Daarvoor zal over de uitspoelingsperiode een globale waterbalans moeten worden opgesteld, die een inzicht verschaft in de hoeveelheid neerslagoverschot die in het profiel geborgen wordt en de hoeveelheid, die als grondwatervoeding naar de ondergrond percoleert.

Indien niet beschikt kan worden over de resultaten van vochtbepalingen aan het eind van het groeiseizoen zou een dergelijke waterbalansberekening een aanvang moeten nemen op het moment, dat een werkelijke evenwichtstoestand in de vochtbeweging heerst dat wil zeggen dat neerslag en verdamping met elkaar in evenwicht zijn na een periode van neerslagoverschot dus in het voorjaar van 1981.

In dit geval staan evenwel resultaten van vochtmetingen tot eind oktober ter beschikking. In bijlage B is een volledig overzicht van de gemeten vochtgehalten gegeven. Ook kan beschikt worden over vochtspanningsmeetresultaten, zodat nagegaan kan worden of het evenwichtsvochtgehalte is bereikt. Dit betreft weliswaar niet precies dezelfde veldjes maar in verband met de homogeniteit van het bodemprofiel kunnen deze resultaten toch wel van toepassing worden verklaard op de in maart 1982 bemonsterde veldjes. Het betreft hier de veldjes 17 tot en met 24.

Aangenomen wordt, dat de gehele humushoudende laag tot 90 cm als wortelzone kan worden aangemerkt.

3.2. U i t w e r k i n g

In het volgende overzicht zijn de op bovenomschreven wijze benaderde vochtvoorraden tot 90 cm diepte weergegeven naast de bij de monsternamen werkelijk aangetroffen hoeveelheid water berekend uit:

vocht 0-50 cm + 0,8 x vocht 50-100 cm

Vochtvoorraad eind oktober 1981 volgens gammameting:

No. veldje :	17	18	19	20	21	22	23	24
vocht in mm:	228	223	175	230	225	224	214	229

Vochtvoorraad begin maart 1982 volgens bemonstering:

No. veldje :	3	11	4	12	6	14	15	16
vocht in mm:	206	196	227	215	208	211	217	220

Beide reeksen liggen dicht bijeen. Voor de vaststelling van het uitgangspunt van de waterbalans zal daarom het gemiddelde genomen kunnen worden hetgeen 216 mm bedraagt. Hierbij dient wel in aanmerking genomen, dat een klein deel, naar schatting 50 mm, niet voor de plant beschikbaar is omdat dit bij een pF-waarde van 4,2 nog gebonden is.

Het moment waarop de waterbalansberekening wordt gestart dient evenwel iets eerder te liggen en wel op een tijdstip dat het profiel nog niet verzadigd is, teneinde mogelijke verschillen in vochtgehalte tussen wel- en niet-beregende objecten te verrekenen.

Verder dient nagegaan te worden of er in het groeiseizoen nog grondwatervoeding heeft plaats gehad.

Tenslotte dient er rekening mee gehouden dat na het tijdstip van monsternamen (begin maart 1982) nog grondwatervoeding heeft plaats gehad tot eind maart. In bepaalde decades van het groeiseizoen zijn neerslagoverschotten voorgekomen, namelijk:

in de 3e decade juni	37 mm
in de 2e decade juli	21 mm
in de 2e decade september	25 mm

In totaal bedraagt het bruto neerslagoverschot over deze decades dus 83 mm. Een deel hiervan zal geborgen worden en als capillaire nalivering weer binnen wortelbereik terugkeren, maar de rest zal toch uiteindelijk vóór de grote winter-uitspoelingsgolf uit het grondwater bereiken. Dit resttaandeel, dat als zomerafvoer bestempeld kan worden, is door de Afdeling Watervoorzieningen uit de hun ter beschikking staande gegevens becijferd op 20 mm voor beregende objecten en 0 mm voor niet-beregende.

Voor bepaling van de vochtvoorraad in nog niet-verzadigde toestand staan alléén de gammameetresultaten in de proefveldjes 17 tot en met 24 ter beschikking. De vochtmeting van midden september heeft het volgende resultaat:

No. veldje	:	17	18	19	20	21	22	23	24
vocht in mm	:	195	203	112	166	178	173	137	156
schema berekening	:	i		h		g		f	
d.w.z. tijdens snede									
2		wel		geen		geen		geen	
3		wel		wel		geen		geen	
4		wel		wel		wel		geen	

Als deze vochtvoorraden vergeleken worden met die in evenwichtstoestand, dan blijkt, dat het toegepaste berekeningsschema de volgende verschillen heeft opgeleverd:

Verschil vochtvoorraad midden september en eind oktober 1981 tot 90 cm diepte in mm bij beregeningschema:

20 en 33	gem. 26 op i = beregende snede 2, 3 en 4
63 en 54	gem. 58 op k = beregende snede 3 en 4
47 en 51	gem. 49 op g = beregende snede 4
77 en 73	gem. 75 op f = geen berekening

Deze verschillen kunnen in verband met de overeenkomst in vochtgedrag tussen de gemeten en de bemonsterde reeks ook op de laatstgenoemde van toepassing verklaard worden. Daarbij blijkt evenwel, dat de beregeningschema's g en h in die reeks niet voorkomen en dat alléén de veldjes 6 en 14 volgens schema i beregend zijn. Hierin moet dus 26 mm aangevuld worden alvorens het evenwichtsvochtgehalte is bereikt, terwijl alle andere veldjes niet beregend zijn, zodat daar 75 mm moet worden aangevuld. De waterbalans kan derhalve gestart worden op ± 15 september 1981 met als uitgangsvochtvoorraad voor de veldjes 6 en 14 het gemiddelde $216 - 26 = 190$ mm en voor de andere veldjes $216 - 75 = 141$ mm.

Hieronder volgt de waterbalans:

Decade	N	o,8	E _o	Vochtvoorraad		Grondwatervoeding	
				ber. (6+14)	niet ber. (rest)	ber. (G+14)	niet ber. (rest)
			Begin	190	141		
Sept. '81	II	39	14	215	166		
	III	19	14	216	171	4	
Okt. '81	I	30	10	216	191	20	
	II	54	5	216	216	49	24
	III	29	4	216	216	25	25
Nov. '81	I	5	2	216	216	3	3
	II	27	2	216	216	25	25
	III	39	2	216	216	37	37
Dec. '81	I	48	0	216	216	48	48
	II	12	0	216	216	12	12
	III	16	0	216	216	16	16
Jan. '82	I	37	0	216	216	37	37
	II	0	0	216	216	0	0
	III	37	0	216	216	37	37
Febr. '82	I	9	2	216	216	7	7
	II	4	4	216	216	0	0
	III	0	3	213	210		
Mrt. '82	I	25	9	216	216	13	13
	II	34	11	216	216	23	23
	III	3	13	206	206		
						356	307 mm
Aan te vullen met zomer afvoer						20	0 mm
Totaal						376	307 mm

Hierbij is dus inbegrepen de + 30 mm grondwatervoeding, die als gevolg van een duidelijk neerslagoverschot nog na het tijdstip van monsternamen tot aan het optreden van het voorjaarsevenwicht ontstaat. Bij de bemonstering tot 3 meter diepte van begin maart 1982 zullen deze berekende hoeveelheden moeten worden teruggevonden.

Aan de hand van een voorbeeldberekening zal voor veldje 3 de uitspoelingsdiepte worden bepaald:

Diepte laag	Vochtvoorraad in mm	
	per laag	gesommeerd
90-100 cm	24,3	24,3 (= 0,2 x 121,5)
100-150 cm	43,0	67,3
150-200 cm	42,5	109,8
200-250 cm	127,0	236,8
250-273 cm	70,2	307,0

De laatste diepte van 23 cm is berekend uit:

$$x = \frac{50 \times (307,0 - 236,8)}{154,0} = 22,8 \text{ cm}$$

De op deze wijze verkregen uitspoelingsdiepten bedragen:

	niet beregend			beregend		niet beregend		
no. veldje	3	11	4	12	6	14	15	16
uitsp. diepte	273	278	265	272	300	291	274	262

Terugrekenend kan nu nã de diepte van 90 cm tot de berekende uitspoelingsdiepte uit de aangetroffen hoeveelheden nitraatstikstof de totaal uitgespoelde hoeveelheid worden berekend. Hieronder als voorbeeld weer veldje 3:

Diepte laag	NO ₃ -N in kg/ha	
	per laag	gesommeerd
90-100 cm	3,6 (0,2 x 18,0)	3,6
100-150 cm	21,8	25,4
150-200 cm	18,3	43,7
200-250 cm	93,1	136,8
250-273 cm	43,8 ($\frac{23}{50} \times 95,2$)	180,6

4. RESULTATEN

Voor alle proefveldjes kan de totale op de in het vorige hoofdstuk aangegeven wijze berekende uitspoeling worden aangegeven. Deze berekeningsresultaten zijn in tabel 1 bijeengebracht.

Tabel 1. De berekende uitspoeling van alle afzonderlijke proefveldjes in kg NO₃-N/HA (bruto uitsp.)

Bemesting in kg N/HA	Berekening	Uitspoeling kg NO ₃ -N/HA	No. veldje
0	geen	22	15
300	geen	36	16
480	geen	88	4
480	geen	117	12
640	geen	181	3
640	geen	218	11
640	snede 2, 3, 4	122	6
640	snede 2, 3, 4	125	14

Het effect van de mestgift wordt echter eerst duidelijk wanneer de uitspoeling van het nul-object (15) waarop geen mest is gegeven, wordt afgetrokken. Dat is geschied in tabel 2.

Tabel 2. De netto-uitspoeling (na aftrek van de uitspoeling op het nul-object)

Bemesting in kg N/HA	Berekening	Netto uitspoeling kg NO ₃ -N/HA	No. veldje
0	geen	0	15
300	geen	14	16
480	geen	66	4
480	geen	95	12
640	geen	159	3
640	geen	196	11
640	snede 2, 3, 4	100	6
640	snede 2, 3, 4	103	14

Deze berekeningsresultaten laten zich wat overzichtelijker in enkele figuren weergeven. De figuren 3 en 4 geven het verloop weer van de nitraatconcentratie en de voorraad per laag. Bij de laatste (fig. 4) is in de diepst bemonsterde laag de voorraad weergegeven. Dat wil niet zeggen, dat beneden de berekende grens van de uitspoelingsdiepte geen stikstof afkomstig van de onderhavige uitspoelingsperiode kan voorkomen. In verband van de snellere verplaatsing van bodemwater door grove poriën is het niet uitgesloten dat een klein deel van de neerslagoverschotten tot een grotere diepte is doorgedrongen dan is berekend en daar het reeds aanwezige "oude" grondwater voor zich uit heeft gedrukt en een menging heeft aangegaan met de daarin aanwezige stikstof. Hoeveel dit kan zijn wordt bepaald door de poriëngrootteverdeling, waarover niet beschikt kan worden. Vermoedelijk zal het echter om een kleine hoeveelheid gaan.

In figuur 5 is de netto-uitspoeling in verband gebracht met de mestgift. In tabel 3 is de uitspoeling uitgedrukt in procenten van de mestgift.

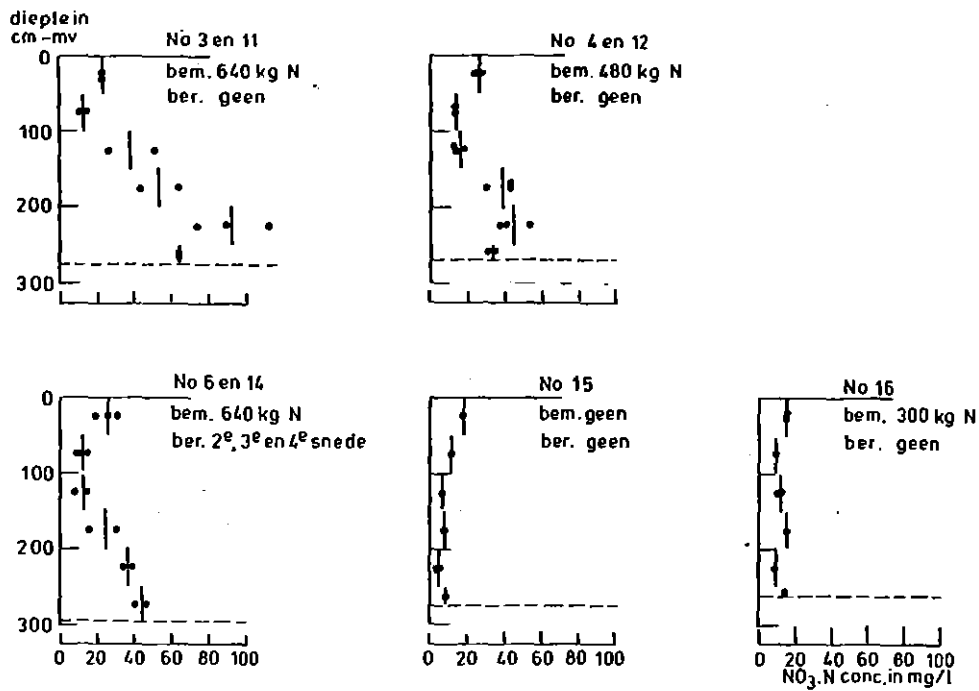


Fig. 3. Stikstofconcentratieverloop in het bodemvocht met toenemende diepte (mg NO₃-N/l) begin maart 1982 gemiddeld per laag van 50 cm dikte

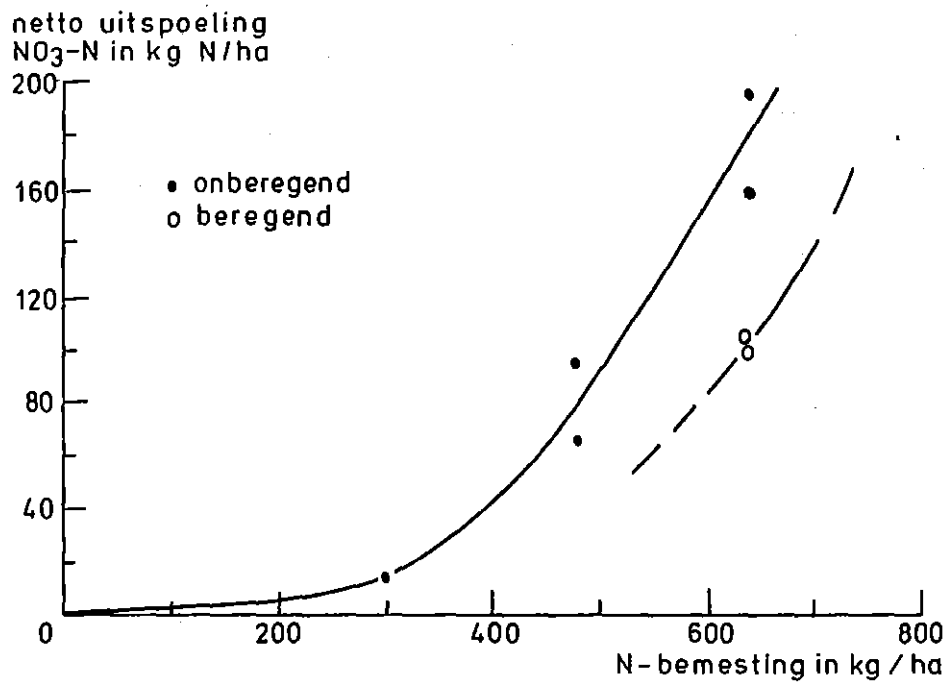


Fig. 5. Verband tussen netto-uitspoeling en kunstmestgift

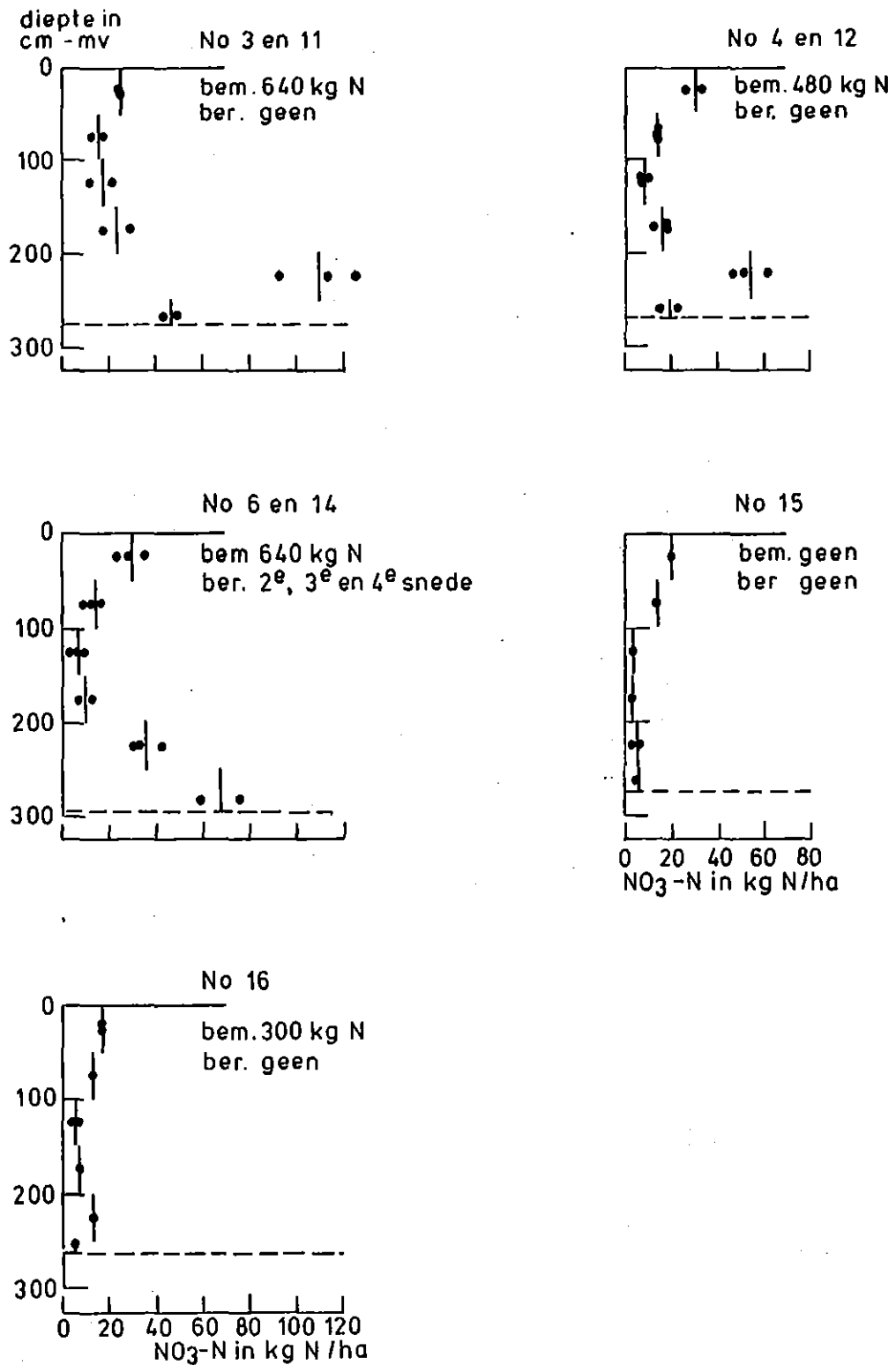


Fig. 4. Verloop van de hoeveelheid nitraatstikstof met toenemende diepte in kg N/HA begin maart 1982

Tabel 3. Netto-uitspoeling uitgedrukt in procenten van de mestgift

Mestgift in kg N/HA	Berekening	Netto-uitspoeling in % van mestgift		Veldje no.	
0	geen	0		15	
300	geen	4,7		16	
480	geen	13,8	19,8	4	12
640	geen	24,8	30,6	3	11
640	snede 2, 3, 4	15,6	16,1	6	14

5. CONCLUSIES

Uit de figuren laten zich enkele conclusies destilleren:

1. Tot een mestgift van 300 kg N/HA is er nauwelijks verschil in uitspoeling te constateren met het onbemeste nul-object.
2. Vanaf een mestgift van 300 kg N/HA begint zich een duidelijke netto-uitspoeling te manifesteren, die bij 640 kg N/HA al aanzienlijk groter is dan bij 480 kg N/HA.
3. Op het tijdstip van de monsternamen (begin maart 1982) is de grote uitspoelingsgolf van najaar en winter, die dan aangeland is op een diepte van 200-250 cm-mv, duidelijk waarneembaar.
4. Op wèl-beregende objecten met eenzelfde mestgift is de uitspoelingsgolf op hetzelfde moment reeds op een diepte van 250-300 cm-mv aangeland.

In figuur 5 is eenzelfde conclusie ten aanzien van het verschil in gedrag tussen wèl- en niet-beregende objecten te trekken, hoewel de lijn door de niet-beregende objecten door mèèr punten getrokken kon worden dan de lijn door de wèl-beregende.

De twee belangrijkste conclusies luiden derhalve:

1. Boven een mestgift van 300 à 400 kg N/HA wordt de netto-uitspoeling ontoelaatbaar groot (veel méér dan 10% van de mestgift).
2. Bij een zeer hoge mestgift van 640 kg N/HA lijkt berekening de netto-uitspoeling met minstens 10% van de mestgift te reduceren.

Bijlage A. Resultaten van de nitraat N-demonstrering begin maart 1982

		nat	droog	$\frac{P-q}{q}$ -potgew A-cijfer gew 1 vocht (nat)	$\frac{P-q}{p}$ -potgew p-cijfer gew 1 vocht (nat)	A-cijfer x dr. vol. vocht	Analyse NO ₃ -N mg/l	inc. duplo	Werkelijke concentratie mg NO ₃ -N/l	id kg N/ha	Remestling kg N/ha	Bergraving		
3	0-50	531,4	482,5	17,4	14,8	21,7	1,11		23,0	23,0	640	geen		
	50-100	617,5	566,1	17,6	15,0	24,3	0,73		14,8	18,0				
	100-150	577,4	558,5	5,5	5,2	8,6	0,91		50,8	21,8				
	150-200	611,7	593,9	5,3	5,0	8,5	0,72		43,0	18,3				
	200-250	599,8	547,9	15,4	13,3	25,4	3,22	3,75	73,3	85,4			93,1	113,5
	250-300	788,4	683,5	22,1	18,1	30,8	3,59		61,8				95,2	
11	0-50	518,3	474,0	16,9	14,5	21,1	1,10		23,7	24,5	640	geen		
	50-100	527,3	483,0	16,3	14,0	22,5	0,53		11,8	13,3				
	100-150	505,3	486,6	6,5	6,1	10,1	0,51		24,9	12,6				
	150-200	614,8	596,1	5,5	5,2	8,8	1,10		64,4	28,3				
	200-250	607,4	560,3	13,5	11,9	22,3	4,39		113,1				126,1	
	250-300	721,4	646,1	19,6	16,4	27,9	3,24		61,6				85,9	
4	0-50	563,8	503,9	20,4	16,9	25,5	1,36		26,5	33,8	480	geen		
	50-100	558,7	511,1	18,0	15,3	24,8	0,63	0,60	12,3	15,3			15,3	
	100-150	513,9	492,4	7,3	6,8	11,4	0,31	0,32	13,8	14,2			7,9	8,1
	150-200	557,8	539,7	5,5	5,3	8,8	0,53		29,5				13,0	
	200-250	619,8	562,2	15,7	13,6	25,9	1,64	1,95	37,5	40,8			48,6	52,8
	250-300	698,1	598,3	24,7	19,8	33,7	2,32		31,2				52,6	
12	0-50	548,5	496,0	18,5	15,6	23,1	1,24		24,6	28,4	480	geen		
	50-100	547,2	495,9	18,0	15,2	24,8	0,62		12,7	15,7				
	100-150	554,9	531,6	7,3	6,8	11,4	0,41		18,1	10,3				
	150-200	562,7	544,3	5,3	5,0	8,5	0,71	0,72	42,5	43,0			18,1	18,3
	200-250	561,2	516,2	14,0	12,3	23,1	2,19		54,2				62,6	
	250-300	791,3	686,8	22,6	18,4	31,3	2,08		33,6				52,6	
6	0-50	530,3	478,6	18,2	15,4	22,7	1,56	1,31	31,7	26,1	36,0	29,6	640	2e, 3e en 4e snede
	50-100	584,8	537,3	17,1	14,6	23,6	0,55	0,66	11,3	14,2	13,3	16,8		
	100-150	524,3	502,6	7,1	6,6	11,1	0,19	0,28	8,5	12,5	4,7	6,9		
	150-200	541,5	523,2	5,6	5,3	9,0	0,28		15,8		7,1			
	200-250	619,7	578,4	10,8	9,7	17,8	1,15	1,12	34,6	35,4	30,8	31,5		
	250-300	728,7	629,3	23,7	19,2	32,6	2,90		46,8		76,3			
14	0-50	561,8	502,8	20,1	16,8	25,1	1,13		19,8	24,8	640	2e, 3e en 4e snede		
	50-100	510,0	463,6	18,3	15,5	21,4	0,49		9,8	10,5				
	100-150	524,9	502,0	7,9	7,3	12,3	0,36		14,6	9,0				
	150-200	578,0	559,1	5,4	5,1	8,6	0,52		30,6	13,2				
	200-250	597,9	553,0	13,1	11,6	21,6	1,56		38,9				42,0	
	250-300	760,3	647,1	25,9	20,6	35,0	3,63		41,1				71,9	
15	0-50	532,9	481,1	18,1	15,3	22,6	0,91		18,6	21,0	geen	geen		
	50-100	517,7	469,0	18,9	15,9	26,1	0,57		11,3	14,7				
	100-150	657,7	630,8	7,3	6,8	11,4	0,16		7,1	4,0				
	150-200	609,8	593,1	5,1	4,8	8,2	0,14		8,5	3,5				
	200-250	685,0	637,5	13,2	11,7	21,8	0,20	0,17	5,3	4,4			5,8	4,8
	250-300	720,7	626,5	21,9	17,9	30,4	0,50		8,2				12,5	
16	0-50	540,0	488,7	18,4	15,6	23,0	0,77	0,72	15,2	14,9	17,5	17,1	300	geen
	50-100	512,2	464,2	19,0	16,0	26,2	0,51		9,9	13,0				
	100-150	558,7	536,4	6,8	6,4	10,6	0,27	0,24	12,3	11,0	6,5	5,8		
	150-200	553,9	534,4	6,0	5,7	9,6	0,30		15,6		7,5			
	200-250	593,6	537,6	17,1	14,6	28,2	0,46		9,2		13,5			
	250-300	642,6	557,2	23,7	19,1	32,5	0,85		14,2		23,1			

Bijlage B. Heino 1981. Vochtgehalten in volumepercenten, berekend uit gammametingen

No. 17 diepte in cm	15/16 april	14/15 mei	10/11 juni	16 juni	23/24 juni	8/9 juli	11 aug.	4 sept.	9/10 sept.	16/17 sept.	26/27 okt.
5 - 15	0,194	0,183	0,128	0,203	0,157	0,181	0,150		0,131	0,248	0,278
15 - 25	0,194	0,182	0,144	0,170	0,162	0,209	0,193		0,170	0,256	0,275
25 - 35	0,198	0,195	0,158	0,169	0,169	0,217	0,206		0,178	0,222	0,265
35 - 45	0,194	0,167	0,155	0,156	0,154	0,204	0,204		0,163	0,206	0,237
45 - 55	0,206	0,190	0,165	0,176	0,174	0,216	0,220		0,187	0,206	0,251
55 - 65	0,202	0,188	0,175	0,161	0,179	0,213	0,227		0,191	0,212	0,249
65 - 75	0,246	0,236	0,226	0,222	0,230	0,259	0,267		0,238	0,256	0,308
75 - 85	0,224	0,204	0,198	0,189	0,200	0,223	0,246		0,220	0,216	0,248
85 - 95	0,128	0,120	0,107	0,102	0,108	0,116	0,149		0,134	0,132	0,167
95 - 105	0,116	0,091	0,083	0,089	0,087	0,136	0,142		0,124	0,128	0,159
105 - 115	0,103	0,078	0,127	0,099	0,088	0,115	0,140		0,107	0,111	0,146
115 - 125	0,062	0,070	0,063	0,066	0,061	0,081	0,105		0,073	0,085	0,115
125 - 135	0,058	0,048	0,052	0,055	0,048	0,058	0,093		0,062	0,072	0,098
135 - 145	0,060	0,065	0,057	0,056	0,057	0,065			0,068	0,078	0,114
No. 18											
5 - 15	0,176	0,162	0,145	0,209	0,168	0,202	0,179		0,159	0,276	0,289
15 - 25	0,187	0,135	0,121	0,158	0,153	0,191	0,200		0,158	0,255	0,265
25 - 35	0,169	0,114	0,111	0,141	0,134	0,178	0,169		0,123	0,210	0,224
35 - 45	0,169	0,146	0,123	0,149	0,143	0,195	0,182		0,134	0,196	0,217
45 - 55	0,181	0,166	0,156	0,160	0,156	0,202	0,202		0,157	0,192	0,223
55 - 65	0,212	0,197	0,182	0,192	0,188	0,231	0,224		0,188	0,220	0,250
65 - 75	0,245	0,236	0,219	0,223	0,225	0,256	0,262		0,221	0,250	0,276
75 - 85	0,228	0,215	0,205	0,208	0,210	0,228	0,247		0,210	0,238	0,256
85 - 95	0,196	0,168	0,169	0,178	0,177	0,198	0,215		0,177	0,197	0,227
95 - 105	0,165	0,169	0,157	0,159	0,158	0,178	0,207		0,163	0,188	0,221
105 - 115	0,137	0,130	0,126	0,131	0,125	0,140	0,168		0,134	0,160	0,173
115 - 125	0,111	0,108	0,099	0,108	0,103	0,118	0,147		0,104	0,135	0,149
125 - 135	0,072	0,069	0,058	0,067	0,059	0,059	0,101		0,069	0,096	0,108
135 - 145	0,032	0,047	0,039	0,047	0,046	0,048			0,042	0,064	0,097
No. 19											
5 - 15	0,094	0,041	0,046		0,096	0,134	0,079		0,033	0,089	0,188
15 - 25	0,138	0,081	0,080		0,109	0,155	0,137		0,073	0,104	0,209
25 - 35	0,130	0,092	0,089		0,106	0,153	0,139		0,095	0,112	0,203
35 - 45	0,120	0,088	0,076		0,091	0,130	0,127		0,098	0,099	0,176
45 - 55	0,134	0,114	0,107		0,120	0,145	0,151		0,121	0,118	0,193
55 - 65	0,150	0,128	0,125		0,131	0,151	0,165		0,135	0,134	0,198
65 - 75	0,178	0,169	0,163		0,164	0,174	0,183		0,172	0,174	0,236
75 - 85	0,178	0,159	0,160		0,170	0,173	0,193		0,157	0,163	0,208
85 - 95	0,126	0,118	0,113		0,115	0,108	0,141		0,121	0,130	0,143
95 - 105	0,085	0,067	0,062		0,074	0,084	0,109		0,082	0,083	0,135
105 - 115	0,056	0,050	0,057		0,061	0,046	0,081		0,052	0,061	0,111
115 - 125	0,063	0,052	0,052		0,062	0,045	0,087		0,062	0,062	0,107
125 - 135	0,057	0,045	0,046		0,058	0,035	0,041		0,051	0,054	0,096
135 - 145	0,033	0,035	0,033		0,048	0,032			0,044	0,048	0,077
No. 20											
5 - 15	0,204	0,141	0,189		0,208	0,255	0,182		0,139	0,219	0,306
15 - 25	0,183	0,098	0,115		0,153	0,188	0,170		0,104	0,159	0,256
25 - 35	0,196	0,137	0,135		0,164	0,213	0,184		0,145	0,176	0,263
35 - 45	0,172	0,135	0,120		0,141	0,183	0,174		0,135	0,143	0,229
45 - 55	0,184	0,167	0,141		0,151	0,193	0,181		0,159	0,162	0,227
55 - 65	0,197	0,187	0,161		0,171	0,197	0,208		0,177	0,185	0,249
65 - 75	0,242	0,227	0,203		0,212	0,223	0,243		0,224	0,222	0,273
75 - 85	0,212	0,209	0,181		0,191	0,196	0,200		0,194	0,215	0,264
85 - 95	0,173	0,166	0,142		0,139	0,178	0,188		0,176	0,180	0,235
95 - 105	0,082	0,074	0,101		0,095	0,099	0,117		0,103	0,100	0,158
105 - 115	0,047	0,050	0,058		0,059	0,060	0,077		0,067	0,066	0,118
115 - 125	0,068	0,061	0,060		0,060	0,063	0,068		0,071	0,065	0,112
125 - 135	0,074	0,059	0,058		0,045	0,057	0,071		0,071	0,066	0,109
135 - 145	0,080	0,067	0,055		0,067	0,057			0,073	0,065	0,113

No. 21										
5 - 15	0,095	0,048	0,049	0,064	0,120	0,069	0,083	0,161	0,196	
15 - 25	0,097	0,112	0,103	0,101	0,184	0,203	0,158	0,233	0,256	
25 - 35	0,148	0,134	0,114	0,121	0,193	0,180	0,185	0,224	0,264	
35 - 45	0,119	0,125	0,101	0,104	0,149	0,166	0,151	0,180	0,226	
45 - 55	0,131	0,139	0,123	0,125	0,134	0,166	0,163	0,173	0,235	
55 - 65	0,158	0,168	0,150	0,146	0,145	0,183	0,186	0,187	0,260	
65 - 75	0,189	0,211	0,193	0,193	0,186	0,217	0,216	0,221	0,279	
75 - 85	0,187	0,212	0,188	0,186	0,192	0,204	0,213	0,213	0,277	
85 - 95	0,163	0,137	0,169	0,175	0,163	0,195	0,196	0,186	0,255	
95 - 105	0,010	0,040	0,036	0,036	0,027	0,033	0,041	0,030	0,098	
105 - 115	0,037	0,049	0,025	0,038	0,029	0,028	0,030	0,036	0,090	
115 - 125	0,065	0,070	0,061	0,070	0,054	0,048	0,069	0,068	0,110	
125 - 135	0,055	0,079	0,066	0,077	0,062	0,045	0,070	0,070	0,111	
135 - 145	0,057	0,075	0,058	0,073	0,059		0,076	0,074	0,134	
No. 22										
5 - 15	0,139	0,147	0,115	0,104	0,179	0,163	0,127	0,196	0,271	
15 - 25	0,139	0,140	0,131	0,110	0,184	0,188	0,123	0,192	0,245	
25 - 35	0,153	0,157	0,121	0,109	0,193	0,175	0,166	0,197	0,262	
35 - 45	0,135	0,163	0,123	0,110	0,174	0,182	0,156	0,169	0,227	
45 - 55	0,150	0,173	0,137	0,135	0,155	0,193	0,178	0,181	0,236	
55 - 65	0,164	0,191	0,158	0,151	0,164	0,213	0,189	0,195	0,253	
65 - 75	0,179	0,219	0,187	0,174	0,177	0,223	0,213	0,219	0,265	
75 - 85	0,168	0,201	0,173	0,177	0,177	0,210	0,194	0,201	0,254	
85 - 95	0,139	0,178	0,137	0,151	0,143	0,184	0,182	0,179	0,229	
95 - 105	0,066	0,098	0,091	0,084	0,076	0,100	0,100	0,100	0,149	
105 - 115	0,053	0,077	0,061	0,050	0,044	0,054	0,047	0,066	0,099	
115 - 125	0,067	0,091	0,073	0,065	0,059	0,072	0,075	0,075	0,123	
125 - 135	0,056	0,093	0,056	0,064	0,054	0,065	0,054	0,064	0,109	
135 - 145	0,040	0,074	0,047	0,047	0,040		0,036	0,046	0,090	
No. 23										
5 - 15	0,117	0,128	0,112	0,097	0,143	0,153	0,131	0,101	0,172	0,262
15 - 25	0,131	0,100	0,088	0,064	0,131	0,160	0,119	0,079	0,113	0,234
25 - 35	0,137	0,124	0,100	0,089	0,060	0,158	0,136	0,102	0,126	0,230
35 - 45	0,122	0,137	0,108	0,083	0,123	0,145	0,134	0,107	0,112	0,205
45 - 55	0,156	0,185	0,147	0,122	0,141	0,180	0,170	0,152	0,145	0,239
55 - 65	0,164	0,199	0,156	0,133	0,128	0,190	0,177	0,165	0,166	0,238
65 - 75	0,200	0,234	0,202	0,196	0,179	0,239	0,227	0,218	0,208	0,275
75 - 85	0,171	0,197	0,170	0,174	0,171	0,216	0,202	0,171	0,187	0,241
85 - 95	0,125	0,162	0,131	0,137	0,135	0,170	0,158	0,146	0,139	0,213
95 - 105	0,077	0,110	0,076	0,081	0,077	0,106	0,093	0,084	0,075	0,140
105 - 115	0,046	0,082	0,061	0,055	0,057	0,076	0,091	0,061	0,053	0,109
115 - 125	0,036	0,072	0,051	0,045	0,041	0,062	0,049	0,039	0,036	0,084
125 - 135	0,003	0,042	0,019	0,014	0,009	0,026	0,019	0,017	0,004	0,056
135 - 145	0,027	0,078	0,058	0,050	0,048		0,059	0,046	0,037	0,076
No. 24										
5 - 15	0,137	0,134	0,102	0,069	0,148	0,125	0,091	0,044	0,155	0,229
15 - 25	0,159	0,147	0,107	0,061	0,176	0,176	0,106	0,085	0,142	0,226
25 - 35	0,152	0,165	0,107	0,104	0,200	0,189	0,155	0,125	0,152	0,254
35 - 45	0,139	0,177	0,124	0,172	0,203	0,200	0,177	0,156	0,159	0,255
45 - 55	0,177	0,201	0,138	0,210	0,228	0,243	0,207	0,208	0,196	0,278
55 - 65	0,199	0,232	0,177	0,162	0,228	0,250	0,231	0,221	0,220	0,298
65 - 75	0,200	0,244	0,197	0,162	0,217	0,269	0,207	0,234	0,224	0,303
75 - 85	0,156	0,194	0,159	0,140	0,178	0,231	0,212	0,191	0,193	0,265
85 - 95	0,093	0,130	0,099	0,132	0,110	0,137	0,137	0,116	0,123	0,180
95 - 105	0,076	0,119	0,088	0,125	0,094	0,115	0,114	0,096	0,111	0,172
105 - 115	0,117	0,155	0,123	0,101	0,119	0,138	0,135	0,118	0,114	0,194
115 - 125	0,081	0,118	0,088	0,078	0,080	0,103	0,086	0,078	0,081	0,148
125 - 135	0,058	0,104	0,063	0,038	0,061	0,072	0,063	0,058	0,058	0,146
135 - 145	0,068	0,109	0,075	0,059	0,071		0,088	0,075	0,080	0,116