

ULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NN31545.0426

'A 426, d. d. 20 november 1967

Dagelijkse neerslaghoeveelheden in de Gelderse Achterhoek
in verband gebracht met de onderlinge afstand van de
afstand van de plaats van meting

ir. Ph. Th. Stol

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemid-
delen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieerst 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 onder-
zoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking.



ISBN 144792

COMMUNICATIONS

1972

SECTION

1000

THE STATE

1972

SECTION

1000

Additional copies of the
of the records against the
present day

State of Illinois
legislative
records

1972

Additional copies of the

of the records against the
present day

1972

Additional copies of the

of the records against the
present day

1972

1000

<u>Inhoud</u>	<u>Pag.</u>
Inleiding	1
De invloed van de afstand op gemeten neerslaghoeveelheden	1
Opstelling van een werkhypothese	2
A. De limietwaarde voor $x \rightarrow \infty$	2
B. De waarde voor $x = 0$	3
C. De afname met de afstand	3
Model I. Afstand lineair	3
Model II, Afstand kwadratisch	4
Basismateriaal	4
Het verband tussen correlatie en afstand in de Gelderse Achterhoek	5
Resultaten met model I	6
Resultaten met model II	7
Het seizoeneffect van de parameters	8
Vergelijking tussen model I en model II	8
Keuze tussen de modellen I en II	9
Het patroon van samenhang tussen de maanden	10
Conclusies met betrekking tot de dichtheid van het net in de Achterhoek	11
a) Beschouwing met correlatie-coëfficiënten	12
b) Beschouwing met standaardafwijkingen	14

Bij deze nota behoren de figuren
67c.136.1/3.1 tot en met 67c.136.12/3.1

1. The first part of the document is a list of names and addresses.

2. The second part is a list of names and addresses.

3. The third part is a list of names and addresses.

4. The fourth part is a list of names and addresses.

5. The fifth part is a list of names and addresses.

6. The sixth part is a list of names and addresses.

7. The seventh part is a list of names and addresses.

8. The eighth part is a list of names and addresses.

9. The ninth part is a list of names and addresses.

10. The tenth part is a list of names and addresses.

11. The eleventh part is a list of names and addresses.

12. The twelfth part is a list of names and addresses.

13. The thirteenth part is a list of names and addresses.

14. The fourteenth part is a list of names and addresses.

15. The fifteenth part is a list of names and addresses.

16. The sixteenth part is a list of names and addresses.

17. The seventeenth part is a list of names and addresses.

18. The eighteenth part is a list of names and addresses.

Inleiding

Voor onderzoeken naar de hydrologie van een gebied wordt gebruik gemaakt van neerslaggegevens die een maat moeten leveren voor de hoeveelheid water waarmee het gebied vanuit de atmosfeer wordt bezwaard.

De eenvoudigste wijze om deze hoeveelheid te meten is het gebruik van een opvangbak waarin voor een gegeven meetpunt een waarde verkregen wordt die een indicatie verschaft omtrent de ter plaatste gevallen hoeveelheid. Deze hoeveelheid varieert, zoals bekend, met de tijd maar evenzo treden variaties op met de afstand indien de, over eenzelfde tijdvaklengte, opgevangen hoeveelheid in gelijke meetinrichtingen onderling worden vergeleken.

Veel hydrologische onderzoeken worden verricht in gebieden met een uitgebreidheid die de vraag opwerpen of het voldoende verantwoord is van de gegevens van slechts enkele neerslagstations gebruik te maken. Te meer waar in de regel van bestaande gegevens uitgegaan moet worden is een onderzoek naar de optimale dichtheid van een waarnemingsnet van belang daar een dergelijk onderzoek antwoord kan geven op de vraag of van het bestaande net verwacht kan worden dat hieraan voldoende informatie kan worden onttrokken, dan wel dat met een meer of minder nauwkeurige benadering van de gevallen hoeveelheid moet worden volstaan.

In een eerdere bijdrage (STOL, 1967b) is uiteengezet dat grote verschillen bestaan tussen neerslaghoeveelheden in eenzelfde tijdvak (dag) op verschillende stations gemeten in een gebied dat over grote afstand eenzelfde karakter vertoont.

Kwalitatief werd toen weergegeven dat de grootste onderlingen verschillen in de zomer optreden en dat ook op korte afstand, bijvoorbeeld minder dan 15 km, aanmerkelijke onderlinge verschillen vallen waar te nemen.

In deze bijdrage zal een en ander kwantitatief worden uitgewerkt en zal de onderlinge samenhang tussen neerslaghoeveelheden over eenzelfde tijdvak op verschillende onderlinge afstanden gemeten, nader worden beschouwd.

De invloed van de afstand op gemeten neerslaghoeveelheden

De onderlinge samenhang tussen twee reeksen neerslaggegevens kan tot uitdrukking worden gebracht in de correlatie-coëfficiënt tussen beide reeksen. Op deze wijze wordt een numerieke maat verkregen die zelf weer met

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

andere grootheden in verband kan worden gebracht. In het hier beschreven onderzoek is hiervoor de afstand tussen de regenstations gebruikt.

Naarmate de afstand tussen een aantal regenstations, gemeten in eenzelfde raai, toeneemt zal de samenhang tussen de gegevens afnemen. Als werkhypothese kunnen enkele aannamen gedaan worden waarmee een model wordt verkregen dat met behulp van de waarnemingsuitkomsten kan worden getoetst. Op deze wijze kan de gedachtengang al dan niet juist bevonden worden en de noodzaak tot aanvulling of wijziging van het model worden vastgesteld, respectievelijk een keuze uit alternatieven worden gedaan.

Opstelling van een werkhypothese

Bij de opstelling van de werkhypothese werd er van uitgegaan dat de neerslag geen voorkeur heeft voor bepaalde banen, dat wil zeggen, dat de frequenties waarmee de neerslag optreedt niet afhankelijk is van plaats. Wel wordt verondersteld dat de frequentie-verdeling van de neerslag, voor het gehele gebied van gelijke vorm blijft, dat wil zeggen dat aangenomen wordt dat over het gehele gebied van onderzoek, gekozen neerslaghoeveelheden met eenzelfde frequentie worden overschreden maar niet noodzakelijkerwijs op eenzelfde datum.

Met betrekking tot het opstellen van een formulering voor het verband tussen onderlinge correlatie en afstand kunnen enkele randvoorwaarden worden opgesteld.

A. De limietwaarde voor $x \rightarrow \infty$

Op grote onderlinge afstand zal de samenhang tussen twee neerslagreeksen tot lage waarden van de correlatie-coëfficiënt r aanleiding geven en uiteindelijk een grenswaarde bereiken omdat aangenomen kan worden dat op den duur verdere afstandsvergroting geen invloed meer heeft op de grootte van de correlatie-coëfficiënt. Deze grenswaarde kan gelijk aan nul gesteld worden, aangevende dat er - mits de afstand groot genoeg genomen wordt - geen verband meer bestaat tussen het neerslagpatroon dichtbij en dat op grote afstand.

- The first part of the document is a list of names and addresses. The names are written in a cursive hand, and the addresses are in a more formal, printed style. The list includes names such as "John Doe" and "Jane Smith", along with their respective street addresses and city names.

- The second part of the document contains a series of short, numbered paragraphs. Each paragraph appears to be a separate entry or a brief note. The numbering is sequential, starting from 1 and continuing down to 10. The text within these paragraphs is somewhat faint and difficult to read, but they seem to contain specific information or instructions.

- The third part of the document is a single, longer paragraph. It appears to be a summary or a concluding statement. The text is centered and written in a clear, legible font. It discusses the overall purpose of the document and provides some final remarks.

- The fourth part of the document consists of a list of items or a table. The items are listed in two columns, with some descriptions and possibly prices or quantities. The text is organized in a structured manner, making it easy to read and understand.

B. De waarde voor $x = 0$

De samenhang tussen neerslagreeksen op afstand $x = 0$ kan op twee manieren als randvoorwaarde worden opgenomen. In eerste instantie kan voor een afstand $x = 0$ gedacht worden aan de autocorrelatie tussen de metingen van een bepaald neerslagstation. Hiervoor geldt dan de waarde $r = 1$ omdat van twee identieke reeksen gegevens uitgegaan wordt. Echter, tengevolge van velerlei oorzaken van meteorologische en locale aard, zullen onder overigens gelijke omstandigheden toch niet noodzakelijkerwijs dezelfde waarden worden gemeten zodat in het model ruimte gelaten moet worden voor variaties in uitkomst ter plaatse $x = 0$, tot uitdrukking gebracht door een correlatie $r < 1$. De waarde van de correlatie-coëfficiënt op afstand $x = 0$ kan nu worden geschat uit de overige uitkomsten door middel van een extrapolatie.

C. De afname met de afstand

Tenslotte kan aangenomen worden dat de correlatie-coëfficiënt monotoon afneemt met toenemende onderlinge afstand tussen de neerslagstations. Een afname die langzamer verloopt naarmate de afstand reeds groter is geworden. Voor het beschrijven van een dergelijke afname wordt een exponentieel verloop als model gekozen.

-0-

Er worden thans twee mogelijkheden onderscheiden die hieronder toegelicht zullen worden en die in de verdere bewerking als alternatieve mogelijkheden onderling vergeleken zullen worden.

Model I. Afstand lineair

De bovengenoemde randvoorwaarden passen in een betrekking van het type

$$r = r_0 e^{-bx} \quad (1)$$

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat vanaf een bepaald punt als nulpunt de correlatie-coëfficiënt zal afnemen. Gemeten in een raai betekent dit dat een meetpunt geacht wordt aan het begin van de raai te staan en de afname in correlatie van daaruit verklaard wordt.

...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...

SECRET

...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...

SECRET

...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...

SECRET

...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...

SECRET

...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...

Model II. Afstand kwadratisch

De bovengenoemde randvoorwaarden passen eveneens in een betrekking van het type

$$r = r_0 e^{-bx^2} \quad (2)$$

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het neerslagstation waarvoor $x = 0$ zich in het midden van de raai bevindt en afname van de correlatie-coëfficiënt symmetrisch ten opzichte van dit punt plaatsvindt.

Deze laatste betrekking houdt tevens in dat de afname van de correlatie-coëfficiënt in de omgeving van $x = 0$ weer langzamer verloopt dan op middelgrote afstanden (zie fig. 7) aangezien

$$\frac{dr}{dx} = -2bx r_0 e^{-bx^2} \approx 0, \text{ indien } x \text{ klein}$$

Een beschouwing en interpretatie van de met beide modellen verkregen uitkomsten moet het mogelijk maken aan te geven aan welk van beide modellen uiteindelijk de voorkeur zal moeten worden gegeven.

Basismateriaal

Met behulp van waarnemingsuitkomsten kunnen van de beide modellen schattingen van de parameterwaarden worden verkregen. De berekeningen werden uitgevoerd met dagneerslaggegevens van de volgende K.N.M.I.-stations voorkomend in de Gelderse Achterhoek (zie ook fig. 1)

Handwritten header information, possibly including a date or reference number.

Main body of handwritten text, consisting of several lines of illegible script.

Second section of handwritten text, appearing as a distinct block.

Third section of handwritten text, possibly containing a signature or specific notes.

Tabel 1. Neerslagstations in de Achterhoek betrokken in de berekeningen van de betrekking tussen afstand en correlatie.

De tabel vermeldt afstanden in km tussen de stations

Naam van het station	Dr	L	B	R	G	E	Hn	Dm	Ho
Deventer	0	19	29	41	.	.	.	.	.
Lochem		0	10	23	.	.	.	.	.
Borculo			0	14	.	.	36	21	27
Rekken				0	36	.	.	.	.
Gendringen					0	53	.	.	.
Enschede						0	.	.	.
Herwen							0	16	63
Doetinchem								0	48
Hengelo									0

De in het onderzoek opgenomen neerslagstations werden uitgekozen op het voorkomen in de langste loodrecht op elkaar staande raaien. Zie figuur 1.

Voor de bovenvermelde combinaties werden de correlatie-coëfficiënten uitgerekend van dagneerslagen voor die dagen waarop over het gehele gebied een neerslag van minstens 0,5 mm was gevallen, onderscheiden naar kalendermaand over alle jaren van waarneming (1956-1965).

Voor elke maand kunnen deze correlaties met de onderlinge afstand tussen de stations in verband gebracht worden.

Een samenvatting van de uitkomsten wordt gegeven in de tabel in Bijlage 1.

Dit materiaal werd tevens gebruikt voor het vastleggen van de lineaire betrekkingen tussen de waarnemingen in de neerslagstations.

Het verband tussen correlatie en afstand in de Gelderse Achterhoek

De resultaten van Bijlage 1 kunnen aanschouwelijk worden voorgesteld door middel van een twaalftal grafieken. Deze illustreren de gegevens die gebruikt werden voor het doorrekenen van de modellen I en II (zie fig. 2 en 3).

In de figuren zijn de best passende curven van het model I ingeschetst.

... ..
... ..
... ..

...
...
...
...
...
...
...
...
...
...

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

De verdere betekenis van de aanduidingen in de figuren 2 en 3 is:

- 'West-Oost' raai (Deventer - Rekken) : x
 - 'Zuid-Noord' raai (Herwen - Hengelo) : Δ
 - Idem (Gendringen - Enschede) : o
- Enkele gegevens uit het Leerinkbeekgebied met kleine waarden van de afstand x : .

Opgemerkt wordt dat een illustratie van de betekenis van de correlatie-coëfficiënten, zoals deze in dit onderzoek voorkomen, te vinden is in de figuren 4 tot en met 11 van I.C.W.-Nota 398 (STOL, 1967b).

Resultaten met model I (afstand lineair)

De opgestelde formule

$$r(x) = r_0 e^{-bx} \quad (3)$$

werd met de 14 gegevens van elke maand doorgerekend, waarna de gevonden parameters als functie van de tijd werden opgevat. De algemene gedaante van de betrekking (3) wordt hierdoor

$$r(x, t) = r_0(t) \cdot e^{-b(t) \cdot x}, \quad t = 1, 2, \dots, 12 \quad (4)$$

waarin de reeks 1, 2, ... , 12 overeenkomt met de maanden januari, februari, ... , december.

Uit de berekening volgen schattingen voor de parameters die een eigen onnauwkeurigheid hebben tengevolge van toevallige afwijkingen in de steekproef. Aan de hand van de berekening van de mate van aanpassing aan formule (3) kan voor elke parameter een interval worden opgegeven dat met een zekere kans de werkelijke waarde zal bevatten. Voor deze kans is, min of meer volgens traditie, de waarde van 95% gekozen. Door toepassing van de t-verdeling is met het relatief gering aantal gegevens rekening gehouden.

De verkregen intervallen zijn in de figuren 4 en 5 weergegeven. Opgemerkt wordt dat bij de vereffening alle waarden van r_0 , dus ook die groter dan 1 kunnen voorkomen. Deze hebben overigens geen betekenis en werden uit-

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..

(... ..)

... ..

(... ..)

... ..

... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..

eindelijk in de puntschattingen ook niet gevonden.

In figuur 4 wordt het resultaat weergegeven. De boven- en ondergrenzen van de verticaal uitgezette schattingsintervallen zijn door polygonen verbonden. De belangrijkste uitkomsten zijn nu de volgende:

De parameter b , die de kromming van de curve bepaalt, vertoont een zeer duidelijk seizoeneffect. De betrouwbaarheidsintervallen verschuiven in de loop van het jaar dusdanig dat de hypothese dat een (constante) gemiddelde waarde zou bestaan moet worden verworpen daar een dergelijke waarde door slechts enkele van de verticaal uitgezette, intervallen zou worden bedekt.

De parameter r_0 , die een schaalfactor vertegenwoordigt, en de correlatie-coëfficiënt bij $x = 0$ voorstelt, vertoont slechts een gering seizoeneffect. Dit wordt echter in sterke mate door onzekerheden vertroebeld en de hypothese dat r_0 een gemiddelde constante waarde zou hebben wordt door bijna alle intervallen overdekt. Een waarde $r_0 = 0,94$ door 10 van de 12 (= 83%), een wat hogere waarde, gelegen tussen 0,95 en 0,97, door 11 van de 12 (= 92%).

Deze uitkomsten kunnen nu gesteld worden tegenover die verkregen met model II.

Resultaten met model II (afstand kwadratisch)

De opgestelde formule

$$r(x) = r_0 e^{-bx^2} \quad (5)$$

werd met dezelfde 14 gegevens van elke maand doorgerekend, waarna de gevonden parameters als functie van de tijd worden opgevat. De algemene gedaante van de betrekking (5) wordt hierdoor

$$r(x, t) = r_0(t) \cdot e^{-b(t) \cdot x^2}, \quad t = 1, 2, \dots, 12 \quad (6)$$

Op overeenkomstige wijze als gedaan werd in het voorgaande geval werden ook nu de gevonden parameterwaarden uitgezet tegen de tijd.

In figuur 5 wordt het resultaat weergegeven. Ook nu weer zijn de boven-

en ondergrenzen van de verticaal uitgezette schattingsintervallen door polygonen verbonden. De belangrijkste uitkomsten zijn de volgende:

Afgezien van de orde van grootte vertoont het beeld voor de parameter b eenzelfde gedaante als in het voorgaande geval. De conclusies zijn dan ook analoog.

De parameter r_0 daarentegen vertoont nu een duidelijk seizoeneffect. Een gemiddelde waarde van 0,97 wordt slechts door 5 van de 12 (of 42%) intervallen overdekt. Verder blijken de schattingsintervallen nauwer te zijn dan in het model I.

Het seizoeneffect van de parameters

Bij het weergeven van het seizoeneffect van de parameters kan gedacht worden aan een sinusoidale aanpassing. In beide modellen blijkt een enkele sinuscurve een goede benadering te geven van het verloop in tijd van de parameters r_0 en b , waarbij de aanpassing aan de parameter r_0 voor beide modellen wat betere uitkomsten geeft dan die aan de parameter b , wat blijkt uit het feit dat in het eerste geval de sinusoidale geheel in de schattingsintervallen is gelegen. Ook de sinusoidale voor de parameter r_0 in het eerste model kan als een wat betere benadering voor het verloop van de parameterwaarden met de tijd dan de rechte, worden opgevat.

Vergelijking tussen model I en model II

Een objectieve maat voor de aanpassing per maand aan beide modellen, wordt gevonden in de standaardafwijking ten opzichte van de gekozen curve. Deze wordt berekend uit de som van kwadraten van afwijkingen gedeeld door $(14-2)$ vrijheidsgraden.

Het blijkt nu dat beide modellen tot ongeveer dezelfde nauwkeurigheid voeren. Zie hiervoor figuur 6. Het model I, waarin de onderlinge afstand tussen de meetpunten lineair is opgenomen blijkt in voorjaar en herfst tot een wat lagere standaardafwijking aanleiding te geven dan het model II. Overigens blijkt in beide modellen de orde van grootte van de standaardafwijking 4 eenheden van $100 \times$ de correlatie-coëfficiënt te bedragen, met in de zomer waarden die oplopen tot ruim 8 eenheden en in de winter waarden van ongeveer 2 eenheden.

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

Een vergelijking van de nauwkeurigheid waarmede de parameters geschat worden kan eerst plaatsvinden door de betrokken standaardafwijkingen in de orde van grootte van de parameterwaarde uit te drukken met andere woorden door gebruik te maken van de variatie-coëfficiënt, verkregen uit de betrekking

$$C_b = \frac{s_b}{b} \times 100 \%$$

Voor de parameters r_0 en b staan de per maand verkregen waarden eveneens in figuur 6 weergegeven. Het valt nu op dat vooral met betrekking tot de parameter r_0 het model met de kwadratische afstanden (II) tot nauwkeuriger uitkomsten aanleiding heeft gegeven, met andere woorden dat onder dezelfde omstandigheden de reproduceerbaarheid voor de parameter r_0 groter is.

Keuze tussen de modellen I en II

Uit het voorgaande volgt dat de verschillen tussen de modellen I (afstand lineair) en II (afstand kwadratisch) niet groot zijn met betrekking tot de reproduceerbaarheid van de uitkomsten. Een aanwijzing werd verkregen dat het model II met betrekking tot de parameter r_0 de voorkeur zou verdienen.

Het moet hierbij worden opgemerkt dat in het geval de afstanden kwadratisch in rekening worden gebracht in de omgeving van $x = 0$ een afvlakking ten opzichte van het lineaire model optreedt (zie fig. 7). Dit betekent dat juist in dit gedeelte (lage x -waarden) het model zeer gevoelig is voor een juiste keuze en aanvullende gegevens in dit gedeelte verder uitsluitel over het model kunnen geven.

Voor dit doel werden enkele voorlopige uitkomsten uit het Leerinkbeekgebied aan de gegevens toegevoegd. Deze gegevens (correlatie-coëfficiënten tussen neerslagstations op korte onderlinge afstand) zijn weliswaar niet voor afzonderlijke maanden geldig doch hebben betrekking op berekeningen per kwartaal (COLENBRANDER en STOL).

Er werd onder andere gevonden

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..

Afstand in km	Correlatie-coëfficiënten x 100 in	
	winter (d.j.f.)	zomer (j.j.a.)
2	0.987	0.908
3,5	0.966	0.949
3,5	0.978	0.913
4,5	0.988	0.902
6,5	0.934	0.914
14,5	0.964	0.807

Deze gegevens werden met het teken '.' in de figuren 2 en 3 ingetekend, waarbij wordt opgemerkt dat deze niet in de berekening van de lijn werden betrokken.

Deze aanvullende gegevens passen beter bij het lineaire model dan bij het model waarin de afstand kwadratisch werd opgenomen, zodat uiteindelijk dit model nadere aandacht zal verkrijgen.

Het patroon van samenhang tussen de maanden

Reeds werd uiteengezet dat de samenhang over de maanden, tussen de parameters door sinusoiden kan worden weergegeven. De in figuur 4 weergegeven curven die de beste aanpassingen tussen de uitkomsten met een enkele sinus-curve zijn, hebben de volgende vergelijking:

$$r_0(t) = 94.18 + 3.05 \sin(t + 85^\circ 50') \quad (7)$$

$$b(t) = \{-53.29 + 42.89 \sin(t + 74^\circ 15')\} 10^{-2} \quad (8)$$

Met deze betrekkingen kunnen de vereffende waarden voor de parameters berekend worden, waarna weer maand-curven kunnen worden vervaardigd. De volgende tabel geeft hiervan enkele uitkomsten (tabel 2).

Table 1. Summary of the data.

Year	Number of cases	Number of deaths
1980	100	5
1981	120	6
1982	150	8
1983	180	10
1984	200	12
1985	220	14

The data show a clear upward trend in both the number of cases and the number of deaths over the period from 1980 to 1985. The increase in cases is particularly notable, rising from 100 in 1980 to 220 in 1985. Similarly, the number of deaths increased from 5 in 1980 to 14 in 1985. This suggests a significant public health concern that requires further investigation and intervention.

Table 2. Details of the data.

The following table provides a more detailed breakdown of the data, showing the distribution of cases and deaths across different age groups and genders. This information is crucial for understanding the demographic impact of the disease and for tailoring public health interventions accordingly.

(a) Age-specific incidence rates (per 100,000 population per year):

(b) Gender-specific incidence rates (per 100,000 population per year):

(c) Mortality rates (per 100,000 population per year):

Tabel 2. Uitkomsten van met (4), (7) en (8) berekende correlatie-coëfficiënten tussen neerslagstations op verschillende afstanden

Maand	t	a	$-b \cdot 10^{-2}$	Correlatie tussen neerslagstations (100 x r) bij onderlinge afstand x in km				
				0	20	40	60	80
januari	15	97,18	10,40	97	95	93	92	90
februari	45	96,49	15,87	96	93	91	88	85
maart	75	95,18	31,36	95	89	84	79	74
april	105	93,61	52,73	94	84	76	68	61
mei	135	92,19	74,25	92	80	69	59	51
juni	165	91,30	90,15	91	76	64	53	44
juli	195	91,18	96,18	91	75	62	51	42
augustus	225	91,87	90,71	92	77	64	53	44
september	255	93,18	75,22	93	80	69	59	51
oktober	285	94,75	53,85	95	85	76	69	62
november	315	96,17	32,33	96	90	85	79	74
december	345	97,06	16,43	97	94	91	88	85

Een grafische voorstelling van dit verband wordt in de beide volgende figuren gegeven, waarbij figuur 8 de relatie weergeeft tussen de correlatie en afstand en dus het vereffend patroon van de figuren 2 en 3 bevat. Als parameter is ook hier de tijd (maand) gebruikt. Een andere weergave van dezelfde relatie wordt gegeven in figuur 9. Hier is de afstand als parameter gekozen en wordt het verloop van de correlatie met de tijd weergegeven.

Uit deze laatste figuur blijkt zeer duidelijk dat in de wintermaanden het effect van de afstand gering is, terwijl dit in de zomer zeer sterk toeneemt. Bovendien ook dat met toenemende afstand het verschil tussen winter en zomer groter wordt met andere woorden dat de zomerregens met groter wordende afstand weinig correlatie op eenzelfde dag vertonen.

De curven werden vervaardigd door gebruik te maken van de vereffende betrekkingen en dus door (7) en (8) te substitueren in (4).

Conclusies met betrekking tot de dichtheid van het net in de Achterhoek

Een vraag die rechtstreeks bij de praktijk van het onderzoek en de organisatie van het waarnemen aansluit is de volgende.

Faint header text at the top of the page, possibly including a title or date. The main content is a table with multiple columns and rows, containing illegible text that appears to be a ledger or list. The table is bounded by a thick horizontal line at the bottom.

Second table, located below the first one, with a similar structure of columns and rows. The text within this table is also extremely faint and illegible, likely representing another set of data or a continuation of the first table.

Gegeven een gebied met neerslagstations. De vraag is nu of het waarnemingsnet voldoende dicht is zodat wat aan neerslag in het gebied valt 'over het algemeen ergens' geregistreerd wordt, maar anderzijds of het net niet zó dicht is dat te veel kosten aan waarnemen, organisatie en apparatuur er aan ten grondslag liggen.

Is de correlatie tussen twee neerslagstations zeer hoog, dan kan men hier ook de betekenis aanhechten dat de uitgestrektheid van de buien zo groot is dat deze altijd ergens geregistreerd zullen worden. Er slippen geen buien door de mazen van het net.

a) Beschouwing met correlatie-coëfficiënten

Wordt allereerst nagegaan of een waarnemingsnet niet te dicht is, dan ligt de volgende redenering voor de hand: Beschouw de correlaties tussen de neerslagstations onderling. Het waarnemingsnet kan dan het predikaat 'te dicht' verkrijgen wanneer steeds zeer hoge correlatie-coëfficiënten (b.v. $> .90$) tussen de opeenvolgende stations voorkomen. In dat geval namelijk zullen naburige stations praktisch steeds dezelfde dagneerslag registreren en geen nieuwe informatie wordt door het tweede station aan de waarnemingen uit het eerste toegevoegd.

Uit de analyse blijkt al meteen dat behalve de afstand, ook de tijd van het jaar van invloed is.

Uit figuur 9 valt op te maken dat met de eis $r > 0.90$ in de wintermaanden het waarnemingsnet een dichtheid mag hebben van 50 km.

Daarentegen is deze eis voor de zomermaanden te streng en zal het waarnemingsnet, wanneer men zich met een correlatie-coëfficiënt van 0.80 nog tevreden stelt, nog altijd een dichtheid van 12 km moeten hebben.

Het waarnemingsnet zoals dat in werkelijkheid in de Achterhoek voorkomt wordt gegeven in figuur 10. Het blijkt uit deze figuur dat de grootste onderlinge afstand tussen twee stations 21 km bedraagt en de kleinste 6 km, maar dat over het algemeen de onderlinge afstand tussen de stations op 15 km gesteld kan worden. Uit figuur 9 blijkt nu dat voor dit net over het algemeen de correlatie tussen twee neerslagstations voor de zomermaanden niet boven $r = 0.80$ reikt.

Op basis van een correlatie $r = 0.90$ blijkt het net alleen in de wintermaanden te voldoen.

In de zomermaanden is de kans nu groot dat bepaalde buien niet door dit net geregistreerd zullen worden.

Op dit punt kan een poging worden gewaagd de efficiëncy van een waarnemingsnet met een enkel getal te karakteriseren.

Allereerst wordt hiertoe opgemerkt dat een gebruikelijke maat voor dat deel in variatie van een grootheid dat door de samenhang met de ermee in verband gebrachte grootheid wordt bepaald, de zogenaamde verklaarde variatie, weergegeven wordt door het kwadraat van de correlatie-coëfficiënt x 100 en dus in % is uitgedrukt.

Uit de uitgevoerde berekeningen is gebleken dat ook op zeer geringe afstand tussen twee neerslagstations een niet verklaarde rest in spreiding bestaat. Dit houdt in dat op afstanden die geringer dan de afmeting van een enkele bui zullen zijn $r^2 < 1$, wat niet indiceert dat het waarnemingsnet te ruim is. Teneinde deze locale variaties in opstelling van de apparatuur en de altijd voorkomende meetonauwkeurigheden te elimineren wordt nu als maat voor wat met het waarnemingsnet te bereiken valt de grootheid

$$W = \left(\frac{r}{r_0} \right)^2$$

geïntroduceerd.

Waarden van W worden voor een viertal maanden gegeven in tabel 3.

Tabel 3. W-waarden in % als maat voor de efficiëncy van een neerslagwaarnemingsnet, met waarnemingsafstanden op x km voor vier maanden

x = afstand in km	W in %			
	januari	mei	augustus	november
0	100,0	100,0	100,0	100,0
10	98,0	86,2	83,4	93,8
20	96,1	74,4	69,5	88,0
30	94,2	64,2	57,9	82,5
40	92,3	55,3	48,3	77,4
50	90,5	47,7	40,3	72,6
60	88,7	41,2	35,6	68,1
70	86,9	35,5	28,0	63,9

... ..
 ..
 ..

..

..

..

..

..

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Deze tabel staat grafisch uitgezet in figuur 11.

Wil men nu 90% van de variatie in uitkomsten die geen verband houden met de locale verschillen tengevolge van de opstelling van de meetapparatuur met een waarnemingsnet verklaren, dan zullen de afstanden tussen de meetpunten in januari 52 km kunnen bedragen, in augustus daarentegen niet groter dan 6 km mogen zijn.

Stelt men zijn eisen wat lager en wil men 80% van de bovenbedoelde variatie verklaren, dan zijn de afstanden respectievelijk 100 km en 12 km.

Met het waarnemingsnet zoals dat in de Achterhoek voorkomt, met onderlinge afstanden plaatselijk van 20 km, blijft in de zomer 30% van de variaties in neerslag onverklaard en zullen vele buien niet (volledig) geregistreerd worden.

Opgemerkt moet nu nog worden dat de correlatie-coëfficiënt een relatieve maat is en in feite geen volledig beeld verschaft met betrekking tot de nauwkeurigheid van de uitkomsten, wanneer deze in mm neerslag uitgedrukt gevraagd wordt.

Om hierover nader geïnformeerd te raken zal van de standaardafwijking gebruik gemaakt moeten worden.

b) Beschouwing met standaardafwijkingen

In het voorgaande werd nagegaan in hoeverre bij gegeven neerslaghoeveelheden in een meetpunt, dezelfde hoeveelheden in een ander meetpunt zijn te verwachten. Dit 'in hoeverre' werd weergegeven met de correlatie-coëfficiënt.

Nu wordt deze beschouwing aangevuld met een absolute maat waarbij uitgegaan wordt van de betrekking tussen de gegevens zelf. Wordt in een gegeven neerslagstation een bepaalde hoeveelheid neerslag gemeten, dan zal niet bekend zijn welke hoeveelheid in een aangrenzend station wordt gemeten. Wel kan, door een regressie-berekening, een uitspraak worden gedaan over de hoeveelheid die gemiddeld verwacht kan worden. Wordt de lineaire regressie tussen twee meetpunten berekend dan geeft de standaardafwijking ten opzichte van de regressielijn aan welke afwijkingen in het materiaal niet door de toegepaste relatie kunnen worden verklaard.

De resultaten voor dezelfde groepen neerslagstations staan weergegeven in Bijlage 2, terwijl een grafische voorstelling hiervan in figuur 12 staat

uitgezet.

Aan de gegevens werd een curve aangepast, uitgaande van de gedachte dat weer a) de standaardafwijking in het punt $x = 0$ niet 0 mm behoeft te zijn, tengevolge van variaties in locale omstandigheden van opstelling van de meetapparatuur terwijl b) een procentuele toename van de standaardafwijking met de afstand meer voor de hand lijkt te liggen dan een lineaire.

De formule hiervoor luidt:

$$s(x) = a \log(x + b) + K \quad (9)$$

waarin x de afstand in km tussen twee neerslagstations voorstelt en $s(x)$ de standaardafwijking ten opzichte van de lineaire regressie. Voorts zijn a , b en K parameters waarvan de waarden uit de steekproef van neerslaggegevens kunnen worden geschat.

De resultaten zijn als volgt (tabel 4).

Tabel 4. Parameters uit (9) die het verband tussen standaardafwijking ten opzichte van de regressielijn van twee stations en hun onderlinge afstand weergeeft

Maand	a	b	K	s(0) in mm
januari	32,70	530	- 88,03	1,06
mei	37,82	530	- 101,03	2,01
augustus	46,42	530	- 123,43	3,03
november	31,41	530	- 84,27	1,30

De met deze parameters verkregen curven staan in figuur 12 ingetekend. Door de grote waarde van b zijn deze curven nauwelijks van rechten te onderscheiden. Enkele voorlopige uitkomsten uit het Leerinkbeekgebied, die niet bij de berekening van tabel 3 werden gebruikt, staan weer apart in de figuur aangegeven.

De betekenis van deze figuur zal nu in het kort worden besproken.

De standaardafwijking rond de regressielijn is een maat voor de onzekerheid die nog in het materiaal aanwezig is, ook nadat met de helling van de

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..

...
...
...
...
...

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..

regressielijn rekening is gehouden. De uitkomsten kunnen nu als volgt worden geïnterpreteerd:

De standaardafwijking rond de regressielijn geeft aan welke spreiding nog op kan treden rond de gemiddelde waarde die op de lijn gelegen is. Dit betekent dat indien de lijn zelf aangegeven wordt met

$$\bar{P}_2 = \alpha P_1 + \beta \quad (10)$$

waarin P_1 en P_2 twee neerslagstations voorstellen waarbij, bij gegeven P_1 een verwachting \bar{P}_2 in het tweede station behoort. De metingen in het tweede station die bij gegeven P_1 werkelijk optreden bedragen

$$P_2 = \bar{P}_2 + k\sigma \quad (11)$$

vergelijk hiervoor de figuren 4 tot en met 11 in nota 398 (STOL, 1967b).

Is nu σ in (11) klein, dan betekent dit dat het tweede station weer praktisch alle informatie uit het eerste station bevat en zou van een onrendabele dichtheid van het waarnemingsnet gesproken kunnen worden. Is σ in (11) groot, dan betekent dit dat in het tweede station 'andere' regens geregistreerd worden dan in het eerste station gemeten zijn. Dit houdt dan in dat er mogelijkwerwijs buien aan de aandacht ontsnappen doordat het net te wijd is.

Welke grenswaarde als maat aangehouden moet worden valt niet op statistische gronden te zeggen. Afhankelijk van de aard van het onderzoek, de nauwkeurigheid die men in het eindresultaat wenst of eist, of de grootte van het gebied, zal een keuze, aangaande wat toelaatbaar is aan toevallige afwijkingen, moeten worden gedaan (STOL, 1967a).

Bij toepassingen in de praktijk zal men de neerslag over een gebied benaderen door een gemiddelde waarde van een aantal stations te bepalen. Bovendien zal men, wanneer geen neerslagmeters voor dat doel zijn geplaatst, veelal gebruik moeten maken van neerslaggegevens gemeten op enige afstand van het betrokken gebied.

Dit houdt in dat variaties in neerslag in rekening gebracht gaan worden

... ..

... ..

(10)

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

die niet meer tot het betrokken gebied behoren. Hoe deze variaties, uitgedrukt in de standaardafwijking ten opzichte van de lijn van samenhang afhangen van de onderlinge afstand die in het geding is wordt weergegeven met figuur 12.

1947
1948
1949

1947
1948
1949

Literatuur

STOL, PH.TH. 1967b - 'Verschillen in dagelijkse neerslaghoeveelheden, tussen regenstations in de Gelderse Achterhoek'. Een kwalitatieve vergelijking I.C.W. Nota 398.

COLENBRANDER, H.J. en PH.TH. STOL, 1967 - Bewerking neerslaggegevens in het Leerinkbeekbegied. Rapport in voorbereiding.

STOL, PH.TH. 1967a - 'Enkele beschouwingen bij het samenbrengen van onderdelen van cultuurtechnische onderzoeken' I.C.W. Nota 395.

... ..

... ..

... ..

Bijlage 1. Correlatie-coëfficiënten (x 100) tussen neerslagstations in de Gelderse Achterhoek gerangschikt naar de afstand in drie raaien, voor elke maand van het jaar

Stations	KM	jan.	febr.	mrt.	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.
L , B	10	95	93	94	89	82	91	83	88	90	92	95	94
B , R	14	96	97	91	91	80	82	85	70	89	90	97	98
Dr, L	19	92	93	91	79	74	81	68	75	71	87	90	92
L , R	23	93	92	90	88	74	81	79	60	84	78	91	93
Dr, B	29	94	93	87	74	76	74	61	70	71	89	87	95
Dr, R	41	92	91	87	70	65	75	60	60	64	78	82	96
G , R	36	87	92	82	80	72	68	67	69	71	83	89	93
G , E	53	83	87	81	76	69	60	38	54	63	79	82	92
Hn, Dm	16	89	92	92	78	83	85	79	70	81	85	89	96
Dm, B	21	91	92	88	90	86	85	73	89	83	86	93	96
B , Ho	27	94	95	85	86	78	75	67	52	86	84	92	94
Hn, B	36	88	84	86	69	73	72	64	68	73	74	87	94
Dm, Ho	48	86	90	81	78	70	66	53	50	74	73	89	94
Hn, Ho	63	80	86	77	61	62	63	42	50	68	66	82	91

Betekenis afkortingen

- L = Lochem
- B = Borculo
- R = Rekken
- Dr = Deventer
- G = Gendringen
- E = Enschede
- Hn = Herwen
- Dm = Doetinchem
- Ho = Hengelo

1000

1000

1000

1000

Year	Q1	Q2	Q3	Q4	Total
1980	100	100	100	100	400
1981	100	100	100	100	400
1982	100	100	100	100	400
1983	100	100	100	100	400
1984	100	100	100	100	400
1985	100	100	100	100	400
1986	100	100	100	100	400
1987	100	100	100	100	400
1988	100	100	100	100	400
1989	100	100	100	100	400
1990	100	100	100	100	400
1991	100	100	100	100	400
1992	100	100	100	100	400
1993	100	100	100	100	400
1994	100	100	100	100	400
1995	100	100	100	100	400
1996	100	100	100	100	400
1997	100	100	100	100	400
1998	100	100	100	100	400
1999	100	100	100	100	400
2000	100	100	100	100	400

Year	Q1	Q2	Q3	Q4	Total
2001	100	100	100	100	400
2002	100	100	100	100	400
2003	100	100	100	100	400
2004	100	100	100	100	400
2005	100	100	100	100	400
2006	100	100	100	100	400
2007	100	100	100	100	400
2008	100	100	100	100	400
2009	100	100	100	100	400
2010	100	100	100	100	400
2011	100	100	100	100	400
2012	100	100	100	100	400
2013	100	100	100	100	400
2014	100	100	100	100	400
2015	100	100	100	100	400
2016	100	100	100	100	400
2017	100	100	100	100	400
2018	100	100	100	100	400
2019	100	100	100	100	400
2020	100	100	100	100	400

Bijlage 2. Standaardafwijking in mm ten opzichte van de lineaire regressie tussen neerslagstations in de Gelderse Achterhoek gerangschikt naar de afstand in drie raaien, voor 4 maanden

Stations	KM	Januari	Mei	Augustus	November
Lochem - Borculo	10	1,4	2,4	2,8	1,4
Borculo - Rekken	14	1,2	2,6	3,7	1,1
Deventer - Lochem	19	1,7	3,1	4,5	2,1
Lochem - Rekken	23	1,5	3,0	4,2	2,0
Deventer - Borculo	29	1,5	2,7	4,3	2,2
Deventer - Rekken	41	1,6	3,3	4,2	2,8
Gendringen - Rekken	36	2,1	3,0	3,8	2,2
Gendringen - Enschede	53	2,5	3,6	5,2	2,8
Herwen - Doetinchem	16	2,0	2,2	3,7	2,1
Doetinchem - Borculo	21	1,8	2,1	2,8	1,7
Borculo - Hengelo	27	1,5	3,1	4,9	1,8
Herwen - Borculo	36	2,1	2,8	4,4	2,2
Doetinchem - Hengelo	48	2,4	3,5	5,0	2,1
Herwen - Hengelo	63	2,7	3,8	5,0	2,6

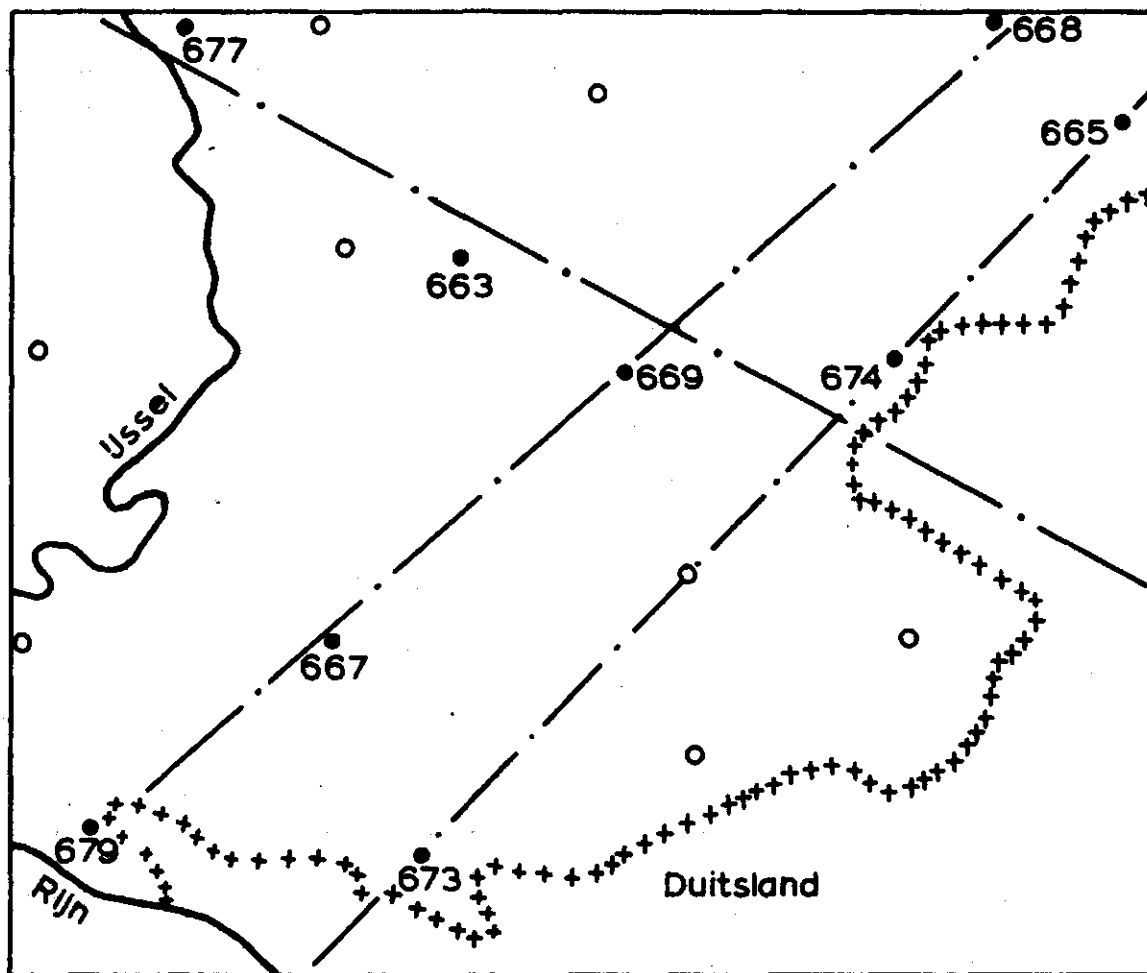
S. 10

Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkung von ...

Beobachtung	Ergebnis	Wirkung	Ursache	Zeitpunkt	Ort	Person
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

FIG1

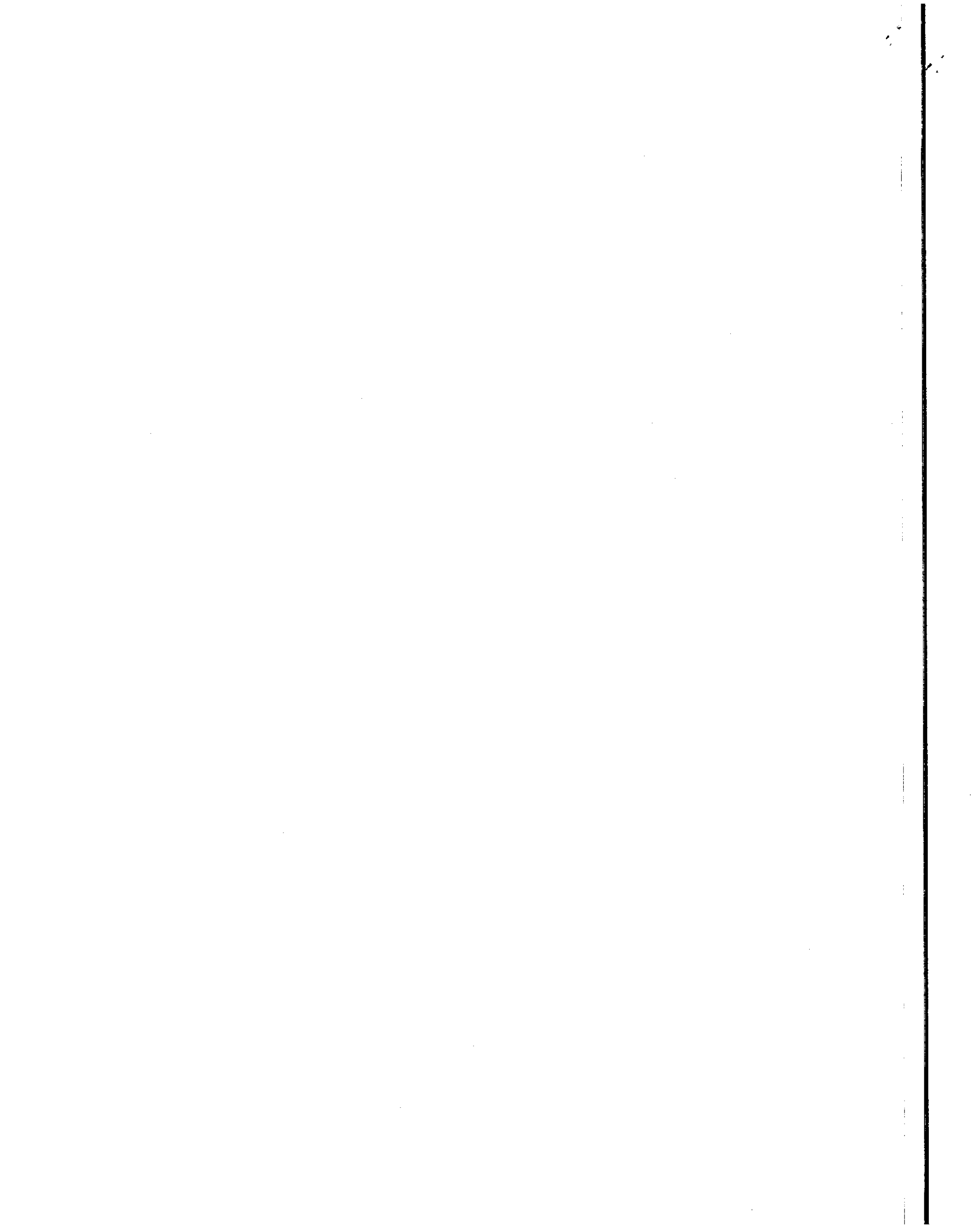
Overzicht K.N.M.I.-stations in de Gelderse Achterhoek



- Gebruikt bij correlatie-onderzoek
- Overfge stations

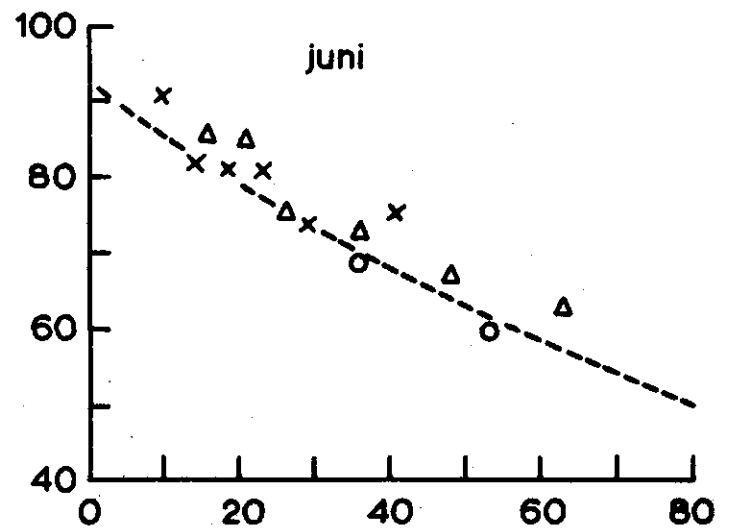
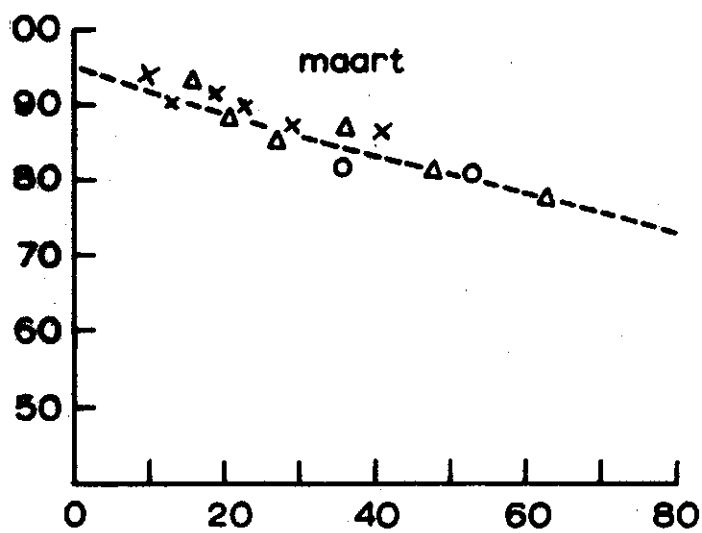
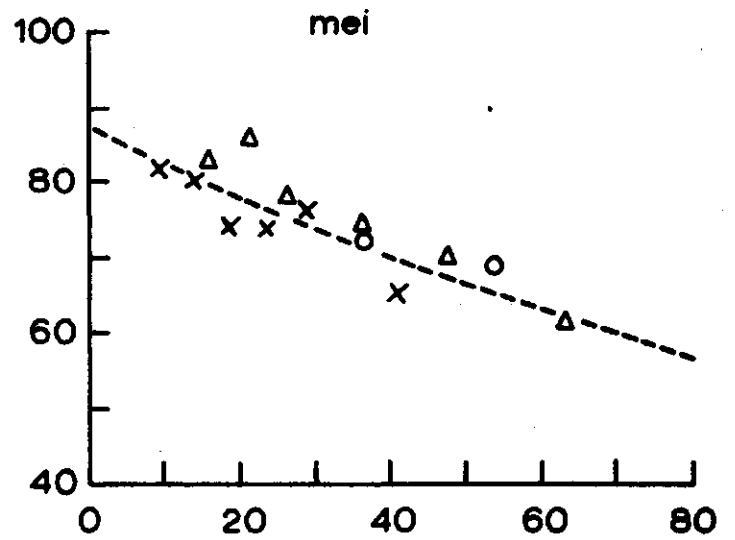
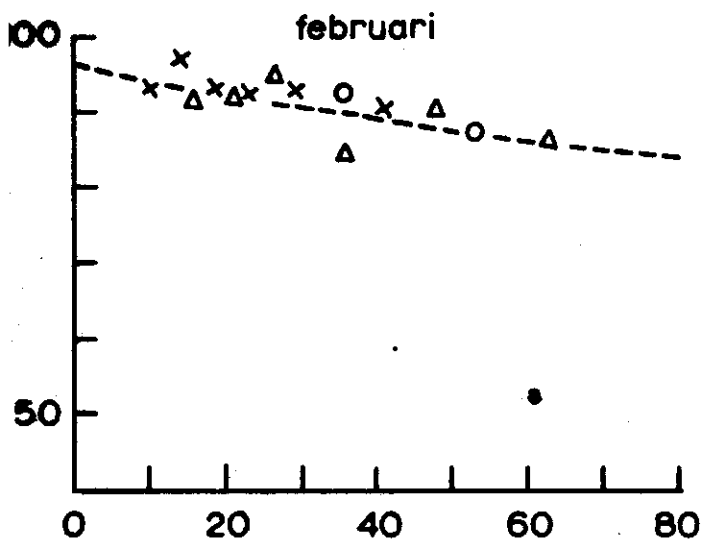
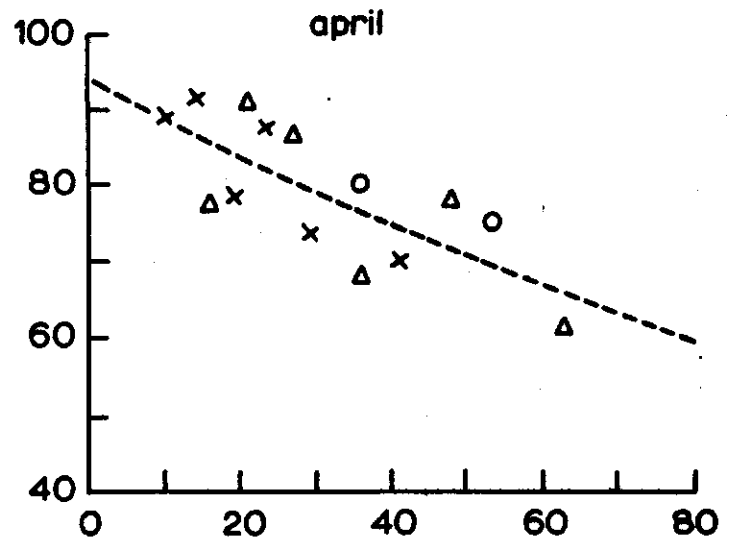
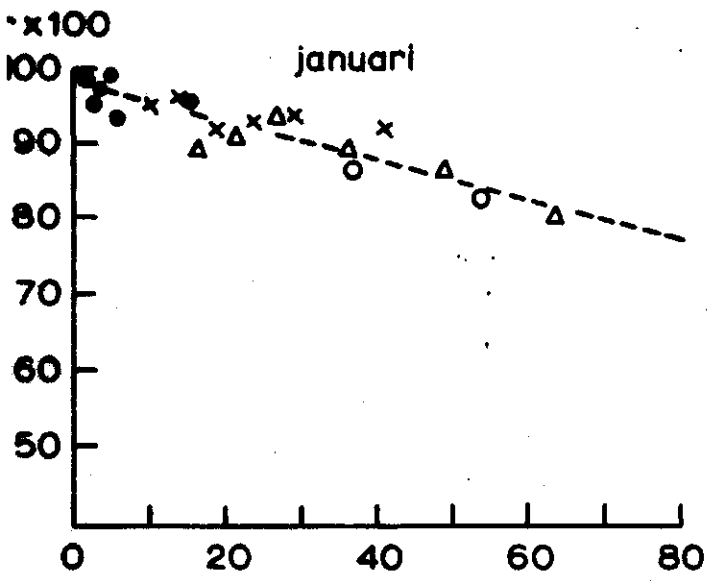
- 663 Lochem
- 665 Enschede
- 667 Doetinchem
- 668 Hengelo
- 669 Borculo
- 673 Gendringen
- 674 Rekken
- 677 Deventer
- 679 Herwen

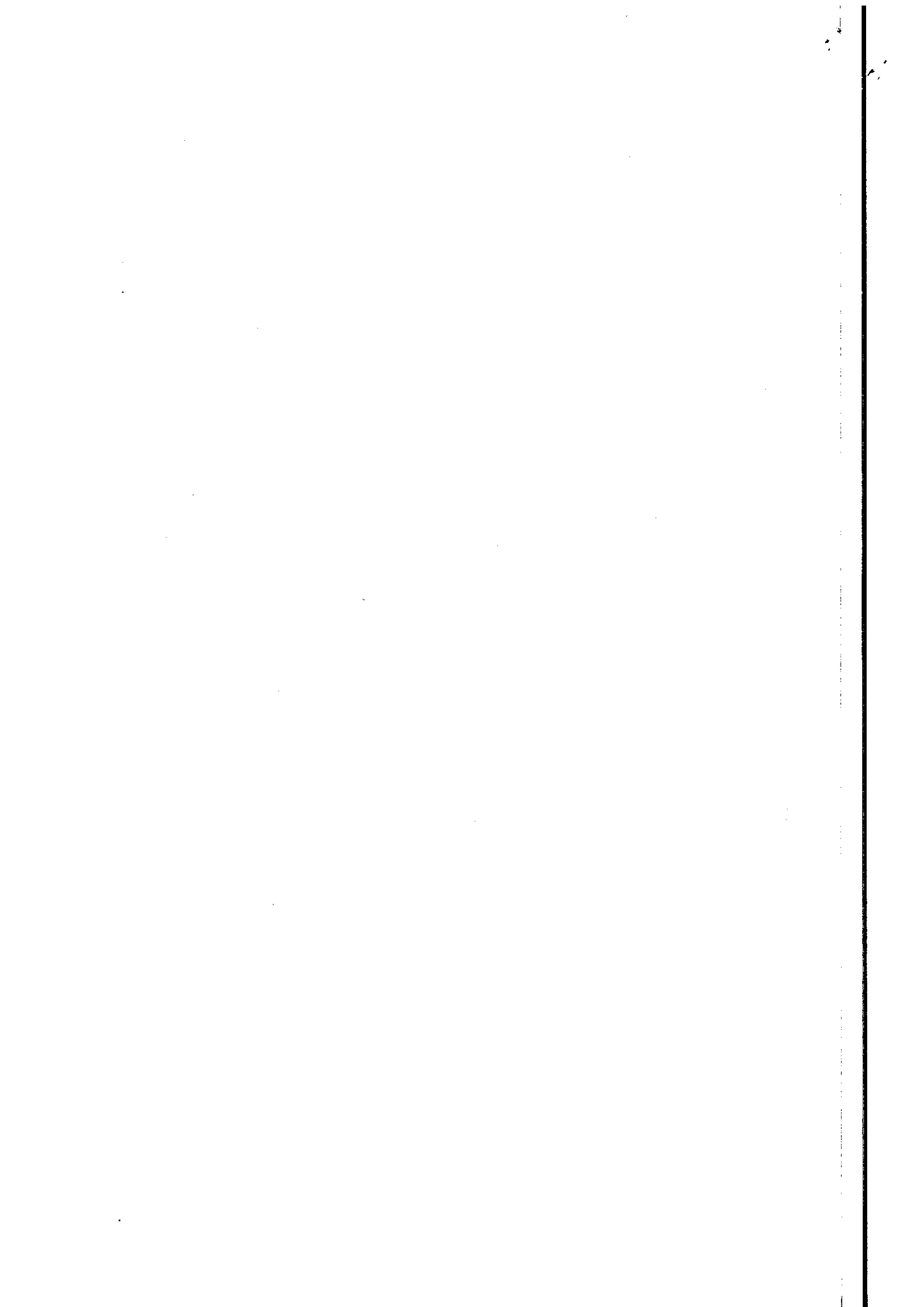




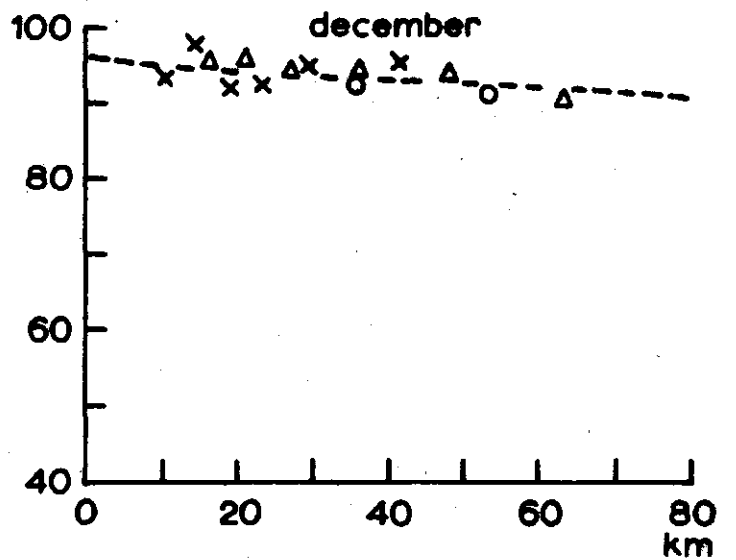
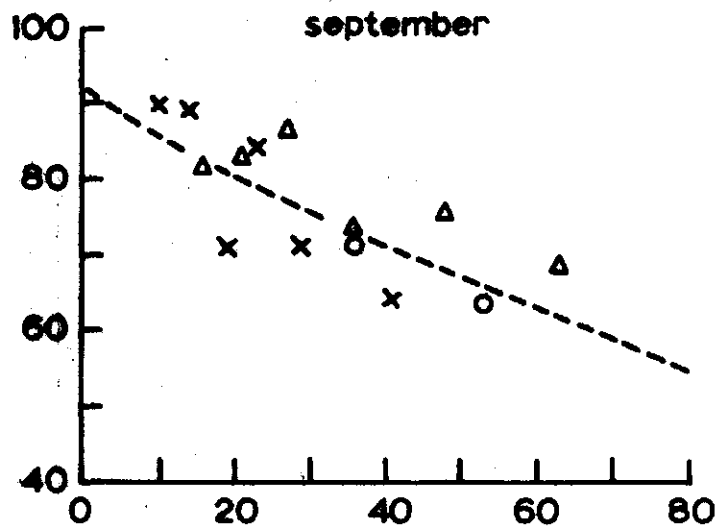
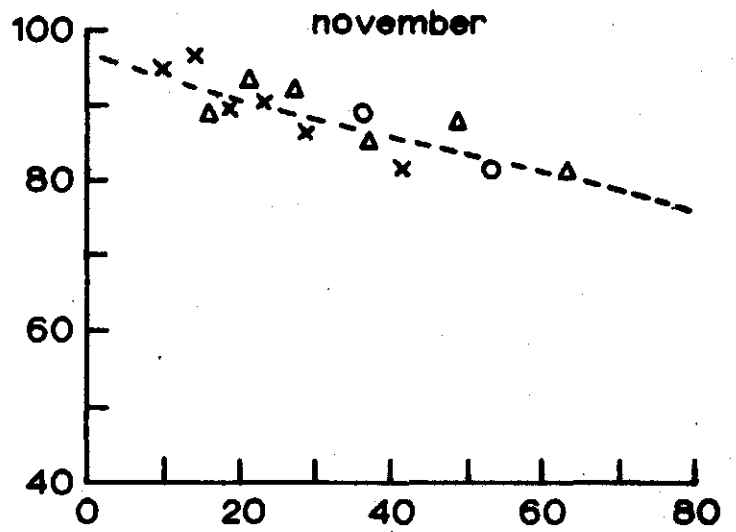
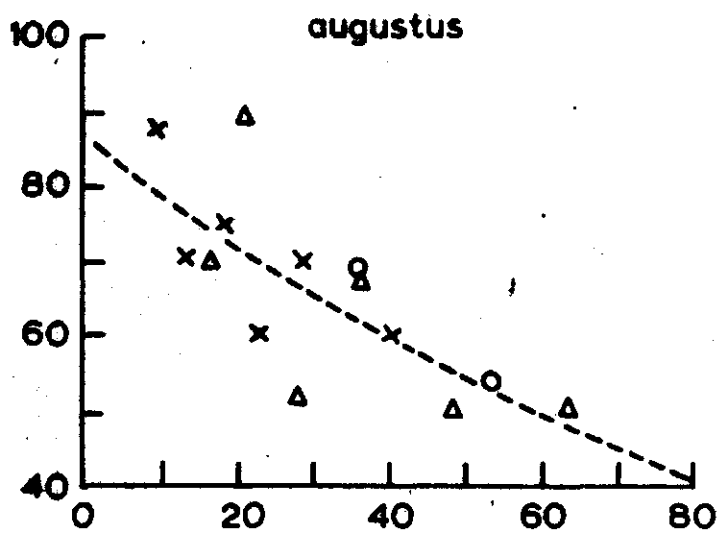
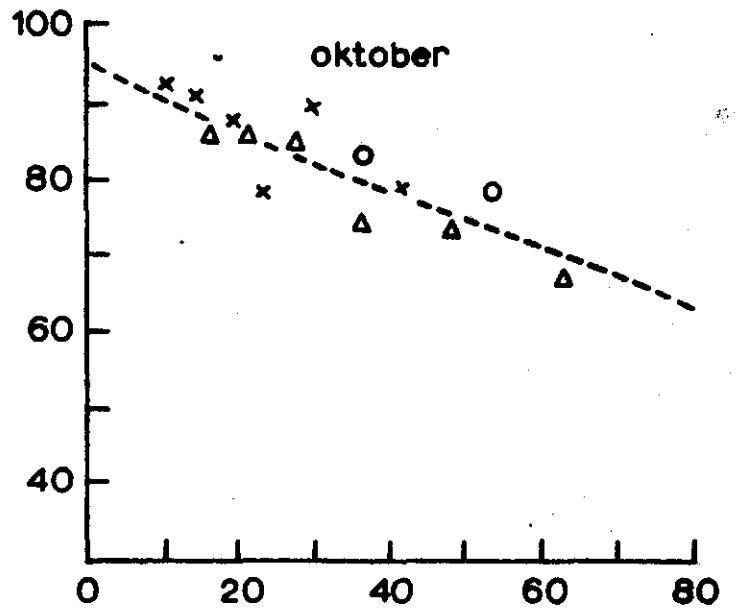
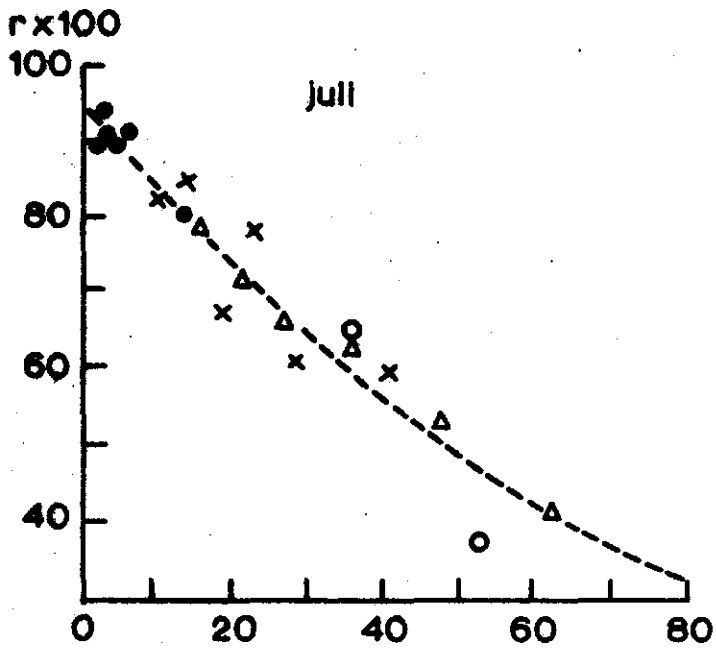
Het verband tussen correlatie-coëfficiënt en afstand tussen neerslag stations in de Achterhoek

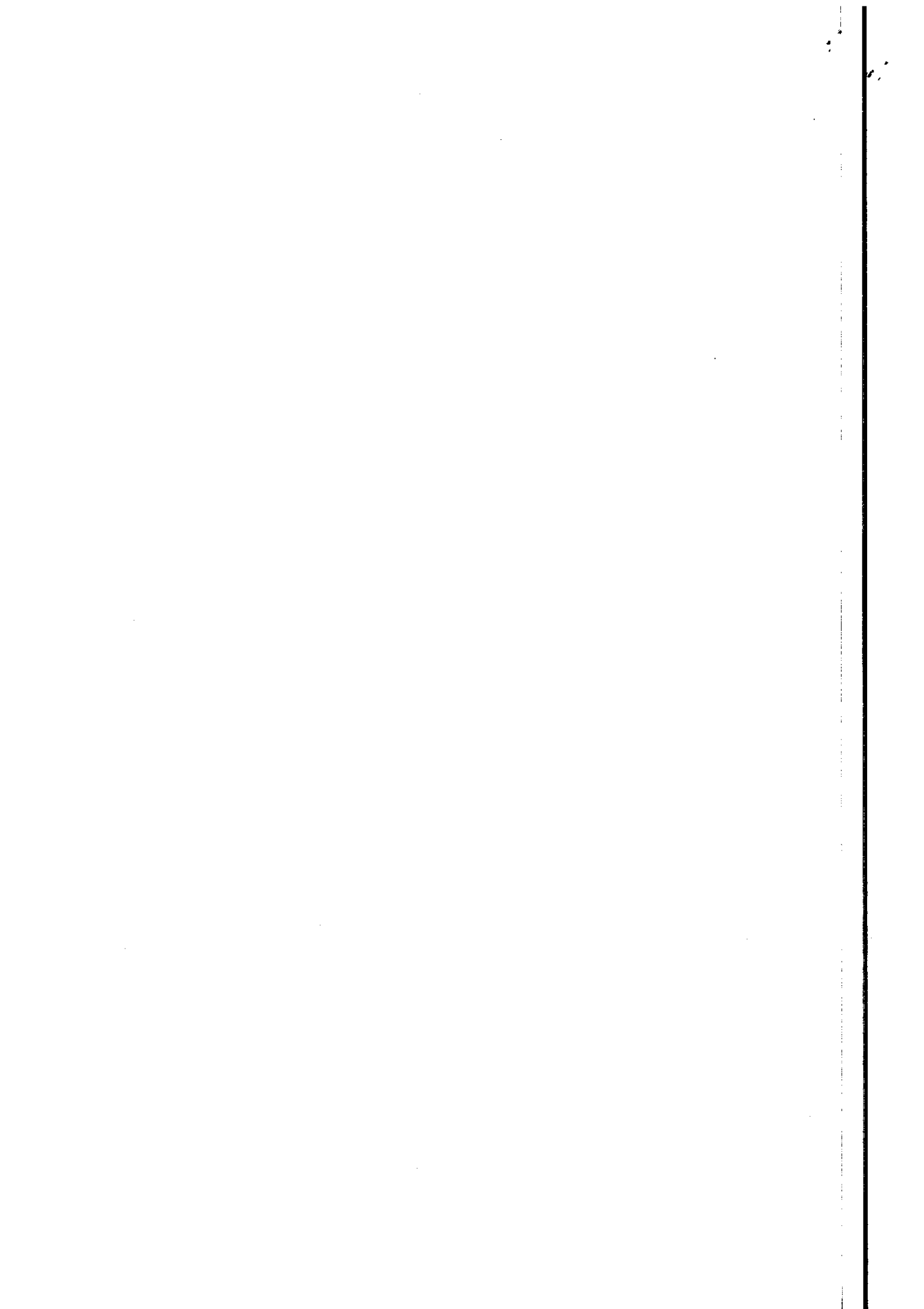
FIG 2





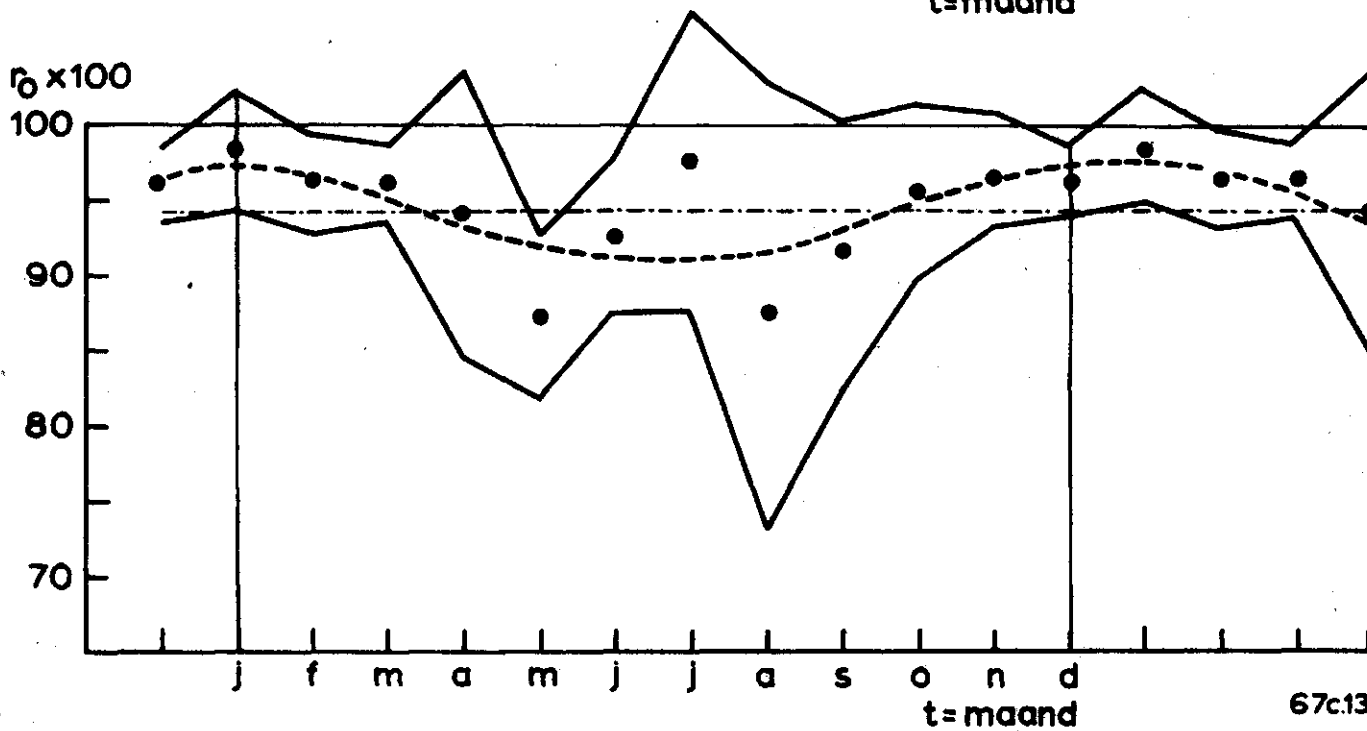
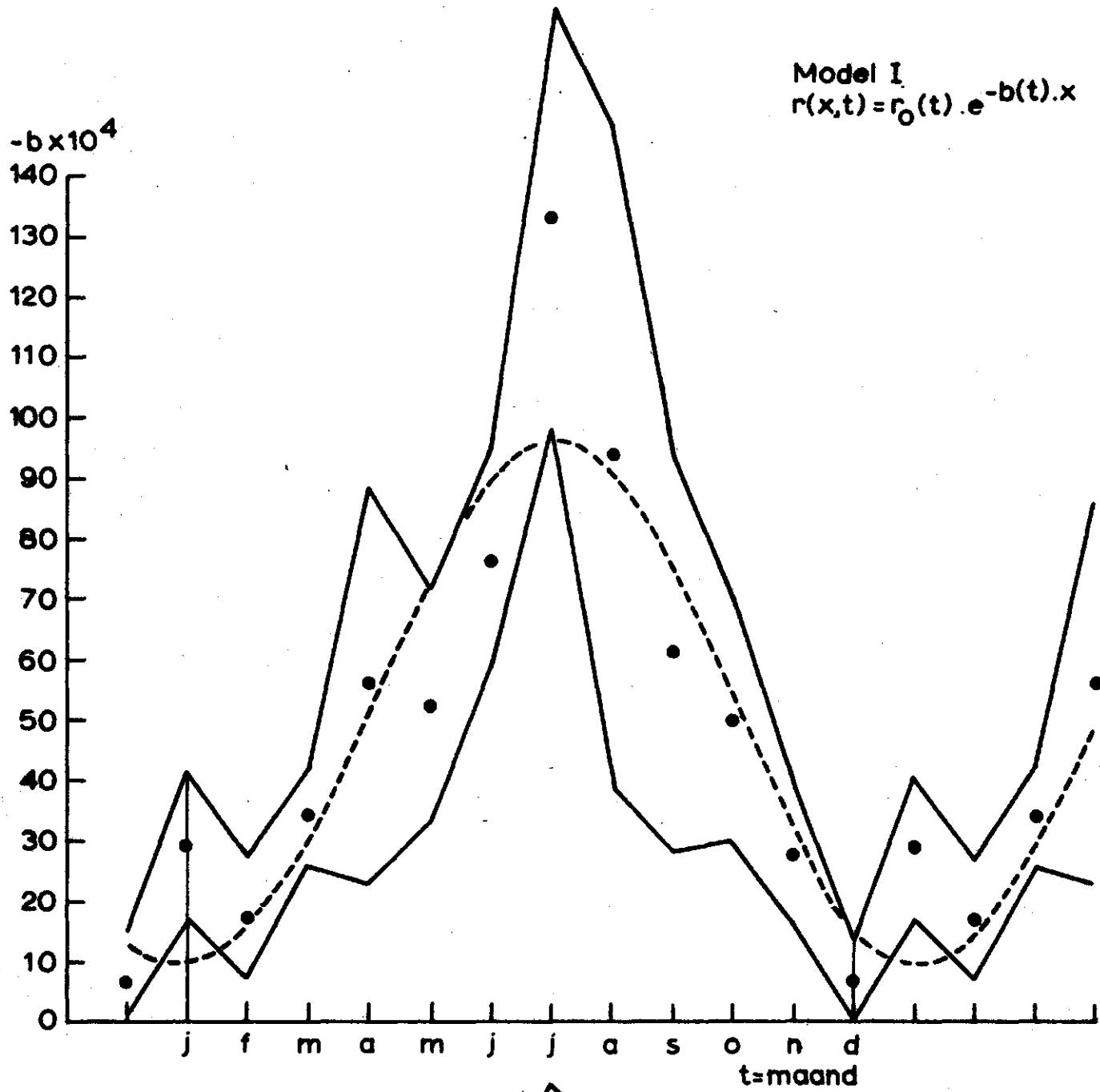
vervolg van fig 2





Het seizoenverloop van de parameters r_0 en b

FIG 4



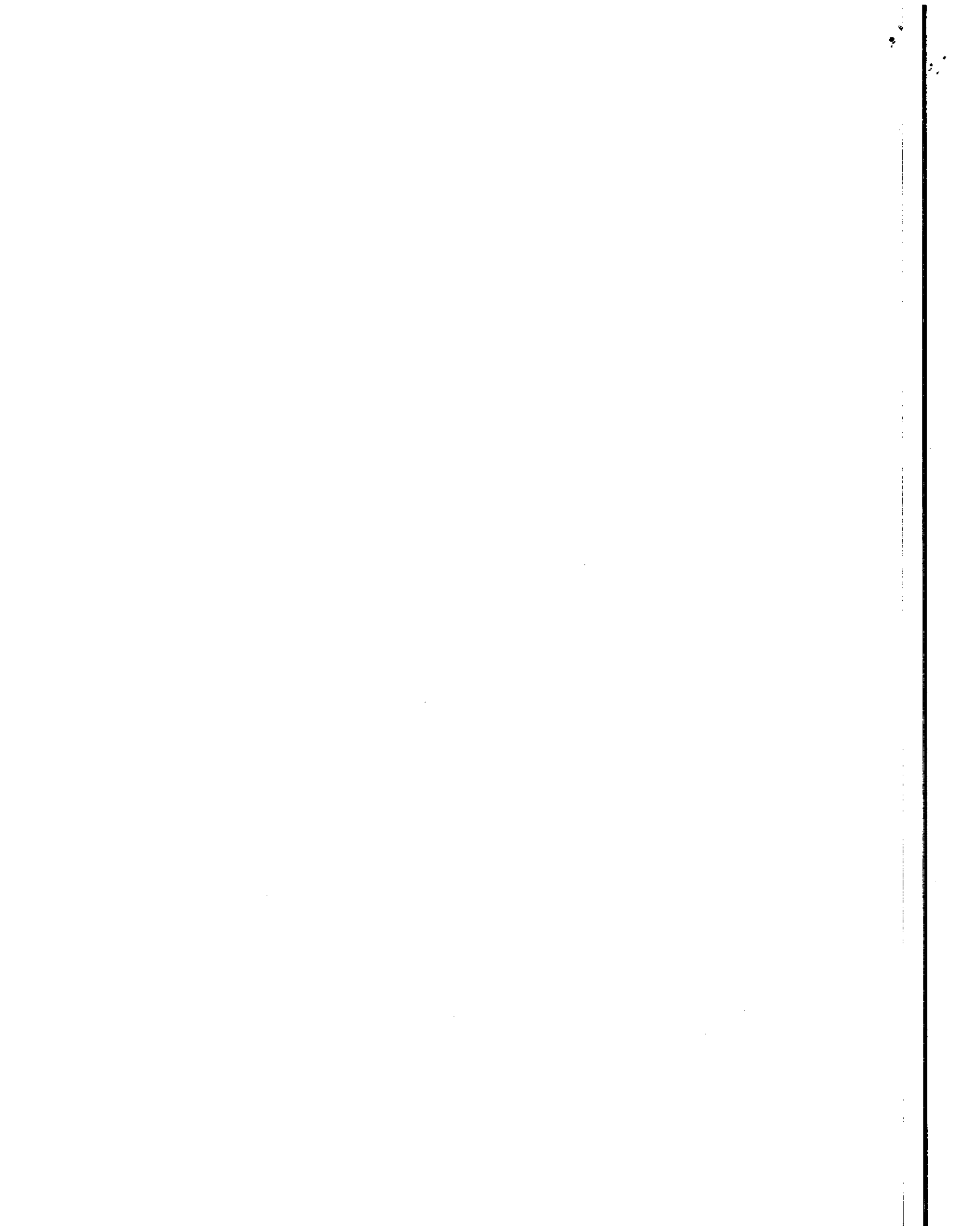
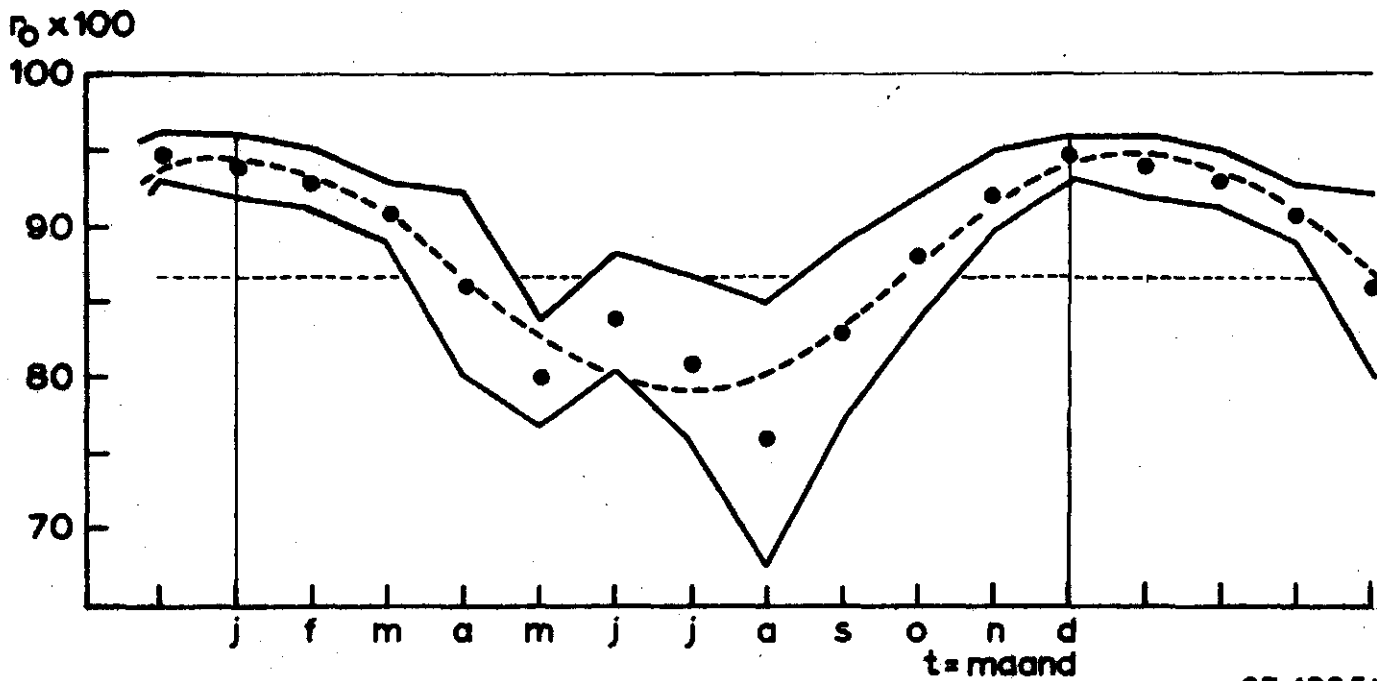
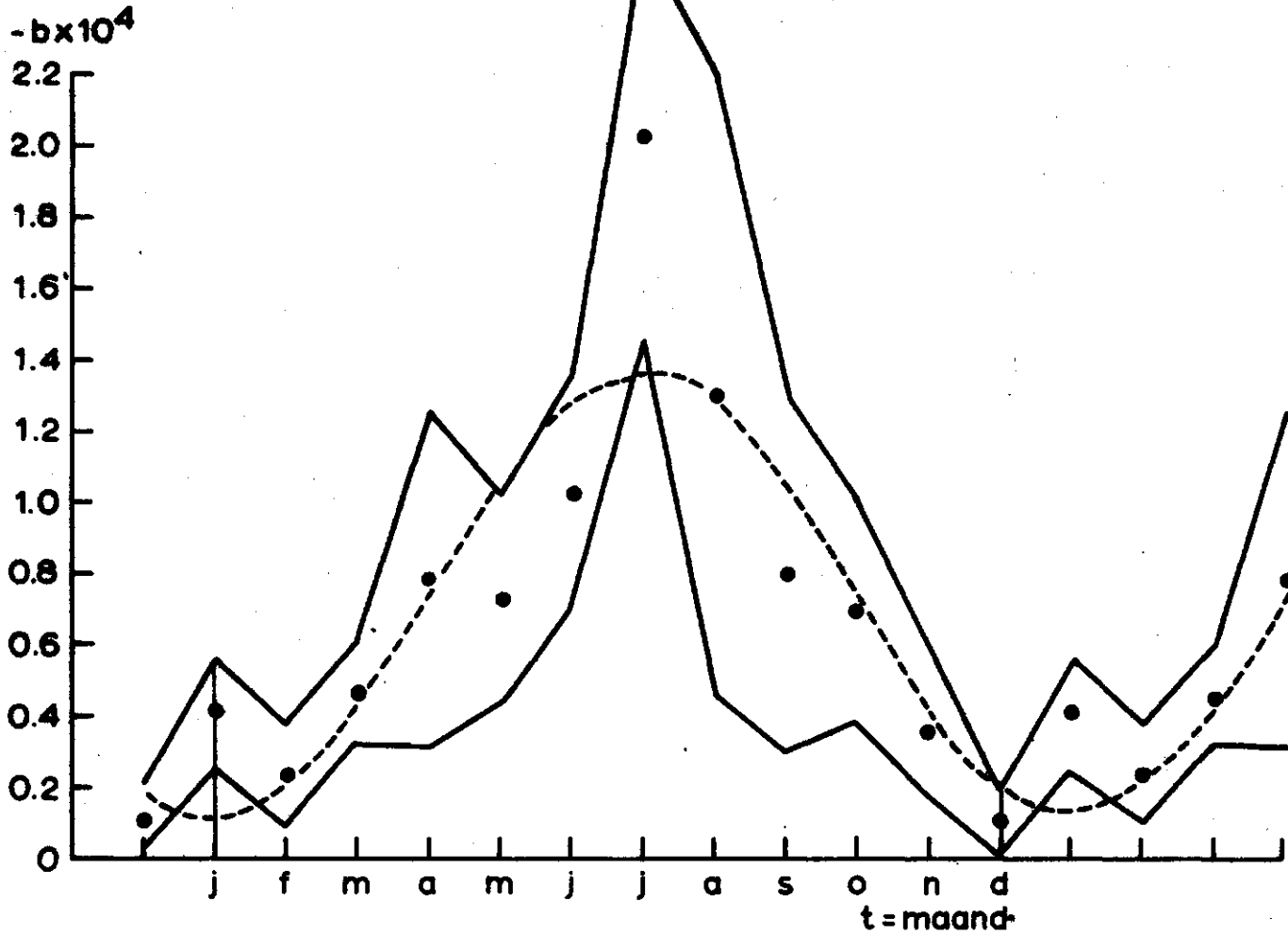
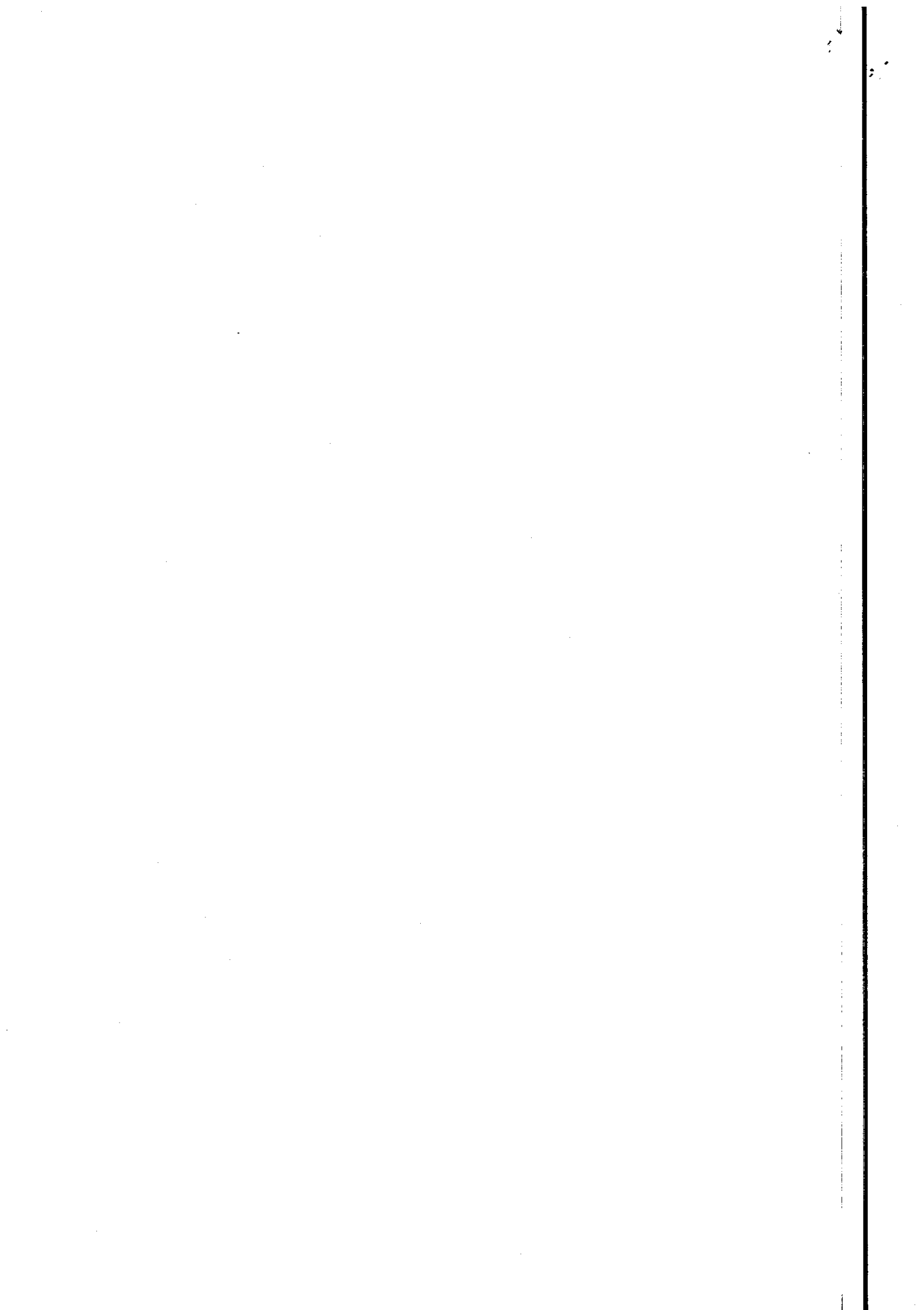


FIG 5

Het seizoenverloop van de parameters r_0 en b

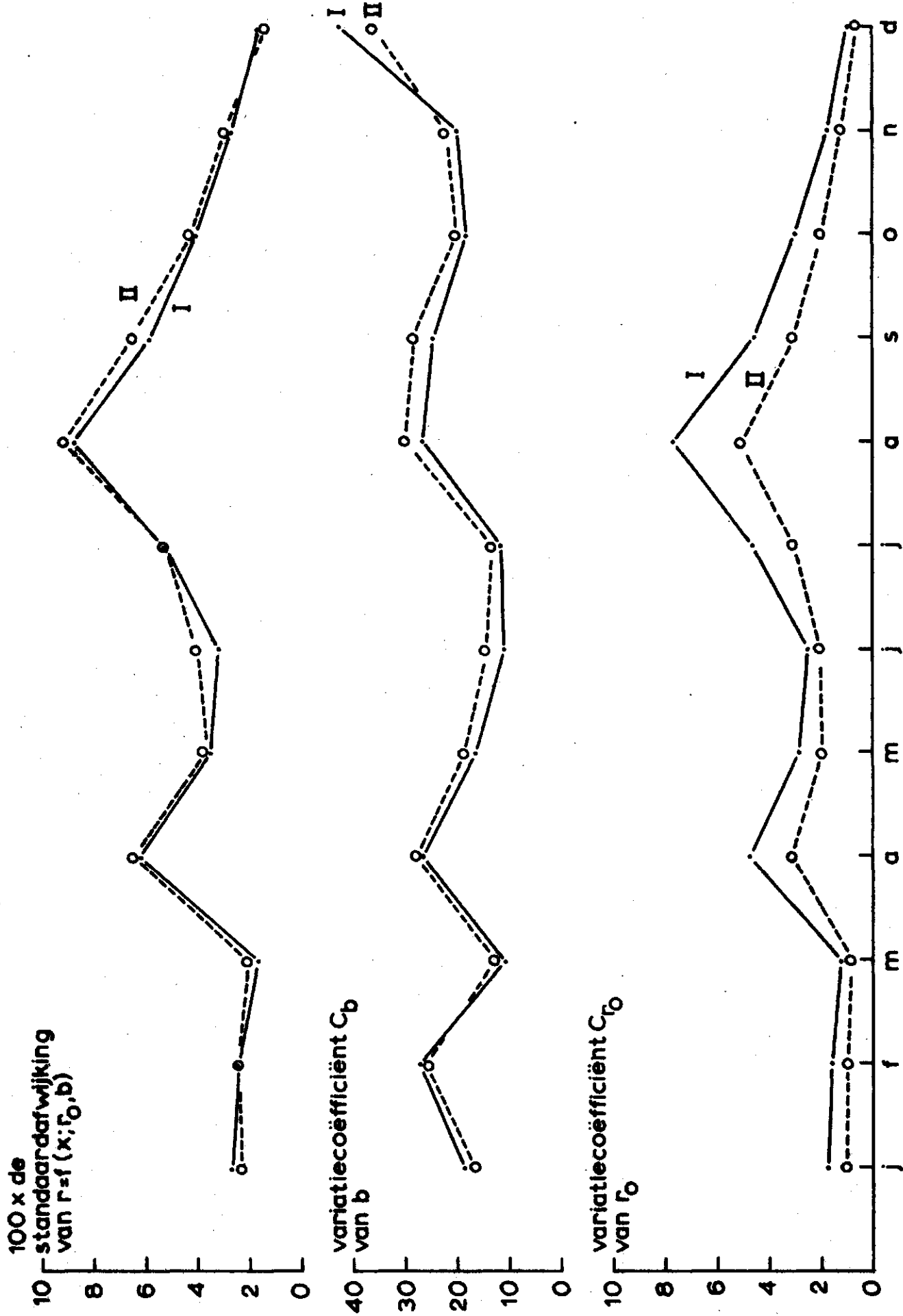
Model II
 $r(x,t) = r_0(t) \cdot e^{-b(t) \cdot x^2}$





Vergelijking tussen de modellen I en II

FIG 6



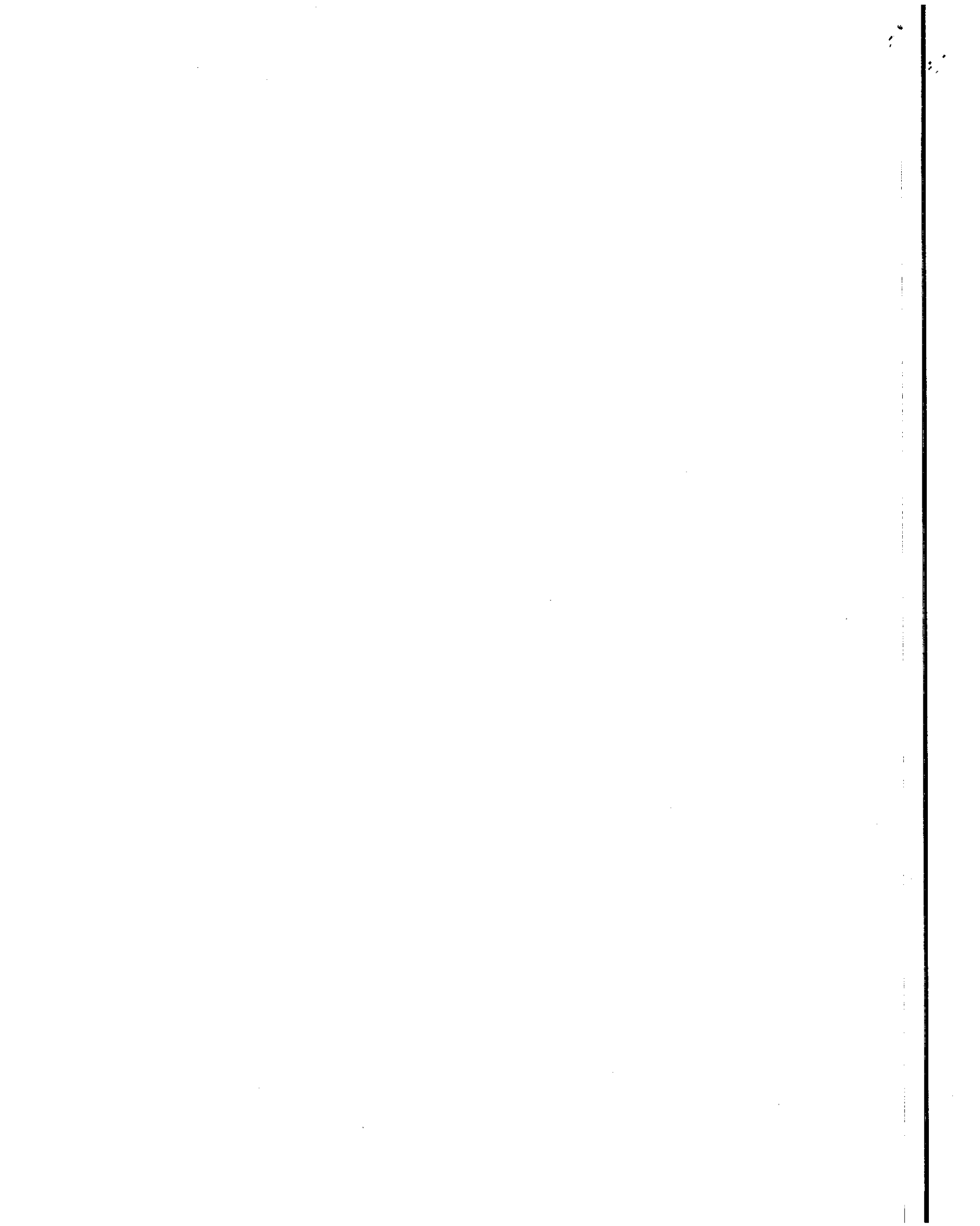
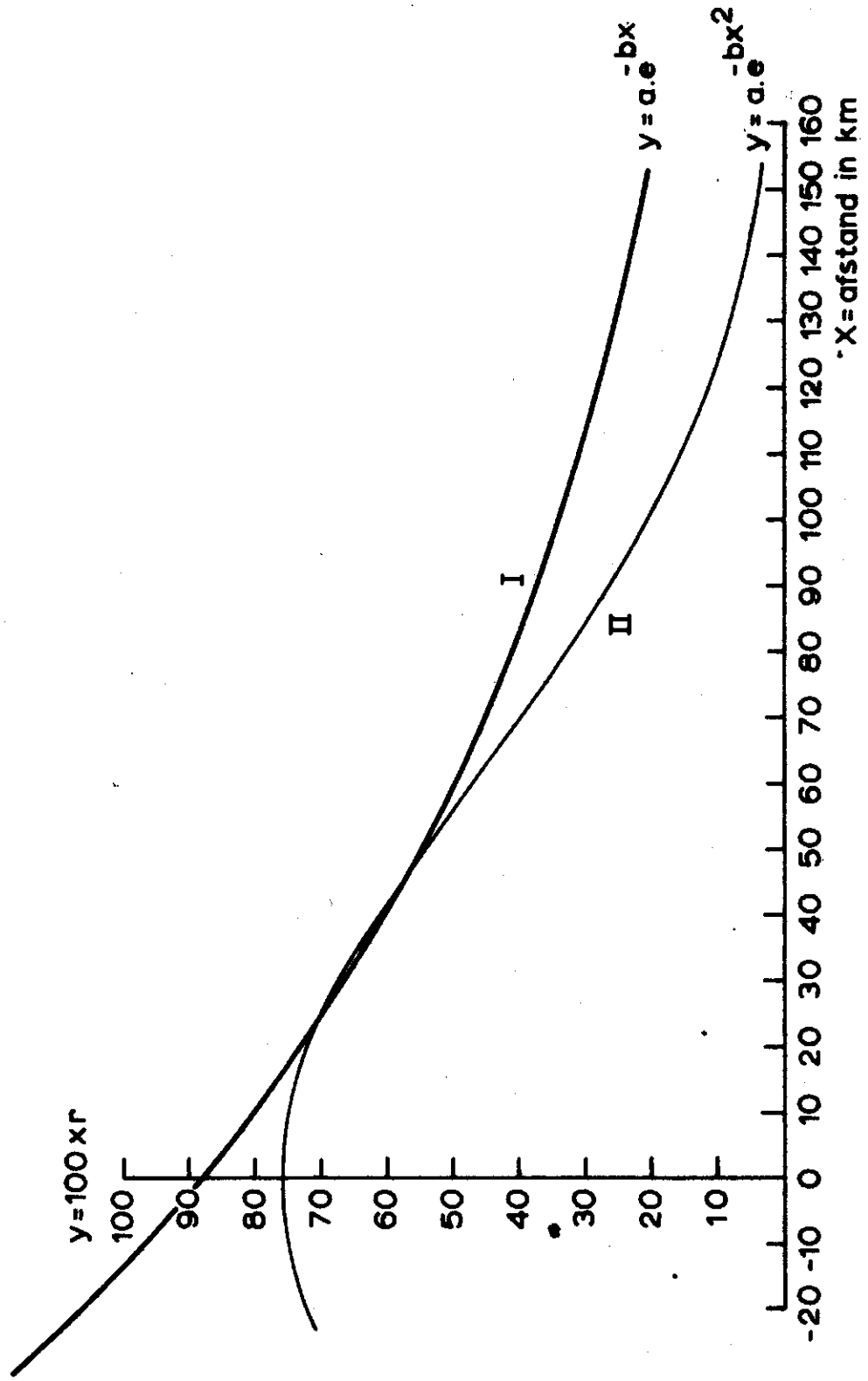
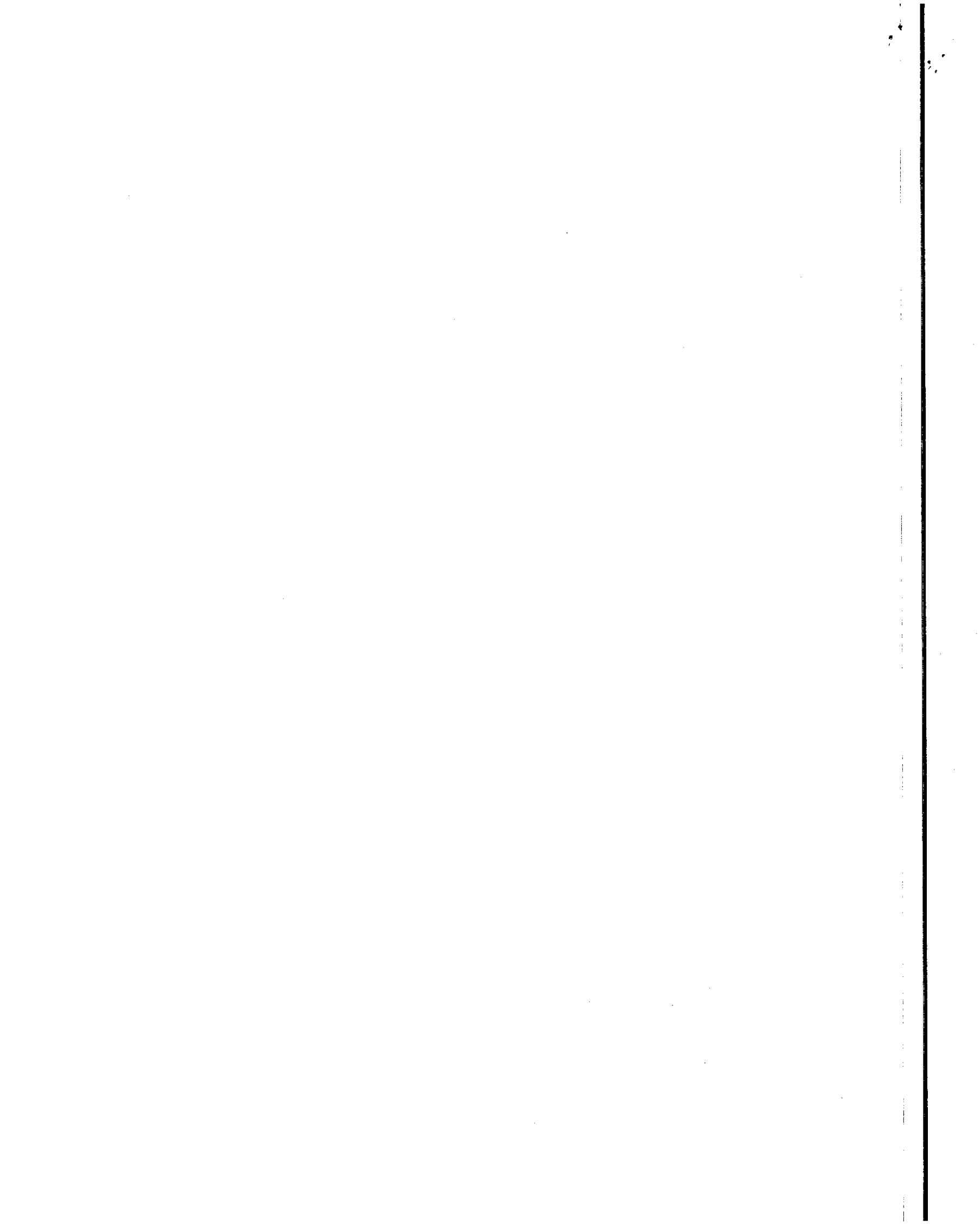


FIG 7

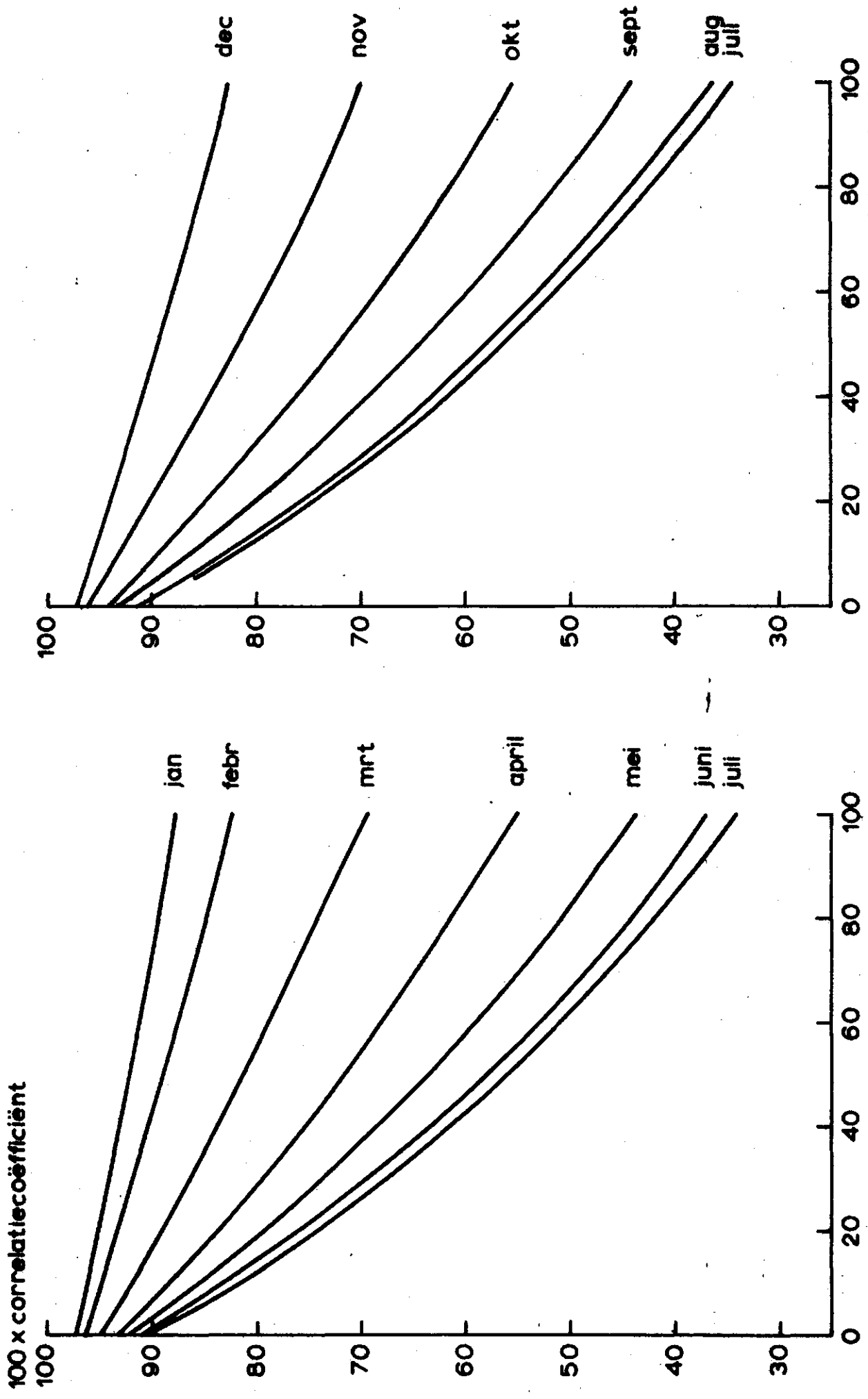
Principe figuur voor curves
volgens model I en II

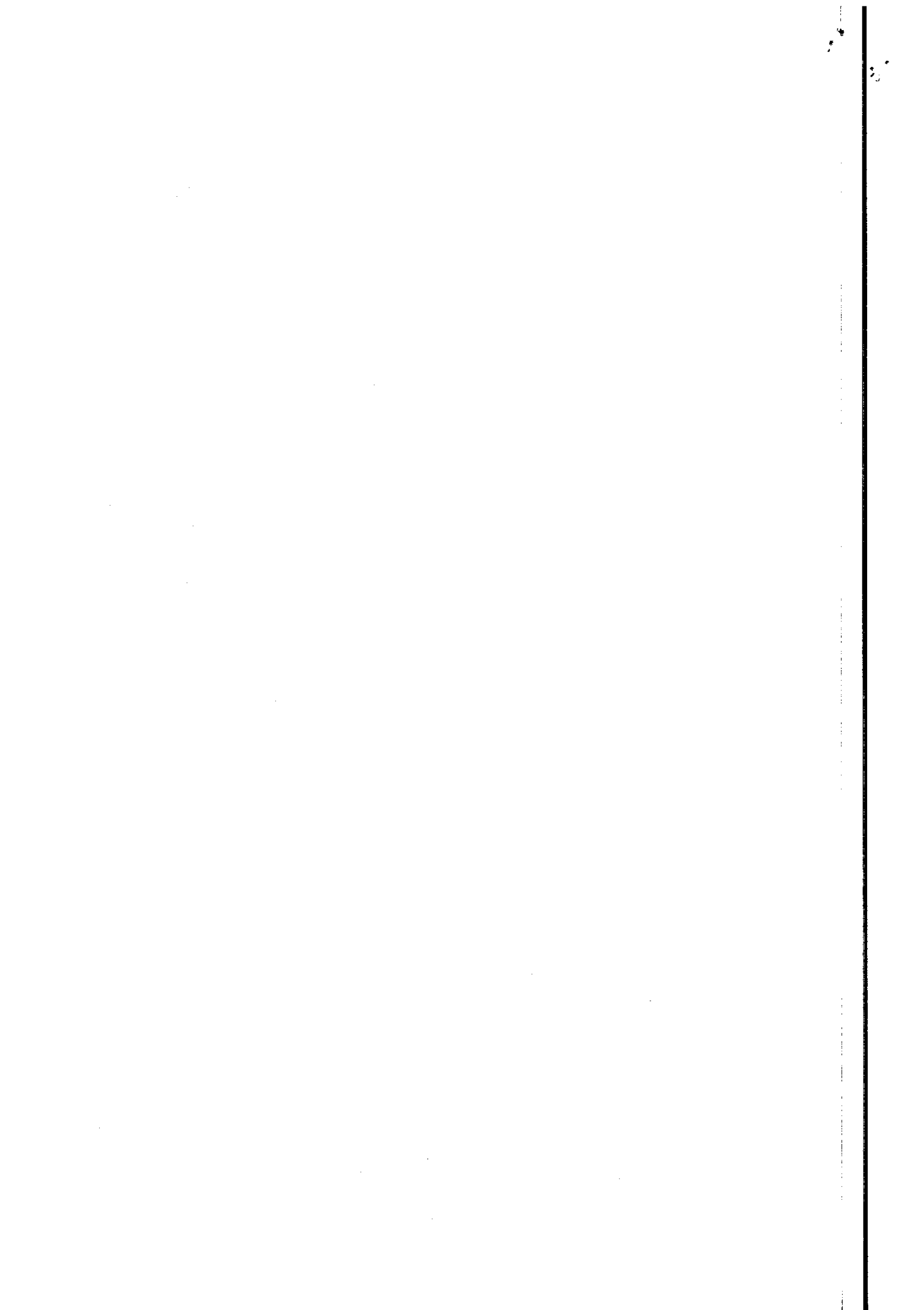




Patroon van het verband tussen afstand en correlatie tussen neerslagstations in de Achterhoek

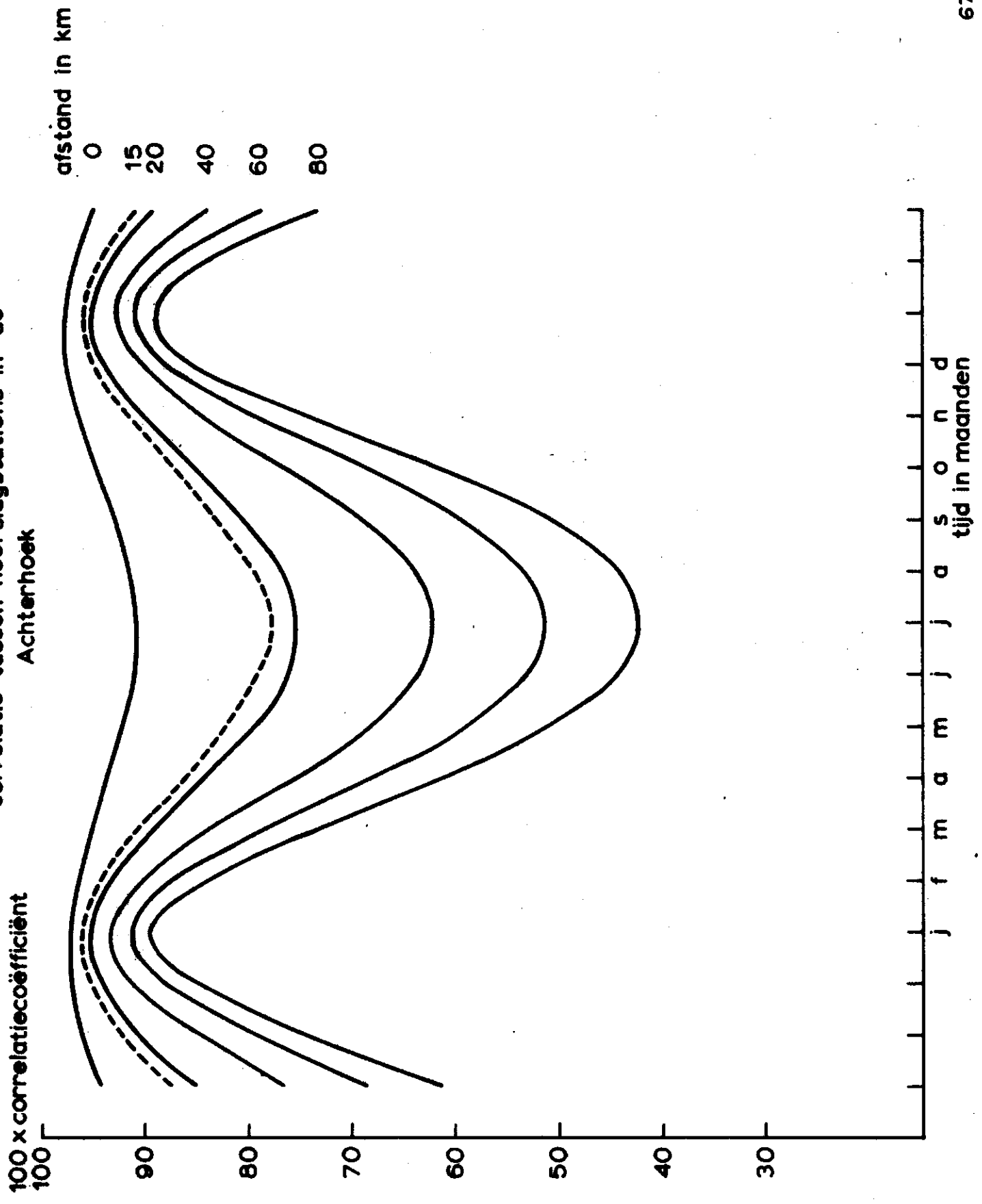
FIG 8





Patroon van de seizoenbeweging van de
correlatie tussen neerslagstations in de
Achterhoek

FIG 9



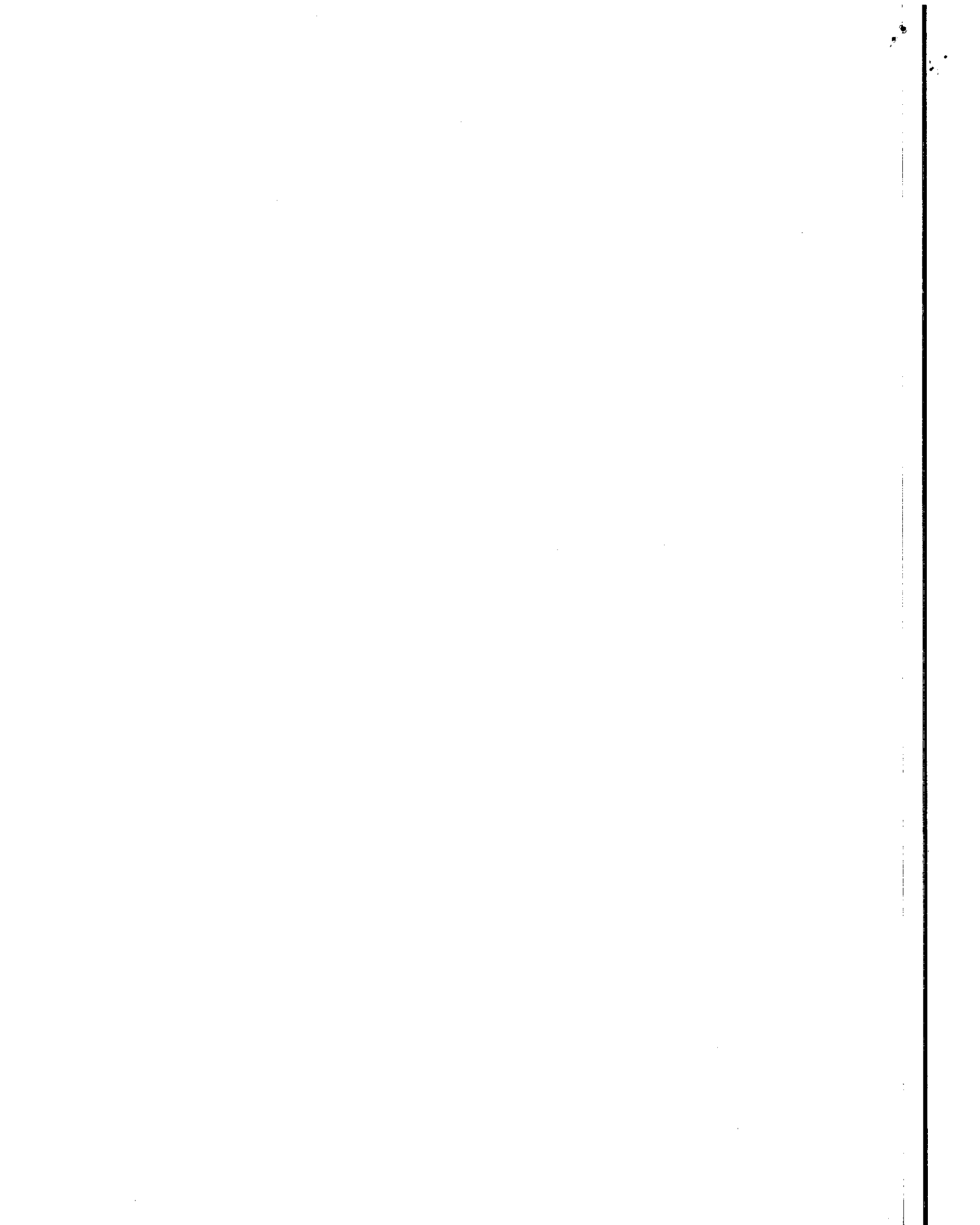
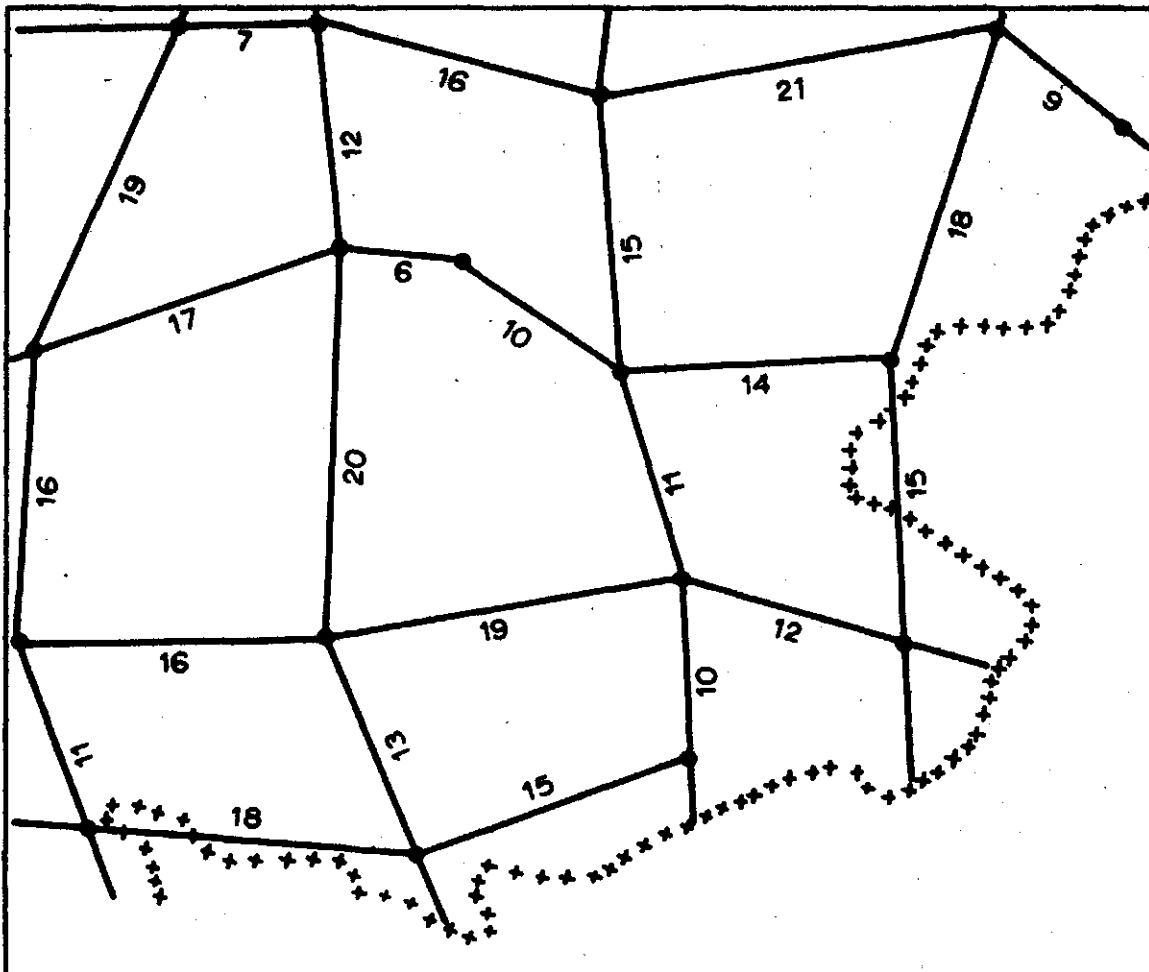


FIG 10

Netwerk van K.N.M.I. -neerslag stations in de Achterhoek *



18 : afstand in km

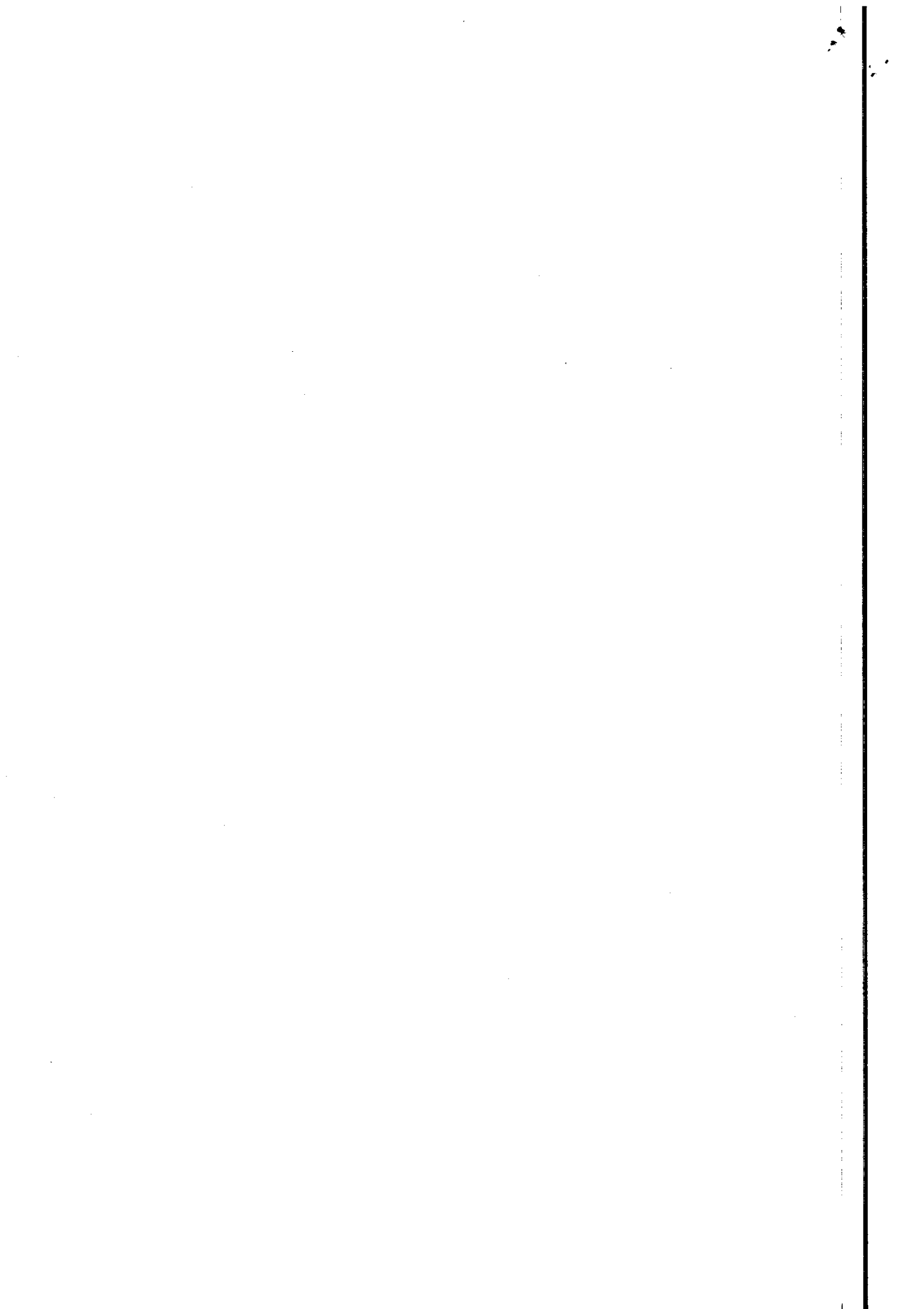
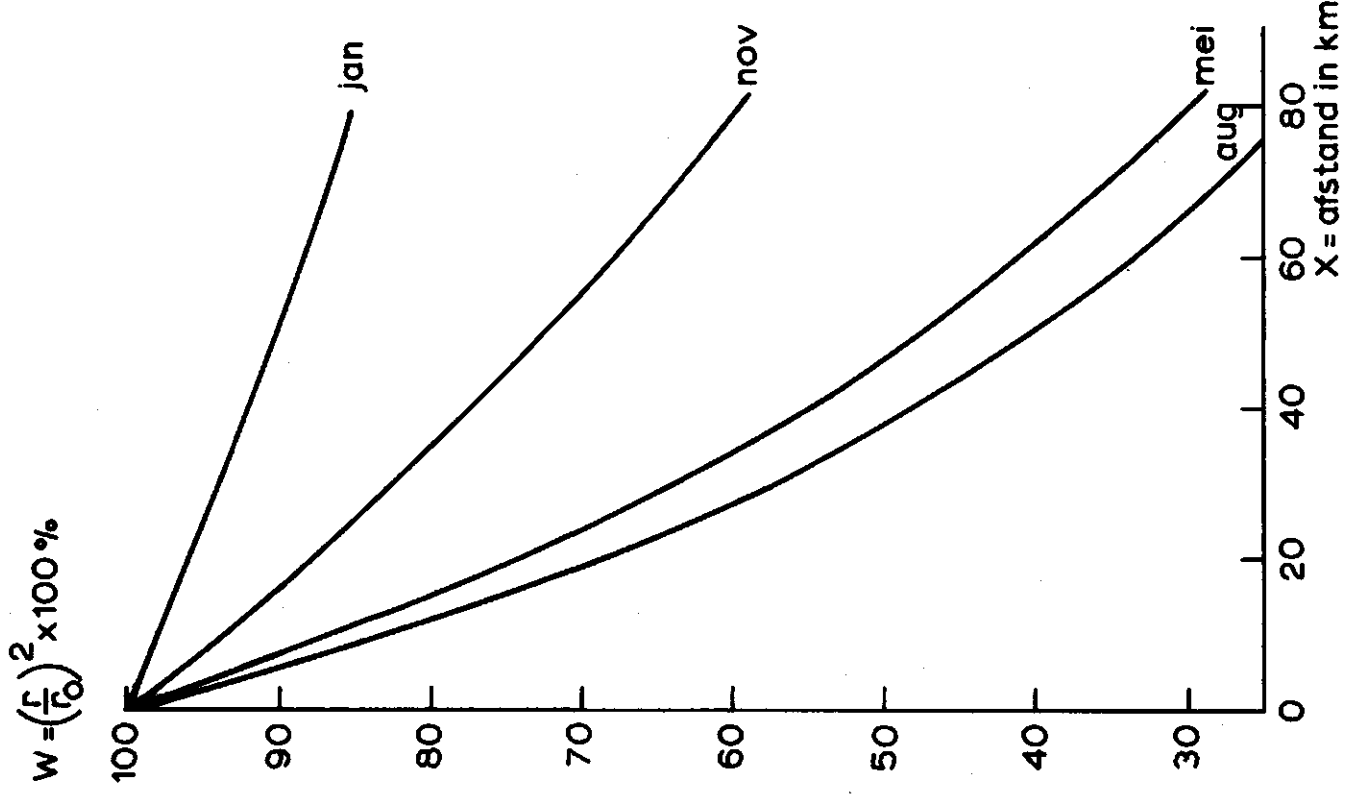
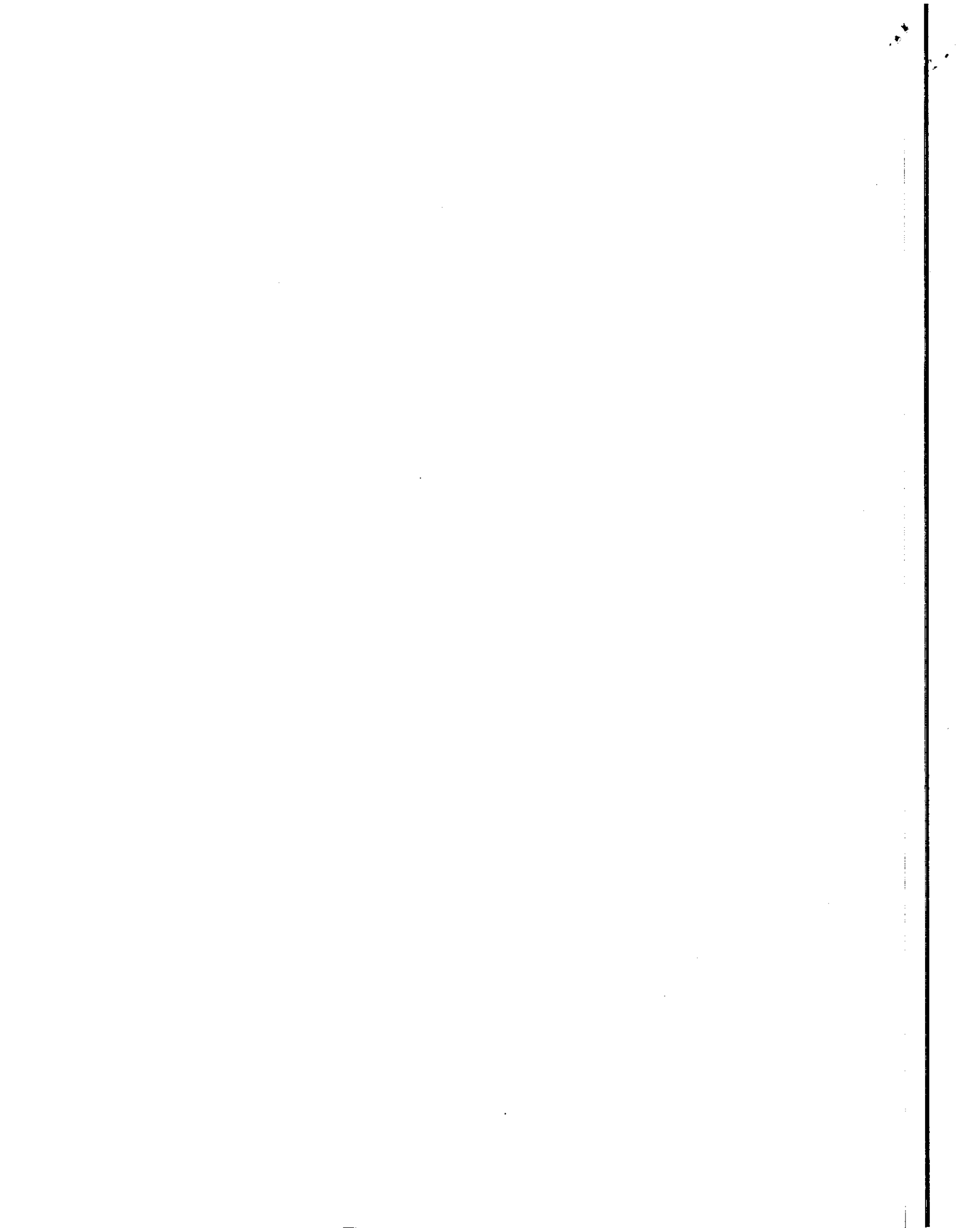


FIG 11

grafische voorstelling van
een maat voor de efficiency W
van een neerslagwaarnemingsnet
bij onderlinge afstanden X van
de waarnemingsstations





Standaardafwijking ten opzichte van lineaire regressie tussen neerslagstations
in de Achterhoek op onderling verschillende afstanden

FIG12

