

DE TE VERWACHTEN GEVOLGEN VAN EEN INPOLDERING VAN DE MOSSELBANKEN
VOOR DE OPBRENGST VAN DE BELANGRIJKSTE LANDBOUWGEWASSEN IN DE
PAULINA-, ELISABETH- EN BRAAKMANPOLDER

B. van der Weerd, Ing.

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemid-
delen, 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

15W 159 168 - 01

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEKSGBIED	3
2.1. Geografie	3
2.2. De buitendijkse gronden	3
2.3. Geo-hydrologische opbouw	3
2.4. Gesteldheid van de bovengrond	4
2.5. Grondgebruik	4
3. WERKWIJZE BIJ HET ONDERZOEK	4
4. TOEGEPASTE BEREKENINGSMETHODE	5
5. DE HYDROLOGISCHE SITUATIE EN DE HIERIN TE VERWACHTEN VERANDERING	7
5.1. Bepaling van de gemiddelde grondwaterstanden	7
5.2. Isohypsenaart	7
5.3. Grondwaterdiepte beneden maaiveld	8
5.4. Grondwaterstandsverlagingskaart	12
5.5. Grondwaterstandsaling en afvoer	12
6. DE GEVOLGEN VAN EEN GRONDWATERSTANDSVERLAGING VOOR DE GROEI VAN DE GEWASSEN	12
6.1. De vochtvoorziening	12
6.2. Bewortelingsdiepte en vochtleverantie	13

	Blz.
7. VOCHTTEKORT EN VERDROGINGSSCHADE AAN GEWASSEN	22
7.1. De relatieve verdamping	22
7.2. De graanproduktie	23
7.3. De aardappelproduktie	28
7.4. De suikerbietenproduktie	29
8. CONCLUSIE	31
9. SAMENVATTING	33
LITERATUUR	34

1. INLEIDING

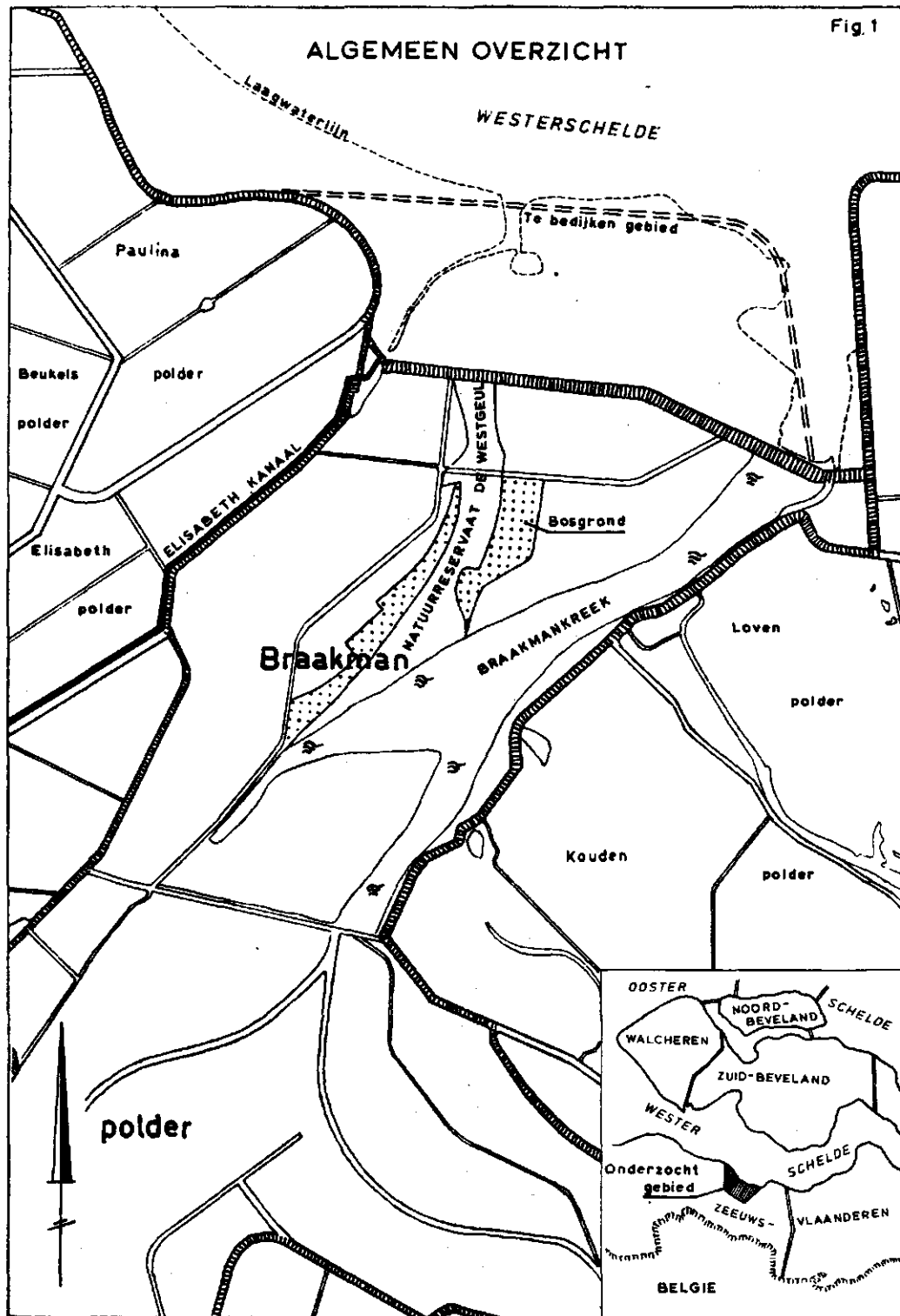
Aanleiding tot het onderzoek is geweest de concessie-aanvraag van Dow-Chemical om haar industrieterrein uit te breiden door inpoldering van de noordelijk van de Paulina-, Elisabeth- en Braakmanpolder gelegen buitendijkse gronden, genaamd de Mosselbanken.

Met de schadelijke gevolgen voor de landbouw als gevolg van de inpoldering van de Braakman nog in het geheugen is men van landbouwzijde in deze streek bevreesd dat ook de bedijking van de Mosselbanken aanzienlijke droogteschade zal veroorzaken in de aangrenzende polders.

In verband hiermede is door het Landbouwschap en de Standsorganisaties, alsmede door Provinciale Waterstaat in verband met het door haar uit te brengen advies aan de Kroon, aan de Commissie Waterbeheersing en Ontziltling verzocht een prognose te geven over de omvang van de verdrogingsschade aan gewassen door een inpoldering van de Mosselbanken.

In opdracht van Dow-Chemical is door het Adviesbureau Arnhem onderzoek verricht naar de mogelijkheden ter voorkoming van de toename van verdroging in de aangrenzende polders bij een inpoldering van de Mosselbanken. De resultaten van dit onderzoek zijn vervat in een door het Adviesbureau aan Dow uitgebracht rapport: 'Hydrologische consequenties van het bouwrijp maken van de Mosselbanken'.

Zowel het onderzoek van het Adviesbureau Arnhem als dat van de Commissie Waterbeheersing en Ontziltling maakte, voor het verkrijgen van een inzicht in de huidige hydrologie van het gebied, de plaatsing van grondwaterstandsbuizen en het regelmatig waarnemen van deze



buizen noodzakelijk.

In verband hiermede heeft de plaatsing in onderling overleg plaatsgevonden en zijn de peilingen in de buizen ten behoeve van beide diensten door het waterschap Het Vrije van Sluis verricht.

2. BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEKSGBIED

2.1. G e o g r a f i e

Het onderzoeksgebied is gelegen aan de Westerschelde in West Zeeuws Vlaanderen en omvat een deel van de polders Paulina, Elisabeth en Braakman (fig. 1).

2.2. D e b u i t e n d i j k s e g r o n d e n

Aan de zeedijk van de polders grenst buitendijks een schorrengebied, dat zich bij laag water uitstrekt tot over een breedte van ca. 1000 m Schelde-inwaarts. Als gevolg van de getijbeweging in de Westerschelde, die gemiddeld fluctueert van 1,50 m NAP tot - 1,50 m NAP, komen deze schorren periodiek onder water te staan waardoor hierin, in vergelijking met de polderwaterstand, een vrij constante hoge grondwaterstand wordt gecreëerd. Indien bedijking van deze schorren plaats vindt (fig. 1) zullen eb en vloed in het schor geen vrij spel meer hebben. Als gevolg hiervan en door het draineren van het bedijkte gebied valt te verwachten, dat de grondwaterstand hier aanzienlijk zal dalen.

2.3. G e o - h y d r o l o g i s c h e o p b o u w

Op ca. - 20 m NAP bevindt zich het Oligoceen dat de afsluiting vormt van het daarop rustende watervoerende pakket, dat hier bestaat uit de Afzetting van Vlissingen met daarboven Oude Wadafzettingen. Deze afzettingen worden gekwalificeerd als matig tot tamelijk goed doorlatend dat wil zeggen een k-factor van 3-15 m/dag (DE RIDDER, e.a. 1957).

Aan de hand van de korrelgrootteverdeling is voor de watervoerende laag in het onderzoeksgebied een k-factor gevonden van gemiddeld 10 m/dag (ADVIESBUREAU ARNHEM, 1970). Jong zeezand afgedekt met jonge

zeeklei, behorende tot de sub-atlantische wadafzettingen, vormt de bovengrond.

2.4. G e s t e l d h e i d v a n d e b o v e n g r o n d

De bovengrond in het onderzoeksgebied bestaat hoofdzakelijk uit droogtegevoelige plaatgronden met in de Paulina- en Elisabethpolder overwegend een zaveldek van 30-50 cm dikte, rustend op slibarm zand en in de Braakmanpolder een zaveldek van 15-50 cm rustend op slibarm zand. De geringe dikte van de zaveldek heeft tot gevolg dat de bovengrond niet voldoende vocht kan vasthouden om het gewas tijdens het groeiseizoen in toereikende mate van vocht te voorzien. Verdroging kan daardoor slechts worden voorkomen door capillaire opstijging van uit het grondwater. De mate van verdroging is bij deze plaatgronden derhalve sterk afhankelijk van de diepte waarop het grondwater zich beneden maaiveld bevindt.

2.5. G r o n d g e b r u i k

De gronden in het onderzoeksgebied zijn overwegend als bouwland in gebruik. De meest verbouwde gewassen zijn suikerbieten, consumptie-aardappelen, wintertarwe en in iets mindere mate zomergranen. Grasland komt weinig voor. In de Braakmanpolder treft men behalve bouwland nog een 40 ha bos aan en het natuurreservaat 'De Westgeul' (fig. 1).

3. WERKWIJZE BIJ HET ONDERZOEK

Voor het verkrijgen van een inzicht in de toename van de verdrogings schade als gevolg van een inpoldering van de Mosselbanken heeft men de keuze uit verschillende studiemethoden. Zo kunnen opbrengstbepalingen voor en na de bedijking op proefveldjes een indruk geven van de veranderingen die hebben plaatsgevonden.

Een andere methode is de schade af te leiden uit grondwaterdiepten. Aan het vaststellen van de gevolgen van de inpoldering door middel van een vergelijking van de opbrengsttaxaties onder de huidige omstandigheden met die van na een inpoldering van de Mosselbanken kleven enkele bezwaren. In de eerste plaats verschaft dit pas een inzicht enige jaren nadat de inpoldering gereed is gekomen, als zich weer een even-

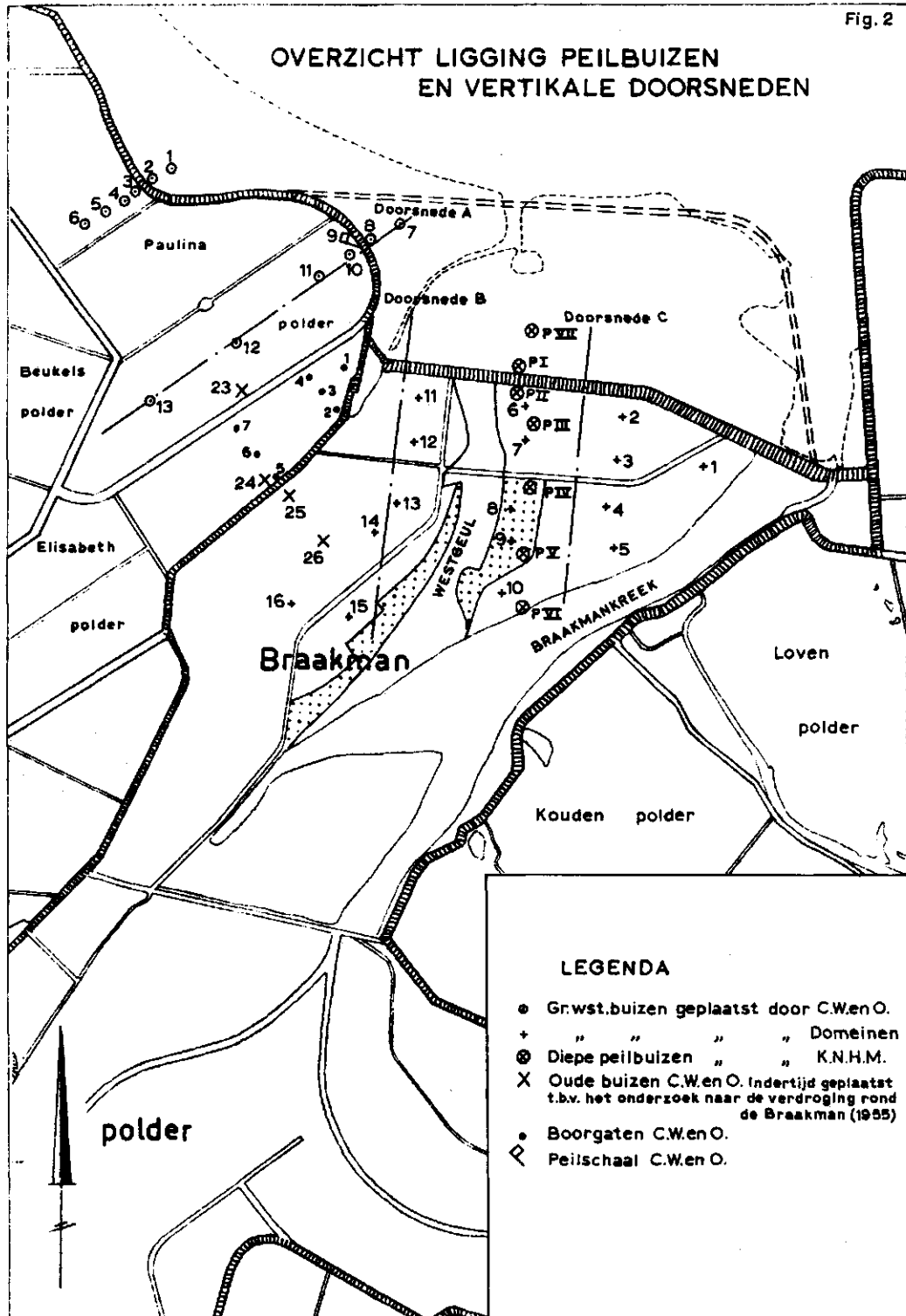
wichtstoestand in de hydrologische situatie heeft ingesteld. De betrokken partijen zijn echter gebaat bij gegevens, die reeds nu een inzicht in de te verwachten schade geven. In de tweede plaats geven dergelijke taxaties als gevolg van de van jaar tot jaar sterk variabele neerslagverdeling, weinig informatie over de depressie als gemiddelde van vele achtereenvolgende jaren. En juist een dergelijk gegeven is als maatstaf voor de schadebepaling uitermate belangrijk. Het vaststellen van schade door verdroging aan de hand van grondwaterstandsgegevens heeft dan ook bij dit onderzoek de voorkeur gekregen, daar dit de mogelijkheid biedt langjarige gemiddelden te bepalen.

4. TOEGEPASTE BEREKENINGSMETHODE

Om over de omvang van de schade geïnformeerd te worden is gebruik gemaakt van een berekeningsmethode waarbij aan de hand van de overschrijdingskans van bepaalde neerslagsommen, de overschrijdingskans van de verdampingssommen en de hydrologische en bodemkundige gegevens, de vochtleverantie uit het profiel en de werkelijke verdamping van het gewas gedurende het groeiseizoen worden berekend. De aldus verkregen verdampingswaarden zijn bij deze methode gerelateerd aan de produktie van een aantal gewassen (RIJTEMA, 1971). Voor de uitvoering van deze berekeningen was het noodzakelijk naast de gemiddeld te verwachten veranderingen in het grondwaterregiem en de overschrijdingskans van het verdampingsoverschot een inzicht te hebben in onder andere de bewortelingsdiepte, de vochtleverantie aan het gewas uit boven- en ondergrond en de ondergrondse afvoer.

Fig. 2

OVERZICHT LIGGING PEILBUIZEN
EN VERTIKALE DOORSNEDEN



5. DE HYDROLOGISCHE SITUATIE EN DE HIERIN TE VERWACHTEN VERANDERING

5.1. B e p a l i n g v a n d e g e m i d d e l d e g r o n d - w a t e r s t a n d e n

In fig. 2 is een overzicht gegeven van de ligging van de grondwaterstandsbuizen waarvan de gegevens ten behoeve van dit onderzoek zijn gebruikt. Ter aanvulling van deze gegevens is in de Elisabethpolder nog een aantal grondwaterstanden in gewaterpaste boorgaten gemeten. De grondwaterstandsgegevens in de Paulinapolder, die zijn gemeten in het tijdvak van maart 1970 tot april 1972, en de door de Dienst der Domeinen verstrekte grondwaterstanden van maart 1969 tot maart 1970 van de Braakman, zijn gecorreleerd aan een vanaf 1952 dagelijks waargenomen grondwaterstandsbuis. Op deze wijze zijn langjarige gemiddelde grondwaterstanden voor het begin en eind van het groeiseizoen vastgesteld, die zijn gebruikt als basisgegevens bij het vastleggen van de huidige ontwateringstoestand. Vervolgens is een prognose gemaakt van de te verwachten ontwateringsdiepte na een inpoldering van de Mosselbanken. Onder het groeiseizoen is hier verstaan de periode van ca. half april tot eind augustus.

5.2. I s o h y p s e n k a a r t

Met behulp van de aldus verkregen gegevens is een isohypsenkaart gemaakt voor de grondwaterstand aan het eind van het groeiseizoen. Het grondwaterpatroon aan het begin van het groeiseizoen heeft een vrij vlak verloop. In de Elisabethpolder staat het grondwater voor een belangrijk deel onder de onttrekkende invloed van het Elisabethkanaal. Ook in de Braakman westelijk van het natuurgebied 'De Westgeul' is deze invloed merkbaar. Oostelijk van het natuurgebied volgt het grondwater in het voorjaar min of meer het macro-reliëf van het maaiveld. De isohypsenkaart voor het eind van het groeiseizoen is weergegeven in fig. 3. Duidelijk blijkt hier de invloed van de grondwaterstand in de schorren op die in de polders. De hoge schorwaterstanden van 1,60 m NAP bij de Paulinapolder en 1,20 m NAP bij de Braakman die periodiek door het onderwaterlopen van de schorren worden gevoed, veroorzaken een afstroming naar de polders in de richting van de Braakmankreek en het Elisabethkanaal tengevolge waarvan in de

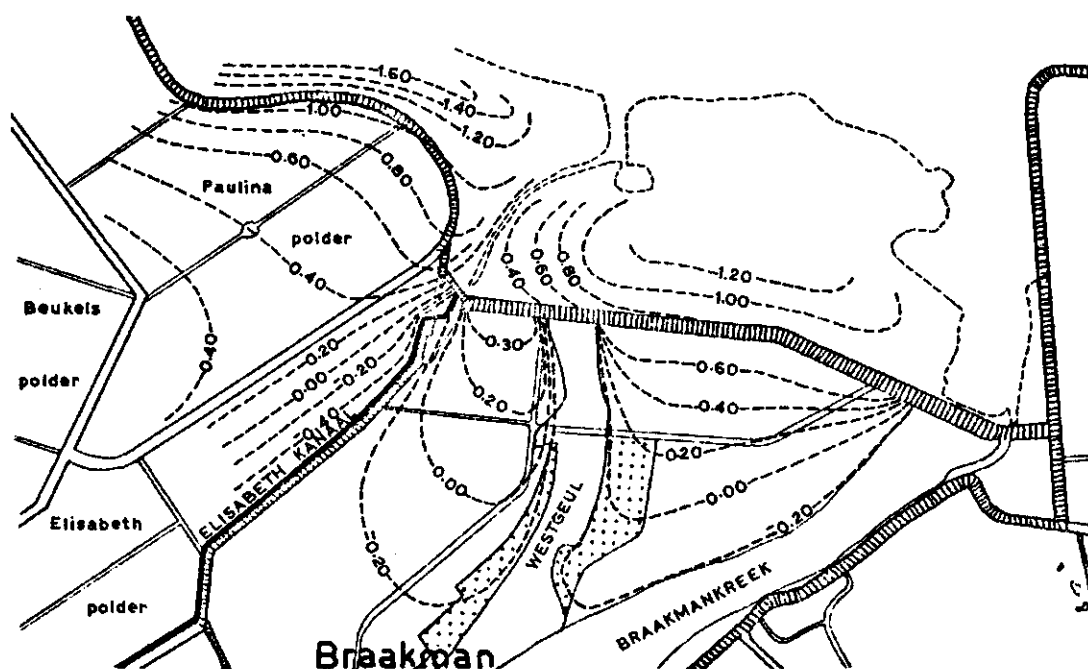


Fig. 3. Isohyphenkaart in meters ten opzichte van NAP geldend voor het eind van het groeiseizoen

polders een verhoogde grondwaterstand van maximaal 1 meter optreedt. Deze verhoging is dicht onder de zeedijk het grootst. Ter hoogte van de Elisabethpolder waar zich buitendijks de stroomgeul van de uitwateringsluis bevindt, zal de afstroming vanuit het schor naar de polder geringer zijn tengevolge van de, in vergelijking met de rest van het schorgebied, lagere voorkomende grondwaterdiepte van ca. 0,40 m NAP. In de Paulinapolder blijkt het grondwaterniveau op een afstand van ruim 1000 meter van de zeedijk weer geleidelijk te stijgen, vermoedelijk door toestroming van grondwater vanuit de Beukelspolder.

5.3. Grondwaterdiepte beneden maaiveld

Een inzicht in de grondwaterdiepte beneden maaiveld wordt, met veronachtzaming van het micro-reliëf, gegeven in een drietal verticale doorsneden A, B en C. De plaats van deze doorsneden is weergegeven in fig. 2. In fig. 4 (doorsnede A in de Paulinapolder) is de huidige voorjaarsgrondwaterstand (begin groeiseizoen) en de huidige zomergrondwaterstand (eind groeiseizoen) ingetekend. De voorjaarsgrondwaterstand blijkt hier direct achter de zeedijk gemiddeld 0,50 m-maaiveld te liggen, maar

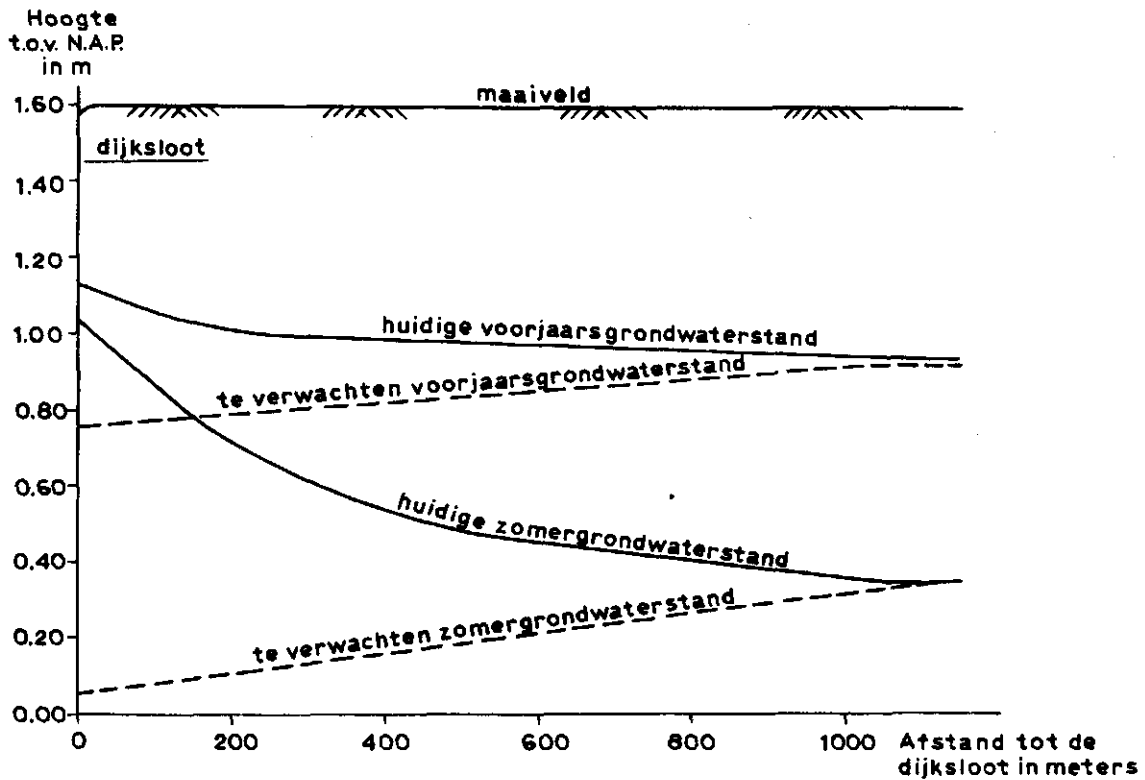


Fig. 4. De huidige en de te verwachten grondwaterstanden doorsnede A Paulinapolder

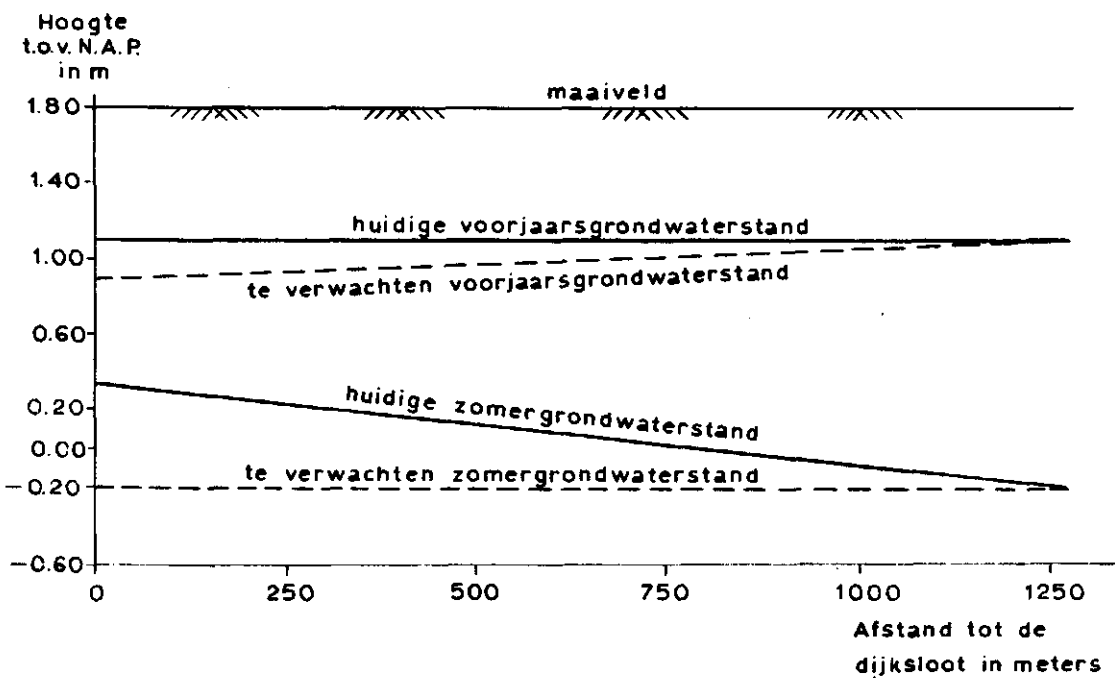


Fig. 5. De huidige en de te verwachten grondwaterstanden doorsnede B Braakman Westelijk van de Westgeul

overigens in het grootste gedeelte van het gebied een diepte te hebben van 0,60 m-maaiveld. De grondwaterstand aan het eind van het groeiseizoen bevindt zich dicht bij de zeedijk op ca. 0,60 m en op 1000 m van de zeedijk op ca. 1,20 m beneden het maaiveld om vervolgens iets te stijgen. De geringe fluctuatie dicht bij de zeedijk in het grondwater gedurende het groeiseizoen moet worden toegeschreven aan een grote intensiteit van de kwel ter plaatse.

Bij een eventuele inpoldering van de Mosselbanken zullen deze schorren niet meer, onder invloed van het getij, worden geïnundeerd. Het gevolg zal zijn dat de grondwaterstand in het bedijkte gebied in de zomer zal dalen tot ongeveer gemiddeld zeeniveau. Voor dit gebied wordt echter een diepere ontwatering geadviseerd. Door middel van een drainagesysteem wil men in de zomer namelijk een ontwateringsdiepte nastreven van - 0,20 m NAP (Rapport nr 1131 KNHM). Aan de hand van dit gegeven en het huidige grondwaterverloop is in fig. 4 naast de huidige situatie ook de voorjaars- en zomergrondwaterstand ingetekend, zoals die is te verwachten na bedijking van de Mosselbanken. Hierbij is rekening gehouden met afstroming van grondwater vanuit de Beukelspolder naar de Paulinapolder. Voor het gedeelte in de Braakman, westelijk van de Westgeul, geldt doorsnede B (fig. 5). De zomergrondwaterstand heeft hier een diepte van ca. 1,40 m-maaiveld dicht onder de zeedijk tot 2,00 m-maaiveld nabij de Braakmankreek. De voorjaarswaterstand is ongeveer 0,70 m-maaiveld. Na inpoldering van de Mosselbanken zal de zomergrondwaterstand zich, in de richting van de zeedijk, vrijwel horizontaal instellen op het peil van de kreek, waardoor er, zoals de figuur laat zien, dicht onder de zeedijk een daling te verwachten is van ca. 0,50 m. De voorjaarswaterstand zal tengevolge hiervan in geringe mate mee dalen.

De situatie oostelijk van de Westgeul wordt gekarakteriseerd door middel van doorsnede C in fig. 6. Het maaiveld helt hier vrij sterk af in de richting van de Braakmankreek. Het grondwatervlak loopt min of meer evenwijdig aan het maaiveld. De voorjaarsgrondwaterstand heeft een diepte van 0,70 à 0,80 m-maaiveld en is aan het eind van het groeiseizoen gedaald tot 1,30 à 1,50 m-maaiveld. Na een inpoldering van de Mosselbanken zal ook hier het grondwater zich in de richting van de zeedijk horizontaal instellen op het peil - 0,20 m NAP van de kreek. De voorjaarsgrondwaterstand zal onder invloed van het maaiveld een zekere helling behouden.

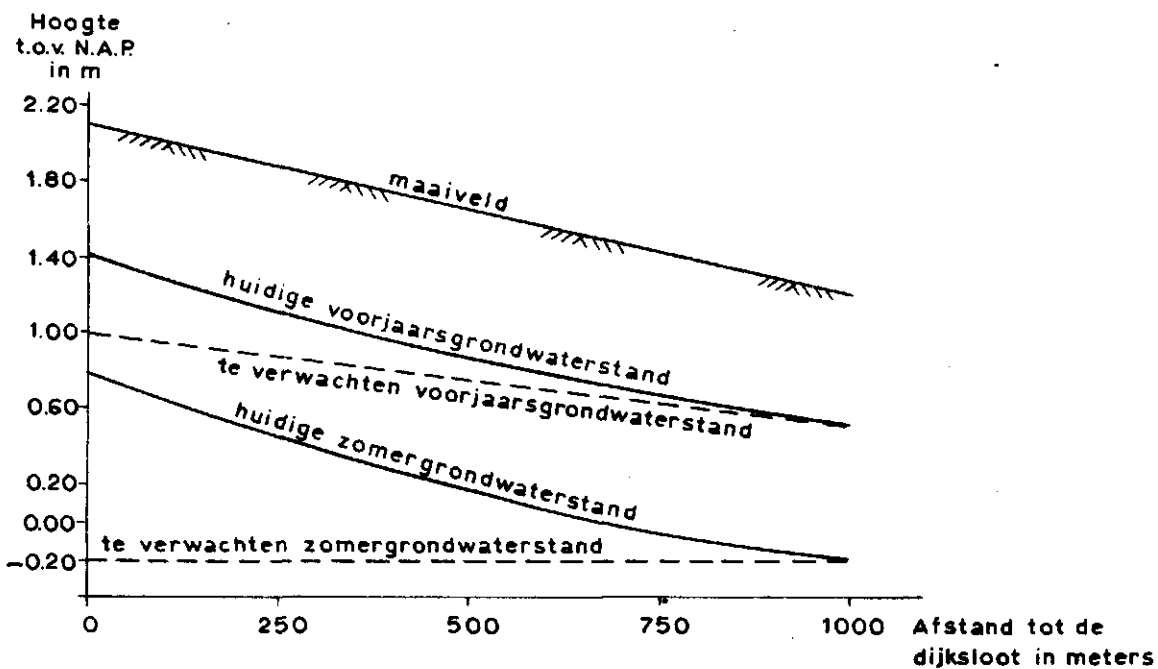


Fig. 6. De huidige en de te verwachten grondwaterstanden doorsnede C Braakman Oostelijk van de Westgeul

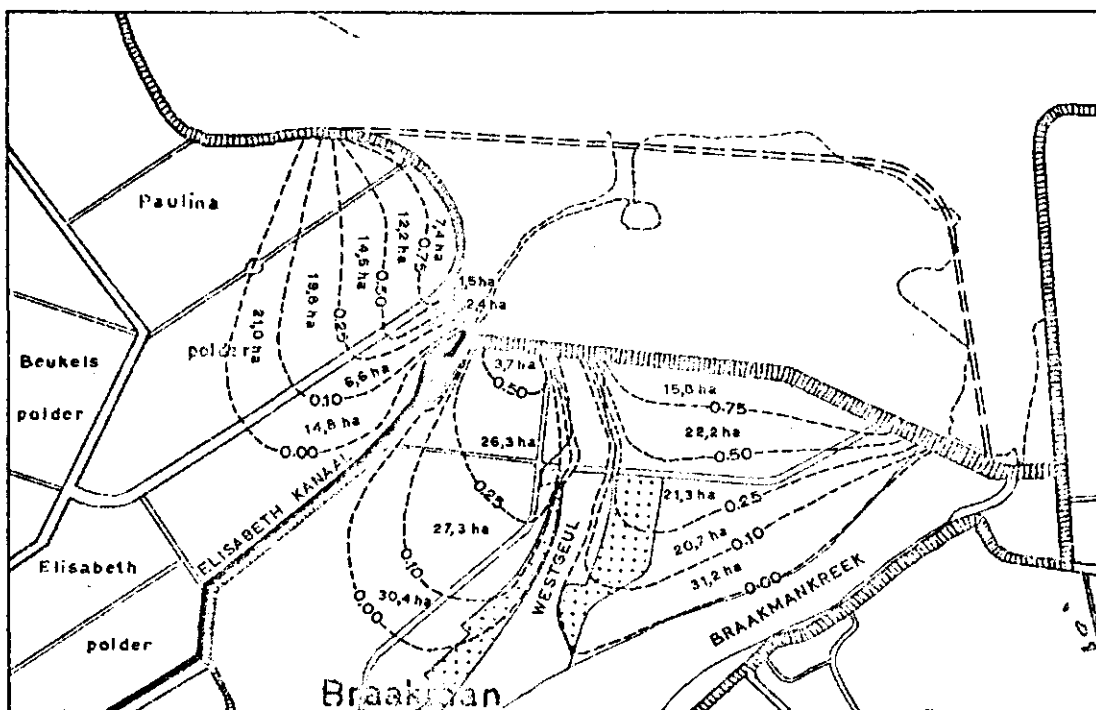


Fig. 7. Grondwaterstandsverlagingskaart in m voor het eind van het groeiseizoen en de oppervlakte in ha tussen 2 dalingslijnen

De te verwachten situatie is eveneens in fig. 6 ingetekend. Hieruit blijkt dat dicht onder de zeedijk de voorjaars- en zomergrondwaterstand respectievelijk 0,40 m en 1,00 m zullen gaan dalen.

5.4. G r o n d w a t e r s t a n d s v e r l a g i n g s k a a r t

Met behulp van de isohypsenkaart in fig. 3 en de doorsneden A, B en C in de fig. 4, 5 en 6 is de grondwaterstandsverlagingskaart voor het eind van het groeiseizoen samengesteld, die in fig. 7 is weergegeven.

Van het areaal tussen twee tranchelijnen is de oppervlakte in hectaren vermeld. De grondwaterstandsverlaging wordt naast de intensiteit van de kwel bepaald door de wateronttrekkende invloed van het peil in het Elisabethkanaal en de Westgeul.

5.5. G r o n d w a t e r s t a n d s d a l i n g e n a f v o e r

De daling van het grondwaterniveau gedurende het groeiseizoen wordt zowel veroorzaakt door verdamping en capillaire opstijging van grondwater als wel door afvoer naar het ontwateringssysteem, en afvoer door wegzijging naar de diepe ondergrond.

Kwel is te beschouwen als een negatieve afvoer, waardoor een geringere daling van het grondwater optreedt. Voor de berekening van de vochtonttrekking aan het profiel is het noodzakelijk de basisafvoer te kennen. Dit is de som van de hier genoemde grootheden. De dalingssnelheid van het grondwater tijdens het groeiseizoen wordt voor het onderzoeksgebied gekarakteriseerd door het verschil tussen de voorjaars- en zomergrondwaterstand in de eerder genoemde figuren 4, 5 en 6.

6. DE GEVOLGEN VAN EEN GRONDWATERSTANDSVERLAGING VOOR DE GROEI VAN DE GEWASSEN

6.1. D e v o c h t v o o r z i e n i n g

De vochtbehoefte van een gewas wordt grotendeels bepaald door de verdampingsintensiteit tijdens het groeiseizoen. Bij de vochtvoorziening spelen verschillende factoren een rol. Zo bepalen in de eerste plaats de dikte en de vochthoudendheid van de bewortelde laag in welke

mate het gewas afhankelijk is van aanvulling van de vochtvoorraad in de bewortelde zone. Aanvulling van vocht kan plaatsvinden door neerslag en via de ondergrond door capillaire opstijging vanuit het grondwater. De aanvoer van vocht via de ondergrond is in belangrijke mate afhankelijk van de grondwaterdiepte beneden het maaiveld gedurende het groeiseizoen.

De neerslagaanvoer is ten opzichte van de tijd een sterk variabele grootheid.

Uit het voorgaande hoofdstuk is gebleken, dat door een inpoldering van de Mosselbanken in de aangrenzende polders aanzienlijke grondwaterstandsverlagingen te verwachten zijn (fig. 7). Gelet op de geringe vochthoudendheid van de bovengrond in deze polders, zal hierdoor de vochtvoorziening van de gewassen nadelig worden beïnvloed en zal verdrogings schade ontstaan of toenemen.

6.2. B e w o r t e l i n g s d i e p t e e n v o c h t l e v e r a n t i e

Om een te grote gecompliceerdheid bij de berekeningen betreffende de vochtvoorziening van het gewas te vermijden, zijn de in het onderzoeksgebied voorkomende profielen geschematiseerd tot één plaatgrondprofiel waarvan de zavelige bovenlaag een dikte heeft van 30 cm, die rust op slibarm middelgrof zand.

Aangenomen is dat de bewortelingsdiepte van 80 % van de wortels in een dergelijk profiel niet verder gaat dan de onderkant van de zavelaag. Hiervoor introduceert RIJTEMA (1971) het begrip 'effectieve wortelzone'. Voor deze laag wordt aangenomen dat alleen radiale stroming naar de wortels plaats vindt. Zij kan dan ook volledig uitdrogen tot verwelkingspunt.

Voor de vocht karakteristiek van de doorwortelde bovenlaag is gebruik gemaakt van één der tabellen, die RIJTEMA (1969) geeft voor gestandariseerde bodemtypes en waarin de relatie wordt weergegeven tussen de capillaire stijghoogte met de stijgsnelheid, de zuigspanning en bodemvochtinhoud. Hieruit is de tabel gebruikt voor Sandy loam, als zijnde de meest overeenkomende grondsoort met de zavelige bovengrond in het onderzoeksgebied. Met behulp van de gegevens uit deze tabel is de sommatie-curve in fig. 8 samengesteld, die de relatie weergeeft tussen de voor het gewas beschikbare hoeveelheid vocht uit de 30 cm

dikke bovenlaag en de pF.

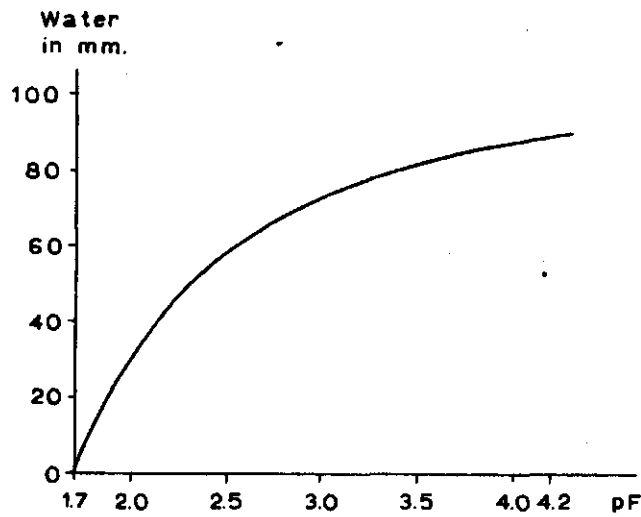


Fig. 8. Relatie gesommeerde beschikbare hoeveelheid vocht en pF in de bovenlaag

Van de hoeveelheid water die door capillaire opstijging uit de ondergrond beschikbaar komt, wordt verondersteld dat deze aan de onderkant van de effectieve wortelzone door het gewas wordt opgenomen. Genoemde hoeveelheid water is afhankelijk van de vochtkarakteristiek en het capillair geleidingsvermogen van de ondergrond. De vochtkarakteristiek die als gemiddelde voor de ondergrond in dit gebied is aangenomen is weergegeven in tabel 1.

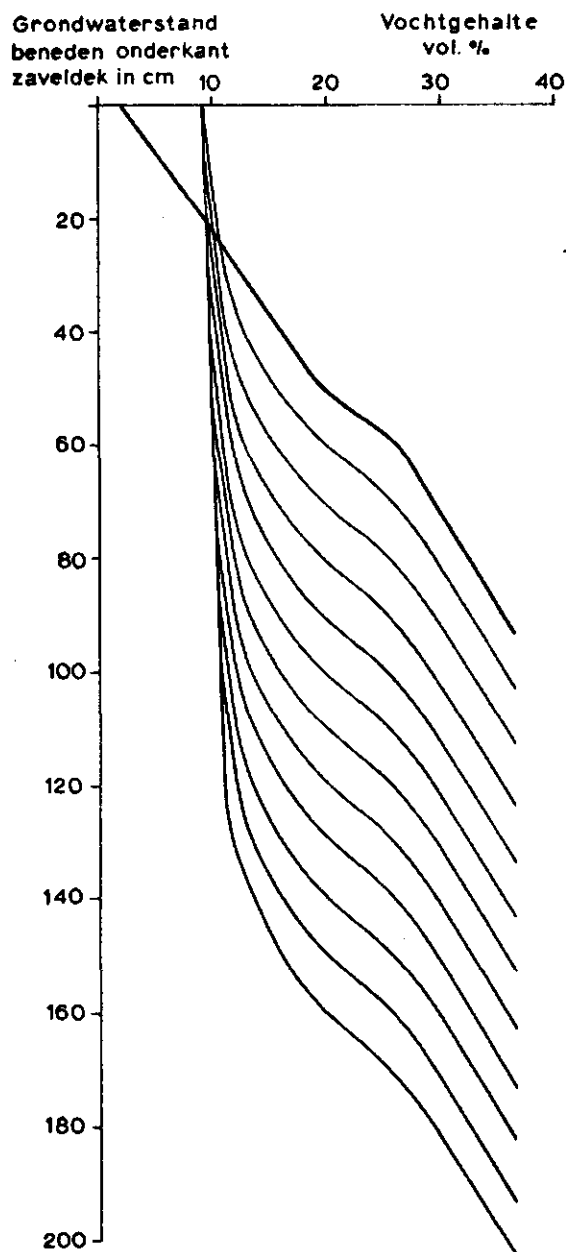
Tabel 1. Het verband tussen de zuigspanning (pF) en het vochtgehalte in de ondergrond

Zuigspanning (cm)	0	2,5	10	31	100	200	500	2500	16 000	10^6
pF	$-\infty$	0,4	1,0	1,5	2,0	2,3	2,7	3,4	4,2	6
Vochtgehalte vol. %	36,5	35,7	33,1	27,4	9,5	6,5	5,2	3,1	1,7	0,4

Voor het capillaire geleidingsvermogen van de ondergrond is aangenomen, dat tot 90 cm zuigspanning wordt voldaan aan de vergelijking $k = k_0 e^{-\alpha \psi}$ waarbij $k_0 = 300 \text{ cm dag}^{-1}$ en $\alpha = 0,138 \text{ cm}^{-1}$. Bij een hogere zuigspanning is uitgegaan van de vergelijking $k = a\psi^{-1,4}$ waarbij

$$a = 0,63 \text{ cm}^{2,4} \text{ dag}^{-1}.$$

Op grond van deze gegevens is in fig. 9 de vochtinhoud van de ondergrond bij verschillende grondwaterstanden weergegeven.



Het oppervlakte tussen 2 curven geeft de vochtvermindering weer ten gevolge van een grondwaterstandsverlaging van 10 cm

Fig. 9. Vochtcurven voor de ondergrond

Tevens komt uit de gegevens over de vocht karakteristiek en het capillair geleidingsvermogen de hierna volgende tabel 2 voort, die voor de ondergrond de relatie weergeeft tussen grondwaterstand (W), vochtverlies (ΔV) en stijgsnelheid van het capillaire water (V_c) voor

verschillende voorjaarsgrondwaterstanden (W_v). De grondwaterstanden zijn uitgedrukt in cm beneden de onderkant van het zaveldek. In de tabel is ook vermeld de zuigspanning (Ψ) op het grensvlak met het zaveldek ofwel onderkant wortelzone (owz). Voor de gemiddelde zuigspanning in de wortelzone is bij de berekeningen aangehouden $owz + \frac{1}{2}$ dikte van de zavellaag.

Het niveau tot waar het grondwater aan het eind van het groeiseizoen is gedaald, wordt bepaald door ondergrondse afvoer en het vochtverbruik van het gewas via capillaire opstijging. Met de grondwaterstands daling neemt de aanvoersnelheid uit de ondergrond af. De voorjaarsgrondwaterstand die in belangrijke mate bepalend is voor de aanvoersnelheid aan het begin van het groeiseizoen is derhalve van grote invloed op de totale vochtleverantie uit de ondergrond.

Bij berekening van de aanvoersnelheden en de voor de plant beschikbare hoeveelheid bodemvocht is uitgegaan van de volgende gedachtengang. De vochtonttrekking uit het profiel door het gewas, gezien in relatie met de tijd, zal identiek verlopen met het verdampingsoverschot ($E_{pot.} - N$), zolang als de aanvoersnelheid van het capillaire water maar toereikend is. Wordt de aanvoersnelheid echter te klein, dan wordt de vochtonttrekking ten opzichte van het potentiële verdampingsoverschot kleiner en ontstaat er een vochttekort voor het gewas.

Een schatting van de aanvoersnelheden en de voor een gewas beschikbare hoeveelheid vocht is nu op de volgende wijze verkregen. Aan de hand van de frequentieverdeling van neerslag- en verdampingssommen, is het gesommeerde potentiële verdampingsoverschot vanaf het begin tot aan het eind van het groeiseizoen ten opzichte van de tijd grafisch uitgezet. Een voorbeeld is gegeven in fig. 10. Aan de hand van tabel 2, de vocht karakteristiek in fig. 8 en de voorjaarsgrondwaterstand zijn voor de berekening van de vochtleverantie, die aanvoersnelheden van het capillaire water gekozen, waarvan de, hiermede voor een willekeurig tijdstip binnen het groeiseizoen, berekende beschikbare hoeveelheid vocht het meest overeenkwam met de $E_{pot.} - N$ waarde op dit tijdstip. In fig. 10 betekent dit dat de beide lijnen elkaar zoveel mogelijk moeten dekken. Dit wordt bereikt door bij de berekeningen tijdig over te stappen op een kleinere waarde voor de stijgsnelheid van het capillaire water. Zo is bij het gegeven voorbeeld te zien dat voor de berekening van de vochtleverantie begonnen is met een $V_c = 0,4$ mm/dag. Tot 45 dagen vanaf het begin van het groeiseizoen komt de berekende vocht-

Tabel 2. Gemiddelde relatie voor de ondergrond tussen grondwaterstand W, vochtvermindering in ondergrond ΔV , stijgsnelheid van het capillaire water Vc, voorjaarsgrondwaterstand Wv en zuigspanning op grensvlak met zaveldek ψ

Stijgsnelheid Vc mm/dag	Grondwaterstand W -humeusdek in cm	Voorjaarsgrondwaterstand Wv in cm-humeusdek													
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	ψ		
1,75	10	1,7	-												10
	20	6,6	4,9	-											20
	25	12,0	10,3	5,4	-										28
	35	22,3	20,6	15,7	8,1	-									39
	45	37,9	37,4	32,5	24,9	13,1	-								49
	54	61,0	61,0	56,1	48,5	36,7	14,8								108
1,5	10	1,7	-												10
	20	6,6	4,9	-											20
	26	12,0	10,3	5,4	-										29
	36	23,4	21,7	16,8	9,2	-									39
	46	40,4	38,7	33,8	26,2	14,4	-								50
	56	64,4	62,7	57,8	50,2	38,4	16,9								135
1,0	10	1,7	0,2	-											10
	20	6,6	4,9	0,4	-										20
	30	14,5	12,8	7,9	0,8	-									31
	40	27,0	25,3	20,4	12,8	1,0	-								41
	50	43,4	41,7	36,8	29,2	17,4	2,1	-							55
	58	68,2	66,5	61,6	54,0	42,2	20,7	-							160
0,8	10	1,7	-												10
	20	6,6	4,9	-											20
	22	7,5	5,8	0,9	-										22
	32	16,2	14,5	9,6	2,0	-									33
	42	29,7	28,0	23,1	15,5	3,7	-								43
	52	49,5	47,8	42,9	35,3	23,5	6,4	-							57
60	74,5	72,8	67,9	60,3	48,5	24,4	2,7	-						160	

Stijgsnelheid Vc mm/dag	Grondwaterstand W -humeusdek in cm	Voorjaarsgrondwaterstand Wv in cm-humeusdek										ψ					
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		100				
0,6	10	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
	20	6,6	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	
	25	10,5	8,8	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	
	35	20,0	18,3	13,4	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	
	45	34,9	33,2	28,3	20,7	8,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	
	55	56,0	54,3	49,4	41,8	30,0	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	74	
	63	82,3	80,6	75,7	68,1	56,3	29,8	10,4	-	-	-	-	-	-	-	200	
	0,4	10	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
		20	6,6	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
		30	14,2	12,5	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
40		26,6	24,9	20,0	12,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	
50		43,0	41,3	36,4	28,8	17,0	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	51	
60		65,8	64,1	59,2	51,6	39,8	23,3	1,7	-	-	-	-	-	-	-	75	
66		92,8	91,1	86,2	78,6	66,8	38,1	16,5	-	-	-	-	-	-	-	195	
0,2		10	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
		20	6,6	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
		30	14,0	12,3	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
	40	25,8	24,1	19,2	11,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	
	50	42,3	40,6	35,7	28,3	16,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	
	60	64,2	62,5	57,6	50,2	38,4	21,7	0,2	-	-	-	-	-	-	-	72	
	70	89,6	87,9	83,0	75,6	63,8	46,8	25,3	1,8	-	-	-	-	-	-	120	
	80	120,5	118,8	113,9	106,5	94,7	78,0	56,4	32,9	7,9	-	-	-	-	-	10 000	
	0,1	10	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
		20	6,6	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
23		8,8	7,1	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	
33		17,8	16,1	11,2	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	
43		31,8	30,1	25,2	17,6	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	
53		51,2	49,5	44,6	37,0	25,2	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	54	
63		74,2	72,5	67,9	59,9	48,1	29,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	68	
73		99,5	97,8	92,9	85,3	73,5	52,8	32,7	9,3	-	-	-	-	-	-	90	
83		128,2	126,5	121,6	114,0	102,2	81,2	60,0	38,5	13,8	-	-	-	-	-	350	
93		161,0	159,3	154,4	146,8	135,0	114,1	93,0	70,5	47,8	21,7	-	-	-	-	16 000	

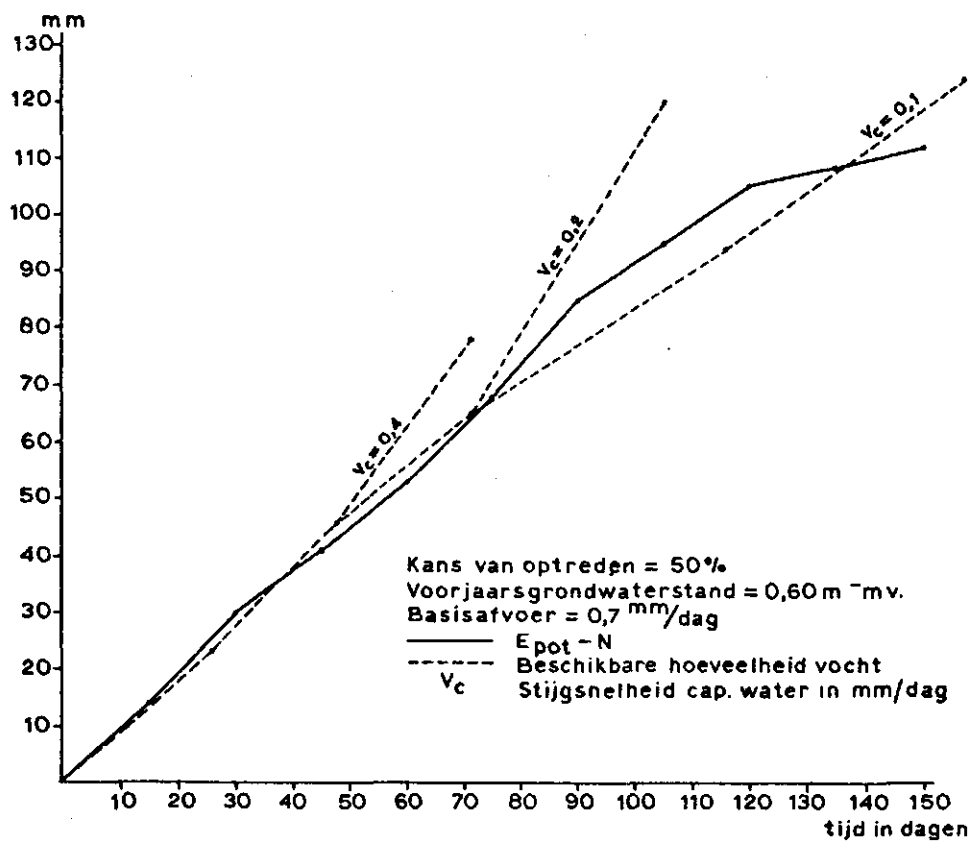


Fig. 10. Voorbeeld van gesommeerd verdampingsoverschot en in het profiel beschikbare hoeveelheid vocht gedurende het groeiseizoen in relatie tot de tijd

leverantielij goed overeen met de $E_{pot} - N$ curve. Daarna gaat de berekende vochtleverantie echter van de $E_{pot} - N$ curve afwijken. Op dit punt is dan ook bij de berekening overgestapt op een $V_c = 0,2$ mm/dag. Na 70 dagen gaan de lijnen weer van elkaar afwijken en is het voor een juiste benadering van de vochtleverantie noodzakelijk vanaf dit tijdstip bij de berekeningen uit te gaan van een nog kleinere waarde voor de stijgsnelheid van het capillaire water, namelijk $V_c = 0,1$ mm/dag.

We zien in fig. 10 dat beide lijnen tot het eind van het groeiseizoen redelijk met elkaar overeenkomen. Hieruit volgt dat er bij dit voorbeeld nooit sprake kan zijn van onvoldoende vochtlevering vanuit de bodem aan het gewas. De vochtleverantielij in deze figuur is ontleend aan de waarden, die in tabel 3 staan vermeld. Het gegeven voorbeeld geldt voor een voorjaarsgrondwaterstand van 60 cm beneden maaiveld, een basisafvoer van 0,7 mm/dag, en een onderschrijdingskans van 50 %.

Tabel 3. Overzicht van de daling van het grondwater tijdens het groei-
seizoen en de daarmee corresponderende stijgsnelheden (Vc),
zuigspanningen, beschikbare hoeveelheden vocht en leverings-
tijd, indien wordt uitgegaan van een voorjaarsgrondwaterstand
van 0,60 m-maaiveld, een basisafvoer van 0,7 mm/dag en een
kans van voorkomen van 50 %

Vc	Grondwater- stand in cm-m.v.	pF	Vocht wortelzone in mm	Vocht ondergrond in mm	Totaal beschikbaar vocht in mm	Leverings- tijd in dagen
0,4	70	1,74	5,5	4,5	10,0	11,3
	80	1,82	13	10,5	23,5	26,2
	90	1,96	27	19,2	46,2	47,9
0,3	100	2,13	39,5	26,1	65,6	70,9
0,2	113	2,56	61	32,9	93,9	116,1
0,1	123	4,0	87	37,0	124,0	157,2

Uit de tabel blijkt dat na 116 dagen het grondwater is gedaald tot 113 cm-maaiveld en na 157 dagen tot 123 cm-maaiveld. Het groei-
seizoen is maximaal op 120 dagen gesteld. Door interpolatie wordt
gevonden dat na 120 dagen de grondwaterstand is gedaald tot 121 cm-
-maaiveld. De in de tabel vermelde waarden gelden derhalve voor een
voorjaars- en zomergrondwaterstand van respectievelijk 0,60 en
1,21 m-maaiveld.

Uit de doorsnede in fig. 4 blijkt dat onder de huidige omstan-
digheden deze waterstanden voorkomen op een afstand van 850 meter
van de dijksloot in de Paulinapolder.

Op de hier beschreven wijze is vervolgens ook voor andere af-
standen vanaf de dijksloot bij de huidige en de na een indijking
te verwachten grondwaterstanden de vochtlevering vanuit het profiel
berekend. Dit is eveneens gedaan voor de Braakmanpolder. De bere-
keningen zijn herhaald met de frequentieverdelingen van neerslag
en verdamping voor droge jaren met een kans van voorkomen van respec-
tievelijk 20 %, 10 % en 1 %.

Als voorbeeld is in fig. 11 het verdampingsoverschot met 10 %
kans van voorkomen en de uit het profiel leverbare hoeveelheid vocht,
beide gezien in relatie tot de tijd weergegeven.

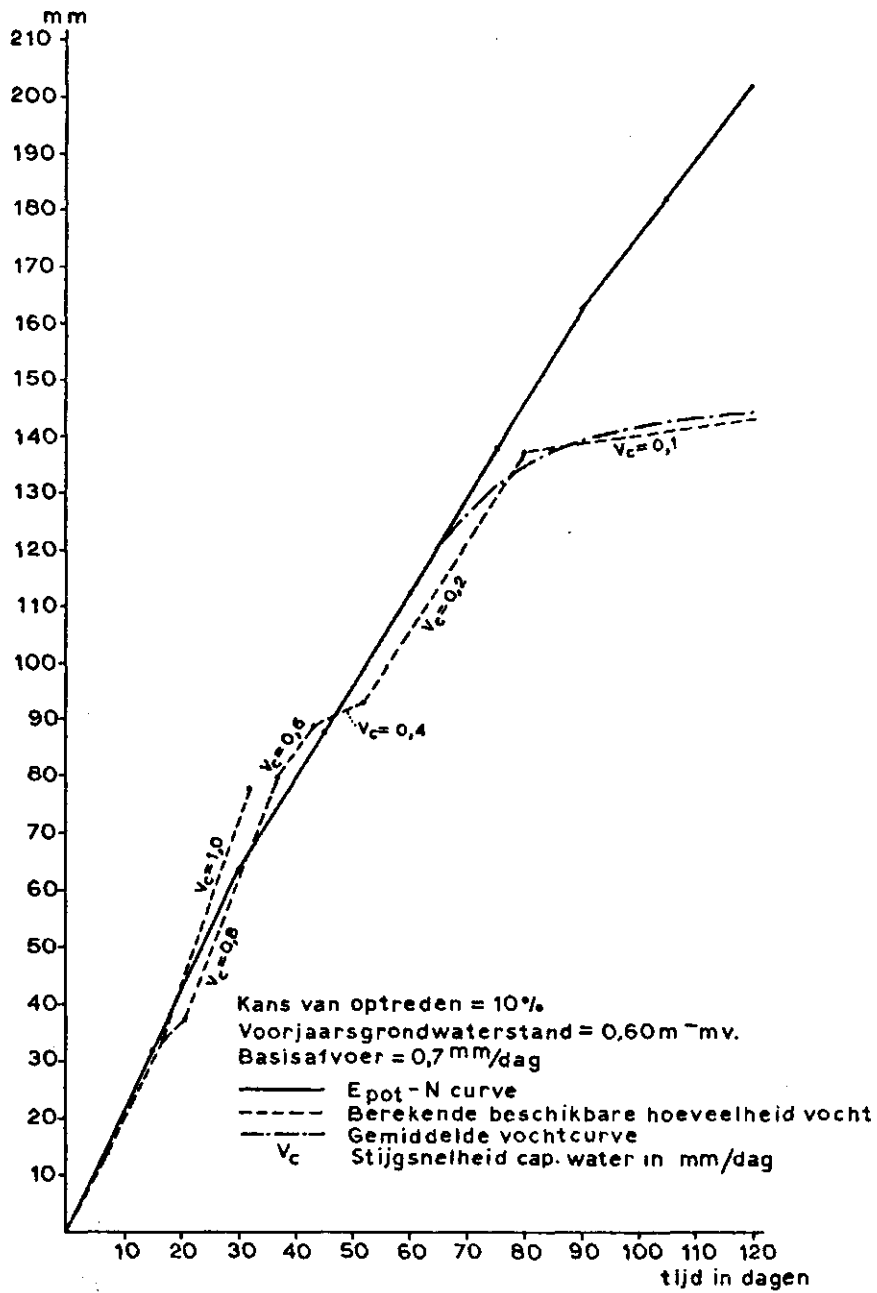


Fig. 11. Voorbeeld van gesommeerd verdampingsoverschot en in het profiel beschikbare hoeveelheid vocht gedurende het groeiseizoen in relatie tot de tijd

Ook deze figuur geldt voor een voorjaarsgrondwaterstand van 0,60 m beneden maaiveld en een basisafvoer van 0,7 mm/dag. Duidelijk blijkt uit de figuur het achterblijven van de vochtleverantie uit de grond ten opzichte van de verdamping. Dit vochttekort begint hier te ontstaan na ca. 70 dagen.

7. VOCHTTEKORT EN VERDROGINGSSCHADE AAN GEWASSEN

7.1. D e r e l a t i e v e v e r d a m p i n g

Bij de berekeningen is uitgegaan van een lineair verband tussen verdamping en totale droge stofproduktie en om daarbij bepaalde klimaats-effecten te elimineren is gewerkt met het begrip relatieve verdamping, dit is het quotiënt van de werkelijke verdamping en de potentiële verdamping (RIJTEMA, 1971). De relatieve verdamping is bepaald aan het eind van het groeiseizoen van het gewas. Het groeiseizoen is echter niet voor alle gewassen gelijk. Bij dit onderzoek zijn de berekeningen uitgevoerd voor 4 van de belangrijkste gewassen, die in het gebied worden verbouwd, te weten: winter- en zomergranen, aardappels en suikerbieten.

Tabel 4 geeft een overzicht van de begin- en einddata van het groeiseizoen en de duur hiervan voor de genoemde gewassen.

Tabel 4. Duur groeiseizoen

Gewas	Begindatum	Einddatum	Lengte reken- periode in dagen
wintergranen	15/4	15/7	90
zomergranen	15/4	1/8	105
aardappels	1/5	1/9	120
suikerbieten	1/5	1/9	120

De relatieve verdamping, waarvan de waarde de factor vormt waarmee de optimale droge stofproduktie moet worden vermenigvuldigd om tot de werkelijke droge stofproduktie te komen, is vervolgens berekend

aan de hand van de grafische relaties, waarvan in de fig. 10 en 11 voorbeelden zijn gegeven.

7.2. D e g r a a n p r o d u k t i e

De droge stofproduktie bij een optimale vochtvoorziening is gesteld op 12 000 kg/ha voor wintergranen en 11 000 kg/ha voor zomergranen. Deze opbrengsten zijn vermenigvuldigd met de gevonden waarden voor de relatieve verdamping. De droge stofproduktie die op het land achterblijft aan wortels en stoppels is gesteld op 200 kg/ha. De netto oogstbare droge stof bij een optimale watervoorziening is derhalve voor winter- en zomergranen respectievelijk 10 000 en 9000 kg/ha. Het gewicht aan netto droge stof is omgerekend in geoogst produkt door bij de droge stof 17 gewichtsprocenten voor het vochtgehalte toe te voegen. De berekende waarden voor geoogst produkt zijn vervolgens aan de hand van fig. 12 en de pF-waarden tijdens de overgangsfase van negatieve naar generatieve groei (RIJTEMA, 1971) gesplitst in korrel- en stro-opbrengst. Op deze wijze zijn opbrengstcijfers verkregen, die gelden voor nu en voor de toestand na een indijking van de Mosselbanken, waarbij onderscheid is gemaakt naar de kans van optreden.

Om tot zo reëel mogelijk gemiddelde waarden voor de opbrengsten te komen is voor de raaien A, B en C (zie fig. 2), de relatie tussen opbrengst en kans van optreden vastgelegd. Een voorbeeld hiervan is gegeven voor wintertarwe in fig. 13.

Door de verhouding van het gearceerde oppervlak met het totale oppervlak te bepalen wordt een waarde voor de opbrengst in procenten van de opbrengst bij een optimale vochtvoorziening verkregen, die als gemiddelde van vele achtereenvolgende jaren kan gelden.

De in fig. 13 afgebeelde relatie geldt voor een voorjaarsgrondwaterstand van ca. 80 cm-maaiveld en een zomergrondwaterstand van 142 cm-maaiveld. Deze waterstanden zijn te verwachten, na een bedijking van de Mosselbanken, in de Paulinapolder op een afstand van bijna 500 meter van de dijksloot, zoals uit fig. 4 blijkt.

Overeenkomstig het voorbeeld in fig. 13 zijn voor de verschillende grondwaterniveaus gemiddelde opbrengsten berekend en met behulp van de raaidoorsneden A, B en C in de fig. 4, 5 en 6 gerelateerd aan de plaats van voorkomen.

Door vervolgens het verband te bepalen tussen de berekende gemid-

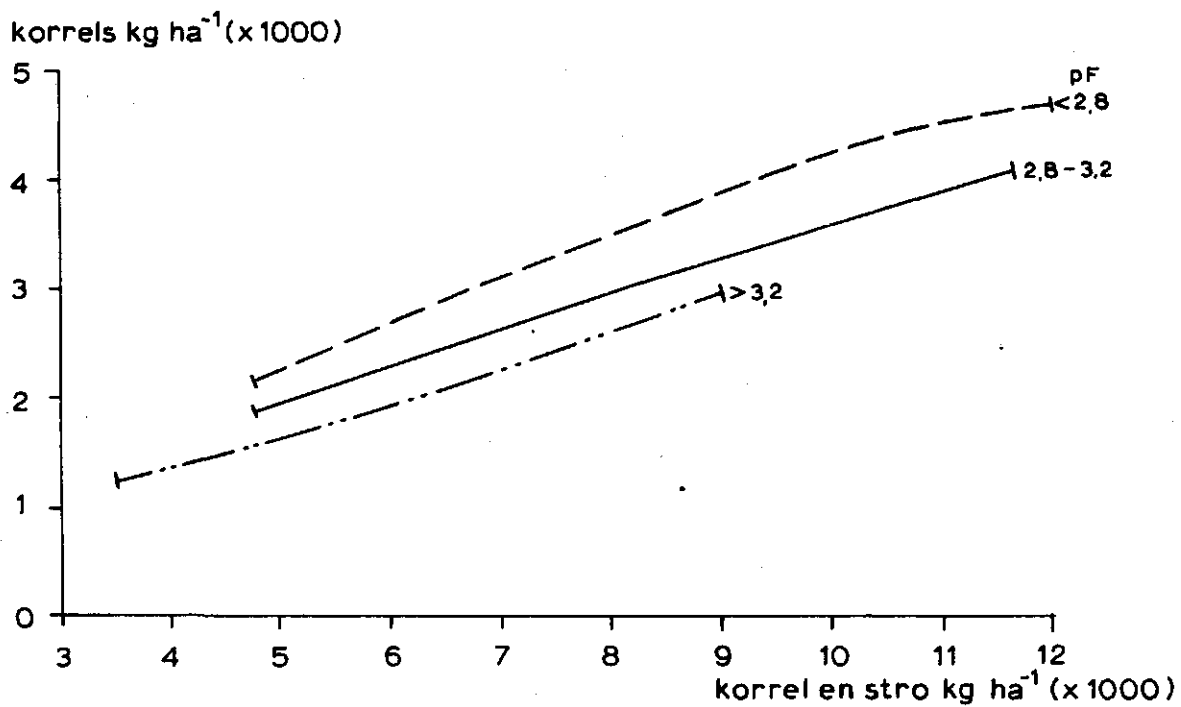


Fig. 12. Relatie korrel- en stro-opbrengst bij granen voor verschillende pF-waarden



Fig. 13. Voorbeeld van de relatie tussen opbrengst in % voor wintertarwe (korrel) en kans van optreden bij een voorjaarsgrondwaterstand van $0,80 \text{ m m.v.}$ en een zomergrondwaterstand van $1,42 \text{ m m.v.}$

delde opbrengsten en de plaats van voorkomen, uitgedrukt in de afstand tot de dijksloot, is een beeld verkregen van de gevolgen van de bedijking van de Mosselbanken voor de opbrengst van de gewassen.

In de fig. 14 en 15 is dit voor doorsnede A in de Paulinapolder weergegeven voor de winter- en zomergranen.

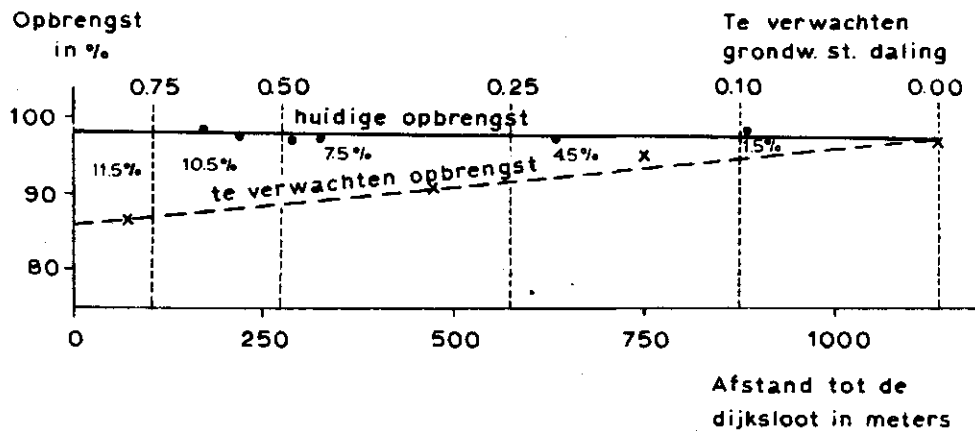


Fig. 14. Paulinapolder. Relatie in doorsnede A van fig. 2 tussen opbrengst wintertarwe (korrel) en afstand tot de dijksloot met de gemiddelde depressietoename tussen 2 grondwaterstandsdalingslijnen bij inpoldering van de Mosselbanken

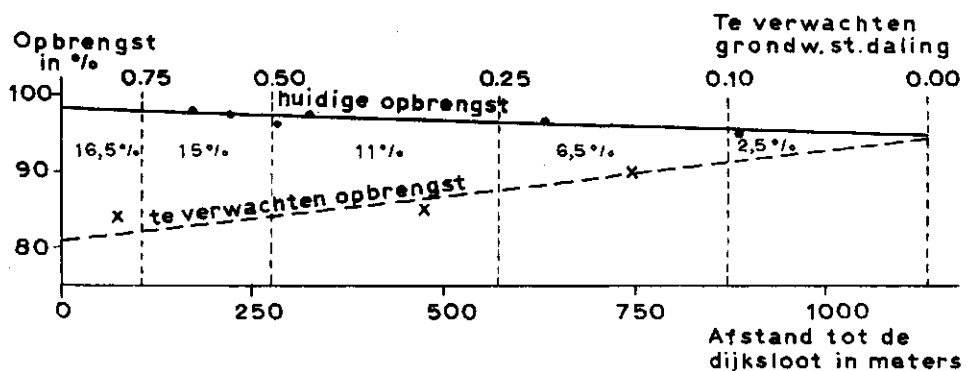


Fig. 15. Paulinapolder. Relatie in doorsnede A van fig. 2 tussen opbrengst zomergraan (korrel) en afstand tot de dijksloot met de gemiddelde depressietoename tussen 2 grondwaterstandsdalingslijnen bij inpoldering van de Mosselbanken

Aangenomen mag worden dat het patroon van de depressieveranderingen in grote lijnen identiek zal zijn aan het patroon van de grondwa-

terverlagingen in fig. 7. Hiervan uitgaande zijn in de figuren waarin de opbrengst is gerelateerd aan de afstand en waarvan de fig. 14 en 15 twee voorbeelden zijn, de snijdingen met de grondwaterstands dalingslijnen ingetekend, waarna de gemiddelde depressieverandering tussen 2 dalingslijnen is bepaald. De op de grondwaterstandsverlagingskaart in fig. 7 vermelde oppervlakten zijn vervolgens geïnterpreteerd voor de oppervlakten waarover de berekende gemiddelde depressieveranderingen optreden. Het eindresultaat van deze berekeningen is samengevat in de tabellen 5 tot en met 8.

Tabel 5. Te verwachten toename van de verdrogings schade ten opzichte van de produktie bij optimale vochtvoorziening in procenten en oppervlakten per verdrogingsklasse bij de graangewassen, als gevolg van een inpoldering van de Mosselbanken

P A U L I N A P O L D E R					
Oppervlakte in ha per verdrogingsklasse (zie fig. 7)	7,4	12,2	14,5	19,8	21,0
	%	%	%	%	%
Wintertarwe	11,5	10,5	7,5	4,5	1,5
Wintertarwe stro	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Zomergranen	16,5	15,0	11,0	6,5	2,5
Zomergranen stro	8,0	7,0	5,0	3,0	1,0

Tabel 6

B R A A K M A N					
Westelijk deel van de Westgeul					
Oppervlakte in ha per verdrogingsklasse	3,7	26,3	27,3	30,4	
	%	%	%	%	
Wintertarwe	5,0	3,5	2,0	1,0	
Wintertarwe stro	2,5	2,0	1,5	1,0	
Zomergranen	7,0	4,0	2,5	1,0	
Zomergranen stro	3,0	2,5	1,0	0,5	

Tabel 7.

B R A A K M A N					
Oostelijk deel van de Westgeul					
Oppervlakte in ha per verdrogings- klasse	15,8	22,2	21,3	20,7	31,2
	%	%	%	%	%
Wintertarwe	16,0	11,5	8,5	6,0	2,0
Wintertarwe stro	4,5	2,5	0,5	0,0	0,0
Zomergranen	14,0	12,0	9,5	6,0	2,0
Zomergranen stro	5,0	3,0	1,0	0,0	0,0

Tabel 8

E L I S A B E T H P O L D E R					
Oppervlakte in ha per verdrogingsklasse	1,5	2,4	6,6	14,8	
	%	%	%	%	
Wintertarwe	5,0	3,5	2,0	1,0	
Wintertarwe stro	2,5	2,0	1,5	1,0	
Zomergranen	7,0	4,0	2,5	1,0	
Zomergranen stro	3,0	2,5	1,0	0,5	

Zoals uit de tabellen blijkt zullen de gevolgen van de inpoldering het grootst zijn voor het oostelijk deel van de Braakmanpolder en voor de Paulinapolder. In deze polders zal de verdroging dicht onder de zee-dijk bij het gewas wintertarwe respectievelijk toenemen met 16 % en 11,5 %.

De berekeningen resulteren voor het oostelijk deel van de Braakman in een aanzienlijk grotere schaderaming dan voor de rest van het onderzoeksgebied

Dit is in belangrijke mate toe te schrijven aan de gevoeligheid van de granen voor de zuigspanning in de wortelzone tijdens de overgangsfase van vegetatieve naar generatieve groei. Deze zuigspanning is

namelijk op het voor het gewas kritische moment, in het oostelijk deel van de Braakman, veel groter dan in de rest van het gebied, als gevolg van de grotere grondwaterstandsaling.

7.3. De aardappelproductie

Op dezelfde wijze als voor de granen is gedaan, zijn de berekeningen voor de aardappelopbrengst en de te verwachten verdrogings schade uitgevoerd. De duur van het groeiseizoen is gesteld op 120 dagen. Voor de totale droge stofproductie, dat wil zeggen de droge stof van knollen, loof en wortels, is bij een optimale vochtvoorziening 16 500 kg/ha aangenomen. De niet oogstbare droge stof, die in de vorm van wortels in de grond achterblijft is gesteld op 1000 kg/ha. Voor de relatie oogstbare droge stof en droge stof knollen, alsmede voor de relatie droge stof knollen en vers gewicht knollen is gebruik gemaakt van de fig. 16 en 17, ontleend aan RIJTEMA en ENDRODI (1970).

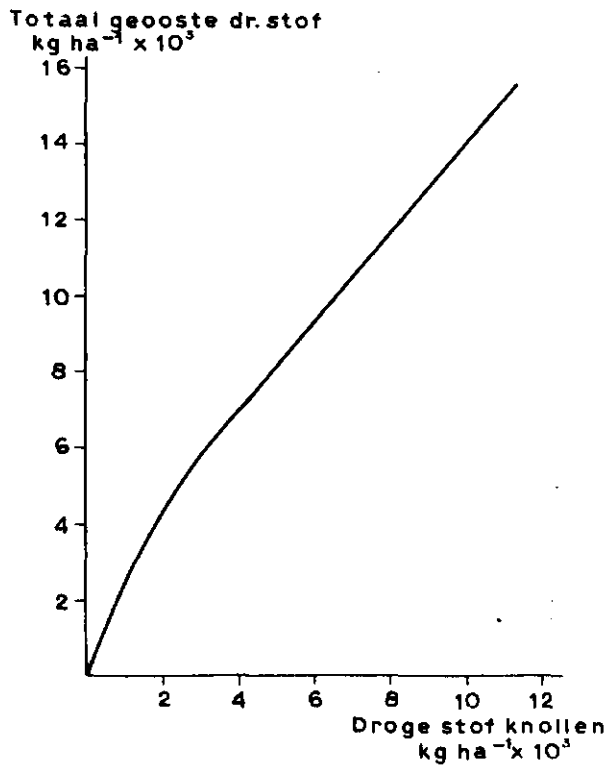


Fig. 16. Relatie bij aardappelen tussen totaal oogstbare droge stof en droge stof knollen

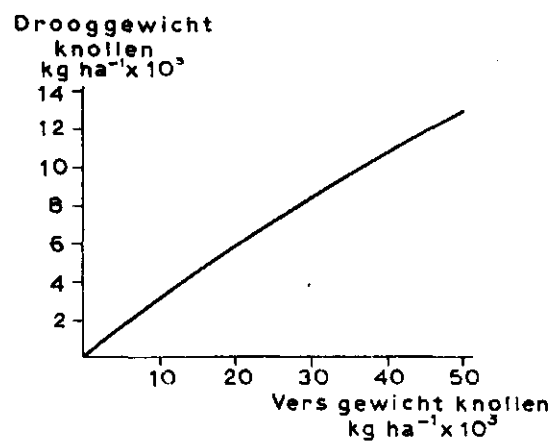


Fig. 17. Relatie bij aardappelen tussen droge stof knollen en versgewicht knollen

Uitgaande van deze figuren en van de genoemde waarden voor droge stofproduktie wordt voor de droge stofproduktie aan knollen bij een optimale vochtvoorziening 11 400 kg/ha gevonden. Dit komt overeen met 43 000 kg/ha vers gewicht aan knollen. De eindresultaten van de schadeberekningen zijn samengevat in tabel 9.

Tabel 9. De te verwachten toename van de verdrogings schade bij aardappelen ten opzichte van de produktie bij optimale vochtvoorziening in procenten en oppervlakten per verdrogingsklasse als gevolg van een inpoldering van de Mosselbanken

Paulinapolder		Braakman Westelijk van de Westgeul		Braakman Oostelijk van de Westgeul		Elisabethpolder	
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
7,4	10,5			15,8	6,0		
12,2	9,5	3,7	4,5	22,2	3,5	1,5	4,5
14,5	7,0	26,3	3,0	21,3	2,0	2,4	3,0
19,8	4,0	27,3	2,5	20,7	1,0	6,6	2,5
21,0	1,5	30,4	0,0	31,2	0,5	14,8	0,0

7.4. De suikerbietenproduktie

Gezien het areaal waarop suikerbieten in het onderzoeksgebied worden verbouwd ca. 25 % van de totale oppervlakte in beslag neemt, was het van belang ook voor dit gewas een inzicht te hebben in de gevolgen van een inpoldering van de buitendijkse gronden op de produktie.

Aan de hand van gegevens van het Instituut voor Rationele Suikerproduktie kon de relatie worden vastgelegd tussen de totale droge stofproduktie en de droge stof van de wortel (fig. 18) alsmede tussen droge stof wortel en vers gewicht wortel (fig. 19). De gegevens werden verkregen uit wekelijkse rooiingen over verschillende jaren op een 3-tal over het land verspreide proefvelden.

Uitgaande van een bietenopbrengst van 70 000 kg/ha bij optimale vochtvoorziening volgt uit fig. 19 een droge stofopbrengst van de wortels van 16 000 kg/ha. Met behulp van fig. 18 volgt hieruit een

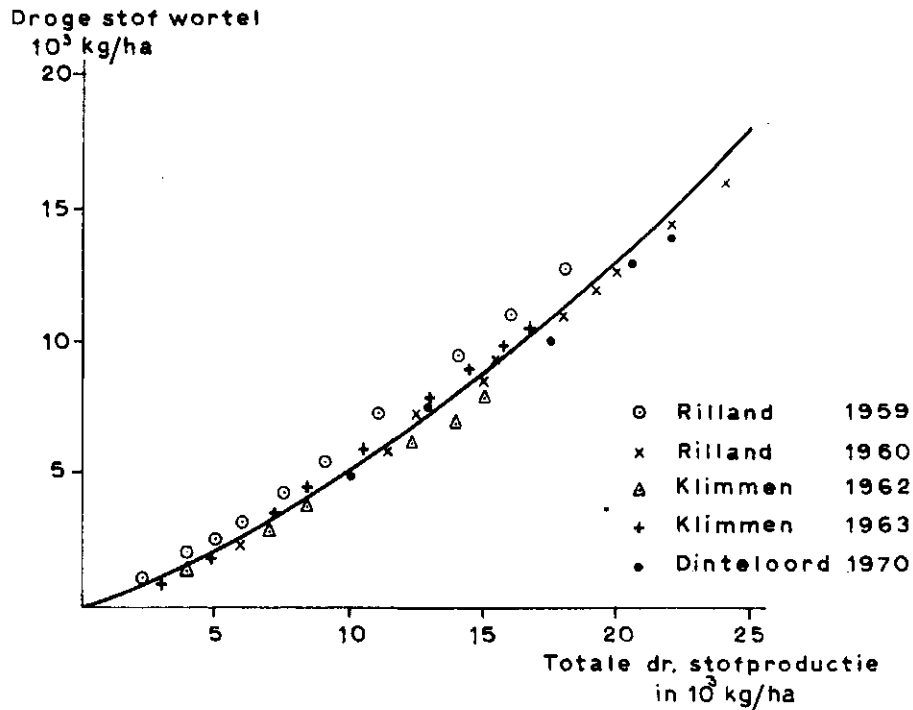


Fig. 18. Relatie totale droge stofproductie en droge stof wortel bij suikerbieten

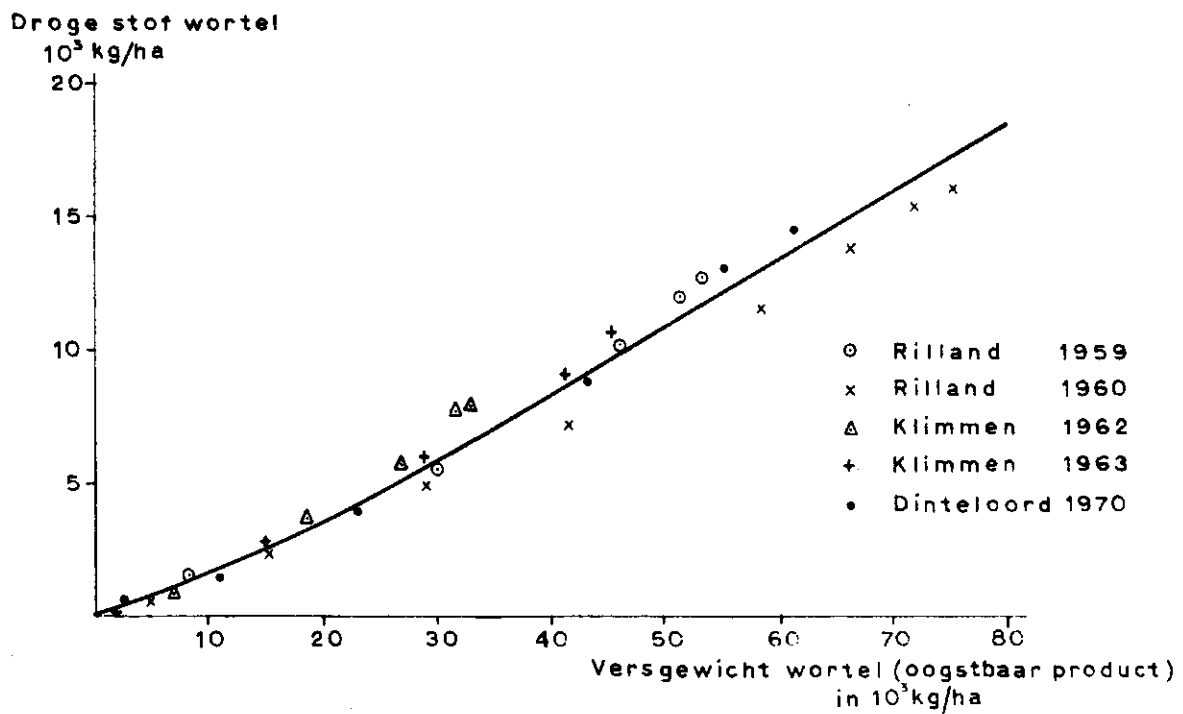


Fig. 19. Relatie droge stof wortel en vers gewicht wortel van de suikerbiet

totale droge stofproduktie aan bieten en loof van 23 000 kg/ha bij optimale vochtvoorziening. Bij de berekeningen is deze droge stofproduktie vermenigvuldigd met de relatieve verdamping waarna met behulp van de fig. 18 en 19 de bietenopbrengsten bij beperkte vochtvoorziening zijn berekend.

Bij de shadeberekeningen is namelijk aangenomen dat, evenals bij de granen en aardappelen, ook bij de suikerbieten een lineaire relatie bestaat tussen totale droge stofproduktie en de relatieve verdamping. De duur van het groeiseizoen is gesteld op 120 dagen. De berekeningen zijn verder identiek aan die van de granen en aardappelen uitgevoerd.

De eindresultaten van de bewerking zijn in tabel 10 samengevat.

Tabel 10. De te verwachten toename van verdrogingsshade bij suikerbieten ten opzichte van de produktie bij optimale vochtvoorziening in procenten en oppervlakten per verdrogingsklasse, als gevolg van een inpoldering van de Mosselbanken

Paulinapolder		Braakman Westelijk van de Westgeul		Braakman Oostelijk van de Westgeul		Elisabethpolder	
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
7,4	9,5			15,8	5,5		
12,2	8,0	3,7	3,0	22,2	3,0	1,5	3,0
14,5	5,5	26,3	2,5	21,3	2,0	2,4	2,5
19,8	3,0	27,3	2,0	20,7	1,0	6,6	2,0
21,0	1,0	30,4	1,0	31,2	0,5	14,8	1,0
74,9	4,4	88,0	1,8	111,0	2,1	25,0	1,4

8. CONCLUSIE

De inpoldering van de Mosselbanken zal in de aangrenzende polders tot maximaal ca. 1 km landinwaarts een grondwaterstandsverlaging veroorzaken, die dicht onder de zeedijk het grootst zal zijn en daar 75 à 100 cm zal bedragen. In de Elisabethpolder is een geringere daling te verwachten als gevolg van het kleinere oppervlak voorliggende schor

en de wateronttrekkende invloed van het Elisabethkanaal.

De uitgevoerde schadeberekeningen zijn gericht op het geven van een gemiddeld beeld van de met verschillende frequenties optredende droogteschade. Gelet op de van jaar tot jaar sterk variabele neerslagverdeling, kunnen de werkelijke opbrengstdervingen soms sterk afwijken van de uit dit onderzoek resulterende waarden. In droge jaren zullen grotere opbrengstdervingen te verwachten zijn. In natte jaren zal de schade-toename aan de gewassen veel geringer of zelfs nihil kunnen zijn. Voor het doel wat dit onderzoek echter beoogt, namelijk de gegevens te leveren die kunnen dienen voor het vaststellen van de financiële consequenties van een inpoldering van de Mosselbanken, zijn opbrengstgegevens van incidentele jaren van weinig waarde en vormt het langjarig gemiddelde een juister uitgangspunt.

Uit de schadeberekeningen blijkt dat de te verwachten grondwaterstandsverlaging nadelige gevolgen zal hebben voor de groei van de gewassen. In welke mate dit het geval is in de onderscheiden polders, is weer gegeven in de tabellen 4 tot en met 9. De grootste schade zal te verwachten zijn dicht onder de zeedijk. Over de omvang van de totale schade geeft tabel 11 informatie.

Tabel 11. Overzicht van de gemiddelde schade in procenten ten opzichte van de opbrengst bij optimale vochtvoorziening voor de verschillende polders en de belangrijkste gewassen

	Paulina- polder	Braakman West	Braakman Oost	Elisabeth- polder
Totaal oppervlak met schade	74,9	88,0	111,0	25,0
Gewas	Gemiddelde schade in procenten			
Wintertarwe	4,6	2,2	7,9	1,7
Wintertarwe stro	1,9	1,5	1,2	1,3
Zomergranen	6,7	2,6	7,9	2,1
Zomergranen stro	3,1	1,4	1,5	1,0
Aardappels	5,4	1,9	2,3	1,2
Bieten	4,4	1,8	2,1	1,4

Deze tabel toont aan dat de opbrengsten van de graangewassen het sterkst zullen teruglopen in het oostelijk deel van de Braakmanpolder. De grootste opbrengstdervingen bij suikerbieten en aardappelen zullen daarentegen in de Paulinapolder te verwachten zijn. Een en ander is een gevolg van het feit dat de opbrengstverminderingen, behalve van de grondwaterstandsdeling, ook afhankelijk zijn van de diepte van het grondwater beneden maaiveld.

9. SAMENVATTING

Met het oog op een mogelijke inpoldering van de buitendijkse gronden, grenzend aan de noordzijde van de Paulina-, Elisabeth- en Braakmanpolder, is een onderzoek verricht naar de gevolgen van een dergelijke inpoldering voor de landbouwproductie in genoemde polders. In verband hiermede is door middel van grondwaterstandswaarnemingen het gemiddelde grondwaterpatroon in het onderzoeksgebied voor het begin en het eind van het groeiseizoen vastgesteld. Het gemiddelde is bepaald door de verzamelde gegevens te correleren met een vanaf 1953 dagelijks waargenomen grondwaterstandsbuis. Aan de hand van de aldus verkregen gegevens zijn de bij een inpoldering te verwachten grondwaterstandsverlagingen afgeleid. Hieruit blijkt dat in de landbouwgronden tegen de zeedijk het grondwater plaatselijk bijna 1 meter zal gaan dalen. De daling zal, naarmate de afstand tot de zeedijk groter is, geringer zijn. De maximale afstand waarbinnen nog veranderingen te verwachten zijn bedraagt ca. 1 km.

Met de methode RIJTEMA (1970) is vervolgens berekend welke consequenties de grondwaterstandsverlaging zal hebben voor de productie van de vier meest verbouwde gewassen in het onderzoeksgebied, te weten winter- en zomergranen, aardappelen en suikerbieten. De schadeberekeringen zijn uitgevoerd voor een jaar met gemiddelde neerslagverdeling tijdens het groeiseizoen en voor een droog, zeer droog en extreem droog jaar met respectievelijk een kans van optreden van 50 %, 20 %, 10 % en 1 %. Hieruit is vervolgens de te verwachten gemiddelde opbrengstderving afgeleid.

LITERATUUR

- ADVIESBUREAU ARNHEM N.V., 1971. Hydrologische consequenties van het bouwrijp maken van de Mosselbanken.
- KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE HEIDEMAATSCHAPPIJ, Rapport nr 1131, oktober 1969. Het bouwrijp maken van de Mosselbanken ten noorden van de Braakmanpolder.
- RIDDER, N.A., DE, e.a., 1957. Agro-Hydrologische profielen van Zeeland.
- RIJTEMA, P.E., ICW-nota nr 513, 1969. Soil moisture forecasting.
- and G. ENDRODI, 1970. Calculation of production of potatoes. ICW Techn. Bull. 70.
- ICW-nota nr 587, januari 1971. Een berekeningsmethode voor de benadering van de landbouwschade tengevolge van grondwateronttrekking.