

NOTA 797^{II}

21 februari 1974

voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

NN31545.0797

TE VERWACHTEN LANDBOUWKUNDIGE GEVOLGEN
VAN DE WATERWINNING IN OOST GELDERLAND

Dr. P. E. Rijtema

STANHOUDING
STANHOUDING



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.

ISBN 148352-02

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. BEREKENING VAN DE GEMIDDELDE VERLAGING	2
3. VERDELING OMGEVING WINPLAATSEN OVER GRONDGEBRUIK EN GRONDWATERTRAPPEN	4
4. INVLOED VAN DE VERLAGING OP G. H. G. EN G. L. G.	6
5. LANDBOUWKUNDIGE GEVOLGEN VAN DE GROND- WATERSTANDSDALING PER GRONDWATERTRAP	8
6. BEREKENING VAN DE LANDBOUWKUNDIGE GEVOLGEN PER WINPLAATS	10
7. BENADERING VAN DE LIMIETWAARDE VAN DE LANDBOUWKUNDIGE GEVOLGEN	13
8. DISCUSSIE EN CONCLUSIES	16
SAMENVATTING	19
LITERATUUR	20

1. INLEIDING

In verband met het onderzoek van de Commissie Waterhuishouding Gelderland, is in het kader van de studie betreffende het toekomstige waterbeheer een voorlopige raming gemaakt van de te verwachten landbouwkundige gevolgen van een verdere uitbreiding van de grondwaterwinning in Oost-Gelderland.

Bij de analyse is er van uitgegaan dat het patroon van de grondwaterstandsverlagingen wordt beïnvloed door de aanwezige ontwateringssloten, terwijl verder is aangenomen, dat in het beïnvloedingsgebied geen overgangen in de KD-waarden aanwezig zijn. Voorts is bij de berekeningen aangenomen, dat de winplaatsen elkaar onderling niet beïnvloeden. De verlagingsberekeningen zijn uitgevoerd voor de gemiddelde meteorologische omstandigheden, waarbij geen rekening is gehouden met uitbreiding van het beïnvloede gebied onder drogere omstandigheden.

Hoewel de in deze nota gevolgde werkwijze tot aanzienlijk grotere beïnvloede gebieden leidt dan door de Waterleiding Maatschappij Oostelijk Gelderland (W.O.G., 1973) is aangenomen, is bij de schadeberekeningen uitgegaan van de veronderstelling dat de door de W.O.G. beschreven omgeving van de winplaatsen ook representatief is voor het grotere beïnvloede gebied.

Voor de berekening van de eventuele gevolgen van een verdere uitbreiding van de grondwaterwinning is gesteld, dat bij een goede keuze van de winplaatsen, de eerste winningen op de minst schadelijke plaatsen zijn geprojecteerd. In principe is deze veronderstelling min of meer aanvechtbaar omdat wingebied en verzorgingsgebied niet absoluut te ontkoppelen zijn. Het aantal bestaande winplaatsen is echter reeds zo groot en is zodanig over het gebied verdeeld, dat mag worden verondersteld, dat bij verdere uitbreiding van de winning naar gevoeliger gebieden moet worden uitgeweken.

2. BEREKENING VAN DE GEMIDDELDE VERLAGING

Elke grondwateronttrekking resulteert in een verlaging van de grondwaterstand. Doorgaans wordt in de zandgebieden in Oost-Gelderland het patroon van de verlagingen sterk beïnvloed door de aanwezigheid van verschillende soorten ontwateringsleidingen. Vlak bij de winplaats zullen deze leidingen droog komen te staan, terwijl meer naar de rand van het beïnvloede gebied nog een gedeelte van het neerslagoverschot door deze leidingen wordt afgevoerd.

Voor de berekening van de gemiddelde wijziging van de grondwaterstand (φ) in afhankelijkheid van de afstand (r) tot de winplaats is uitgegaan van de door Ernst (1971) gegeven methode. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende relaties:

a. Voor het gebied waarin de sloten droog staan:

$$\varphi(r) = \frac{\tilde{N}^+ (r_1^2 - r^2)}{4 KD} + \frac{Q_w}{2\pi KD} \ln \frac{r}{r_1} - \tilde{N}^+ (\tau_e) \quad r > r_1 \quad (1)$$

b. Voor het gebied waarin de sloten afvoeren:

$$\varphi(r) = - \frac{K_0(r/\xi)}{K_0(r_1/\xi)} \tilde{N}^+(\tau_e) \quad (2)$$

Voor de bepaling van r_1 is gebruik gemaakt van de relatie:

$$\frac{Q_w}{\pi \xi 2 \tilde{N}^+} = \frac{r_1}{\xi} \left\{ \frac{r_1}{\xi} + 2 \frac{K_1(r_1/\xi)}{K_0(r_1/\xi)} \right\} \quad (3)$$

Hierin is:

$\varphi(r)$	de wijziging in de grondwaterstand in m
Q_w	constante onttrekking in m ³ /dag
\tilde{N}^+	gemiddeld neerslagoverschot in m/dag
r	de straal in m
r_1	maximum straal voor gebied met droge sloten
K	horizontale doorlatendheid in m/dag
D	dikte watervoerend pakket in m
τ_e	effectieve drainageweerstand van het gebied in dagen
ξ	$\sqrt{KD \tau_e}$
K_0, K_1	gemodificeerde Besselfuncties van orde nul en één

Bij de berekeningen is van een vrij hoog neerslagoverschot van 0.0009 m/dag uitgegaan, hetgeen neerkomt op gemiddeld 330 mm per jaar.

Voor de KD-waarden van de verschillende winplaatsen is gebruik gemaakt van de gegevens van de W. O. G. (1973), voorzover nodig aangevuld met gegevens ontleend aan Ernst, de Ridder en de Vries (1970). De waarden van Q_w zijn ontleend aan de gegevens van de W. O. G. (1973). Voor de bepaling van de drainageweerstand τ_e is uitgegaan van gegevens ontleend aan Ernst, de Ridder en de Vries (1970). Een overzicht van de basisgegevens voor de verschillende winplaatsen is gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Basisgegevens betreffende Q_w , KD en τ_e voor de verschillende winplaatsen

Winplaats	Capaciteit $\times 10^6 \text{ m}^3$ per jaar	Q_w m^3/dag	KD m^2/dag	τ_e dagen
De Pol	3,5	9600	1000	675
Van Heek	3,7	10200	1500	600
Olden Eibergen	1,2	3300	750	550
Lochem	3,0	8200	2000	550
Ruurlo	0,9	2600	1750	475
't Klooster	5,0	13700	3250	550
Harfsen	1,5	4100	1500	550
Vorden	5,0	13700	3750	550
Haarlo	1,7	4700	1250	525
Dinxperlo	2,0	5500	3000	575
Aalten	2,0	5500	3000	575
Baak	2,0	5500	3000	575
Stille Wold	4,0	11000	3000	550
Enghuizen	4,0	11000	1250	650
Gorssel	3,0	8200	1500	575
Noordwijkerveld	3,0	8200	750	700
't Loohuis	2,0	5500	1000	575

Met behulp van de in tabel 1 vermelde gegevens, zijn de oppervlakten voor de verschillende verlagingsklassen, waarbij als eventueel schadegebied die oppervlakte in de berekening is opgenomen, die een verlaging heeft van meer dan 0,05 m. Een overzicht van de oppervlakten in de verschillende verlagingsklassen is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Overzicht van de oppervlakten in de verschillende klassen van grondwaterstandsverlaging per winplaats

Winplaats	Oppervlakte (ha) met een gemiddelde verlaging in m van:										
	0,075	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	<1,00
De Pol	692	533	233	135	85	69	62	51	40	33	156
Van Heek	704	604	255	141	91	79	58	39	26	23	92
Olden Eibergen	311	215	85	46	26	21	14	9	8	5	12
Lochem	785	547	216	111	65	53	28	20	14	11	27
Ruurlo	333	182	49	18	13	5	2	1	1	-	-
't Klooster	1315	895	358	182	109	87	60	33	29	19	47
Harfsen	606	313	108	51	28	16	10	7	4	2	3
Vorden	1415	961	362	186	103	70	46	29	20	13	31
Haarlo	466	304	120	62	33	29	17	13	8	5	13
Dinxperlo	796	462	146	56	25	12	7	2	2	1	-
Aalten	796	462	146	56	25	12	7	2	2	1	-
Baak	796	462	146	56	25	12	7	2	2	1	-
Stille Wald	1131	757	299	144	88	57	37	24	16	10	26
Enghuizen	806	616	270	157	101	77	72	63	45	39	174
Gorsseel	729	509	210	112	71	62	39	30	21	17	50
Noordwijkerveld	552	445	186	117	77	63	60	54	44	35	190
't Loohuis	470	343	141	79	47	39	28	22	16	9	38

3. VERDELING OMGEVING WINPLAATSEN OVER GRONDGEBRUIK EN GRONDWATERTRAPPEN

Voor de verdeling van het beïnvloede gebied in grondgebruik en in grondwatertrappen is aangenomen dat hiervoor dezelfde procentuele verdeling geldt als door de W.O.G. (1973) voor de kleinere beïnvloede gebieden is aangegeven, waardoor rekening wordt gehouden met de oppervlakten van winplaatsen, bos, bebouwing (kommen) en met de gebieden aan de andere zijde van de grotere watergangen als Oude IJssel, Berkel en Schipbeek. Bij de berekeningen is van de volgende stellingen uitgegaan.

- a. De oppervlakte van de terreinen in eigendom of pacht bij de W. O. G. is gesitueerd in het gebied met de grootste verlagingen, terwijl deze terreinen buiten de schadeberekeningen zijn gehouden. Bij de winning Dinxperlo is bijvoorbeeld 8 ha in bezit van de W. O. G. , hetgeen betekent, dat slechts 4 ha met een gemiddelde verlaging van 0,65 m in handen van derden is en 8 ha met een verlaging van 0,65m en meer buiten de schadeberekening blijft;
- b. Bij de berekeningen is aangenomen dat de oppervlakte bebouwde kommen procentueel verdeeld is over alle verlagingsklassen. In werkelijkheid zal de oppervlakte bebouwde kommen aan de rand van het beïnvloede gebied procentueel groter zijn dan in het centrum, zodat door deze stelling een onderschatting van de landbouwkundige gevolgen wordt gegeven;
- c. De oppervlakte van het beïnvloede gebied aan de andere zijde van de grotere watergangen is als een geen schade ondervindende oppervlakte procentueel verdeeld over alle verlagingsklassen. In het algemeen zal alleen een beïnvloeding in de randgebieden optreden, zodat door deze stelling ook een onderschatting van de landbouwkundige gevolgen wordt gegeven;
- d. Ten aanzien van de oppervlakte bos zijn twee berekeningen uitgevoerd namelijk in de eerste plaats dat de oppervlakte aan bossen procentueel verdeeld is over alle verlagingsklassen en in de tweede plaats dat de door de W. O. G. gegeven oppervlakte bos in ha geconcentreerd rond de winplaats aanwezig is. Bij de eerste berekeningswijze wordt het totale oppervlak aan bossen waarschijnlijk overgewaardeerd, maar het effect van de ruimtelijke verdeling van de bossen ondergewaardeerd. Bij de tweede berekening wordt het oppervlak aan bossen waarschijnlijk iets ondergewaardeerd, maar de ruimtelijke verdeling van de bossen sterk overgewaardeerd;
- e. Er is aangenomen, dat de oppervlakte in de verschillende grondwatertrappen procentueel is verdeeld over alle verlagingsklassen.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de oppervlakte van de winplaatsen en de procentuele verdeling van het beïnvloede gebied, verminderd met de oppervlakte van de winplaatsen, over de verschillende categorieën.

Tabel 3. De oppervlakte van de winplaats in ha en de procentuele verdeling van de gebruiksvormen en grondwatertrappen in het beïnvloede gebied

Winplaats	Opp. winplaats ha	Procentuele verdeling van het landgebruik								
		bos	kornmen	overkant rivieren	Landbouwgebieden					
					GT VII	GT VI	GT V	GT IV	GT III	GT II
De Pol	29	13,5	12,0	19,4	18,2	10,8	13,6	-	10,8	1,7
Van Heek	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Olden Eibergen	12	6,9	-	-	12,6	5,4	36,4	-	38,1	0,6
Lochem	-	21,8	25,9	8,0	14,9	10,7	11,0	-	7,7	-
Ruurlo	1	14,7	25,0	-	35,8	8,9	14,3	-	1,3	-
't Klooster	56	17,7	-	-	10,6	22,9	30,7	-	18,1	-
Harfsen	3	9,3	5,9	-	18,1	34,9	8,0	-	23,6	0,2
Vorden	25	48,1	0,6	-	13,0	12,0	13,5	-	12,8	-
Haarlo	9	8,8	-	-	12,7	5,4	31,4	-	38,8	2,9
Dinxperlo	8	1,8	1,5	6,5	17,9	28,7	33,6	-	9,9	0,1
Aalten	5	6,2	-	-	24,3	12,3	41,6	-	15,6	-
Baak	25	4,3	-	-	22,6	9,8	1,8	20,6	37,6	3,3
Stille Wald	26	9,8	4,8	-	35,2	18,9	9,6	-	20,2	1,5
Enghuizen	-	21,1	2,9	2,9	34,0	11,6	3,0	-	24,0	0,5
Gorssel	12	46,5	2,7	-	25,3	5,0	-	-	18,8	1,7
Noordwijkerveld	5	11,5	-	3,8	7,5	14,4	28,4	-	34,2	0,4
't Loohuis	5	0,7	5,5	-	24,3	12,3	41,6	-	15,6	-

4. INVLOED VAN DE VERLAGING OP G. H. G. EN G. L. G.

Voor de berekening van de invloed van de gemiddelde grondwaterstandsverlaging op de G. H. G. en G. L. G. voor de situatie met onttrekking is uitgegaan van de zeer globale relaties zoals die voor het waterwinningsgebied Losser zijn gevonden (Rijtema en Bon, 1974). Naast de verlaging van de gemiddelde grondwaterstand heeft de onttrekking ook invloed op de jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstanden door een afname van een eventueel aanwezige kwel of door toename van de wegzijging. Als resultaat van het onderzoek bij Losser kon voor de verschillende grondwatertrappen een verband worden vastgesteld tussen de gemiddelde grondwaterstandsverlaging ϕ_r en de wijziging in de gemiddelde grondwaterstandsfluctuatie (Δf). Een overzicht van de relatie tussen ϕ_r en Δf is voor de verschillende grondwatertrappen weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Het verband tussen de gemiddelde grondwaterstandsaling φ_r en de wijziging in de gemiddelde fluctuatie (Δf) voor verschillende grondwatertrappen

Grondwatertrap	II	III	IV	V	VI	VII
G.H.G. oud cm - mv	0	< 40	> 40	< 40	40-80	> 80
G.L.G. oud cm - mv	≤ 80	≤ 120	≤ 120	> 120	> 120	> 120
Gem. verlaging grondwaterstand φ_r in cm	Gemiddelde toename grondwaterstandsfluctuatie Δf in cm					
0	0	0	0	0	0	0
20	18	10	12	8	4	0
40	32	22	25	14	6	0
60	42	30	35	18	8	0
80	52	38	44	20	10	0
100	62	44	50	22	12	0
120	68	46	55	24	12	0
> 120	68	46	55	24	12	0

Voor het verband tussen $G.H.G._n$ en $G.L.G._n$ in de nieuwe situatie en $G.H.G._o$ en $G.L.G._o$ in de oude situatie gelden nu de volgende relaties:

$$G.L.G._n - G.H.G._n - G.L.G._o + G.H.G._o = \Delta f \quad \text{en} \quad (4)$$

$$G.L.G._n + G.H.G._n - G.L.G._o - G.H.G._o = 2\varphi_r \quad (5)$$

Combinatie van beide vergelijkingen geeft het volgende resultaat

$$G.L.G._n = G.L.G._o + \varphi_r + \frac{1}{2}\Delta f = G.L.G._o + \Delta G.L.G. \quad (6)$$

$$G.H.G._n = G.H.G._o + \varphi_r - \frac{1}{2}\Delta f = G.H.G._o + \Delta G.H.G. \quad (7)$$

In tabel 5 zijn de waarden van $\Delta G.H.G.$ en $\Delta G.L.G.$ bij verschillende waarden van de gemiddelde grondwaterstandsverlaging voor de grondwatertrappen in de oude situatie weergegeven.

Tabel 5. Het verband tussen de gemiddelde grondwaterstandsaling ϕ_r en de gemiddelde waarden van $\Delta G.H.G.$ en $\Delta G.L.G.$ voor verschillende grondwatertrappen

Grondwatertrap	II		III		IV		V		VI		VII	
Gem. verla- ging grond- waterstand Q in cm	ΔGHG cm	ΔGLG cm	ΔGHG cm	ΔGLG cm	ΔGHG cm	ΔGLG cm	ΔGHG cm	ΔGLG cm	ΔGHG cm	ΔGLG cm	ΔGHG cm	ΔGLG cm
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	11	29	15	25	14	26	16	24	18	22	20	20
40	24	56	29	51	28	52	33	47	37	43	40	40
60	39	81	45	75	43	77	51	69	56	64	60	60
80	54	106	61	99	58	102	70	90	75	85	80	80
100	69	131	78	122	75	125	89	111	94	106	100	100
120	86	154	97	143	93	147	108	132	114	126	120	120
140	106	174	117	163	112	168	128	152	134	146	140	140
160	126	194	137	183	132	188	148	172	154	166	160	160

Met behulp van tabel 5 is voor bekende waarden van $G.H.G._o$ en $G.L.G._o$ in de oude situatie en een gegeven gemiddelde verlaging van de grondwaterstand ϕ_r de $G.H.G._n$ en $G.L.G._n$ voor de nieuwe situatie op eenvoudige wijze te benaderen.

5. LANDBOUWKUNDIGE GEVOLGEN VAN DE GRONDWATERSTANDSDALING PER GRONDWATERTRAP

Bij de berekening van de landbouwkundige gevolgen per grondwatertrap is de dikte van het humeuze dek afhankelijk gesteld van de grondwatertrap. Hierbij is voor GT II de dikte gesteld op 15 cm. Voor GT III zijn twee dikten van het humeuze dek in beschouwing genomen namelijk een dekdikte van 20 cm voor gronden met een $G.H.G.$ tussen 0 en 20 cm en een dekdikte van 30 cm voor gronden met een $G.H.G.$ tussen 20 en 40 cm. Voor gronden in de klasse GT V is een humeus dek van 30 cm aangehouden, terwijl voor de gronden in GT IV, GT VI en GT VII gerekend is met een humeus dek van 40 cm. Voor de gronden in de klasse GT VII is aangenomen, dat de helft van de oppervlakte geen schade heeft, als gevolg van te grote dikten van het humeuze dek of te diepe grondwaterstanden. Op basis van de berekeningen, zoals die zijn uitgevoerd voor de zandgronden in het waterwin-

gebied Losser (Rijtema en Bon, 1974) zijn voor deze gegevens de relaties tussen schadepercentage en grondwaterstandsverlaging voor de verschillende grondwatertrappen in fig. 1 weergegeven.

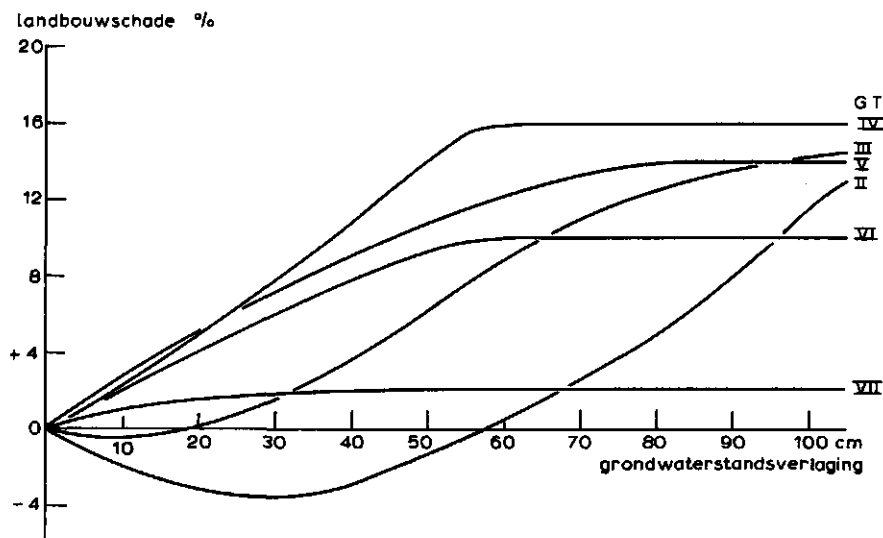


Fig. 1. Verband tussen de gemiddelde grondwaterstandsverlaging en de landbouwschade in procenten van de potentiële produktiewaarde (f 2700/ha)

Uit deze figuur zijn per grondwatertrap en per grondwaterstandsverlagingssklasse de in tabel 6 gegeven schadepercentages afgeleid.

Tabel 6. De landbouwkundige schade in verband met de grondwaterstandsverlagingssklassen per grondwatertrap in procenten van de potentiële produktiewaarde van f 2700 per ha

Grondwaterstandsverlagingssklasse in m	Grondwatertrap					
	II	III	IV	V	VI	VII
0,075	- 1,6	- 0,5	1,6	2,1	1,5	0,7
0,15	- 2,6	- 0,3	3,5	4,0	3,0	1,2
0,25	- 3,5	0,8	6,2	6,1	5,0	1,7
0,35	- 3,4	2,5	9,2	8,2	6,9	1,9
0,45	- 2,1	4,8	12,5	10,0	8,6	2,0
0,55	- 0,2	7,6	15,4	11,4	9,7	2,1
0,65	1,4	10,0	16,0	12,7	10,0	2,1
0,75	3,9	11,7	16,0	13,6	10,0	2,1
0,85	6,2	13,1	16,0	14,0	10,0	2,1
0,95	9,4	13,9	16,0	14,0	10,0	2,1
>1,00	13,0	14,5	16,0	14,0	10,0	2,1

6. BEREKENING VAN DE LANDBOUWKUNDIGE GEVOLGEN PER WINPLAATS

De landbouwkundige gevolgen van de onttrekking per winplaats zijn met behulp van de tabellen 2, 3 en 6 op eenvoudige wijze te berekenen. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de situatie dat het bosgebied procentueel over het beïnvloede gebied is verdeeld en voor de situatie, dat het bosgebied volledig is geconcentreerd rond de winplaats. De resultaten van de berekeningen zijn vermeld in tabel 7.

Tabel 7. Het verband tussen de jaarlijkse onttrekking per winplaats en de landbouwschade in guldens per jaar en centen per m³ bij een procentuele verdeling van het bosoppervlak en een concentratie van het bos rondom de winplaats

Winplaats	Capaciteit x 10 ⁶ m ³ /jr	Bos procentueel verdeeld		Bos geconcentreerd	
		gld/jaar	ct/m ³	gld/jaar	ct/m ³
De Pol	3,5	98 930	2,83	101 755	2,91
Van Heek	3,7	-	0	-	0
Olden Eibergen	1,2	46 676	3,89	42 815	3,57
Lochem	3,0	58 297	1,94	50 295	1,68
Ruurlo	0,9	17 901	1,99	17 914	1,99
't Klooster	5,0	202 781	4,06	183 500	3,67
Harfsen	1,5	49 198	3,28	44 350	2,96
Vorden	5,0	106 042	2,12	90 690	1,81
Haarlo	1,7	56 380	3,32	48 546	2,85
Dinxperlo	2,0	86 993	4,35	85 679	4,28
Aalten	2,0	84 113	4,21	80 560	4,03
Baak	2,0	50 980	2,55	49 490	2,47
Stille Wald	4,0	107 674	2,70	97 090	2,43
Enghuizen	4,0	114 515	2,87	95 430	2,39
Gorssel	3,0	36 741	1,22	20 185	0,67
Noordwijkerveld	3,0	185 215	6,17	172 190	5,74
't Loohuis	2,0	103 970	5,20	103 312	5,17

Bij een vergelijking van de getallen in tabel 7 valt het op, dat in sommige gevallen de landbouwschade, bij de concentratie van het bos vrijwel geen wijziging in de schade geeft. De voornaamste reden hiervoor is, dat bij de procentuele verdeling het totale bosoppervlak groter is dan bij de concentratie, omdat in het laatste geval de door W. O. G. (1973) gegeven bosoppervlakken van het kleinere invloedsgebied zijn gebruikt.

Hoewel de keuze van de winplaats niet geheel is los te koppelen van het betreffende verzorgingsgebied, is het aantal winplaatsen in Oostelijk Gelderland reeds zo groot, dat voor een prognose van de landbouwkundige gevolgen bij verdere uitbreiding van de winning kan worden uitgegaan van de veronderstelling, dat moet worden uitgeweken naar steeds gevoeliger gebieden. In fig. 2. is om deze reden het verband weergegeven tussen de gesommeerde onttrekking over de winplaatsen en de landbouwschade in centen/m³ in volgorde van toenemende gevoeligheid.

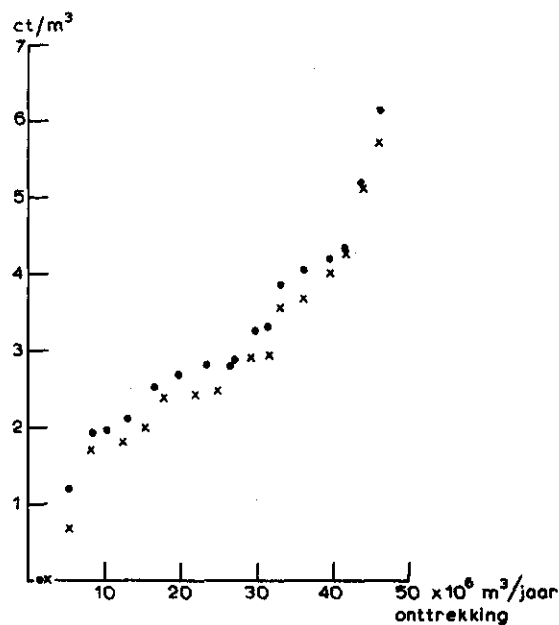


Fig. 2. Het verloop van de landbouwschade in ct/m³ en de gesommeerde onttrekking van 17 winplaatsen.

- Bos oppervlak ruimtelijk procentueel verdeeld
- x Bos oppervlak geconcentreerd rond de winplaats

Uit deze figuur blijkt dat bij een toename van de onttrekking voor volgende winplaatsen een toename in de landbouwschade per m³ onttrekking zal optreden. Hierbij moet worden opgemerkt, dat drie winplaatsen niet in de berekening zijn opgenomen, omdat de verdeling van de omgeving over grondgebruik en grondwatertrappen van deze winplaatsen niet bekend is. In de paragraaf 8 zal hier nader op worden ingegaan.

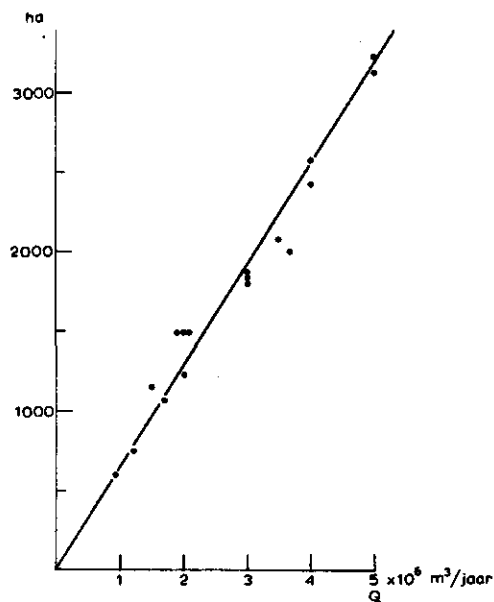


Fig. 3. Verband tussen de jaarlijkse onttrekking en de oppervlakte van het beïnvloede gebied met meer dan 0,05 m verlaging voor 17 winplaatsen

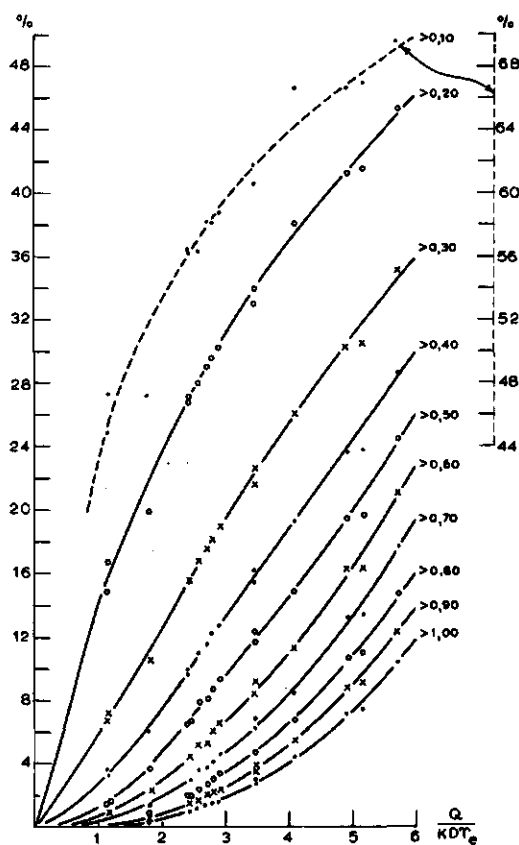


Fig. 4. Het verband tussen het percentage van het beïnvloede gebied met een verlaging van meer dan 0,05 m (100%) bij de verlagingen $>0,10$, $>0,20$, $>0,30$, $>0,40$, $>0,50$, $>0,60$, $>0,70$, $>0,80$, $>0,90$ en $>1,00$ m en de waarde van $\frac{Q}{KD \tau_e}$ voor 17 winplaatsen

7. BENADERING VAN DE LIMIETWAARDE VAN DE LANDBOUW- KUNDIGE GEVOLGEN

In verband met de beoordeling van de landbouwkundige gevolgen van een verdere uitbreiding van de grondwaterwinning in een waterbeheermodel is het noodzakelijk om een zo betrouwbaar mogelijke limietwaarde voor de landbouwkundige gevolgen van de grondwaterwinning vast te stellen. Het is duidelijk, dat dit op basis van fig. 2 niet mogelijk is. Met behulp van de gegevens van deze pompstations is echter wel een benadering mogelijk, mits de volgende vragen kunnen worden beantwoord.

- a. De te verwachten grootte van het beïnvloede gebied in afhankelijkheid van de grootte van de winplaats;
- b. De te verwachten verdeling van het beïnvloede gebied over de verschillende verlagingsklassen van de grondwaterstand;
- c. De te verwachten schade per ha landbouwgrond in afhankelijkheid van de verschillende verlagingsklassen van de grondwaterstand. Hieruit volgt eveneens de te verwachten gemiddelde schade over het gehele beïnvloede gebied;
- d. De te verwachten oppervlakte aan winplaatsen bossen, kommen en de oppervlakte aan de andere zijde van grotere watergangen, in het vervolg kortweg aangeduid als percentage niet landbouwgrond in het beïnvloede gebied.

ad a. In fig. 3. is voor de 17 winplaatsen het verband tussen de capaciteit van het pompstation en de oppervlakte van het beïnvloede gebied met grondwaterstandsverlagingen van meer dan 0,05 m gegeven. De bestaande winplaatsen geven een redelijk lineair verband tussen Q en de oppervlakte van het beïnvloede gebied. Op grond van deze gegevens is aangenomen, dat per m^3 ont-trekking $6,38 m^2$ wordt beïnvloed.

ad b. De verdeling van het beïnvloede gebied over de verschillende verlagingsklassen is naast de capaciteit van het pompstation afhankelijk van de KD -waarde van het watervoerend pakket en van de drainageweerstand γ_e . Bij een analyse van de percentages van het beïnvloede gebied van de 17 winplaatsen met verlagingen van meer

dan 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90 en 1,00 m en de waarde $\frac{Q}{KD \tau_e}$ werden de in fig. 4 gegeven verbanden gevonden. Hierbij is het oppervlak met verlagingen van meer dan 0,05 m op 100% gesteld. Uit fig. 4 blijkt het verband vrij behoorlijk vast te liggen. Op grond van deze figuur is de limietwaarde $\frac{Q}{KD \tau_e}$ gesteld op 6,0, waarbij Q de jaarproduktie van de winplaats is.

ad c. In fig. 5 is voor 16 winplaatsen de gemiddelde schade per verlagingssklasse per winplaats per ha landbouwgrond weergegeven.

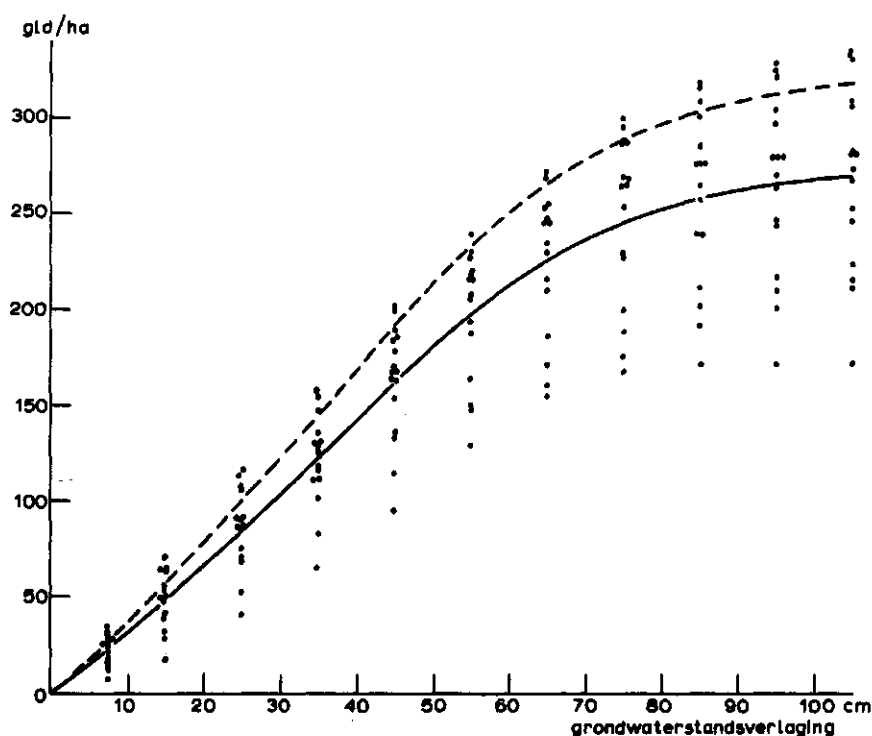


Fig. 5. Het verband tussen de schade per ha landbouwgrond en de gemiddelde grondwaterstandsvaling bij 16 winplaatsen.

———— gemiddelde curve ——— maximum curve

Voor de verschillende winplaatsen loopt de schade per verlagingssklasse sterk uiteen. In de figuur is zowel de gemiddelde curve als wel een maximum curve weergegeven. Met behulp van de figuren 4 en 5 is op eenvoudige wijze de gemiddelde schade per ha landbouwgrond per winplaats te berekenen in afhankelijkheid van de waarde van $\frac{Q}{KD \tau_e}$. Tevens is met de maximumcurve

voor de schade de limietwaarde van de gemiddelde schade per ha landbouwgrond in het beïnvloede gebied in afhankelijkheid van de waarde van $\frac{Q}{KD\gamma_e}$ berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in fig. 6.

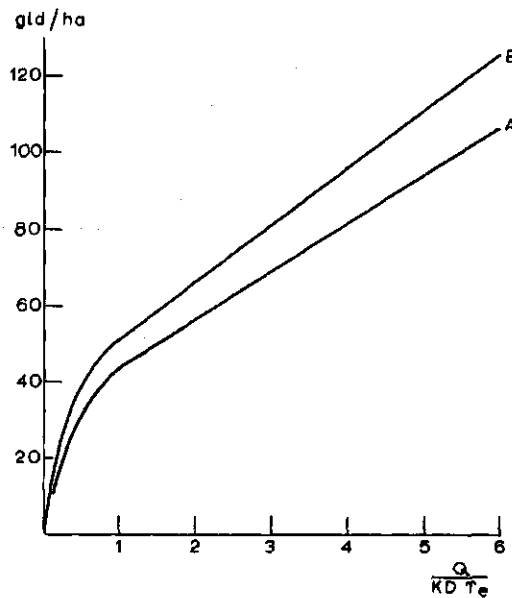


Fig. 6. De gemiddelde schade per ha landbouwgrond in het beïnvloede gebied in afhankelijkheid van de waarde van $\frac{Q}{KD\gamma_e}$.

- A. Gemiddelde situatie bij 16 winplaatsen
- B. Voor limietwaarden van de landbouwschade

Uit deze figuur blijkt dat over het voor de praktijk belangrijke traject de gemiddelde landbouwschade lineair toeneemt met de waarde van $\frac{Q}{KD\gamma_e}$.

add. Uit fig. 3 bleek dat het beïnvloede oppervlak per m^3 grondwaterwinning $6,38 m^2$ gemiddeld bedraagt voor de 17 winplaatsen. Met dit gegeven en de resultaten van fig. 6 is nu de landbouwschade in centen/ m^3 in afhankelijkheid van de waarde van $\frac{Q}{KD\gamma_e}$ en het percentage niet-landbouwgrond (bossen, winplaatsen, bebouwde kommen en de oppervlakte aan de andere kant van grote watergangen) te berekenen. De resultaten zijn weergegeven in fig. 7, waarin tevens ter illustratie de schades per m^3 van 16 winplaatsen zijn gegeven. Uit deze figuur blijkt, dat de minimum percentages niet-landbouwgrond rond 5% liggen.

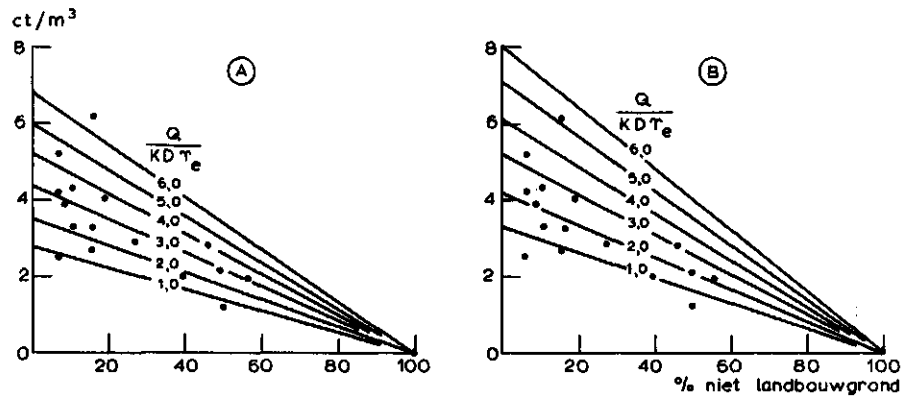


Fig. 7. De landbouwschade in ct/m^3 in afhankelijkheid van het percentage niet landbouwgrond en de waarde van $\frac{Q}{KD r_e}$. De punten geven de bestaande winplaatsen weer.

- A. Schade volgens het gemiddelde van 16 winplaatsen
 B. Schade volgens de limietwaarde

Bij aanname van een maximum waarde van $\frac{Q}{KD r_e}$ van 6,0, gecombineerd met de maximum schadecurve uit fig. 6 en een percentage niet-landbouwgrond van 5% zou de uiterste waarde van de landbouwschade in Oost Gelderland rond de $7,5 \text{ cent/m}^3$ liggen.

8. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Bij de berekening van de landbouwkundige gevolgen van de grondwaterwinning in Oost Gelderland is voor de verlaging van de grondwaterstand uitgegaan van de stationaire toestand voor gemiddelde meteorologische omstandigheden met een gemiddeld neerslagoverschot van 330 mm per jaar. Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met de uitbreiding van de invloedssfeer van de winplaats in jaren met een geringer neerslagoverschot, terwijl dit juist de jaren zijn met de grootste schadelijke gevolgen.

Bij de berekeningen is er van uitgegaan, dat binnen het beïnvloede gebied geen wijzigingen in de KD-waarde optreden. Vooral voor de winplaatsen Dinxperlo, Aalten en 't Loohuis is deze veronderstelling aanvechtbaar, omdat deze winplaatsen in een betrekkelijk smal gebied met relatief hoge KD-waarden liggen, waardoor een ongunstiger verlagingspatroon kan worden verwacht.

Bij de berekening van de landbouwkundige gevolgen van de grond-

waterwinning is er van uitgegaan, dat de winplaatsen elkaar onderling niet beïnvloeden. Voor zover dit wel het geval is, zal dit alleen voor het gebied met geringere verlagingen een extra effect op de berekende schade kunnen hebben.

Tevens is bij de berekeningen aangenomen dat de oppervlakte van bebouwde kommen en van gronden aan de andere zijde van grotere watergangen, procentueel verdeeld is over alle verlagingssklassen, terwijl in werkelijkheid de grootste concentratie van oppervlakte in het randgebied voorkomt.

Op basis van het voorafgaande mag worden geconcludeerd, dat bij de gevolgde analyse eerder sprake is van een onderschatting, dan van een overschatting van de landbouwkundige gevolgen van de grondwaterwinning.

Per winplaats kan het werkelijke effect, zowel in gunstige als ongunstige zin afwijken van de berekende resultaten, afhankelijk van de ruimtelijke verdeling van de verschillende grondwatertrappen binnen het invloedsgebied, afwijkingen in de dikte van het humeuze dek en mogelijk optredende verschillen in G. H. G. en G. L. G. binnen de grondwatertrap. De gegeven schadebedragen per winplaats moeten dan ook worden gezien als een verwachtingswaarde.

Uitgaande van de veronderstelling, dat de bestaande winplaatsen zich bevinden in de minst gevoelige gebieden, is aangenomen dat bij verdere uitbreiding van de grondwaterwinning naar gevoeliger gebieden moet worden uitgeweken. Op grond van de analyse van 16 winplaatsen werd een vrijwel lineair verband gevonden tussen de schade per ha landbouwgrond en de waarde $\frac{Q}{KD\gamma_e}$. Naast de verdeling van het beïnvloede gebied over de grondwatertrappen is het landbouwkundig effect afhankelijk van de KD-waarde, de drainagetoestand van het gebied en de capaciteit van het pompstation. De gevonden relatie kan daarmee worden gebruikt voor het optimaliseren van de grootte van de winplaats in afhankelijkheid van exploitatiekosten per m³ en de landbouwschade per m³. Hierbij moet echter rekening worden gehouden, dat de landbouwschade slechts één van de schade aspecten is, omdat bij de berekeningen eventuele schade aan boscomplexen en natuurterreinen buiten beschouwing is gebleven.

Bij de bepaling van de limietwaarde van de landbouwschade is

uitgegaan van de veronderstelling dat deze wordt bereikt bij de aangegeven maximum schadecurve bij de grondwaterstandsverlaging een percentage niet-landbouwgrond van 5% en een maximum waarde van $\frac{Q}{KD\tau_e}$ gelijk aan 6,0. Onder deze omstandigheden is de limietwaarde van de landbouwschade 7,5 ct/m³. Het is in dit verband interessant na te gaan, wat de te verwachten maximale schade is van drie winplaatsen, waarvan het bodemgebruik en de grondwatertrappenindeling niet bekend zijn. De bij de winplaatsen behorende KD-waarden en drainageweerstand zijn afgeleid uit gegevens van Ernst, de Ridder en de Vries (1970). De resultaten voor deze winplaatsen zijn gegeven in tabel 8.

Tabel 8. De maximaal te verwachten landbouwschade bij drie winplaatsen waarvan bodemgebruik en grondwatertrappen niet bekend zijn.

Winplaats	Capaciteit $\frac{Q}{\times 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}}$	KD m^2/dag	τ_e dagen	$\frac{Q}{KD\tau_e}$	Max. land- bouwscha- de ct/m ³
Corle	2,0	1000	300	6,67	8,19
Lichtenvoorde	1,5	2000	300	2,50	4,22
Stubbelderweg	5,0	5000	300	3,30	5,10

Uit tabel 8 blijkt, dat de maximumwaarde van $\frac{Q}{KD\tau_e} = 6,0$, aan de voorzichtige kant is gesteld, terwijl bovendien de maximum te verwachten landbouwkundige gevolgen in sterke mate afhankelijk zijn van deze variabele.

Op basis van de analyse van 17 winplaatsen en de berekende limietwaarde is in fig. 8 het verband weergegeven tussen de geraamde landbouwkundige gevolgen en de grondwaterwinning in Oost Gelderland. Bij deze raming is verondersteld, dat de bestaande winplaatsen in de minst gevoelige gebieden liggen en dat bij uitbreiding van de grondwaterwinning naar gevoeliger gebieden moet worden uitgeweken.

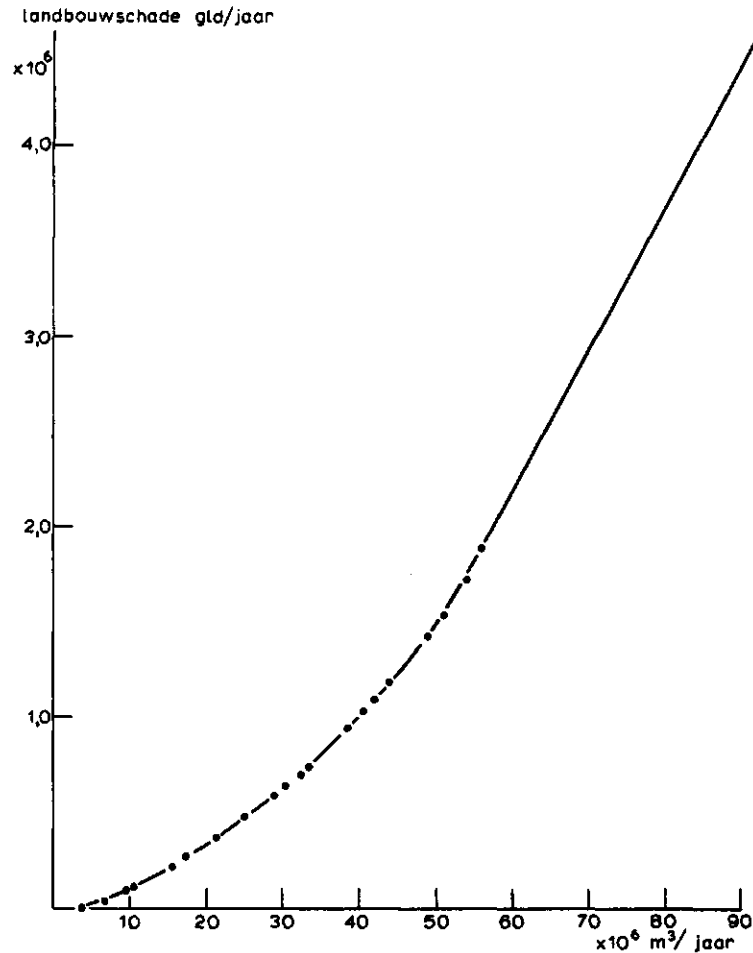


Fig. 8. Het verband tussen de grondwaterwinning en de te verwachten landbouwschade in Oost Gelderland

SAMENVATTING

In het kader van het onderzoek van de Commissie Waterhuishouding Gelderland is ten behoeve van een waterbeheersmodel een raming gemaakt van de landbouwkundige gevolgen van de grondwaterwinning in Oost-Gelderland. Bij de analyse van de bestaande winplaatsen zijn de uitgangspunten bij de berekening zodanig gekozen, dat eerder een onderschatting dan een overschatting van de landbouwkundige gevolgen werd verkregen. Met de gegevens van deze winplaatsen werd een limietwaarde voor de landbouwschade berekend van $7,5 \text{ ct}/\text{m}^3$. Uitgaande van de veronderstelling, dat bij een juist beleid, de bestaande winplaatsen in de minst gevoelige gebieden zijn gelegen, werd een raming gemaakt van de landbouwkundige gevolgen van verdere uitbreiding van de grondwaterwinning.

LITERATUUR

- ERNST, L.F., 1971. Analysis of groundwater flow to deep wells in areas with a non-linear function for the subsurface drainage. Inst. for Land and Water Management Research. Techn. Bull. 75.
- ERNST, L.F., N.A. de RIDDER and J.J. de VRIES, 1970. A geohydrologic study of East Gelderland (Netherlands). Inst. for Land and Water Management Research. Misc.Repr. 115.
- RIJTEMA, P.E. en J. BON, 1974. Bepaling van de landbouwkundige gevolgen van grondwaterwinning met behulp van bodemkundige gegevens, toegepast op de waterwinning Losser. Inst. Cult.techn. Waterhuish. Regionale Studie 7 (in druk).
- WATERLEIDING MAATSCHAPPIJ Oostelijk Gelderland (W.O.G.), 1973. Globale raming van de door grondwaterwinning veroorzaakte schade aan de landbouw in Oost Gelderland. Nota 36.