

YSQUARE

PRODUCTIE SDW-7

**Toelichting op de berekeningsmethode voor gewasschade
(standaardbijlage bij rapporten landbouwschade)**

ADVIESCOMMISSIE SCHADE GRONDWATER
APRIL 2020

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. OPBRENGSTDEPRESSIE ALS GEVOLG VAN VOCHTTEKORT	2
2.1. Berekening van het vochttekort	2
2.1.1. <i>Meteorologische gegevens</i>	2
2.1.2. <i>Bodemkundige gegevens</i>	2
2.1.3. <i>Hydrologische gegevens</i>	4
2.1.4. <i>Overige gegevens</i>	4
2.2. Berekening van de opbrengstdepressie in procenten	6
2.2.1. <i>Opbrengstdepressie per mm vochttekort</i>	6
2.2.2. <i>Gemiddelde bruto potentiële productie</i>	7
2.2.3. <i>Overschrijdingskans opbrengstdepressies</i>	8
2.3. Toepassing van de TCGB-depressietabel voor vochttekort	8
2.3.1. <i>Droogtegraad</i>	9
2.3.2. <i>Potentiële opbrengstfactor</i>	9
2.3.3. <i>Afwijkende combinaties GVG/GLG</i>	9
3. OPBRENGSTDEPRESSIE ALS GEVOLG VAN WATEROVERLAST	10
3.1. Bepaling van de opbrengstdepressie	10
3.2. Toepassing van de TCGB-depressietabel voor wateroverlast	10
3.2.1. <i>Bodemkundige gegevens</i>	10
3.2.2. <i>Hydrologische gegevens</i>	12
3.2.3. <i>Wateroverlastfactor</i>	13
3.2.4. <i>Afwijkende combinaties GHG/GLG</i>	13
4. FINANCIËLE GEVOLGEN VAN OPBRENGSTVERANDERING	14
4.1. Normbedrag per procent opbrengstverandering	14
4.1.1. <i>Normbedrag graslandbedrijven</i>	14
4.1.2. <i>Normbedrag bouwlandbedrijven</i>	16
4.2. Normbedrag en ontwatering	17
LITERATUUR	22

OVERZICHT VAN TABELLEN

1.	Vochtkarakteristieken wortelzones	3
2.	Profielopbouw ondergronden	3
3.	Vochtkarakteristieken ondergrondlagen	4
4.	Doorlatendheid ondergrondlagen in relatie tot drukhoogte bodemvocht	4
5.	Doorgerekende combinaties van bovengrond en ondergrond	5
6.	Doorgerekende combinaties van GVG en GLG	6
7.	Voorbeeld TCGB-depressietabel voor vochttekort	8
8.	Potentiële opbrengstfactor	9
9.	Voorbeeld TCGB-depressietabel voor wateroverlast op zandgrond	10
10.	Doorgerekende combinaties van GHG en GLG	12
11.	Overzicht berekening van het normbedrag per jaar voor één procent opbrengstverandering	19
12.	Samenstelling gemiddeld bouwplan voor zandgronden	16
13.	Overzicht potentiële productie van bouwlandgewassen op zandgrond (in kg/ha) vanaf 1980	20
14.	Overzicht potentiële opbrengst van bouwlandgewassen op zandgrond (in € /ha) vanaf 1980	21

OVERZICHT VAN FIGUREN

1.	Verhouding tussen veranderingen van de productie en evapotranspiratie ($\Delta Q / \Delta E$) in relatie tot de potentiële productie (Q_p)	7
2.	Opbrengstdepressie door wateroverlast op zandgronden (grasland)	11
3.	Opbrengstdepressie door wateroverlast op moerige gronden (grasland)	11

1 INLEIDING

Voor het bepalen van de opbrengstverandering als gevolg van veranderingen in de grondwaterstand maakt de commissie gebruik van de zogenoemde TCGB-depressietabellen. Deze depressietabellen geven voor de meest voorkomende bodemprofielen op zandgrond de opbrengstdepressie als gevolg van vochttekort en van wateroverlast.

In deze notitie wordt nader ingegaan op de uitgangspunten, invoergegevens en normen die ten grondslag liggen aan de depressietabellen.

In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op de depressietabellen met betrekking tot vochttekort en in hoofdstuk 3 op de depressietabellen voor wateroverlast.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de methode die wordt gehanteerd voor het vaststellen van de geldelijke waardering van de opbrengstverandering. De voor een aantal jaren berekende bedragen zijn opgenomen in een tabel.

2 OPBRENGSTDEPRESSIE ALS GEVOLG VAN VOCHTTEKORT

De in de TCGB-tabel vermelde opbrengstdepressies als gevolg van vochttekort zijn gebaseerd op berekeningen met het programmapakket MUST. Dit pakket bestaat uit drie programma's, te weten UNSAT2, MUST2 en PROD.

UNSAT2 berekent aan de hand van bodemfysische eigenschappen en laagdikten de capillaire opstijging en het waterbergend vermogen in de (gelaagde) profielen.

MUST2 is een door Van Lanen uitgebreide versie van het door De Laat ontwikkelde model MUST (versie 1982) voor onverzadigde grondwaterstroming. De uitbreiding betreft onder andere berekeningen voor langjarige perioden, berekening van de gemiddeld laagste grondwaterstand en automatische bijstelling van de $q(h)$ -relatie (onderrandvoorwaarde) met behulp van Lagrange-interpolatie (De Laat, 1982; Van Lanen, 1981a; 1981b; 1985). MUST2 berekent op basis van een pseudo-stationaire benadering de actuele gewasverdamping en de eventuele vochttekorten per tijdstap en cumulatief per groeiseizoen.

PROD berekent de bruto en netto potentiële opbrengst van grasland per jaar. Daarnaast wordt de jaarlijkse actuele opbrengst en opbrengstdepressie uitgerekend, zowel in kg droge stof (ds) per ha als in % van de netto potentiële opbrengst per ha.

In paragraaf 2.1 wordt ingegaan op de invoergegevens die nodig zijn voor de berekening van het vochttekort met de programma's UNSAT2 en MUST2. In paragraaf 2.2 wordt behandeld hoe uit het vochttekort de opbrengstdepressie wordt vastgesteld met het programma PROD. Een voorbeeld van de TCGB-depressietabel en de toepassing ervan wordt in paragraaf 2.3 gegeven.

2.1 BEREKENING VAN HET VOCHTTEKORT

Voor het opstellen van de TCGB-tabel zijn de opbrengstdepressies als gevolg van vochttekort berekend voor de meest voorkomende bodemtypen van de zandgronden bij verschillende grondwaterstanden voor een reeks van 76 jaren en voor gebruik van de grond als grasland. In deze paragraaf wordt op de ingevoerde gegevens ingegaan.

2.1.1 Meteorologische gegevens

Gebruik is gemaakt van per decade door het KNMI vastgestelde gegevens van de neerslag en de open-waterverdamping (E_o berekend volgens Penman) over het groeiseizoen (1 april tot en met 30 september) van het waarnemingsstation De Bilt over de periode 1911 tot en met 1986. De berekeningen zijn uitgevoerd voor het gewas gras. De potentiële verdamping (E_p) van gras is berekend op basis van de relatie $E_p = f \cdot E_o$, waarbij de gewasfactor f voor het gehele groeiseizoen op 0,8 is gesteld.

2.1.2 Bodemkundige gegevens

bovengrond

De vochtvoorziening van een gewas is in belangrijke mate afhankelijk van de hoeveelheid vocht die in het bewortelbare deel van de bovengrond kan worden geborgen. De hoeveelheid beschikbaar bodemvocht wordt bepaald door de dikte van de effectieve wortelzone en de vocht karakteristiek (pF-curve).

Met de effectieve wortelzone wordt bedoeld de laag in de bovengrond waarin 80 à 90 % van de wortels voorkomen en waar het beschikbaar bodemvocht volledig wordt benut. De berekeningen zijn uitgevoerd voor 6 verschillende dikten van de effectieve wortelzone, te weten 15, 20, 25, 30, 35 en 40 cm.

Een pF-curve geeft het verband weer tussen de drukhoogte (h) van het bodemvocht en het vochtgehalte (θ) van de bodem voor een bepaalde grondsoort. Voor het vaststellen van de depressie-tabellen zijn 5 pF-curven (tabelcode A t/m E) voor de wortelzone onderscheiden. De vocht karakteristieken van deze curven zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1 Vochtkarakteristieken wortelzones

code	Vochtgehalte θ in volume % bij pF:												
	0.0	1.0	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.2
A	43.0	39.0	38.0	36.0	30.0	22.0	16.0	13.0	10.7	8.5	7.0	6.0	5.0
B	48.0	42.0	41.0	39.0	34.0	25.0	18.2	14.5	11.5	8.5	7.0	5.7	5.0
C	46.0	43.0	42.0	41.0	37.0	30.0	22.5	18.0	14.2	11.0	9.0	7.5	6.7
D	50.0	47.0	46.0	44.0	40.0	34.5	27.5	22.5	18.0	13.5	11.0	9.2	8.5
E	60.0	58.0	57.0	56.0	54.0	49.0	39.0	33.0	28.0	23.0	20.0	17.0	15.5

ondergrond

Wanneer gedurende het groeiseizoen de hoeveelheid beschikbaar bodemvocht in de bovengrond afneemt is aanvulling mogelijk vanuit de ondergrond. De mate waarin het bodemvocht door capillaire opstijging wordt aangevuld is afhankelijk van de doorlatendheid (k) van de in de ondergrond te onderscheiden lagen. De doorlatendheid van de ondergrond neemt echter af bij vermindering van het vochtgehalte dat afhankelijk is van de drukhoogte van het bodemvocht (pF-curve). De relatie tussen doorlatendheid en drukhoogte wordt de k(h)-relatie genoemd.

Ten behoeve van de berekening van de TCGB-tabellen zijn 11 verschillende ondergronden onderscheiden, waarvan 5 homogene profielen (tabelcode O1 t/m O5) en 6 gelaagde profielen (tabelcode O6 t/m O11). De profielopbouw is in tabel 2 weergegeven.

Alle ondergrondlagen die binnen de ondergronden worden onderscheiden hebben een eigen vocht karakteristiek en k(h)-relatie. In de tabellen 3 en 4 wordt per ondergrondlaag een beschrijving gegeven van respectievelijk de pF-curve en de k(h)-relatie (Wösten e.a., 1987).

combinaties bovengrond en ondergrond

In tabel 5 is aangegeven voor welke combinaties van bovengrond en ondergrond de berekeningen van het vochttekort zijn uitgevoerd.

Tabel 2 Profielopbouw ondergronden

code	Profielopbouw ondergrond
01	Homogeen O5, kritieke z-afstand 50 cm
02	Homogeen L22, kritieke z-afstand 70 cm
03	Homogeen O1, kritieke z-afstand 90 cm
04	Homogeen O2, kritieke z-afstand 110 cm
05	Homogeen R4, kritieke z-afstand 130 cm
06	Grof zand O5, op 25 cm beneden wortelzone (O1, 25, O5)
07	Grof zand O5, op 60 cm beneden wortelzone (O1, 60, O5)
08	Leemlaag O6, 25-60 cm beneden wortelzone (O1, 25, O6, 60, L22)
09	Leemlaag O6, 60-100 cm beneden wortelzone (O1, 60, O6, 100, L22)
10	Humeuze laag B2, 0-30 cm beneden wortelzone (B2, 30, O1)
11	Moerige laag O16, 0-20 cm beneden wortelzone (O16, 20, O1)

toelichting: (O1, 60, O6, 100, L22) betekent:

tot 60 cm beneden wortelzone	: ondergrondcode O1
van 60 cm tot 100 cm beneden wortelzone	: ondergrondcode O6
vanaf 100 cm beneden wortelzone	: ondergrondcode L22

Tabel 3 Vochtkarakteristieken ondergrondlagen

Code ondergrond	Vochtgehalte θ in volume % bij pF:												
	0.0	1.0	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.2
O5	33.2	30.3	25.4	19.1	11.4	7.6	4.6	3.5	2.7	2.0	1.6	1.2	1.0
L22	35.6	33.0	31.0	28.0	23.4	18.8	12.8	9.6	7.4	3.7	3.0	2.7	2.5
O1	35.4	31.6	30.3	28.6	24.2	12.1	5.6	3.7	2.7	2.0	1.6	1.3	1.1
O2	38.1	35.4	34.0	32.7	30.4	19.7	9.9	7.3	5.7	4.6	3.9	3.3	2.9
R4	37.4	36.2	34.4	32.6	29.2	19.8	14.7	11.9	9.1	6.4	5.3	4.7	4.4
O6	41.2	38.7	37.5	36.4	35.5	33.7	30.3	27.6	25.3	22.2	19.8	17.5	16.4
B2	43.2	40.1	39.2	38.1	35.1	27.6	20.3	15.5	11.8	8.7	6.7	5.3	4.5
O16	87.8	81.9	80.3	78.9	75.5	70.9	56.9	45.0	37.8	29.6	24.4	21.1	18.5

Tabel 4 Doorlatendheid ondergrondlagen in relatie tot drukhoogte bodemvocht

Code ondergrond	Doorlatendheid k in cm/d bij pF:												
	0.0	1.0	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.2
O5	223.2	43.59	6.65	1.12	0.10	3.0E-3	1.6E-4	3.3E-5	7.2E-6	1.0E-6	2.0E-7	5.2E-8	1.3E-8
L22	70.00	30.00	10.00	5.00	1.00	0.01	1.0E-3	0.4E-3	0.2E-3	0.4E-4	0.2E-4	0.6E-5	0.3E-5
O1	99.67	24.03	10.10	5.10	1.26	7.5E-2	8.7E-4	1.1E-4	2.4E-5	4.7E-6	1.0E-6	2.6E-7	6.3E-8
O2	63.88	15.13	8.40	5.52	2.68	2.9E-1	2.6E-3	3.0E-4	3.8E-5	5.6E-6	1.4E-6	3.1E-7	8.2E-8
R4	50.00	30.00	18.00	11.00	4.00	0.35	4.3E-3	1.6E-3	6.0E-4	1.7E-4	6.3E-5	2.4E-5	1.3E-5
O6	5.48	0.44	0.13	0.08	0.05	2.2E-2	6.9E-3	3.0E-3	1.5E-3	4.3E-4	1.9E-4	8.4E-5	5.4E-5
B2	32.21	4.56	2.42	1.38	0.77	1.4E-1	8.4E-3	1.9E-3	6.3E-4	1.7E-4	6.2E-5	2.7E-5	1.2E-5
O16	14.66	0.92	0.30	0.15	0.07	2.1E-2	3.1E-3	9.2E-4	3.0E-4	8.5E-5	3.5E-5	1.3E-5	7.0E-6

2.1.3 Hydrologische gegevens

De grondwaterstand en het verloop hiervan gedurende het groeiseizoen is in sterke mate bepalend voor de mate waarin vochttekorten optreden. Ten behoeve van de berekening van het vochttekort wordt het gemiddelde verloop van de grondwaterstand gedurende het groeiseizoen gekarakteriseerd door de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

In tabel 6 is aangegeven voor welke combinaties van grondwaterstanden, in termen van GVG en GLG, de berekeningen zijn uitgevoerd.

2.1.4 Overige gegevens

tijdstaplenkte

Voor de berekeningen is een tijdstaplenkte van 10 dagen aangehouden. Dit wil zeggen dat voor elk groeiseizoen per opeenvolgende periode van 10 dagen (decade) het vochttekort is berekend. Het vochttekort van het gehele groeiseizoen is verkregen door sommatie van de vochttekorten per decade.

onderrandvoorwaarde

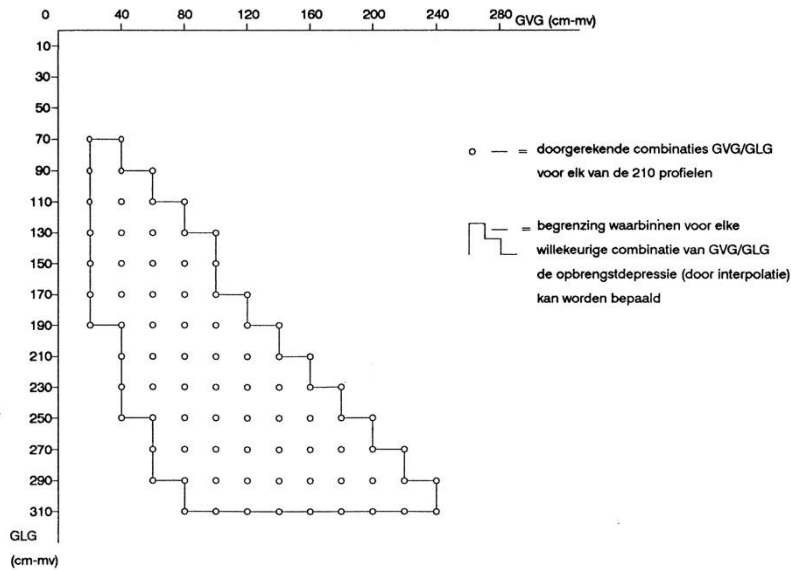
De onderrandvoorwaarde van het rekenmodel wordt beschreven door de basisafvoer als lineaire functie van de stijghoogte van het grondwater ($q(h)$ -relatie).

De q(h)-relatie wordt iteratief bepaald, zodanig dat gemiddeld over de gehele rekenperiode de berekende GLG overeenkomt met de opgegeven GLG.

Tabel 5 *Doorgerekende combinaties van bovengrond en ondergrond*

Tabelcode wortelzone		tabelcode ondergrond										
pF	Wz (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	15											
	20											
	25											
	30											
	35											
B	40											
	15											
	20											
	25											
	30											
C	35											
	40											
	15											
	20											
	25											
D	30											
	35											
	40											
	15											
	20											
E	25											
	30											
	35											
	40											
	15											

Tabel 6 Doorgerekende combinaties van GVG en GLG



opneembaarheid bodemvocht (sink-term)

Naarmate de bovengrond verder uitdroogt, neemt de opneembaarheid van het bodemvocht af. Hierdoor treden reeds vochttekorten op voordat de voor verdamping beschikbare hoeveelheid water volledig is verbruikt. Bij de berekeningen is aangenomen dat vanaf een drukhoogte overeenkomend met pF 2,6 tot een drukhoogte bij pF 4,2 (verwelkingspunt) de opneembaarheid van het bodemvocht lineair afneemt met de pF-waarde.

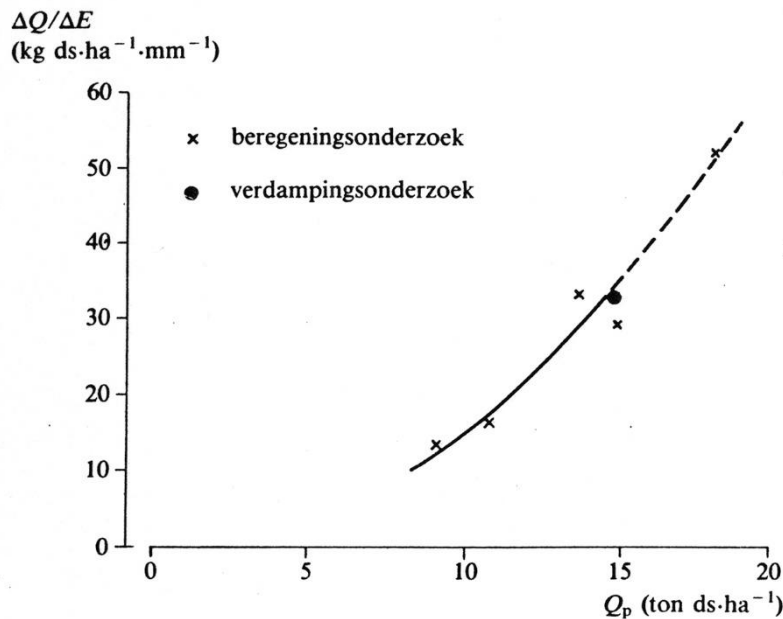
hysteresis

Wordt een grondmonster vanuit een droge toestand bevochtigd, dan heeft deze grond bij een bepaalde drukhoogte een ander (lager) vochtgehalte dan in geval van uitdroging vanuit een natte toestand. Dit verschijnsel, aangeduid als hysteresis, wordt in rekening gebracht door toepassing van een zogenaamde hysteresisfactor. Bij de onderhavige depressieberekeningen is een hysteresisfactor van 1 gehanteerd.

2.2 BEREKENING VAN DE OPBRENGSTDEPRESSIE IN PROCENTEN

2.2.1 Opbrengstdepressie per mm vochttekort

Op de in de voorgaande paragraaf 2.1 beschreven wijze is voor elke doorgerekende combinatie van bovengrond/ondergrond/grondwaterstandsverloop (GVG/GLG) het aantal mm vochttekort bepaald. Voor het bepalen van het aantal kg droge stof opbrengstvermindering per mm vochttekort is gebruik gemaakt van een door Van Boheemen (1980) gevonden relatie tussen de meeropbrengst per mm vocht en de bruto potentiële productie. Van Boheemen stelde vast dat het effect van een verbeterde watervoorziening groter is naarmate het bruto potentiële opbrengstniveau in het groeiseizoen hoger ligt. In de volgende grafiek is deze relatie weergegeven (figuur 1).



Figuur 1 Verhouding tussen de veranderingen van de productie en evapotranspiratie ($\Delta Q / \Delta E$) in relatie tot de potentiële productie (Q_p) (Van Boheemen, 1980).

2.2.2 Gemiddelde bruto potentiële productie

Voor de gemiddelde bruto potentiële productie is een waarde van 13.500 kg ds per ha per jaar aangehouden.

De bruto potentiële productie varieert afhankelijk van de weersomstandigheden in een bepaald jaar. Er van uitgaande dat de relatie tussen de bruto potentiële productie en de potentiële verdamping benaderd mag worden door een lineair verband, is de zogenaamde bruto actuele potentiële productie berekend met behulp van de navolgende vergelijking:

$$Q_{p(i)} = \frac{E_{p(i)}}{\bar{E}_p} \cdot \bar{Q}_p \quad \text{waarin:}$$

$Q_{p(i)}$ = bruto potentiële productie jaar i (kg ds·ha⁻¹)

$E_{p(i)}$ = potentiële verdamping jaar i (mm)

\bar{E}_p = gemiddelde potentiële verdamping (mm)

\bar{Q}_p = gemiddelde bruto potentiële productie (kg ds·ha⁻¹)

De relatie zoals weergegeven in figuur 1 (par. 2.2.1) geldt onder proefveldomstandigheden. Aangenomen is dat de bruto potentiële productie onder praktijkomstandigheden gemiddeld 15% lager ligt dan die onder proefveldomstandigheden en dat het drogestofverlies als gevolg van beweiding en voederwinning 15 á 20% (gemiddeld 17,5%) bedraagt van de bruto potentiële productie. Hiermee rekening houdend is de netto potentiële productie te berekenen op $0,85 \times 0,825 = 0,70$ ofwel 70% van de bruto potentiële productie.

De berekende opbrengstdepressies hebben betrekking op de netto potentiële productie (Co-GroWa, 1984).

2.2.3 Overschrijdingkans opbrengstdepressies

De berekeningen van de opbrengstdepressies zijn uitgevoerd voor een reeks van 76 jaren (1911 t/m 1986). Van de verkregen uitkomsten is de cumulatieve overschrijdingkans bepaald op basis van de vergelijking:

$$P = 100 \cdot \frac{x - 0,3}{n + 0,4} \text{ waarin:}$$

P = overschrijdingkans in %
 n = aantal waarnemingen (= 76)
 x = rangvolgorde

De frequentieverdeling van het berekende vochttekort is nagenoeg gelijk aan de frequentieverdeling van de maximale toename van het cumulatieve verdampingsverschot gedurende het groeiseizoen (droogtegraad; CoGroWa, 1984). Aan de hand van de droogtegraad die overeenkomt met een bepaald vochttekort, kan uitspraak gedaan worden over een bijbehorend opbrengstdepressiepercentage.

2.3 TOEPASSING VAN DE TCGB-DEPRESSIETABEL VOOR VOCHTTEKORT

In tabel 7 is een voorbeeld uit de TCGB-depressietabel gegeven. De vermelde opbrengstdepressies in % als gevolg van vochttekort gelden bij een GVG van 100 cm - mv en een GLG van 210 cm - mv, voor een standaardgrond A2506 (bovengrond pF-curve A; eff. wortelzone 25 cm; ondergrond type 06). De depressies zijn gegeven voor overschrijdingkansen van 0,9 tot 99,1%. Daarnaast is de gemiddelde en de langjarig gemiddelde opbrengstdepressie gegeven.

Tabel 7 Voorbeeld TCGB-depressietabel voor vochttekort

pF A	Wz 25	Og 06	GVG 100	GLG 210	De frequentie is de droogtegraad van het jaar in % De depressie is de opbrengstderving t.o.v. potentieel in %.									
Frequentie depressie	0,9 82	2,2 76	3,5 74	4,8 63	6,2 60	7,5 49	8,8 47	10,1 46	11,4 45	12,7 43	14,0 42	15,3 42		
frequentie depressie	16,6 40	17,9 39	19,2 38	20,5 38	21,9 37	23,2 37	24,5 37	25,8 35	27,1 33	28,4 33	29,7 33	31,0 32		
frequentie depressie	32,3 32	33,6 31	34,9 31	36,3 30	37,6 30	38,9 30	40,2 30	41,5 29	42,8 27	44,1 27	45,4 27	46,7 26		
frequentie depressie	48,0 26	49,3 26	50,7 25	52,0 25	53,3 25	54,6 25	55,9 24	57,2 24	58,5 24	59,8 24	61,1 24	62,4 23		
frequentie depressie	63,7 23	65,1 23	66,4 22	67,7 22	69,0 20	70,3 20	71,6 20	72,9 19	74,2 17	75,5 16	76,8 16	78,1 16		
frequentie depressie	79,5 15	80,8 15	82,1 14	83,4 13	84,7 13	86,0 12	87,3 12	88,6 12	89,9 11	91,2 11	92,5 11	93,8 10		
frequentie depressie	95,2 10	96,5 10	97,8 7	99,1 2	Gem. 28	Lgem. 28								

Uit de depressietabel voor vochttekort kunnen voor een bepaald gebied opbrengstdepressies worden vastgesteld. Hiervoor moeten naast de code voor het bodemtype en de hydrologische situatie (GVG/GLG) de droogtegraad en de factor voor het gemiddelde potentiële productieniveau van de door te rekenen jaren bekend zijn.

2.3.1 Droogtegraad

De droogtegraad geeft de overschrijdingskans aan van de maximale toename van het cumulatieve verdampingsoverschot per groeiseizoen (april t/m september).

Dat wil zeggen de procentuele kans, anders gezegd het aantal jaren per honderd jaar, dat een jaar even droog of droger zal zijn.

De toename van het cumulatieve verdampingsoverschot is een maat voor het vochttekort dat optreedt in de bodem gedurende het groeiseizoen. Hiervoor wordt per decade (periode van 10 dagen in een maand) de neerslag op de potentiële verdamping in mindering gebracht, waarna het verschil van alle decades binnen het groeiseizoen wordt gesommeerd. Hieruit wordt de maximale toename van het verdampingsoverschot in een aaneengesloten periode binnen het groeiseizoen vastgesteld. Omdat voor het opstellen van de depressietabel gebruik is gemaakt van de meteorologische gegevens van De Bilt, dient de maximale toename van het cumulatieve verdampingsoverschot voor een bepaald station of district te worden vertaald naar een voor De Bilt geldende droogtegraad.

2.3.2 Potentiële opbrengstfactor

De TCGB-depressietabel voor vochttekort is gebaseerd op een gemiddeld potentieel opbrengstniveau van bruto 13.500 kg ds per ha per jaar. In het verleden was sprake van een lager gemiddeld potentieel opbrengstniveau. Om rekening te kunnen houden met andere niveaus wordt een potentiële opbrengstfactor per jaar ingevoerd. In tabel 8 worden deze factoren gegeven.

Tabel 8 *Potentiële opbrengstfactor*

Periode	Gem. bruto potentiële productie (kg ds.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	Potentiële opbrengstfactor
t/m 1957	11.000	0,778
1958 t/m 1962	11.500	0,826
1963 t/m 1967	12.000	0,870
1968 t/m 1972	12.500	0,910
1973 t/m 1979	13.000	0,954
vanaf 1980	13.500	1,000

2.3.3 Afwijkende combinaties GVG/GLG

Wanneer de opgegeven combinatie van GVG en GLG niet voorkomt in de depressietabel dan wordt, voorzover de combinatie voorkomt binnen de in tabel 6 gegeven begrenzing, de opbrengstdepressie bepaald door lineaire interpolatie.

3 OPBRENGSTDEPRESSIE ALS GEVOLG VAN WATEROVERLAST

Naast opbrengstvermindering door een toename van het vochttekort kan er bij grondwaterstandsverlaging ook een opbrengstvermeerdering optreden door een afname van de wateroverlast. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de in de TCGB-tabel vermelde opbrengstdepressies als gevolg van wateroverlast zijn bepaald en hoe de ontstane tabellen moeten worden toegepast.

3.1 BEPALING VAN DE OPBRENGSTDEPRESSIE

Voor het opstellen van de TCGB-tabel met betrekking tot de opbrengstdepressie door wateroverlast is gebruik gemaakt van empirisch vastgestelde depressiecurven waarin voor zand- en moerige gronden de opbrengstdepressie is weergegeven in afhankelijkheid van de GHG en de GLG (CoGroWa, 1984). In de figuren 2 en 3 zijn deze depressiecurven gegeven.

3.2 TOEPASSING VAN DE TCGB-DEPRESSIETABEL VOOR WATEROVERLAST

In tabel 9 is een voorbeeld uit de TCGB-depressietabel gegeven. De vermelde opbrengstdepressies in % moeten worden gezien als gemiddelde depressies en gelden voor de aangegeven combinaties van GHG en GLG en voor zandgrond.

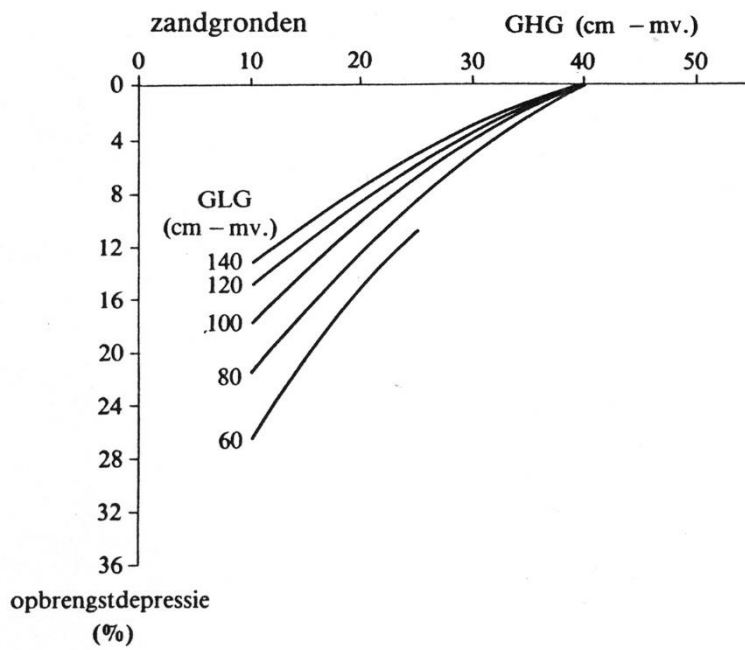
Tabel 9 Voorbeeld TCGB-depressietabel voor wateroverlast op zandgrond

GLG (cm-mv)	GHG (cm-mv)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
060	33,8	27,0	21,0	15,6						
065	32,1	25,7	19,9	14,8	10,2					
070	30,5	24,4	18,9	14,0	9,7	6,0				
075	29,0	23,2	17,9	13,3	9,2	5,6	2,6			
080	27,5	22,0	17,0	12,6	8,7	5,3	2,4	0,0		
085	26,2	20,9	16,1	11,9	8,2	5,0	2,2	0,0	0,0	
090	24,9	19,9	15,3	11,3	7,8	4,7	2,1	0,0	0,0	
095	23,7	18,9	14,6	10,7	7,4	4,4	2,0	0,0	0,0	
100	22,6	18,0	13,9	10,2	7,0	4,2	1,9	0,0	0,0	
105	21,6	17,1	13,2	9,7	6,6	4,0	1,8	0,0	0,0	
110	20,6	16,3	12,6	6,2	6,3	3,8	1,7	0,0	0,0	
115	19,8	15,6	12,0	8,8	6,0	3,6	1,6	0,0	0,0	
120	19,0	15,0	11,5	8,4	5,7	3,4	1,5	0,0	0,0	
125	18,3	14,5	11,1	8,0	5,4	3,2	1,4	0,0	0,0	

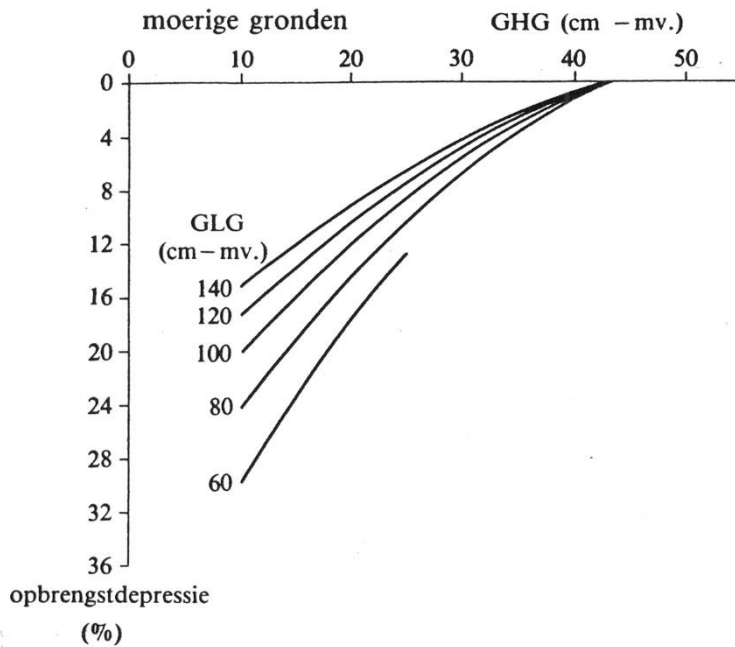
Om de TCGB-depressietabel voor wateroverlast te kunnen raadplegen moeten het type bovengrond en het grondwaterstandverloop bekend zijn. De variatie in de meteorologische omstandigheden per jaar wordt in rekening gebracht door de wateroverlastfactor.

3.2.1 Bodemkundige gegevens

In verband met verschil in draagkracht van de bovengrond is voor de depressie als gevolg van wateroverlast onderscheid gemaakt tussen zandgronden en moerige gronden. De zandgronden worden gekarakteriseerd door een bovengrond met een vocht karakteristiek A tot en met D. De moerige gronden worden gekenmerkt door een bovengrond met pF-curve E. De betekenis van de pF-curves is in paragraaf 2.1.2 beschreven.



Figuur 2 Opbrengstdepressie door wateroverlast op zandgronden (grasland)



Figuur 3 Opbrengstdepressie door wateroverlast op moerige gronden (grasland)

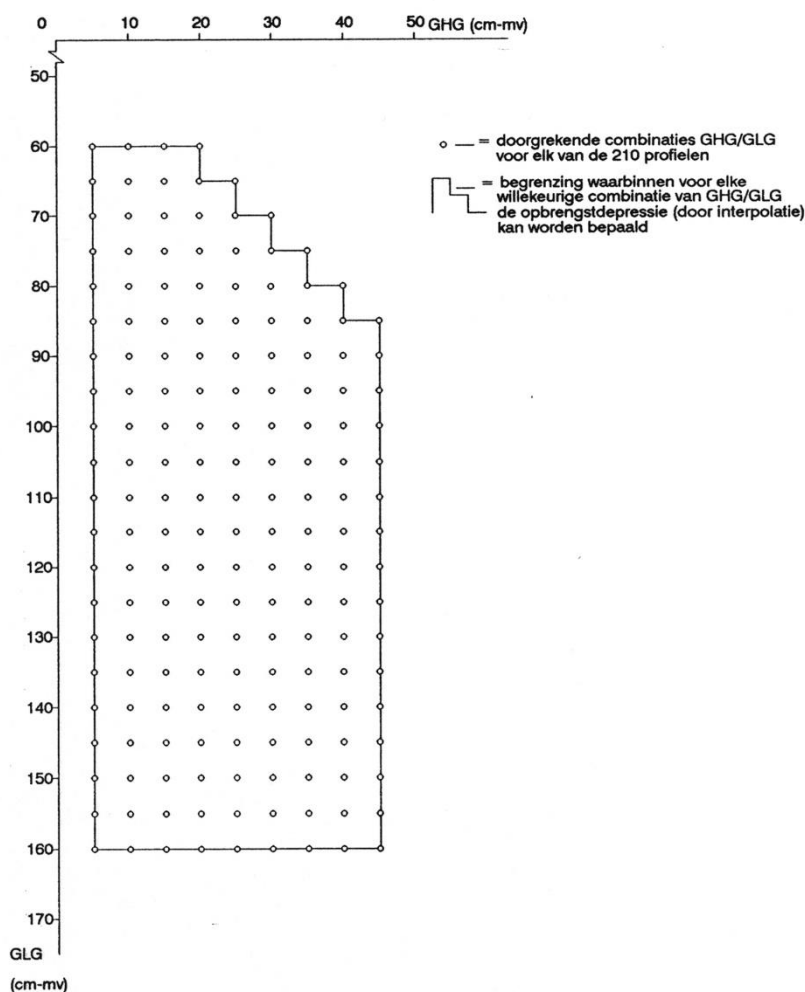
3.2.2 Hydrologische gegevens

De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) heeft grote invloed op de mate waarin wateroverlast optreedt. De invloed van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) op de opbrengstdepressie door wateroverlast is relatief gering en neemt af naarmate de GLG op grotere diepte voorkomt.

Bij het bepalen van de opbrengstdepressie als gevolg van wateroverlast wordt zowel gebruik gemaakt van de GHG als van de GLG. Bij een GLG dieper dan circa 160 cm - mv wordt de mate waarin wateroverlast optreedt vrijwel uitsluitend bepaald door de GHG. Bij een GHG van 40 cm-mv en dieper treedt geen wateroverlast meer op.

In tabel 10 worden de combinaties van GHG en GLG weergegeven waarvoor de depressies zijn bepaald.

Tabel 10 Doorgerkende combinaties van GHG en GLG



3.2.3 Wateroverlastfactor

De opbrengstdepressies uit de tabel gelden onder gemiddelde meteorologische omstandigheden. Jaarlijkse verschillen in meteorologische omstandigheden worden in rekening gebracht door de wateroverlastfactor. Door het opbrengstdepressiepercentage uit de tabel te vermenigvuldigen met de wateroverlastfactor wordt de opbrengstdepressie door wateroverlast per jaar berekend. De wateroverlastfactor wordt bepaald aan de hand van de som van de positieve maandelijkse neerslagoverschotten (neerslag-verdamping) en komt als volgt tot stand:

$$f_{w(i)} = 1,75 \cdot \frac{no_{(i)}}{no_{30}} - 0,75 \quad \text{waarin:}$$

$f_{w(i)}$ = wateroverlastfactor in jaar i

$no_{(i)}$ = som van de positieve maandelijkse neerslagoverschotten in jaar i
(in mm over de maanden november t/m oktober)

no_{30} = gemiddelde van $no_{(i)}$ over 30 jaar (mm)

De wateroverlastfactor kan ook redelijk benaderd worden met de volgende vergelijking die minder rekenwerk vergt:

$$f_{w(i)} = 3 \cdot \frac{P_{(i)}}{P_{30}} - 2 \quad \text{waarin:}$$

$P_{(i)}$ = neerslagsom (mm) in jaar i

P_{30} = gemiddelde van $P_{(i)}$ over 30 jaar (mm)

Als uitgangspunt voor de berekening van de wateroverlastfactor is gesteld dat in zeer droge jaren deze factor bij benadering gelijk is aan 0 en in zeer natte jaren ongeveer gelijk is aan 2.

3.2.4 Afwijkende combinaties GHG/GLG

Wanneer de opgegeven combinatie van GHG en GLG niet voorkomt in de depressietabel dan wordt, voorzover de combinatie voorkomt binnen de in tabel 10 gegeven begrenzing, de opbrengstdepressie bepaald door lineaire interpolatie.

4 FINANCIËLE GEVOLGEN VAN OPBRENGSTVERANDERING

Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt dat de gevolgen voor de landbouw van een grondwaterstandsverlaging worden beschreven door middel van een percentage van de netto potentiële opbrengst. Aan een procent opbrengstverandering wordt een per jaar verschillend bedrag gekoppeld aan de hand waarvan de financiële gevolgen van de opbrengstverandering kunnen worden vastgesteld. De wijze waarop het schadebedrag per procent opbrengstverandering wordt berekend wordt in dit hoofdstuk beschreven.

4.1 NORMBEDRAG PER PROCENT OPBRENGSTVERANDERING

De omvang van de schade wordt bepaald door de kosten van de extra maatregelen die de betrokken landbouwer neemt, vermeerderd met het resterende inkomensverlies. Door verschillen in bedrijfsstructuur en bedrijfsvoering kan de schade per bedrijf, bij een gelijke opbrengstvermindering, aanzienlijke verschillen vertonen. Om per bedrijf afzonderlijk het schadebedrag per procent opbrengstverandering vast te kunnen stellen moet over een groot aantal gegevens worden beschikt. In veel gevallen zullen de benodigde gegevens, met name uit het verleden, niet of slechts ten dele bekend zijn. Om praktische redenen is het niet uitvoerbaar om ieder bedrijf afzonderlijk te beoordelen. Bij het vaststellen van het schadebedrag per procent opbrengstverandering wordt daarom uitgegaan van een normbedrag.

4.1.1 Normbedrag graslandbedrijven

Vermindering van de opbrengst betekent een vermindering van de netto hoeveelheid voederwaarde die jaarlijks kan worden gewonnen. De schade voor het landbouwbedrijf bestaat uit de kosten van aankoop van vervangende veevoerders (ruwvoer en/of krachtvoer) met een gelijke netto voederwaarde. De geldelijke waardering van de opbrengstdepressie is dus afhankelijk van de netto potentiële opbrengst van een hectare en de marktwaarde van de voor de gedeerde opbrengst berekende vervangende voederwaarde. De geleden schade per jaar kan worden berekend door het percentage opbrengstdepressie te vermenigvuldigen met 1% van de marktwaarde van de vervangende voederwaarde per hectare (het normbedrag per procent opbrengstverandering).

De netto voederwaarde die een hectare grasland op kan brengen wordt vastgesteld aan de hand van de gemiddelde bruto potentiële opbrengst. Vanaf 1980 is hiervoor een opbrengstniveau van 13.500 kg ds per ha aangehouden. De netto potentiële opbrengst werd tot 1998 gesteld op 70 % van de bruto potentiële opbrengst (zie ook par. 2.2.2). De netto potentiële opbrengsten zijn vermeld in kolom 3 van tabel 11.

Vanaf 1998 is voor de berekening van het normbedrag per procent opbrengstverandering het niveau van de potentiële opbrengst bijgesteld. De bruto potentiële opbrengst voor grasland van 13.500 kg ds per ha wordt geacht te gelden voor praktijkomstandigheden. Daarnaast is ook rekening gehouden met de opbrengst van snijmaïs. De bruto potentiële opbrengst van snijmaïs is gesteld op 16.000 kg ds per ha. Arbitrair is voor de berekening uitgegaan van een oppervlakteaandeel van 75% gras en 25% snijmaïs. De gewogen gemiddelde bruto opbrengst voor grasland en voedergewassen komt hiermee op 14.125 kg ds per ha.

Voor grasland zijn de verliezen door beweiding gesteld op 20% en de verliezen door voederwinning op 15%. Voor het aandeel snijmaïs is rekening gehouden met 6% verlies. Rekening houdend met voornoemde verliezen bedraagt de gewogen gemiddelde netto opbrengst met ingang van 1998 12.240 kg ds per ha.

De gemiddelde voederwaarde van de gedeerde opbrengst, omgerekend per hectare (kolom 5 van tabel 11), wordt verkregen door de netto droge stof productie per hectare te vermenigvuldigen met de gemiddelde voederwaarde van de gedeerde opbrengst die wordt uitgedrukt in kilo Voedereenheden Melk (kVEM) per kg ds (kolom 4 van tabel 11). Bij het vaststellen van de gemiddelde voederwaarde wordt er van uitgegaan dat de gedeerde netto droge stof productie op grasland

voor 75% leidt tot een vermindering van de eigen ruwvoerwinning en voor 25% tot een vermindering van het beschikbare weidegras.

Het eiwitgehalte van een kg ds werd tot 1992 uitgedrukt in kg VRE (Voedernorm Ruw Eiwit) en vanaf 1992 in kg DVE (Darm Verteerbaar Eiwit). Het eiwitgehalte per kg ds wordt op dezelfde wijze vastgesteld als de voederwaarde per kg ds.

Het eiwitgehalte wordt vervolgens uitgedrukt in kg VRE (DVE) per kVEM. In de berekening wordt dit als een Eiwit-toeslag op de voederwaarde in rekening gebracht. De Eiwit-toeslag bedraagt voor de periode 1981 t/m 1991 0,153 kg VRE/kVEM en vanaf 1992 0,086 kg DVE/kVEM. Door het in rekening brengen van een aandeel van 25% snijmaïs is de Eiwit-toeslag met ingang van 1998 gedaald van 0,086 naar 0,075 kg DVE/kVEM.

De voederwaarden en de eiwitnormen zijn ontleend aan gegevens van het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR) te Lelystad, (voorheen Consultantschap in Algemene Dienst voor de Voedervoorziening geheten). Het PR berekent ook de kVEM-prijzen en de Eiwit-toeslagprijzen (VRE / DVE) (kolom 6 en 7 van tabel 11). Uit deze prijzen kan dan de voederwaardeprijs (kolom 8 van tabel 11) als volgt worden berekend:

$$(0,01 \times (100 + \text{BTW } \%)) \times (\text{kVEM_prijs} + (\text{Eiwit_toeslag} \times \text{Eiwit_toeslag_prijs}))$$

De marktwaarde van de vervangende voederwaarde van de netto potentiële opbrengst van een hectare grasland wordt verkregen door de gemiddelde voederwaarde per hectare te vermenigvuldigen met de voederwaardeprijs (kolom 5 × 8). Eén procent van de marktwaarde komt overeen met het normbedrag dat geldt voor één procent opbrengstverandering (kolom 9 van tabel 11).

Uitgangspunt bij het vaststellen van het normbedrag is dat compensatie van de gedeerde voederwaarde voor de helft plaatsvindt in de vorm van ruwvoer en voor de helft in de vorm van krachtvoer. Tot en met 1985 werd de prijs van ruwvoer gesteld op 80% van de kVEM-prijs; vanaf 1986 is de prijs voor ruwvoer gelijk gesteld aan de kVEM-prijs.

Herziening vanaf 2011

Vanaf 2011 wordt het normbedrag voor graslandbedrijven berekend op basis van alleen krachtvoerprijzen.

Naar aanleiding van ontvangen signalen van de zijde van de landbouw dat de omvang van het normbedrag per procent opbrengstderving als gevolg van grondwateronttrekking zou moeten worden aangepast, heeft de Commissie van Deskundigen Grondwaterwet (CDG), een voorganger van de ACSG, de berekening van het normbedrag kritisch bekeken. Dit heeft geleid tot het opstellen van de notitie "Berekening normbedrag grasland en voedergewassen vanaf 2011" CDG, mei 2011. In de notitie komt de CDG tot de conclusie om vanaf 2011 het normbedrag grasland en voedergewassen te baseren op de systematiek van de vergoeding volgens de beheerpakketten, op basis van krachtvoerprijzen. Hiermee wordt aangesloten bij een methodiek van een al jaren gangbare en geaccepteerde vergoedingsregeling (beheerpakketten).

Bij de berekening van de vergoedingen voor beheerpakketten (blauwe en groene diensten, agromilieuverbintenissen) voor grasland is de kVEM-derving berekend. Deze derving wordt veroorzaakt door de beheerbepalingen en worden met behulp van grasgroeimodellen, die door de Animal Sciences Group (ASG) van de WUR zijn ontwikkeld, in concrete dervingen per pakket vastgesteld. Deze dervingen vermenigvuldigd met de kVEM-prijs levert middelen op om vervangend voer te kopen. Op welke grondslag is de kVEM-prijs in het kader van de beheerpakketten gebaseerd?

Vermindering van de opbrengst kent een kwantiteitscomponent en een kwaliteitscomponent. Om de kwantiteit te compenseren kan ruwvoer of krachtvoer worden gekocht. Om de kwaliteit te compenseren is krachtvoer nodig.

Door WUR/ASG/PV is onderzoek gedaan naar de inpasbaarheid en de economie van beheerovereenkomsten op het melkveebedrijf. Het betreft onderzoek uit 1995, rapporten PR 158 en PR 159. In dit onderzoek is vastgesteld dat:

- De beheerovereenkomsten tot 30% van de bedrijfsoppervlakte inpasbaar zijn, zonder dat de gangbare bedrijfsvoering verandert;

- Het onderscheid tussen de kwantiteits- en de kwaliteitscomponent is niet altijd precies aan te geven. Deze is per bedrijf verschillend. Deze is ook per pakket nog eens verschillend;
- Aankoop van ruwvoer of krachtvoer is een kwestie van prijs. De ruwvoerprijs ligt lager. Maar als rekening wordt gehouden met apart inkuielen, met transport bij aankoop naar de boerderij en extra arbeid bij het voeren, met een ander product, zijn de prijzen nagenoeg gelijk.

Op grond van het voorgaande en uit een oogpunt van eenvoud en voldoende vergoeding voor de gewasderving is, in het kader van de vergoedingen voor de beheerpakketten, besloten uit te gaan van de kVEM-prijs van krachtvoer. Het onderzoek toonde aan dat met deze benadering voldaan werd aan de compensatie van de inkomensderving als gevolg van het afsluiten van een beheerovereenkomst.

De krachtvoerprijzen worden verzameld door het LEI. Zij zijn gebaseerd op de gemiddelde marktprijzen voor standaard krachtvoer voor melkvee in Nederland (A-brok). Elke maand worden de prijzen verzameld en gepubliceerd. Het normbedrag per jaar wordt berekend als een gemiddelde van de maandelijkse krachtvoerprijzen over de periode van juli "vorig jaar" t/m juni. Daarbij is ervan uitgegaan dat 1 kg A-brok 940 VEM bevat en dat 1% opbrengstderving/ha overeen komt met een verlies van 108,24 kVEM.

In tabel 11 (pag. 18) wordt een cijfermatig overzicht gegeven van de hiervoor beschreven methoden (zowel voor 2011 als vanaf 2011) voor het vaststellen van de marktwaaarde van de netto potentiële opbrengst van een hectare grasland en het normbedrag voor een procent opbrengstverandering.

4.1.2 Normbedrag bouwlandbedrijven

De bepaling van de vergoeding per procent opbrengstdepressie voor bouwlandgewassen is gebaseerd op de waarde van de gedeerde opbrengst van de geteelde gewassen. Het bouwplan kan per bedrijf en per jaar verschillen. Bovendien worden de gewassen door vruchtwisseling op van jaar tot jaar wisselende percelen verbouwd. Dit maakt het berekenen van de schade zeer complex. Uit praktische overwegingen wordt daarom uitgegaan van een gemiddeld bouwplan. Voor zandgronden is de gehanteerde bouwplansamenstelling vermeld in tabel 12. Hoewel er in de tijd gezien wel enige verschuivingen in de bouwplansamenstelling hebben plaatsgevonden, zijn deze slechts van geringe invloed op het te berekenen normbedrag per % depressie. Tot 2000 is het gemiddelde bouwplan voor alle jaren gelijk verondersteld. Vanaf 2000 is het aandeel haver/rogge vanwege de geringe oppervlakte vervallen. In de plaats hiervan is aandeel wintertarwe en zomergerst verhoogd van respectievelijk 15% naar 20% en van 15% naar 25%. Het aandeel consumptieaardappelen is met ingang van 2000 met 5% verhoogd naar 20% ten koste van het aandeel fabriksaardappelen dat is verlaagd van 25% naar 20%.

Tabel 12 Samenstelling gemiddeld bouwplan voor zandgronden

Gewas	Aandeel in bouwplan	
	t/m 1999	vanaf 2000
Wintertarwe	15%	20%
Zomergerst	15%	25%
Haver/Rogge	15%	-
Consumptie aardappelen	20%	15%
Fabriksaardappelen	25%	20%
Suikerbieten	20%	20%

De opbrengstdepressie van de gewassen is uitgedrukt als een percentage van de praktisch potentiële opbrengst. De potentiële opbrengst van de gewassen is afgeleid van de trendmatige ontwikkeling van de jaarlijks door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) gepubliceerde oogstramingen. Hierbij is voor de periode tot 1992 uitgegaan van het rekenkundig gemiddelde van de ramingen voor het noordelijk-, het oostelijk-, het zuidelijk- en het centraal zandgebied.

Met ingang van 1992 is de indeling in landbouwgebieden door het Landbouweconomisch Instituut (LEI) gewijzigd. Voor de periode vanaf 1992 is het gemiddelde genomen van het Noordelijk wei-degebied, en het oostelijk-, het zuidelijk- en het centraal veehouderijgebied. Met ingang van 2001 worden de gegevens per provincie vermeld. De berekening van de potentiële opbrengst op zandgronden is in verband hiermee vanaf 2001 gebaseerd op de gemiddelde opbrengsten in de provincies Drenthe, Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg. De oogstramingen van het CBS gaan uit van de actuele opbrengsten. Voor de bepaling van de potentiële opbrengsten zijn de door het CBS gegeven oogstramingen met 10% verhoogd.

De prijzen van de producten zijn ontleend aan "Landbouwcijfers", een jaarlijkse uitgave van het Landbouweconomisch Instituut (LEI). Uitgegaan is van de gemiddelde telersprijs voor Nederland, inclusief BTW.

Voor consumptieaardappelen worden in de geraadpleegde publicaties geen hoeveelheid en prijsgegevens vermeld voor het bijproduct. Voor de berekening van het normbedrag is de hoeveelheid bijproduct (kriel, uitval) arbitrair gesteld op 10 á 15% van de hoeveelheid hoofdproduct. Het bijproduct is gewaardeerd tegen een prijs van € 2,27 per 1000 kg.

In tabel 13 wordt een overzicht gegeven van de potentiële productie (in kg /ha) van de in het bouwplan opgenomen gewassen voor de periode vanaf 1980. Tabel 14 geeft de potentiële opbrengst in € per ha. In de laatste kolom van tabel 14 is de gewogen gemiddelde opbrengst in € /ha voor het bouwplan weergegeven.

Het normbedrag voor de vergoeding per procent opbrengstverandering is gelijk aan 1% van deze gemiddelde opbrengst.

De basisgegevens waaruit het normbedrag per % depressie wordt berekend zijn eerst na verloop van ca. 2 jaar beschikbaar. Ter overbrugging van deze periode wordt voor de schadeberekening voor deze jaren uitgegaan van een door de commissie vast te stellen voorlopig normbedrag. Nadat het definitieve normbedrag is vastgesteld, kan verrekening plaatsvinden.

4.2 NORMBEDRAG EN ONTWATERING

Een vermindering van wateroverlast kan in veel gevallen ook verkregen worden door het uitvoeren van waterbeheersingswerken. De kosten die de betrokken landbouwer moet betalen voor maatregelen die genomen zijn in het kader van waterbeheersingswerken zijn in het algemeen aanzienlijk lager dan de bedrijfseconomische voordelen. Het maakt hierdoor voor de landbouwer een wezenlijk verschil of bij de verrekening van voor- en nadelen het voordeel van verminderde wateroverlast op bedrijfseconomische basis wordt berekend of dat het voordeel wordt gewaardeerd op basis van de waterschapslasten en/of ruilverkavelingsrente die moeten worden betaald voor de vermindering van de wateroverlast door uitvoering van waterbeheersingswerken.

Als uitgangspunt bij een schaderegeling geldt volgens een uitspraak van het Gerechtshof te 's-Hertogenbosch, dat de schadeloosstelling degene die de schade leed in financiële omstandigheden moet brengen welke gelijkwaardig zijn aan die waarin hij zich bevond zou hebben indien de gebeurtenis of omstandigheden die tot het ontstaan van de schade leidden, achterwege gebleven zouden zijn.

Dit betekent dat, wanneer in de situatie zonder wateronttrekking de wateroverlast (deels) door ontwateringswerken zou zijn weggenomen, het voordeel gewaardeerd moet worden tegen de kosten die anders voor deze werken (als waterschapslasten of ruilverkavelingsrente) betaald zouden moeten worden. Dit geldt ook in het geval geen werken zijn uitgevoerd omdat deze door de invloed van de grondwateronttrekking niet meer nodig waren, doch redelijkerwijs aangenomen mag worden dat deze wel uitgevoerd zouden zijn indien de grondwateronttrekking niet aanwezig was geweest.

Deze benadering geldt vanaf het moment dat de waterbeheersingswerken zijn of zouden zijn gerealiseerd, en is alleen van toepassing op dat deel van de wateroverlastvermindering dat anders door deze werken zou zijn weggenomen.

Eventuele voordelen van de grondwateronttrekking in de periode voordat de wateroverlast door waterbeheersingswerken is of zou zijn weggenomen en de voordelen door het wegnemen van

eventueel nog resterende wateroverlast na uitvoering van waterbeheersingswerken, dienen wel op bedrijfseconomische basis te worden gewaardeerd.

Tabel 11 Overzicht berekening normbedrag grasland per jaar voor één procent opbrengstverandering

Jaar	Gemiddelde potentiële opbrengst		Gemiddelde voederwaarde gederfde opbrengst		Voederwaardeprijs			Normbedrag (€/ %opbrengst) (5 x 8 / 100)
	bruto (kg ds/ha)	netto (kg ds/ha)	(kVEM/kg ds)	(kVEM/ha) 3 x 4	kVEM-prijs (€/kVEM)	kg VRE-prijs (€/kVEM)	Voederwaarde-prijs (€/kVEM)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1981	13.500	9.450	0,840	7.938	0,202	0,334	0,242	19,20
1982	13.500	9.450	0,840	7.938	0,206	0,251	0,233	18,51
1983	13.500	9.450	0,840	7.938	0,231	0,285	0,261	20,75
1984	13.500	9.450	0,840	7.938	0,203	0,245	0,231	18,37
1985	13.500	9.450	0,840	7.938	0,207	0,153	0,221	17,51
1986	13.500	9.450	0,840	7.938	0,179	0,140	0,211	16,71
1987	13.500	9.450	0,840	7.938	0,144	0,167	0,180	14,30
1988	13.500	9.450	0,840	7.938	0,154	0,264	0,206	16,38
1989	13.500	9.450	0,840	7.938	0,138	0,286	0,192	15,29
1990	13.500	9.450	0,840	7.938	0,126	0,163	0,157	12,41
1991	13.500	9.450	0,840	7.938	0,139	0,161	0,173	13,75
1992	13.500	9.450	0,873	8.250	0,114	0,409	0,157	13,01
1993	13.500	9.450	0,873	8.250	0,104	0,490	0,155	12,77
1994	13.500	9.450	0,873	8.250	0,123	0,349	0,162	13,38
1995	13.500	9.450	0,873	8.250	0,125	0,232	0,154	12,70
1996	13.500	9.450	0,873	8.250	0,111	0,566	0,170	13,98
1997	13.500	9.450	0,873	8.250	0,060	0,846	0,141	11,66
1998	14.125	12.240	0,884	10.824	0,088	0,459	0,129	14,02
1999	14.125	12.240	0,884	10.824	0,106	0,337	0,139	15,05
2000	14.125	12.240	0,884	10.824	0,072	0,668	0,129	13,99
2001	14.125	12.240	0,884	10.824	0,077	0,719	0,139	15,04
2002	14.125	12.240	0,884	10.824	0,072	0,683	0,131	14,18
2003	14.125	12.240	0,884	10.824	0,085	0,571	0,136	14,70
2004	14.125	12.240	0,884	10.824	0,084	0,657	0,141	15,27
2005	14.125	12.240	0,884	10.824	0,093	0,524	0,140	15,12
2006	14.125	12.240	0,884	10.824	0,119	0,352	0,154	16,62
2007	14.125	12.240	0,884	10.824	0,185	0,272	0,218	23,59
2008	14.125	12.240	0,884	10.824	0,144	0,769	0,213	23,08
2009	14.125	12.240	0,884	10.824	0,042	1,077	0,130	14,05
2010	14.125	12.240	0,884	10.824	0,098	0,859	0,172	18,64
					Gemiddelde krachtvoerprijs (juli-juni)			Normbedrag
					€ per 100 kg	€ per 100 kVEM		€ per %
2011	14.125	12.240	0,884	10.824	20,95	22,28		24,12
2012	14.125	12.240	0,884	10.824	23,35	24,84		26,88
2013	14.125	12.240	0,884	10.824	27,22	28,95		31,34
2014	14.125	12.240	0,884	10.824	24,77	26,35		28,53
2015	14.125	12.240	0,884	10.824	23,10	24,57		26,60
2016	14.125	12.240	0,884	10.824	21,99	23,39		25,32
2017	14.125	12.240	0,884	10.824	22,18	23,59		25,54
2018	14.125	12.240	0,884	10.824	22,80	24,25		26,25
2019	14.125	12.240	0,884	10.824	25,47	26,54		28,72

Tabel 13 Overzicht potentiële productie van bouwlandgewassen op zandgrond (in kg/ha)

Jaar	Wintertarwe		Zomergerst		Haver / Rogge		Consumptie-aardappelen		Fabrieks-aardappelen	Suiker-bieten
	korrel	stro	korrel	stro	korrel	stro	hfd. prod.	bijproduct		
1980	6000	4800	4600	3000	4800	4200	38000	4500	44000	50000
1981	6000	4800	4800	3200	4800	4200	38000	4500	44000	52500
1982	6250	4800	4800	3200	5000	4200	38000	4500	44000	52500
1983	6250	5000	5000	3200	5000	4200	40000	4700	46000	55000
1984	6500	5000	5000	3200	5000	4200	40000	4700	46000	55000
1985	6500	5000	5000	3200	5000	4200	40000	4700	46000	57500
1986	6750	5000	5200	3200	5200	4200	40000	4700	46000	57500
1987	6750	5000	5200	3400	5200	4200	40000	4700	48000	60000
1988	7000	5000	5400	3400	5200	4200	40000	4700	48000	60000
1989	7000	5000	5400	3400	5200	4200	42000	5000	48000	62500
1990	7250	5000	5400	3400	5200	4200	42000	5000	48000	62500
1991	7250	5000	5600	3400	5200	4200	42000	5000	50000	65000
1992	7500	5000	5600	3400	5200	4200	42000	5000	50000	65000
1993	7500	5000	5800	3400	5200	4200	42000	5000	50000	67500
1994	7800	5000	5800	3400	5400	4200	42000	5000	50000	67500
1995	8000	5000	5800	3400	5500	4400	44000	5000	50000	65000
1996	8200	5000	6000	3400	5700	4400	44000	5000	50000	65000
1997	8200	5000	6000	3400	5700	4400	44000	5000	52000	62500
1998	8400	5000	6200	3400	5700	4400	44000	5000	52000	62500
1999	8400	5000	6200	3400	5700	4400	46000	5000	52000	62500
2000	8500	5000	6200	3400	-	-	46000	5000	52000	62500
2001	8500	5000	6200	3400	-	-	48000	5000	52000	62500
2002	8500	5000	6200	3400	-	-	48000	5000	52000	62500
2003	8500	5000	6200	3400	-	-	48000	5000	52000	62500
2004	8500	5000	6200	3400	-	-	50000	5000	50000	62500
2005	8500	5000	6200	3400	-	-	50000	5000	48000	65000
2006	8500	5000	6200	3400	-	-	50000	5000	48000	65000
2007	8500	5000	6200	3400	-	-	50000	5000	48000	65000
2008	8500	5000	6200	3400	-	-	50000	5000	48000	65000
2009	8500	5000	6200	3400	-	-	50000	5000	48000	70000
2010	8500	5000	6200	3400	-	-	50000	5000	48000	75000
2011	8000	5000	6000	3400	-	-	50000	5000	48000	75000
2012	8500	5000	6500	3400	-	-	52000	5000	48000	75000
2013	8500	5000	6500	3400	-	-	52000	5000	48000	75000
2014	9500	5000	6800	3400	-	-	54300	5000	42200	90800
2015	9670	5000	7020	3400	-	-	52600	5000	43640	80340
2016	8160	5000	6490	3400	-	-	47590	5000	42250	77100
2017	9260	5000	6940	3400	-	-	52040	5000	44740	91610
2018	Nog geen gegevens beschikbaar									

Tabel 14 Overzicht potentiële opbrengst van bouwlandgewassen op zandgrond (in €/ha)

Jaar	Wintertarwe		Zomergerst		Haver / Rogge		Consumptie-aardappelen		Fabrieks-aardappelen	Suiker-bieten	Gewogen Gemiddelde Bouwplan
	korrel	stro	korrel	stro	korrel	stro	hoofd-product	bij-product			
1980	1.310	233	956	185	977	210	3.040	102	2.572	2.509	2.039
1981	1.412	231	1.098	180	1.041	187	3.576	102	2.941	2.440	2.214
1982	1.533	283	1.135	218	1.065	210	2.381	102	3.175	2.224	2.153
1983	1.563	193	1.264	203	1.187	229	7.052	107	3.609	2.991	2.912
1984	1.475	318	1.193	240	1.141	276	2.469	107	3.319	2.624	2.308
1985	1.413	442	1.078	319	935	372	1.953	107	3.296	3.012	2.316
1986	1.424	306	1.090	211	1.085	248	2.962	107	3.396	2.690	2.348
1987	1.290	284	972	193	1.095	210	1.653	107	3.110	2.883	2.137
1988	1.331	250	977	162	958	172	2.550	107	3.098	3.350	2.288
1989	1.264	193	948	139	859	162	4.454	113	3.080	3.388	2.439
1990	1.257	216	912	162	880	172	3.425	113	2.864	2.933	2.196
1991	1.253	238	920	177	887	191	3.303	113	2.972	3.274	2.289
1992	1.327	318	961	239	1.015	248	961	113	2.750	2.933	1.998
1993	1.041	431	797	293	743	305	2.030	113	2.548	3.335	2.060
1994	1.125	295	797	201	696	219	8.999	113	2.677	3.744	2.829
1995	1.104	193	742	154	806	180	5.313	113	2.723	3.373	2.375
1996	1.098	329	803	255	758	230	2.062	113	2.870	3.520	2.160
1997	979	227	732	173	696	220	4.063	113	2.832	3.532	2.286
1998	926	284	695	193	600	260	9.248	113	2.832	3.719	2.832
1999	999	386	717	208	649	299	2.522	113	2.808	2.871	2.028
2000	952	285	685	184	-	-	4.292	120	2.860	3.041	2.306
2001	990	245	667	136	-	-	5.621	120	2.756	3.647	2.589
2002	863	305	598	180	-	-	2.952	120	2.756	3.081	2.056
2003	1.182	260	766	170	-	-	7.488	120	2.808	3.101	2.845
2004	859	250	620	156	-	-	1.775	120	2.575	3.269	1.869
2005	884	240	651	150	-	-	7.225	120	2.659	3.132	2.685
2006	1.190	275	800	167	-	-	13.625	120	2.189	3.245	3.683
2007	1.915	250	1.394	170	-	-	4.725	120	2.688	2.542	2.597
2008	1.156	250	792	170	-	-	4.925	120	2.323	2.717	2.286
2009	965	250	608	170	-	-	4.950	120	2.102	3.191	2.256
2010	1.509	250	1.130	170	-	-	7.659	120	2.616	3.352	3.037
2011	1.666	250	1.316	170	-	-	8.560	120	2.779	3.909	3.394
2012	2.066	250	1.557	170	-	-	8.048	120	3.684	4.961	3.849
2013	1.708	250	1.270	170	-	-	7.155	120	3.618	5.016	3.570
2014	1.697	250	1.253	170	-	-	5.146	120	3.194	4.591	3.092
2015	1.596	250	1.220	170	-	-	8.224	120	3.405	3.449	3.339
2016	1.400	250	1.023	170	-	-	9.110	120	3.802	3.457	3.465
2017	1.596	250	1.220	170	-	-	5.114	120	3.856	4.146	3.102
2018	Nog geen gegevens beschikbaar										

LITERATUUR

1. Boheemen, P.J.M. van, 1980. Toename van de grasproductie bij verbetering van de watervoorziening. Nota 1298. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
2. Bouwmans, J.M.M., 1990. Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel. Een methode voor het bepalen van de opbrengstdepressie van grasland op zandgrond als gevolg van een grondwaterstandsverlaging. Nota Secretariaat TCGB, Utrecht.
3. CoGroWa, 1984. Landbouwkundige aspecten van grondwateronttrekking. Rapport van de Werkgroep Landbouwkundige Aspecten van Grondwateronttrekking, Utrecht.
4. Laat, P.J.M. de, 1982. MUST a simulation for unsaturated flow. Report of International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering, Delft.
5. Lanen, H.A.J. van, 1981a. Berekening van de capillaire opstijghoogte en het bergend vermogen in gelaagde bodemprofielen. RID rapport hy.h 81-10.
6. Lanen, H.A.J. van, 1981b. De opbrengstverandering bij grasland ten gevolge van diepe grondwaterwinning in West-Utrecht. RID mededeling 81-1.
7. Lanen, H.A.J. van, 1985. Grondwaterstandafvoerrelaties als randvoorwaarde voor bodemvochttekortberekeningen met onverzadigde grondwaterstromingsmodellen. Cultuurtechnisch Tijdschrift 25 (3) pag. 85-195.
8. Wösten, J.H.M., e.a., 1987. Waterretentie en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Rp. 1932. Stichting voor Bodemkartering, Rp. 18 (nieuwe serie). Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.