 :TITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 483, d. d. 30 september 1968

Enige opmerkingen naar aanleiding van het verschijnen van het rapport: 'De Watervoorziening van Midden-West Nederland'(1967)

T. Couwenhoven

1. Inleiding

Begin 1968 heeft het 'Werkcomité Watervoorziening Midden-West Nederland' een rapport uitgegeven, dat de Minister van Verkeer en Waterstaat van advies moet dienen voor zijn beleid inzake de waterhuishouding van Nederland.

In het rapport wordt beschreven hoe groot de waterbehoefte is van de landbouw, de industrie en de bevolking. Daarnaast wordt bepaald hoeveel water nodig is om het chloridegehalte van het open water in het westen van Nederland op een aanvaardbaar peil te houden.

Deze nota is gewijd aan deelrapport II: 'De aanvullende waterbehoefte in droge perioden voor peilbeheersing omstreeks het jaar 2000' door dr.ir. D.W. Scholte Ubing.

2. Bespreking deelrapport II

Als uitgangspunt is genomen, dat de watervoorziening van de plant optimaal moet zijn. Dit blijkt echter niet realiseerbaar.

In het rapport wordt het dan ook: 'aanvaardbaar geacht, de watervoorziening voor graslanden niet zo hoog af te stemmen en voor iedere decade 2 maal in de 35 jaar nog een tekort $>$ 15 mm/dec te tolereren'.
Bij een bodemvochttekort = 15 mm/dec is, volgens het rapport $E_{re}/E_{max} = 0,6$, hetgeen voor graslanden zou betekenen dat nog geen opbrengstderving optreedt.

2.1. Beschouwde gebied

Het in het rapport beschouwde gebied wordt begrensd door de Noordzee, het Noordzeekanaal, het IJsselmeer, de Utrechtse Heuvelrug, en de Rijn - Lek - Nieuwe Waterweg. Voorts is het gebied in tweeën verdeeld op basis van verschillen in klimaat.

Het gebied ten oosten van de lijn Gouda - Amsterdam blijkt gemiddeld per zomer 8 à 9% meer neerslag te ontvangen en een 7% lagere verdamping te hebben, dan het westelijk gebied.

Het neerslagtekort blijkt gemiddeld per zomer 23% lager te zijn in het oostelijke gebied (SCHOLTE UBING, 1965). De verschillen in verdamping

zijn gebaseerd op metingen te Naaldwijk en de Bilt, waarbij de Bilt representatief geacht is voor het oostelijke gebied en Naaldwijk voor het westelijke. Het K. N. M. I. heeft echter vastgesteld, dat de voor de Bilt berekende verdamping lage waarden aanneemt, wegens de zeer beschutte ligging van het weerstation. Deze cijfers zijn dus niet representatief voor een groot gebied. Het verschil in verdamping van beide gebieden, zal dus kleiner zijn dan boven aangegeven. De gemiddelde neerslag per gebied is berekend uit de waarnemingen van meerdere stations. Eventuele systematische afwijkingen per station komen dus niet zo duidelijk tot uiting.

De conclusie dat er klimaatsverschillen optreden is kwalitatief waarschijnlijk juist, doch geringer dan in het rapport wordt aangenomen. Hieruit volgt, dat de berekende wateraanvoer van het oostelijk gebied minder verschilt van die van het westelijk gebied, dan in het rapport is aangegeven.

Bij de berekening van de waterbehoefte is men uitgegaan van de planologische ontwikkeling zoals deze in de volgende tabellen is weergegeven.

Tabel 1. Grondgebruik per 1 januari 1964

	Rijnland		Delfland		Schieland		Oost	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1 Wegen, bebouwing etc.	13.700	13	11.400	28	4.100	23	16.800	12
2 Grasland, parken etc.	42.500	40	19.000	46	8.100	44	89.300	65
3 Bouwland	20.000	19	2.400	6	4.000	22	7.600	5
4 Glastuinbouw	700	1	3.400	8	400	2	100	-
5 Tuinbouw vollegrond	8.300	8	2.600	6	800	4	8.700	6
6 Water	10.100	9	1.800	4	1.000	5	16.100	11
7 Woeste grond	10.900	10	1.000	2	-	-	1.500	1
Totaal	106.200	100	41.600	100	18.400	100	140.100	100

Tabel 2. Grondgebruik in het jaar 2000

	Rijnland		Delfland		Schieland		Oost	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1 Wegen, bebouwing etc.	20.500	19	13.500	33	6.700	37	24.800	19
2 Grasland, parken etc.	35.700	35	15.500	38	5.900	32	80.700	58
3 Bouwland	15.100	14	1.800	4	2.400	13	7.700	5
4 Glastuinbouw	2.000	2	4.900	12	1.500	8	600	0
5 Tuinbouw vollegrond	12.300	13	3.100	7	900	5	8.700	6
6 Water	10.100	9	1.800	4	1.000	5	16.100	11
7 Woeste grond	10.500	8	1.000	2	-	-	1.500	1
Totaal	106.200	100	41.600	100	18.400	100	140.100	100

De categorieën 2, 3, 4, 5 en 6 komen voor watervoorziening in aanmerking.

Tabel 3. Planologische ontwikkeling van de watervoorzieningsgebieden

	West				Oost			
	1964		2000		1964		2000	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
2 Grasland, parken etc.	69.600	56	57.100	50	89.300	74	80.700	71
3 Bouwland	26.400	21	19.300	17	7.600	6	7.700	7
4 Glastuinbouw	4.500	4	8.400	8	100	0	600	1
5 Tuinbouw vollegrond	11.700	9	16.300	14	8.700	7	8.700	8
6 Water	12.900	10	12.900	11	16.100	13	16.100	14
Totaal	125.100	75	114.000	69	121.800	87	113.800	81

Het totaal percentage in deze tabel geeft aan het percentage van het totaal oppervlak, dat voor watervoorziening in aanmerking komt.

Eigen onderzoek naar het grondgebruik in Delfland, voor zover gelegen binnen de Maasdijk, leverde het volgende op.

Tabel 4. Grondgebruik in Delfland per 1 januari 1967

	Afwatering		Watervoorziening	
	ha	%	ha	%
Wegen, bebouwing etc.	8.650	28		
Grasland, bouwland, tuinbouw vollegrond	16.430	53	16.430	77
Glastuinbouw	3.500	11	3.500	16
Water	1.500	5	1.500	7
Woeste grond	1.000	3		
Totaal	31.080	100	21.430	69

De overeenstemming met tabel 1 is goed. De verwachting is dus, dat in het jaar 2000, van het areaal dat voor watervoorziening in aanmerking komt, gemiddeld 60% wordt ingenomen door grasland, 12% door bouwland, 4% door glastuinbouw, 11% door tuinbouw in de vollegrond en 13% door open water.

De tuinbouw die zulke hoge eisen stelt aan de waterkwaliteit en relatief veel water verbruikt, speelt bij de bepaling van de benodigde wateraanvoer nauwelijks een rol, wegens de geringe oppervlakte.

2.2. Methode van onderzoek

Gebruikte symbolen:

N = neerslag

b = bodemvochtvoorraad

E_{max} = potentiële verdamping van weilandgras onder goede watervoorziening $= f E_o$.

E_{re} = werkelijke verdamping

A = aanvoer van water vanuit het open water naar het wortelstelsel

E_o = open water verdamping

Men heeft uit langjarige reeksen ($N \pm b + A - E_{max}$) cijfers (per decade) getracht een inzicht te verkrijgen in de grootte en de frequentie van optreden van bodemvochttekorten, alsmede in de orde van grootte van E_{re}.

De periode 1928 - 1962 is op deze wijze doorgerekend. De tijdschaal is opvolgend gekozen. Dit is noodzakelijk, omdat restbodemvochtvoorraden uit een voorafgaande periode, door middel van b in rekening gebracht worden in de beschouwde periode. De enige mogelijkheid, die dit systeem van bodemvochtboekhouding biedt voor uitbreiding van het cijfermateriaal is dat de begindatum telkens een dag wordt opgeschoven. Het is duidelijk, dat dit slechts 9 maal kan geschieden, zonder in herhalingen te vervallen. Het cijfermateriaal wordt dan dus 10 maal zo groot. De kans bestaat dat op deze wijze grotere bodemvochttekorten worden berekend. De decade is als tijdseenheid gekozen, omdat het niet mogelijk is de verdamping voldoende nauwkeurig te berekenen over kortere perioden. Langere perioden zijn niet wenselijk wegens de grilligheid van de neerslagverdeling.

De factor A wordt bepaald door enerzijds de wenselijkheid van aanvoer, welke wordt bepaald door:

1. de frequentie van bodemvochttekorten en
2. de cijfers van E_{re} welke nog optreden bij variërende aanvoer per tijdseenheid,

anderzijds door de mogelijkheid van aanvoer, bepaald door de hydrologische eigenschappen van de grond welke:

1. de grondwaterstroming in de verzadigde zone bepalen, dat wil zeggen de aanvoer van water vanuit de sloot naar de grondwaterspiegel (KD , radiale weerstand, slootwandeffect)

2. de grondwaterstroming in de onverzadigde zone bepalen, dat wil zeggen de capillaire opstijging vanuit de grondwaterspiegel naar de wortelzone.

Rijtema toont aan, dat de mogelijkheid van wateraanvoer niet groot genoeg is om aan de wenselijkheid te voldoen.

Men is ervan uitgegaan dat, in het geval van bouwland en grasland:

'het watertransport uit de sloten naar de wortels der gewassen plaats vindt door de grond langs de weg van natuurlijke infiltratie' (hoofdrapport blz. 41).

In het geval van tuinbouw onder glas, tuinbouw in de vollegrond, bloembollenteelt en fruitteelt, is aangenomen dat zonodig kunstmatige infiltratie of beregening wordt toegepast (deelrapport II, blz. 7).

De kwel en aanvoer van Norton water, zijn niet op de aanvoer in mindering gebracht (hoofdrapport blz. 28). Dit is juist om een aantal redenen:

1. de kwel is klein, niet nauwkeurig bekend en heeft een relatief hoog zoutgehalte;
2. het industriële Norton water zal in de toekomst vrijwel geheel naar zee worden afgevoerd;
   Bijft nog een gedeelte over, waarmede, wegens het hoge zoutgehalte geen rekening mag worden gehouden, omdat het hier gaat over de berekening van de zoet water aanvoer. De zoutbelasting van de boezem speelt een rol bij de bepaling van de verversingsbehoefte.

2.3. Basismateriaal

2.3.1. De neerslag

De neerslag van het westelijke gebied is gemiddeld uit de waarnemingen van 17 stations (totaal aanwezig 25) en van het oostelijk gebied uit 10 stations (totaal aanwezig 11). Waarom niet van alle beschikbare gegevens gebruik is gemaakt, is niet duidelijk. Gezien de onnauwkeurigheid van de regenmeting lijkt het toch raadzaam dit wel te doen.

2.3.2. De verdamping (waterbehoefte)

Men is uitgegaan van de open waterverdamping zoals deze met de formule van Penman is berekend door het K. N. M. I. Hierbij wordt gebruik

gemaakt van overdag gemiddelden van de diverse, in de formule gebruikte grootheden. Rijtema heeft berekend, dat:

$$E_o \text{ (etmaal)} = 0,83 \times E_o \text{ (K. N. M. I.)}$$

De verdamping van een gewas wordt berekend met

$$E_{max} = f_m E_o$$

Voor gras gebruikt Scholte Ubing de volgende waarden van f_m: nov t/m febr 0,6; maart 0,75; april 0,85; mei 0,98; juni 0,99; juli 1,01; aug 1,03; sept 0,90; okt 0,7 (SCHOLTE UBING 1962, 1963). De in het rapport gebruikte verdampingscijfers zijn dus gemiddeld 20% te hoog. De bodemvochttekorten zullen dus geringer zijn dan het rapport aanneemt. De maximale waarde van de aanvulling van het open water is 0,83 x de in het rapport vermelde. Aangezien het oppervlak open water relatief gering is, levert deze berekening slechts een vermindering van de benodigde wateraanvoer op van maximaal 3 m^3/sec (maximale wateraanvoer voor open water volgens rapport: 17,5 m^3/sec).
Scholte Ubing berekent f_m op incorrecte wijze en komt toevallig op de juiste waarden. Hij toetst zijn berekening aan proefresultaten van Makkink, die zijn lysimetergegevens voor E_{max} deelt door 24 uurgemiddelden van E_o.
Bij gebruik van E_o (K. N. M. I.) moet men f_m (Scholte Ubing) vermenigvuldigen met 0,83. Toevallig levert dit de f_m waarden op, die ook Penman vond voor kortgehouden grasland, namelijk nov - febr: 0,6; maart, april, sept, okt: 0,7; mei - aug: 0,8.

Over de achtergrond van de berekening van de waterbehoefte van de tuinbouw geeft het rapport geen uitsluitsel.

Tabel 5. Maximale waterbehoefte van de tuinbouw in het jaar 2000

	ha	mm/etm	m^3/sec	m^3/sec (Toussaint)
Tuinbouw onder glas	9.000	6,6	6,8	7,6
Tuinbouw vollegrond	10.000	3,8	4,4	3,8
Bollencultuur	7,300	5,5	4,6	3,5
Fruitteelt (+ Boomteelt)	7,700	3,8	3,4	2,9

TOUSSAINT (1968) heeft aan de hand van publikaties, de maximale waterbehoefte van de tuinbouw bepaald van het westelijke gebied. Hij is er hierbij vanuit gegaan, dat de maximale waterbehoefte van de belangrijkste gewassen valt in de maand juni en dat per week circa 10% van het areaal komkommers en tomaten (3113 ha) wordt doorgespoeld met 250 mm water. De diverse arealen zijn getrokken uit de mei-telling van het C. B. S. van 1966. Hij verkreeg het volgende resultaat.

Tabel 6. Maximale waterbehoefte van de tuinbouw in het westelijke gebied

		zonder doorspoelen glastuinbouw		met doorspoelen glastuinbouw	
	ha	mm/etm	m^3/sec	mm/etm	m^3/sec
Tuinbouw onder glas	4472	7,3	3,8	9,8	5,1
Tuinbouw vollegrond	7136	3,3	2,7		
Bollencultuur	3944	4,1	1,9		
Fruitteelt (+ Boomteelt)	1234	3,2	0,5		

Het topverbruik, uitgedrukt in mm/etm stemt in beide tabellen goed overeen. Waarschijnlijk is voor het samenstellen van het rapport ook van literatuurgegevens gebruik gemaakt. Dit wordt nog duidelijk geïllustreerd, door kolom m^3/sec (Toussaint) in tabel 5, waarin het maximale waterverbruik voor de verschillende categorieën is vermeld, gebruik makende van de gegevens van Toussaint. Merkwaardig is echter, dat volgens het rapport het waterverbruik van de tuinbouw onder glas valt in de tweede decade van juli. Van der Post vindt een topverbruik in mei-juni voor deze categorie.

De tuinbouw in de vollegrond vraagt in juli wel een maximale wateraanvoer, doch de bollencultuur loopt dan al ten einde. De wateraanvoercijfers voor de tuinbouw, zoals ze in het rapport vermeld zijn, zijn dus te hoog. Toussaint concludeert uit de literatuurgegevens dat de maximale waterbehoefte van de tuinbouw als geheel valt in juni.
Toussaint neemt aan, dat de doorspoeling al in juni plaatsvindt op 10% van de glastuinbouwbedrijven. Doorspoelen is op deze bedrijven nodig, omdat wordt beregend met zouthoudend water en de neerslag niet voor doorspoeling zorgt, zoals het geval is bij de overige categorieën van grondgebruik.
Recent onderzoek van Van der Post heeft aangetoond, dat maximale doorspoeling

plaats heeft na de hoofdteelten in eind augustus en september, derhalve is deze post niet van belang voor de topbehoefte welke in eind juni - begin augustus valt. Tijdens de teelt wordt ook doorgespoeld, doch deze hoeveelheden zijn waarschijnlijk zeer gering, omdat gevaar bestaat voor structuurbederf, uitspoeling van voedingszouten en zuurstofgebrek in de wortelzone.

De waterbehoefte van grasland is gebaseerd op de bestaande, uitgebreide literatuur.

Bij de bepaling van de waterbehoefte van bouwland wordt ervan uitgegaan, dat 1/3 van het areaal bouwland wordt ingenomen door granen (oogsttijd juli-augustus), 1/3 door handelsgewassen (oogsttijd juni-juli) en 1/3 door knol- en wortelgewassen (oogsttijd na augustus). De literatuurlijst vermeld slechts proeven met aardappelen.

Het rapport vermeldt, dat in verband met de variërende graad van bodembedekking gedurende de verschillende ontwikkelingsstadia van landbouwgewassen, de E_{max}- cijfers voor andere categorieën dan grasland zijn gecorrigeerd met reductiefactoren. Deze methode kan niet klakkeloos worden gevolgd aangezien Rijtema uit metingen concludeerde, dat granen een waterbehoefte hebben, die ongeveer gelijk is aan die van gras, met een top in begin juli; en dat de verdamping van aardappelen niet hoger kan zijn dan 3 mm/etm, welke waarde bereikt wordt in augustus (RIJTEMA en RYHINER, 1968).

In decaden met $(N \pm b + A - E_{max}) < o$ geeft de waarde $(N \pm b + A)$ de orde van grootte van E_{re} aan. De waarde E_{re}/E_{max} heeft een belangrijke rol gespeeld als indicatie voor de bruto opbrengstderving ten gevolge van bodemvochttekort en bij de bepaling van A. Scholte Ubing stelt dat de watervoorziening van grasland optimaal is bij $E_{re}/E_{max} = 0,6$.
DE WIT (1958) en RIJTEMA (1968) vermelden echter, dat onder Nederlandse omstandigheden de produktie een functie is van de verdampte hoeveelheid water. De maximaal bereikbare produktie is onder andere afhankelijk van het stralingsniveau.

2.3.3. De bodemvochtvoorraad

Deze is afhankelijk van de bodemeigenschappen en de grondwaterstands fluctuatie. STOL (1958), DE VRIES (1958) en VAN DER VOORT (1958) geven een gedetailleerd overzicht van de grondwaterstandsfluctuaties in het gebied.

Tabel 7. Overzicht van de indeling van de cultuurgrond naar grondgebruik, grondsoort (geschat) en de grondwaterstanden in de twee hoofdgebieden (zie voor vollediger gegevens tabel 8, als bijlage toegevoegd)

	Grondgebruik			Grondsoort in %					Gemiddelde grondwaterstand cm - m.v.		
Gebied	in grld	% bld	tuinb	lichte klei	zware klei	klei op veen	veen	fijn zand	wi	zo	fluct. cm
West	65	24	11	26	24	28	14	9	34	102	68
Oost	85	9	6	15	22	53	9	-	52	100	49

In het westelijke gebied zijn de grondwaterstandsfluctuaties gemiddeld groter dan in het oostelijke gebied. Dit is te wijten aan het feit dat in het westen meer kleibouwlanden voorkomen met grotere slootafstanden en slechtere hydrologische eigenschappen (doorlatendheid) dan de veengraslanden, welke in het oosten sterk overheersen. De grondwaterstandsfluctuaties op kleibouwlanden variëren rond de 110 à 130 cm en op veengraslanden rond de 60 cm.

Bij de beschouwing van de tabellen 7 en 8 moet worden bedacht, dat de voorjaarsgrondwaterstand lager is dan het wintergemiddelde; de laagste zomerstand is lager dan het zomergemiddelde. De twee verschillen zijn echter vrijwel even groot. Voor kleigronden bedragen ze circa 20 cm, voor veengronden circa 6 cm. Het blijkt, dat het grondwaterstandsminimum op een later tijdstip wordt bereikt, naarmate de gemiddelde grondwaterstand dieper is. Op veengrasland, met een gemiddelde grondwaterstand fluctuerende tussen 20 en 80 cm - m.v. valt het minimum in de periode tussen eind juni en half juli. Op kleibouwland, met een gemiddelde grondwaterstand fluctuerende tussen 70 en 200 cm - m.v. valt het minimum in de periode half juli tot half augustus. Hieruit kan worden geconcludeerd, dat de maximum aanvoer naar het gebied wel ongeveer in begin juli moet plaatsvinden.

Het rapport acht de volgende maximale grondwaterstanden gewenst in de zomer.

Grasland : 50 à 60 cm - m.v.
Bouwland : 100 cm - m.v.

Een zomergrondwaterstand van 50 à 60 cm - m.v. is voor de grasproduktie voordelig. Een periode van neerslagoverschot zal bij dergelijke ondiepe grondwaterstanden echter aanleiding geven tot wateroverlast en vertrapping van de zode (WIND en SCHOTHORST, 1964).

In de praktijk is gebleken, dat zomergrondwaterstanden van minder dan 70 cm - m.v. bij grasland niet voorkomen. Om minder diepe standen te realiseren, zullen ingrijpende cultuurtechnische werken nodig zijn. Het rapport gaat echter uit van de bestaande waterstaatkundige toestand.

In het rapport worden de volgende waarden voor de bodemvochtvoorraad (b) vermeld:

	b in mm
Grasland op veen of klei/veenprofielen	60
Akkerbouw op kleiprofielen	150 - 220
Tuinbouw in de vollegrond	60
Fruitteelt op stroomruggronden	70 - 90
Bloembollencultuur op duinzand	0
Glastuinbouw	0

(in de huidige situatie is de grondwaterstandsfluctuatie bij bloembollen niet gelijk aan nul).

De waarde voor grasland is veel te laag. Uitgaande van een voorjaarsgrondwaterstand van 30 cm - m.v. en een grondwaterstandsdaling van 60 cm, kan met behulp van de pF-curven voor veen en klei berekend worden dat de bodemvochtvoorraad van grasland ongeveer 150 mm moet bedragen. Dit betekent, dat de bodemvochttekorten kleiner zijn dan in het rapport wordt berekend. Deze gemiddelde waarde kan ook voor een droog jaar als 1959 worden aangehouden. Volgens lysimetergegevens (VAN DEN BERG, 1959) bereikte in 1959 de maximale vochtonttrekking aan het veenprofiel een waarde van 120 mm in de tweede decade van juli (de voorjaarswaterstand was vrij laag, hetgeen de b drukt). STOL (1960) laat namelijk zien, dat de grondwaterstand op veengrasland in dat jaar niet ver beneden de gemiddelde waarde daalde. Dit is te verklaren uit het feit, dat de capillaire opstijging nauwelijks meer toeneemt indien de pF van de bovengrond groter wordt dan 3,5, en de grondwaterspiegel zich op circa 60 cm beneden de wortelzone bevindt (RIJTEMA, 1965). Bij pF 3,5 is de capillaire opstijging ongeveer 1,5 à 1,7 mm/etm. De infiltratie bereikt onder deze omstandigheden kennelijk zijn maximale waarde.

De grondwaterstanden in klei- en zandgronden zijn in 1959 wel ver beneden het gemiddelde gedaald. Kleinere doorlatendheden en veel grotere slootafstanden (200 m i.p.v. gem. 60 à 80 m) maken, dat de infiltratie hier veel minder snel in evenwicht is met de capillaire opstijging. Een gemiddelde vochtvoorraad voor kleibouwlanden van 100 à 150 mm is volgens Rijtema aannemelijk.

2.3.4. De aanvoer

Bij het berekenen van de aanvoer moet worden uitgegaan van de bestaande cultuurtechnische toestand. Dat wil zeggen, van een slootafstand op kleibouwland van 200 m en op veengrasland van 60 à 80 m. De infiltratiecapaciteit is nu afhankelijk van de beschikbare drukhoogte en de stromingsweerstand.

SCHOLTE UBING (1963) vermeldt radiale weerstanden van 2,4 - 4,0 etm/m en een KD-waarde van 7 m^2/etm. Beide voor de Lopikerwaard. De drukhoogte is het verschil tussen slootwaterstand en grondwaterstand. Het zomerslootwaterpeil varieert in het oostelijke graslandgebied tussen 25 en 60 cm - m.v. en ligt gemiddeld op 35 cm - m.v. In het westelijke gebied is dit respectievelijk 50 - 65 cm - m.v. en 55 cm - m.v. Voor de bouwlandgebieden gelden respectievelijk 75 - 150 cm - m.v. en 130 cm - m.v. Deze waarden zijn geschat aan de hand van de waterstaatskaart.

Combinatie van deze gegevens met die van tabel 8 levert nu het volgende op:

Tabel 9. Gemiddelde drukhoogten (Δh) in cm en slootafstanden (l) in m

	Δh	l
westelijk graslandgebied	30 - 40	70 - 80
oostelijk graslandgebied	40 - 45	50 - 70
kleibouwlanden	20 - 80	200

Rijtema berekent in nota 482 wat dit betekent voor de infiltratiecapaciteit van de sloten en dus voor de maximaal te verwachten aanvoer.

Bovenstaande waarden voor de drukhoogte moeten met enige reserve worden beschouwd. De indruk bestaat, dat ze aan de hoge kant zijn. VAN DER VOORT (1958) geeft voor de tijdstijghoogtediagrammen van een tweetal grondwaterstandsbuizen in het oostelijke veenweidegebied de bijbehorende slootwaterstanden. De maximaal gemeten Δh is hier 25 cm in juli 1955. Hij vermeldt helaas niet de slootafstand.

Het rapport gaat uit van een maximaal mogelijke infiltratie voor veengrasland van 2,5 à 2,8 mm/etm. Dit wordt gebaseerd op een artikel van VAN DEN BERG (1959). In dit artikel wordt echter gesteld, dat gegevens van Rijtema erop wijzen, dat in de loop van mei 1959, de vochtonttrekking aan het

profiel 2,5 mm/etm over 10 dagen heeft bedragen. Daarna is de capillaire opstijging belangrijk geworden en is opgelopen tot maximaal 1,5 mm/etm, bij een grondwaterstand van 60 cm - m.v. Rijtema toont aan, dat een infiltratie > 1,7 mm/etm, bij de huidige cultuurtechnische situatie onmogelijk is. Waarschijnlijk is 1,7 mm/etm ook nog aan de hoge kant. Rijtema ging bij zijn berekening namelijk uit van een tamelijk lage waarde voor de radiale weerstand.
De infiltratie op kleibouwland is lager, wegens de geringere doorlatendheid en de grotere slootafstand. Het is zelfs de vraag of de in het rapport vermelde waarde van 1 mm/etm realiseerbaar is.

Het rapport beweert, dat de volgende aanvoeren maximaal mogelijk zijn.

Tabel 10. De gewenste en realiseerbare maximum wateraanvoer in de verschillende voorzieningsgebieden (tweede decade van juli)

	m^3/sec	ha
Rijnland	26,8	75,200
Delfland	11,4	27,100
Schieland	4,4	11,700
west totaal	42,6	114,000
oost totaal	36,0	113,800
	78,6	227,800

Deze hoeveelheden worden getoetst aan de netto inlaat van Rijnland.

Tabel 11. Maximale netto waterinlaat voor peilbeheersing in Rijnland

	m^3/sec	neerslag mm
6 - 14 juli 1941	23,0	
14 - 28 augustus 1947	16,0	
14 - 23 juni 1957	16,0	19,3
20 - 26 juni 1959	18,5	0,1
16 - 26 juli 1959	19,5	

Hierbij moet echter worden vermeld of in deze periode het boezempeil is veranderd. Een stijging van het boezempeil van 1 cm per decade

[illegible]

[illegible]

Table [illegible]. [illegible] measurements [illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

Table [illegible]. [illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

betekent, dat circa 1,5 m^3/sec minder water voor infiltratie is gebruikt. Hierbij moet in aanmerking worden genomen, dat de boezem 4000 ha en het boezemland 15.000 ha meet. Een analyse van de boezem- en polderwaterstanden is dus wel noodzakelijk voor men tot een uitspraak komt.

Bij de berekening van de aanvoer is men er in het rapport vanuit gegaan, dat deze pas op gang komt als b = o. In werkelijkheid echter, treedt infiltratie op zodra de grondwaterstand beneden slootpeil zakt.

3. Samenvatting en conclusies

In deze nota is getracht aan te tonen, dat de in het rapport 'De Watervoorziening van Midden-West Nederland' berekende waterbehoefte voor peilbeheersing aan de hoge kant zijn. Op grond van waarnemingen en literatuurgegevens berekent Rijtema voor open water en grasland een besparing van 19,2 m^3/sec of circa 24% voor het hele gebied (max. infiltratie grasland 1,7 mm/etm, max. E_o = 4,25 mm/etm). De waterbehoefte van de deelgebieden in het jaar 2000 kan nu berekend worden op:

Tabel 12. De waterbehoefte van Midden-West Nederland in 2000

	Peilbeheersing Rapport m^3/sec	Peilbeheersing Nota m^3/sec	Verversing m^3/s	Totaal m^3/s
Delfland	11,4	8,8	6	14,8
Rijnland	26,8	21,4	8	29,4
Schieland	4,4	3,4	1	4,4
totaal west	42,6	33,6	15	48,6
totaal oost	36,0	25,8	25	50,8
Totaal	78,6	59,4	40	99,4

Waarschijnlijk zal een nadere beschouwing van de waterbehoefte van de tuinbouw en bouwland ook nog wel enige besparing opleveren.

De waterbehoefte voor verversing dient om zoutindringing bij de sluizen tegen te gaan en de invloed van de zoutbronnen in het gebied te elimineren. De zeer grote hoeveelheid vermeld bij 'oost', dient om het Amsterdam-Rijnkanaal tegen verzilting vanaf het Noordzeekanaal te beschermen.

Een vergelijking van de huidige capaciteit van de inlaatgemalen van het westelijke voorzieningsgebied, met de toekomstige waterbehoefte laat zien, dat sommige gemalen moeten worden vergroot.

Tabel 13. Waterbehoeften en capaciteit inlaatgemalen (m^3/s)

	Cap.	Behoefte
Delfland	8,5	14,8
Rijnland	28,3	29,4
Schieland	1,0	4,4

De capaciteit van het gemaal van Rijnland is niet groot genoeg om naast de eigen behoefte ook die van Delfland te dekken (Delfland voorziet in zijn waterbehoefte door inmaling vanuit Rijnland). Rijnland bezit echter de mogelijkheid om op natuurlijke wijze water in te laten vanuit de Hollandse IJssel. De totale inlaatcapaciteit van Rijnland is waarschijnlijk juist voldoende. Delfland heeft echter niet meer de mogelijkheid om water natuurlijk in te laten, wegens de verzilting van de Nieuwe Waterweg. Het gemaal van Delfland zal dus moeten worden vergroot.

Het verdient wellicht aanbeveling een onderzoek te doen naar de aanvoer (infiltratie) mogelijkheid in het gebied (slootafstanden, drukhoogte, weerstanden). Daarna kan geanalyseerd worden wat de frequentie is van de optredende bodemvochttekorten.

BERG, C. VAN DEN. 1962. Enige landbouwkundige aspecten van de droogte in 1959. I. C. W. Med. 34.

RIJTEMA, P. E. 1965. An analysis of actual evapotranspiration. Agric. Res. Rep. 659: 1-107. Pudoc Wageningen.

——— 1968. On the relation between transpiration, soil physical properties and crop production as a basis for water supply plans. I. C. W. nota 434, 28 p.

RIJTEMA, P. E. en A. H. RYHINER. 1968. De lysimeters in Nederland III. Versl. Meded. Comm. Hydrol. Onderz. T. N. O. 14: 86-149.

SCHOLTE UBING, D. W. 1962. Agro-hydrologisch onderzoek ten dienste van de waterbeheersing in de Provincie Utrecht: neerslag in het Z. W. -gedeelte en de verdamping van weilandgras. L. T. 74 (1962) 8: 294-303.

——— 1963. Idem, Deel I: Lopikerwaard

——— 1963. Relaties tussen grond- en slootwaterstanden in laaggelegen graslandgebieden van de Lopikerwaard (Z. W. Utrecht) met bodemprofielen van klei op veen. Landbouwk. Tijdschr. 75: 992-1004.

——— 1965. Aantekeningen bij de bepaling van de zoetwater suppletie ten behoeve van landbouwgronden in Midden-West Nederland: Regionale verschillen in neerslag, verdamping en bodemvochttekorten. L. T. 77 (1965) 1: 19-35.

——— 1967. De aanvullende waterbehoefte in droge perioden voor peilbeheersing. Deelrapport II: 15 p. Werkcomité Watervoorziening Midden-West Nederland

STOL, Ph. Th. 1958. De Landbouwwaterhuishouding in de Provincie Zuid-Holland.

——— 1960. Grondwaterstanden onder verschillende klimatologische omstandigheden. I. C. W. Med. 21.

TOUSSAINT, C. G. 1968. De waterbehoefte van de tuinbouw in West-Nederland (in druk).

VOORT, M. VAN DER. 1958. De Landbouwwaterhuishouding in de Provincie Utrecht.

VRIES, H. DE. 1958. De Landbouwwaterhuishouding in de Provincie Noord-Holland.

WERKCOMITE Watervoorziening Midden-West Nederland, 1967, De watervoorziening van Midden-West Nederland. Hoofdrapport: 110 p.

WIND, G. P. and C. J. SCHOTHORST. 1964. The influence of soil properties on suitability for grazing and of grazing on soil properties. (Trans. 8th Congr. Soil Sci.).

WIT, C. T. DE. 1958. Transpiration and crop yield. Verslagen Landbouwk. Onderzoekingen 64. 6.

Tabel 8. Grondgebruik en grondsoort als % van het areaal cultuurgrond en de gemiddelde grondwaterstand en grondwaterspiegelfluctuatie per gebied

	Gebied	opp ha	% grondgebruik grld	bld	tuinb	% grondsoort l.klei	zw.klei	klei op veen	veen	fijn zand	gemiddelde grondwaterstand (14 nov – 14 febr / 14 juni – 14 sept) cm - m.v. wi	zo	cm fluctuatie
	Zuid-Holland												
	Noordelijk klei-veengebied	13.370	70	25	5			60	40		32	104	72
	Rijnland	13.510	88	4	8	35	35	30			31	111	80
	Delfland en Schieland	14.600	75	15	10	10		40	30	20	22	95	73
	Gouda - Woerden	10.700	97	2	1	5	5	90			17	73	56
	Centrale droogmakerijen	25.280	60	32	8	30	60		10		35	102	67
	Westland	7.370	35	10	55	40	20			40	40	108	68
	Bollen- en weidestreek	9.210	55		45	50				50	30	84	54
	Totaal/gem	93.410	65.390	15.113	13.440	21.860	21.905	27.545	12.256	10.274	30	99	69
	%	100	70	16	14	23	23	29	13	11			
	Noord-Holland												
A	Veenweidegebied	12.000	95	5				50	50		12	65	53
A2	Klei op veengebied	[illegible].400	95	5				100			19	83	64
B1	Droogmakerijen bld	18.000	20	80		50	50				66	141	75
B2	Droogmakerijen grld	1.000	90	10			100				26	82	56
B3	Droogmakerijen bld + grld	4.000	70	30		80	20				38	116	78
B4	Droogmakerijen grld + tuinb	800	70		30			100			47	111	64
E1	Geestgronden	1.500	20		80					100	78	141	63
	Totaal/gem	39.700	20.136	16.876	1.440	12.307	10.719	9.131	5.955	1.500	43	110	67
	%	100	51	43	4	31	27	23	15	4			
	Totaal west	133.110	85.526	31.989	14.880	34.167	32.624	36.676	18.211	11.774	34	102	68
	%	100	64	24	11	26	24	28	14	9			
	Utrecht (oost)												
A	De Ronde Venen	4.100	78	22			80		20		30	77	47
B	Noordwestelijk weidegebied	9.300	100					100			16	58	42
C	Vechtgebied	6.800	100			10	20	70			42	103	61
D	Oostelijk Vechtgebied	4.900	100						100		51	82	[illegible]
E	Oude Rijn en IJsselgebied	12.700	84	8	8	20		80			51	110	59
F	Lopikerwaard	8.600	88	12				100			36	74	38
G	Kromme Rijngebied	15.400	66	18	16	40	60				93	144	51
	Totaal/gem	61.800	52.598	5.722	3.480	9.380	13.880	32.820	5.720		52	100	49
	%	100	85	9	6	15	22	53	9				
	Delfland					15	40	15		30			
	Rijnland					10	40	30	10	10			
	Schieland					15	35	25	25				

tabel 14 De gewenste en realiseerbare maximum wateraanvoer naar de wortelzône in mm. etm. voor iedere decade in het groeiseizoen van de gewassen, afgestemd op het bodemgebruik in de westelijke en oostelijke land- en tuinbouwgebieden van Midden-West-Nederland.

	april			mei			juni			juli			aug.			sept.		
westelijke gebieden	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
open wateren	2.5	3.5	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.0	3.5	3.5	3.0	2.0	1.0	0
graslanden	0	0	0	1.0	1.3	1.8	2.8	2.5	2.8	2.5	2.8	2.8	1.5	2.3	1.8	0.5	0	0
bouwlanden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.5	1.0	0	0	0
tuinbouw volle grond	0	0	0	1.5	2.0	2.5	3.8	3.3	3.8	3.3	3.8	3.5	2.5	3.0	2.5	1.3	1.3	0
tuinbouw kassen	2.8	3.7	3.4	4.0	4.5	5.2	5.7	5.8	6.1	5.7	6.6	6.2	4.8	6.1	5.3	3.7	3.3	2.6
bollencultuur	2.0	3.0	2.8	3.5	4.5	5.0	5.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.0	0	0	0	0	0	0
fruitteelt	0	0	0	0.5	0.5	0.8	2.3	2.7	3.8	3.0	2.8	2.8	1.5	2.0	1.5	0.5	0	0
oostelijke gebieden																		
open wateren	2.0	3.0	2.5	3.5	4.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.0	4.5	4.5	3.0	3.5	3.5	2.5	1.5	0
graslanden	0	0	0	0.8	1.0	1.5	2.3	2.3	2.0	2.3	2.5	2.5	1.0	1.8	1.3	0.5	0	0
bouwlanden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0	0	0
tuinbouw volle grond	0	0	0	1.5	2.0	2.5	3.3	3.3	3.3	3.0	3.8	3.3	1.5	2.5	2.5	1.5	1.0	0
tuinbouw kassen	2.8	3.7	3.4	3.8	4.2	4.9	5.2	5.6	5.6	5.5	6.3	5.9	4.3	5.5	4.5	3.7	3.4	2.7
fruitteelt	0	0	0	0	0	0.5	1.8	2.5	3.0	2.8	2.5	2.5	1.0	1.8	1.3	0.5	0	0

Overgenomen uit: De aanvullende waterbehoefte in droge perioden voor peilbeheersing - dr.ir. D.W. Scholte Ubing evenals tabel 15 en 16.

Tabel 16. De gewenste en realiseerbare maximum wateraanvoer voor peilbeheersing in m3/sec. per decade voor de verschillende bodemgebruiken in Midden-West-Nederland in het jaar 2000, alsmede de percentages van de totale maximum-aanvoer in iedere decade.

watervoorzieningsgebieden	ha	april			mei			juni			juli			aug.			sept.		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
open wateren	29.000	7.4	10.8	9.2	12.5	14.2	15.9	17.5	15.9	17.5	14.2	15.9	15.9	10.8	11.7	11.0	7.7	4.3	0
graslanden e.d.	137.800	0	0	0	14.1	17.9	25.9	40.0	38.0	37.2	38.0	42.8	42.8	19.2	32.0	24.0	8.0	0	0
bouwlanden	27.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	2.2	2.2	1.1	3.3	3.1	0	0	0
tuinbouw volle grond	10.000	0	0	0	1.7	2.3	2.9	4.2	3.8	4.2	3.7	4.4	3.9	2.5	3.3	2.9	1.6	1.3	0
tuinbouw kassen	9.000	2.9	3.9	3.5	4.2	4.7	3.4	5.9	6.0	6.3	5.9	6.8	6.4	5.0	6.3	5.5	3.9	3.4	2.7
fruitteelt	7.700	0	0	0	0.1	0.1	0.5	1.7	2.2	2.9	2.5	2.3	2.3	1.0	1.7	1.2	0.4	0	0
bollencultuur	7.300	1.7	2.5	2.4	3.0	3.8	4.2	4.6	4.2	4.6	3.8	4.2	4.2	0	0	0	0	0	0
totaal Midden-West-Nederland	227.800	12.0	17.2	15.1	35.6	43.0	54.8	73.9	70.1	72.7	70.3	78.6	77.7	39.6	58.3	47.7	21.6	9.0	2.7
	%																		
open wateren	12.7	62	63	61	35	33	29	24	23	24	20	20	21	27	20	23	36	48	0
graslanden e.d.	60.5	0	0	0	40	42	47	54	54	51	54	54	55	48	55	50	37	0	0
bouwlanden	11.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	6	6	0	0	0
tuinbouw volle grond	4.3	0	0	0	5	5	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	7	14	0
tuinbouw kassen	4.0	24	23	23	12	11	10	8	9	9	8	9	8	13	11	12	18	38	100
fruitteelt	3.4	0	0	0	0	0	1	2	3	4	4	3	3	3	2	3	2	0	0
bollencultuur	3.2	14	14	16	8	9	8	6	6	6	5	5	5	0	0	0	0	0	0
totaal Midden-West-Nederland	100.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 1b. De gewenste wateraanvoer voor peilbeheersing in de verschillende voorzieningsgebieden van Midden-West-Nederland in m3/sec, per decade, afgestemd op het bodemgebruik in het jaar 2000.

watervoorzieningsgebieden	ha	april			mei			juni			juli			aug.			sept.		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
voorzieningsgebieden west																			
Rijnland	75.200	5.1	7.5	6.6	13.3	16.3	19.7	25.8	23.4	26.2	24.2	26.8	26.6	13.8	19.2	15.2	5.9	2.4	0.6
Delfland	27.100	2.1	2.8	2.6	5.4	6.6	8.0	10.7	10.0	11.0	10.0	11.4	11.1	7.0	9.6	7.9	3.9	2.4	1.4
Schieland	11.700	0.8	1.0	0.9	2.0	2.4	2.9	3.9	3.6	4.0	3.8	4.4	4.2	2.5	3.8	2.9	1.3	0.8	0.5
voorzieningsgebieden oost																			
Amstelland	23.000	0.7	1.0	1.0	2.9	3.5	4.7	6.4	6.3	5.8	6.0	6.9	6.9	3.1	4.9	4.2	2.0	0.6	0
Vechtgebied	21.200	1.6	2.4	2.1	4.1	4.7	6.1	7.7	7.4	7.2	7.0	7.7	7.7	4.1	5.7	5.1	2.8	1.3	0
Lopikerwaard	16.300	0.4	0.6	0.5	1.9	2.3	3.2	4.6	4.6	4.3	4.5	5.0	5.0	2.2	3.5	2.9	1.3	0.3	0
Woerden	16.000	0.3	0.5	0.4	1.9	2.3	3.2	4.6	4.5	4.2	4.5	5.0	5.0	2.1	3.5	2.8	1.3	0.3	0
Kromme-Rijngebied	11.400	0.1	0.2	0.1	1.1	1.2	1.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.2	3.1	1.3	2.2	1.9	0.8	0.2	0
Amsterdam-Rijnkanaalgebied	10.800	0.4	0.5	0.4	1.3	1.6	2.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.5	3.5	1.5	2.6	2.1	1.0	0.3	0.1
Krimpenerwaard	10.100	0.4	0.5	0.4	1.3	1.6	2.2	2.9	2.9	2.7	2.8	3.2	3.2	1.4	2.3	1.9	0.9	0.3	0.1
Vaartsche Rijngebied	5.000	0.1	0.2	0.1	0.4	0.5	0.8	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.4	0.6	1.0	0.8	0.4	0.1	0
totaal Midden-West-Nederland	227.800	12.0	17.2	15.1	35.6	43.0	54.8	73.9	70.1	72.7	70.3	78.6	77.7	39.6	58.3	47.7	21.6	9.0	2.7