

Ministerie van Middenstand en Landbouw
Bestuur voor Onderzoek en Ontwikkeling
Overeenkomst S-5973

Irrigatie in de intensieve groenteteelt (prei en bloemkool) in het kader van de ecologische en economische prerogatieven

Overeenkomst S-5973
Tweede jaar van de eerste biënnale
01.05.2001 – 30.04.2002

mei 2002

DEEL 1



Bedrijfsvoorlichtingsdienst voor de tuinbouw in de provincie Antwerpen
Binnenweg 6
B-2860 Sint-Katelijne-Waver
Tel: (015) 55 27 71
Fax: (015) 55 30 61



Provincie West-Vlaanderen
Provinciaal Onderzoeks- en Voorlichtingscentrum voor Land- en Tuinbouw
Ieperseweg 87
B-8800 Rumbeke
Tel: (051) 26 14 00
Fax: (051) 24 00 20



Bodemkundige Dienst van België
W. de Croylaan 48
B-3001 LEUVEN-Heverlee
Tel: (016) 31 09 22
Fax: (016) 22 42 06

Inhoudstafel

1.	INLEIDING	1
1.1	Situering van het onderzoek	1
1.2	Doelstellingen	1
1.2.1	Algemene doelstellingen	1
1.2.2	Specifieke doelstellingen.....	2
1.2.3	Onderzoeksstrategie van de eerste biënnale	4
1.3	Bespreking van de proefopzet.....	4
1.3.1	Beschrijving van de beregeningsregimes	4
1.3.1.1	Bloemkool 2001	4
1.3.1.2	Prei 2001	5
1.3.2	Aanleg van de proefvelden en behandelingen.....	5
1.3.2.1	Proefvelden te Sint-Katelijne-Waver.....	6
1.3.2.2	Proefvelden te Rumbeke.....	6
1.3.2.3	Serreproef te Rumbeke	7
1.3.2.4	Praktijkveld te Duffel	7
1.4	Uitgevoerde analyses en metingen	8
1.4.1	Analyses vóór de aanvang van de teeltcyclus	8
1.4.1.1	Algemene bodemanalyses	8
1.4.1.2	Bepaling van de vochtretentiekarakteristieken	8
1.4.1.3	Bepaling van de onverzadigde hydraulische conductiviteit.....	9
1.4.2	Registratie van de meteorologische parameters	9
1.4.2.1	In openlucht.....	9
1.4.2.2	Onder de overkapping	9
1.4.3	Opvolging van de bodemvochttoestand	9
1.4.3.1	Gravimetrische vochtbepaling.....	9
1.4.3.2	Tensiometrie	9
1.4.3.3	Opvolging van de grondwaterstand	10
1.4.4	Evaluatie van de stikstofhuishouding	10
1.4.4.1	Minerale stikstofgehalte van de bodem	10
1.4.4.2	Stikstofgehalte van het gewas.....	10
1.4.5	Analyse van de gewasontwikkeling en opbrengst bij bloemkool.....	11
1.4.5.1	Vegetatieve ontwikkeling	11
1.4.5.2	Opbrengst- en kwaliteitsbepaling	11
1.4.5.3	Ziekteaantasting.....	12
1.4.6	Analyse van de gewasontwikkeling en opbrengst bij prei.....	12
1.4.6.1	Vegetatieve ontwikkeling	12
1.4.6.2	Opbrengst- en kwaliteitsbepaling	12
1.4.6.3	Ziekteaantasting.....	13
1.4.7	Wortelanalyse.....	13
1.4.8	Penetrografie	13
1.4.9	Meting van de stomatale weerstand onder gecontroleerde omstandigheden.....	13
2.	KARAKTERISERING VAN DE PROEFVELDEN	15
2.1	Typering van de proefvelden	15
2.1.1	Proefveld te Sint-Katelijne-Waver	15
2.1.2	Proefvelden te Rumbeke	16
2.2	Seizoensafhankelijkheid van de vochtretentiekarakteristieken.....	16
2.3	Grondwaterpeil.....	18
2.3.1	Evolutie van de grondwaterstand te Sint-Katelijne-Waver	18

2.3.2	Evolutie van de grondwaterstand te Rumbeke	18
2.4	Penetrografie	18
2.5	Invloed van de overkapping op het microklimaat	20
3.	BEWORTELING EN VOCHTOPNAMEPATRONEN VAN BLOEMKOOL EN PREI.....	21
3.1	Beworteling.....	21
3.2	Vochtopnameprofielen	22
3.3	Verband tussen tensiometer- en gravimetrische vochtbepalingen	25
3.4	Vergelijking van waterbalansen tussen ruggenteelt en vlak veld	26
4.	CAPILLAIRE NALEVERING EN DOORSPOELING	28
4.1	Problematiek van capillaire nalevering	28
4.2	Labometrische bepaling van de K(h)-relatie	28
4.3	Vochtnalevering en uitspoeling in functie van het beregeningsregime	30
5.	BEPALING VAN DE KRITISCHE BODEMVOCHTSPANNING.....	32
5.1	Relatie tussen de bodemvochtspanning en de stomatale weerstand bij bloemkool.....	32
5.2	Klimaatsafhankelijkheid van de kritische bodemvochtspanning	33
5.3	Besluit	33
6.	KLIMAATSANALYSE EN BESPREKING VAN DE VOCHTBALANSEN.....	34
6.1	Klimaatsanalyse	34
6.1.1	Bloemkoolteelt Sint-Katelijne-Waver	34
6.1.2	Bloemkoolteelt Rumbeke	34
6.1.3	Preiteelt Sint-Katelijne-Waver	34
6.1.4	Preiteelt Rumbeke	34
6.2	Evaluatie van de stralingsmethoden.....	35
6.2.1	Methode van Hartmann	35
6.2.2	Methode van Makkink	36
6.3	Bespreking van de vochtbalansen.....	38
6.3.1.1	Bloemkool 2001	38
6.3.1.2	Prei 2001	39
7.	INVLOED VAN IRRIGATIE OP DE BLOEMKOOLTEELT	40
7.1	Vegetatieve ontwikkeling	40
7.1.1	Sint-Katelijne-Waver	40
7.1.2	Rumbeke	40
7.2	Opbrengst- en kwaliteitsbepaling	41
7.2.1	Sint-Katelijne-Waver	41

7.2.2	Rumbeke	42
7.2.2.1	Eenmalig bepaalde parameters nabij of tijdens de oogst - algemene gewassenmerken	42
7.2.2.2	Kool- en rooskenmerken bij de twee monsternamen (tabel 15)	42
7.2.2.3	Algemeen oogstverloop (tabel 16)	42
7.2.2.4	Kg-opbrengst (tabel 17, figuur 13)	42
7.2.2.5	Kwaliteit	43
7.3	Ziekteaantasting	44
7.3.1	Sint-Katelijne-Waver	44
7.3.2	Rumbeke	44
7.4	Besluit	44
8.	INVLOED VAN IRRIGATIE OP DE PREITEELT	45
8.1	Vegetatieve ontwikkeling	45
8.1.1	Sint-Katelijne-Waver	45
8.1.2	Rumbeke	45
8.2	Opbrengst- en kwaliteitsbepaling	46
8.2.1	Sint-Katelijne-Waver	46
8.2.2	Rumbeke	46
8.3	Ziekteaantasting	47
8.3.1	Sint-Katelijne-Waver	47
8.3.2	Rumbeke	47
8.4	Besluit	47
9.	ECONOMISCHE ANALYSE	49
10.	STIKSTOFHUISHOUDING	50
10.1	Stikstofhuishouding bij de bloemkoolteelt	50
10.1.1	Reststikstof bij de bloemkoolteelt	50
10.1.2	Stikstofgehalte en stikstofopname door bloemkool	50
10.2	Stikstofhuishouding bij de preiteelt	51
10.2.1	Reststikstof bij de preiteelt	51
10.2.2	Stikstofgehalte en stikstofopname door prei	51
10.3	Verband tussen de reststikstof in de bodem, de stikstofopname door het gewas en de mogelijke stikstofuitspoeling	51
11.	ALGEMEEN BESLUIT	53

LITERATUUR

Figuren

Figuur 1.1 Tijdschema van de proefvelden in 2000 en 2001	5
Figuur 2.1 Typische vochtretentiecurve te Sint-Katelijne-Waver	15
Figuur 2.2 Typische vochtretentiecurve te Rumbeke	16
Figuur 2.3 Vochtretentiekarakteristieken Rumbeke – proefveld 253	17
Figuur 2.4 Vochtretentiekarakteristieken Rumbeke – proefveld 301	17
Figuur 2.5 Vochtretentiekarakteristieken Sint-Katelijne-Waver – zone O	17
Figuur 2.6 Voorkomen van een ploegzool te Rumbeke, prei 2001-2002	19
Figuur 2.7 Invloed van het beregeningsregime op de penetratieweerstand te Beitem, prei 2001	19
Figuur 3.1 Wortelontwikkeling bij bloemkool te Sint-Katelijne-Waver	21
Figuur 3.2 Wortelontwikkeling van bloemkool te Sint-Katelijne-Waver – diepere lagen	22
Figuur 3.3 Opnamepatroon voor bloemkool te Sint-Katelijne-Waver – veg2blk3°	23
Figuur 3.4 Opnamepatroon voor bloemkool te Rumbeke – veg2blk3°	23
Figuur 3.5 Opnamepatroon voor bloemkool te Rumbeke – veg1blk1°	23
Figuur 3.6 Opnamepatroon voor prei te Sint-Katelijne-Waver – veg1blk1°	24
Figuur 3.7 Situering van de metingen van Figuur 3.6 in de vochtbalans	24
Figuur 3.8 Vergelijking van gravimetrische vochtstalen en tensiometrie (Rumbeke)	25
Figuur 3.9 Vergelijking tussen ruggenteelt en vlakveldsteelt te Rumbeke	26
Figuur 5.1 Evolutie van de bodemvochtspanning, serre te Rumbeke	32
Figuur 6.1 Vergelijking tussen het vochtverbruik (ET _m) berekend volgens Hartmann en volgens Penman-Monteith	35
Figuur 6.2 Vergelijking tussen de referentie-evapotranspiratie (ET _o) berekend volgens Hartmann en volgens Penman-Monteith	36
Figuur 6.3 Irrigatiesturing volgens de methode van Hartmann	36
Figuur 6.4 Vergelijking tussen het vochtverbruik (ET _m) berekend volgens Makkink en volgens Penman-Monteith	37
Figuur 6.5 Vergelijking tussen de referentie-evapotranspiratie (ET _o) berekend volgens Makkink en volgens Penman-Monteith	37

Tabellen

Tabel 4.1: Parameters van de K(h)-relatie via de multistep-methode	29
Tabel 4.2 Capillaire opstijging en uitspoeling bij de bloemkoolteelt 2001	30
Tabel 4.3 Capillaire opstijging en uitspoeling bij de preiteelt 2001	31
Tabel 6.1 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij bloemkool in 2001 te Sint-Katelijne-Waver	38
Tabel 6.2 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij bloemkool in 2001 te Rumbeke	38
Tabel 6.3 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij prei in 2001 te Sint-Katelijne-Waver	39
Tabel 6.4 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij prei in 2001	39
Tabel 10.1 Reststikstof, uitspoeling en stikstofopname bij de bloemkoolteelt te Rumbeke	52

Bijlagen

Bijlage 1	Proefveldschema's 2001	57
Bijlage 2	Teelttechnische gegevens	61
Bijlage 3	Vochtretentiekarakteristieken	70
Bijlage 4	Evolutie van het grondwaterniveau	77
Bijlage 5	Invloed van de overkapping op het microklimaat	81
Bijlage 6	Penetrografie en wortelanalyse	87
Bijlage 7	Tensiometermetingen	89
Bijlage 8	Vochtspanningsprofielen	113
Bijlage 9	Analyse van de stomatale weerstand onder gecontroleerde omstandigheden	132
Bijlage 10	Klimaatsanalyse	142
Bijlage 11	Bodemvochtbalansen	145
Bijlage 12	Gewasontwikkeling bij bloemkool	170
Bijlage 13	Opbrengst- en kwaliteitsbepalingen bij bloemkool	185
Bijlage 14	Gewasontwikkeling bij prei	201
Bijlage 15	Opbrengst- en kwaliteitsbepalingen bij prei	220
Bijlage 16	Stikstofhuishouding	231
Bijlage 17	Economische analyse	240

1. Inleiding

1.1 Situering van het onderzoek

De eisen die aan de huidige landbouwpraktijken worden gesteld zijn zeer hoog. Afnemers van landbouwproducten verwachten dat de continuïteit van de productie en de kwaliteit van de producten kunnen verzekerd worden. Een goede watervoorziening is een essentiële productiesturende factor. Ook in België neemt het belang van irrigatie sterk toe; statistieken van het NIS geven aan dat de irrigeerbare oppervlakte sinds 1983 meer dan verdrievoudigd is (tot 21.634 ha in 2000). Binnen de landbouwsector is bovendien het belang van de vollegrondsgroenteteelt gevoelig toegenomen.

Een economisch verantwoorde en milieubewuste irrigatiesturing vereist een goede kennis van de interventiedrempels voor irrigatie, die teeltspecifiek zijn en variabel volgens het groeistadium. Zowel te vroeg als te laat irrigeren kan leiden tot opbrengstverliezen. Een milieubewuste watergift houdt bovendien in dat de uitspoeling wordt geminimaliseerd en dat de efficiëntie van het waterverbruik wordt gemaximaliseerd. Omtrent de interventiedrempels voor prei en bloemkool is zeer weinig gekend, hoewel deze teelten frequent geïrrigeerd worden. De bepaling van een optimale irrigatiestrategie voor deze gewassen is dan ook van prioritair belang.

De opvolging van de bodemvochttoestand aan de hand van een waterbalansmodel wordt algemeen beschouwd als het beste hulpmiddel bij een correcte irrigatiesturing. Velden met een hoge grondwaterstand worden gekenmerkt door een belangrijke capillaire opstijging. De begroting van deze nalevering is noodzakelijk voor een correcte opvolging van de evolutie van de bodemvochttoestand. Gezien prei en bloemkool regelmatig op ruggen of bedden worden geteeld, moet de invloed van deze specifieke teeltpraktijken tevens in rekening worden gebracht. De verfijning van het waterbalansmodel voor deze omstandigheden vormt een belangrijke troef voor een beredeneerde irrigatiesturing.

1.2 Doelstellingen

Een onderscheid kan gemaakt worden tussen algemene en specifieke doelstellingen:

1.2.1 *Algemene doelstellingen*

De algemene doelstelling van het project kan als volgt geformuleerd worden:

Bepaling van economisch en ecologisch verantwoorde irrigatiestrategieën voor enkele belangrijke gewassen – waaronder prei en bloemkool- in de intensieve groenteteelt.

De belangrijkste elementen van dit onderzoek kunnen uit deze formulering afgeleid worden:

- Enerzijds economische verantwoorde irrigatie, waarbij de meerwaarde die op het vlak van opbrengst en verhoging van de kwaliteit wordt bereikt, de kosten van de toegediende irrigatiedosissen volledig dekt.
- Anderzijds ecologisch verantwoorde irrigatie, waarbij enerzijds waterbesparing wordt gerealiseerd dankzij een minimalisering van de toegediende hoeveelheid irrigatiewater en een maximale benutting van de natuurlijke bodemvochtreserve, en anderzijds de

uitspoeling van nutriënten naar het grondwater en erosie ten gevolge van runoff zoveel mogelijk wordt vermeden.

- Bepaling van een irrigatiestrategie, waarbij interventiedrempels worden bepaald die functie zijn van de teelt en het groeistadium. Deze interventiedrempels baseren zich op de bodemvochtspanningen, zodat de specifieke vochtretentiekarakteristieken van de bodem in rekening worden gebracht.
- De teelten die behandeld zullen worden, kunnen gerekend worden onder de intensieve groenteteelt. In deze sector worden in eerste instantie experimenten uitgevoerd op de teelt van prei en bloemkool.

1.2.2 *Specifieke doelstellingen*

A. *Bepaling van de kritische bodemvochtspanning*

Kennis omtrent de kritische bodemvochtspanning waarbij fysiologische droogtestress optreedt en de transpiratie en fotosyntheseactiviteit worden gereduceerd, vormt een belangrijk element bij enerzijds de simulatie van de evolutie van de bodemvochtreserve (omwille van de gereduceerde transpiratie bij overschrijding van de kritische vochtspanning) en anderzijds de realisatie van een maximale gewasontwikkeling. De kritische bodemvochtspanning wordt vermoedelijk sterk beïnvloed door de klimatologische omstandigheden.

De kritische bodemvochtspanning wordt in dit project onderzocht aan de hand van de stomatale weerstand, die opgemeten wordt door middel van de porometer.

B. *Bepaling van de interventiegrens voor berekening in relatie tot de groeifase*

De interventiegrenzen voor berekening bij bloemkool en prei worden bepaald op basis van de opvolging van de gewasontwikkeling enerzijds en van de opbrengst anderzijds. Bovendien wordt de kwaliteit van het oogstproduct gerelateerd aan het vochtregime en wordt de ziekteaanastasing opgevolgd.

De interventiegrens wordt bepaald op basis van de invloed die relatief hoge vochtspanningen tijdens een specifieke periode uitoefenen op de uiteindelijke opbrengst. Bij prei is de vegetatieve ontwikkeling van groot belang, gezien deze het oogstbaar product uitmaakt. Voor bloemkool geldt een enigszins verschillende situatie, gezien de koolontwikkeling primeert. Of een sterke vegetatieve ontwikkeling al dan niet de koolontwikkeling stimuleert, dient uit het onderzoek te blijken.

C. *Bepaling van de grondwaternalevering en doorspoeling*

Capillaire opstijging kan een belangrijke bron van watertoevoer vormen, wanneer een relatief ondiepe watertafel wordt vastgesteld. Een correcte inschatting van deze opstijging is noodzakelijk bij het opstellen van de vochtbalans. In dit onderzoek wordt getracht een methode te vinden om de bijdrage van deze capillaire nalevering te berekenen. Deze methode moet eenvoudig genoeg zijn om gekoppeld te worden aan een model voor irrigatiesturing en moet voldoen aan de voor deze toepassing vereiste nauwkeurighedsgraad.

D. *Relatie tussen vochtvoorziening en stikstofassimilatie*

Berekening bij lage vochtspanningen verhoogt de kans op doorspoeling, waardoor een verlies aan bodemstikstof kan optreden. Anderzijds beïnvloedt een adequate

vochtvoorziening de opname van stikstof, gezien water als transportmiddel de aanvoer van stikstof naar de wortels bevordert. Op deze wijze kan een verhoogde opname het stikstofresidu op het einde van het seizoen verminderen, waardoor tijdens de winter minder uitspoeling optreedt en te hoge nitraatgehalten van het gewas worden vermeden.

De opvolging van de stikstofhuishouding van de bodem en het gewas vormt bijgevolg een luik dat onlosmakelijk verbonden is met het onderzoek naar een optimale beregeningsstrategie, zowel omwille van milieutechnische redenen als omwille van de effecten op de gewasontwikkeling.

E. Invloed van compactatie en vochtvoorziening op de doorworteling

Compactatie kan in belangrijke mate de doorworteling van het profiel beïnvloeden, waardoor de voor het gewas beschikbare vochtreserve danig wordt gereduceerd. Anderzijds wordt de beworteling ook beïnvloed door het vochtregime, gezien relatieve droogte de wortels dwingt de diepere lagen te exploreren, zodat zowel de nutriëntenopname als de vochttopname bevorderd worden.

Kennis omtrent de maximale bewortelingsdiepte is noodzakelijk bij de inschatting van de totaal beschikbare bodemvochtreserve, evenals de evolutie van de bewortelingsdiepte in de tijd. Gezien water als transportmiddel dient voor nutriënten, zal de wortelontwikkeling eveneens bepalend zijn voor de beschikbare hoeveelheid nutriënten.

F. Economische analyse

De laatste decennia werd de potentiële productie van tal van gewassen verhoogd door een verbeterde bemesting, verbeterde gewasbescherming, betere selecties - met als recentste ontwikkeling hierin de hybriden - en uiteraard door irrigatie. Langzaam vinden begrippen als geïntegreerde productie ook in de groenteteelt hun ingang. Het produceren van kwaliteit wordt evenzeer prioritair als het produceren van kwantiteit in combinatie met de beheersing van de kostprijs, rekening houdend met de economische toestand van de tuinbouw. Berekening is zowel in de teelt van bloemkool als in de teelt van prei onontbeerlijk en wordt vrij algemeen toegepast. De kostprijs hieraan verbonden wordt daarentegen vaak onderschat.

Voor beide teelten zal een kosten-baten analyse, verbonden aan de supplementaire irrigatie, worden doorgevoerd. De aanliggende proefschemata's zullen immers toelaten de hogere productie van groenten met een betere kwaliteit door efficiëntere berekening af te wegen aan de eraan verbonden kosten.

G. Toetsing van de stralingsmethoden

In de praktijk worden naast de klassieke waterbalansmethode eveneens sterk vereenvoudigde methoden ter berekening van het irrigatietijdstip en de irrigatiedosis toegepast. De methode van Hartmann (1988) maakt gebruik van de straling om het vochtverbruik te berekenen, terwijl de methode van Makkink zowel straling als temperatuur in rekening brengt. Beide methoden bepalen de irrigatiestrategie op basis van de neerslag en het berekende vochtverbruik. Op de eerste plaats zal de bepaling van het vochtverbruik volgens deze methoden vergeleken worden met de evapotranspiratie, zoals deze berekend wordt volgens de algemeen aanvaarde methode van Penman-Monteith. Anderzijds zal de bepaling van het tijdstip en de dosis van irrigatie voor beide methoden vergeleken worden met de opvolging van de vochtbalans. Op deze wijze kan de bruikbaarheid van deze werkwijzen geëvalueerd worden.

1.2.3 *Onderzoeksstrategie van de eerste biënnale*

- Tijdens de onderzoeksjaren 2000 en 2001 werden 6 proefvelden aangelegd, 3 te Rumbekke en 3 te Sint-Katelijne-Waver. Twee proefvelden werden in 2000 aangelegd bij aanvang van de zomer. Tijdens het voorjaar 2001 werd bloemkool geteeld, gevolgd door prei tijdens de zomer en het najaar.
- Op deze proefvelden werden 6 behandelingen in openlucht at random in 4 herhalingen aangelegd. Zowel voor prei als voor bloemkool werd de teeltcyclus in twee delen opgesplitst. Voor de eerste periode werden 2 interventiedrempels gedefinieerd; voor de tweede periode 3 interventiegrenzen. De onderlinge combinatie levert 6 irrigatieschema's per teelt.
- De watergift van de behandelingen werd gestuurd op basis van een bodemvochtbalans. Het tijdstip van irrigatie werd bepaald door de vooropgestelde interventievochtspanningen.
- Teneinde de afhankelijkheid van de weersomstandigheden te verminderen, werden de twee meest extreme behandelingen tevens onder overkapping aangelegd.
- De effecten van de irrigatieregimes werden op velerlei wijzen opgevolgd: gewasontwikkeling, ziekteaanbasting, stikstofhuishouding e.a.
- Ter bepaling van de kritische bodemvochtspanning werden twee behandelingen aangelegd onder gecontroleerde omstandigheden (serre), waarbij gedurende een korte periode een uitdrogingscyclus werd gerealiseerd.

1.3 **Bespreking van de proefopzet**

De volgende irrigatieregimes werden vooropgesteld bij aanvang van het onderzoek. De mate van realisatie van de proefopzet werd echter zeer sterk bepaald door de weersomstandigheden tijdens de groeicyclus. De irrigatie werd uitgevoerd met behulp van Netafim-sproeiers, waarvan de homogeniteit van toediening tijdens het eerste onderzoeksjaar uitgebreid werd getest.

1.3.1 *Beschrijving van de beregeningsregimes*

1.3.1.1 *Bloemkool 2001*

Bij bloemkool werd vlak na het planten de weggroei verzekerd dankzij een adequate vochtvoorziening. Tijdens de aanvang van de vegetatieve ontwikkeling (tot het 6de à 7de blad) werd relatieve droogtestress tot pF 3.1 toegestaan ter stimulering van de uitbreiding van het wortelstelsel naar de diepere bodemlagen.

Vanaf het 6de of 7de blad tot de bloemvorming werden twee behandelingen aangelegd met interventievochtspanningen pF 2.5 (VEG1) en pF 2.8 (VEG2). Bij aanvang van de bloemkoolvorming werden beide objecten opgedeeld in drie verschillende regimes met interventiegrenzen pF 2.5 (BLK1), pF 2.8 (BLK2) en pF 3.1 (BLK3). Analoog aan de proefopzet voor prei werden de twee uiterste behandelingen, VEG1BLK1 en VEG2BLK3, eveneens onder overkapping aangelegd.

1.3.1.2 Prei 2001

Als algemene voorwaarde voor alle behandelingen werd gesteld dat de watervoorziening gedurende de aanslagfase van prei (eerste 2 weken na planten) optimaal moet zijn. Hierna volgt de LAG-fase, gedefinieerd als een periode van relatief trage groei. Naarmate het gewas verder ontwikkelt, neemt de groeisnelheid toe. De LOG-fase wordt gedefinieerd als de fase van exponentiële groei.

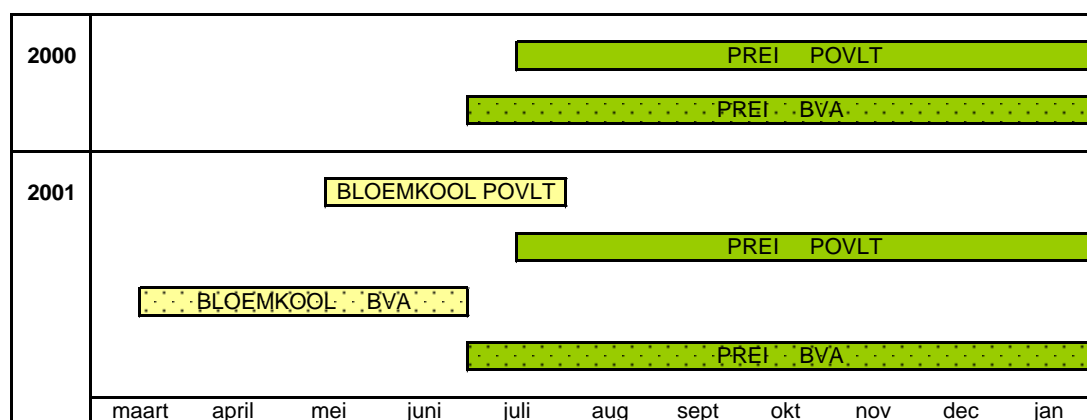
Tijdens de LAG-fase werden 2 interventievochtspanningen gedefinieerd, namelijk pF 2.8 (LAG1) en pF 3.3 (LAG2). Gezien de onderzoeksresultaten van het eerste jaar prei aangaven dat pF 3.3 als interventiegrens tot een sterk gereduceerde groei leidde, en bovendien het vochtgehalte bij deze vochtspanning voor de beschouwde bodemtypes zeer dicht bij het verwelkingspunt lag, werd er tijdens het tweede onderzoeksjaar voor geopteerd deze grens te verlagen tot pF 3.1.

Tijdens de LOG-fase werden beide objecten opgedeeld in drie verschillende regimes met interventievochtspanningen pF 2.5 (LOG1), pF 2.8 (LOG2) en pF 3.3 (1ste jaar)/3.1 (2de jaar) (LOG3). De combinatie leverde 6 behandelingen in openlucht.

Onder de overkapping werden de twee meest extreme behandelingen aangelegd, met name LAG1LOG1 en LAG2LOG3. Tijdens het eerste onderzoeksjaar bleef de teelt tot bij de oogst overdekt. Gezien hierdoor zeer kunstmatige omstandigheden werden gecreëerd, werd ervoor geopteerd de overkapping tijdens het tweede onderzoeksjaar rond 1 oktober te verwijderen.

1.3.2 Aanleg van de proefvelden en behandelingen

Tijdens de tweede biënnale werden 4 proefvelden aangelegd, waarvan twee in het voorjaar voor de bloemkoolteelt en twee in de zomer en het najaar voor de preiteelt. Voor elke teelt werd één proefveld op het proefstation te Sint-Katelijne-Waver en één proefveld op het POVLT te Rumbeke-Beitem aangelegd. Onderstaand schema verduidelijkt de situering van de verschillende proefvelden in de tijd.



Figuur 1.1 Tijdsschema van de proefvelden in 2000 en 2001

Te Sint-Katelijne-Waver werden de drie teelten (prei 2000, bloemkool 2001 en prei 2001) consecutief op hetzelfde perceel geteeld. Alle teelten werden uitgevoerd op bedden (120 cm x 33 cm). Te Rumbeke werd de preiteelt 2001 op een ander proefveld aangelegd dan de preiteelt 2000 en de bloemkoolteelt 2001. Prei werd aangelegd op ruggen (60 cm x 30 cm); bloemkool werd gezet als vlakkeveldsteelt. Een detailbeschrijving van deze proefvelden in 2001 wordt in onderstaande paragrafen weergegeven.

1.3.2.1 Proefvelden te Sint-Katelijne-Waver

1.3.2.1.1 Proefveld bloemkool 2001

De bloemkoolcultivar Nautilus (Clause) werd uitgezaaid op 25/1/2001, opgekweekt in een 5 cm perspot en op 15/3/2001 opgeplant. Er werd geplant op aardruggen van 1,2 m topbreedte (1,8 m spoorbreedte) met 2 rijen per aardrug volgens een afstand van 65 cm tussen de rijen en 50 cm in de rij. De oogst verliep van 1/6 tot 29/6/2001.

De irrigatiebehandelingen werden – zoals beschreven in paragraaf 1.3.1.1 - uitgesplitst volgens de vegetatieve fase en de fase van bloemkoolvorming (21/5 onder afscherming; 29/5 in openlucht). De 2 behandelingen in de vegetatieve fase lagen in 4 herhalingen overlans op het proefperceel en werden in de fase van bloemkoolvorming at random verder in 3 behandelingen uitgesplitst tot de uiteindelijke 6 irrigatieregimes in 4 herhalingen.

Per veldje van 3 bedden (70 m² veldoppervlakte; 47 m² teeltoppervlak; 156 kolen) werden de bodem- en plantwaarnemingen verricht op de binnenrijen (min. 1 m kopkantrand) (40 m² veldoppervlak; 26 m² teeltoppervlak; 88 planten).

De dimensies van de overdekte oppervlakte zijn de volgende: breedte 7,2 m (4 bedden) en lengte 22 m (zie bijlage 1).

1.3.2.1.2 Proefveld prei 2001

De preiselectie Arkansas (Royal Sluis) werd uitgezaaid op 3/4/2001. Bij het planten op 10/7/2001 werden de planten op potlooddikte uitgesorteerd. Er werd geplant op aardruggen van 1,2 m topbreedte (1,8 m spoorbreedte) met 4 rijen per aardrug volgens een afstand van 14 cm in de rij en 30 cm tussen de rijen in plantgaten van 20 cm diepte. Na het planten werden de planten in de ponsgaten aangegoten met water.

De irrigatiebehandelingen werden uitgesplitst volgens een lag- en een logperiode (10/8). De 2 lag-behandelingen lagen in 4 herhalingen overlans op het proefperceel en werden tijdens de logperiode at random verder in 3 log-behandelingen uitgesplitst tot de uiteindelijke 6 irrigatieregimes in 4 herhalingen.

Per veldje van 3 bedden (70 m² veldoppervlak; 47 m² teeltoppervlak; 1114 planten) werden de bodem- en plantwaarnemingen verricht op het binnenbed (min. 1 m kopkantrand) (20m² veldoppervlak; 13 m² teeltoppervlak; 314 planten).

De dimensies van de overdekte oppervlakte zijn de volgende: breedte 7,2 m (4 bedden) en lengte 22 m (zie bijlage 1).

1.3.2.2 Proefvelden te Rumbeke

1.3.2.2.1 Proefveld bloemkool 2001

De proef te Beitem vond plaats op een lichte zandleemgrond (klasse 30-35; 1,2-1,5 %C), waar het jaar voordien de preiproef werd uitgevoerd (einde oogst maart 2001). Planten van het ras Nautilus (Clause) werden aangekocht bij een plantenkweker en op 10 mei 2001 manueel uitgeplant op vlakveld. De afstand tussen de rijen bedroeg 70 cm; de plantafstand in de rij bedroeg 50 cm. De uiteindelijke plantdichtheid per ha was 28.571 planten. De bemesting werd uitgevoerd volgens de adviezen van de Bodemkundige Dienst van België. Voor meer concrete informatie met betrekking tot deze en overige veldwerkzaamheden evenals de onderhoudsbespuitingen wordt verwezen naar Bijlage 2.

De ordening van de perceeltjes in openlucht gebeurde in een blokkenproef met vier herhalingen (zie Proefplan – Bijlage 1). Elk perceeltje had een breedte van 9 rijen en een lengte van 14,5 m. Om te beregenen werd elk perceeltje in de lengterichting voorzien van twee rijen sproeiers type Naan; tussen deze twee rijen sproeiers bevonden zich vijf rijen bloemkool. De middelste twee rijen dienden voor de uiteindelijke opbrengstbepaling.

De twee percelen onder kap besloegen 10 rijen van 14 meter lengte. In deze veldjes gebeurde de monsternamen in vier herhalingen binnenin hetzelfde perceel.

Ook de locatie van de peilputten ter bepaling van de diepte van de grondwatertafel werd aangegeven op het proefplan in Bijlage 1.

1.3.2.2 Proefveld prei 2001

De preiproef te Beitem in 2001-2002 vond plaats op een volledig nieuw veld (voorvrucht witloof) met textuur lichte zandleem (klasse 30; 1,5% C). Planten van het ras Arkansas (Royal Sluis) werden aangekocht bij een plantenkweker en op 13 juli 2001 uitgeplant op enkelvoudige ruggen. De afstand tussen de ruggen bedroeg 70 cm met telkens 1 rij per rug; de plantafstand in de rug bedroeg 10 cm. De uiteindelijke plantdichtheid per ha was 142.857 planten. De bemesting werd uitgevoerd volgens de adviezen van de Bodemkundige Dienst van België. Voor meer concrete informatie met betrekking tot deze en overige veldwerkzaamheden evenals de onderhoudsbespuitingen wordt verwezen naar Bijlage 2.

De ordening van de perceeltjes in openlucht gebeurde in een blokkenproef met vier herhalingen (zie Proefplan - Bijlage 1). Elk perceeltje had een breedte van 9 ruggen en een lengte van 14 m. Om te beregenen werd elk perceeltje in de lengterichting voorzien van twee rijen sproeiers type Naan; tussen deze twee rijen sproeiers bevonden zich vijf ruggen prei waarin de uiteindelijke opbrengstbepalingen gebeurden.

De twee percelen onder kap besloegen 10 ruggen van 14 meter lengte. In deze veldjes gebeurde de monsternamen in vier herhalingen binnenin hetzelfde perceel.

Ook de locatie van de peilputten ter bepaling van de diepte van de grondwatertafel werd aangegeven op het proefplan in Bijlage 1.

1.3.2.3 Serreproef te Rumbeke

Voor een nauwkeurige bepaling van de kritische bodemvochtspanning met behulp van porometrie werd aanvullend een kortlopende proef aangelegd in een glasserre. Planten van het ras Nautilus (Clause) (zaaidatum 13 juni 2001) werden op 26 juli uitgeplant op een afstand van 70 cm op 70 cm (201 planten / are). De totale oppervlakte van het serrecompartiment besloeg 320 m². Voor het planten werd vooraf 30 l / m² berekend. De koolplanten werden na het planten normaal onderhouden tot aan de start van de metingen met de porometer. Vanaf dan werd het veld onderverdeeld in twee stukken, een droog en een nat, waar nog vijfmaal werd geïrrigeerd met telkens 5 l / m² (op 4, 6, 8, 11 en 13 september).

In bijlage 2 worden de diverse teelttechnische aspecten van deze proef weergegeven.

1.3.2.4 Praktijkveld te Duffel

Te Duffel werd in 2001 een praktijkveld prei opgevolgd met als doelstelling de controle van de Kc-factoren die voor prei worden toegepast. De keuze ging dan ook uit naar een veld met een relatief diepe grondwaterstand. Het grondwaterniveau bleek echter tijdens het

seizoen niet voldoende te dalen, waardoor de capillaire opstijging niet volledig werd uitgeschakeld.

Het veld te Duffel werd volledig gekarakteriseerd qua vochtretentiekarakteristieken. Er werd een peilbuis geplaatst, zodat de evolutie van de grondwaterstand kon worden opgevolgd. Het vochtgehalte van de bodemlagen 0-30 cm en 30-60 cm werd wekelijks bepaald aan de hand van gravimetrische vochtstalen.

Omwille van het voorkomen van capillaire opstijging kon het praktijkveld niet voor het beoogde doel – met name de controle van de gewascoëfficiënten – aangewend worden. Het veld zal daarentegen opgenomen worden in de reeks praktijkvelden van de volgende biënnale, die zullen aangelegd worden in het kader van de toetsing van berekeningsmethoden voor de capillaire opstijging.

1.4 Uitgevoerde analyses en metingen

1.4.1 *Analyses vóór de aanvang van de teeltcyclus*

1.4.1.1 *Algemene bodemanalyses*

Vóór de aanvang van de teelt werd de bodemvruchtbaarheid van het perceel bepaald aan de hand van zowel een standaardontleding als een stikstofanalyse. Te Sint-Katelijne-Waver werden voor de bloemkoolteelt 2001 zowel de zones O, P, L7 en L8 bemonsterd. Voor de preiteelt 2001 werden de zones P1, O3, P4, O6, L7 en L8 geanalyseerd. Op basis van deze ontledingen werden bemestingsadviezen geformuleerd, zodat de teelten zich onder optimale bodemvruchtbaarheidscondities konden ontwikkelen.

Op analoge wijze werden te Rumbeke voor de bloemkoolteelt 2001 de zones 7 en 8 bemonsterd en werd een mengstaal genomen voor de zones in openlucht. Gezien de preiteelt 2001 te Rumbeke op een nieuw proefveld werd aangelegd, volstond één mengstaal om een bemestingsadvies voor dit perceel te formuleren.

De resultaten van deze analyses en de bijhorende bemestingsadviezen worden weergegeven in bijlage 2.

1.4.1.2 *Bepaling van de vochtretentiekarakteristieken*

De vochtretentiekarakteristieken werden voor elk proefveld in verscheidene zones bepaald. Zowel de bodemlaag 0-30 cm als de laag 30-60 cm werden bemonsterd, wat overeenkomt met een staalnamediepte van respectievelijk 15 en 45 cm. Te Sint-Katelijne-Waver werden in het voorjaar (21/02/01) de vochtgehalten overeenkomend met de vochtspanningen pF 0, pF 2, pF 2.5, pF 2.8, pF 3.3 en pF 4.2 bepaald. Vóór de preiteelt (19/06/01) werd deze analyse herhaald, waarbij tevens de vochtgehalten bij pF 1 en pF 1.5 werden bepaald, zodat het traject tussen bodemverzadiging en veldcapaciteit met een grotere nauwkeurigheid kon berekend worden.

Te Rumbeke werd in het voorjaar het proefveld 253 (zelfde proefveld als prei 2000) bemonsterd met bepaling van de punten pF 0, pF 1, pF 2, pF 2.5, pF 2.8, pF 3.3 en pF 4.2. Bloemkool werd aangelegd op een ander perceel (proefveld 301). Vóór de teelt (04/07/01) werden de volgende punten van de vochtretentiecurve bepaald: pF 0, pF 2, pF 2.5, pF 2.8, pF 3.3 en pF 4.2. Gezien het onverwacht steile verloop van deze curve, werd deze bepaling na 2 maanden voor de bouwvoor nogmaals herhaald (28/08/01).

De resultaten worden voorgesteld in bijlage 3.

1.4.1.3 Bepaling van de onverzadigde hydraulische conductiviteit

De onverzadigde hydraulische conductiviteit werd in 2001 voor elk proefveld opnieuw bepaald, doch op kleinere diepte dan in 2000. In 2000 werden ongestoorde bodemstalen genomen op een diepte van 75 cm, terwijl in 2001 op 20 cm en 45 cm werd bemonsterd. De ondiepe stalen waren echter gevoeliger voor doorslag omwille van de te losse structuur. De onverzadigde hydraulische conductiviteit werd labometrisch bepaald volgens de multi-step methode (ILWB, KULeuven).

1.4.2 Registratie van de meteorologische parameters

1.4.2.1 In openlucht

Beide proefvelden werden voorzien van een automatisch weerstation voor de registratie van de meteorologische parameters. Volgende weersgegevens werden opgemeten: relatieve luchtvochtigheid (%), temperatuur (°C), neerslag (mm), straling (J/cm²) en windsnelheid (m/s). Deze parameters werden gebruikt bij de berekening van de evapotranspiratie volgens de Penman-Monteithvergelijking.

1.4.2.2 Onder de overkapping

Gezien onder de overkapping een microklimaat wordt gecreëerd, werden hieronder verscheidene meteorologische parameters bepaald. Temperatuur (°C) en relatieve vochtigheid (%) werden te Sint-Katelijne-Waver continu geregistreerd met behulp van thermohygrografen. De lichtdoorlatendheid werd dagelijks gevolgd aan de hand van luxmetingen.

Te Beitem werden temperatuur en relatieve vochtigheid om het uur opgemeten zowel in openlucht als onder overkapping met een Teststor type 175-2, geplaatst in een speciale behuizing op gewashoogte. Metingen van de lichtinstraling werden niet uitgevoerd.

1.4.3 Opvolging van de bodemvochttoestand

1.4.3.1 Gravimetrische vochtbepaling

Wekelijks werden gestoorde grondmonsters genomen, waarvan het gravimetrisch vochtgehalte werd bepaald. Deze waarde werd vervolgens herrekend naar het volumetrisch vochtgehalte op basis van de schijnbare dichtheid van de bodem. Deze staalnamen werden uitgevoerd voor twee bodemlagen: 0-30 cm en 30-60 cm.

Te Sint-Katelijne-Waver werd de bemonstering van het bed uitgevoerd tussen de middelste rijen. Te Rumbeke werd de rug gemonsterd door centraal en loodrecht in de rug te steken. De keuze van deze bemonsteringsmethoden is het resultaat van een uitgebreide analyse in 2000, waarbij de resultaten van verschillende bemonsteringstechnieken werden vergeleken.

1.4.3.2 Tensiometrie

De meting van de bodemvochtspanning werd uitgevoerd door middel van een elektronische tensiometer met injectienaald, waarmee de vochtspanning in individuele

tensiometerbuizen – afgesloten met een rubberen dop - werd gemeten (44 te Rumbeke, 47 te Sint-Katelijne-Waver).

Te Sint-Katelijne-Waver en te Rumbeke werden bij de bloemkoolteelt 2001 28 tensiometers onder de overkapping geplaatst. De vochtspanning werd voor beide zones opgevolgd aan de hand van 4 tensiometers op 20 cm diepte en 3 tensiometers op 45 cm diepte. Bovendien werd het vochtspanningsprofiel opgevolgd door middel van 8 tensiometers per zone (20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm en 90 cm). In openlucht werd bij twee zones een vochtspanningsprofiel opgemeten (20 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm en 90 cm); de overige tensiometers werden in verscheidene zones op 20 cm en 45 cm diepte geplaatst.

Bij de preiteelt 2001 werden 6 vochtspanningsprofielen opgemeten, waarvan 2 onder de overkapping en 4 in openlucht. De plaatsingsdiepten bedroegen 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm en 75 cm. Tevens werden bij de zones onder overkapping en bij de twee meest extreme regimes in openlucht twee tensiometers op 15 cm diepte geplaatst, één tensiometer op 45 cm en een manometer op 15 cm diepte. Beide andere zones in openlucht werden naast de profielmeting opgevolgd aan de hand van een tensiometer en een manometer op 15 cm diepte. Te Sint-Katelijne-Waver werden in openlucht nog 3 tensiometers extra geplaatst op 15 cm diepte.

De tensiometrie werd tijdens het seizoen driemaal per week uitgevoerd.

1.4.3.3 Opvolging van de grondwaterstand

Te Sint-Katelijne-Waver werden voor de studie van de grondwaterstand 6 peilbuizen geplaatst. Te Rumbeke waren op het bloemkoolpercel eveneens 6 peilbuizen aanwezig. Het perceel prei werd voorzien van 4 peilbuizen.

Voor beide proefvelden gold dat deze metingen 3 maal per week werden uitgevoerd tijdens het seizoen.

1.4.4 Evaluatie van de stikstofhuishouding

1.4.4.1 Minerale stikstofgehalte van de bodem

Het minerale stikstofgehalte ($\text{NO}_3\text{-N}$ en $\text{NH}_4\text{-N}$) van de bodem werd op het einde van de teeltcyclus opgemeten. Deze meting werd steeds uitgevoerd voor 3 bodemlagen (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm). Voor prei werd eveneens een tussentijdse meting uitgevoerd begin oktober, om te vermijden dat de winterregens eventuele verschillen tussen behandelingen zouden doen verdwijnen.

1.4.4.2 Stikstofgehalte van het gewas

Bij de eind oogst werd het stikstofgehalte (N-kjeldahl en NO_3) van het gewas geanalyseerd. Voor bloemkool werden de bloem en het blad afzonderlijk geanalyseerd. Bij prei werd een onderscheid gemaakt tussen het wit en het groen gedeelte. Telkens werden 5 planten per herhaling genomen.

1.4.5 *Analyse van de gewasontwikkeling en opbrengst bij bloemkool*

1.4.5.1 *Vegetatieve ontwikkeling*

Teneinde de ontwikkeling van de bloemkoolplant in de verschillende irrigatieregimes te kunnen vastleggen, werden vanaf het planten tot de oogst om de 3 weken plantwaarnemingen uitgevoerd. De groeiduur van bloemkool beslaat vanaf het planten tot de oogst maximaal 3 maanden zodat in totaal 5 tussentijdse plantwaarnemingen werden verricht om af te ronden met de meermalige oogst van de zone bestemd voor opbrengstbepaling (maximaal 42 planten per experimentele eenheid).

Per monsternamedatum werden telkens 10 bloemkoolplanten at random bemonsterd per experimentele eenheid waarop de volgende waarnemingen werden verricht:

- totaal bovengronds plantgewicht (gram)
- maximale lengte van de plant (cm)
- totaal aantal bladeren en aantal bladeren > 10 cm
- dikte plantvoetbasis aan het snijoppervlak vlak boven de grond
- droge stofgehalte (op de vier monsternamedata)

Van zodra de eerste meetbare kooltjes werden gevormd, werd deze dataset uitgebreid met:

- aantal planten met koolvorming en van deze planten:
 - gewicht bloem (gram)
 - vastheid van de bloem (1-9)
 - vastheid van de onderste krans van roosjes (1-9)
 - maximale hoogte bloem (cm)
 - maximale breedte bloem (cm)
 - sortering roosjes naar aantal en gewicht na versnijden (klassen: < 2cm, 2-4 cm, 4-6 cm, 6-8 cm, > 8cm)

Op dezelfde tijdstippen werden in de zone bestemd voor de productiebepaling tevens volgende bepalingen uitgevoerd:

- de bodembedekking (via raster van 1 m op 1 m, onderverdeeld in kleine kwadranten met dimensies 10 cm × 10 cm)
- globale gewasstand (1-9)
- globale gewaskleur (1-9)
- globale groeiwijze (opgerichtheid 1-9)

1.4.5.2 *Opbrengst- en kwaliteitsbepaling*

De opbrengstbepaling van bloemkool geschiedt op het meest ideale moment per individuele kool, dit is als de kool veilingklaar een sortering bereikt van zes stuks per veilingbak. Dit houdt a priori een meermalige oogst (4 tot 6 snijbeurten) in.

Wanneer dit wordt bereikt wordt de kool geoogst; op een monster van 10 tot 15 kolen werden bovenstaande parameters opnieuw bepaald. Alle kolen van de zone bestemd voor productiebepaling werden bovendien onderworpen aan volgende opbrengst- en kwaliteitsbepalingen:

- gewicht van de veilingklaar gemaakte kool ('geschoren') (gewogen maximaal per zes stuks)
- sortering verse markt: Klasse Extra, I, II en III, niet marktbaar (afgestorven, afwijkers)
- gewicht kool zonder blad (gewogen maximaal per zes stuks)
- gewicht kool versneden (alle kolen worden per snijbeurt en per experimentele eenheid te samen gewogen)
- sortering roosjes naar aantal en gewicht (klassen: < 2cm, 2-4 cm, 4-6 cm, 6-8 cm, > 8cm) (idem)
- soortelijk gewicht
- vastheid van de roosjes (1-9)

Belangrijke parameters werden hierboven reeds beschreven en het gaat hier vooral om het gewicht van de kool, de bekomen kwaliteitssortering voor de verse markt, de vastheid, de roosortering voor de verwerkende industrie en de gezondheid (ziekteaantasting), zowel van het blad als van de bloem.

1.4.5.3 Ziekteaantasting

Qua ziekteaantasting werden bij bloemkool de volgende waarnemingen verricht:

- ziekteaantasting blad (volgens EPPO guidelines): valse meeldauw, witte roest, spikkelziekte, stip
- ziekteaantasting (valse meeldauw) van de roosjes indien aanwezig (% van totaal aantal)

1.4.6 Analyse van de gewasontwikkeling en opbrengst bij prei

1.4.6.1 Vegetatieve ontwikkeling

Teneinde de ontwikkeling van de preiplant in de verschillende irrigatieregimes te kunnen vastleggen, werden vanaf het planten tot de oogst om de 2 weken plantwaarnemingen uitgevoerd.

Per staalnamedatum werden per behandeling en per herhaling 8 planten geanalyseerd.

De volgende metingen werden uitgevoerd :

- plantgewicht
- diameter van de schacht
- lengte van het wit gedeelte
- aantal bladeren
- totale lengte van de plant
- droge stofgehalte (op 3 aan de hand van de actuele groeicurve te bepalen staalnamedata)

1.4.6.2 Opbrengst- en kwaliteitsbepaling

Op 3 staalnamedata in het najaar, met een tussentijd van 1 maand, werd naast de hoger vermelde plantparameters ook het gekuist plantgewicht (opkuis van de plant en inkorting van het blad tot 60 cm) geregistreerd.

De belangrijkste kwaliteitskenmerken - zoals plantgewicht, schachtdiameter en lengte van het wit gedeelte - zijn vervat in de hoger vermelde oogstwaarnemingen.

1.4.6.3 Ziekteaantasting

Naast de hogervermelde kwaliteitskenmerken, werd eveneens de aantastinggraad voor trips, bladvlekkenziekte en roest geëvalueerd worden (schaal 0-10), teneinde de invloed van de beregening op de ziekteaantasting te kwantificeren.

1.4.7 Wortelanalyse

De beworteling werd bij bloemkool op het ogenblik van de oogst geanalyseerd. Bij prei werd ervoor geopteerd de analyse te vervroegen naar het vroege najaar, omdat – indien er een invloed van beregening bestaat – deze op dit ogenblik kan waargenomen worden. Uitstellen van de analyse tot januari kan mogelijk leiden tot een vervaging van de effecten doordat de maanden tussen september en januari doorgaans regenrijk zijn.

Afhankelijk van de behandelingen die konden gerealiseerd worden, werden een aantal zones van het proefveld geselecteerd voor de wortelanalyse. De metingen werden per behandeling uitgevoerd in 4 herhalingen. Met een wortelboor werd de beworteling tot 75 cm diepte bemonsterd, per lagen van 15 cm. De wortels werden uit het bodemvolume uitgespoeld, waarna het vers- en drooggewicht werden bepaald.

1.4.8 Penetrografie

Enkel van het nieuwe veld te Rumbeke waar de preiproef werd aangelegd, werd de structuur van de grondlaag tot op een diepte van 80 cm onderzocht met behulp van een penetrologger. Voor de andere velden (bloemkool Beitem, bloemkool en prei Sint-Katelijne-Waver) werden deze metingen tijdens het voorgaande jaar uitgevoerd en wordt naar het specifieke jaarverslag verwezen. In Bijlage 6 werden de curven nog eens meegegeven. Kenmerkend was het ongestoorde profiel te Sint-Katelijne-Waver daar waar te Rumbeke een ploegzool werd aangetroffen op ongeveer op 30-40 cm diepte. Bijkomend werd te Beitem na de preiteelt op het nieuwe veld tevens de invloed van de overkapping in combinatie met het droge en natte regime vergeleken met openlucht met betrekking tot de penetratieweerstand, net zoals tijdens voorgaand jaar.

1.4.9 Meting van de stomatale weerstand onder gecontroleerde omstandigheden

De metingen van de reactie van de stomatale weerstand op uitdroging werden voor bloemkool onder gecontroleerde omstandigheden uitgevoerd. De proef werd te Rumbeke in een serre aangelegd. De bloemkoolplanten, cultivar Nautilus, werden op 26/07/02 geplant en voldoende van water voorzien tot de aanvang van de porometermetingen.

In de serre werden twee behandelingen aangelegd. Gedurende een periode van 2 weken werd bij de eerste behandeling een uitdrogingscyclus gerealiseerd, terwijl de bodemvochtreserve bij de tweede behandeling hoog werd gehouden dankzij regelmatige irrigatie.

De meting van de stomatale weerstand werd om de twee dagen uitgevoerd. Hierbij werd gemeten van 8:00u 's morgens tot 20:00u 's avonds. De metingen werden elk uur uitgevoerd gedurende ongeveer 20 minuten per behandeling. Deze 20 minuten werden opgesplitst in tweemaal 10 minuten, om de verschillen in meteorologische omstandigheden tussen beide behandelingen te minimaliseren. De stomatale weerstand werd zowel van de

bovenkant als van de onderkant van het blad gemeten. De meting werd uitgevoerd op het meest recente, volledig ontwikkelde blad. Er werd op toegezien de hoofdnerf te vermijden.

De evolutie van de bodemvochttoestand werd voor beide zones opgevolgd via gravimetrische vochtstalen en tensiometers.

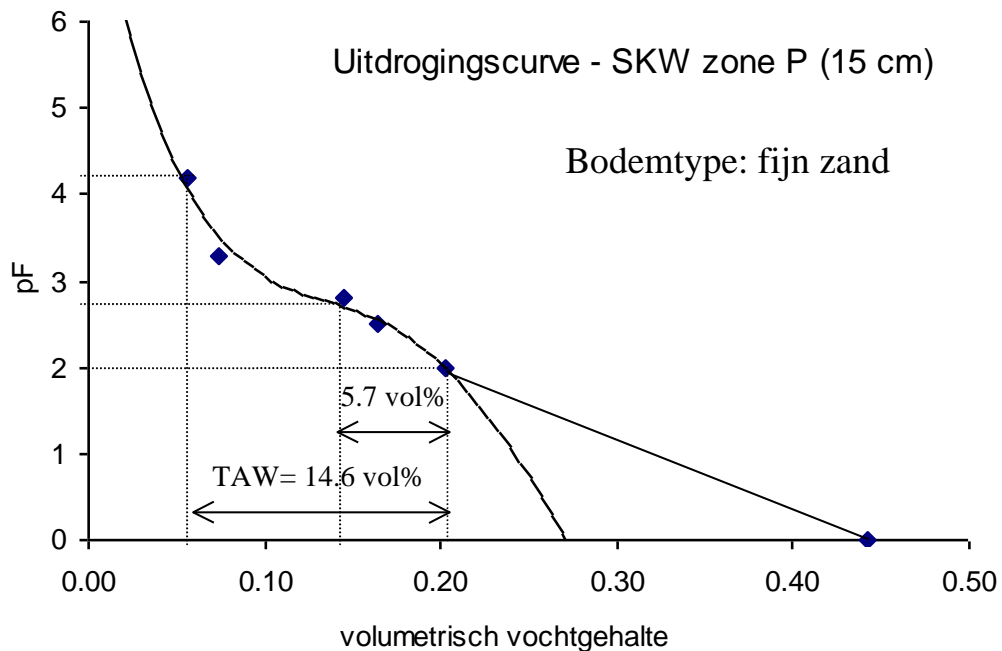
2. Karakterisering van de proefvelden

2.1 Typering van de proefvelden

2.1.1 Proefveld te Sint-Katelijne-Waver

De textuuranalyse van het proefveld te Sint-Katelijne-Waver geeft aan dat het bodemtype gekenmerkt wordt door een samenstelling van 83% zand, 10% leem en 7% klei. Deze bodem situeert zich in het grensgebied tussen de textuurklassen 'lemig zand' en 'zand'. Handmatig wordt deze bodem gedetermineerd als grondsoort 10 (grof zand) of grondsoort 15 (fijn zand).

De vochtretentiekarakteristieken zijn kenmerkend voor een zandige bodem. Ten gevolge van de typische macroporositeit van zandbodems is het verschil in vochtgehalte tussen verzadiging (pF 0) en veldcapaciteit (pF 2) zeer groot. Het totaal beschikbaar vochtgehalte (TAW) en het gemakkelijk beschikbaar vochtgehalte (RAW) liggen daarentegen vrij laag.



Figuur 2.1 Typische vochtretentiecurve te Sint-Katelijne-Waver

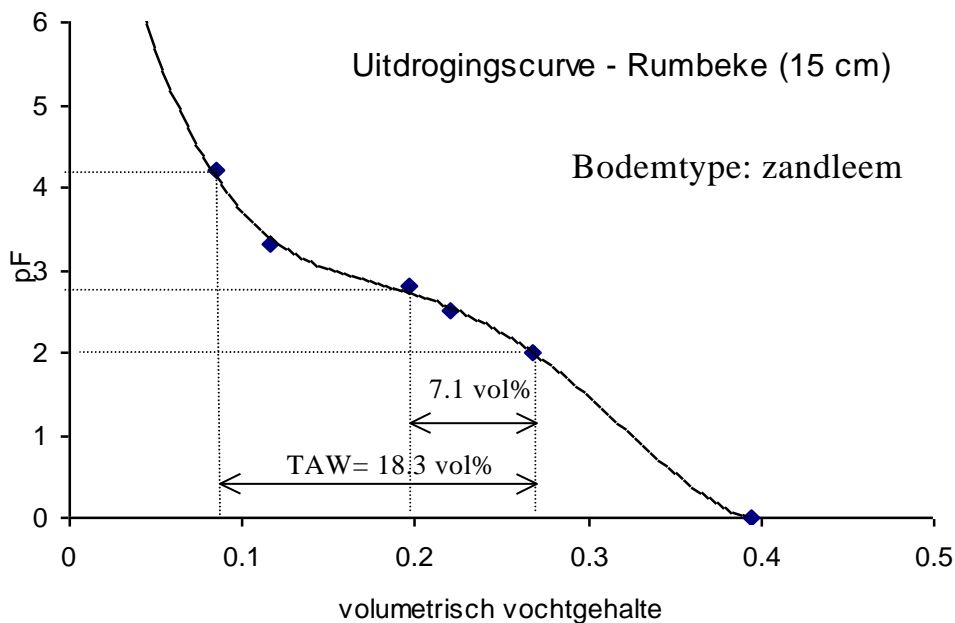
Bijlage 3 geeft alle vochtretentiecurven, die in 2001 werden opgemeten te Sint-Katelijne-Waver, weer.

Te Sint-Katelijne-Waver werd het proefveld opgedeeld in twee zones (O en P), die in belangrijke mate verschillen qua vochtretentiekarakteristieken. Bij een zelfde vochtspanning ligt het vochtgehalte van de zone O gemiddeld 4 à 5 vol% hoger dan bij zone P.

2.1.2 Proefvelden te Rumbeke

Het proefveld te Rumbeke wordt gekenmerkt door een minder zandige textuur (62% zand) met een hogere klei- en leemgehalte (28% leem en 10% klei). Volgens de textuurdriehoek wordt deze bodem geklasseerd als 'licht zandleem'. Handmatig wordt echter de textuurklasse (lichte leem) toegekend aan deze bodem (grondsoort 35).

Het hoger klei- en leemgehalte oefent een gunstig effect uit op het vochtleverend vermogen van de bodem. De analyse van de vochtretentiekarakteristieken geeft aan dat zowel het gemakkelijk als het totaal beschikbaar vochtgehalte hoger is te Rumbeke dan te Sint-Katelijke-Waver.



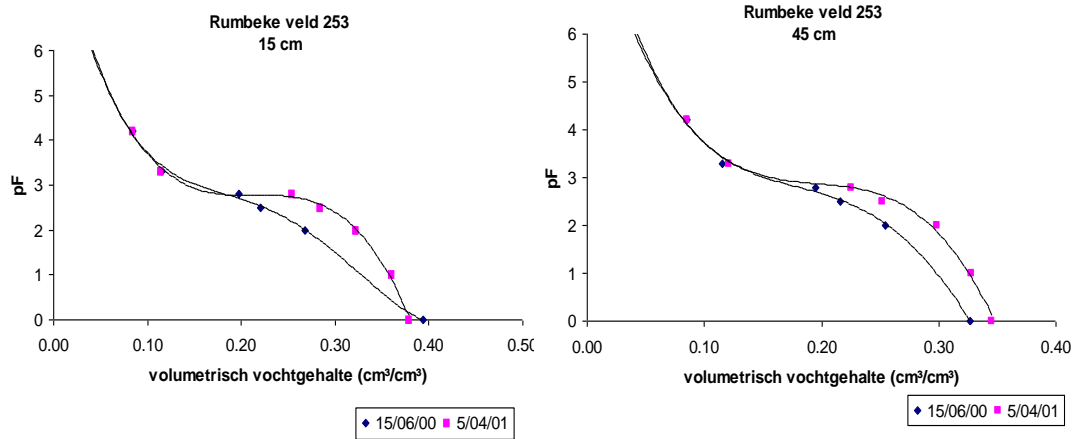
Figuur 2.2 Typische vochtretentiecurve te Rumbeke

Bijlage 3 geeft alle vochtretentiecurven, die in 2001 werden opgemeten te Rumbeke, weer.

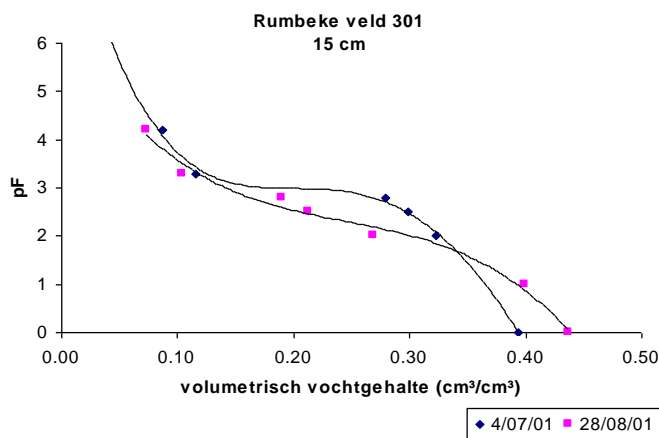
2.2 Seizoensafhankelijkheid van de vochtretentiekarakteristieken

Gezien te Sint-Katelijke-Waver de drie proeven (prei 2000, bloemkool 2001 en prei 2001) op hetzelfde perceel werden aangelegd, werden de vochtretentiekarakteristieken meermaals bepaald. Ook te Rumbeke was dit het geval (prei 2000 en bloemkool 2001 op proefveld 253). Op het tweede perceel te Rumbeke (prei 2001, proefveld 301) werd de pF-curve van de bouwvoor zowel bij aanvang van het groeiseizoen als halweg de teeltcyclus bepaald.

Dankzij de twee- of drievoudige bepaling van de vochtretentiekarakteristieken kan gecontroleerd worden of pF-curven variëren in functie van het tijdstip, waarop de ongestoorde stalen werden genomen. Bij de percelen te Rumbeke blijkt dit het geval te zijn, zoals weergegeven in Figuur 2.3 en Figuur 2.4.

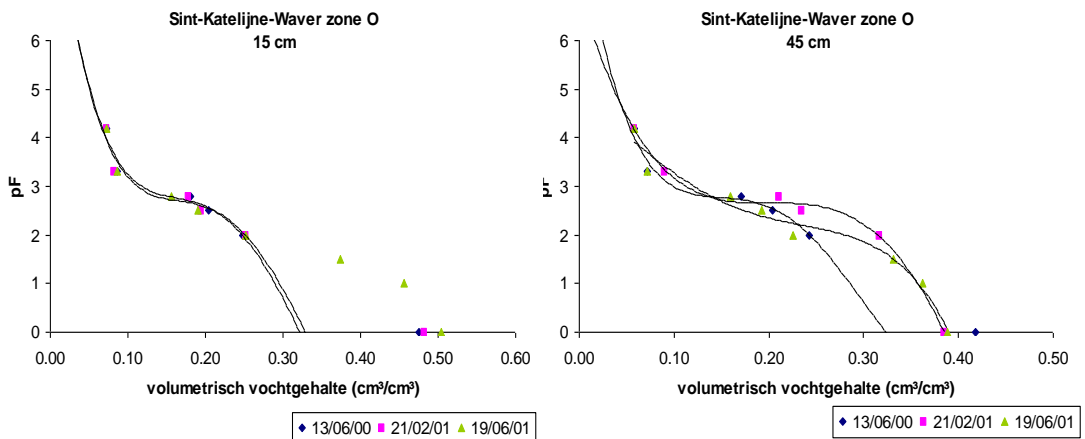


Figuur 2.3 Vochtretentiekarakteristieken Rumbeke – proefveld 253



Figuur 2.4 Vochtretentiekarakteristieken Rumbeke – proefveld 301

Zowel bij het proefveld 253 als bij het proefveld 301 blijkt de vochtretentiecurve steiler te verlopen wanneer het staal vroeger in het voorjaar wordt genomen. Bovendien ligt het vochtgehalte lager, wat wijst op een lagere porositeit. Dat dit effect veroorzaakt wordt door een wijziging in de bodemstructuur, is duidelijk te merken aan de hogere pF-waarden. Gezien het vochtgehalte bij pF 3.3 en pF 4.2 niet structuurafhankelijk is, maar bepaald wordt door de textuur van de bodem, zijn deze waarden identiek op de verschillende tijdstippen.



Figuur 2.5 Vochtretentiekarakteristieken Sint-Katelijne-Waver – zone O

Te Sint-Katelijne-Waver wordt deze tijdsinvloed niet waargenomen. Wel blijkt uit Figuur 2.5 duidelijk het belang van de bepaling van de vochtgehalten bij lagere pF-waarden (pF 1 en pF 1.5). Het grote verschil in vochtgehalte tussen het verzadigingspunt (pF 0) en veldcapaciteit (pF 2) bemoeilijkt bij zandbodems de interpolatie van de grafiek naar lagere vochtspanningen, waardoor de bepaling van deze bijkomende punten noodzakelijk is. Zeker bij percelen met een hoge grondwaterstand komen vochtspanningen lager dan pF 2 voor, waardoor de kennis van dit traject belangrijk is voor de simulatie van de bodemwaterbalans.

2.3 Grondwaterpeil

De evoluties van het grondwaterpeil worden voor alle proefvelden grafisch voorgesteld in bijlage 4.

2.3.1 *Evolutie van de grondwaterstand te Sint-Katelijne-Waver*

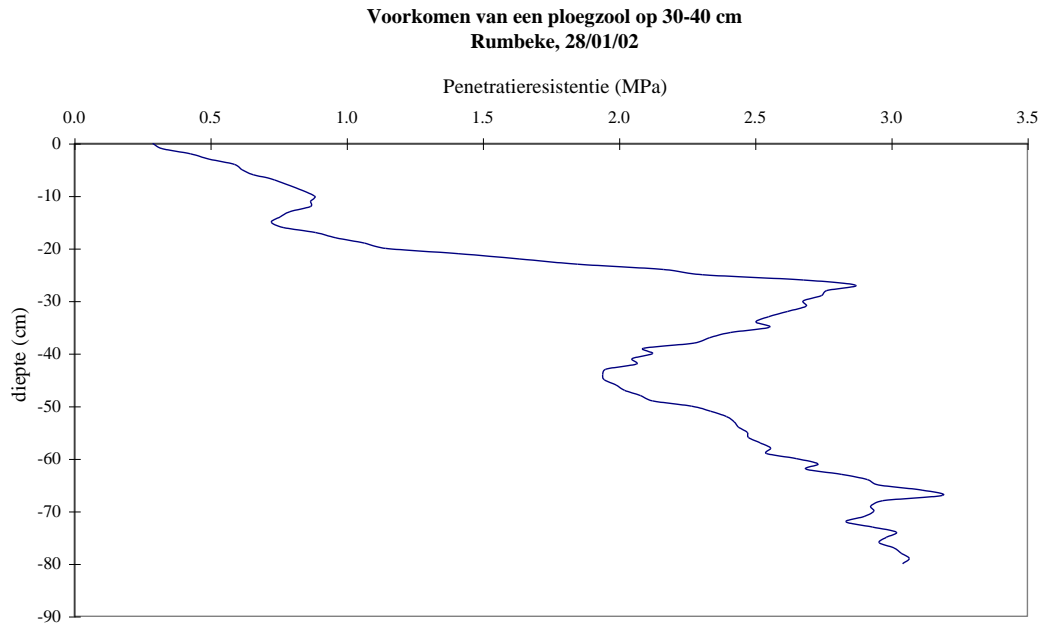
Het proefveld wordt gekenmerkt door een ondiepe en sterk variabele grondwaterstand. De variabiliteit van het grondwaterniveau uit zich zowel in tijd als in ruimte. Tijdens het voor- en najaar, evenals na regenrijke perioden, werden grondwaterstanden tussen 40 en 100 cm onder maaiveld waargenomen. Tijdens drogere perioden daalde het grondwaterniveau maximaal tot 1.5 m onder maaiveld. Gedurende droogteperioden was tevens de ruimtelijke variatie groter; het verschil tussen de peilputten met de diepste en ondiepste grondwaterstanden bedroeg dan gemiddeld 0.5 m.

2.3.2 *Evolutie van de grondwaterstand te Rumbeke*

Te Rumbeke wordt op beide proefpercelen een gelijkaardige temporele en ruimtelijke variatie in grondwaterniveau waargenomen als te Sint-Katelijne-Waver. Algemeen beschouwd worden diepere grondwaterstanden geregistreerd. Tijdens de zomerperiode daalt het niveau tot 2 m onder maaiveld. Tijdens de natte seizoenen schommelt de grondwaterstand echter eveneens tussen 0.5 m en 1 m onder maaiveld. Ook hier bedraagt het verschil tussen de diepste en ondiepste grondwaterstanden tijdens de zomerperiode ongeveer 0.5 m.

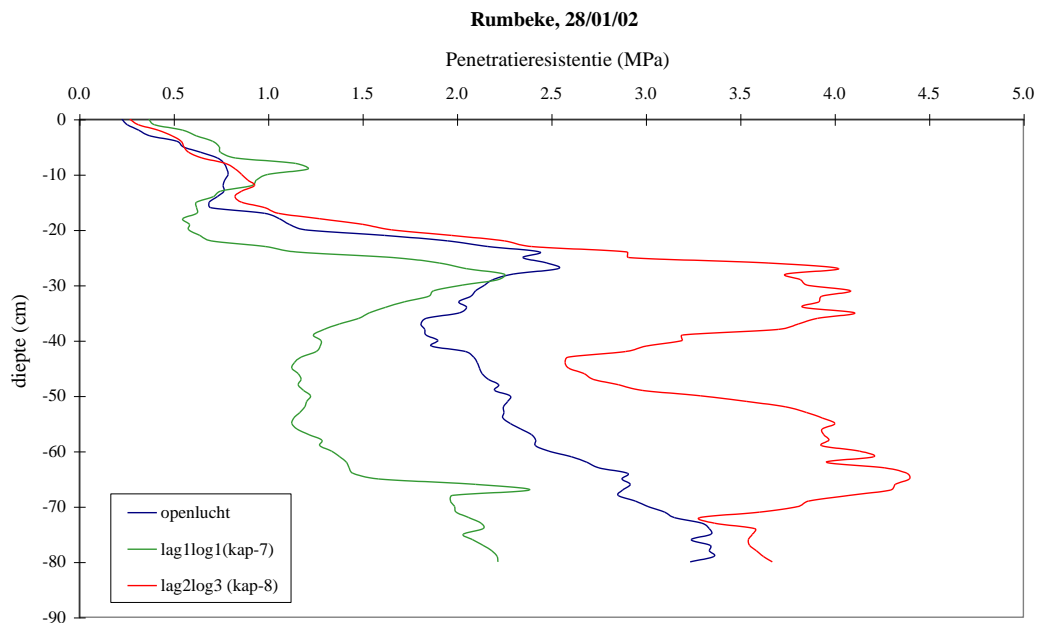
2.4 Penetrografie

De velden te Sint-Katelijne-Waver en dat van bloemkool te Beitem werden gekarakteriseerd tijdens het eerste jaar. Deze bepaling werd niet hernomen in 2001. Voor het nieuwe preiveld te Beitem (prei 2001 - 2002) werden metingen uitgevoerd met de penetrologger (Figuur 2.6) in januari 2002. Deze duidt opnieuw het voorkomen van een ploegzool aan op een diepte van 30 à 40 cm, net zoals op het perceel waar de bloemkoolteelt plaatsvond (Bijlage 6). Te Sint-Katelijne-Waver werden geen storende lagen in het bodemprofiel aangetroffen.



Figuur 2.6 Voorkomen van een ploegzool te Rumbeke, prei 2001-2002

Uitdroging van de bodem veroorzaakt een verhoging van de penetratieweerstand. Dit bleek reeds uit de metingen tijdens het eerste jaar en blijkt nu opnieuw uit de penetrografische metingen die op het einde van de preiteelt te Rumbeke werden uitgevoerd (Figuur 2.7), met dit verschil dat de overkapping reeds eind september werd verwijderd. Bij vergelijking van de penetratieweerstanden van het droge regime onder overkapping met het natte regime onder overkapping en met deze in openlucht, blijkt dat ten gevolge van de drogere bodemtoestand in het droge regime onder overkapping, zelfs na het verwijderen van de plasticfolie eind september en de overvloedige neerslag in het najaar, bij meting vier maanden later de gevolgen van deze uitdroging op de hogere penetratieweerstand nog steeds duidelijk waarneembaar zijn in het droge regime.



Figuur 2.7 Invloed van het beregeningsregime op de penetratieweerstand te Beitem, prei 2001

2.5 Invloed van de overkapping op het microklimaat

Omwille van de open structuur is de invloed van de overkapping op temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gering. Tijdens relatief koude perioden blijken de temperatuurschommelingen onder de overkapping evenwel kleiner dan in openlucht. Hogere maximumtemperaturen en lagere minimumtemperaturen worden geregistreerd in openlucht.

Het belangrijkste effect van de overkapping situeert zich op het vlak van de straling. Te Sint-Katelijne-Waver werd vastgesteld dat de reductie van de lichtintensiteit onder de overkapping gemiddeld 34% bedroeg bij de preiteelt in 2000 en respectievelijk 35% en 41% bij de bloemkool- en preiteelt in 2001. De lichtreductie nam toe wegens de veroudering van de plastic. Om deze en andere invloeden (o.a. extreem hoge stikstofgehalten ten gevolge van een sterk gereduceerde uitspoeling en onrealistisch droge omstandigheden tijdens het najaar) te verminderen, werd de overkapping bij de aanvang van oktober 2001 verwijderd.

De analyseresultaten van het microklimaat onder de overkapping worden voorgesteld in Bijlage 5.

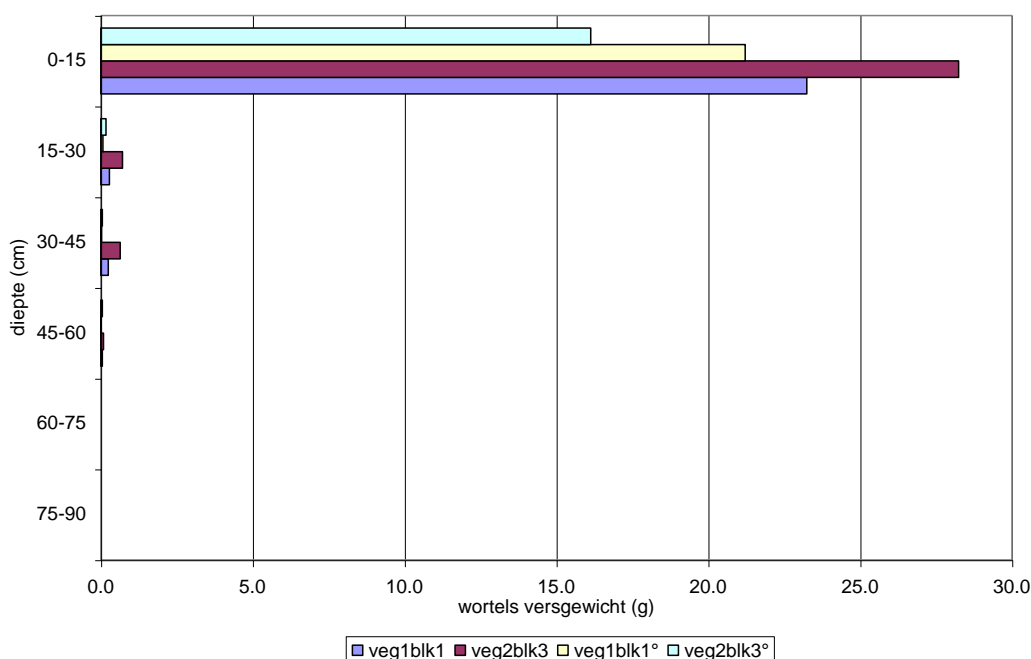
3. Beworteling en vochtopnamepatronen van bloemkool en prei

Irrigatie of het voorkomen van een compacte bodemlaag kunnen een invloed uitoefenen op de doorworteling van het bodemprofiel, waardoor indirect eveneens de totaal beschikbare vochtreserve wordt bepaald. In 2000 werd te Rumbeke vastgesteld dat de ploegzool de wortelontwikkeling belemmerde. Te Sint-Katelijne-Waver kwam geen compactatie voor en reikten de preiwortels dieper.

Het effect van droogte kon moeilijker begroot worden in 2000. Effecten die op beide proefvelden en op verschillende tijdstippen werden vastgesteld, waren niet éénduidig. In 2001 werden de analyses herhaald. Bovendien werden via tensiometers vochtprofielen bestudeerd.

3.1 Beworteling

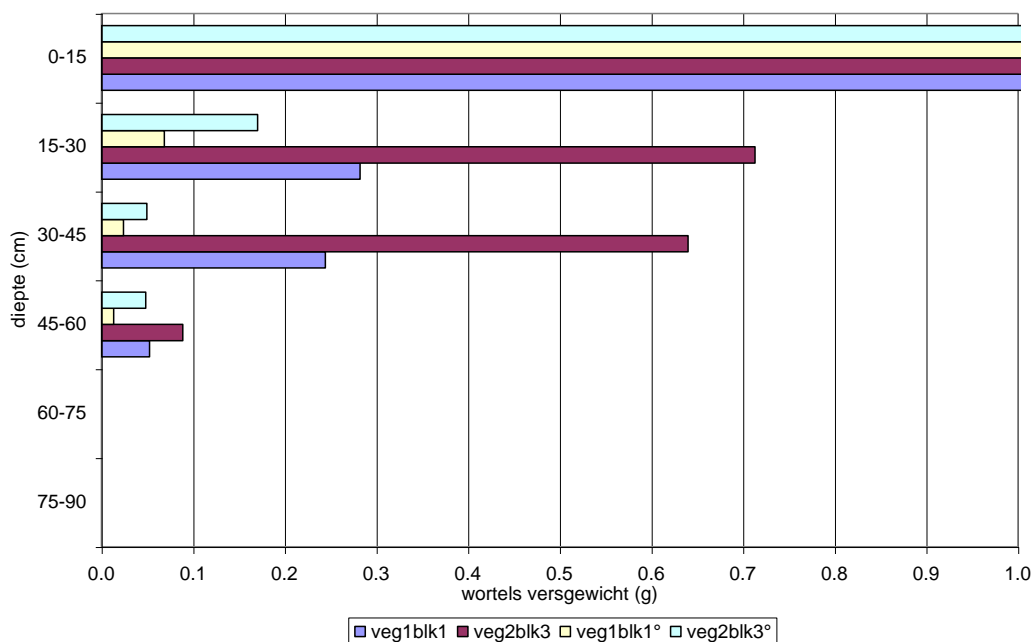
Algemeen werd bij de wortelanalyse een zeer grote variatie tussen herhalingen vastgesteld, zodat verschillen in wortelmasa zelden significant waren. Bovendien werd de uitspoeling van de wortels bij bloemkool bemoeilijkt door de wortelstructuur. Desalniettemin werden de duidelijkste resultaten bekomen voor het bloemkoolperceel te Sint-Katelijne-Waver, waar een stimulering van de wortelontwikkeling door relatieve droogte werd waargenomen.



Figuur 3.1 Wortelontwikkeling bij bloemkool te Sint-Katelijne-Waver

Bij bloemkool wordt de grootste wortelmasa genoteerd in de laag 0-15 cm (Figuur 3.1). De analyse van de wortelmasa in deze eerste bodemlaag wijst op een stimulering van de wortelontwikkeling bij het droogste regime (veg2blk3) in openlucht, wanneer dit vergeleken wordt met het beregende regime (veg1blk1). Beide behandelingen onder de overkapping vertonen echter een tegenovergestelde tendens. Hier blijkt de wortelontwikkeling van het droogste regime (veg2blk3°) afgeremd door de droogtestress.

Wanneer de wortelmassa in de diepere lagen (15-60 cm) meer in detail wordt bestudeerd (Figuur 3.2) merken we echter dat de stimulatie van de wortelontwikkeling door droogte zowel onder de overkapping als in openlucht voorkomt. Waarschijnlijk vormen de uiterst droge omstandigheden van de eerste bodemlaag (0-15 cm) onder de afscherming de oorzaak van de remming van de wortelontwikkeling bij het droogste regime onder overkapping.



Figuur 3.2 Wortelontwikkeling van bloemkool te Sint-Katelijne-Waver – diepere lagen

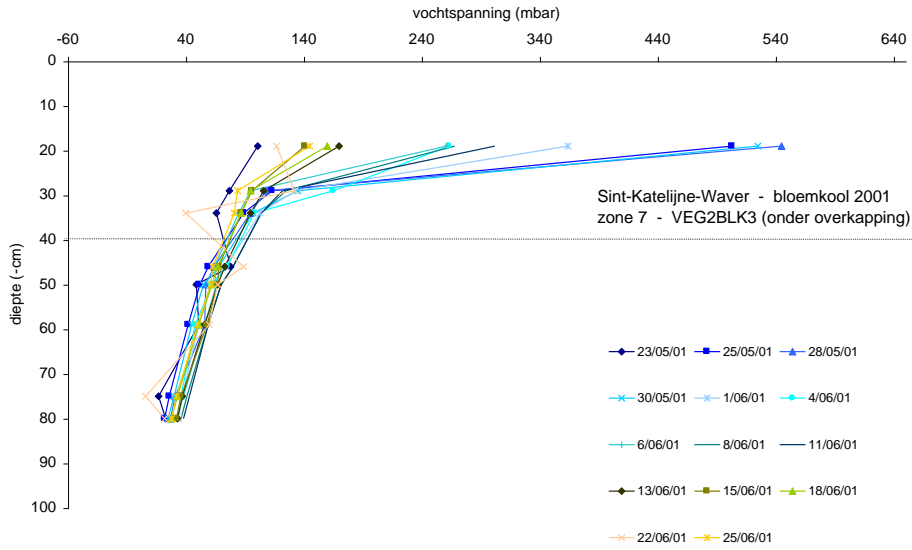
Alle resultaten van de analyse van de wortelontwikkeling worden voorgesteld in bijlage 6.

3.2 Vochtopnameprofielen

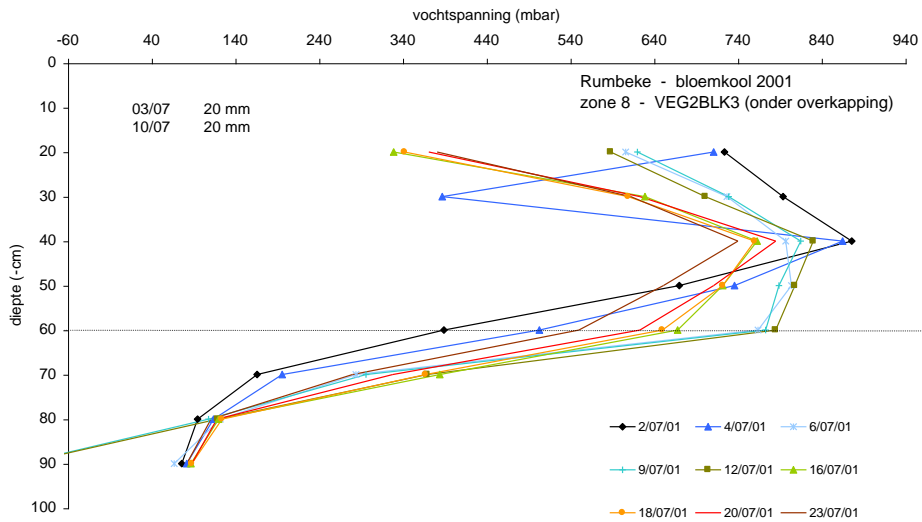
De studie van vochtopnameprofielen is een indirecte methode voor de bepaling van de bewortelingsdiepte. Een belangrijk voordeel van deze methode is dat de diepte van de actieve wortels wordt bepaald. Uit de resultaten blijkt dat de studie van vochtspanningsprofielen zeer duidelijk bij de droogste behandelingen het patroon van de vochtopname weergeeft. Bovendien kan de invloed van een ondiepe grondwatertafel en capillaire nalevering bestudeerd worden.

Alle vochtspanningsprofielen worden in bijlage 8 voorgesteld. De belangrijkste besluiten voor de bloemkoolteelt kunnen getrokken worden op basis van Figuur 3.3, Figuur 3.4 en Figuur 3.5.

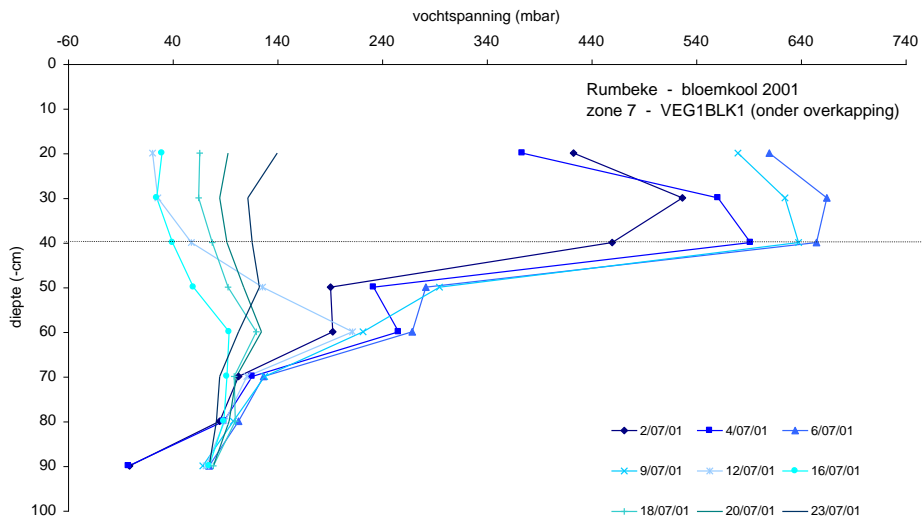
- Te Sint-Katelijne-Waver is opname slechts merkbaar in de bodemlaag 0-20 cm
- Vanaf 30 cm diepte is het profiel te Sint-Katelijne-Waver in evenwicht met de grondwatertafel
- Te Rumbeke werd bij het droogste regime onder overkapping (lag2log3°) wateropname tot 60 cm diepte waargenomen
- Bij de meest beregende behandeling onder overkapping te Rumbeke (lag1log1°) was wateropname zichtbaar tot 40 cm diepte.



Figuur 3.3 Opnamepatroon voor bloemkool te Sint-Katelijne-Waver – veg2blk3°



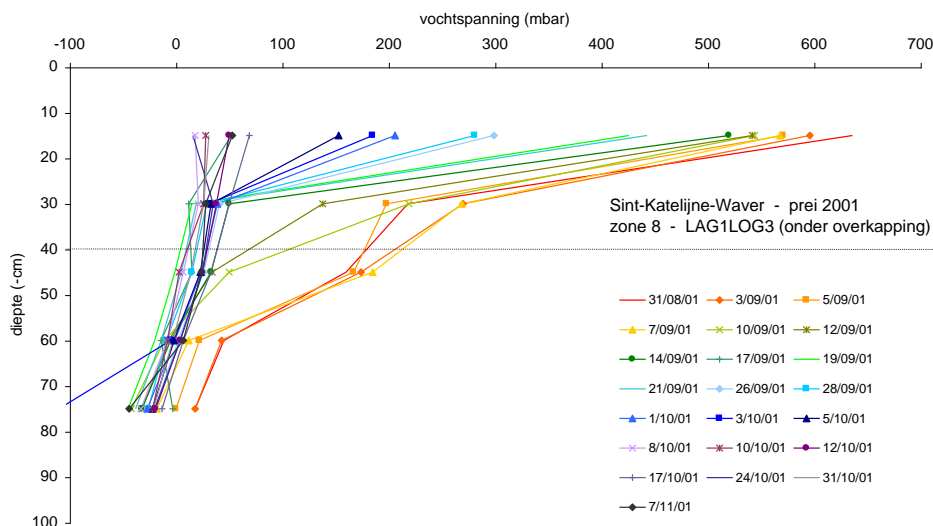
Figuur 3.4 Opnamepatroon voor bloemkool te Rumbeke – veg2blk3°



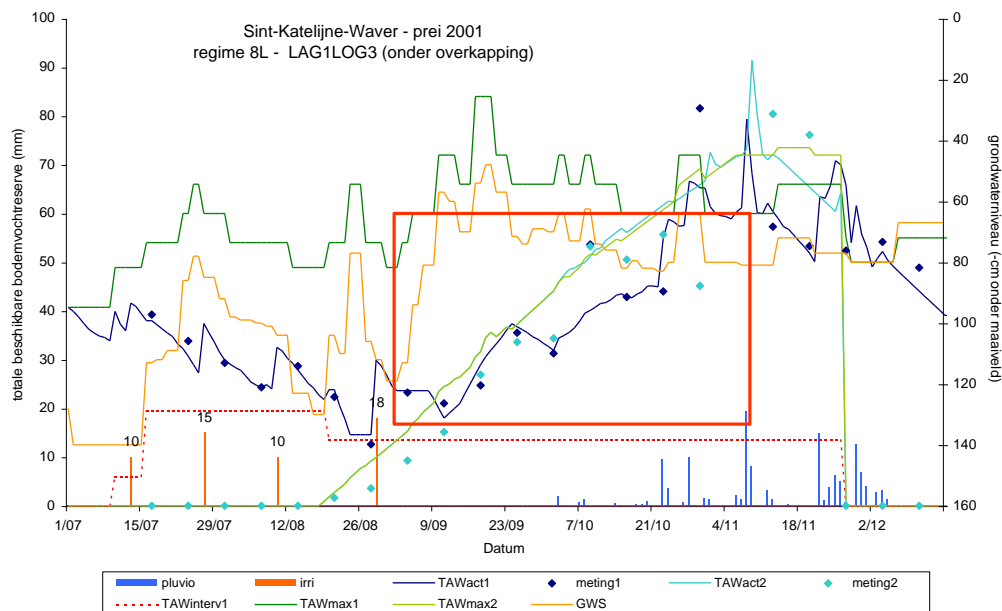
Figuur 3.5 Opnamepatroon voor bloemkool te Rumbeke – veg1blk1°

Uit de meetreeks bij prei kunnen de volgende besluiten getrokken worden:

- Te Sint-Katelijne-Waver wordt wateropname tot 45 cm waargenomen (zie bijlage 8)
- Te Rumbeke bedraagt deze opnamediepte slechts 30 cm (zie bijlage 8)
- Uit Figuur 3.6 blijkt duidelijk dat het profiel geleidelijk terug in evenwicht komt met de grondwatertafel na stijging van het grondwaterpeil, zonder belangrijke watertoevoer via neerslag of drainage (zie vochtbalans in Figuur 3.7)



Figuur 3.6 Opnamepatroon voor prei te Sint-Katelijne-Waver – veg1blk1°

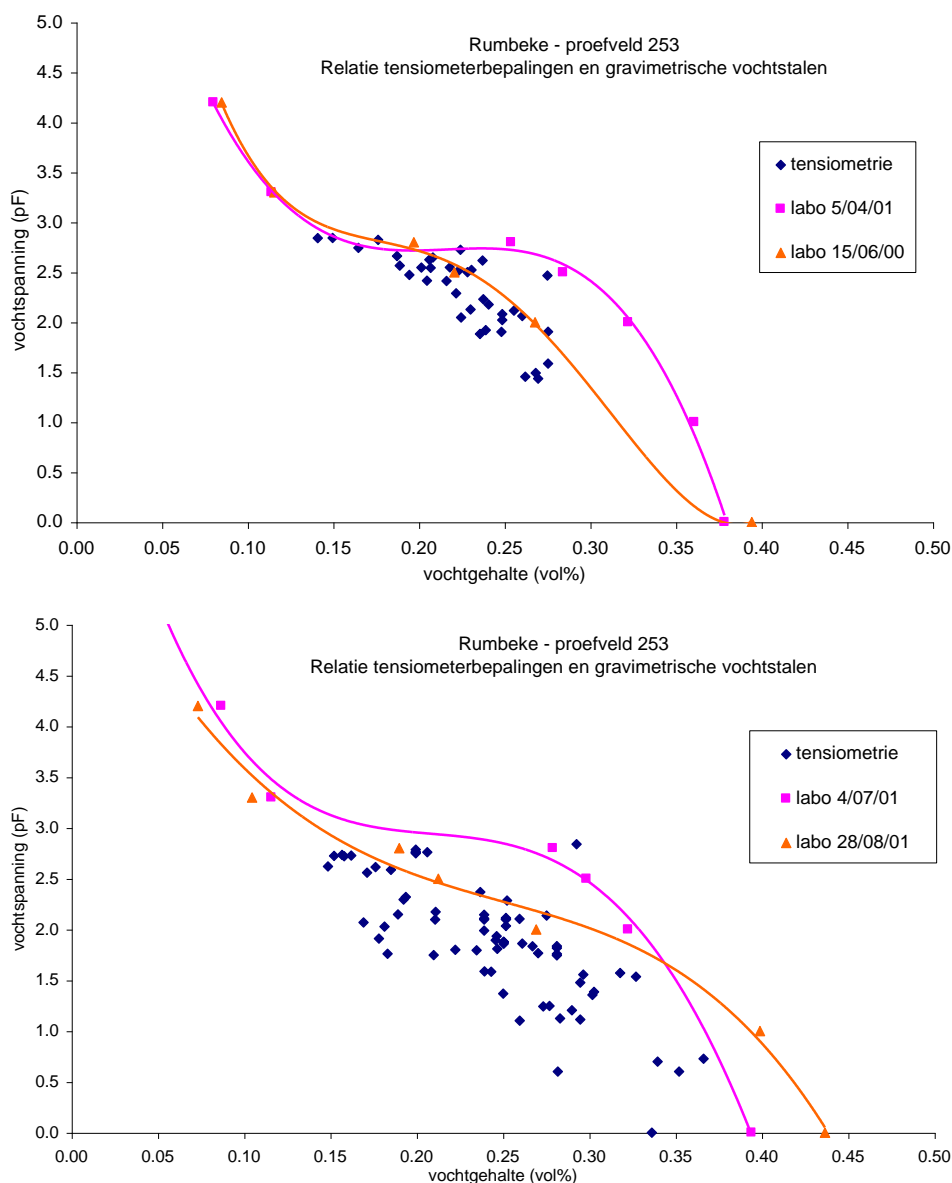


Figuur 3.7 Situering van de metingen van Figuur 3.6 in de vochtbalans

3.3 Verband tussen tensiometer- en gravimetrische vochtbepalingen

In de grafieken van de bodemvochtbalansen werden – waar mogelijk – de tensiometerwaarden grafisch weergegeven, zodat deze metingen kunnen gesitueerd worden ten opzichte van de evolutie van de bodemvochtreserve, zoals deze aan de hand van gravimetrische bodemvochtstalen werd bepaald. Deze grafieken worden voorgesteld in bijlage 11.

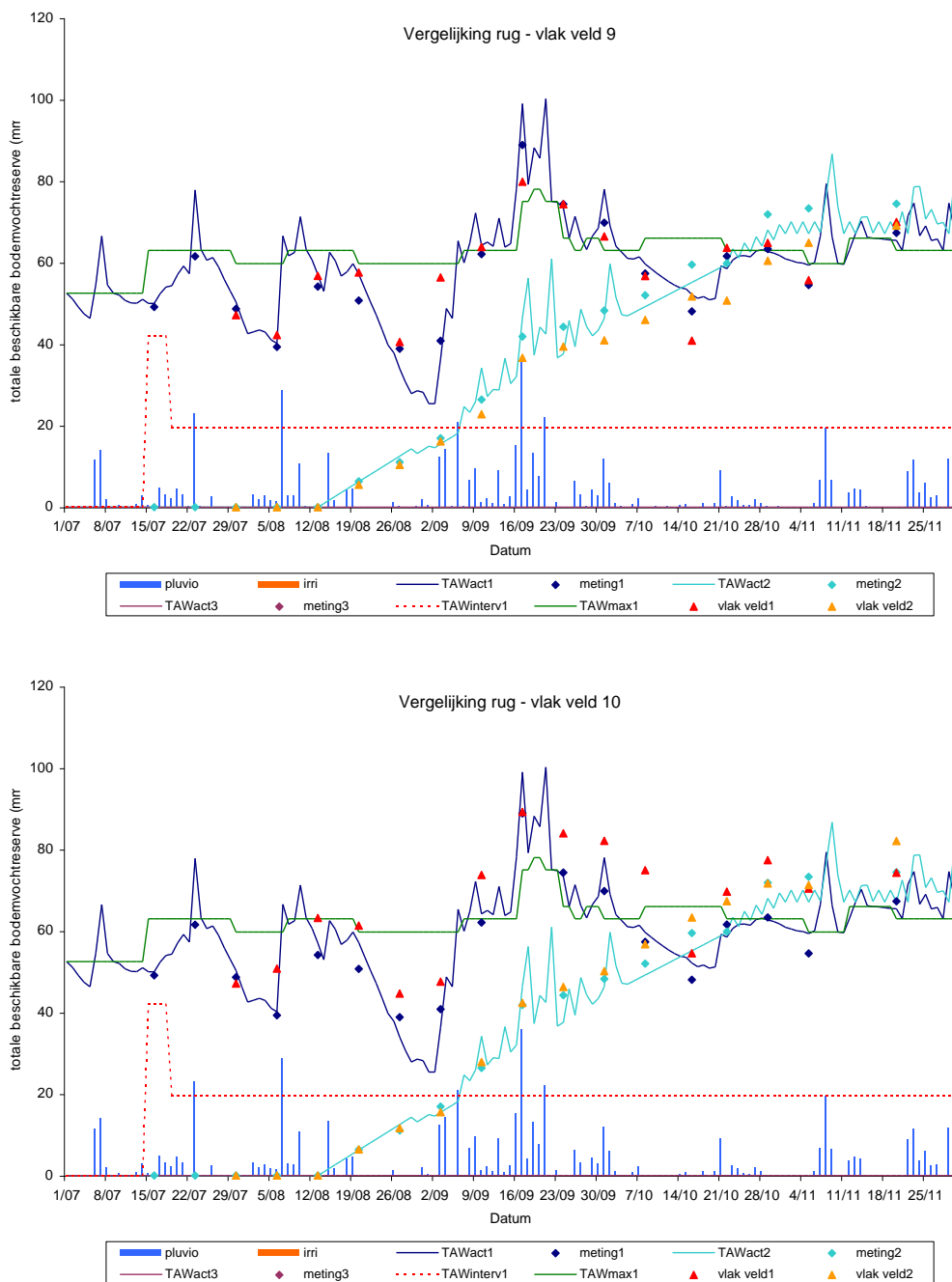
Uit de waterbalansgrafieken blijkt dat doorgaans slechts een zwakke overeenkomst bestaat tussen de gravimetrische en de tensiometerwaarden. Voor de percelen te Rumbeke kan deze relatie onderzocht worden door de volumetrische vochtgehalten en de tensiometerwaarden ten opzichte van elkaar uit te zetten. Een zeer zwakke overeenkomst met de labometrisch bepaalde vochtretentiecurve bevestigt de conclusie die we op basis van de vochtbalansgrafieken reeds hadden getrokken. Voor Sint-Katelijne-Waver kan een zelfde analyse niet uitgevoerd worden doordat de zones O, P en L verbonden moeten worden met een andere pF-curve en de tensiometermetingen bovendien niet op dezelfde dag als de gravimetrische staalname werden uitgevoerd.



Figuur 3.8 Vergelijking van gravimetrische vochtstalen en tensiometrie (Rumbeke)

3.4 Vergelijking van waterbalansen tussen ruggenteelt en vlak veld

Weinig is gekend omtrent het effect van de aanleg van ruggen of bedden op de waterbalans. Te Rumbek werden bij de preiteelt twee kleine oppervlakten met vlakke veldteelt aangelegd, zodat de evolutie van de bodemvochtreserve kon vergeleken worden tussen ruggen en vlak veld (Figuur 3.9).



Figuur 3.9 Vergelijking tussen ruggenteelt en vlakveldsteelt te Rumbek

Het voornaamste besluit dat op basis van deze beperkte meetreeks kan getrokken worden is dat de uitdroging van de bouwvoor sterker is bij de ruggenteelt, wat verklaard wordt door het grotere verdampingsoppervlak dat aan de lucht wordt blootgesteld.

De invloed van de teeltpraktijk (ruggen, bedden, vlak veld) op de bodemwaterbalans wordt door veel factoren bepaald. Deze beïnvloeding situeert zich zowel op het vlak van de neerslagefficiëntie als van de begroting van ET_m. Men kan veronderstellen dat de volgende factoren een invloed uitoefenen op deze processen:

- geometrie van de ruggen
- ontwikkelingsgraad en geometrie van het gewas
- bodemtype
- bodemvochtgehalte
- helling van het terrein
- neerslagintensiteit

De begroting van de invloed van deze factoren is echter zeer omslachtig en zal in dit onderzoek dan ook niet behandeld worden.

4. Capillaire nalevering en doorspoeling

4.1 Problematiek van capillaire nalevering

Irrigatiesturing op percelen met een ondiepe grondwatertafel vraagt een correcte inschatting van de capillaire nalevering. Theoretisch gezien leiden kleine schommelingen van het grondwaterniveau reeds tot significante verschillen in capillaire opstijging (Ramírez and Finnerty, 1996). Alhoewel vele gepubliceerde experimenten aantonen dat capillaire nalevering door een ondiepe watertafel een belangrijke bijdrage levert tot het gewasverbruik, bestaan er vrijwel geen eenvoudige modellen die de opwaartse waterflux van diepere bodemlagen of capillaire opstijging in rekening brengen (Giesel et al., 1971; Maraux and Lafolie, 1998). Negeren van het aandeel van de capillaire nalevering leidt op percelen met een ondiepe grondwatertafel onvermijdelijk tot overirrigatie.

Berekeningsmethoden voor de capillaire opstijging zijn steeds gebaseerd op de wet van Buckingham-Darcy (Jury et al., 1991). Deze wet relateert de flux van het bodemvocht aan het verschil in drukhoogte en de onverzadigde hydraulische conductiviteit:

$$J_w = -K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right)$$

waarbij J_w = waterflux (cm/dag)
 K = onverzadigde hydraulische conductiviteit (cm/dag)
 h = vochtspanning (cm)
 z = afstand (cm)

De berekening van de capillaire opstijging aan de hand van deze formule vereist zowel kennis van de $K(h)$ -relatie als van het vochtspanningsverschil tussen twee punten op een verschillende bodemdikte.

4.2 Labometrische bepaling van de $K(h)$ -relatie

De $K(h)$ -relatie van de proefvelden te Sint-Katelijne-Waver en te Rumbeke werd labometrisch bepaald via de multistep-methode. Tijdens het seizoen 2000 werd deze karakteristiek op 75 cm diepte bepaald. In 2001 werden de ondiepere lagen (15 cm en 45 cm) bemonsterd. De te losse structuur van de ondiepste ongestoorde stalen verhinderde te Sint-Katelijne-Waver de correcte opmeting van de $K(h)$ -relatie. Ook enkele stalen op 75 cm werden uit de reeks verwijderd. Een overzicht van de resultaten wordt gegeven in onderstaande tabel.

Uit de tabel blijkt een sterke variatie tussen de individuele stalen. De bepaling van de hydraulische conductiviteit is een zeer delicate meting. Bovendien kan de heterogeniteit van de bodem een zeer grote variatie in de meetwaarden veroorzaken. Andere mogelijkheden bestaan uit het afleiden van de $K(h)$ -relatie op basis van de K_{sat} -waarden en het verloop van de pF-curve, het bepalen van de functie aan de hand van pedotransferfuncties of het gebruiken van standaardwaarden. Wanneer voldoende meetgegevens ter beschikking zijn, zullen verschillende methoden vergeleken en geëvalueerd worden.

Tabel 4.1: Parameters van de $K(h)$ -relatie via de multistep-methode

Locatie	Diepte	Herh.	Parameters					
			Ksat (cm/h)	α	λ	n	WCS	WCR
Sint-Kat.-Waver	60 cm	h1	11.202	0.028	13.47	1.335	0.405	0.02
		h2	5.517	0.026	12.95	1.341	0.405	0.02
		h3	31.575	0.044	9.77	1.301	0.405	0.02
		h4	4.223	0.027	11.69	1.338	0.405	0.02
	75 cm	P/h1	0.154	0.007	3.43	1.786	0.405	0.02
		P/h2	0.006	0.003	0.95	2.709	0.405	0.02
		P/h3	0.346	0.003	23.06	2.662	0.405	0.02
		P/h4	0.341	0.015	3.17	1.679	0.405	0.02
		O/h1	1.441	0.103	0.00	1.405	0.38	0.02
		O/h3	0.060	0.009	3.71	1.869	0.38	0.02
		O/h3	1.312	0.025	0.00	1.604	0.38	0.02
Rumbeke	30 cm	h1	1E-05	0.003	1E-04	1.566	0.366	0.05
		h2	4E-05	0.003	2E-04	1.590	0.366	0.05
		h3	0	0.006	3E-04	1.357	0.366	0.05
	60 cm	h1	0.161	0.004	0.011	3.5	0.344	0.05
		h2	2E-05	0.005	3E-04	1.408	0.344	0.05
		h3	1E-05	0.004	3E-04	1.446	0.344	0.05
	75 cm	I/h1	0.017	0.007	3.135	1.422	0.365	0.06
		I/h2	68.299	0.010	7.349	1.420	0.365	0.06
		III/h1	0.0642	0.008	0	1.541	0.365	0.06
		III/h2	0.0638	0.006	19.84	1.594	0.422	0.06
		III/h3	0.0769	0.008	8.766	1.524	0.422	0.06
		III/h4	56.409	0.003	27.05	2.278	0.422	0.06

4.3 Vochtnalevering en uitspoeling in functie van het beregeningsregime

Gezien op dit punt in het onderzoek nog geen geschikte methode werd gevonden om de capillaire opstijging op een adequate manier te berekenen in de vochtbalans, werd deze parameter handmatig geschat op basis van de bodemvochtstalen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bijdrage van de capillaire opstijging voor de verschillende beregeningsregimes. Tevens wordt de op basis van de waterbalans berekende doorspoeling weergegeven voor elke behandeling.

Tabel 4.2 Capillaire opstijging en uitspoeling bij de bloemkoolteelt 2001

SINT-KATELIJNE-WAVER (periode: 15/03/01-30/06/01)

Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	ETa (mm)	CO (mm)	CO/ETa (%)	uitspoeling (mm)
reg1P	veg1blk1	30	264	49	19	113
reg2P	veg1blk2	0	259	0	0	108
reg3O	veg1blk3	0	247	44	18	93
reg4P	veg2blk1	30	265	65	25	113
reg5O	veg2blk2	0	250	49	20	93
reg6O	veg2blk3	0	250	49	20	97
reg7L	veg2blk3 (kap)	40	192	108	56	6
reg8L	veg1blk1 (kap)	115	201	73	36	17

RUMBEKE (periode: 10/05/01-18/07/01)

Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	ETa (mm)	CO (mm)	CO/ETa (%)	uitspoeling (mm)
reg1	veg1blk1	112	193	16	8	22
reg2	veg1blk2	87	193	15	8	15
reg3	veg1blk3	42	188	15	8	8
reg4	veg2blk1	80	192	33	17	26
reg5	veg2blk2	60	190	33	17	11
reg6	veg2blk3	20	186	55	30	5
reg7	veg1blk1 (kap)	125	119	34	29	25
reg8	veg2blk3 (kap)	40	105	45	43	6

Algemeen kan worden vastgesteld dat bij de behandelingen onder de overkapping het aandeel van de capillaire nalevering in het totale gewasverbruik lager ligt bij de beregende regimes. Ook heeft de latere start van beregening bij de behandelingen VEG2 te Rumbeke een hogere capillaire opstijging tot gevolg. Te Sint-Katelijne-Waver is het effect niet duidelijk.

Wat de doorspoeling van water betreft, is het totale verlies in lichte mate hoger bij de beregende behandelingen. Dit is onvermijdelijk, gezien de bodemvochtreserve op een hoger niveau wordt gehouden door beregening. Bij de eerstvolgende zware neerslag wordt veldcapaciteit eerder bereikt dan bij niet of weinig beregende zones. De extra hoeveelheid water die op deze wijze uitspoelt, is echter vrij laag en is aanzienlijk minder dan de hoeveelheid die door beregening wordt toegediend. Dit is duidelijk merkbaar bij de sterk gedifferentieerde behandelingen te Rumbeke. Zo leidt een totale irrigatiegift bij VEG1BLK1 van 112 mm tot 22 mm doorspoeling, terwijl VEG2BLK3, beregend met slechts één dosis van 20 mm, 5 mm doorspoeling tijdens de teeltcyclus tot gevolg heeft.

Bij de preiteelt was de differentiatie tussen de behandelingen minder sterk en waren de effect bijgevolg moeilijk te onderscheiden. Onderstaande tabel geeft de resultaten weer.

Tabel 4.3 Capillaire opstijging en uitspoeling bij de preiteelt 2001

SINT-KATELJNE-WAVER (periode: 10/07/01-31/10/01)

Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	ETa (mm)	CO (mm)	CO/ETa (%)	uitspoeling (mm)
reg1P	lag1log1	15	243	19	8	146
reg2P	lag1log2	20.8	242	11	5	153
reg3O	lag1log3	24.5	242	43	18	166
reg4P	lag2log1	15	243	26	11	147
reg5O	lag2log2	24	242	38	16	166
reg6O	lag2log3	0	241	49	20	157
reg7L	lag2log1 (kap)	89	191	71.5	7	13
reg8L	lag1log3 (kap)	53	192	85	44	11

RUMBEKE (periode: 15/07/01-31/10/01)

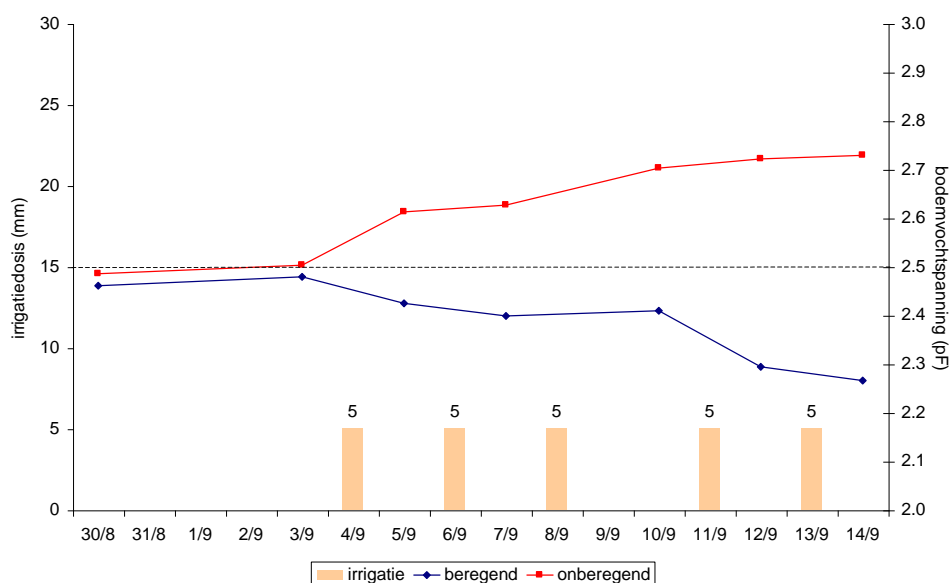
Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	ETa (mm)	CO (mm)	CO/ETa (%)	uitspoeling (mm)
reg1	lag1log1	20	210	10	5	171
reg2	lag1log2	20	210	19	9	180
reg3	lag1log3	0	210	22	10	165
reg4	lag2log1	20	210	0	0	164
reg5	lag2log2	20	210	6	3	168
reg6	lag2log3	0	209	6	3	149
reg7	lag1log1 (kap)	132	175	32	13	23
reg8	lag2log3 (kap)	40	169	39	23	9

5. Bepaling van de kritische bodemvochtspanning

Wanneer de kritische bodemvochtspanning wordt bereikt, treedt fysiologische droogtestress op. Op dit ogenblik verhoogt de stomatale weerstand, waardoor de transpiratie en fotosyntheseactiviteit worden gereduceerd. Dit betekent dat de gewasverdamping vermindert ($ET_a < ET_m$), waardoor tegelijkertijd de gewasontwikkeling een achterstand oploopt. De reactie van de stomatale weerstand op een verhoging van de bodemvochtspanning werd in dit onderzoeksproject geanalyseerd met behulp van de porometer.

5.1 Relatie tussen de bodemvochtspanning en de stomatale weerstand bij bloemkool

Voor de bepaling van de kritische bodemvochtspanning bij prei werden onder gecontroleerde omstandigheden (serre) twee behandelingen aangelegd. De eerste behandeling werd regelmatig geïrrigeerd (met dosissen van 5 mm) terwijl bij de tweede behandeling een uitdrogingscyclus werd gerealiseerd. De evolutie van de bodemvochtspanning wordt voor beide behandelingen in voorgesteld.



Figuur 5.1 Evolutie van de bodemvochtspanning, serre te Rumbeke

In bijlage 9 worden de resultaten van de porometrie voorgesteld.

Op 3/9/01 werd nog niet geïrrigeerd; de bodemvochtspanning is dan ook voor beide zones gelijk. De porometermetingen van 3/9/01 geven aan dat de stomatale weerstand tussen beide zones vrijwel niet verschilt. Deze toestand vormt de uitgangssituatie van de proef.

Op 5/9/01, nadat de eerste irrigatiedosis van 5 mm werd toegediend, merken we dat gedurende de periode dat de vochtvraag het hoogst is (14:00u-17:00u) reeds significante verschillen in stomatale weerstand tussen de geïrrigeerde en de niet-geïrrigeerde zone worden vastgesteld. Op 7/9/01 blijken deze verschillen echter kleiner dan op 5/9/01; desalniettemin konden nog significante verschillen vastgesteld worden op een aantal tijdstippen. De volgende dagen worden deze effecten steeds duidelijker, en worden naar het einde van de uitdrogingscyclus toe (14/9/01) over heel de daglengte (8:00u-20:00u)

zichtbaar. De vochtspanning van het droge regime is op dat ogenblik reeds gestegen tot 50 kPa of pF 2.7. De verschillen in stomatale weerstand tussen beide behandelingen zijn dermate duidelijk dat de significantie ervan doorgaans kan bewezen worden..

We kunnen besluiten dat de metingen van de stomatale weerstand bij bloemkool aangeven dat deze teelt gekenmerkt wordt door een lage kritische bodemvochtspanning. Reeds na de eerste dosis van 5 mm worden significante verschillen in stomatale opening vastgesteld. De heersende vochtspanning was 30 kPa of pF 2.5.

5.2 Klimaatsafhankelijkheid van de kritische bodemvochtspanning

Na de tweede dosis van 5 mm werd een verschil in bodemvochtspanning waargenomen (pF 2.6 voor de onberegende zone t.o.v. pF 2.4 voor de beregende zone), doch de verschillen in stomatale opening tussen beide behandelingen waren minder sterk uitgesproken dan tijdens de voorgaande meetcyclus. Dit effect kan toegeschreven worden aan de meteorologische omstandigheden in de serre. De relatieve luchtvochtigheid was beduidend lager tijdens de meetcyclus na de eerste toegediende dosis, terwijl de stralingsgegevens wijzen op een zonnigere dag (zie bijlage 10). Deze condities leiden tot een sterkere reactie van de stomata op de drogere condities.

5.3 Besluit

Op basis van de resultaten van de twee onderzoeksjaren kunnen we besluiten dat de kritische bodemvochtspanning - zowel bij prei als bij bloemkool - reeds bij relatief lage vochtspanningen (grootteorde 30 kPa of pF 2.5) wordt bereikt. Deze waarde mag echter niet als absoluut beschouwd worden, doch varieert in functie van de meteorologische omstandigheden. Het vastleggen van deze relatie vraagt echter een zeer uitgebreid onderzoek, dat omwille van de complexiteit niet kan behandeld worden in het kader van dit project. Dit onderzoek vereist de bepaling van een omvangrijke dataset van metingen van de stomatale weerstand onder verscheidene uitdrogingscycli en uiteenlopende klimatologische omstandigheden. Bovendien kan verwacht worden dat de bijdrage van een nog nauwkeurigere bepaling van dit kritisch punt de precisie van de vochtbalans niet meer gevoelig zal verhogen.

6. Klimaatsanalyse en bespreking van de vochtbalansen

6.1 Klimaatsanalyse

6.1.1 *Bloemkoolteelt Sint-Katelijne-Waver*

Voor de bloemkoolteelt met uitplanting op 15/3/2001 kunnen we het voorjaar 2001 gemiddeld omschrijven als iets warmer (+0.5 °C), iets lichter (+3931 J/cm²) en regenachtiger (+10.2 l/m²) dan normaal. Vooral van belang is wel dat maart en april 2001 uitzonderlijk nat waren (+86.1 l/m²).

6.1.2 *Bloemkoolteelt Rumbeke*

Het proefveld werd aangelegd op dezelfde locatie, waar in 2000 de irrigatieproef winterprei aanlag. De winterprei werd gerooid tijdens de maand maart. Bedoeling was na de oogst vanaf half april bloemkool in te planten. Door het zeer natte voorjaar 2001 moest het planten evenwel worden uitgesteld tot half mei. Het vochtgehalte in de bodem was door het natte voorjaar op dat moment maximaal te noemen. Het grondwater zat op ongeveer 1 m (Bijlage 4).

Het planten vond plaats op 10 mei. De eerste week na het planten viel er nog ongeveer 10 mm neerslag, wat ideaal was voor het aanslaan van het gewas, maar vanaf dan werd het steeds droger. Kleine hoeveelheden neerslag vielen er tijdens de eerste week van juni, rond half juni en rond eind juni en vanaf 5 juli. Het betrof evenwel telkens geringe hoeveelheden. Globaal genomen waren de maanden mei en juni zeer abnormaal tot abnormaal droog, ideaal dus voor de irrigatieproef. Door de behoorlijk natte grond bij het planten, gevolgd door de droogte na het planten tot eind juni, waren de omstandigheden voor bloemkool tijdens deze teeltperiode behoorlijk hard te noemen.

In bijlage 10 zijn data met betrekking tot neerslag, gemiddelde temperatuur en instraling weergegeven voor de periode mei tot en met juli te Beitem, in vergelijking tot het meerjarige gemiddelde voor deze locatie. Uit deze gegevens blijkt duidelijk dat de maanden mei en juni uitzonderlijk droog waren. Ook blijkt dat de gemiddelde dagtemperatuur in deze periode hoger was dan normaal, gemiddeld +1,6°C; vooral mei en juni waren warmer. De globale instraling was iets lager dan normaal.

6.1.3 *Preiteelt Sint-Katelijne-Waver*

Voor de preiteelt met uitplanting op 10/7/2001 was de teeltperiode gemiddeld iets warmer (+0.9 °C), iets lichter (+3529 J/cm²) maar vooral natter dan normaal (+188.8 l/m²). Uitzonderlijk in deze teeltperiode is wel dat we september hierbij moeten omschrijven als een sombere herfstmaand en oktober als een zomermaand.

6.1.4 *Preiteelt Rumbeke*

Het planten vond plaats op 13 juli. De eerste weken na het planten viel af en toe wat regen zodat de preiplanten goed konden aanslaan. Juli en augustus waren relatief normaal te noemen, zowel met betrekking tot temperatuur als neerslag. De laatste 10 dagen van augustus werd het behoorlijk droog zodat enkele regimes in openlucht dienden te worden berekend. September daarentegen was, vooral in de eerste helft, zeer nat en fris: er viel in deze maand 113 l/m² neerslag boven de normale hoeveelheid van 72 l/m². Dit gaf

aanleiding tot zeer ondiepe grondwaterstanden (Bijlage 4). Het was bovendien gemiddeld 1,7°C frisser dan normaal en eveneens somberder. Oktober daarentegen was dan weer droger (-39 l/m²) en iets warmer en zonniger dan normaal. November en december waren normaal, hoewel af en toe. Vooral de natte septembermaand had als gevolg dat in openlucht de meeste regimes niet konden worden gedifferentieerd.

Voor meer gedetailleerd cijfermateriaal en grafieken wordt verwezen naar 11.

6.2 Evaluatie van de stralingsmethoden

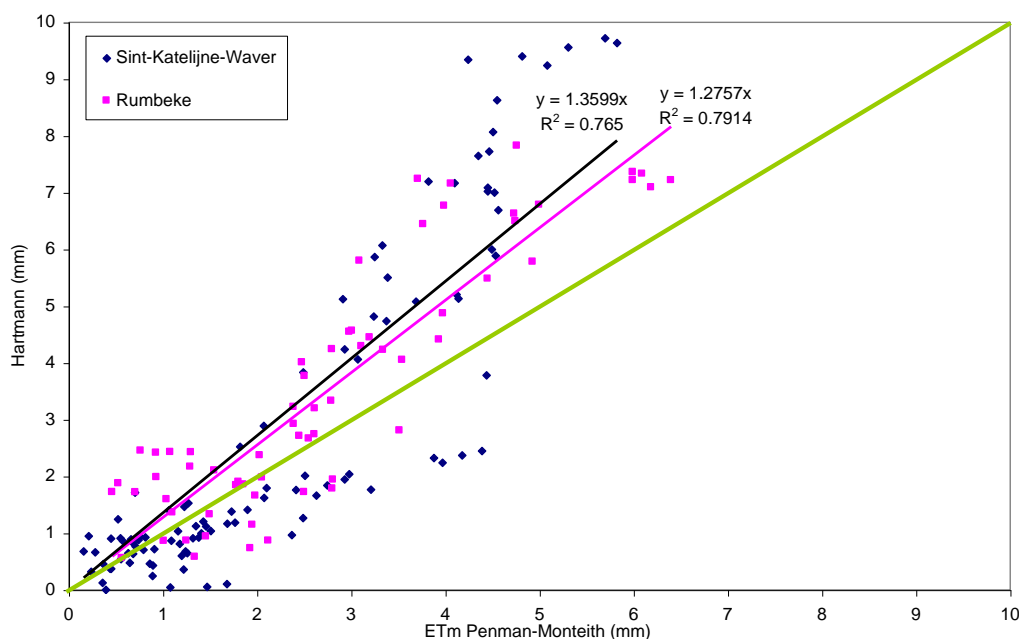
Als 'stralingsmethoden' worden in deze context berekeningstechnieken aangegeven, die aan de hand van straling en eventueel temperatuur het vochtverbruik van het gewas berekenen. De overige Penman-parameters windsnelheid en temperatuur worden in deze formules niet in rekening gebracht. Twee methodes zullen hier behandeld worden: de methode van Hartmann (1988) en de methode van Makkink.

6.2.1 Methode van Hartmann

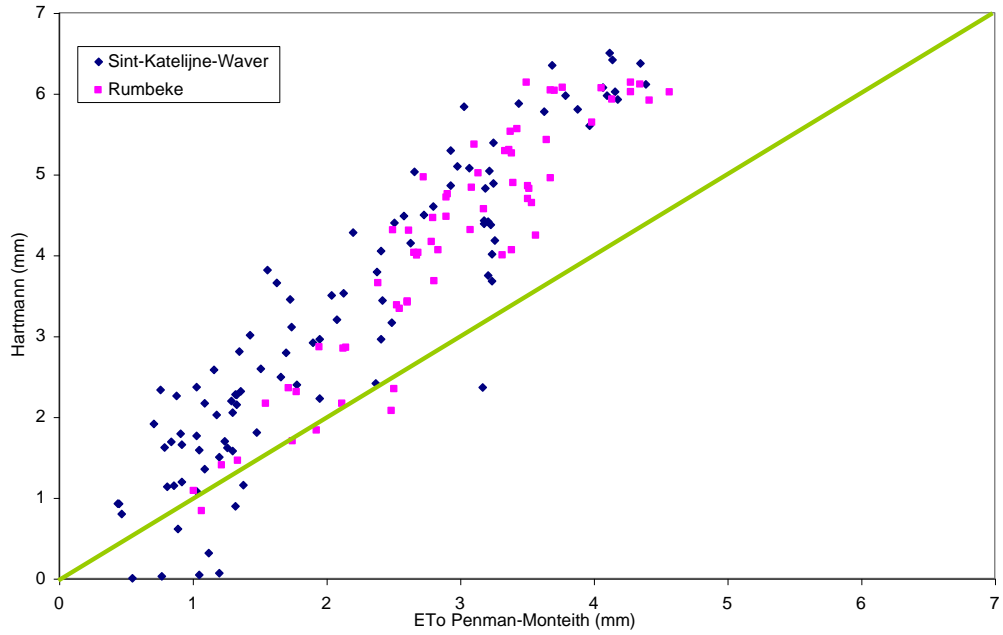
De methode van Hartmann (1988) berekent het waterverbruik enkel op basis van de instraling (cal) en een gewascoëfficiënt:

$$\text{waterverbruik (1 H}_2\text{O / m}^2\text{.dag)} = \text{instraling (cal)/100} \times kc$$

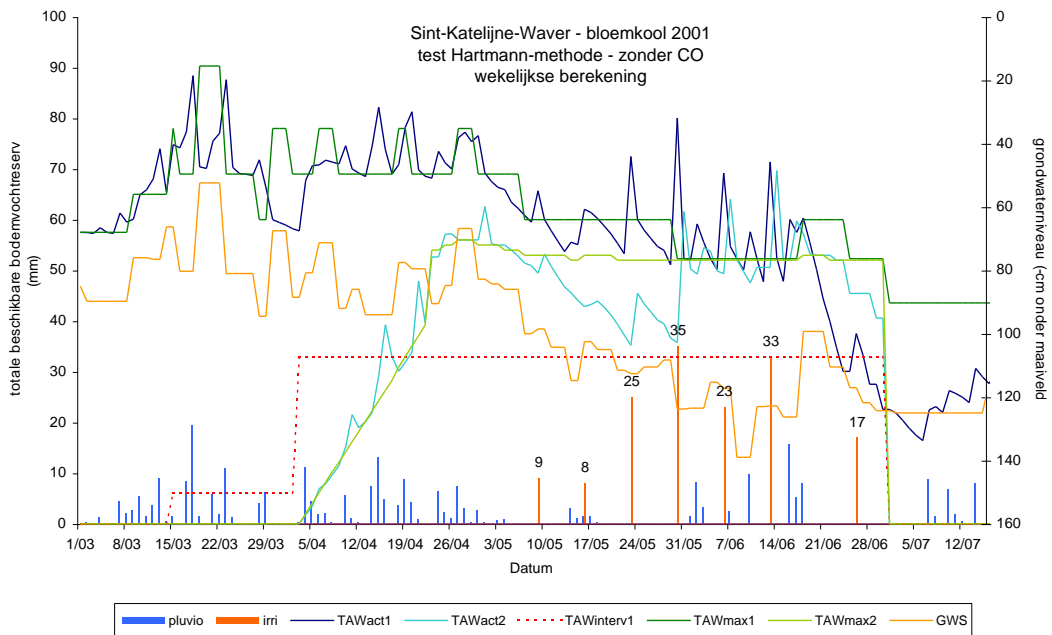
waarbij kc:	0.4	planting tot sterke bladontwikkeling
	0.8	sterke bladontwikkeling tot volledige bodembedekking
	1.2	volledige bodembedekking tot bloemvorming
	1.6	vanaf bloemvorming



Figuur 6.1 Vergelijking tussen het vochtverbruik (ETm) berekend volgens Hartmann en volgens Penman-Monteith



Figuur 6.2 Vergelijking tussen de referentie-evapotranspiratie (ET0) berekend volgens Hartmann en volgens Penman-Monteith



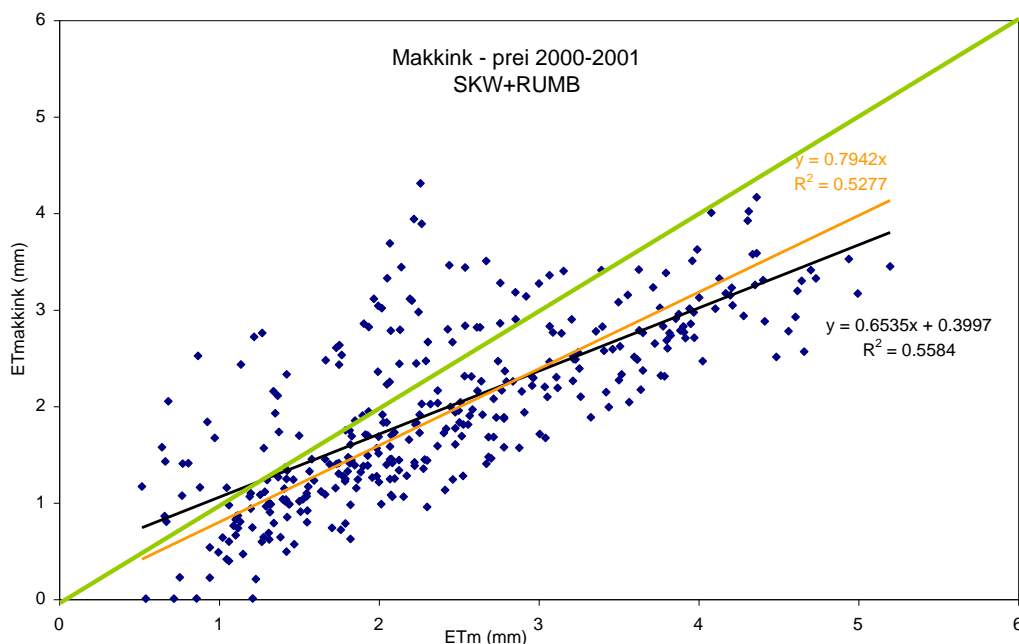
Figuur 6.3 Irrigatiesturing volgens de methode van Hartmann

6.2.2 Methode van Makkink

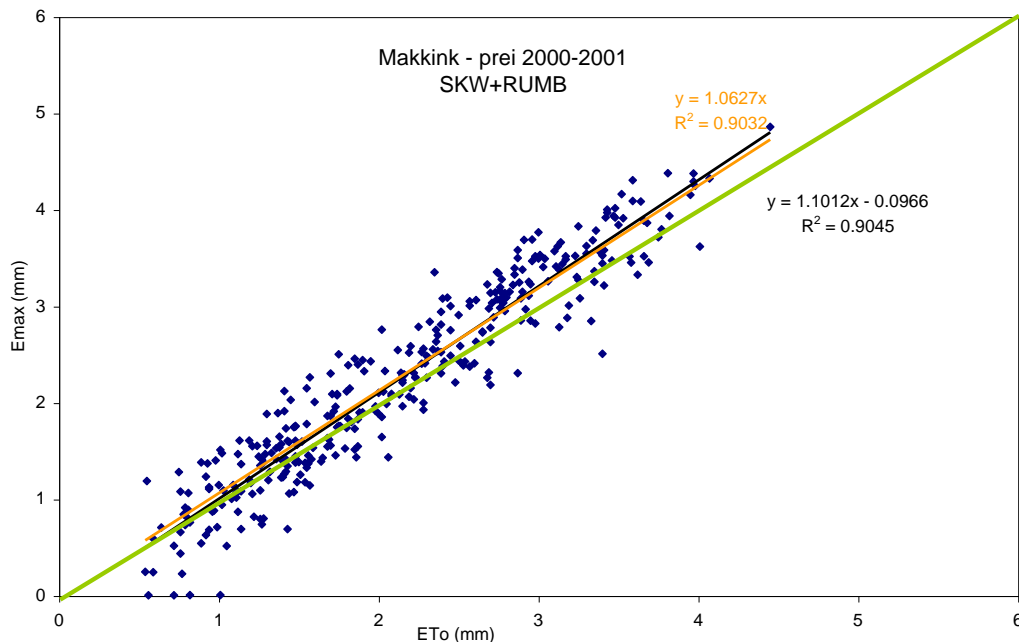
De potentiële gewasverdamping volgens Makkink wordt met de volgende formule bepaald:

$$E \max = f.C.\left(\frac{S.t_p}{S.t_p + Y}\right)\left(\frac{K_p}{\lambda.t_p}\right) \quad \text{in mm per tijdspanne P}$$

Hierbij is E_{max} de potentiële gewasverdamping, f een gewasfactor, C een constante, Y de psychrometrische constante, λ de specifieke verdampingswarmte van water, K de globale instraling, t de gemiddelde temperatuur en s de helling van de verzadigingsdampdruk-curve.



Figuur 6.4 Vergelijking tussen het vochtverbruik (ET_m) berekend volgens Makkink en volgens Penman-Monteith



Figuur 6.5 Vergelijking tussen de referentie-evapotranspiratie (ET_0) berekend volgens Makkink en volgens Penman-Monteith

6.3 Bespreking van de vochtbalansen

6.3.1.1 Bloemkool 2001

De weersomstandigheden tijdens het voorjaar 2001 lieten te Sint-Katelijne-Waver geen berekening toe tijdens de vegetatieve fase. Tijdens de fase van bloemvorming kon een beperkte watergift gerealiseerd worden. Enkel de behandelingen met interventiedrempel pF 2.5 (BLK1) werden berekend. De voldoening aan de vochtvraag was dan ook voor beide regimes vrijwel 100%. Ten gevolge van de heterogeniteit tussen de zones O en P (zowel qua vochtretentiekarakteristieken als qua grondwaterstand) konden echter tevens belangrijke verschillen in voldoening aan de vochtvraag vastgesteld worden tussen de onberegende regimes. Zo was de voldoening aan de vochtvraag bij VEG1BLK2 (zone P) duidelijk hoger dan bij VEG1BLK3, VEG2BLK2 en VEG2BLK3 (97% t.o.v. 94%). De behandelingen VEG1BLK1 en VEG2BLK3 onder kap kenden een voldoening aan de vochtvraag van respectievelijk 100% en 96%.

Tabel 6.1 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij bloemkool in 2001 te Sint-Katelijne-Waver (Periode: 15/03/01-30/06/01)

Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	Dosissen (#)	ETm (mm)	ETa (mm)	ETa/ETm (%)
reg1P	veg1blk1	30	2	265	264	99
reg2P	veg1blk2	0	0	265	259	97
reg3O	veg1blk3	0	0	265	247	93
reg4P	veg2blk1	30	2	265	265	100
reg5O	veg2blk2	0	0	265	250	94
reg6O	veg2blk3	0	0	265	250	94
reg7L	veg2blk3 (kap)	40	2	201	192	96
reg8L	veg1blk1 (kap)	115	7	201	201	100

Gezien de latere plantdatum en bijgevolg reeds drogere bodem, konden alle vooropgestelde behandelingen te Rumbeke gerealiseerd worden. Tijdens de vegetatieve fase werden de regimes met de laagste interventiedrempel (VEG1) tweemaal berekend. Desalniettemin stegen de vochtspanningen van de onberegende behandelingen (VEG2) evenmin boven pF 2.6. De voldoening aan de vochtvraag tijdens de vegetatieve fase was dan ook voor alle behandelingen vrij hoog (99 à 100%). Tijdens de fase van koolvorming kon een sterkere differentiatie gerealiseerd worden. De voldoening aan de vochtvraag bedroeg voor de regimes BLK1, BLK2 en BLK3 respectievelijk 99%, 98% en 94%. De behandelingen VEG1BLK1 en VEG2BLK3 onder kap kenden voor de volledige groeicyclus een voldoening aan de vochtvraag van respectievelijk 100% en 91%.

Tabel 6.2 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij bloemkool in 2001 te Rumbeke (Periode: 10/05/01-18/07/01)

Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	Dosissen (#)	ETm (mm)	ETa (mm)	ETa/ETm (%)	ETa/ETm VEG	ETa/ETm BLKL
reg1	veg1blk1	112	7	194	193	99	100	99
reg2	veg1blk2	87	5	195	193	99	100	98
reg3	veg1blk3	42	3	195	188	96	100	94
reg4	veg2blk1	80	5	193	192	99	100	99
reg5	veg2blk2	60	3	193	190	98	100	98
reg6	veg2blk3	20	1	193	186	96	99	95
reg7	veg1blk1 (kap)	125	8	119	119	100	100	100
reg8	veg2blk3 (kap)	40	2	111	105	94	99	91

Grafische voorstellingen van de beregeningsregimes en de vochtbalansen kunnen geraadpleegd worden in Bijlage 11.

6.3.1.2 Prei 2001

In 2001 werd te Sint-Katelijne-Waver de LAG-fase van prei gekenmerkt door vrij weinig neerslag, doch de combinatie van een lage vochtvraag en een hoge capillaire nalevering leidde ertoe dat enkel het regime LAG1LOG3 – gelegen op het drogere perceel O - tijdens de LAG-fase werd beregend. De overige zones werden tijdens de aanvang van de LOG-fase op achtereenvolgende tijdstippen geïrrigeerd, met uitzondering van de behandeling LAG2LOG3. Vanaf september zorgde natuurlijke neerslag er echter voor dat alle regimes opnieuw gelijkgesteld werden qua bodemvochtreserve. De voldoening aan de vochtvraag was vrijwel maximaal voor alle behandelingen. Onder overkapping werden de behandelingen LAG1LOG3 en LAG2LOG1 gerealiseerd.

Tabel 6.3 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij prei in 2001 te Sint-Katelijne-Waver (Periode: 10/07/01-31/10/01)

Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	Dosissen (#)	ETm (mm)	ETa (mm)	ETa/ETm (%)
reg1P	lag1log1	15	1	243	243	100
reg2P	lag1log2	20.8	1	243	242	99
reg3O	lag1log3	24.5	1	243	242	100
reg4P	lag2log1	15	1	243	243	100
reg5O	lag2log2	24	1	243	242	100
reg6O	lag2log3	0	0	243	241	99
reg7L	lag2log1 (kap)	89	5	194	191	99
reg8L	lag1log3 (kap)	53	4	196	192	98

In 2001 werd het proefveld te Rumbeke eveneens slechts tijdens de LOG-fase beregend. Hierdoor konden bijgevolg 3 behandelingen onderscheiden worden: LOG1, LOG2 en LOG3. Eén dosis werd toegediend bij de eerste twee behandelingen, LOG3 bleef onberegend. Het effect van de irrigatie werd echter snel tenietgedaan door overvloedige neerslag in september. De voldoening van de vochtvraag nam slechts zeer zwak af voor de onberegende regimes. Een sterke differentiatie kon slechts gecreëerd worden bij de behandelingen onder overkapping.

Tabel 6.4 Overzichtstabel van de beregeningsregimes bij prei in 2001 Rumbeke (Periode: 15/07/01-31/10/01)

Zone	Behandeling	Irrigatie (mm)	Dosissen (#)	ETm (mm)	ETa (mm)	ETa/ETm (%)
reg1	lag1log1	20	1	210	210	99.9
reg2	lag1log2	20	1	210	210	99.9
reg3	lag1log3	0	0	210	210	99.9
reg4	lag2log1	20	1	210	210	99.8
reg5	lag2log2	20	1	210	210	99.8
reg6	lag2log3	0	0	210	209	99.6
reg7	lag1log1 (kap)	132	8	176	175	99.4
reg8	lag2log3 (kap)	40	2	176	169	95.9

Grafische voorstellingen van de beregeningsregimes en de vochtbalansen kunnen geraadpleegd worden in Bijlage 11.

7. Invloed van irrigatie op de bloemkoolteelt

7.1 Vegetatieve ontwikkeling

7.1.1 *Sint-Katelijne-Waver*

In de bloemkoolteelt 2001 ontwikkelden de planten tijdens het koude natte voorjaar beduidend sneller onder afscherming qua gewicht, lengte en stengeldiameter maar minder uitgesproken qua aantal bladeren. Deze snellere ontwikkeling onder afscherming reflecteerde zich ook in een hogere bodembedekkingsgraad tot 17/5 bij de planten onder kap. Vanaf begin juni stagneerde de groei onder afscherming, vooral bij het droge regime.

Naar de oogst toe wogen de planten in openlucht zwaarder, hadden meer bladeren, een dikkere stengel en een hoger droge stofgehalte dan de planten onder de afscherming. De plantlengte was nagenoeg hetzelfde bij de openluchtobjecten en het natte afgeschermd perceel.

Tussen de irrigatiebehandelingen in openlucht werden er op geen enkel moment van de teelt verschillen vastgesteld.

Onder afscherming leverde het natte regime significant zwaardere en langere planten met meer bladeren. Het aantal bladeren > 10 cm, de stengeldiameter en het droge stofgehalte van de planten op het natte en droge regime onder afscherming verschilden niet.

7.1.2 *Rumbeke*

Om de veertien dagen werden een aantal gewasparameters bepaald. Het betrof het totale plantgewicht, de totale plantlengte, het totaal aantal bladeren en het aantal bladeren groter dan 10 cm, de dikte van de plantvoet en het droge stofgehalte van de plant. Alle resultaten worden voorgesteld in Bijlage 12.

De evolutie van het totaal plantgewicht (tabel 12.8, figuur 12.6) had een merkwaardig verloop. Bij de eerste meting op 5 juni leken de droge en dus niet beregende zones zowel in openlucht als onder kap iets meer te wegen dan de beregende zones. Misschien kan dit duiden op een te vroege start van de irrigatie na het regenrijke voorjaar. Op de tweede bepaling, op 26 juni, net voor de eerste gift in de BLK-fase, was de tendens reeds omgeslagen ten voordele van de natte zones, die in openlucht tweemaal en onder kap 3 maal werden beregend. Tijdens volle koolvorming in de eerste helft van juli (9 juli) zijn er drie groepen te onderscheiden: een eerste bestaat uit de natste zone in openlucht, een tweede uit de droogste zone onder kap en een derde groep uit de overige zones. Bij de laatste beoordeling tijdens de oogst op 17 juli bleken de zones pF 2,5 - 2,8 en pF 2,8-2,5 niet significant meer te verschillen van het natste regime. Ze vormen een vierde groep naast de drie reeds aangegeven groepering van regimes.

Naar totale plantlengte (tabel 12.9, figuur 12.7) bleken vooral in het begin de planten in de zones onder kap langer uit te groeien. Vooral de droogste zone bleef op kop tot eind juni, om vanaf dan af te haken en uiteindelijk de kortste planten te geven, wat wellicht duidt op droogtestress. Analoog als bij het totale plantgewicht waren de planten in de natste regimes in openlucht bij de eerste beoordeling op 6 juni doorgaans korter doch net voor de BLK-fase hadden ze deze achterstand reeds ingehaald. In de BLK-fase bleek uiteindelijk een duidelijk positief verband tussen de gegeven berekening en de totale plantlengte. Het natste regime pF 2,5-2,5 was significant het langst; de droogste regimes, zowel bij pF 2,5-3,1 als

bij pF 2,8-3,1 het kortst. De regimes pF 2,5-2,8; 2,8-2,5 en 2,8-2,8 lagen dicht bij elkaar. Het natte regime onder kap sloot hier nauw bij aan; opmerkelijk in deze zone was wel de visueel duidelijk grotere bladeren, wat ook tot uiting kwam bij de lengte- en breedtemeting van het grootste blad / plant (tabel 12.9). Dit was naar analogie van de bevindingen in prei waar in deze zone de planten eveneens langer waren.

Naar totaal aantal bladeren (tabellen 12.10 en 12.11 en figuren 12.8 en 12.9) en het aantal bladeren groter dan 10 cm waren er nagenoeg geen verschillen. Hoogstens kan gesteld worden dat in de beginfase de planten onder kap en de regimes pF 2,8 in de VEG-fase de neiging hadden om iets meer bladeren te vormen, doch in een latere fase van de teelt waren de verschillen niet meer significant.

Naar totale bodembedekking (tabel 12.11), uitgevoerd eind juni, bleek het natte regime onder kap significant de hoogste bodembedekking te geven, gevolgd door het natste regime in openlucht. De regimes die in de VEG-fase berekend werden scoorden beduidend beter dan deze die in deze fase niet werden berekend, hetgeen in overeenstemming was met de bepalingen van het totale plantgewicht op dat tijdstip.

De vastgestelde verschillen in dikte van de plantvoet (tabel 12.12, figuur 12.10) waren minder goed te verklaren in functie van de toegediende berekening. Op het einde van de teelt had het natste regime naar analogie met de bladgrootte wel de grootste plantvoet, ofschoon de verschillen niet significant waren.

Het droge stofgehalte van de plant (tabel 12.13, figuur 12.11) werd viermaal bepaald; bij de eerste twee bepalingen in openlucht werden geen significante verschillen vastgesteld; hoogstens kan men spreken van een tendens dat de nattere regimes een iets lager droge stofgehalte hadden. Onder kap had het natte regime bij de tweede bepaling daarentegen wel een significant lagere droge stof. Bij de laatste twee plantbepalingen daarentegen waren de verschillen zeer significant; hoe meer werd berekend, hoe lager het droge stofgehalte; bovendien scoorde het droge regime en het natte regime onder kap steeds het droogst respectievelijk het natst naar droge stofgehalte. Het droge stofgehalte van de roosjes werd eenmaal bepaald. Eigenaardig was het feit dat het droge stofgehalte van de roosjes zich blijkbaar net andersom gedroeg; de natste regimes in openlucht scoorden het best; de twee objecten onder kap verschilden niet van elkaar.

7.2 Opbrengst- en kwaliteitsbepaling

De resultaten van de opbrengst- en kwaliteitsbepaling worden weergegeven in Bijlage 13.

7.2.1 *Sint-Katelijne-Waver*

Onder afscherming werd 2 weken eerder geoogst dan in openlucht. Onder de afscherming was op 14/6 reeds 54 % van de kolen geoogst in het natte regime en zelfs 64 % in het droge regime. In openlucht daarentegen werd de 50 % grens slechts bereikt op 23/6.

De globale gewichtsofbrengst lag het hoogst op het beschermde natte perceel t.o.v. openlucht (-7 %) en het droge beschermde regime (-25 %).

In koolkwaliteit werden er geen significante verschillen vastgesteld tussen de irrigatieregimes, maar wel een iets betere extra-sortering voor het afgeschermd natte perceel. Ook in het aantal kransen en de kranssortering werden er geen significante verschillen gevonden tussen de verschillende irrigatiebehandelingen.

Onder de afscherming werden wel een geringere bladmassa met daardoor een kleinere blad/kool-verhouding en een lagere koolvastheid waargenomen. De kolen van het beschermde natte perceel waren wel vaster dan die van het beschermde droge perceel.

7.2.2 *Rumbeke*

7.2.2.1 *Eenmalig bepaalde parameters nabij of tijdens de oogst - algemene gewassenmerken (tabel 13.6)*

Tijdens de oogst stond het natte regime onder kap er het best bij, gevolgd door de regimes 2,5/2,5 en de regimes 2,5/2,8; 2,8/2,5 en 2,8/2,8. De droogste regimes stonden er algemeen minst goed bij. De bladkleur was het donkerst in de natte regimes zowel onder kap als in openlucht en het bleekst in de droogste regimes, vooral dan onder kap. De gewasuniformiteit was het best bij het natte regime onderkap en in openlucht bij 2,8 / 2,5.

7.2.2.2 *Kool- en rooskenmerken bij de twee monsternamen (tabel 13.7)*

De verschillen in gemiddeld gewicht van de bloem waren bij de eerste monsternamen niet significant. Het droogste regime in openlucht had op dat moment zelfs het grootste bloemgewicht. Naar totale bladmassa was er wel een duidelijk positief verband. Bij de tweede bemonstering op 17 juli was er naar gemiddeld bloemgewicht wel een verband te zien met de berekening. In openlucht was de bloem zwaarder naarmate er meer werd berekend; het regime pF 2,8-2,5 scoorde het hoogst, gevolgd door het natste regime. Onder kap scoorde het droge regime het laagst, het natte regime onder kap was slechts net iets beter dan het slechtste regime in openlucht, met name pF 2,5-3,1. Naar vastheid van de kool en de onderste krans van roosjes waren deze van het droge regime onder kap telkens het minst goed, wat opnieuw duidt op het feit dat in deze zone de kolen te lijden hadden van droogtestress. De verschillen tussen de andere zones waren niet significant. De verschillen naar hoogte en breedte van de bloem en het soortelijk gewicht van de roosjes waren eveneens niet significant. Bij de eerste monsternamen hadden de kolen in openlucht de neiging iets hoger uit te groeien. Bij de tweede monsternamen waren deze verschillen echter verdwenen. Figuur 13.1 geeft de verhouding blad- bloemmassa weer. Bij de eerste bepaling is deze verhouding telkens groter naarmate meer werd berekend in de BLK-fase. De regimes die ook in de VEG-fase werden geïrrigeerd zaten systematisch wat hoger.

7.2.2.3 *Algemeen oogstverloop (tabel 13.8)*

Beide objecten onder kap kenden een geringe oogstvervroeging ten opzichte van de objecten in openlucht; vanaf de derde en vooral de vierde oogstbeurt werden ze ingehaald door de objecten in openlucht. Bij deze objecten bleken deze die in de VEG-fase niet werden berekend een heel geringe voorsprong te hebben op de objecten die wel berekend werden in de VEG-fase. Voorbij de helft van de oogst waren deze verschillen minimaal, met uitzondering van regime 2,8/3,1 dat vanaf toen achterop liep. Het marktbaar percentage kolen was het grootst in de objecten die het meest werden berekend en het kleinst in de droogste objecten. Het droge regime onder kap scoorde het laagst. Vooral het percentage boorders nam gestaag toe naarmate er minder werd geïrrigeerd in de BLK-fase. Irrigeren in de VEG-fase gaf steeds aanleiding tot een geringe terugval in het aantal boorders, en dit bij de drie verschillende regimes in de BLK-fase.

7.2.2.4 *Kg-opbrengst (tabel 13.9, figuur 13.2)*

Naar totale opbrengst voor aanvoer op de verse markt met geschoren blad was het natste regime in openlucht het best. Naar individueel koolgewicht was echter het regime 2,5/2,8

iets beter: dit object vertoonde immers iets meer boorders zodat de totale marktbaar opbrengst werd voortgebracht door 3,4 % minder kolen. Dit regime scoorde ook iets beter naar gewicht kolen zonder blad omdat het gewas bovendien relatief minder blad had dan in het nattere regime. Dit kwam ook tot uiting bij het berekenen van de gewichtsverhoudingen kool zonder blad / kool met blad (tabel 13.10). De andere objecten scoorden voor de meeste bepalingen lager, ook het natte object onder kap. Het droge regime onder kap scoorde het minst goed.

Bij vergelijking van de objecten die in de VEG-fase verschillend doch in de VEG-fase gelijk werden berekend, werd vastgesteld dat beregenen in de BLK-fase in deze proef wel degelijk zijn effect heeft gehad. Dit blijkt nog duidelijker uit figuur 13.2 waarin de gewichten per stuk alsook de opbrengsten per oppervlakte eenheid werden voorgesteld. De regimes die in de VEG-fase geïrrigeerd werden gaven telkens een net iets hogere opbrengst dan het vergelijkbaar regime dat in de VEG-fase niet werd geïrrigeerd maar dat dezelfde hoeveelheid water had gekregen in de BLK-fase. De opbrengsten namen af naarmate er minder werd berekend.

7.2.2.5 *Kwaliteit*

a. Verse markt

Globaal gezien waren de kolen van het regime 2,5/2,8 in openlucht het best naar vorm, kleur en vastheid (tabel 13.11). Deze kolen waren wel wat grover van structuur. De kolen van het natste regime in openlucht waren vergelijkbaar met deze van het natste regime onder kap. Minst goed scoorden de kolen van het regime 2,5/3,1 in openlucht en vooral deze van het droge regime onder kap.

Op te merken valt dat de variatiecoëfficiënten voor de kwaliteitssortering (tabel 13.12, figuur 13.3) voor de verse markt bijzonder hoog liggen. Algemeen gaven de regimes die in de VEG-fase werden berekend het meeste kolen in de klasse Extra en Klasse 1; binnen deze groep kwam het natste regime in de BLK-fase als beste en het droogste regime als zwakste naar voor. De regimes die in de VEG-fase niet werden berekend scoorden lager, er waren vooral minder kolen Klasse extra. Het regime 2,8/3,1 vormde hier echter een uitzondering op. De regimes onder kap gaven geen kolen in de klasse extra; het droogste regime scoorde hier het slechtst. Het percentage marktbaar kolen, vooral dan door boorders nam toe naarmate er minder werd berekend; er was vooral veel uitval in het droge regime onder kap.

b. Verwerkende industrie (tabellen 13.10, 13.13 en 13.14)

Het aantal roosjes per kool verschilde slechts weinig, wel kwam de waargenomen tendens overeen met het individueel stukgewicht van de kolen: hoe zwaarder de kool, hoe meer roosjes. Het gemiddeld stukgewicht van de roosjes was het grootst bij het natste regime in openlucht. De totale roosortering zowel naar aantal als naar gewichtsprocenten verschilde niet significant tussen de objecten. Roosjes groter dan 8 cm kwamen slechts sporadisch voor. Daarentegen was de tendens in de klasse 6-8 cm wel opmerkelijk: in openlucht waren er globaal in deze klasse meer roosjes bij die objecten die in de VEG-fase niet werden berekend, met andere woorden, de sortering van deze kolen was iets grover. Uiteraard lagen de percentages in de klasse 4-6 cm net andersom. De objecten onder kap waren eveneens grover dan de objecten die in de VEG-fase berekend werden. Met uitzondering van het droge regime onder kap, waren de verschillen naar vastheid van de bloem en de onderste krans van roosjes alsook de verschillen in onderwatergewicht van de roosjes niet significant.

7.3 Ziekteaantasting

7.3.1 *Sint-Katelijne-Waver*

Bij de bloemkoolteelt met uitplanting op 15/3/2001 werd er geen aantasting van valse meeldauw, witte roest, spikkelziekte en stip op het blad waargenomen.

Op de roosjes werd eveneens geen valse meeldauw aangetroffen.

7.3.2 *Rumbeke*

Er werden geen ziekten aangetroffen in de bloemkoolteelt te Rumbeke.

7.4 Besluit

De weersomstandigheden tijdens het voorjaar 2001 lieten te Sint-Katelijne-Waver geen beregening toe tijdens de vegetatieve fase. Tijdens de fase van koolvorming kon een beperkte watergift gerealiseerd worden. Enkel de behandelingen met een interventiedrempel pF 2,5 (BLK1) werden beregend. Te Rumbeke konden gezien de latere plantdatum en bijgevolg de reeds drogere bodemomstandigheden, vrijwel alle vooropgestelde behandelingen gerealiseerd worden. Tijdens de vegetatieve fase werden de regimes met de laagste interventiedrempel (VEG1) tweemaal beregend, hoewel alle behandelingen in deze fase een voldoening aan de vochtvraag behielden van 99 tot 100%. Tijdens de fase van de koolvorming kon daarentegen een sterke differentiatie gerealiseerd worden tussen alle vooropgestelde regimes.

Het totaal bovengronds plantgewicht en de plantlengte werden positief beïnvloed door beregening bij pF 2,5. De behandelingen in openlucht te Rumbeke gaven aan dat de plantontwikkeling zowel door beregening tijdens de VEG-fase als tijdens de BLK-fase wordt gestimuleerd. De invloed van een vroege watergift tijdens de VEG-fase blijft tot de laatste staalname merkbaar. Hoewel de verschillen beperkt zijn, blijkt het totaal aantal bladeren aanvankelijk afgeremd door een grote voldoening aan de vochtvraag. Dit effect verdwijnt echter naarmate het gewas verder ontwikkelt, of evolueert naar een groter aantal bladeren bij de meest beregende behandelingen. Als algemene trend wordt een kleinere plantvoet en een lagere bodembedekking maar wel een hoger droge stofgehalte vastgesteld bij een lagere voldoening aan de vochtvraag. Een sterke relatie wordt teruggevonden tussen het gemiddeld koolgewicht en de voldoening aan de vochtvraag. Zowel voor aanvoer voor de verse markt (kwalitatieve sortering en diverse koolkenmerken) als voor aanvoer aan de industrie (gewicht en vastheid van de roosjes) blijkt de meest beregende behandeling de beste resultaten te geven en dit zowel bij beregening in de vegetatieve fase als bij beregening in de fase koolvorming. Het achterweg laten van de beregening in de vegetatieve fase gaf bij alle regimes in de fase koolvorming aanleiding tot een systematisch lagere opbrengst, zowel kwalitatief als kwantitatief.

8. Invloed van irrigatie op de preiteelt

8.1 Vegetatieve ontwikkeling

De resultaten van de gewasanalyses bij prei worden weergegeven in Bijlage 14.

8.1.1 *Sint-Katelijne-Waver*

In openlucht konden in 2000 bij prei geen verschillen in gewasontwikkeling, opbrengst of kwaliteit vastgesteld worden ten gevolge van een te zwakke differentiatie tussen de irrigatiebehandelingen.

Bij de preiteelt 2001 konden in augustus verschillen in beregening aangelegd worden in openlucht. Ondanks de differentiatie in het tijdstip van één toegediende dosis, werden ook hier gedurende het grootste gedeelte van de groeicyclus geen verschillen in gewasontwikkeling vastgesteld. De preiplanten konden waarschijnlijk steeds voldoende water opnemen uit de diepere bodemlagen dankzij de grote bijdrage van de capillaire nalevering. Wel is het zo dat de snelst beregende behandelingen in openlucht (LOG1), zowel qua plantgewicht, plantlengte en schachtdiameter het laagste scoorden naar het einde van het seizoen toe.

Onder de afscherming verloopt de plantontwikkeling, vooral vanaf begin september, beduidend trager dan op de percelen in openlucht. Lichtreductie speelt hier een rol. Enkel de plantlengte wordt bevoordeeld onder de afscherming.

Onder de afscherming vinden we een lager droge stofgehalte dan in openlucht. Opvallend is ook dat onder de afscherming het log 2.5 regime tot 29/11 beter scoort qua plantgewicht en schachtdiameter, terwijl vanaf 29/11 het omgekeerde het geval is.

8.1.2 *Rumbeke*

Vanaf het planten werden om de twee weken diverse metingen van het gewas uitgevoerd, namelijk de evolutie van het plantgewicht, de schachtdiameter, de lengte wit, de totale plantlengte het aantal bladeren per plant, op twee data tevens de totale bodembedekking en op diverse data de evolutie van het droge stofgehalte van de volledige plant. De resultaten van deze metingen werden weergegeven in bijlage 14.

Net als in 2000 kon ook te Rumbeke door de regenrijke omstandigheden in openlucht geen differentiatie tussen de regimes worden gecreëerd. In openlucht werden vier regimes eenmaal beregend op het einde van augustus, doch het effect van deze gift werd snel tenietgedaan door de overvloedige neerslag in september. Enkel onder de overkapping konden grotere verschillen in waterhuishouding gecreëerd worden. Vermits in openlucht niet werd beregend in de lagfase, kon door de eenmalige beregening in vier regimes, die per twee werden uitgevoerd (lag1log1 samen met lag2log1 kregen 20 l/m² op 28/08/01 en lag1log2 samen met lag2log2 kregen 20 l/m² op 31/08/01), de proefopzet voor de bespreking van de regimes in openlucht herleid worden tot 3, namelijk log1, log2 en log3.

In openlucht werd als gevolg van de overvloedige neerslag kort na toediening van de beregening weinig tot geen opbrengstverhoging van de vroeger beregende zones vastgesteld. Integendeel, het totale plantgewicht, de schachtdiameter en het aantal bladeren liggen een weinig hoger bij de onberegende zones; water was immers in de maand september eerder een beperkende factor door overmaat in plaats van door gebrek. De

verschillen waren echter dermate klein dat verder onderzoek noodzakelijk is voor een bevestiging van deze bevinding. De verschillen in lengte wit, totale plantlengte en % droge stof van de plant waren verwaarloosbaar.

Onder de overkapping werden uiteraard wel duidelijke verschillen tussen het vochtige en het droge regime vastgesteld. Relatieve droogtestress gaf reeds van in het begin van de metingen aanleiding tot een lager plantgewicht met daaraan gekoppeld een fijnere schacht. Het effect op de lengte van het wit, de totale plantlengte alsook op het aantal bladeren was onduidelijk. Relatieve droogtestress gaf aanleiding tot een hoger droge stofgehalte van de plant, soms zelfs significant. In tegenstelling tot 2000 sloot het vochtige regime zeer nauw aan bij de regimes in openlucht wat betreft plantgewicht en schachtdiameter en dit reeds vanaf het begin van de metingen, daar waar het vorig jaar in het vochtige regime de plantontwikkeling duidelijk zwakker was dan in openlucht; later op het seizoen was er in 2000 wel sprake van een inhaalbeweging ten aanzien van de objecten in openlucht. De plantontwikkeling in het droge regime bleef daarentegen net als in 2000 blijvend achter, wellicht door de te droge omstandigheden bij pF 3,3; algemeen moet wel gesteld worden dat de verschillen ten aanzien van de objecten in openlucht in 2001 merkbaar kleiner waren dan in 2000. Het droge regime kende tevens een minder opgerichte en slappere groeiwijze, wat bij dit regime resulteerde in de hoogste bodembedekking.

8.2 Opbrengst- en kwaliteitsbepaling

De resultaten van de opbrengst- en kwaliteitsbepalingen worden weergegeven in Bijlage 15.

8.2.1 *Sint-Katelijne-Waver*

Uit de opbrengstresultaten blijkt dat de snelst beregende behandelingen in openlucht het laagst scoren. Het plantgewicht, de schachtdiameter en het aandeel van de preiplanten in de klasse met diameter groter dan 3 cm is duidelijk lager voor de meeste beregende regimes.

Bij de oogst op 19/11 en 11/12 vinden we onder de afscherming geen significante verschillen, maar bij de oogst op 15/1/02 is het plantgewicht van het log 2.5 regime wezenlijk lager, met een kleinere schachtdiameter en een lager % planten +3 cm diameter.

8.2.2 *Rumbeke*

Er werden op drie tijdstippen opbrengstbepalingen uitgevoerd, nu op een groter aantal planten dan bij de tussentijdse staalnamen, namelijk op 26 november, op 13 december en op 29 januari. De prei werd na de oogst veilingklaar gemaakt zoals in de praktijk gebruikelijk is. Het viel direct op dat de kg-opbrengst per ha terugviel naarmate later werd geoogst, en dit bij alle regimes. Hoogstwaarschijnlijk kan dit verklaard worden door de regelmatig optredende grondvorst in combinatie met de toenemende ziektedruk; vooral papiervlekkenziekte sloeg vanaf half november algemeen bijzonder zwaar toe.

In openlucht werden naar opbrengst dezelfde evoluties vastgesteld als bij de tussentijdse staalnamen, zowel met betrekking tot het bruto en netto individueel plantgewicht als bij de kg-opbrengst per oppervlakte-eenheid. Ondanks de zeer kleine verschillen in voldoening aan de vochtvraag blijkt uit de eerste en de tweede opbrengstbepaling dat de netto opbrengst en het marktbaar percentage toeneemt bij afnemende voldoening van de vochtvraag. Bij de derde oogst, eind januari, bleek het vochtige regime daarentegen iets beter te scoren. Uit de sortering blijkt dat het aandeel van de preiplanten met een kleine diameter (< 2 cm) lager is bij de droogste behandelingen.

De opbrengst van het natte regime dat tot eind september onder afscherming stond, gaf bij de eerste opbrengstbepaling een vergelijkbare opbrengst als het beste object in openlucht, namelijk log3. Bij de tweede en de derde opbrengstbepaling viel de opbrengst echter terug tot onder het niveau van de regimes in openlucht, wellicht door de beduidend zwaardere aantasting door papiervlekkenziekte. Het droogste regime onder afscherming daarentegen zat bij alle drie de opbrengstbepalingen lager dan het vochtige regime en ook lager dan de regimes in openlucht, wat reeds bij de tussentijdse staalnamen kon verwacht worden. Hieraan gekoppeld werden vooral beduidend meer planten in de klasse < 2 cm geoogst, terug als gevolg van de tijdelijk te droge omstandigheden.

8.3 Ziekteaantasting

8.3.1 *Sint-Katelijne-Waver*

Te Sint-Katelijne-Waver werd in 2001 bij prei iets minder tripsaantasting waargenomen in het natte en het droge regime onder overkapping dan bij de openluchtteelt. Zoals in 2000 kwamen ook in 2001 beduidend minder papiervlekkenziekte en roest voor onder overkapping dan in openlucht.

8.3.2 *Rumbeke*

Voor papiervlekkenziekte werden te Rumbeke enkel significante verschillen vastgesteld tussen enerzijds de objecten in openlucht en anderzijds de objecten onder kap. In 2000 kwam significant meer ziekte voor in openlucht, terwijl de prei onder afscherming volledig ziektevrij bleef. De objecten onder afscherming bleven in 2000 immers tot bij de oogst onder afscherming, waardoor de ziekte niet kon toeslaan. In 2001 daarentegen werd de kap eind september verwijderd. De prei die tot dan onder kap stond, bleek half december en vooral na nieuwjaar beduidend meer aangetast door papiervlekkenziekte dan de objecten in openlucht. Bovendien bleek het vochtige regime meer aangetast dan het droge regime.

Er werden naar roest en purpervlekkenziekte geen verschillen vastgesteld.

Er werd geen verschil in aantasting door tabakstrips bij de objecten in openlucht. Ook het droge en natte regime onder kap verschilden niet van elkaar. Bij de eindbeoordeling eind januari bleken beide objecten onder kap daarentegen wel significant zwaarder aangetast door tabakstrips dan de objecten in openlucht.

8.4 Besluit

Algemeen kan gesteld worden dat in Rumbeke de log 2.5 behandelingen zowel in openlucht als onder afscherming slechter scoren. Te Sint-Katelijne-Waver scoren de log 2.5 regimes in openlucht eveneens slechter, terwijl onder afscherming de log 2.5 objecten tot 29/11 beter, maar daarna eveneens slechter presteren.

In openlucht vinden we in Rumbeke de tendens terug tot een hoger plantgewicht, diameter en aantal bladeren naargelang een droger log-regime. In openlucht ligt de opbrengst iets lager tot november met eveneens iets minder ziekteaantasting en trips. In Sint-Katelijne-Waver vinden we een hogere opbrengst, diameter, droge stof en ziekteaantasting in openlucht.

Onder afscherming vinden we zowel in Rumbeke als in Sint-Katelijne-Waver langere planten. In Rumbeke is het log 3.1 object hier sterk geremd t.o.v. het afgeschermd log 2.5 object en de openluchtobjecten.

Te Rumbeke scoort het natte afgeschermd object voor alle parameters beter dan het afgeschermd droge object, behalve voor het droge stofgehalte. In Sint-Katelijne-Waver zijn de planten op het log 2.5 regime zwaarder en dikker tot 29/11, doch daarna omgekeerd.

9. Economische analyse

De sterke variatie tussen de regimes tijdens de bloemkoolteelt 2001 te Rumbeke maakte een eerste economische analyse van de toegepaste berekening mogelijk (Bijlage 17). Hierbij werd gebruik gemaakt van een aantal vaste productprijzen en kostprijzen, zoals terug te vinden is in de vermelde bijlage. Voor aanvoer aan de verwerkende industrie, dus als kool versneden tot roosjes, bleken alle beregeningsdosissen bij het meest intensief beregende object economisch hun nut te hebben gehad, op voorwaarde dat de berekening door de tuinder zelf kon uitgevoerd worden (25 Euro per irrigatiebeurt per ha). Bij uitbesteding aan een loonwerker (125 tot 150 Euro per irrigatiebeurt per ha) werd het economisch optimum echter bereikt bij het regime met drie irrigatiebeurten toegediend in de fase "bloemkoolvorming" (regime 2 VEG2BLK2). Voor aanvoer op de verse markt is een betrouwbare analyse minder gemakkelijk te maken wegens de sterk variërende prijzen; veel zal uiteraard afhangen van het prijsverschil tussen de kolen van Klasse Extra en Klasse I. In Tabel 17.2 werden de prijzen zoals op het moment van de oogst 2001 voor aanvoer op de verse markt weergegeven. Bij uitvoeren van de berekening door de teler bleek het economisch optimum bij het meest intensief beregende object te liggen. Bij uitbesteding van de irrigatiewerkzaamheden aan een loonwerker daarentegen bleken de meerkosten verbonden aan de bijkomende irrigatiebeurten ten opzichte van het minst beregende object (VEG2BLK3) niet te zijn vergoed in deze proef, wellicht door de lage koolprijzen enerzijds en het geringe verschil tussen de kwaliteitsklassen anderzijds.

10. Stikstofhuishouding

10.1 Stikstofhuishouding bij de bloemkoolteelt

Bijlage 16 geeft de gedetailleerde resultaten weer van de stikstofanalyses van de bodem op het ogenblik van de oogst.

10.1.1 *Reststikstof bij de bloemkoolteelt*

De reststikstofgehalten bij de behandelingen onder de overkapping geven zowel te Sint-Katelijne-Waver als te Rumbeke aan dat het reststikstofgehalte in de bodem hoger is bij de minst beregende regimes (veg2blk3°). Ook bij de behandelingen in openlucht ligt te Rumbeke het nitraatgehalte van de minst beregende behandelingen het hoogst (veg2blk2 en veg2blk3). De analysesresultaten van het proefveld te Sint-Katelijne-Waver ondersteunen deze vaststelling niet, doch de differentiatie tussen de gerealiseerde behandelingen was hier zeer laag. De oorzaak voor deze hogere reststikstof kan gerelateerd zijn aan een gereduceerde opname door het gewas of een vertraagd stikstofmineralisatie. Als derde mogelijke oorzaak moet tenslotte een verhoogde stikstofuitspoeling bij de meest beregende behandelingen in beschouwing genomen worden.

10.1.2 *Stikstofgehalte en stikstofopname door bloemkool*

Te Sint-Katelijne-Waver is het Kjeldahl-stikstofgehalte van het blad significant lager bij de behandelingen in openlucht. Dezelfde vaststelling geldt voor het nitraatgehalte van zowel de bladeren als de kool. Bij vergelijking van de behandelingen veg1blk1° en veg2blk3° onder de overkapping valt op de eerste plaats het significant hogere nitraatgehalte in zowel blad als kool van de behandeling veg2blk3° op. Als logische oorzaak geldt hier het hogere bodemstikstofgehalte op het ogenblik van de oogst. Het gehalte aan kjeldahl-stikstof ligt relatief hoger bij het beregende regime veg1blk1°, wat wijst op een gereduceerde stikstofassimilatie door droogtestress bij het droge regime veg2blk3°. De significantie kon echter niet bewezen worden.

Te Rumbeke daarentegen zijn de verschillen in nitraatgehalte van het gewas klein, zowel tussen de openluchtteelt en de teelt onder de overkapping, als tussen de beregeningsregimes onderling. Het kjeldahl-stikstofgehalte vertoont daarentegen wel significante verschillen tussen de behandelingen, doch wijst doorgaans op een hoger stikstofgehalte naargelang het gewas een minder goede vochtvoorziening kende. Met andere woorden, de waarnemingen te Sint-Katelijne-Waver en te Rumbeke spreken elkaar tegen.

Algemeen geldt dat de stikstofopname door bloemkool hoger is bij de meest beregende behandelingen (veg1blk1, veg2blk1 en veg1blk1°). Het aandeel van de bladeren in de totale stikstofopname ligt tot driemaal hoger dan het aandeel van de kool. De verschillen in stikstofopname tussen de beregeningsregimes worden voornamelijk verklaard door een variatie in stikstofopname door de bladeren.

10.2 Stikstofhuishouding bij de preiteelt

10.2.1 *Reststikstof bij de preiteelt*

Te Sint-Katelijne-Waver waren de nitraatgehalten van de bodem bij de behandelingen in openlucht tijdens het vroege najaar veel lager dan bij de behandelingen onder de overkapping. De zware septemberregens verklaren dit grote verschil. Vanaf oktober werd de overkapping verwijderd om dit kunstmatige verschil teniet te doen. Bij de eindoogst liggen de nitraatgehalten van de laag 0-30 cm inderdaad aanzienlijk lager, doch de gehalten van de bodemlagen 30-60 cm en 60-90 cm lagen in belangrijke mate hoger. We kunnen besluiten dat doorspoeling van de bovenste laag naar de onderliggende lagen optrad.

Een verband tussen het reststikstofgehalte in de bodem en het beregeningsregime kan noch bij de behandelingen in oplucht, noch bij de behandelingen onder de overkapping waargenomen worden.

Te Rumbeke zijn de verschillen tussen de behandelingen in openlucht en de zones onder de overkapping minder uitgesproken. Bij de eindoogst worden evenwel ook hogere nitraatgehalten in de bodemlaag van 30-60 cm diepte waargenomen.

10.2.2 *Stikstofgehalte en stikstofopname door prei*

Te Sint-Katelijne-Waver lag het stikstofgehalte van het groen gedeelte van de prei bij de oogst significant hoger bij de behandelingen onder de overkapping en dit zowel voor het gehalte kjeldahl-N als nitraat-N. De hogere reststikstofgehalten van de bodem verklaren dit verschil. Tussen de beregeningsbehandelingen konden geen significante verschillen worden vastgesteld. In tegenstelling tot het groen gedeelte komen de effecten van de stikstofhuishouding onder de overkapping bij het wit gedeelte van de prei niet als zodanig tot uiting. Te Rumbeke konden noch voor het wit gedeelte, noch voor het groen gedeelte duidelijke tendensen worden waargenomen.

De totale stikstofopname bij prei lag te Sint-Katelijne-Waver het laagst bij de meest beregende behandelingen in openlucht. Tussen beide behandelingen onder de overkapping kon echter geen verschil aangetoond worden. Te Rumbeke kon bij de behandelingen in openlucht geen duidelijke tendens qua stikstofopname vastgesteld worden. Onder de overkapping werd ongeveer 30 kg N/ha minder opgenomen bij de behandeling LOG2LOG3. De efficiëntie van het N-gebruik lag echter voor beide regimes even hoog.

10.3 Verband tussen de reststikstof in de bodem, de stikstofopname door het gewas en de mogelijke stikstofuitspoeling

Uit de analyse van de reststikstofgehalten van de bodem bij de oogst blijkt dat zich belangrijke verschillen kunnen voordoen tussen de irrigatieregimes. Deze verschillen in reststikstof kunnen veroorzaakt worden door een verschil in stikstofopname of door stikstofuitspoeling. De belangrijkste verschillen in reststikstof worden in volgende paragrafen nader bekeken.

Bij de bloemkoolteelt te Rumbeke stellen we de grootste variatie in bodemstikstofgehalte vast bij de laag 0-30 cm. Bij de behandelingen VEG2BLK2 en VEG2BLK3 in openlucht wordt een duidelijk hoger stikstofgehalte vastgesteld. Een lagere doorspoeling vormt hier geen verklaring, gezien deze even laag is bij de behandelingen VEG1BLK2 en VEG1BLK3. Ook de studie van de stikstofopname biedt hier geen uitleg. Voor het grote

verschil tussen beide behandelingen onder overkapping kan evenmin een verklaring gevonden worden.

Tabel 10.1 Reststikstof, uitspoeling en stikstofopname bij de bloemkoolteelt te Rumbeke

	veg1blk1	veg1blk2	veg1blk3	veg2blk1	veg2blk2	veg2blk3	veg1blk1°	veg2blk3°
NO ₃ -gehalte laag 0-30 cm	29.9	30.1	33.3	40.2	77.1	67.0	20.2	119.2
uitspoeling (mm) laag 0-30 cm	19	4	4	20	3	3	8	0
N-opname (kg N/ha)	343	324	326	349	330	335	318	289

Bij de bloemkoolteelt te Sint-Katelijne-Waver stellen we vast dat in openlucht het nitraatgehalte van de bodem bij de onberegende behandelingen (VEG3) relatief lager ligt dan bij de beregende (VEG1). Onder de overkapping wordt de droogste zone (VEG2BLK3) daarentegen gekenmerkt door een lager reststikstofgehalte. De berekende doorspoeling bij VEG3, VEG1, VEG2BLK3 en VEG1BLK1 bedraagt respectievelijk 95 mm, 113 mm, 6 mm en 17 mm, waardoor de verschillen in reststikstofgehalte niet éénduidig kunnen verklaard worden. Verschillen in stikstofopname bieden evenmin een verklaring, gezien de opname bij VEG3 lager ligt dan bij VEG1 en onder de overkapping de totale stikstofopname tussen beide behandelingen niet sterk verschilt.

Bij de preiteelt in Sint-Katelijne-Waver worden de voornaamste verschillen in reststikstofgehalte vastgesteld onder de overkapping. Het nitraatgehalte van de bouwvoor is het hoogst voor de behandeling LAG2LOG1°, terwijl de behandeling LAG1LOG3° hogere gehalten vertoont in de onderliggende lagen. Gezien zowel de doorspoeling als de stikstofopname voor beide regimes vrijwel gelijk is, moet de verklaring opnieuw elders gezocht worden. De besluiten die bij de preiteelt te Rumbeke worden getrokken, zijn volledig analoog aan deze te Sint-Katelijne-Waver. Geen verklaring werd gevonden voor de verschillen in reststikstof tussen de behandelingen onder de overkapping.

Tot besluit kan gesteld worden dat noch de stikstofuitspoeling, noch de stikstofopname een verklaring biedt voor het na de oogst waarneembare reststikstofgehalte. Andere processen moeten hier bijgevolg een rol spelen, zoals mineralisatie of denitrificatie. Bewijzen hiervoor kunnen echter niet geleverd worden. Het verband met het beregeningsregime kan op basis van de beschikbare gegevens niet afgeleid worden.

11. Algemeen besluit

Aan het einde van deze eerste biënnale kunnen we besluiten dat de doelstellingen – zoals deze bij de aanvang van dit onderzoek werden geformuleerd – reeds gedeeltelijk werden verwezenlijkt. Verder onderzoek is echter noodzakelijk om een antwoord te vinden op de vele vragen die nog resten.

Dankzij intensieve meetcampagnes kon de kritische bodemvochtspanning waarbij fysiologische droogtestress optreedt, zowel voor prei als voor bloemkool bepaald worden. Deze waarde bedraagt voor beide teelten bij benadering pF 2.5. De kritische bodemvochtspanning mag niet als een constante beschouwd worden, doch varieert in functie van de klimatologische omstandigheden. Voor de toepassing in de bodemwaterbalans volstaat echter de nauwkeurigheidsgraad van deze benaderende waarde.

De klimatologische omstandigheden bepalen onvermijdelijk welke irrigatieregimes in openlucht kunnen verwezenlijkt worden. Slechts op één proefveld konden gedurende deze eerste biënnale alle vooropgestelde behandelingen verwezenlijkt worden, dankzij zeer droge weersomstandigheden. Voor de andere proefvelden gold dat hoge vochtspanningen slechts gedurende korte perioden bereikt werden, of zelfs helemaal niet. De invloed van de keuze van het irrigatieschema op de opbrengst, de kwaliteit, de gewasgroei en de ziekteaantasting kan bijgevolg slechts grondig bestudeerd worden, wanneer proefvelden gedurende meerdere jaren onder variërende klimatologische omstandigheden worden aangelegd. Dezelfde regel geldt voor de studie van de relatie tussen de stikstofassimilatie en de vochtvoorziening.

Om de bodemwaterbalans nauwkeuriger te kunnen opvolgen, werden de wateropname door het gewas en de capillaire opstijging bestudeerd. Deze complexe materie vraagt nog verder studiewerk, gezien de vele factoren die de beweging van vocht in de bodem beïnvloeden. Eenvoudige modellen blijken niet in staat de capillaire opstijging bij een ondiepe en variabele grondwaterstand voldoende nauwkeurig te simuleren.

Een korte economische analyse van de voorgestelde irrigatieschema's werd reeds voor één proefveld uitgewerkt. Een grondige analyse vraagt echter een uitgebreidere dataset, die gedurende volgende onderzoeksjaren zal moeten samengesteld worden.

Literatuur

- Boerenbond (1980). Gebruik van de tensiometer – Handleiding.
- Breunig, W. (1969). Taschenbuch der Melioration – Berechnung in der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Halle.
- Everaarts, A.P. en de Moel, C.P. (1995). Stikstofbemesting en nutriëntopname van bloemkool. Verslag nr. 198, PAGV, proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond.
- Giesel, W., Renger, M. und Strebel, O. (1971). Berechnung des kapillaren Aufstiegs aus dem Grundwasser in den Wurzelraum unter stationären Bedingungen. Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd. 132(1), 17-30.
- Hartmann, H.D. Zengerle, K.H., Brückner, U. und Cuck, H. (1988). Einfluss der Bewässerung auf den Ertrag von Blumenkohl. Gemüse 2, 58-62.
- Hartmann, H.D., Pfülb, E. und Zengerle, K.H. (1989). Grundlagen zum Wasserverbrauch von Gemüse. Gartenbauwissenschaft 53 (5), 215-222.
- Hartmann, H.D., Zengerle, K.H. und Pfülb, E. (1990). Wasserverbrauch und Bewässerung von Herbstporree. Gemüse 2, 87-89.
- Huinink, J.T.M. (1991). Tensiometer prima hulpmiddel bij beregening. Groenten en Fruit / Vollegrondsgroenten n°29, 6-9.
- ILWB (1998). Tabel met gewasgegevens in het kader van het 5b-project irrigatie. Instituut voor Land- en Waterbeheer, KULeuven.
- Itier, B., Maraux, F., Ruelle, P. and Deumier, J.M. (1996). Applicability and limitations of irrigation scheduling methods and techniques. In: Irrigations Scheduling: From Theory to Practice. Proceedings ICID/FAO Workshop, Sept. 1995, Rome. Water Report No. 8, FAO, Rome.
- Jeurissen, J. (1996). Beregenen is meer dan alleen nat houden. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten n°28, 8-9.
- Jury, W.A., Gardner, W.R. and Gardner, W.H. (1991). Soil physics. John Wiley and Sons, New York. 328 p.
- Le Bohec, J. (1980). Le chou-fleur. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et des Légumes, Paris.
- Maraux, F. and Lafolie, F. (1998). Modeling soil water balance of a maize-sorghum sequence. Soil Sci. Soc. Am. J. 62, 75-82.
- Nilsson, T. (1980). The influence of soil type, nitrogen and irrigation on yield, quality and chemical composition of cauliflower. Swedish J. agric. Res. 10, 65-75.
- PAGV, proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (1982). Teelt van prei. Teelthandleiding n°11.
- PAGV, proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (1993). Teelt van bloemkool. Teelthandleiding n°51.

- Paschold, P.-J. (1999). Geisenheimer Bewässerungssteuerung – Aktuelle Empfehlungen. *Gemüse* 2, 88-92.
- Pfülb, E., Zengerle, K.H. und Hartmann, H.D. (1991). Die bedarfsgerechte Bewässerungssteuerung im Freilandgemüsebau. *Gemüse* 7, 368-370.
- Ramírez, J.A. and Finnerty, B. (1996). Precipitation and water-table effects on agricultural production and economics. *J. irrig. drain. eng.* 122(3), 164-171.
- Sanchez, C.A., Roth, R.L. and Gardner, B.R. (1996). Economic responses of broccoli and cauliflower to water and nitrogen in the desert. *HortScience* 31(2): 201-205.
- Sanders, D.C. (1993). *Vegetable Crop Irrigation*. Department of Horticultural Science, North Carolina State University.
- Scaife, A. and Wurr, D.C.E. (1990). Effects of nitrogen and irrigation on hollow stem of cauliflower (*Brassica oleracea* var *botrytis*). *J. of Hort. Sci.* 65(1): 25-29.
- Smith, M., 1990. Expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements. FAO, Rome.
- Taylor, S.A. and Ashcroft, G.M. (1972). *Physical edaphology. The physics of irrigated and non-irrigated soils*. W.H. Freeman and Co., San Fransisco.

BIJLAGEN