

# Het Nieuwe Telen van Paprika Monitoring bij Gubbels Siberië 2011 - 2013

LLTB Ontwikkeling



Productschap  Tuinbouw



Ministerie van Economische Zaken,  
Landbouw en Innovatie

# PROJECT:

## Het Nieuwe Telen van Paprika; monitoring bij Gubbels Siberië

### Eindrapportage

### Verplichtingsnummer 1400007216

PT projectnummer: 14238

LLTB intern projectnummer: 60.2



Roermond 2013 LLTB; auteurs Peter van Boekel, Peter Geelen en Pascal Janzen.  
Dit project is mede tot stand gekomen door de bijdrage van het Ministerie EL&I, het PT en Kas als Energiebron. Publicatie, vereenvoudiging en/of openbaarmaking slechts na voorafgaande schriftelijke toestemming van LLTB.  
Foto's: Peter Geelen, Pascal Janzen

Peter van Boekel  
Limburgse Land- en Tuinbouw Bond  
Postbus 960 6040 AZ ROERMOND  
T. : 0475-38.17.77  
Internet : [www.lltb.nl](http://www.lltb.nl)

Peter Geelen  
Peter Geelen Plantmonitoring.NL Zuidhaven 9-11 4761CR ZEVENBERGEN  
T: 06-3385.2838  
E: [petergeelen@kpnplanet.nl](mailto:petergeelen@kpnplanet.nl)

Pascal Janzen  
Cogas Zuid - Heikamperweg 18 5725 AZ ASTEN-HEUSDEN  
T: 0493-67.10.10  
E: [p.janzen@cogaszuid.nl](mailto:p.janzen@cogaszuid.nl)  
Internet: [www.cogaszuid.nl](http://www.cogaszuid.nl)

Gubbels Siberië  
Zonneveld 21 5993 SG MAASBREE  
T: 077-396.73.46  
Internet: [www.kwekerijgubbels.nl](http://www.kwekerijgubbels.nl)

## Samenvatting

Ontvochtigen met buitenlucht wordt niet direct als een rendabele investering gezien in de paprikateelt omdat dit gewas veel minder vocht produceert dan bijvoorbeeld een tomatengewas. Dit project heeft duidelijk gemaakt dat de mogelijkheden veel groter zijn dan gedacht wordt.

De belangrijkste doelstelling van het inblazen van buitenlucht is om meer te kunnen schermen ( met dubbel scherm ). Hierdoor is de kas meer geïsoleerd waardoor de buistemperatuur lager kan zijn. Het beheersen van de luchtvochtigheid hoeft niet meer te gebeuren door middel van stoken ( en luchten ) Dit levert tezamen een energiebesparing op.

Bij de Firma Gubbels was al ruime ervaring aanwezig met dubbele beweegbare schermen. Winst in energiebesparing lag niet direct voor de hand. De beheersing van de luchtvochtigheid met buitenlucht werd vooral gezien als het beperken van risico's door een betere vochtbeheersing onder de schermen én het creëren van een gelijkmatiger kasklimaat.

Toch ligt in 2012 in de kas met buitenlucht ontvochtiging het aantal schermuren 10 % hoger ten opzichte van de referentiekas.

In de afgelopen 2 leerjaren zijn daarnaast grote stappen gezet in het gebruik van het dubbele scherm, zelfs gedurende de zomer. Hierdoor is het aantal uren dat dubbel geschermd is in 2012 met 50 % gestegen naar 3000 uur per jaar ( ten opzichte van 2011 ).

Er zijn echter mogelijkheden om nog veel meer te schermen. Dit vereist wel een aanpassing van de gewoonten in denken en handelen. Schermen worden vaak pas gesloten als er al buisvraag is waardoor de temperatuur eerst daalt voordat de schermen dicht gaan. Omdat vochtbeheersing nu via buitenlucht plaats vindt kan hier ook anders mee om gegaan worden. Door het scherm te sluiten voordat de kastemperatuur naar de nachttemperatuur is gezakt levert energiebesparing op én bevordert het groeiklimaat doordat o.a. negatieve effecten van uitstraling niet voor komen. Hogere temperaturen met minder buis wordt traditioneel als een tegenstelling gezien. Het Nieuwe Schermen maakt dit nu wel mogelijk waardoor betere groei omstandigheden en energiebesparing hand in hand gaan. Het mes snijdt hier dus aan twee kanten.

Het Nieuwe Telen is dus ook oude gewoonten doorbreken waardoor nieuwe inzichten verder ontwikkeld kunnen worden en nieuwe technieken nog meer mogelijkheden bieden. Deze nieuwe inzichten bieden ook perspectief voor toepassing in kassen waar niet met buitenlucht ontvochtigd wordt en een enkel scherm aanwezig is. Dit vergt echter tijd.

Toch mag er nu al geconcludeerd worden dat Meer ervaring is Meer besparing.



## Inhoudsopgave

1	Inleiding		1	
	1.1	Leeswijzer	1	
	1.2	Medewerking	1	
2	Kasuitrusting en teeltgegevens		2	
3	Plantmonitoring		5	
	3.1	Hypothesen	5	
		3.1.1	Verticaal temperatuurprofiel	5
		3.1.2	Temperatuur en licht bij de start van de teelt	5
		3.1.3	Uitstraling	5
		3.1.4	Worteltemperatuur	6
		3.1.5	Gelijkmatig kasklimaat	6
4	Gerealiseerd klimaat		7	
	4.1	Schermen en buistemperatuur	7	
		4.1.1	Vergelijking Siberië 1 en Siberië 2 in 2012	7
		4.1.2	Verticaal temperatuurprofiel en schermen	13
		4.1.3	Uitstraling en schermen	15
		4.1.4	Schermen in de zomer	16
		4.1.5	Schermen in najaar	17
		4.1.6	Schermen en licht	18
	4.2	Ontvochtigen met buitenlucht	19	
		4.2.1	Gerealiseerde VD en T in 2012	19
		4.2.2	Absoluut vochtgehalte en vochtbalans van de kas	19
		4.2.3	Regeling van de vochtbalans van de kas	20
		4.2.4	Monitoring van de vochtbalans van de kas	22
		4.2.5	Fasen voor ontvochtigen met buitenlucht	23
	4.3	Gelijkmatigheid van het kasklimaat	25	
	4.4	Worteltemperatuur	32	
5	Gewasreacties		33	
	5.1	Productie en uitgroeiduur	33	
	5.2	Plantbelasting	34	
	5.3	Kwaliteit	34	
	5.4	Wortelontwikkeling	34	
6	Energiemonitoring		35	
7	Leerpunten en conclusies		44	
8	Uitdagingen voor de toekomst		46	
9	Communicatie		47	

BIJLAGE I : SIBERIË 1 verloop kasttemperatuur, vochtdeficiet en relatieve luchtvochtigheid in 2012

BIJLAGE II : SIBERIË 2 verloop kasttemperatuur, vochtdeficiet en relatieve luchtvochtigheid in 2012

BIJLAGE III : verloop vochtdeficiet en temperatuur in nacht van maart 2012 – okt 2012  
met ( afd 8-1 ) en zonder ( afd 4-1 ) ontvochtiging met buitenlucht

BIJLAGE IV : Ventilatorcapaciteit en % buitenlucht in 2012

BIJLAGE V : fase 1 t/m 5 voor de inzet van het inblazen van buitenlucht

BIJLAGE VI : Buiten omstandigheden

BIJLAGE VII : Temperatuurverschillen en Buitentemperatuur

BIJLAGE VIII : Gewasreacties

BIJLAGE IX : Substraattemperatuur Siberië 1 vergeleken met Siberië 2

BIJLAGE X : Gewasregistratie

# 1 Inleiding

## 1.1. Projectbeschrijving

De omstandigheden bij het paprikateeltbedrijf Gubbels in de kas zijn anders dan bij andere paprikabedrijven. In het kader van duurzaam telen wordt er energiezuinig ontvochtigd met buitenlucht in combinatie met een dubbel energiescherm. Doordat met buitenlucht inblazen de kaslucht ontvochtigd wordt kunnen er meer schermuren gemaakt worden.

Door deze vorm van duurzaam telen wijken zowel de energiestromen als de groeiomstandigheden in de kas af van de standaard teeltomstandigheden. De energiestromen zijn in kaart gebracht worden door Cogas Zuid en de ondernemers. Het kasklimaat en de reacties van het gewas zijn gevolgd door Peter Geelen Plantmonitoring.NL en de ondernemers.

Voor paprika was reeds ervaring opgedaan met een energiezuinig teeltconcept op onderzoeksniveau in het Improvement Centre. Ervaring met een dergelijk concept op praktijkniveau was er binnen de paprikateelt nog niet. Daarom is dit monitoringsproject door het Productschap Tuinbouw en het (toenmalige) Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie ondersteunt. De coördinatie van dit project lag in handen van Peter van Boekel namens brancheorganisatie LLTB.

## 1.2. Leeswijzer

In dit rapport wordt verslag gedaan van de plantmonitoring en energiemonitoring van het project Het Nieuwe Telen van Paprika.

Deel 1 bevat de algemene informatie van het bedrijf, de plantmonitoring en de energiemonitoring met de hoofdstukken 2 t/m 9 en de bijlagen I t/m X.

De leerpunten en conclusies uit hoofdstuk 7 zijn genummerd en in het rapport makkelijk terug te vinden met een groen kader in de rechter kantlijn :

leerpunt ....

## 1.3. Medewerking

Aan dit project is medewerking verleend door :

- Gubbels Siberië B.V. voor de locatie waar het project heeft plaats gevonden
- Lets Grow voor plantsensoren en digitaal platform

## **2. Schets van het bedrijf**

### **Inleiding.**

Het bedrijf van Gubbels Paprika Siberië BV is eigendom van Wim en Erik Gubbels. Hierna afgekort tot Gubbels Siberië. Het bedrijf is gevestigd in het tuinbouw concentratiegebied Siberië in Noord Limburg (gemeente Maasbree). Op het bedrijf is in 2011, 2012 en 2013 nieuwbouw verricht. Met telkens veel aandacht voor elementen die passen in Het Nieuwe Telen.

### **Situatie 2011 en 2012.**

In 2011 en 2012 bestond het bedrijf Gubbels Siberië uit twee naast elkaar gelegen grote afdelingen. Een traditionele kas van 5,0 hectare die als referentie dient, hierna afgekort tot 'referentiekas zonder buitenlucht aanzuiging', 'referentiekas' of Siberië1. Bouwjaar: 2005. En een kas van 8,2 hectare die is uitgerust met buitenlucht ontvochtiging (het Covent systeem van Cogas Zuid) voor Het Nieuwe Telen, hierna afgekort tot 'kas met buitenlucht aanzuiging' of Siberië2. Bouwjaar 2010.

Cogas Zuid heeft voor de 8,2 hectare Het Nieuwe Telen kas de verwarmingsinstallatie, de watertechnische installatie, de elektro/klimaat installatie en het Covent Clima Optimizer systeem verzorgd. Daarbij zijn 64 Covent-G units geplaatst, met een capaciteit van 4.160 kuub/uur tot 5.500 kuub/uur, en 64 luchtslurven hangend onder de teeltgoten. Voor het totale bedrijf zijn 2 Jenbacher Warmte Kracht installaties geplaatst: een Jenbacher 620 met een capaciteit van 3,3 MWe en een Jenbacher 616 met 2,7 MWe. Meer informatie: <http://www.cogaszuid.nl/project/48/Gubbels-Siberi>

### **Situatie 2013.**

In 2012 is 3,0 ha nieuwbouw gerealiseerd. Daarbij is de bestaande kas Siberië1 van 5 hectare uitgebreid tot 8,0 hectare. Deze nieuwbouw is uitgerust met 16 Covent units en andere technische systemen, vergelijkbaar met de bestaande installaties in de 8,2 hectare Het Nieuwe Telen kas van 2010. De bestaande 5 hectare zijn ook met dit systeem aangepast. De bestaande afdeling Siberië2 was al uitgerust met buitenluchtaanzuiging en is ongewijzigd gebleven. Zo is een teeltbedrijf ontstaan van 16 hectare, dat volledig volgens Het Nieuwe Telen kan werken.

Interessant is het Lage Temperatuur retournet op basis van HDPE slangen dat in de nieuwbouw van 2012 in Siberië1 onder de goten is opgehangen, voor extra uitkoeling. De twee Jenbacher WKK installaties zijn bij de nieuwbouw uitgerust met grotere condensors. De specificaties zijn daarmee voor de Jenbacher 616: 2650 kW thermisch hoog temperatuur vermogen en 523kW condensor vermogen. Voor de Jenbacher 620: 3309kW thermisch hoog temperatuur vermogen en 654 kW condensor vermogen. Meer informatie: <http://www.cogaszuid.nl/project/120/Gubbels-Siberi-Maasbree>

### **Kasuitrusting en teeltsituatie.**

Om de plantmonitoring en energiemonitoring onderling in een goed kader te plaatsen, zijn in de volgende tabel alle relevante details voor de referentiekas zonder buitenlucht aanzuiging (Siberië1) en de kas met buitenluchtaanzuiging (Siberië2) weergegeven qua kasuitrusting, installaties, gewas en teeltsituatie voor 2011 en 2012 weergegeven. In 2013 is nog een energiemonitoring uitgevoerd in Siberië2. Deze kas is in de nieuwbouwplannen van 2012 niet veranderd.



<b>SIBERIË 1</b>	<b>SIBERIË 2</b>
<b>Referentiekas</b>	<b>Kas met buitenluchtaanzuiging</b>
afdeling 4-1	afdeling 8-1

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teeltmatten op de grond zonder isolatie</li> <li>• Dubbel energiescherm <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Boven : LS 10 revolux</li> <li>○ Onder : Phormilux</li> </ul> </li> <li>• Buisrailverwarming</li> <li>• 89+ glastype</li> <li>• Hoogte kas : 6 meter</li> <li>• Horizontale ventilatoren bovenin de kas</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hangende teeltgoten</li> <li>• Dubbel energiescherm <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Boven : LS 10 revolux</li> <li>○ Onder : Phormilux bright</li> </ul> </li> <li>• Buisrailverwarming</li> <li>• 90+ glastype</li> <li>• Hoogte kas 6,30 meter</li> <li>• Recirculatieslurven onder de goot <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1 slurf per 8 meter</li> <li>○ 1 slurf met 2 ventilatoren met 80 meter slurf</li> </ul> </li> <li>• Buitenluchtaanzuiging onder de goot <ul style="list-style-type: none"> <li>○ per 8 meter 1 slurf van 160 meter</li> <li>○ capaciteit: 4,5 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>. uur</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8,1 liter steenwol / m2</li> <li>• 7,2 stengels / m2</li> <li>• 4 stengels / plant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7,8 liter steenwol / m2</li> <li>• 7,2 stengels / m2</li> <li>• 4 stengels / plant</li> </ul>

<b>Teeltjaar 2011</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaaidatum : 23 oktober 2010</li> <li>• Plantdatum : 10 december 2010</li> <li>• Ras : Viper</li> </ul>	<b>Teeltjaar 2011</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaaidatum : 8 nov 2010</li> <li>• Plantdatum : 3 jan 2011</li> <li>• Ras : Viper en Veyron</li> </ul>
---	--

<b>Teeltjaar 2012</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaaidatum : 15 oktober 2011</li> <li>• Plantdatum : 30 november 2011</li> <li>• Ras : Viper</li> </ul>	<b>Teeltjaar 2012</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaaidatum : 22 oktober 2011</li> <li>• Plantdatum : 14 december 2011</li> <li>• Ras : Davos en Maranello</li> </ul>
---	--

<b>Extra plantmonitoring installaties</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I4All meetpaal met : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Meetbox Temperatuur, RV, CO<sub>2</sub></li> <li>○ Bodemtemperatuur</li> <li>○ Infra Rood planttemperatuurmeter</li> <li>○ PAR meter</li> <li>○ Huidmondjesmonitor</li> </ul> </li> <li>• Pyrgeometer</li> <li>• Buiten RV meting</li> </ul>
---



**Figuur 1a:** Gubbels Siberië Het Nieuwe Telen kas, nieuwbouw 2010. Per 8 meter kap 1 slurf om kaslucht te recirculeren en 1 slurf om buitenlucht in te blazen (foto: Peter Geelen)



**Figuur 1b:** Gubbels Siberië Het Nieuwe Telen kas, nieuwbouw 2012, met LT net onder de goten. Slurven zijn niet zichtbaar, maar bevinden zich buiten de foto. (foto: Pascal Janzen)

### 3 Plantmonitoring

Bij aanvang van het project zijn de mogelijke gevolgen voor het gewas van de afwijkende kasuitrusting op een rijtje gezet.

#### 3.1 Hypothesen

De volgende hypothesen zijn geformuleerd :

##### Ontvochtiging van de kaslucht door middel van het inblazen van buitenlucht

De belangrijkste doelstelling van het inblazen van buitenlucht is om meer te kunnen schermen ( met dubbel scherm ). Hierdoor is de kas meer geïsoleerd waardoor de buistemperatuur lager kan zijn. Het beheersen van de luchtvochtigheid hoeft niet meer te gebeuren door middel van stoken ( en luchten )

##### 3.1.1 Verticaal temperatuurprofiel

De temperatuurverdeling over de hoogte van het gewas ( verticaal temperatuurprofiel ) wordt beïnvloed door :

- Minder stoken met meer schermen
- Hangende goten waardoor de afstand tussen de buisrail en het gewas groter wordt

De verhouding tussen de koptemperatuur en vruchttemperatuur zal veranderen. Voor het gewas zal dit gevolgen hebben voor :

- Verhouding tussen zetting en afrijping
- Afrijpingsnelheid
- Vroegheid
- Plantbelasting
- Vruchtgewicht
- Opbrengst
- Kwaliteit

##### 3.1.2 Temperatuur en licht bij de start van de teelt

Bij de start van de teelt kan met een dubbel beweegbaar scherm makkelijker de gewenste kastemperatuur aangehouden worden als de buitentemperatuur laag is.

Doordat de schermen beweegbaar zijn kan makkelijker meer licht toegelaten worden door bij zon beide schermen te open. Als met een vast scherm gewerkt wordt kan dit niet.

Hierdoor kan een hogere vroege productie gerealiseerd worden.

Bij Gubbels Paprika vormt dit echter geen verschil met Siberië 1.

Door meer met een volledig gesloten schermdoek te werken wordt een gelijkmatiger kasklimaat met minder verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid verkregen. De gevolgen staan beschreven in paragraaf 3.1.4

##### 3.1.3 Uitstraling

Gedurende de hele teelt kan in de nacht meer geschermd worden. Hierdoor is het makkelijker om de kop van het gewas te behoeden voor de negatieve effecten van uitstraling.

Voor het gewas levert dit een betere gewasgezondheid op. Door het voorkomen van te snelle afkoeling in de kop worden negatieve gevolgen van worteldruk voorkomen zoals mucor, binnenrot en stengelfusarium. Ook wordt nat slaan van blad en vruchten bovenin het gewas voorkomen waardoor schimmelziekten als botrytis en meeldauw voorkomen worden.

### 3.1.4 Worteltemperatuur

Bij hangende goten is de afstand tussen de buisrail verwarming en het gewas 65 cm groter. Dit heeft dit gevolgen voor :

- Verticale Temperatuurprofiel in het gewas
- Effect van de stralingswarmte ( in het begin van de teelt )
- Worteltemperatuur

Door een andere worteltemperatuur zal het gewas reageren met :

- Wortelontwikkeling start teelt
- Kwaliteit ( neusrot voorjaar )
- Vruchtgewicht
- Vroegheid
- Opbrengst
- Kwaliteit

De praktijk zal moeten uitwijzen hoe groot het verschil in worteltemperatuur zal zijn. Er spelen namelijk 2 effecten door elkaar :

- Siberië 1 : Matten op goten die sneller de ruimtetemperatuur aannemen tegenover matten die ongeïsoleerd op een koude kasgrond liggen, maar wel met verwarmingsbuizen die direct naast de mat liggen
- Siberië 2 : De afstand van de buisrail verwarming tot de mat is weliswaar 65 cm groter, maar de matten liggen op goten, zodat ze sneller de ruimtetemperatuur kunnen aannemen.

De gevolgen van een ander verticaal temperatuurverschil staan in paragraaf 3.1.1 beschreven.

### 3.1.5 Gelijmatig kasklimaat

Een gelijkmatiger kasklimaat met minder verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid ontstaat door :

- Meer met volledig gesloten en dubbel scherm werken
- Slurven onder de goot zorgen voor de volgende effecten
  - Compartimentering : hierdoor wordt de luchtstroming onder de goten onderbroken ( vergelijk met nokschotten boven een scherm )
  - Luchtbeweging
  - Overdruk

Dit heeft tot gevolg dat de horizontale Temperatuur en RV verdeling gelijkmatiger wordt.

De gevolgen voor de teelt zijn dan :

- Gelijker gewas
- Minder condensatierisico op de vruchten
- Minder klimaatschokken
- Hogere opbrengst
- Betere kwaliteit

## 4 Gerealiseerd kasklimaat

### 4.1 Schermen en buistemperatuur

Centraal in Het Nieuwe Telen met buitenlucht staat het verhogen van het aantal schermuren. De kas is dan beter geïsoleerd waardoor het energiegebruik omlaag kan worden gebracht. In figuur 2 zijn de schermuren in 2011 te zien, in figuur 3 de schermuren in 2012.

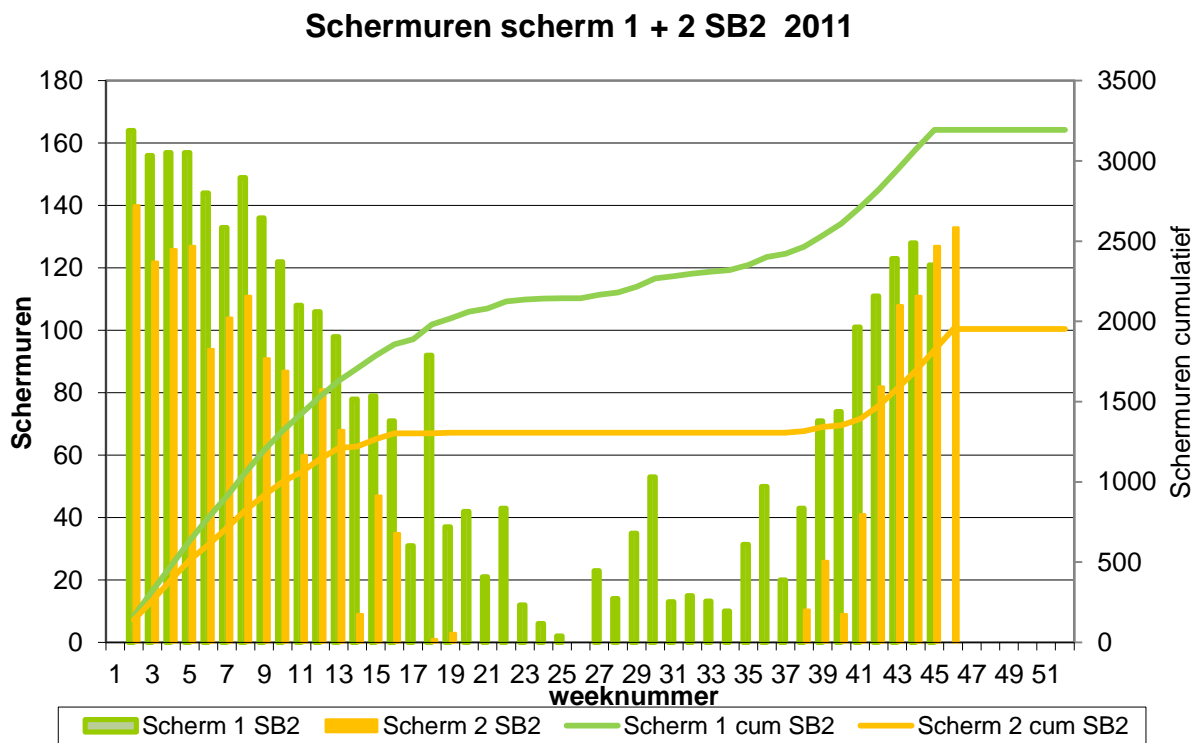
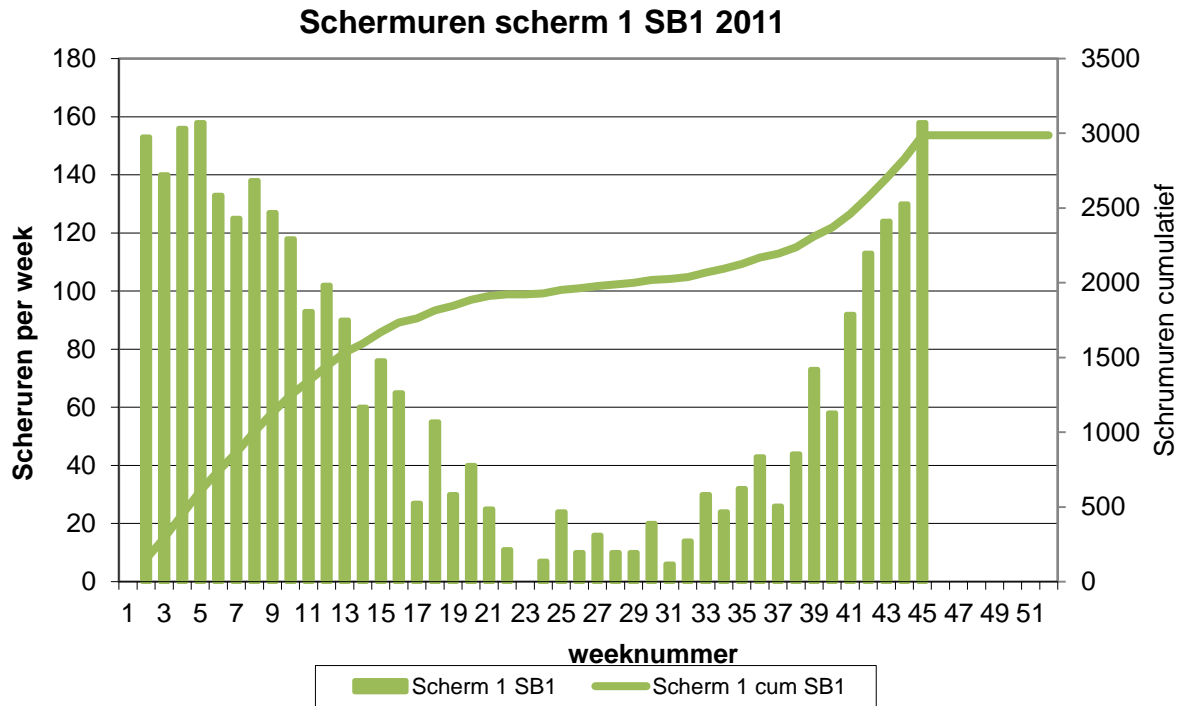
Bij de registratie van het aantal schermuren horen de volgende opmerkingen :

- In 2011 zijn het aantal schermuren van scherm 2 niet meer te achterhalen van Siberië 1. De computer heeft geregistreerd dat het scherm altijd voor 100% gesloten was.
- In 2012 is de registratie verfijnd door apart te registreren welke uren geschermd is voor energiebesparing en hoeveel uren overdag geschermd is tegen te veel zonlicht.

Er zijn een aantal conclusies te trekken :

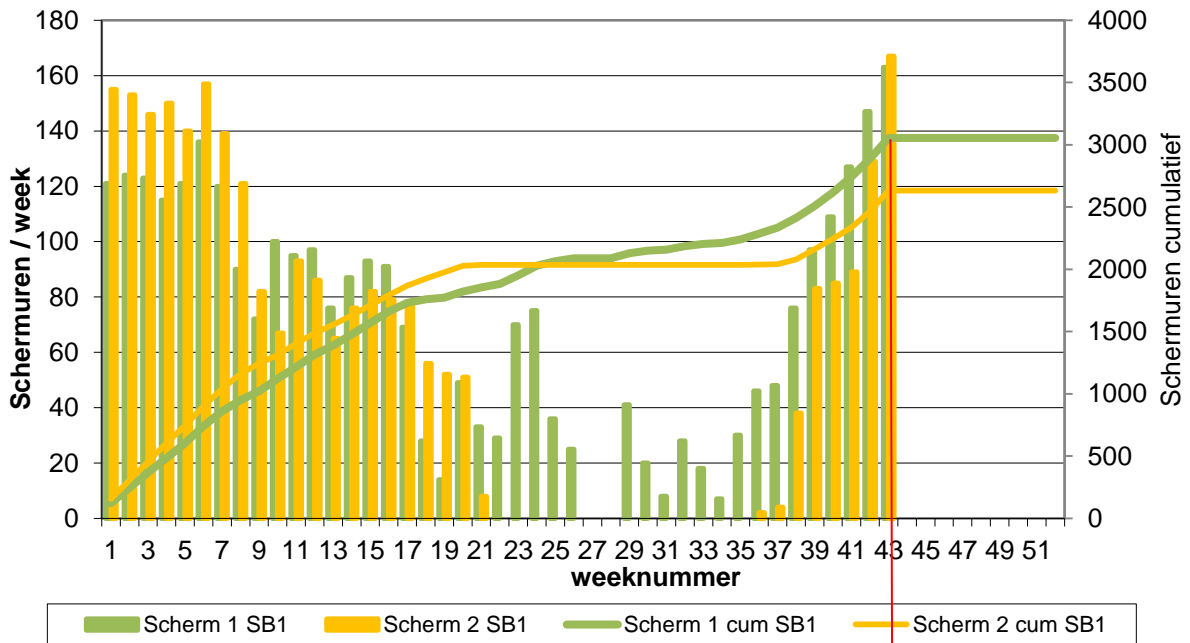
#### 4.1.1 Vergelijking Siberië 1 en Siberië 2 in 2012

- Het aantal schermuren ligt in Siberië 2 ongeveer 10 % hoger dan in Siberie 1 ( figuur 3 ). Bij Gubbels Paprika is al sinds een aantal jaren ervaring met dubbele schermen. Het aantal scherm uren ligt daarom standaard al veel hoger dan bij collega tuinders. De investering in ontvochtiging met buitenlucht is gedaan om die risico's die hiermee gepaard gaan te verkleinen. In de praktijk zien we dat voortschrijdend inzicht ook snel toegepast gaat worden in het hele bedrijf. leerpunt 1
- De **hele zomer** door wordt geschermd in de nacht. Ook dit geldt voor zowel Siberië 1 als 2. In figuur 4 is te zien dat er dan nog wel met een vochtkier gewerkt wordt ( tussen 5 % kier bij 92 % RV en geheel gesloten bij 85 % RV ). leerpunt 2
- Tussen 22 mei en 15 juni 2012 ( week 21 – 24 ) is in Siberië 2 duidelijk een verschil gemaakt met Siberië 1 door in de nacht door te gaan met **dubbel schermen**. ( figuur 5 ). Dit gaat samen met een lagere buistemperatuur terwijl een hogere kastemperatuur van 2 – 3 °C gerealiseerd wordt ( figuur 6 ). Dit is een voorbeeld dat de vochtbalans van de kas bij de basis verbeterd wordt. Door met een lagere buistemperatuur de aanvoer van vocht door verdamping verlaagd wordt. Hierdoor kan de afvoer van vocht ook laag zijn om de vochtbalans van de kas in evenwicht te houden. ( zie hoofdstuk 5 ) leerpunt 3

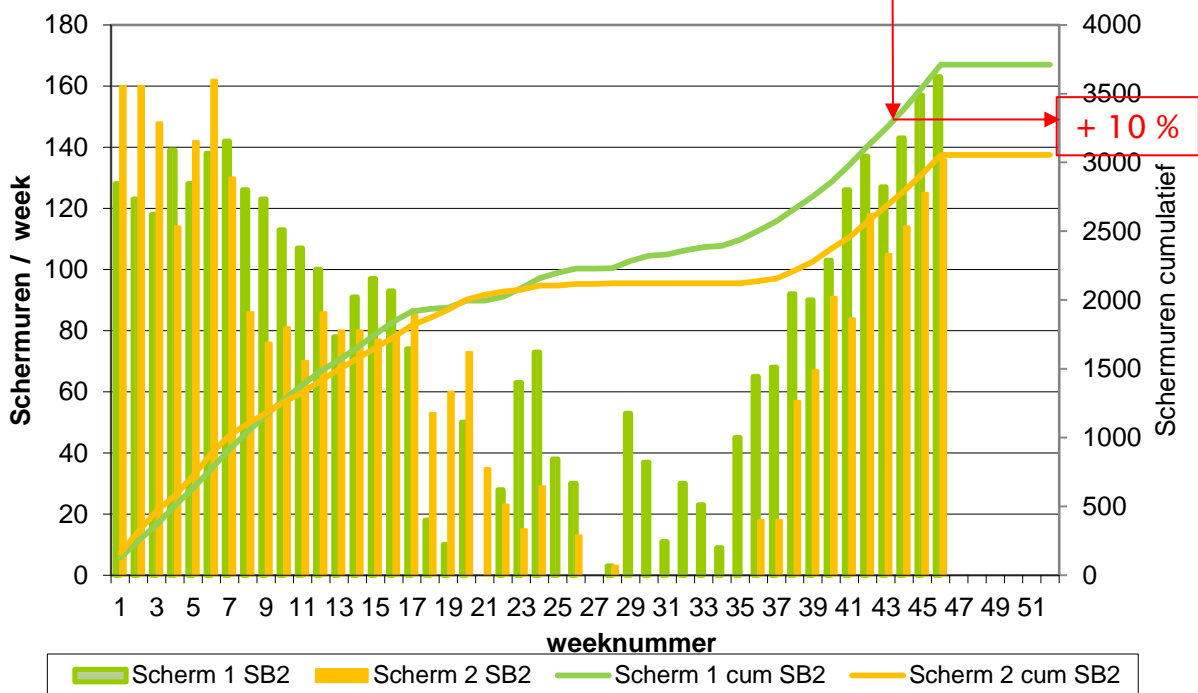


Figuur 2 : Schermuren in 2011 bij Siberië 1 ( SB1 = referentie ) en Siberië 2 ( SB2 = buitenlucht )

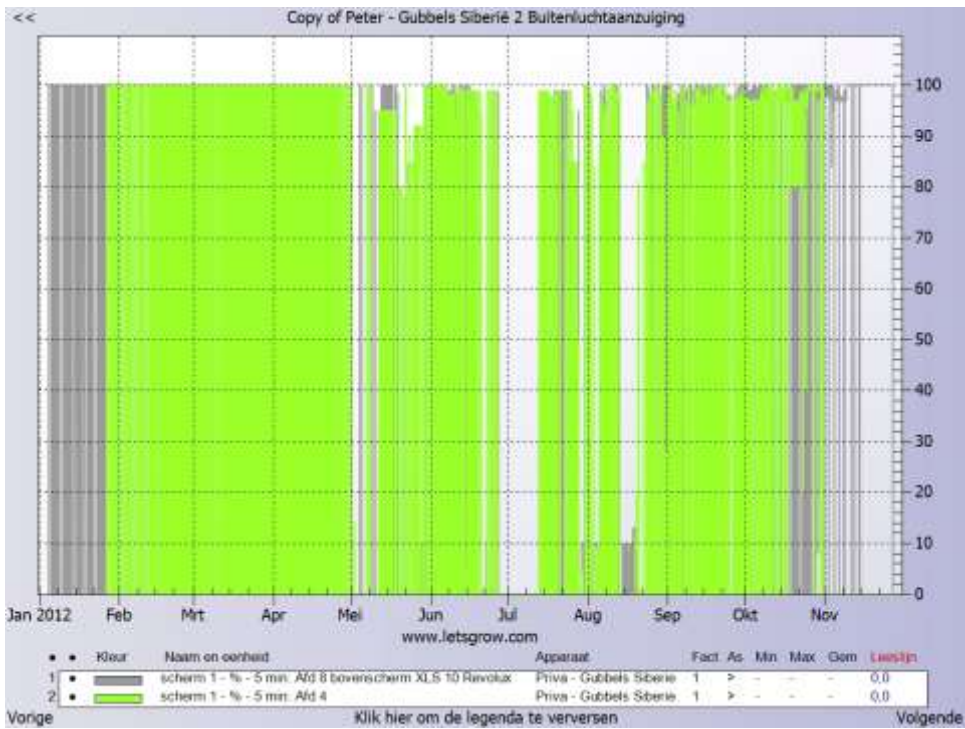
### Schermuren Energie scherm 1 + 2 SB1 2012



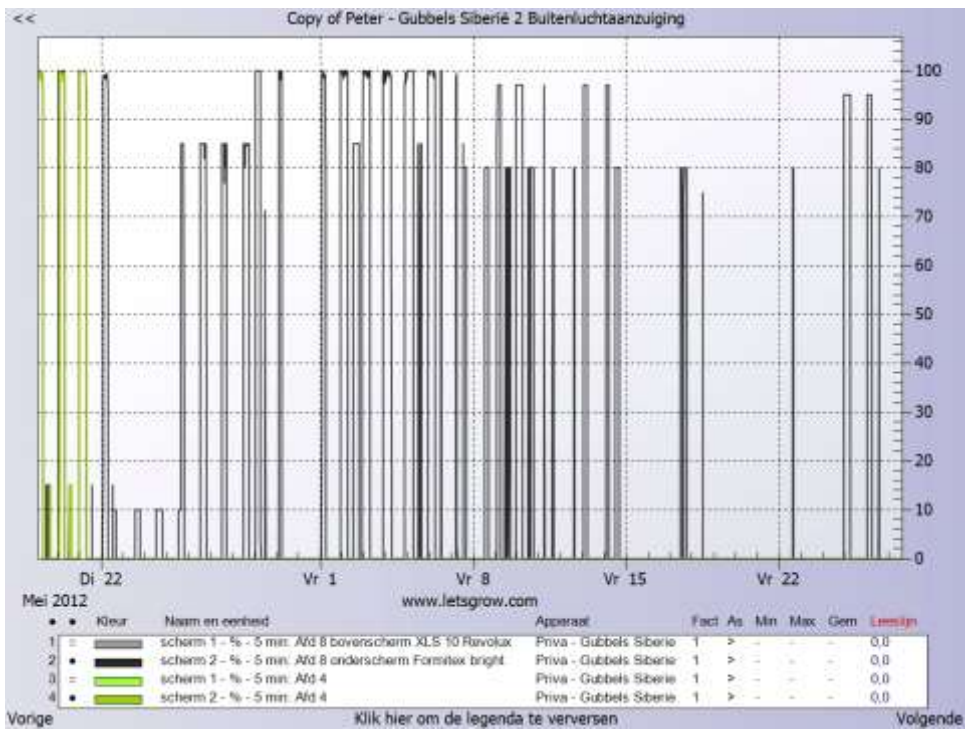
### Schermuren Energie scherm 1 + 2 SB2 2012



Figuur 3 : Schermuren in 2011 bij Siberië 1 ( SB1 = referentie, week 43 einde teelt ) en Siberië 2 (SB2 = buitenlucht week 46 einde teelt )

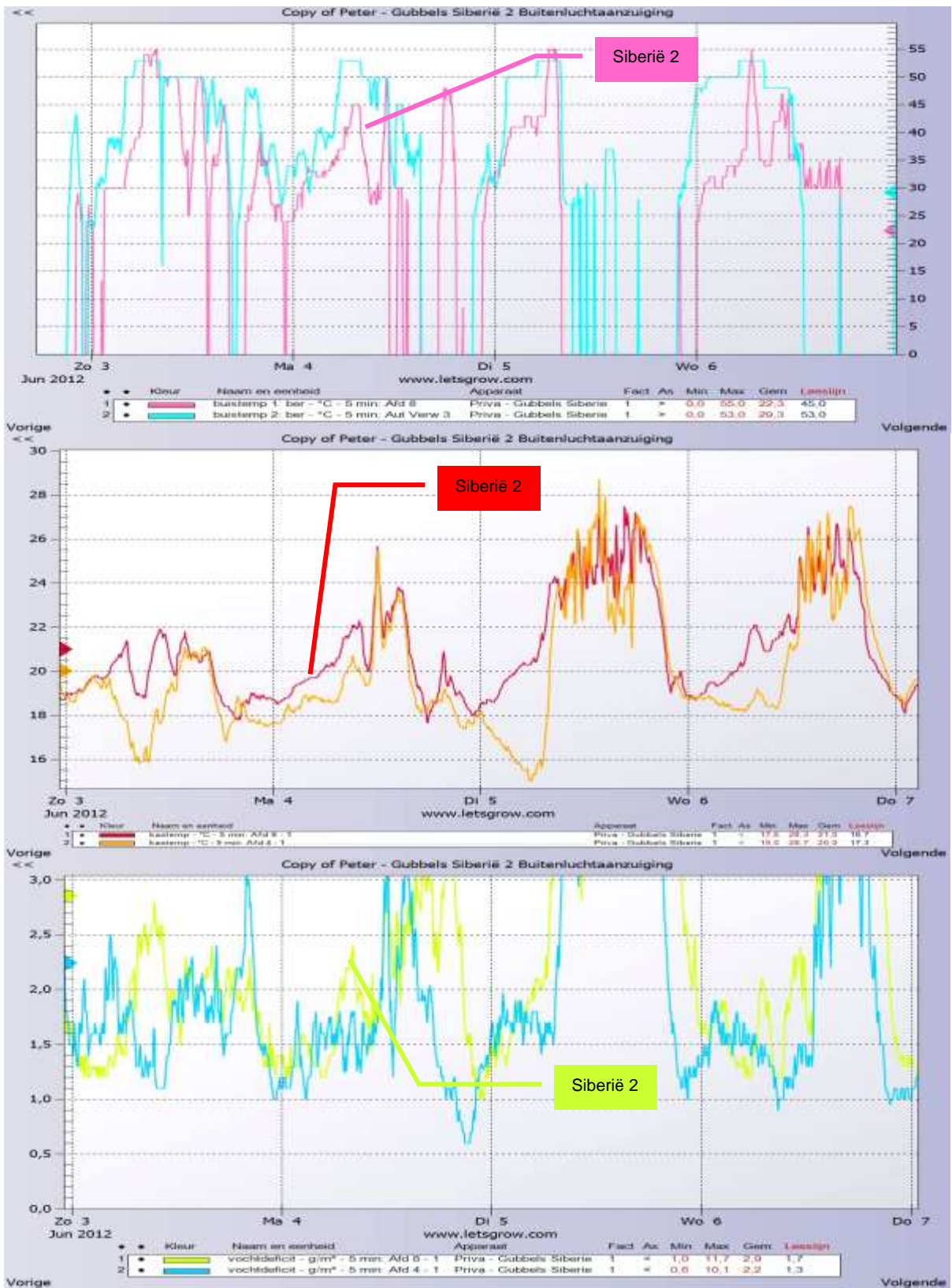


Figuur 4 : schermstand van het eerste scherm ; groen = Siberië 1 en grijs = Siberië 2



Figuur 5 : schermstand van het tweede scherm ; groen = Siberië 1 en zwart = Siberië 2





Figuur 6 : Buistemperatuur  
Kasttemperatuur en Vochtdeficiet

Siberië 1 = Aut Verw 3  
Siberië 1 = Afd 4-1

Siberië 2 = Afd 8  
Siberië 2 = Afd 8-1

- In figuur 2 en 3 ( gele lijn onderste grafiek ) is te zien dat bij Siberië 2 in 2012 het aantal uren dat **dubbel geschermd** wordt fors is toegenomen met 1000 uren. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit scherm niet altijd volledig gesloten is geweest. In 2012 is met name vanaf week 15 meer met een dubbel scherm gewerkt om energie te besparen. Dit zou een gevolg kunnen zijn van lagere buitentemperaturen zodat er meer mogelijkheden waren in 2012 om met een dubbel scherm te werken. Onderstaande figuur 7 laat zien dat dit echter niet het geval is. De buitentemperatuur in de nacht is in 2012 eerder hoger geweest dan lager. Hier is dus duidelijk sprake van een verlegging van grenzen in het tweede teeltjaar met de nieuwe technieken.

leerpunt 4



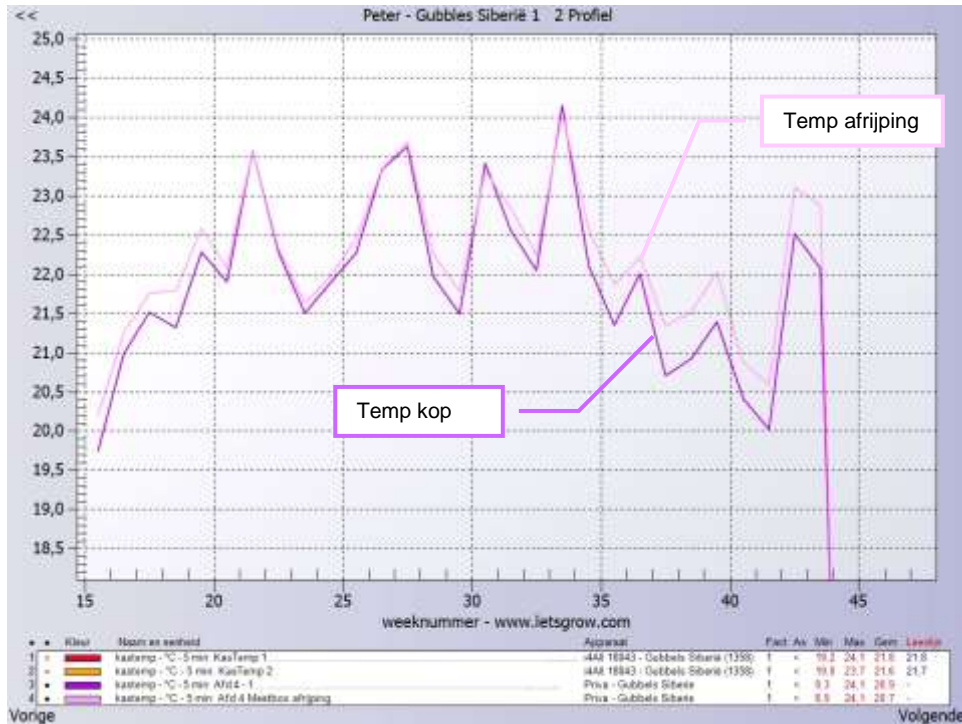
Figuur 7 : gemiddelde buitentemperatuur tijdens de nacht in 2012 ( dikke lijn ) en 2011 ( dunne lijn )

## 4.1.2 Verticaal temperatuurprofiel en schermen

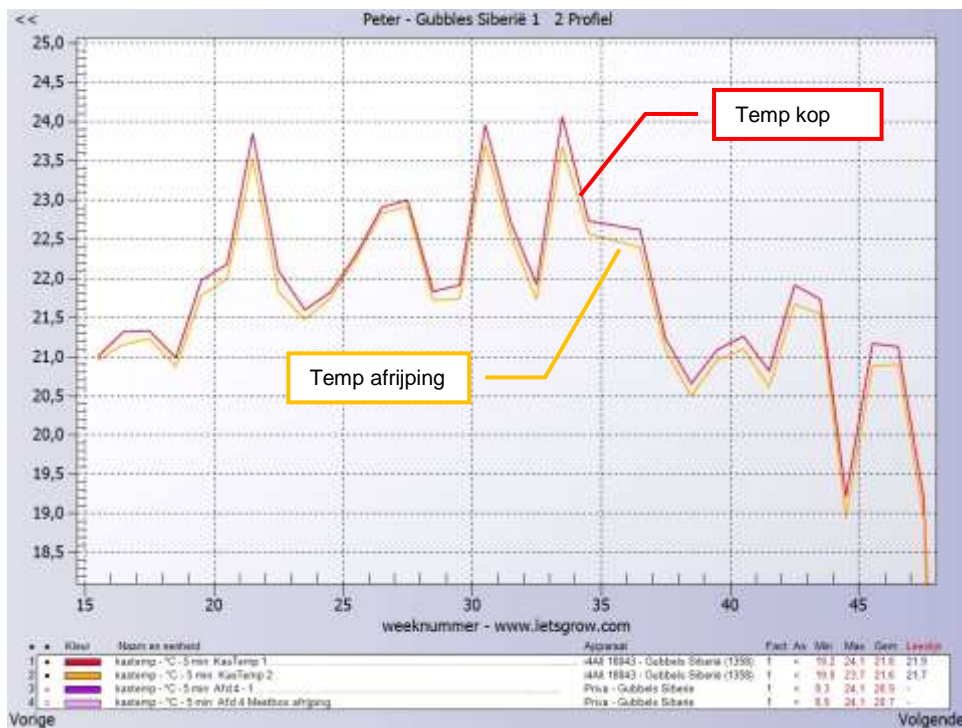
### Schermen, buistemperatuur en verticaal temperatuurprofiel

In de inleiding is genoemd dat de verwachting is dat door meer te schermen en minder te stoken het verticale temperatuurprofiel zal veranderen.

Voor 2012 zijn hieronder grafieken te zien van het verticale temperatuurprofiel in beide afdelingen.

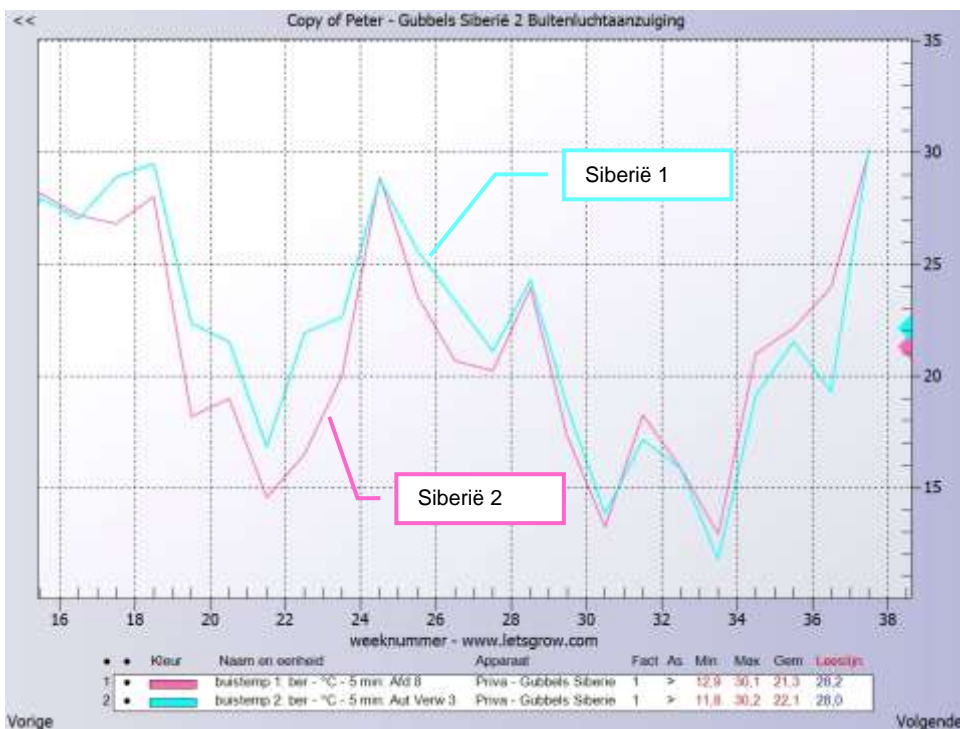


Figur 8 : Verticaal temperatuurprofiel Siberië 1 ( referentie )



Figur 9 : Verticaal temperatuurprofiel Siberië 2 ( buitenlucht )

Uit bovenstaande figuren 8 en 9 is af te leiden dat in Siberië 2 het temperatuurprofiel omgekeerd is ten opzichte van Siberië 1. De temperatuur bij de afrijpende vruchten is in Siberië 2 lager dan bij de kop van het gewas waar de zetting plaats vindt. In Siberië 1 is het temperatuurprofiel juist omgekeerd. De verschillen lijken klein maar een vruchttemperatuur 0,25 °C onder of 0,25 °C boven de koptemperatuur is toch een verschil van 0,5 °C. Dit verschil dag in, dag uit heeft wel degelijk een effect op de afrijpingssnelheid en de plantbalans. Een tragere afrijping waardoor een hogere plantbelasting ontstaat wordt niet als positief gezien. De verschillen hierboven beschreven zijn volgens de verwachting. In Siberië 2 is de afstand van de buis naar de vruchten veel hoger. Bovendien is de gerealiseerde buistemperatuur lager (figuur 6 en figuur 10).



Figuur 10 : Buistemperatuur gemiddeld per week

Bij bovenstaande temperatuurprofielen moet nog opgemerkt worden dat de gevolgde temperatuurstrategie in Siberië 2 heel anders is geweest dan in Siberië 1.

In figuur 6 en bijlage I en II is te zien dat in Siberië 2 de minimum nachttemperatuur ondanks een lagere buistemperatuur meestal veel hoger is. Dit verschil in minimum nachttemperatuur kan wel oplopen tot 2 à 3 °C. Blijkbaar heeft een beperkt aantal uren meer schermen toch grotere effecten dan gedacht.

### 4.1.3 Uitstraling en schermen

Uitstraling is een onderkend verschijnsel in de kasklimaatregeling. De afkoeling van de kop van het gewas is dan veel groter dan de kastemperatuur die door de meetbox gemeten wordt. Ook met een infra rood camera wordt bij een normale opstelling niet het effect van uitstraling op de temperatuur in de kop van het gewas gemeten. Hierdoor is men in de praktijk te weinig bewust van de invloed van uitstraling.

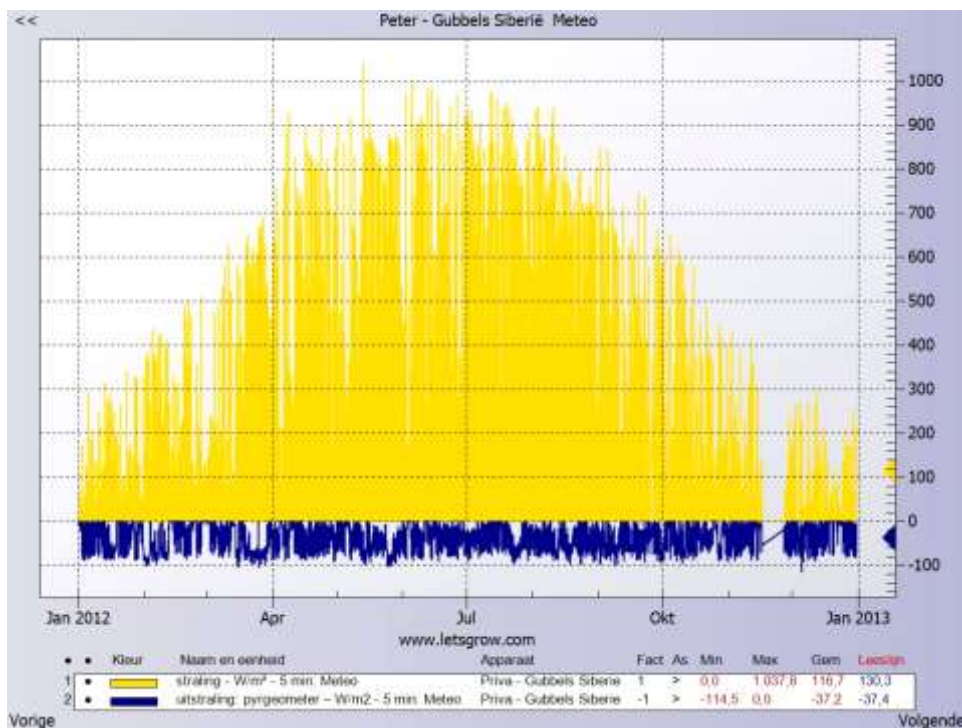
Door het gebruik van een pyrgeometer wordt allereerst het bewustzijn van de aanwezigheid van uitstraling verbeterd. In onderstaande figuur 11 is te zien dat de hoogte van uitstraling gedurende het hele jaar hetzelfde is, mits het onbewolkt weer is. Het maakt voor de hoogte van de uitstraling dus niet uit of het helder vriezend weer is ( februari 2012 ) of een heldere zomeravond tijdens een hittegolf ( augustus 2012 ).

Dit betekent dat ook na een zomerse dag de kop van het gewas sneller kan afkoelen dan de kaslucht. In de voornacht kan dus risico voor condensatie optreden in de kop in plaats van onderin het gewas! Daarnaast valt door het afkoelen van de kop van het gewas de verdamping heel snel stil en neemt de overdruk in het gewas snel toe door worteldruk.

Door bovenstaande effecten kunnen problemen ontstaan zoals mucor, binnenrot, neusrot, stengelfusarium, valse meeldauw, botrytis etc.

Het dubbele scherm bewijst ook zijn diensten om uitstraling voor de kop van het gewas op te vangen. Er kan namelijk ook uitstraling plaats vinden naar het enkele scherm als de temperatuur van het scherm laag is. Dit kan dan weer opgevangen worden door het tweede scherm ook te sluiten.

leerpunt 6



Figuur 11 : gemeten instraling en uitstraling in 2012

#### 4.1.4 Schermen in de zomer

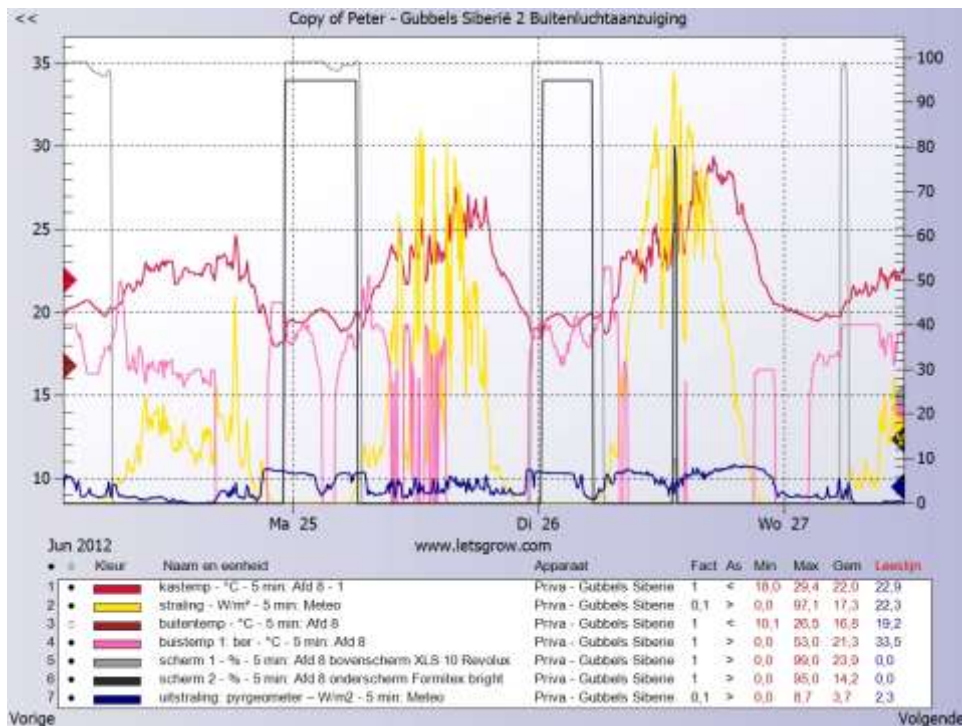
Door na zomerse dagen rond zonsondergang het scherm te sluiten wordt te snelle afkoeling van de kop van het gewas voorkomen. Ontvochtigen met buitenlucht biedt meer mogelijkheden om de luchtvochtigheid van de kaslucht onder het scherm te beheersen. Hierdoor kan in de zomer ook sneller en meer geschermd worden. Dit levert, naast de voordelen van het voorkomen van uitstraling door de kop van het gewas, ook een energiebesparing op door de warmte van de zon in de nacht te benutten.

Bij Gubbels Paprika zijn hier de volgende stappen in gezet :

In de zomer is dubbel geschermd, op momenten dat in Siberië 1 alleen enkel geschermd is. In figuur 12 is dit te zien op 24 – 27 juni 2012. Er wordt dan nog geen rekening gehouden met de uitstraling rond zononder.

Op 24 juni 2012 is te zien dat rond zononder de uitstraling hoog is maar het scherm nog niet gesloten wordt. De buistemperatuur neemt toe voordat de beide schermen gesloten worden.

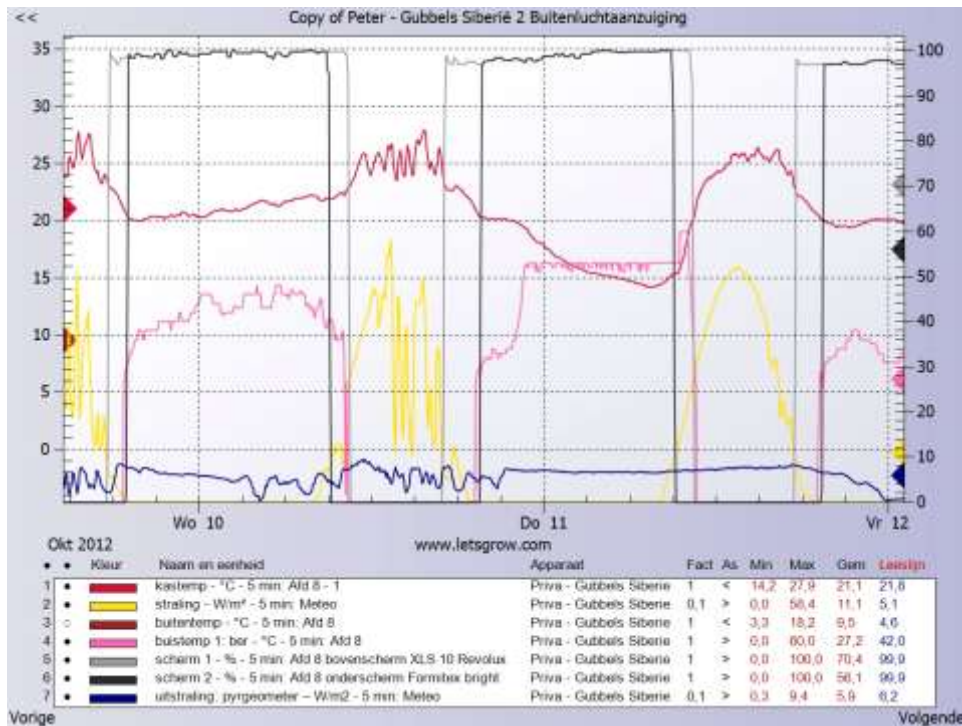
Op 25 juni 2012 gaan de schermen dicht op buisvraag. Ondanks dat op deze dag de uitstraling niet hoog is liggen hier mogelijkheden om energie te besparen door het scherm te sluiten bij een instraling van 200 Watt / m<sup>2</sup>. uur.



Figuur 12 : schermstrategie Siberië 1 in juni 2012

## 4.1.5 Schermen het najaar

Om te schermen vóór dat de kasttemperatuur gedaald is, is een duidelijke afwijking van de gangbare teeltstrategie bij de fa. Gubbels. Hiermee is wel ervaring opgedaan in oktober. De kop is dan uit het gewas en het einde van de teelt nadert. In figuur 13 is te zien dat op het moment van het sluiten van het eerste scherm de kasttemperatuur nog rond de 25 °C is. Het tweede scherm sluit op buisvraag.



Figuur 13 : schermstrategie Siberië 1 in oktober 2012

Vervolg stappen die gezet kunnen worden is om ook het tweede scherm te sluiten voordat er buisvraag is. De hoogte van de buitentemperatuur zou hier leidend in moeten zijn. Afhankelijk van de hoogte van de buitentemperatuur in de nacht wordt de gewenste kasttemperatuur bereikt. Tevens zijn de lekverliezen, en dus is de energiebesparing hoger, naarmate de buitentemperatuur lager is.

Er wordt nu ook nog met kieren gewerkt. Dit werkt temperatuur en vochtverschillen in de hand. Wanneer de schermen volledig gesloten zijn is het kasklimaat gelijkmatiger. Hierdoor kan een hogere luchtvochtigheid toegestaan worden zonder risico op condensatie.

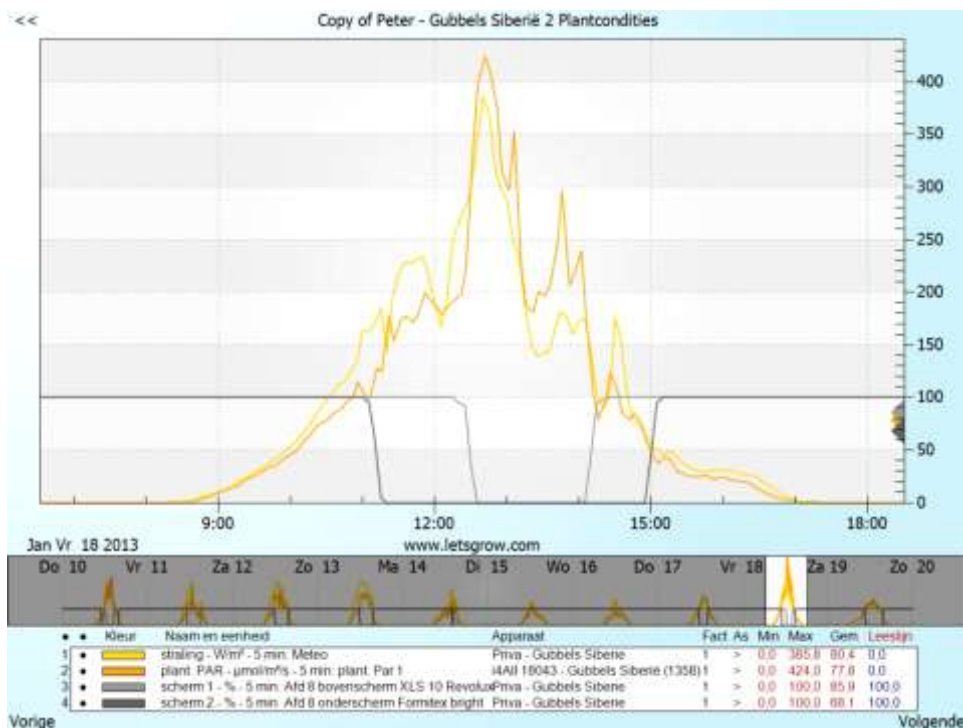
Hier liggen dus nog mogelijkheden om het kasklimaat te verbeteren en de energiebesparing te verhogen.

## 4.1.6 Schermen en licht

Wanneer de zon doorkomt in de winter heeft men snel het gevoel dat de schermen dan zo snel mogelijk open moeten. En bij het gebruik van een dubbel scherm wordt het tweede scherm zeker zo snel mogelijk geopend. In onderstaande figuur 14 is te zien dat dit helemaal niet zo veel effect heeft als vaak wordt gedacht. Als rond 11 uur ( de instraling is dan 150 Watt/m<sup>2</sup> . uur ) het eerste scherm geopend wordt neemt de gemeten hoeveelheid PAR licht in geringe mate toe. Pas als ook het tweede scherm geopend wordt ( 12.30 uur ) neemt het PAR licht wel sterk toe ten opzichte van de instralinglijn ( de orange lijn = PAR licht stijgt van onder naar boven de gele lijn = straling )

De conclusie is dus dat het tweede scherm , gezien het lichtverlies, bij lage buitentemperaturen veel langer dicht kan blijven. Onder de 100 – 150 Watt / m<sup>2</sup>.sec kunnen vanuit licht gezien beide schermen dicht blijven zodat met een lagere buistemperatuur een beter, minder schraal, klimaat gerealiseerd kan worden.

leerpunt 7



Figuur 14 : Effect schermen op PAR licht in de kas



## 4.2 Ontvochtigen met buitenlucht

### 4.2.1 Gerealiseerde vochtdeficiet en temperatuur in 2012

In de bijlagen I t/m III zijn in 2012 de verschillen in het gerealiseerde kasklimaat te zien.

Uit bijlage I en II zijn de volgende conclusies te trekken :

- In Siberië 2 is een andere temperatuurstrategie aangehouden.  
De minimum nachttemperatuur komt zelden onder de 18 °C. In Siberië 1 ( referentie ) ligt de gerealiseerde minimum nachttemperatuur in het voor- en najaar 2 – 3 °C lager en in de zomer 1 °C lager ( zie bijlage III ).
- In Siberië 2 is de kaslucht droger geweest tijdens de nachten.  
Voor de maanden mei, juni en juli geldt dit niet. ( dan verschilt het temperatuurverloop ook weinig )  
Met name in augustus, september en oktober wordt er duidelijk een verschil gemaakt.  
In Siberië 1 stijgt dan de luchtvochtigheid in de nacht regelmatig naar een vochtdeficiet onder de 1 gram / m<sup>3</sup> oftewel boven een RV van 95 %.  
In Siberië 2 worden deze grenzen nauwelijks overschreden. Dit kan verklaard worden doordat de temperatuur hoger is in combinatie met de mogelijkheid om met buitenlucht te ontvochtigen. ( zie bijlage IV )

leerpunt 8

### 4.2.2 Absoluut vochtgehalte en vochtbalans van de kas

Om de kaslucht te kunnen ontvochtigen met buitenlucht is het nodig dat de buitenlucht droger is dan de kaslucht. Hiervoor kan het beste gekeken worden naar het absoluut vochtgehalte dat uitgedrukt wordt in grammen vocht per kg lucht ( 1 m<sup>3</sup> lucht weegt ongeveer 1,2 kg ).

Om inzicht te krijgen naar het effect van Het Nieuwe Telen met buitenlucht kijken we naar de vochtbalans van de kas.

De aanvoer van vocht in de kaslucht vindt plaats door verdamping van het gewas ( en eventueel uit de potgrond of kasgrond ).

De afvoer van vocht uit de kaslucht vindt plaats door condensatie tegen het kasdek of uitwisseling met buitenlucht. Dit kan zijn door luchten of het inblazen van buitenlucht.

Door gebruik te maken van het inblazen van buitenlucht snijdt het mes aan twee kanten :

- De aanvoer van vocht door verdamping wordt minder omdat voor vochtbeheersing niet meer of minder gestookt hoeft te worden. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat hoe harder geblazen wordt, de verdamping weer toeneemt.
- De afvoer van vocht vindt plaats door drogere buitenlucht in te blazen. Hierdoor kan meer geschermd worden waardoor het energiegebruik daalt.

*Voor meer achtergrondinformatie over de natuurkundige achtergronden van klimaatregelen, en dus ook de vochtbalans van de kas wordt verwezen naar : rapport GTB-1185 Natuurkundige analyse van de vocht- en energie balans van een tuinbouwkas geschreven door P.A. van Weel en J.O. Voogt uit 2012.*

Het effect van het inblazen van buitenlucht is afhankelijk van een aantal factoren :

- Het aantal  $\text{m}^3$  buitenlucht die ingeblazen kan worden, met andere woorden de capaciteit van de installatie. Deze bedraagt bij Gubbels Paprika  $4,5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{uur}$  bij maximale belasting. Echter bij een capaciteit boven de 70 % (  $3,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{uur}$  ) nemen de stroomkosten sterk toe. Het aantal  $\text{m}^3$  buitenlucht die ingeblazen wordt kan gestuurd worden met de ventilatorcapaciteit en de klepstand die de verhouding kaslucht en buitenlucht regelt.
- Het verschil in het absolute vochtgehalte van de kaslucht en de buitenlucht. Hoe groter de capaciteit van de installatie, hoe kleiner het verschil in absoluut vochtgehalte dus kan zijn om toch voldoende te kunnen ontvochtigen. Dan is dus de installatie in meer situaties in staat om voldoende te ontvochtigen en kan er dus meer geschermd worden. De capaciteit van de installatie bepaalt dus mede de mogelijkheden voor energiebesparing.

In figuur 15 is het verloop van het absolute vochtgehalte gemiddeld per nacht in de kaslucht en de buitenlucht in 2012 te zien. Tussen januari en mei is dit verschil constant ongeveer  $6 \text{ gram m}^3$ . Na mei wordt het verschil in absoluut vochtgehalte snel kleiner om vervolgens na half september weer te stijgen. Hierbij valt nog op dat het vochtgehalte in de kaslucht vrijwel gedurende het hele seizoen constant is. Het verschil wordt dus hoofdzakelijk bepaald door het Absoluut Vochtgehalte van de buitenlucht. En deze is weer sterk gecorreleerd aan de buitentemperatuur.

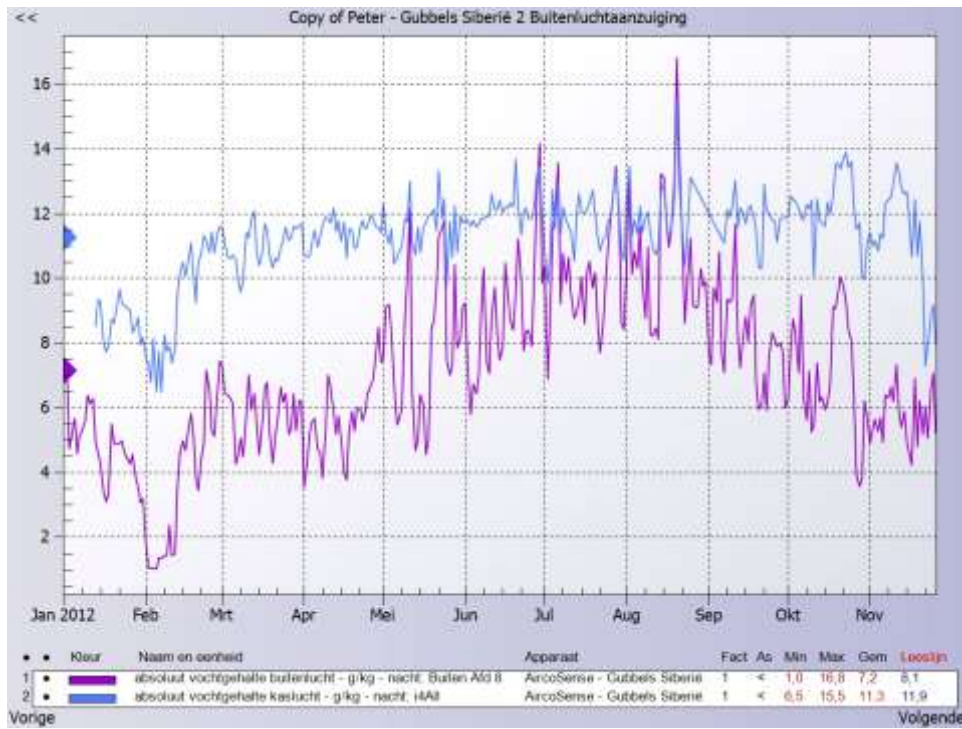
### 4.2.3 Regeling van de vochtbalans van de kas

Uitgaande van de situatie van Gubbels Paprika met een inzet van een capaciteit tussen  $3 \text{ à } 4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{uur}$  en een verdamping van het gewas van  $20 \text{ gram} / \text{m}^2 \cdot \text{uur}$  is een verschil nodig van minimaal  $4 \text{ gram} / \text{m}^3$  ( =  $4.8 \text{ gr} / \text{kg}$  ) . Tussen half juni en half september komen er dus regelmatig momenten voor dat de ontvochtigingscapaciteit te kort schiet om de vochtbalans van de kas gedurende de nacht in evenwicht te houden.

Een lagere inzet van de buis, waardoor de aanvoer van vocht beperkt wordt, vormt een mogelijkheid om de vochtbalans ook in deze situaties in evenwicht te houden. Hierdoor kan het scherm meer uren gesloten blijven en dus het energieverbruik verder verlaagd worden.

In bijlage IV is te zien dat de capaciteit van de ventilatoren die is ingezet tussen de 50 en 60 % ( =  $2,3 - 2,7 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{uur}$  ) heeft gelegen. Dat betekent dat door de ventilatorcapaciteit te verhogen ook nog ruimte zit om in de zomermaanden de vochtbalans van de kas in evenwicht te houden onder gesloten schermen.

In een volgende stap kan de uitwisseling met buitenlucht in eerste instantie vergroot worden door boven het scherm te gaan luchten. Als dat onvoldoende is kan er voor gekozen worden om de kastemperatuur iets te verhogen zodat het verschil in absoluut vocht met de buitenlucht weer groter wordt. Als de temperatuur te veel hiervoor verhoogd moet worden volgt een zeer kleine kier in het scherm om extra vocht af te voeren zonder temperatuurverschillen te creëren. Als dat nog niet effectief genoeg is volgt openen van het scherm. Op die momenten kan dan geen energie meer bespaard worden.



Figuur 15 : Absoluut Vochtgehalte gemiddeld per nacht voor de Kaslucht en de Buitenlucht in 2012

## 4.2.4 Monitoring van de vochtbalans van de kas

Om de vochtbalans van de kas te monitoren kan het beste gekeken worden naar het absoluut vochtgehalte van de kaslucht. De vochtbalans van de kas is in evenwicht ( de afvoer is gelijk aan de aanvoer ) als het absoluut vochtgehalte van de kaslucht constant blijft.

Het Vochtdeficiet en de Relatieve luchtvochtigheid zijn niet geschikt om de vochtbalans van de kas te monitoren omdat ze ook variëren als gevolg van de temperatuur.

Te illustratie een voorbeeld in figuur 16.

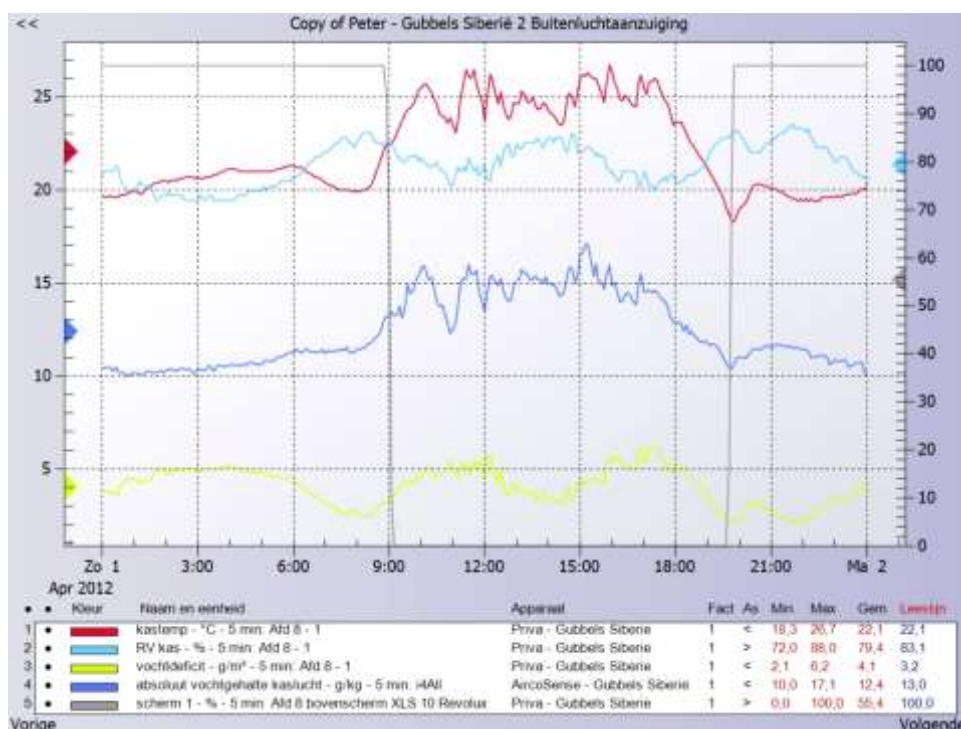
Rond het openen van het scherm neemt het VD toe en de RV af terwijl de lucht meer vocht gaat bevatten : per kg kaslucht stijgt het absoluut vochtgehalte van 11 naar 16 gram.

In de namiddag zien we de omgekeerde trend : de kaslucht wordt droger omdat het absoluut vochtgehalte daalt van 15 naar 10 gram vocht / kg kaslucht. Dit gaat samen met juist een daling van het Vocht Deficiet en een stijging van de RV.

Tussen 6 en 8 uur kun je dus op het verkeerde been gezet worden als je naar het VD kijkt om de werking van het inblazen van buitenlucht te beoordelen. De vochtbalans van de kas is in evenwicht omdat het Absoluut Vochtgehalte constant blijft. Het vochtdeficiet daalt en de RV stijgt echter als gevolg van een dalende kastemperatuur.

leerpunt 9

Hiermee is duidelijk dat met nieuwe technieken ook een nieuwe manier van monitoren geïntroduceerd wordt die ook vraagt om gewenning.



Figuur 16 : verloop Absoluut Vochtgehalte, Vocht Deficiet en Relatieve Luchtvochtigheid

## 4.2.5 Fasen voor ontvochtigen met buitenlucht in het teeltseizoen

In de paprikateelt kunnen verschillende fasen in de teelt onderscheiden worden voor de inzet van het ontvochtigen met buitenlucht. Zie hiervoor ook bijlage IV.

Deze fasen zijn bij Gubbels Paprika in 2012 :

leerpunt 10

- Fase 1 : Start van de teelt ( december – februari ) :
  - Dubbel schermen
  - Alleen midden op dag 1 scherm openen
  - Geen buitenlucht inblazen

In de fase dat het gewas nog klein is en er hard gestookt moet worden om de temperatuur te realiseren, is de luchtvochtigheid eerder te laag, maar zeker niet te hoog. Ondanks dat in deze fase de twee schermdoeken gesloten zijn hoeft er niet ontvochtigd te worden. Wel wordt de installatie gebruikt voor luchtbeweging ter voorkoming van een dood klimaat ( aangezien er geen ventilatoren boven het gewas aanwezig zijn.) Zolang de kaslucht nog erg droog is moet in deze fase de ventilatorcapaciteit niet onnodig hoog ingesteld worden omdat dan de jonge planten door te veel luchtbeweging te veel uitdrogen. Een tweede reden om met de slurven de kaslucht te recirculeren is om temperatuurverschillen te verkleinen. De aansturing van de ventilatorcapaciteit vindt in deze fase plaats op basis van het temperatuurverschil tussen de twee meetboxen in een rij ( meetbox 8-1 en 8-2 ).

Zo lang er geen buitenlucht bijgemengd wordt is er geen overdruk in de kas.

- Fase 2 : Eind februari – half maart :
  - Alleen midden op de dag gaan beide schermen open.
  - Start vochtbeheersing met buitenlucht inblazen
  - Er wordt alleen gelucht om te hoge overdruk te voorkomen.

Vanaf eind februari is in 2012 begonnen met actief buitenlucht ingeblazen. Tot half maart liggen de dubbele schermen nog vrij veel dicht. Alleen midden op de dag worden ze geopend. De verdamping van het gewas is inmiddels zo hoog dat actief ontvochtigen nodig is. In deze fase is de verdamping ,bij instraling lager dan  $200 \text{ Watt} / \text{m}^2$  ), afhankelijk van de luchtvochtigheid en de snelheid van de luchtbeweging.

Er kan dus energie bespaard worden door naar een lagere maximum dagtemperatuur te stoken, zonder dat het gewas minder actief is.

De aansturing van de ventilatorcapaciteit en bijmenging van buitenlucht vindt plaats op basis van het vochtdeficiet. Gezien de opmerkingen in de voorgaande paragraaf zou dit beter op basis van het verschil in het absoluut vochtgehalte van de kaslucht en de buitenlucht kunnen gebeuren. De automatisering is helaas nog niet zo ver.

In bijlage VI.3 is te zien dat er een sterke relatie is tussen de buitentemperatuur en het absoluut vochtgehalte van de buitenlucht. Daarom kan als compromis de buitentemperatuur als invloed gebruikt worden voor de mate van ontvochtiging met buitenlucht. De meest rustige regeling is dan om de klepstand op een vast % buitenlucht te zetten en dan de ventilatorcapaciteit te variëren.

- Fase 3 : Eind maart - eind mei zolang de buitentemperatuur laag is
  - Start luchten overdag
  - Vochtbeheersing met buitenlucht
    - 3a : Op zonnige dagen alleen in de nacht
    - 3b : Op donkere dagen zowel overdag als in de nacht

Op donkere dagen biedt ontvochtigen met buitenlucht kansen overdag om de etmaaltemperatuur te drukken terwijl de verdamping van het gewas, zonder temperatuurverhoging, toch op peil gehouden wordt. Afvoer van vocht kan dan geforceerd plaats vinden door middel van overdruk. De strategie om overdag altijd een korte tijd op te stoken om de 20-21 °C te realiseren kan hiermee verlaten worden. Dit levert dan tevens ook een energiebesparing op.
- Fase 4 : Eind mei – eind augustus
  - Buitentemperaturen en instraling stijgen zodat er overdag ruim gelucht moet worden
  - Onder deze omstandigheden wordt alleen ontvochtigd met buitenlucht
    - in de nacht als de raamstand laag is en/of de schermen gesloten zijn
    - in de ochtend als de instraling en de raamstand nog beperkt is.
- Fase 5 : september – einde teelt
  - In de nacht worden de twee schermen weer ruim ingezet
  - Overdag neemt instraling af en wordt weinig gelucht

Ontvochtigen met buitenlucht vindt dan voornamelijk in de nacht plaats als de schermen gesloten zijn. Naarmate het einde van de teelt nadert en de instraling verder af neemt wordt ook weer steeds meer overdag ontvochtigd met inblazen van buitenlucht.

### 4.3 Gelijkmaticheid van het kasklimaat

Voor de fa Gubbels Een is belangrijke reden om te investeren in het inblazen van buitenlucht via slurven het bereiken van een gelijkmatiger klimaat in de kas. Dit levert een gelijker gewas op dat minder onderhevig aan klimaatschokken. Dit moet een hogere opbrengst en een betere kwaliteit opleveren.

Hoe groter de temperatuurverschillen zijn in een kas, hoe groter het risico is dat er condensatie plaats vindt en de vruchten natslaan. Zwelscheuren, neusrot en binnenrot kunnen het gevolg zijn.

Omgekeerd geldt ook dat hoe kleiner de temperatuurverschillen zijn, een hogere luchtvochtigheid toegestaan kan worden. Met andere woorden, hiermee worden de mogelijkheden voor schermen, en dus energiebesparing, ook weer groter. Kleinere temperatuurverschillen vergroot de inzetbaarheid van de ontvochtigingsinstallatie.

Inblazen van buitenlucht wordt snel in verband gebracht met het creëren van overdruk waardoor temperatuurverschillen voorkomen worden. Onder onderzoekers is geen overeenstemming of dit verband er werkelijk is. In kassen waar ontvochtigd wordt met buitenlucht gebeuren namelijk nog meer zaken anders. Het volledig sluiten van schermen die in nieuwe kassen veel nauwkeuriger aansluiten op de zijgevel, in combinatie met goed geïsoleerde gevels en een goede gevelverwarming wordt ook wel als belangrijkste oorzaak genoemd.

Afgelopen winter zijn niet alleen bij Gubbels Paprika, maar op meerdere bedrijven waar buitenlucht ingeblazen wordt, de temperatuurverschillen toch teleurstellend groot geweest. Overdruk creëren is dus niet zaligmakend voor het creëren van een gelijkmatig klimaat. Dat was aanleiding om de oorzaken van temperatuurverschillen in een kas eens goed onder de loep te nemen. Daarbij was de conclusie dat met de nieuwe technieken wel 5 nieuwe handvaten meer aanwezig zijn, maar dat er nog zeer veel meer factoren zijn die een veel grotere invloed hebben :

leerpunt 11

Factoren van invloed op horizontale klimaatverschillen zijn in 4 categorieën te verdelen :

1 : aanleg en gebruik van de verwarming

- Doorstroomsnelheid groot genoeg zodat verschil watertemperatuur tussen aanvoer en retourwater kleiner is dan 20 °C.
- Goed gedimensioneerde gevelverwarming. Aparte aansturing voor elke gevel is nodig om kouval vanaf de gevel te voorkomen op moment dat de buisrail verwarming minder ingezet wordt.

2 : buitenklimaat

- Naarmate het verschil tussen de kastemperatuur en de buitentemperatuur groter is, worden de temperatuurverschillen in de kas groter
- Windsnelheid en windrichting
- Instraling

### 3 : inrichting kas

- Grond horizontaal egaliseren voorkomt dat koude lucht naar laagste punt kan zakken
- Nokschotten om de 40 – 50 meter om kouval boven het scherm te onderbreken ( bij Gubbels Paprika niet aanwezig ).
- Goede aansluiting van de schermen op de gevel om kouval bij de gevel te voorkomen
- Gevel opbouwen met goed isolerende materialen.
- Onderbreken trek van kaslucht onder de goten. Bij Gubbels Paprika zorgen de slurven hiervoor. Alternatief is om per kap een plastic folie te spannen.
- De bodemgesteldheid : als in een kas de bodemgesteldheid ( grondsoort, dichtheid , b.v. gedempte stroken ) voorkomen is het vermogen om warmte op te nemen en af te staan ook verschillen. Dit kan temperatuurverschillen creëren. Dit effect zal met name in de nacht merkbaar zijn, als de kasbodem warmte af staat aan de kaslucht, en in het voorjaar als de kasbodem opgewarmd moet worden.
- Bodemisolatie : op bovenstaand punt doorredenerend zou bodemisolatie bij kunnen dragen om temperatuurverschillen in de kas te voorkomen. In de proeven van Het Nieuwe Telen van aardbei ( rapport GTB-1036 ) is in ieder geval aangetoond dat bodemisolatie wel bijdraagt aan energiebesparing.

### 4 : klimaatregeling

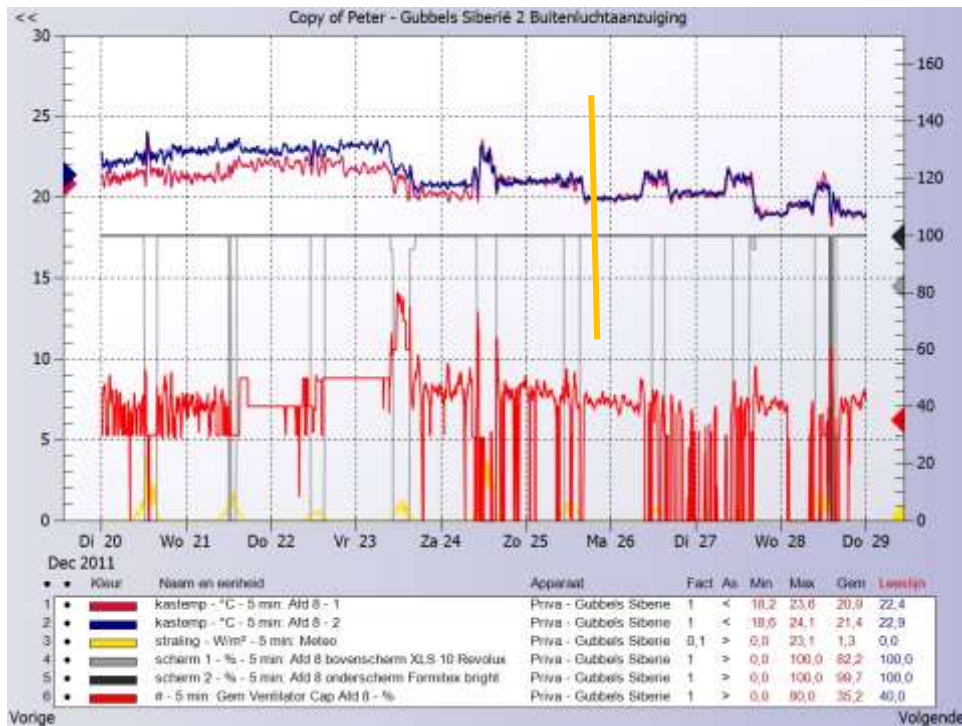
- Schermgebruik : volledig gesloten scherm draagt bij aan het beperken van temperatuurverschillen. Kieren is daarom niet positief.
- Raamstand
- Ventilatoren boven in de kas : horizontaal of verticaal
- HNT met Buitenlucht
  - Meer mogelijkheden voor schermen zonder kieren
  - Meer mogelijkheden voor dubbel schermen
  - Uitblaasttemperatuur : naarmate de uitblaasttemperatuur meer afwijkt van de kastemperatuur worden de temperatuurverschillen vergroot. De koudere of warmere lucht heeft alleen effect over de eerste meters vanaf het inblaaspunt.
  - Ventilatorcapaciteit : hoe harder de lucht ingeblazen wordt, hoe kleiner de temperatuur verschillen
  - Overdruk : dit geldt alleen als er buitenlucht ingeblazen kan worden en de raamstand zeer beperkt is. ( zie de opmerkingen hierboven )

leerpunt 12



## Ad 1 : verwarming

De basis voor een gelijkmatige temperatuurverdeling is de aanleg en gebruik van de verwarming. In het kader van energiebesparing werd bij Gubbels Paprika gestreefd naar een zo laag mogelijke retourtemperatuur zodat het rendement van de condensor van de WKK verhoogd wordt. Dit had tot gevolg dat de door het grote verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur er temperatuurverschillen van 1,5 °C ontstonden tussen de twee meetboxen over 80 meter afstand in één rij. Door de doorstroomsnelheid te verhogen werd dit temperatuurverschil nihil. Zie figuur 17.

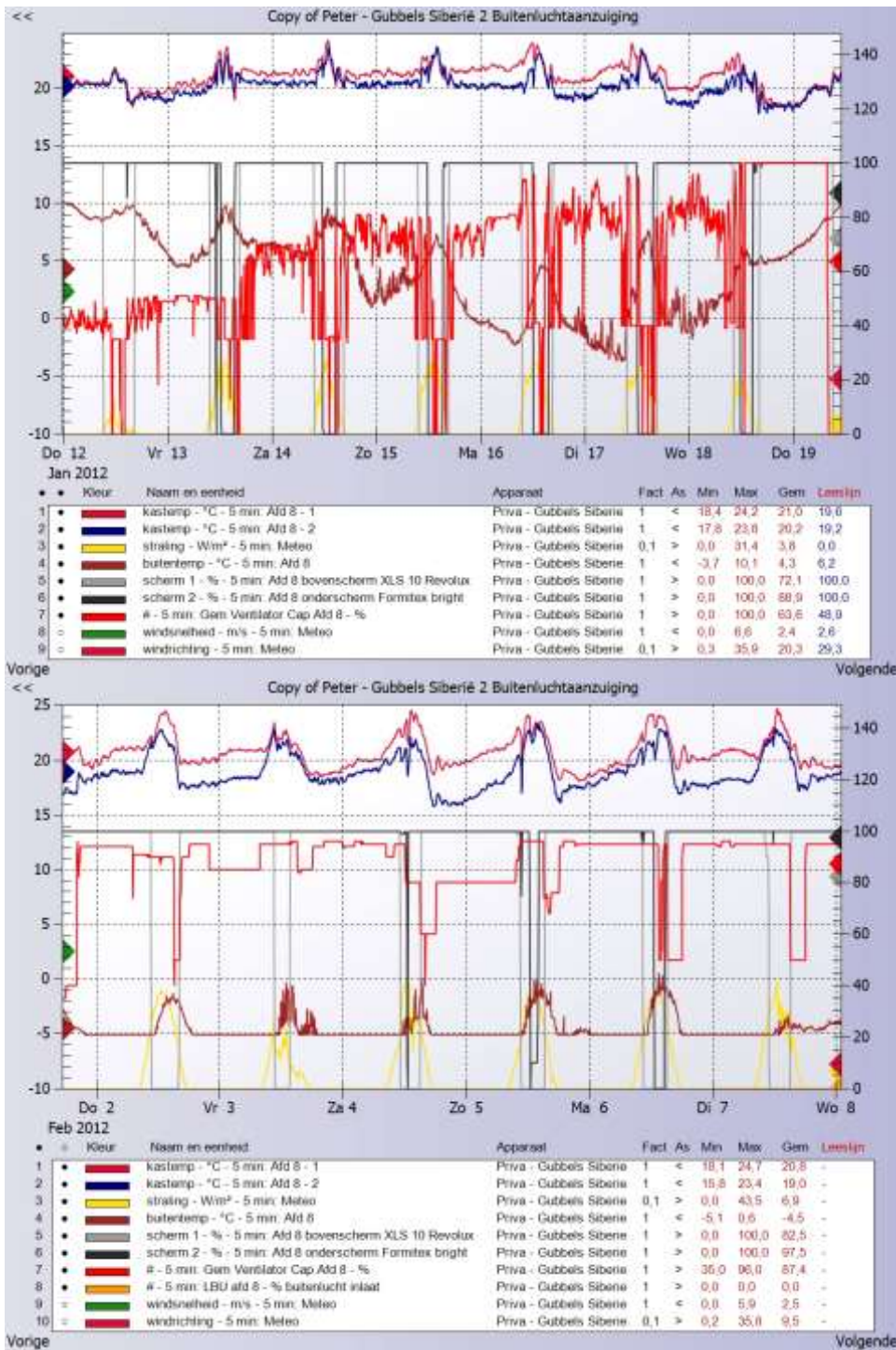


Figuur 17 : temperatuur verdeling met lage en hoge doorstroomsnelheid van het verwarmingswater

## Ad 2 : Buitentemperatuur

Naarmate het verschil tussen de kasttemperatuur en de buitentemperatuur groter is, worden ook de horizontale temperatuurverschillen in de kas groter. In het rapport GTB-1097 is ook bij Het Nieuwe Telen bij Vereijken geconstateerd dat wanneer de buitentemperatuur onder de 10 °C zakt de horizontale temperatuurverschillen oplopen van 0,5 °C naar 1 °C. Ook bij Gubbels Paprika was een daling van de buitentemperatuur in januari en februari 2012 ( zie onderstaande figuur 18 ) de oorzaak van het vergroten van horizontale temperatuurverschillen. In bijlage VII een zijn nog een aantal dagen in detail te zien.

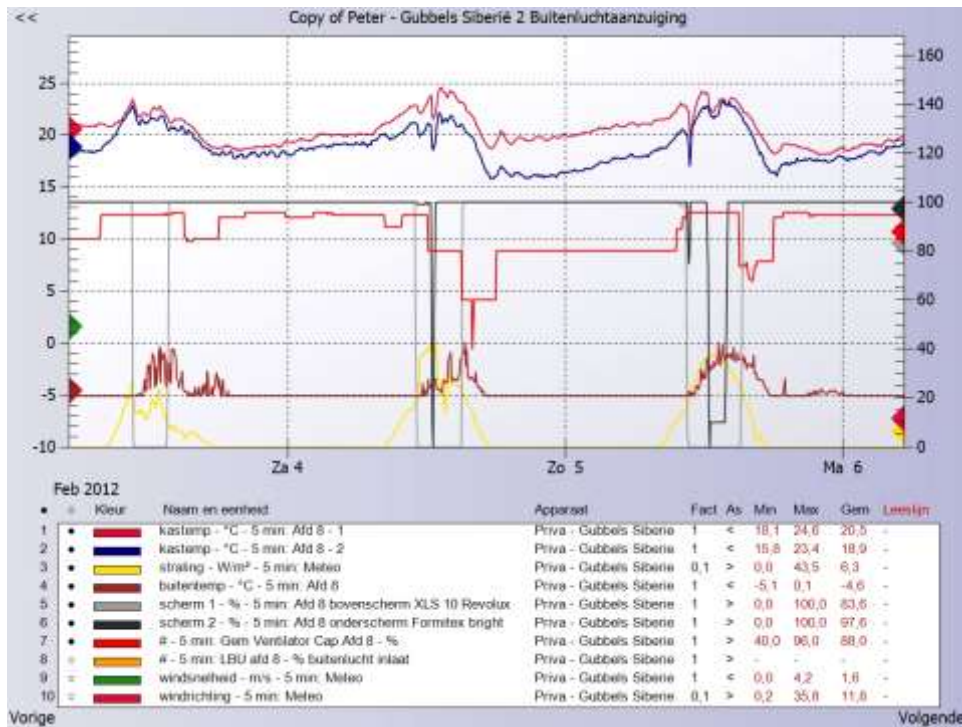
Op het moment dat op 12 januari de buitentemperatuur daalt van 10 °C naar 5 °C neemt het verschil met de kasttemperatuur toe van 10 °C naar 15 °C. Hierdoor ontstaan temperatuurverschillen tussen de meetboxen 8-1 en 8-2 ( op 80 meter afstand in de rij ) van 1 °C. Dit temperatuurverschil neemt toe wanneer de buitentemperatuur verder daalt naar 0 °C. Ondanks dat de ventilatoren op een hoger toerental gaan draaien ( 50 % naar 80 % ) nemen de horizontale verschillen toe tot 2,5 °C. Als in begin februari een vorstperiode intreedt, en de buitentemperatuur nog verder zakt naar – 5 °C, nemen de horizontale temperatuurverschillen nog meer toe tot 3,5 °C. Zelfs 2 volledig gesloten schermen en het verhogen van de ventilatorcapaciteit naar 80 à 85 % kunnen dit niet voorkomen.



Figuur 18 : Temperatuurverschillen en Buitentemperatuur

#### Ad 4.1 : Temperatuurverschillen en Ventilatorcapaciteit

In figuur 19 is te zien dat bij een ventilatorcapaciteit van 80 % de horizontale temperatuurverschillen groter zijn dan bij een ventilatorcapaciteit van 95 %. In de nacht van 4 op 5 februari ligt de ventilatorcapaciteit lager dan de nacht ervoor en de nacht er na. Het horizontale temperatuurverschil loopt daardoor op van 1 °C naar 3 °C.



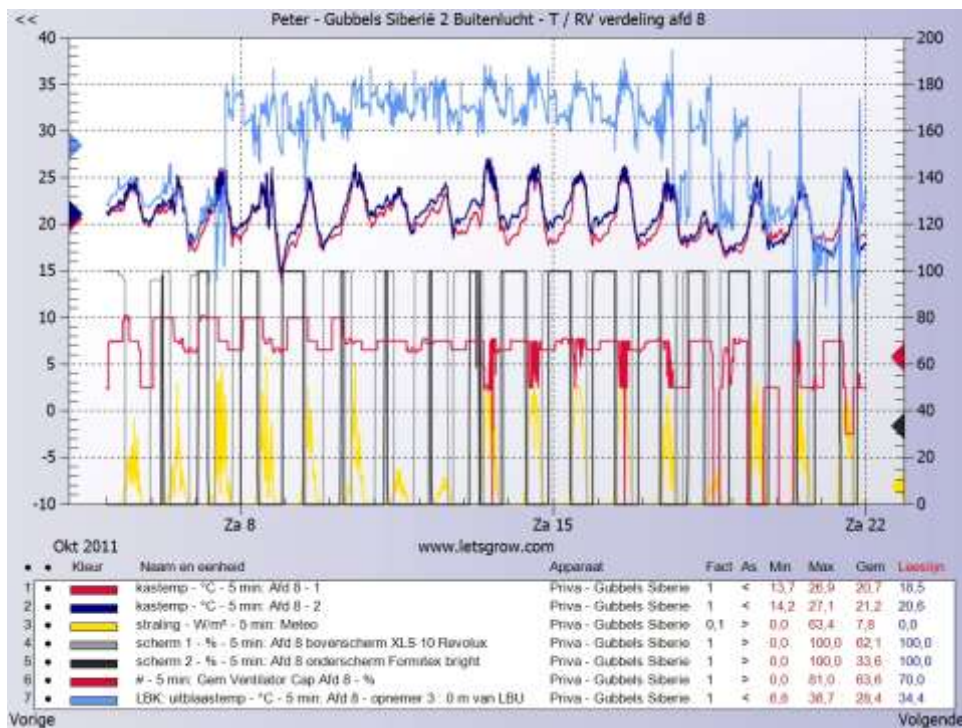
Figuur 19 : Temperatuurverschillen en ventilatorcapaciteit

#### Ad 4.2 : Temperatuurverschillen en Uitblaasttemperatuur

In oktober 2011 is geëxperimenteerd met een uitblaasttemperatuur ( lichtblauwe lijn ) 10 °C boven de kasttemperatuur in te stellen. In figuur 20 is het effect te zien op het temperatuurverschil tussen meetbox 8-1 en 8-2.

Meetbox 8-2 ( donkerblauwe lijn ) hangt 40 op meter afstand van de gevel waar de lucht ingeblazen wordt. Meetbox 8-1 ( rode lijn ) hangt op 120 meter van de gevel. De ventilatorcapaciteit varieert niet veel in deze periode ( orange lijn ) ; van 70 – 80 %.

Volgens verwachting wordt in de meetbox 8-2 een hogere temperatuur gemeten. Overdag is de temperatuur 0,5 °C hoger, in de nacht loopt dit verschil op tot 2,5 °C. Dit is het bewijs dat de lucht zeer snel warmte ( en kou ) af staat. Onder koude omstandigheden kan hier gebruik van gemaakt worden zodat de kou van de gevel opgevangen wordt. Maar het is uiteraard energiezuiniger om deze kouval vanaf de gevels te voorkomen door deze goed te isoleren ( steggdoppel of isolerende platen tot de hoogte van de goot ). Het belang van een goed gedimensioneerde gevelverwarming, die apart aangestuurd kan worden voor elke gevel, is al eerder aan de orde geweest.



Figuur 20 : Temperatuurverschillen en uitblaasttemperatuur

## 4.4 Worteltemperatuur

Bij de hypothesen in hoofdstuk 3.1.4 is aangegeven dat er 2 effecten door elkaar spelen ; de snelheid van het volgen van de ruimtetemperatuur en de afstand tussen de verwarming en de mat. Doordat in de teelt in de twee kassen een verschillende ruimtetemperatuur is aangehouden is nog geen conclusie te trekken wat het gevolg is van de systeemkeuze : hangende goten ten opzichte van matten direct op de grond.

De monitoring van de worteltemperatuur is samengevat in bijlage IX. Hierin is de optelsom van alle effecten te zien. Hieruit komen toch een aantal grote verschillen in gerealiseerde worteltemperaturen naar voren :

- Vergelijk gerealiseerde worteltemperatuur ( bijlage IX.1 ).  
De worteltemperatuur in Siberië 2 is 1 °C hoger geweest in de eerste 18 weken van 2012. De grotere afstand van de buisrail en de lagere buistemperaturen zijn dus ruimschoots gecompenseerd door het realiseren van hogere kasttemperaturen. Alhoewel dit moeilijk visueel was vast te stellen moet dit een snellere wortelontwikkeling in de start van de teelt tot gevolg hebben.
- Het volgen van de kasttemperatuur door de mattemperatuur (bijlage IX.2 ).  
De matten op de goten volgen de kasttemperatuur sneller dan de matten op de grond. Dit effect blijft de hele teelt aanwezig. In bijlage IX.2 is te zien dat bij de matten op goten het verschil tussen maximum en minimum mattemperatuur het hele jaar door groter is. leerpunt 13
- Het verschil tussen de worteltemperatuur en de kasttemperatuur ( bijlage IX.3 ).  
Het patroon van het verschil tussen de worteltemperatuur en de kasttemperatuur verloopt in beide kassen totaal anders. leerpunt 14  
Bij de start van de teelt is in Siberië 2 de mattemperatuur gelijk aan de kasttemperatuur terwijl in Siberië 1 de mat 1 – 1,5 °C warmer dan de kasttemperatuur. De ligging naast de warme buizen heeft dus meer invloed dan de ligging op de koude kasgrond. Vanaf week 12 is in beide kassen de mattemperatuur 1 – 1,5 °C hoger dan de kasttemperatuur. Na week 30 af ligt in Siberië 2 met hangende goten de mattemperatuur ongeveer gelijk aan de kasttemperatuur . In Siberië 1 met de matten op de grond blijft de mat ook in het najaar warmer dan de kaslucht. De ligging van de buis naast de mat en de nalevering van warmte door de kasgrond kunnen hiervan de reden zijn.

## 5 Gewasreacties

In hoofdstuk 3 zijn hypothesen opgesteld voor mogelijke gewasreacties in Siberië 2 ten opzichte van de standaard situatie in Siberië 1. Om dit te monitoren is een uitgebreide gewasregistratie bijgehouden in 2011 en 2012.

Echter, in de tabel in hoofdstuk 2 is te zien dat niet alleen de kasuitrusting verschilt, maar dat er ook grote verschillen zijn in de gevolgde teeltstrategie. Vier weken verschil in planttijdstip in 2011 en een ander ras in 2012 zijn belangrijke verschillen. Daarnaast zijn andere temperatuurstrategieën (bijlage IX.1) gevolgd, met name in 2012, en is het verloop in plantbelasting, door verschillen in teeltmaatregelen, in beide jaren totaal verschillend geweest. Dat maakt het vergelijken van plantreacties als gevolg van systeemkeuze en kasinrichting zeer moeilijk, zo niet onmogelijk. Toch zijn er ervaringen opgedaan die interessant genoeg zijn om te benoemen.

In bijlage VIII is een samenvatting van de teelt opgenomen. Hieruit valt op :

### 5.1 Productie en uitgroeiduur

- 4 weken later planten, levert maar 1 week later oogsten op in 2011. Uit energie oogpunt is later planten dus ook aantrekkelijk. Eerder onderzoek van Wageningen Universiteit wordt hiermee in de praktijk bevestigd.
- In 2012 wordt zelfs met 2 weken later planten de oogst 1 week eerder gestart. Dit is het gevolg van een ander ras, Davos ten opzichte van Viper, maar zeker ook van een andere temperatuurstrategie.  
Davos heeft in Siberië het hele jaar door een snellere uitgroeiduur gerealiseerd van 1 à 2 weken ten opzichte van Viper in Siberië 1.  
Tot week 16 is de etmaaltemperatuur in Siberië 2 beduidend hoger geweest (tot 1,5 °C hoger) dan in Siberië 1. (zie bijlage IX).  
In Siberië 2 is de buistemperatuur lager geweest, maar de minimum nachttemperaturen in het voor- en najaar zijn wel hoger geweest. (bijlage III)
- In 2011 heeft door 4 weken later planten en 3 weken korter telen geleid tot ruim 10 % lagere kg productie in Siberië 2 (beide Viper).
- In 2012 heeft 2 weken later planten, maar met een gelijke teeltperiode van 50 weken, geleid tot 6 % hogere kg productie (Davos in Siberië 2 ten opzicht van Viper in Siberië 1).

## 5.2 Plantbelasting

Het verloop van de zetting en plantbelasting is in zowel in 2011 als in 2012 totaal anders geweest in Siberië 2 ten opzichte van Siberië 1. ( bijlage X )

- 2011 :  
Het meest cruciale is de zettingspiek in week 11 waardoor de plantbelasting in korte tijd enorm stijgt in Siberië 2. Dit levert echter geen productievoordeel op in week 18-19, zowel in stuks als kg. Het gewas is hierdoor uit balans geraakt waardoor er weinig groei in de kop overbleef. Door in week 19 – 24 de nachttemperatuur te verhogen is de groei weer toegenomen maar dit is tevens samengegaan met een erg lage zetting in deze weken. Dit is, naast een kortere teeltduur, mede een verklaring waarom de productie lager uitgevallen is.
- 2012 :  
Mede door het aanhouden van een hogere temperatuur loopt de plantbelasting in Siberië 2 minder snel op. Daardoor is het gewas beter in balans gebleven. Met name rond week 14 was dit verschil een groot voordeel ; door een plantbelasting van 23 vruchten in Siberië 2 ten opzichte van 31 vruchten in Siberië 1, bleef het gewas veel beter in balans tijdens deze donkere periode. Hierdoor is de zetting en de plantbelasting in de rest van het jaar veel regelmatig blijven verlopen. Deze teeltstrategie en de uitrusting met dubbele schermen en inblazen van buitenlucht is een zeer goede combinatie.

## 5.3 Kwaliteit

- Vruchtgewicht  
In 2011 zijn geen belangrijke verschillen geconstateerd in de kwaliteit. Er is wel een korte tijd pitting opgetreden, maar niet met duidelijke verschillen tussen de afdelingen. Het vruchtgewicht is helaas niet eenduidig geregistreerd. Waarschijnlijk zijn de vruchten uit de zettingsgolf wel lichter geweest omdat er geen verschil in kg productie is opgetreden. In 2012 zijn de vruchtgewichten uit de 2 afdelingen vergelijkbaar geweest, tussen de 180 en 200 gram per vrucht. De langzamere opbouw van de plantbelasting en de regelmaat in zetting heeft er blijkbaar aan bijgedragen dat Davos in vruchtgewicht Viper ( bekend om de grove vruchten ) heeft kunnen bijhouden.
- Binnenrot  
Gezien de brede problematiek in 2012 met binnenrot in de paprika's is dit bij de fa Gubbels maar in geringe mate aan de orde geweest. Mogelijk kan hier een verband liggen met het hoge aantal schermuren in de nacht. Hierdoor zijn de koppen van de gewassen niet snel afgekoeld , waardoor de worteldruk minder snel is opgebouwd, en dus minder kans op binnenrot door minder vocht in de vruchten.  
Een ander aspect dat hier mogelijk een rol in speelt is de hoge teeltsnelheid en hogere minimum nachttemperaturen, met name in Siberië 2. Mede ook door minder uitstraling van de kop bevordert dit gezamenlijk een snelle afbloei waardoor het risico op binnenrot wordt verkleind.

## 5.4 Wortelontwikkeling

- De hoogte van de worteltemperatuur en het verschil tussen de worteltemperatuur en de kasttemperatuur zijn duidelijk anders geweest in Siberië 1 ( matten op de grond dicht bij de buis ) en Siberië 2 ( matten in hangende goten ver van de verwarmingsbuis ) Effecten op wortelgroei en daarmee op groei en kwaliteit zullen er zeker geweest zijn maar deze zijn moeilijk te meten.



## 6 Energiemonitoring

### Inleiding.

Het Nieuwe Telen staat volgens de website [www.Energiek2020.nl](http://www.Energiek2020.nl) voor een energiezuinige teeltwijze met een optimale productie. Deze nieuwe aanpak stelt het gewas centraal en vermijdt onnodig verbruik van fossiele brandstoffen. In Het Nieuwe Telen wordt kennis van de natuurkunde gecombineerd met die van planten en plantfysiologie met als doel optimaal te telen met de inzet van zo min mogelijk fossiele energie.

Daarmee is een van de belangrijkste doelstellingen van Het Nieuwe Telen benoemd: energiebesparing. Bij Gubbels Siberië is dit al jaren een van de doelstellingen. Het bedrijf heeft vergeleken met collega bedrijven al jaren een zeer laag energieverbruik, zonder in te boeten aan de productkwaliteit. Opgave voor deze monitoring was om te kijken of het energieverbruik toch nog kon worden verbeterd.

### Veronderstelling.

De inzet van techniek (buitenluchtaanzuiging, ontvochtiging, dubbele schermen) zal enerzijds leiden tot een beter geïsoleerde kas, een lagere warmtebehoefte en daarmee een lager gasverbruik. De inzet van techniek (ventilatoren, electromotoren) om dit besparingsdoel te realiseren zal anderzijds leiden tot een hoger stroomverbruik. Opgave voor deze monitoring was om te kijken hoe hoog gasverbruik en stroomverbruik zijn in de referentiekas en de kas met buitenluchtaanzuiging, en of de inzet van energie kon worden verbeterd.

### Resultaten.

In 2011, 2012 en 2013 is het gasverbruik en het stroomverbruik geregistreerd, met de volgende kanttekeningen.

- Het bedrijf Gubbels heeft ruime ervaring met een lage energie input strategie: het gasverbruik per meter in de referentiekas ligt daarom standaard al veel lager dan bij collega-tuinders. Besparing op dat lage gasverbruik door toepassing van Het Nieuwe Telen lijkt lastig.
- Het bedrijf Gubbels Siberië ontvangt als geheel gas. De twee WKK installaties leveren warmte aan zowel de referentiekas als aan de kas met buitenluchtaanzuiging. Voor de toerekening van warmte en gasverbruik aan de referentiekas en de kas met buitenluchtaanzuiging zijn warmtemeters geïnstalleerd op de benodigde punten. In 2011 bleek de meet situatie nog niet specifiek genoeg. De meetgegevens voor 2011 zijn daarom niet bruikbaar.
- Het bedrijf Gubbels Siberië heeft in 2012 besloten tot een volgende nieuwbouw, waarbij de referentiekas is uitgebreid en uitgerust met buitenlucht aanzuiging. Het gewas moest daarvoor halfweg week 47 worden gerooid. Dit betekent dat de laatste 3,5 teeltweken van 2012 niet bruikbaar zijn als vergelijking.

De resultaten voor het gasverbruik zijn weergegeven in een grafiek:

Figuur 21: gasverbruik referentiekas (Siberië1) en kas met buitenluchtaanzuiging (Siberië2) in 2012.

Figuur 22: gasverbruik kas met buitenluchtaanzuiging (Siberië2) in 2012 en 2013, per week.

Aanvullend zijn de volgende gegevens ook in grafieken weergegeven:

Figuur 23: etmaal temperatuur in 2012 en 2103 per week.

Figuur 24: vergelijking gasverbruik 2013 met collega teler.

Figuur 25: gasverbruik in 2009-2013 van collega teler.

## Analyse.

**Gasverbruik in 2012.** Ondanks de ervaringen van Gubbels Siberië met een laag gasverbruik is in 2012 in de kas met buitenluchtaanzuiging (Siberië2) per meter minder gas verbruikt dan in de referentiekas (Siberië1). Zie figuur 21. Dit sluit aan bij het verschil in gerealiseerde (dubbele) schermuren tussen de twee kassen. Zie hoofdstuk '4.1.1. Vergelijking Schermgebruik'. Het gasverbruik voor de kas met buitenluchtaanzuiging over de gehele teelt komt uit op 26,5 kuub per meter (berekend met gebruik van warmtemeters). Hoeveel kuub gas dat minder is dan het gasverbruik voor de referentiekas over de gehele teelt is niet te bepalen omdat de laatste 4 teeltweken in de referentiekas zijn vervallen. Het gasverbruik in de referentiekas was op dat moment 26,1 kuub per meter. Het verschil lag op dat moment op bijna 10%. Daarbij moet wel op het verschil in ras en plantdatum worden gewezen: Viper werd 30 november 2011 gepland in de referentiekas en Davos werd 14 december 2011 in de kas met buitenluchtaanzuiging geplant. Tegelijk geldt dat ondanks 2 weken later planten de oogst in de kas met buitenluchtaanzuiging 1 week eerder is gestart. En is bij een gelijke teeltperiode van 50 weken een 6% hogere kg productie gerealiseerd. Dit is het gevolg van een ander ras, maar zeker ook van een andere temperatuurstrategie en van 'met het licht mee telen'. In het hoofdstuk 'gewasreacties' wordt hier verder op ingegaan.

leerpunt 15

De warmte die in de LBKs wordt gebracht voor de ontvochtiging is door Cogas Zuid berekend op 3,1 kuub/meter. Deze warmte wordt gebruikt om de buitenlucht op te warmen (en daarmee de kaslucht te ontvochtigen). Dit is 12% van het totale gasverbruik van de kas (26,5 kuub per meter).

**Gasverbruik in 2013.** Het gasverbruik in de kas met buitenluchtaanzuiging is geregistreerd in 2012 en 2013. Gubbels Siberië is erin geslaagd om ook in 2013 weer minder gas te verbruiken dan in 2012. Zie figuur 22. De besparing wordt met name in de tweede helft van het teeltjaar gerealiseerd. Het gasverbruik voor de kas met buitenluchtaanzuiging over de gehele teelt kwam in 2012 uit op 26,5 kuub per meter; in 2013 wordt 24,2 kuub per meter gerealiseerd – een verbetering van ruim 9%. Om aan te tonen dat dit niet het gevolg is van 'knijpen' is figuur 23 opgenomen: de gemiddelde etmaaltemperatuur per week in 2012 en 2013. De gemiddelden liggen vergelijkbaar. Ook de teeltresultaten zijn vergelijkbaar. De eerste belangrijke factor voor deze verbetering ligt bij technische aanpassingen bij de verbouwing in 2012. De tweede belangrijke factor ligt bij de teler. Het op basis van techniek berekende gasverbruik zou 25 kuub zijn. De gerealiseerde 24,2 kuub bewijst het belang van ervaring en de juiste strategie (teelt, schermen, temperatuur) aan. Meer ervaring betekent meer besparing.

**Gasverbruik, vergeleken met andere telers.** Zoals eerder aangegeven heeft Gubbels Siberië ruime ervaring met een lage energie input strategie: het gasverbruik per meter in de referentiekas ligt daarom standaard al veel lager dan bij collega-tuinders. Ter illustratie is het gasverbruik van Gubbels Siberië in de kas met buitenluchtaanzuiging afgezet tegen het gasverbruik van een collega teler die geen buitenluchtaanzuiging heeft, maar wel een vergelijkbare kasuitrusting (waaronder een dubbel scherm met dezelfde doektypen). In het hoofdstuk 'schermen en buistemperatuur' is al vastgesteld dat Gubbels Siberië in 2013 20% meer schermuren toepaste. De verschillen in gasverbruik zijn ook substantieel: 24,2 om 33,3 kuub per meter in het voordeel van Gubbels Siberië. Zie figuur 24. Deze referentie van rond 33 kuub per meter is over meerdere jaren een betrouwbare vergelijkingswaarde. Zie figuur 25. Uiteraard moet daarnaast ook nog een vergelijking gemaakt worden in kg productie en gewas, maar een verschil van 28% is in alle gevallen substantieel. Dat Gubbels Siberië ook met de eigen referentiekas goede verbruiksresultaten boekt, laat nogmaals zien dat energiebesparing zonder zware investeringen al haalbaar is.

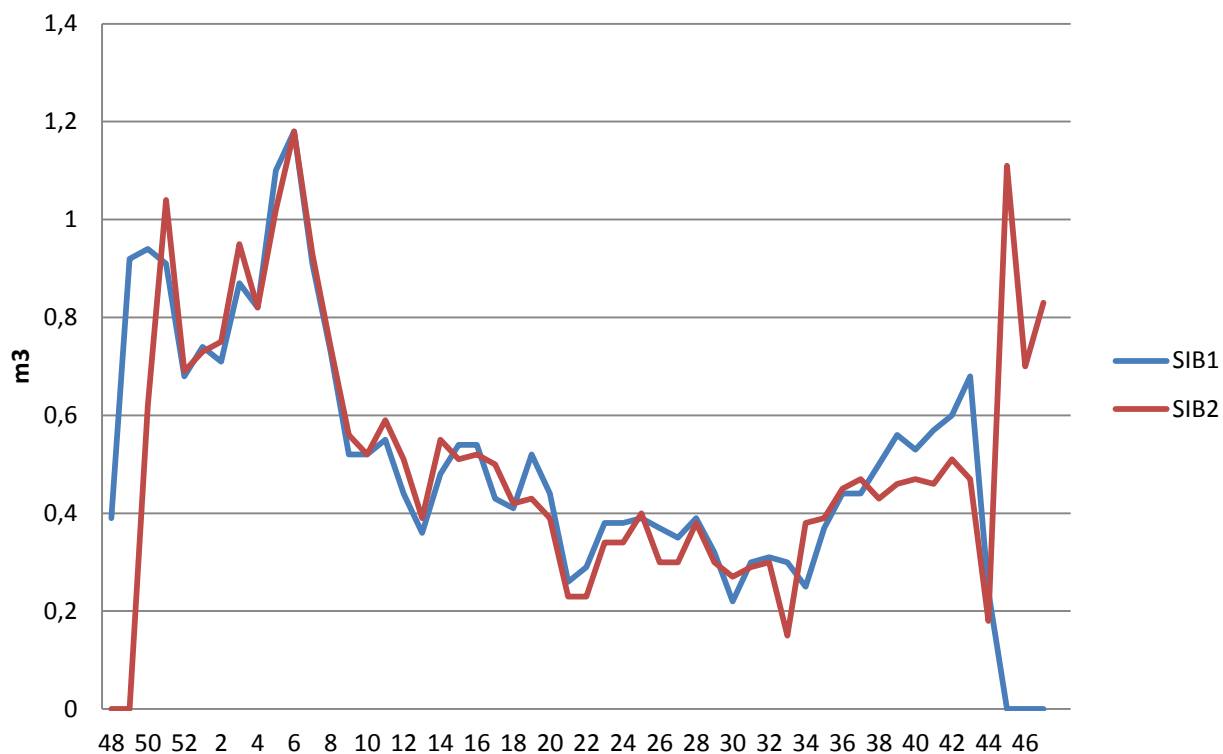
**Stroomverbruik.** In de referentiekas worden horizontale (axiaal) ventilatoren bovenin de kas gebruikt voor luchtcirculatie. In de kas met buitenluchtaanzuiging wordt hier het Covent systeem voor gebruikt. Het 'extra' stroomverbruik moet hiervoor worden gecorrigeerd. Vastgesteld is dat het Covent systeem 5.640 uur heeft gedraaid in 2012. Het systeem heeft 2.404 uur gedraaid voor ontvochtiging en 3.236 uur voor luchtcirculatie. Op basis van vierkante meters is het totale stroomverbruik vastgesteld op 2.059 kWh per meter, het stroomverbruik voor ontvochtiging op 0,878 kWh per meter en het stroomverbruik voor luchtcirculatie 1,181 kWh per meter. Inschatting van Cogas Zuid is dat het stroomverbruik van 0,878 kWh per meter vergelijkbaar zou zijn met de inzet van axiaal ventilatoren (en wellicht zelfs zuiniger). De 0,878 kWh per meter voor ontvochtiging zijn de 'extra' energiekosten voor Het Nieuwe Telen en moeten gecompenseerd worden door het lagere gasverbruik per meter. Dit getal is overigens min of meer onafhankelijk van de kasomvang.

**Rendement per kuub gas.** Er is een verschil tussen het aantal kuubs per meter op basis van de factuur (gemeten door de energieleverancier) en op basis van de warmtemeters in het systeem (gemeten in het systeem). De warmtemeters geven meer aan dan de factuur. Dat verschil wordt verklaard door een verbeterd warmterendement van de installaties: de technische installatie (WKK) haalt meer warmte uit elke kuub gas. Deze verbeterde prestaties zijn te danken aan de lage retourtemperatuur: het Covent systeem en de andere technische installaties maken een lage retourtemperatuur mogelijk.

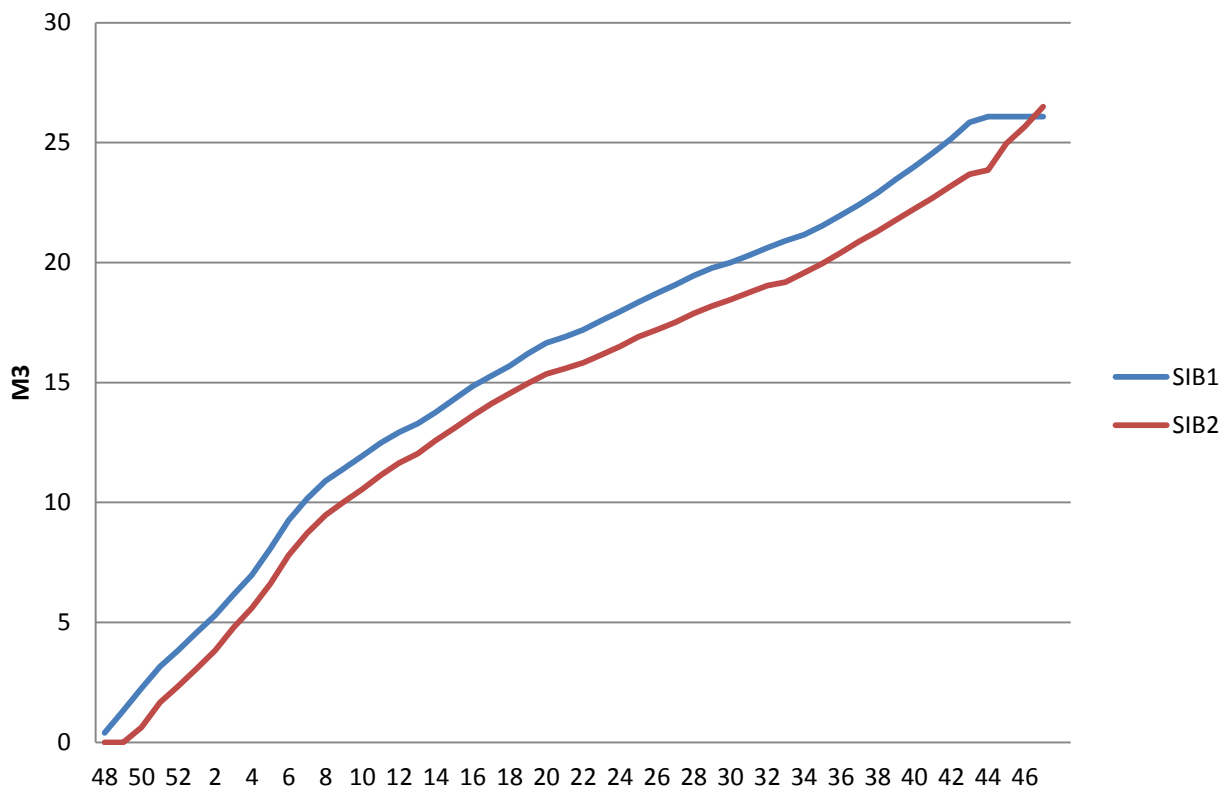
**Technische verbeteringen in 2013.** Hoe lager de retourtemperatuur, hoe beter het warmterendement (de hoeveelheid warmte die in de WKK uit een kuub gas wordt gehaald). Gubbels Siberië was al sterk gefocust op een zo laag mogelijke retourtemperatuur. Met een aantal technische verbeteringen was dit in 2013 nog beter mogelijk.

Ten eerste is een Lage Temperatuur net van HDPE slangen aangelegd onder de goten in Siberië<sup>1</sup> dat ingeschakeld kan worden voor extra uitkoeling van retourwater. Hoewel in Siberië<sup>1</sup> geïnstalleerd, heeft dit Lage Temperatuur (LT) net wel effect op het retourwater van de WKKs en is dus zeker een factor voor het verschil tussen 2012 en 2013 in Siberië<sup>2</sup>. Ten tweede zijn de condensatoren bij de WKKs vergroot. Ten derde zijn extra buffers geplaatst en is de retour regeling aangepast zodat het retourwater met de laagste temperatuur als eerste over de vergrote condensatoren wordt gebracht. Zie figuur 26. Met de lagere retourtemperatuur wordt er in de Jenbacher 216 (2,7 MWe) meer dan 730 kW uit de condensor gehaald. De rookgas temperatuur ligt rond de 30 graden. In de Jenbacher 260 (3,3 MWe) wordt zo meer dan 915kW uit de condensor gehaald. Ook hier ligt de rookgas temperatuur rond de 30 graden. De totale rendementsverbetering van de technische installaties ligt rond de 5%.

## week gasverbruik

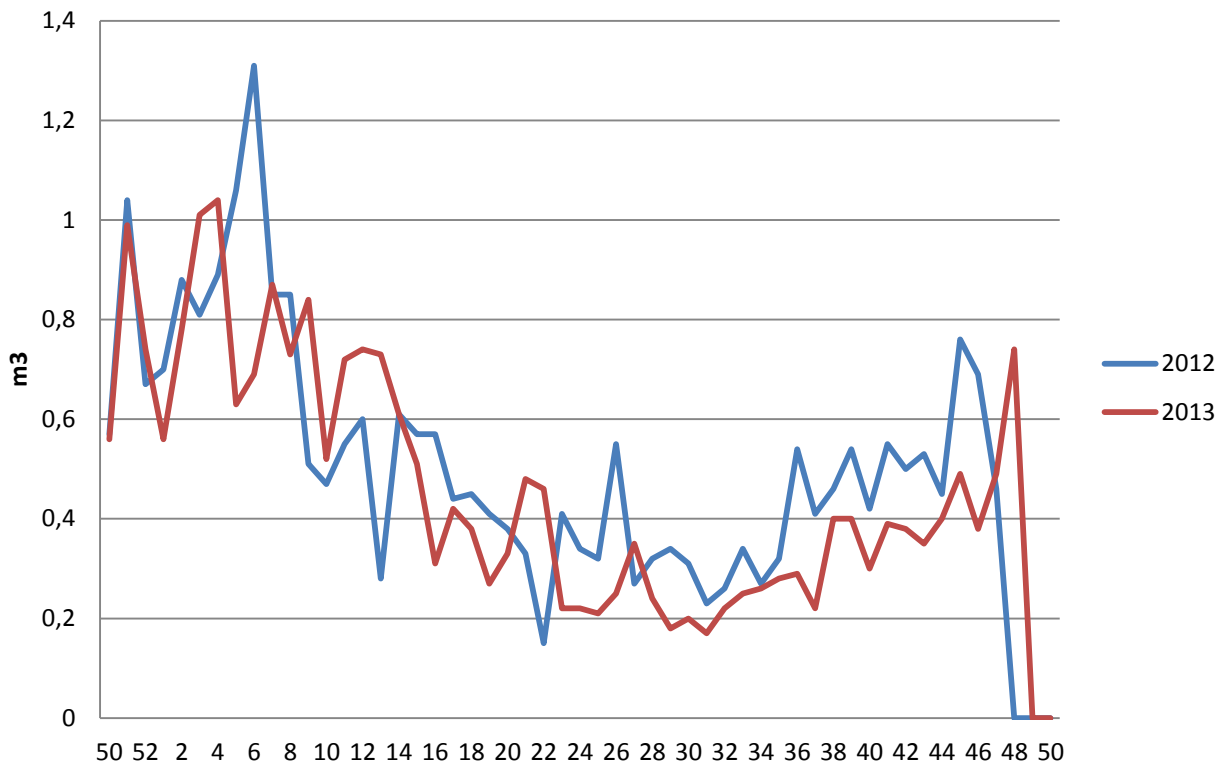


## Cumulatief Gasverbruik

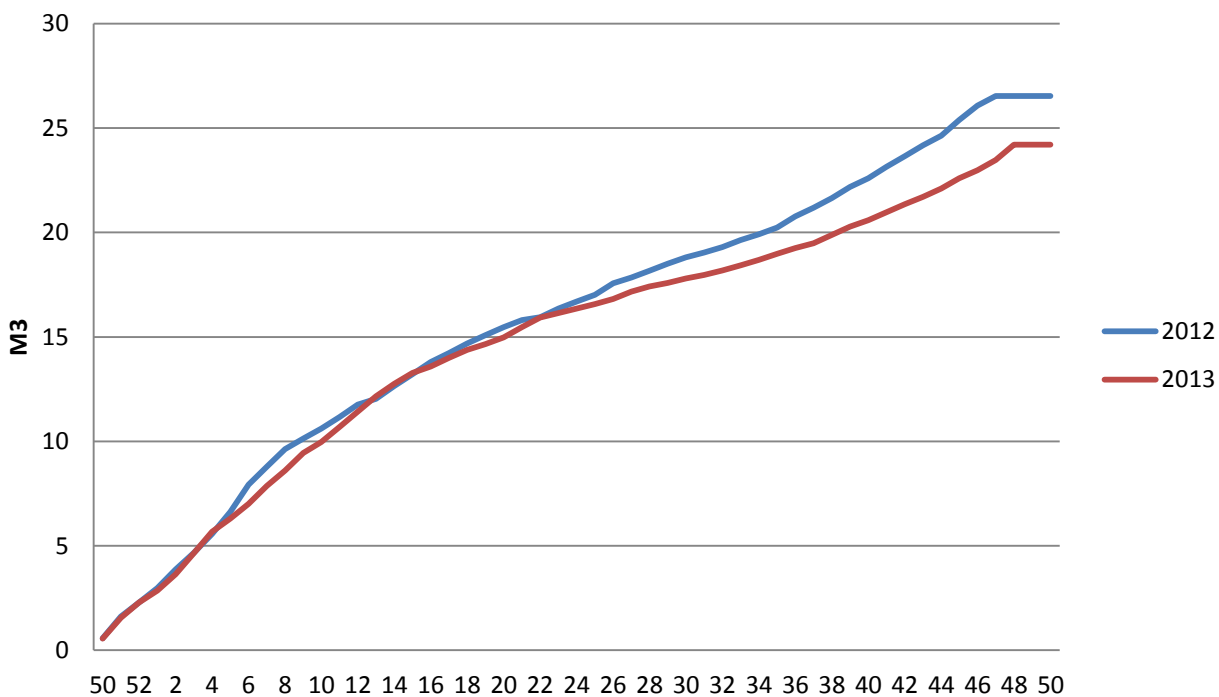


**Figuur 21:** Gasverbruik (kuub/meter) in 2012 in referentiekas (Siberië1) en kas met buitenluchtaanzuiging (Siberië2)

### week gasverbruik

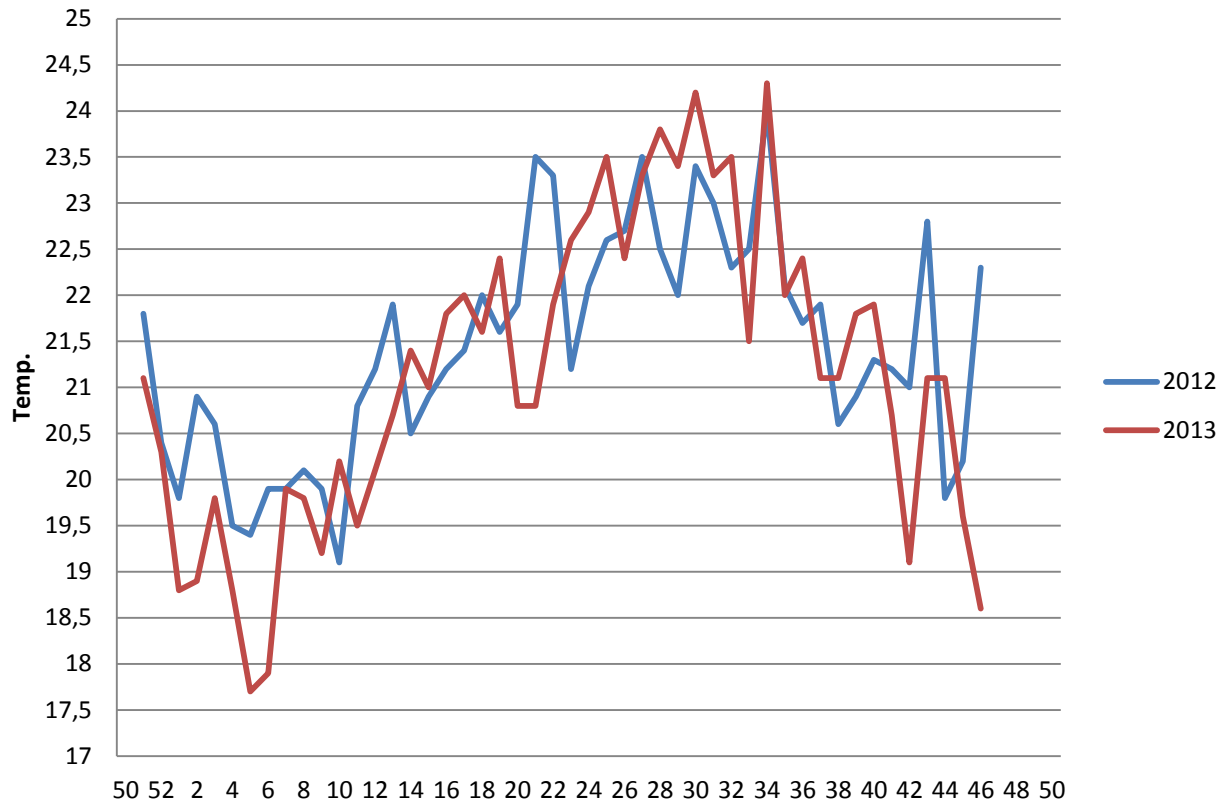


### Cumulatief Gasverbruik



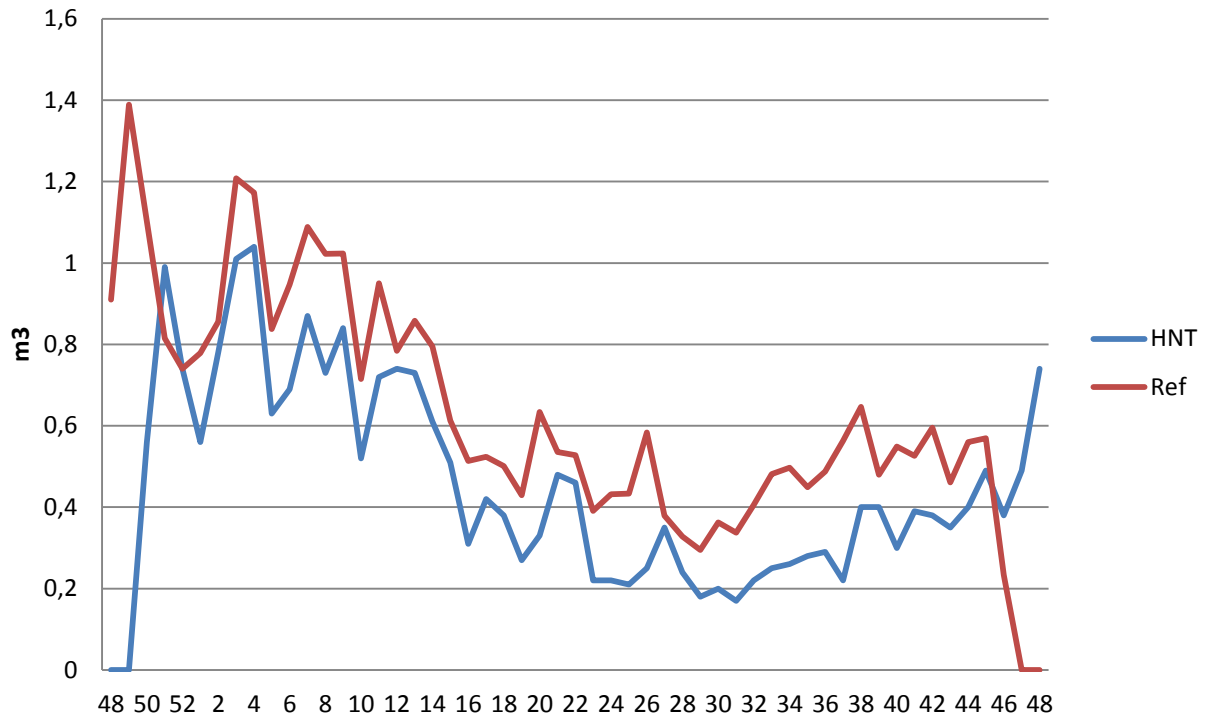
**Figuur 22:** Gasverbruik (kuub/meter) in 2012 en 2013 in kas met buitenluchtaanzuiging (SIB2)

## Etmaal per week

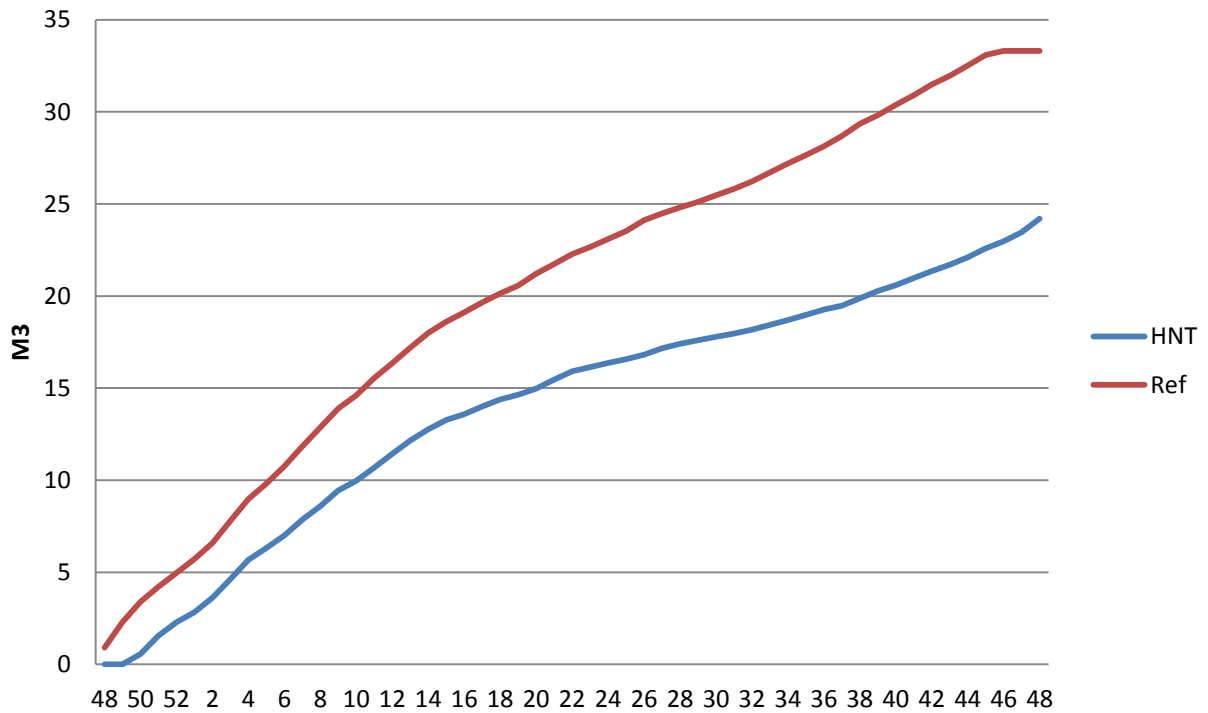


**Figuur 23:** *Etmaal temperatuur in 2012 en 2103 (gemiddelden per week).*

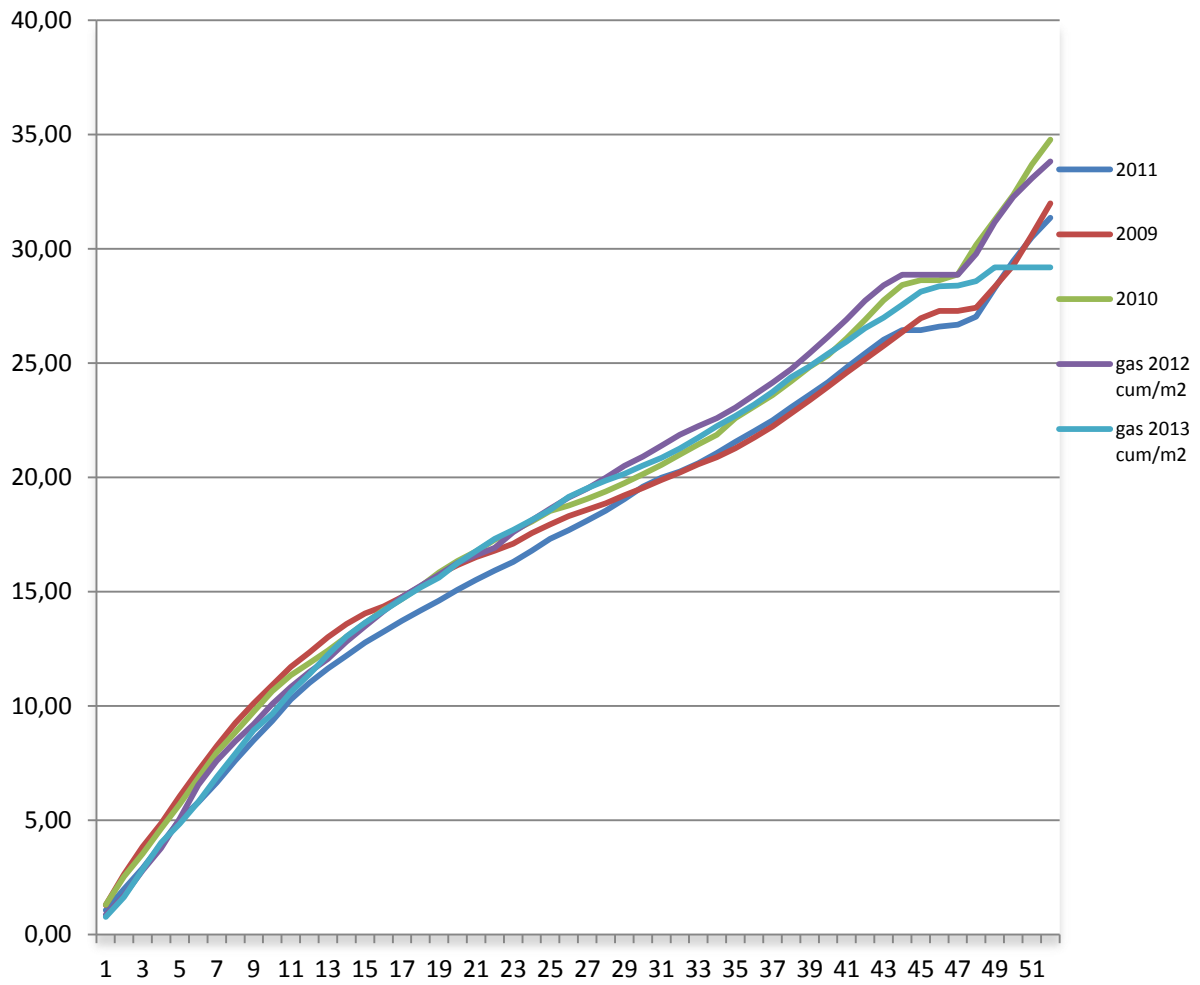
## week gasverbruik



## Cumulatief Gasverbruik

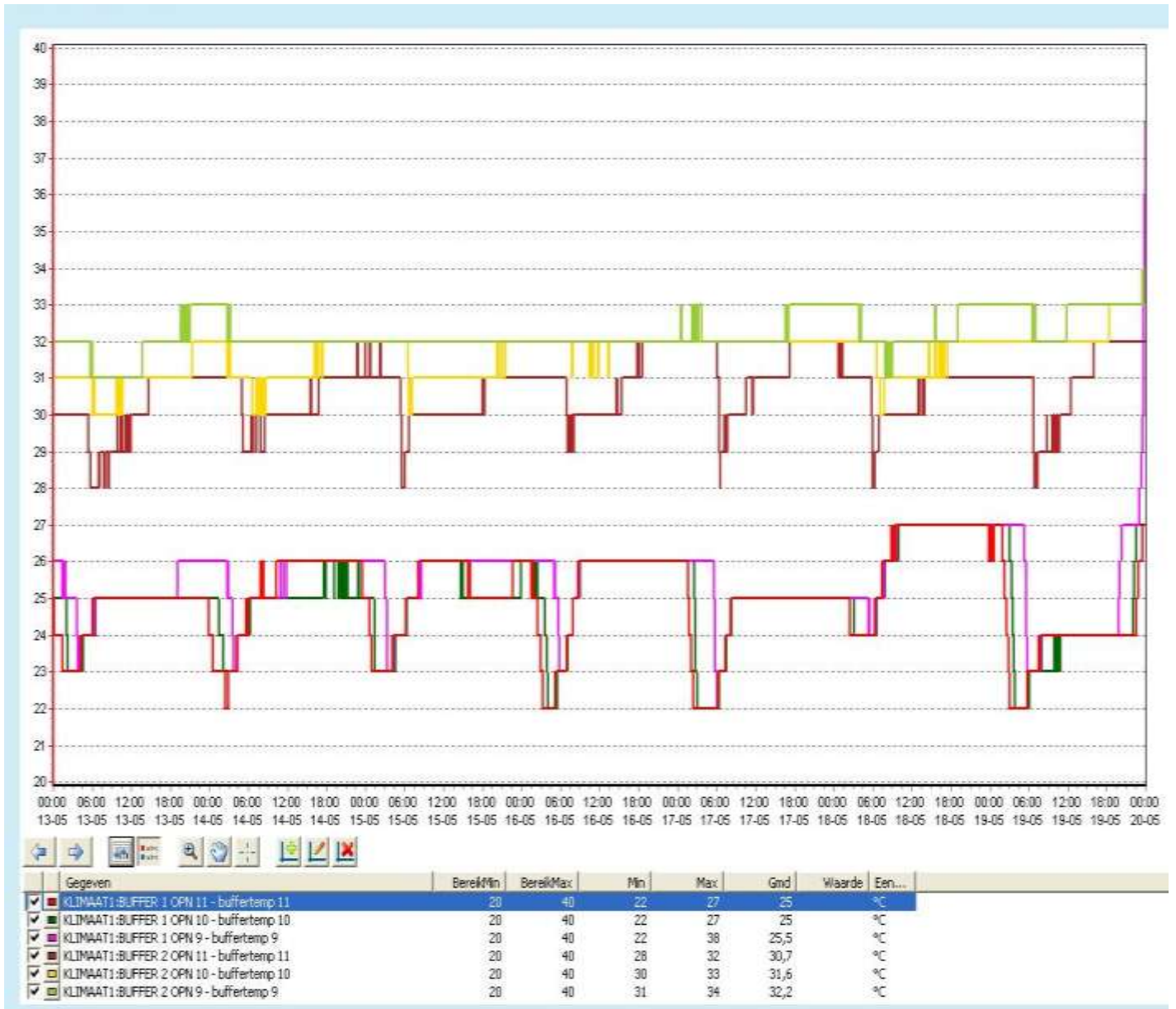


**Figuur 24:** Gasverbruik (kuub/meter) in 2013 in kas met buitenluchtaanzuiging (SIB2) en tuinbouwonderneming (paprika) met kas van collega teler met vergelijkbare kasuitrusting zonder buitenluchtaanzuiging.



**Figuur 25:** Gasverbruik (kuub/meter) in 2009-2013 bij tuinbouwonderneming (paprika) met kas zonder buitenluchtaanzuiging, cumulatief.





**Figuur 26:** Gemeten temperaturen van het retourwater in de warmtebuffer, 13-20 mei (rode, groene en paarse lijnen).

## 7 Leerpunten en conclusies

- 1 : Bij Gubbels Paprika is in 2012 met buitenlucht ontvochtiging het al hoge aantal schermuren toch met 10% uur verhoogd.
- 2 : Jaarrond schermen is in de paprikateelt mogelijk. Voortschrijdend inzicht is ook in traditionele kassen toe te passen.
- 3: Meer temperatuur met minder buis - wordt traditioneel als een tegenstelling gezien. Met een nieuwe schermstrategie is dit toch mogelijk. Bij Gubbels Siberië zijn hier stappen in gezet door ook in de zomer met het ( dubbele ) scherm te werken in de nacht.

Beheersing van de vochtbalans van de kas begint met het verminderen van vochtaanvoer door een lagere buistemperatuur. Door eerder te schermen kan de kastemperatuur toch 2 – 3 °C hoger liggen.

- 4 : Meer ervaring = Meer besparing .  
Nieuwe technieken vergen tijd om ervaring mee op te doen. Bij Gubbels Paprika is dit terug te zien. In het tweede jaar 2012 zijn nieuwe stappen gezet door 1000 uur meer te schermen met het dubbele scherm.
- 5 : Het verticale temperatuurprofiel in het gewas is omgedraaid. Door de hangende goten en een lagere buistemperatuur is de temperatuur bij de afrijpende vruchten lager dan de koptemperatuur geworden. In de referentiekas is dit omgekeerd.
- 6 : De maximale uitstraling is jaarrond even hoog.  
Hierdoor is ook bij dalende kastemperatuur een risico op condensatie in het gewas. Dit condensatie risico geldt voor de kop van het gewas en wordt veroorzaakt door afkoeling door uitstraling. Schermen vanaf zononder voorkomt dit condensatierisico en biedt kansen om de gewasgezondheid te verbeteren door het voorkomen van mucor, binnenrot, neusrot, stengelfusarium, valse meeldauw, botrytis etc. Een dubbel scherm sluit uitstraling van de kop van het gewas volledig uit.
- 7 : Bij de start van de teelt wegen tot 100 – 150 Watt / m<sup>2</sup> de voordelen van dubbel schermen op tegen het nadeel van het geringe lichtverlies. Hierdoor kan het dubbel scherm langer dicht blijven.
- 8 : In Siberië 2 is de kaslucht in de nacht droger geweest door een combinatie van hogere temperatuur en de ontvochtiging met buitenlucht.
- 
- 9 : Voor een goed begrip van de effecten van ontvochtigen met buitenlucht is inzicht nodig in de vochtbalans van de kas. Om deze te monitoren moet gekeken worden naar het absolute vochtgehalte ( gr / kg lucht ).
- 10 : Voor de inzet van de ontvochtiging met buitenlucht kunnen ( in de paprika ) 5 fasen in de teelt onderscheiden worden.
- 11 : Inblazen van buitenlucht biedt extra mogelijkheden voor een gelijkmatig klimaat maar is geen garantie, ook niet met overdruk.

- 12 : Voor de gelijkmatigheid van het kasklimaat biedt Het Nieuwe Telen met buitenlucht extra mogelijkheden. Het belangrijkste voordeel is dat er meer geschermd kan worden met 100 % gesloten schermen ( die goed aansluiten op de gevel ). Bij Gubbels Paprika zijn geen ventilatoren boven het gewas aanwezig. Dan biedt de ventilatorcapaciteit mogelijkheden om temperatuurverschillen te verkleinen. De uitblaasttemperatuur dient gelijk te zijn aan de kasluchttemperatuur om horizontale temperatuurverschillen niet te veroorzaken.
- 13 : Worteltemperatuur  
De systeemkeuze heeft duidelijke gevolgen voor de worteltemperatuur. Hangende goten hebben tot gevolg dat de worteltemperatuur meer varieert omdat de mat de ruimtetemperatuur sneller volgt.
- 14 : Het verschil van de worteltemperatuur en de kastemperatuur gedurende het teelseizoen is niet constant. Het verloop van het verschil wordt ook beïnvloed door de systeemkeuze : matten op de grond dicht bij de verwarmingsbuis laten een ander patroon zien dan matten in hangende goten ver van de verwarmingsbuis.
- 15 : Ondanks de ervaringen van Gubbels Siberië met een laag gasverbruik is in 2012 in de kas met buitenluchtaanzuiging (Siberië2) per meter minder gas verbruikt dan in de referentiekas (Siberië1). Dit sluit aan bij het verschil in gerealiseerde (dubbele) schermuren tussen de twee kassen. Het gasverbruik voor de kas met buitenluchtaanzuiging over de gehele teelt komt uit op 26,5 kuub per meter (berekend met gebruik van warmtemeters). Dit ligt ca 10% lager dan in de traditionele kas.
- 16 : Een optimale inzet van ontvochtiging met buitenlucht gaat samen een nieuwe manier van denken en handelen, zoals :
  - Denken in termen van vochtbalans van de kas en absoluut vochtgehalte
  - Schermen op basis van buisvraag kan vervangen worden door schermen voordat de temperatuur is gezakt.
  - Kieren is ook niet meer nodig waardoor een gelijkmatiger klimaat ontstaat
  - Hierdoor kunnen de grenzen voor de luchtvochtigheid verhoogd worden
- 17 : Het Nieuwe Telen met buitenlucht en Meer schermen jaarrond biedt kansen voor het laten samengaan van energiebesparing met betere teeltomstandigheden. De gevolgen zijn :
  - Het bevorderen van de plantgezondheid
  - Het sturen van een regelmatige plantbalans
  - Meer met de natuur mee telen, dus het zonlicht effectiever te benutten.
    - Bij lage instraling kan met een lagere temperatuur energiezuinig toch een actief klimaat gerealiseerd worden
    - Hierdoor kan bij hogere instraling een hogere Temperatuur toegestaan worden. Minder luchten betekent dan een hoger CO<sub>2</sub> niveau en een hogere RV met als gevolg een hogere (droge stof) productie. De benodigde hogere nachttemperatuur kan energiezuinig gerealiseerd worden met meer ( dubbel ) schermen.
  - Productieverhoging en kwaliteitsverbetering

## 8 Uitdagingen voor de toekomst

Het kasklimaat kan nog verder verbeterd worden en het energiegebruik kan nog verder terug gedrongen worden door de volgende maatregelen te nemen :

- Bij de start van de teelt meer dubbel schermen heeft weinig extra lichtverlies tot gevolg.
- Jaarrond eerder schermen rond zononder. Dit vereist een aanpassing van de temperatuurstrategie in de voornacht.
- Door eerder te schermen rond zononder kan in de nacht nog minder de buis ingezet worden. Hoe minder de buis ingezet wordt, hoe meer uren de ontvochtigingscapaciteit toereikend is, zodat het scherm meer uren 100 % gesloten kan blijven.
- Jaarrond meer schermen met het dubbel scherm in de nacht.
- Als geschermd wordt het scherm voor 100 % sluiten voor een gelijkmatiger klimaat
- Tussen mei en september kan nog meer energie bespaard worden door meer schermuren mogelijk te maken in de nacht door :
  - Minder de buis te gebruiken
  - De capaciteit van de installatie meer te benutten
- Op donkere dagen kan de verdamping overdag meer gestimuleerd worden met inblazen van buitenlucht zonder de temperatuur te verhogen met de buis. Dit voorkomt op donkere dagen een te hoge etmaal temperatuur en levert een besparing van energie op.

## 9 Communicatie

### Publicaties

#### 2010

1 : Groenten en Fruit 9 – 2010 : Bedrijfsreportage

#### 2011

2 : Groenten en Fruit 11 – 2011 : Egaler klimaat in de kas dankzij het nieuwe telen

3 : Groenten en Fruit 12 – 2011 : Leren van het nieuwe telen

#### 2012

4 : Onder Glas 3 – 2012 : Je moet echt anders gaan denken als vocht geen probleem meer is

5 : Bloemisterij 13 – 2012 : Groentetelers over het nieuwe telen

### Weblog

6 : Energiek 2020 – jan 2012 : opmerkelijke gewasreacties bij paprika

7 : Energiek 2020 – febr 2012 :temperatuurverschillen ; meer oorzaken dan je denkt

8 : Energiek 2020 – maart 2012 : nu gaan we het verschil maken met buitenlucht

9 : Energiek 2020 – april 2012 : zoektocht naar ideaal scherm voor paprika's

10 : Energiek 2020 – juli 2012 : uniek voorjaar voor het nieuwe telen

11 : Energiek 2020 – aug 2012 : verrassende toepassing van buitenluchtaanzuiging bij Gubbels

12 : Energiek 2020 – november 2012 : praktijk bewijst nieuwe telen energiezuiniger

### Lezingen

13 : LLTB – minisymposium bij Gubbels Paprika juli 2011

14 : LLTB – Het nieuwe telen van Tomaat febr 2011

15 : LLTB – Het nieuwe telen van Komkommer maart 2011

16 : LLTB – Het nieuwe telen van Aardbei maart 2011

17 : LTO Groeiservice – Energie Optimaal Bleiswijk juni 2011

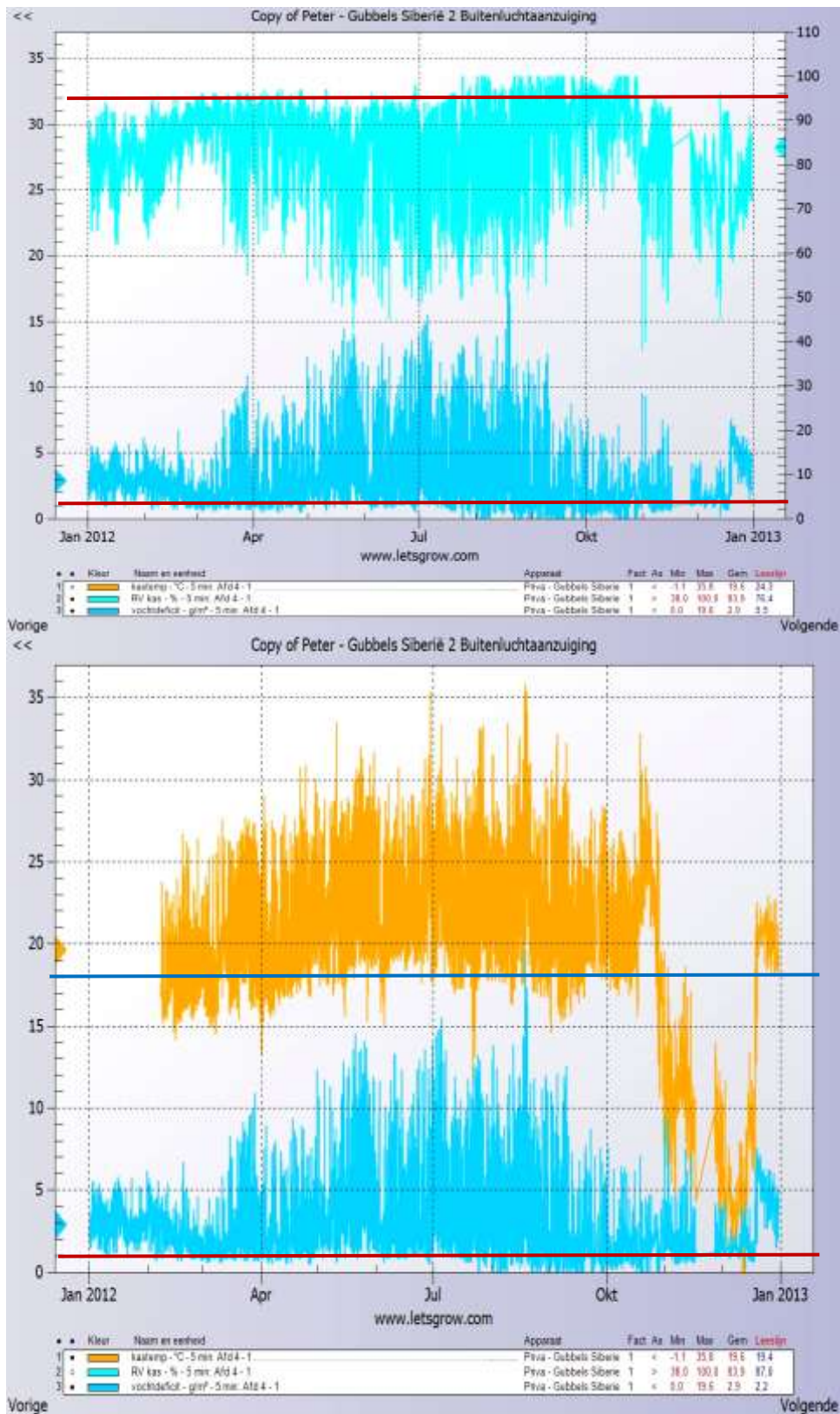
18 : LTO Groeiservice – Regiobijeenkomst Paprika ZON febr 2011

19 : LTO Groeiservice – Regiobijeenkomst Tomaat ZON april 2011

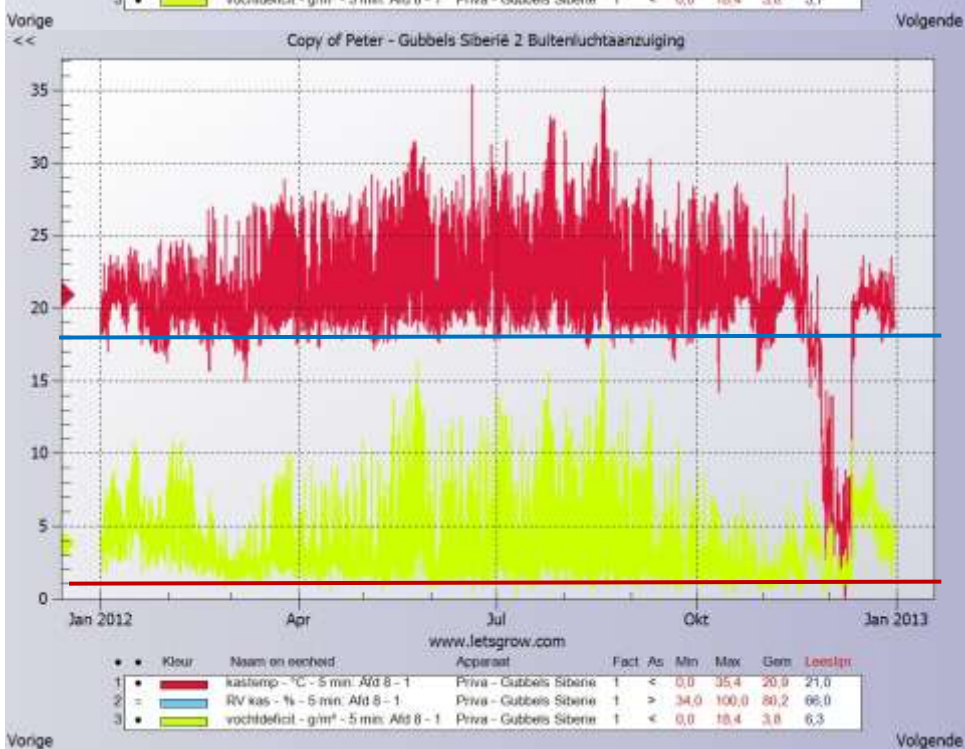
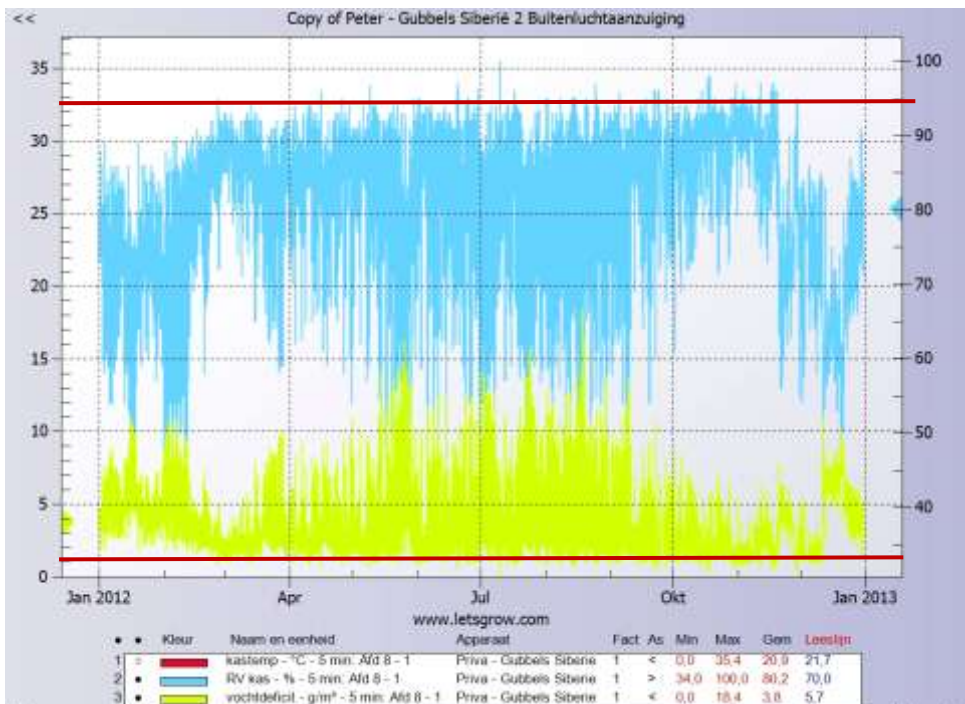
20 : LTO Groeiservice – Regiobijeenkomst Komkommer West nov 2011

## **BIJLAGEN.**

BIJLAGE I : SIBERIË 1 verloop kasttemperatuur, vochtdeficiet en relatieve luchtvochtigheid in 2012



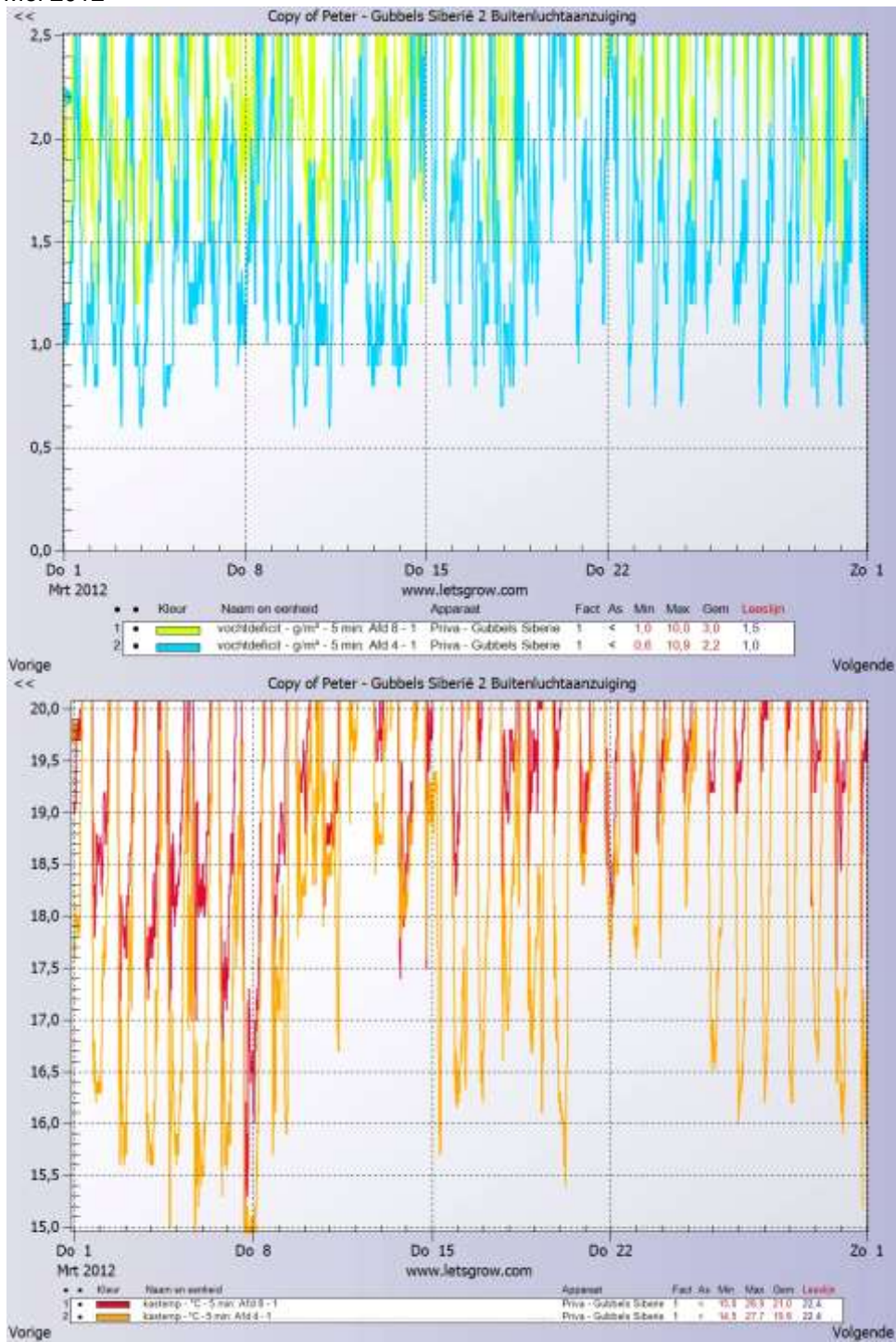
BIJLAGE II : SIBERIË 2 verloop kasttemperatuur, vochtdeficiet en relatieve luchtvochtigheid in 2012



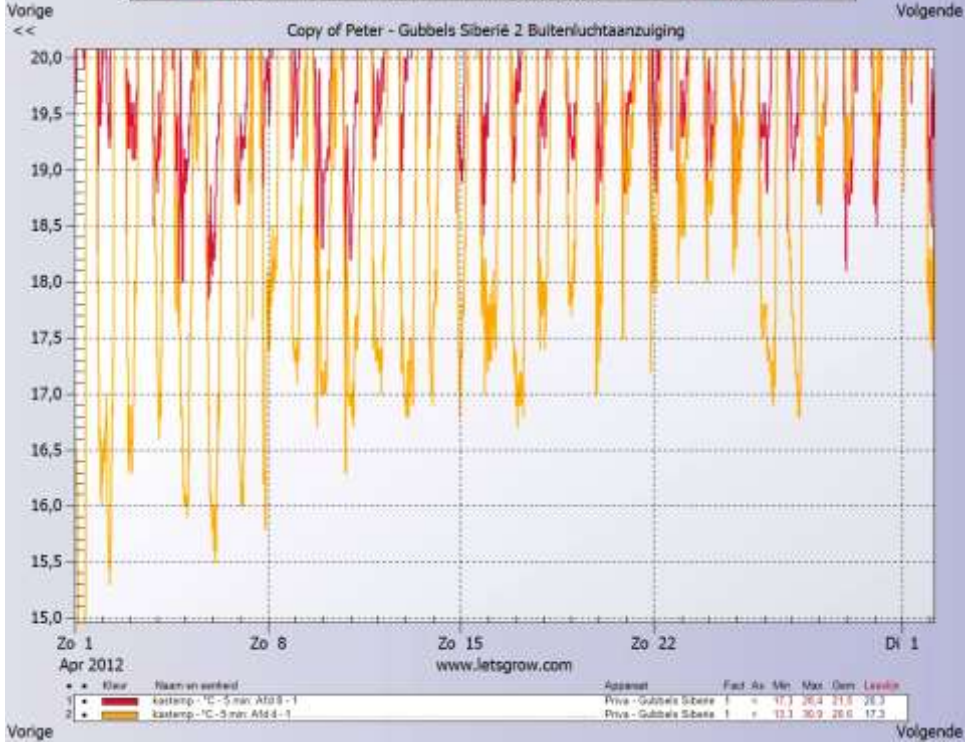
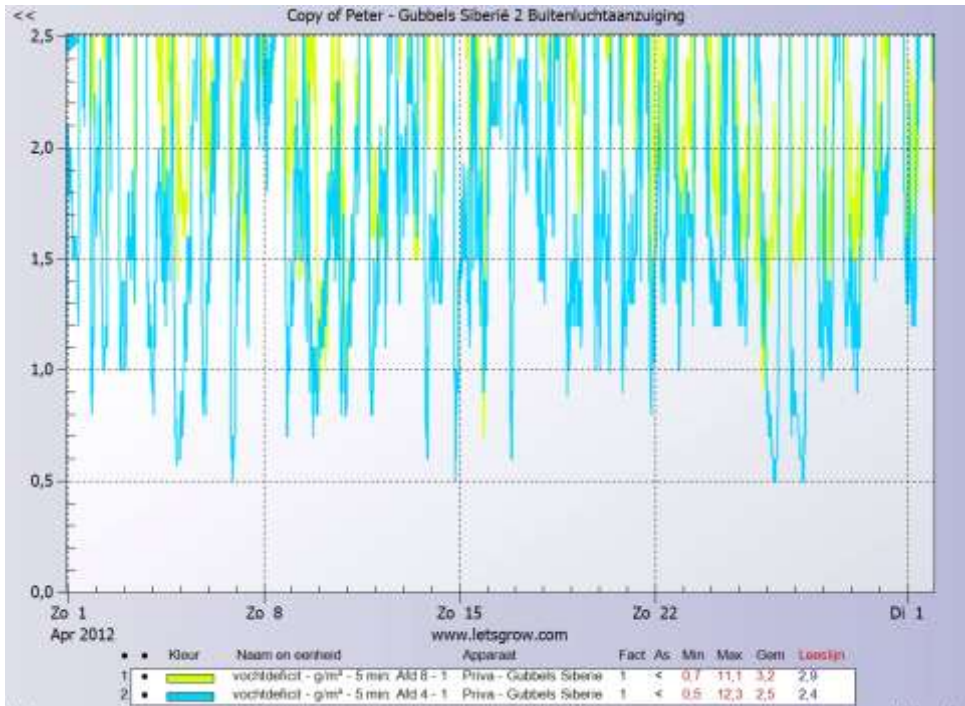


BIJLAGE III : verloop vochtdeficiet en temperatuur in nacht van maart 2012 – okt 2012 met ( afd 8-1 ) en zonder ( afd 4-1 ) ontvochtiging met buitenlucht

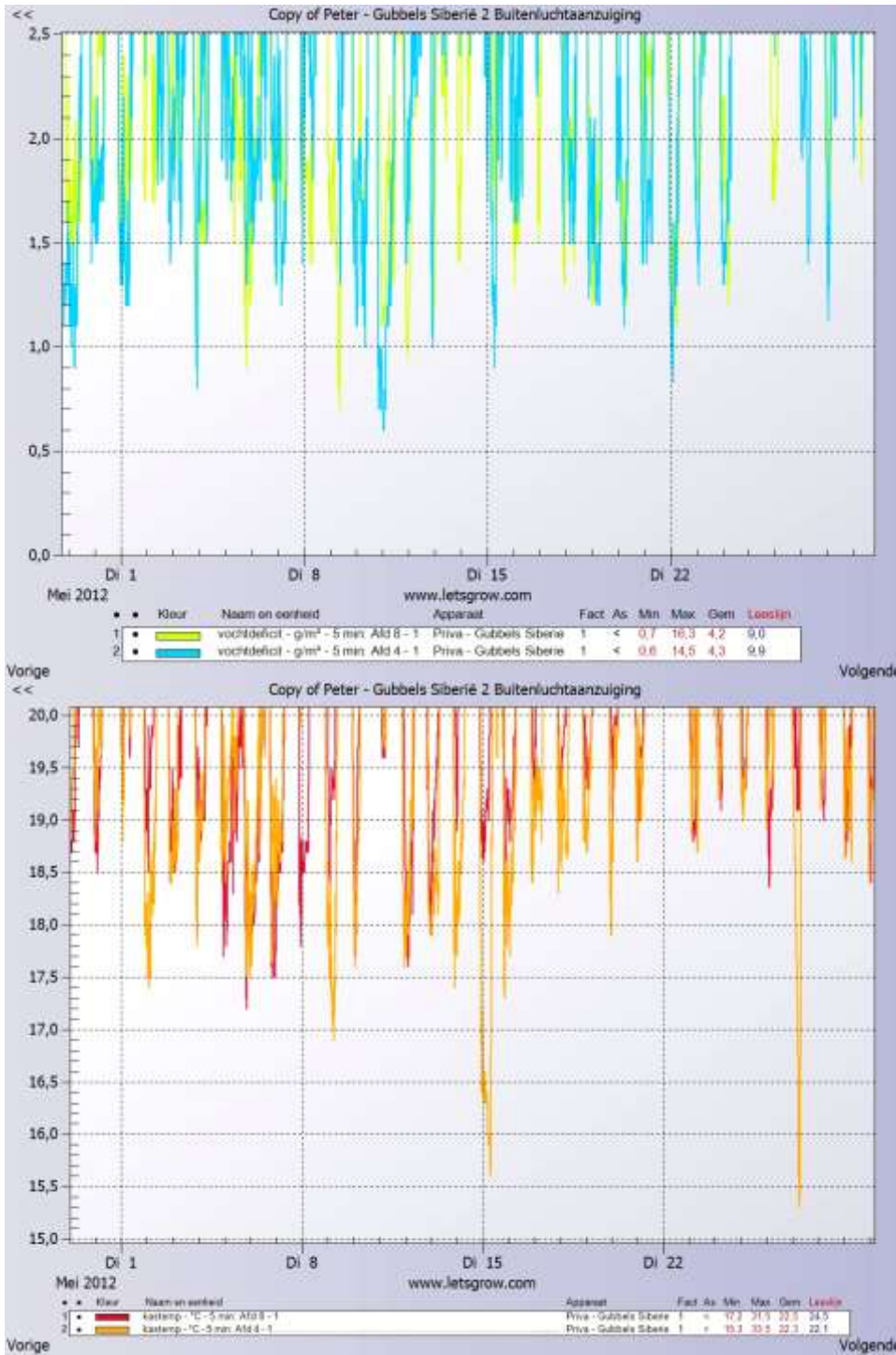
Mei 2012



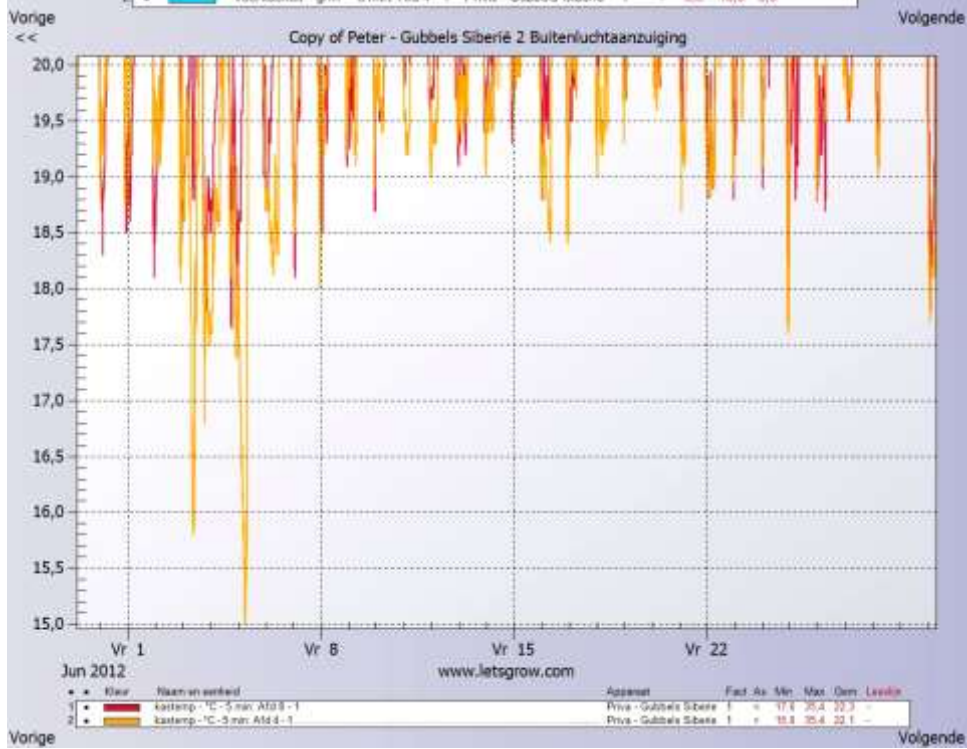
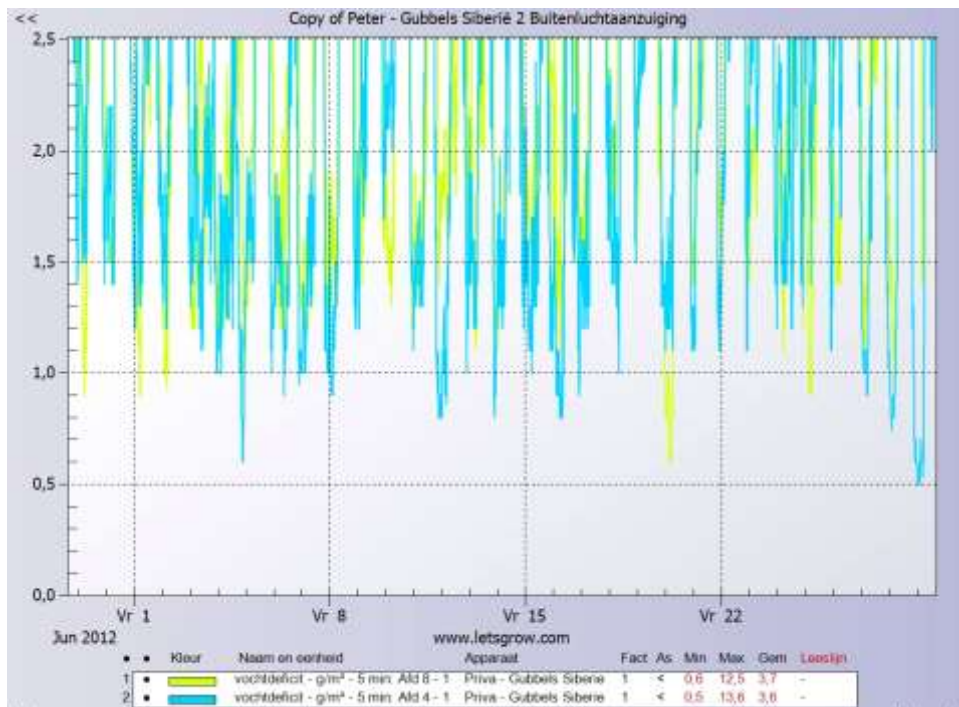
April 2012



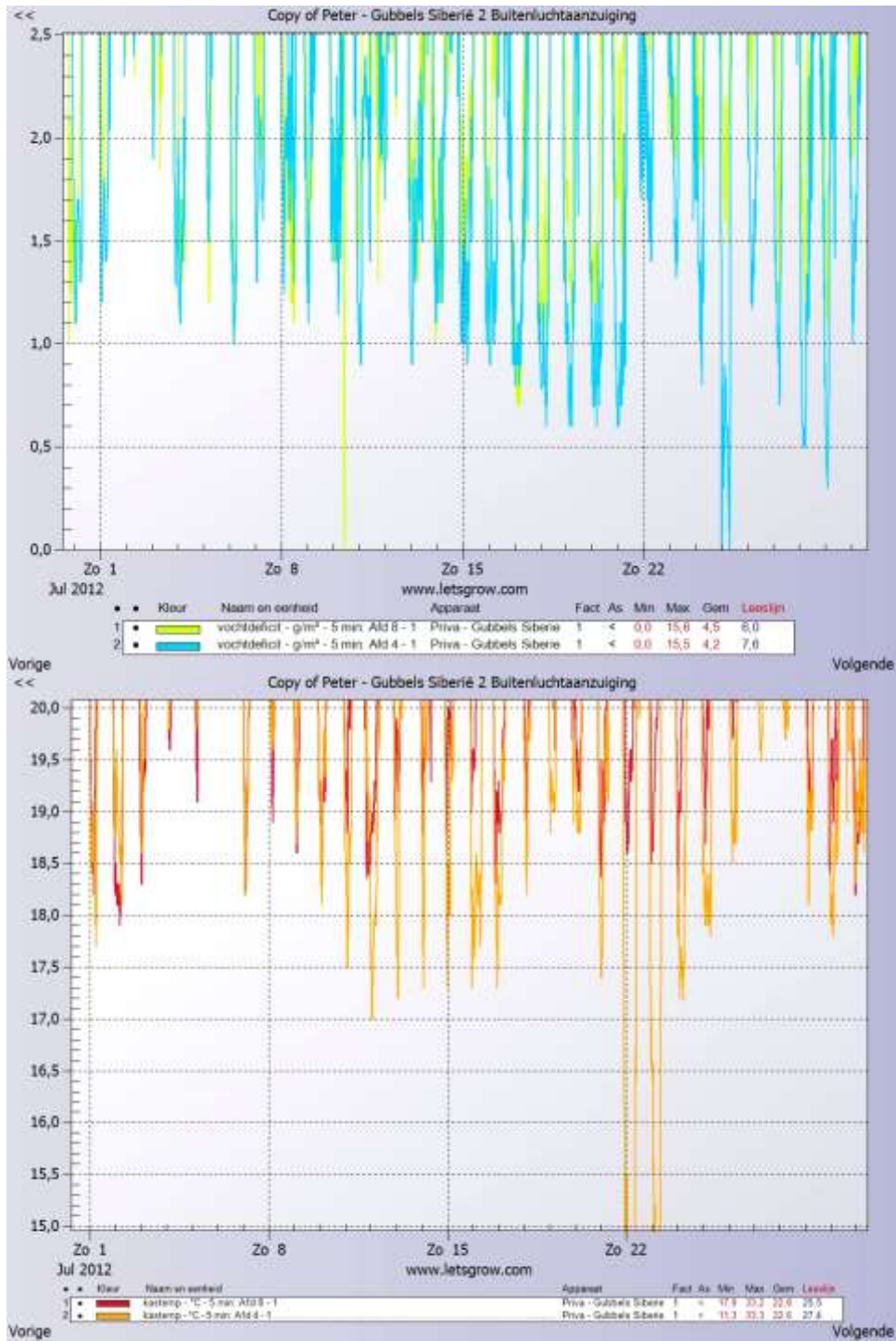
Mei 2012



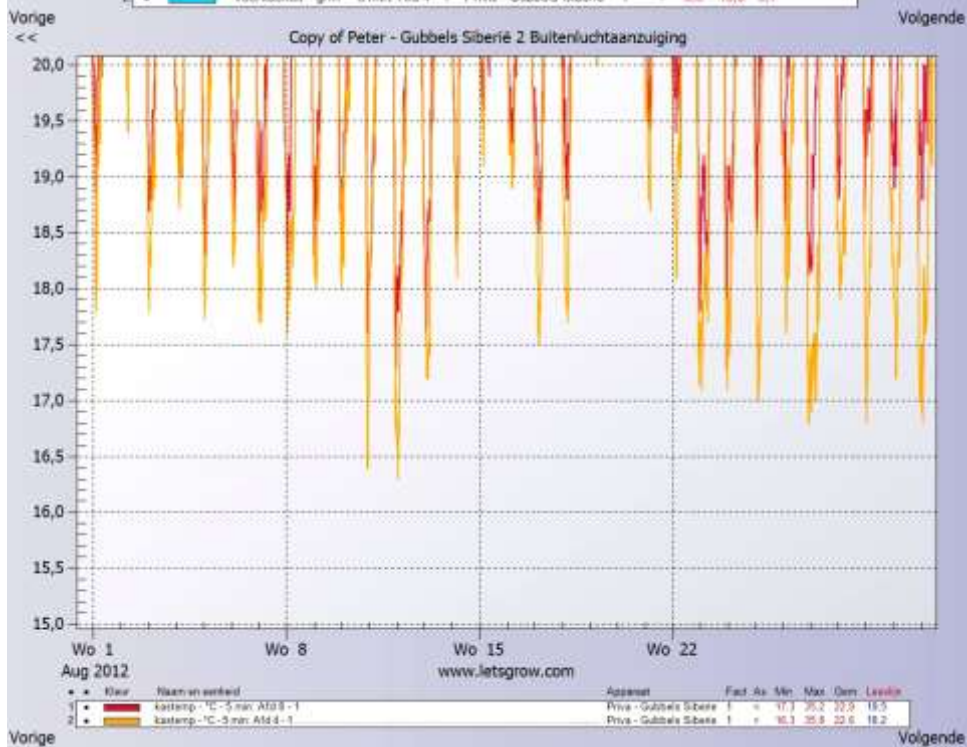
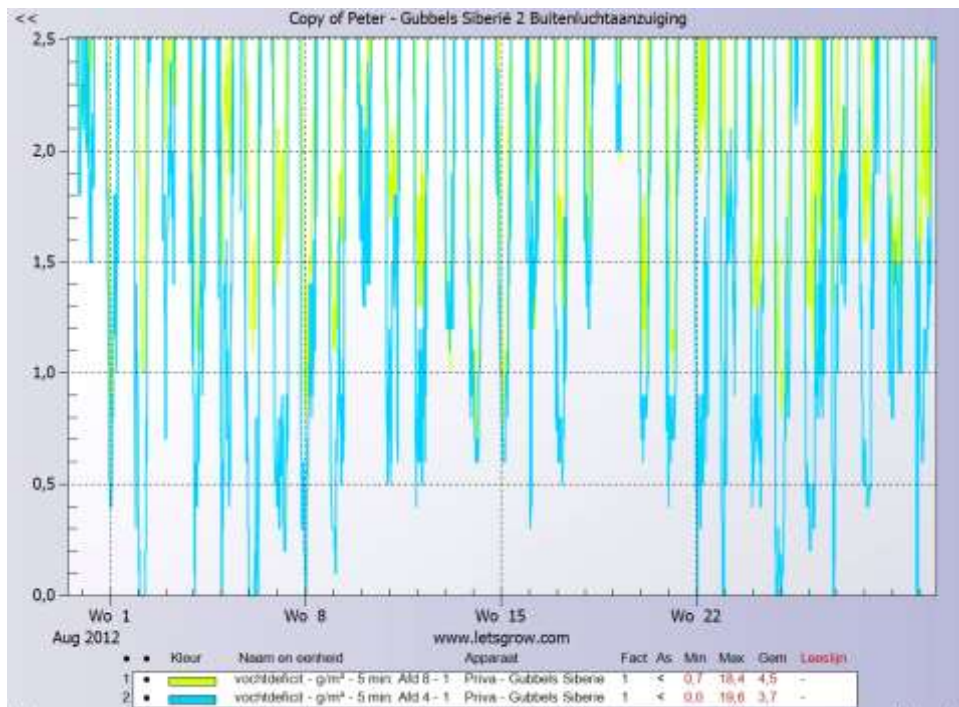
Juni 2012

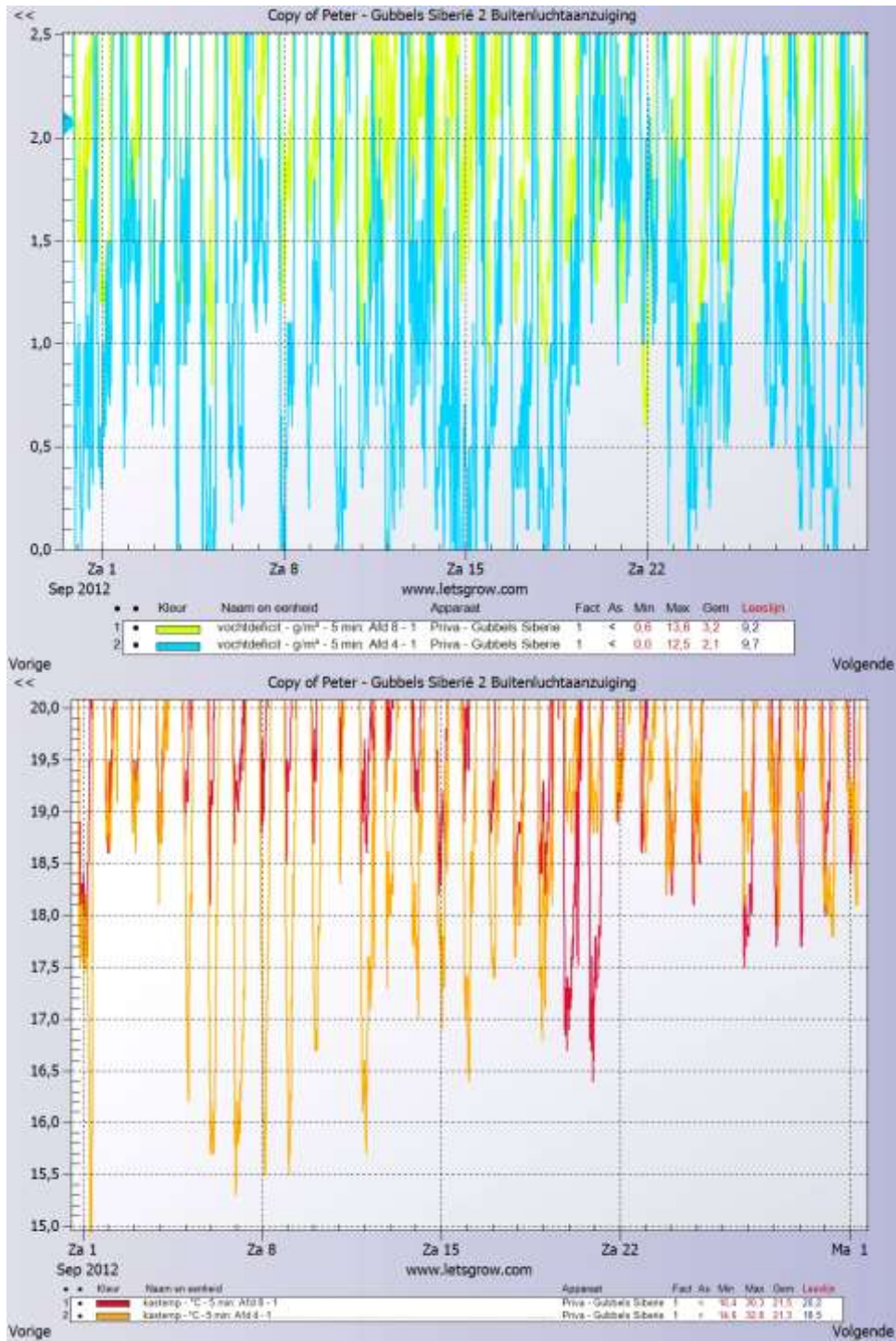


Juli 2012

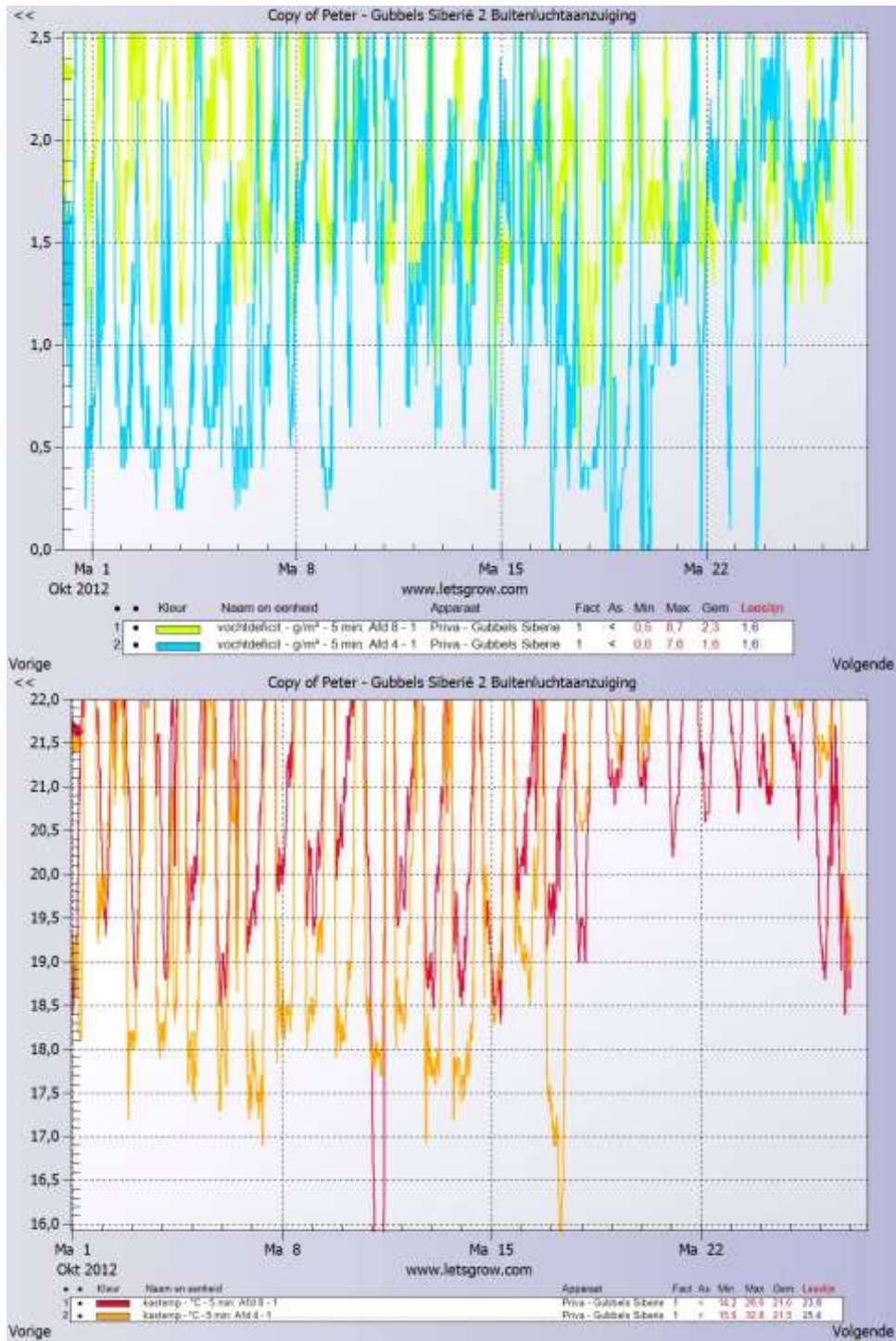


Augustus 2012



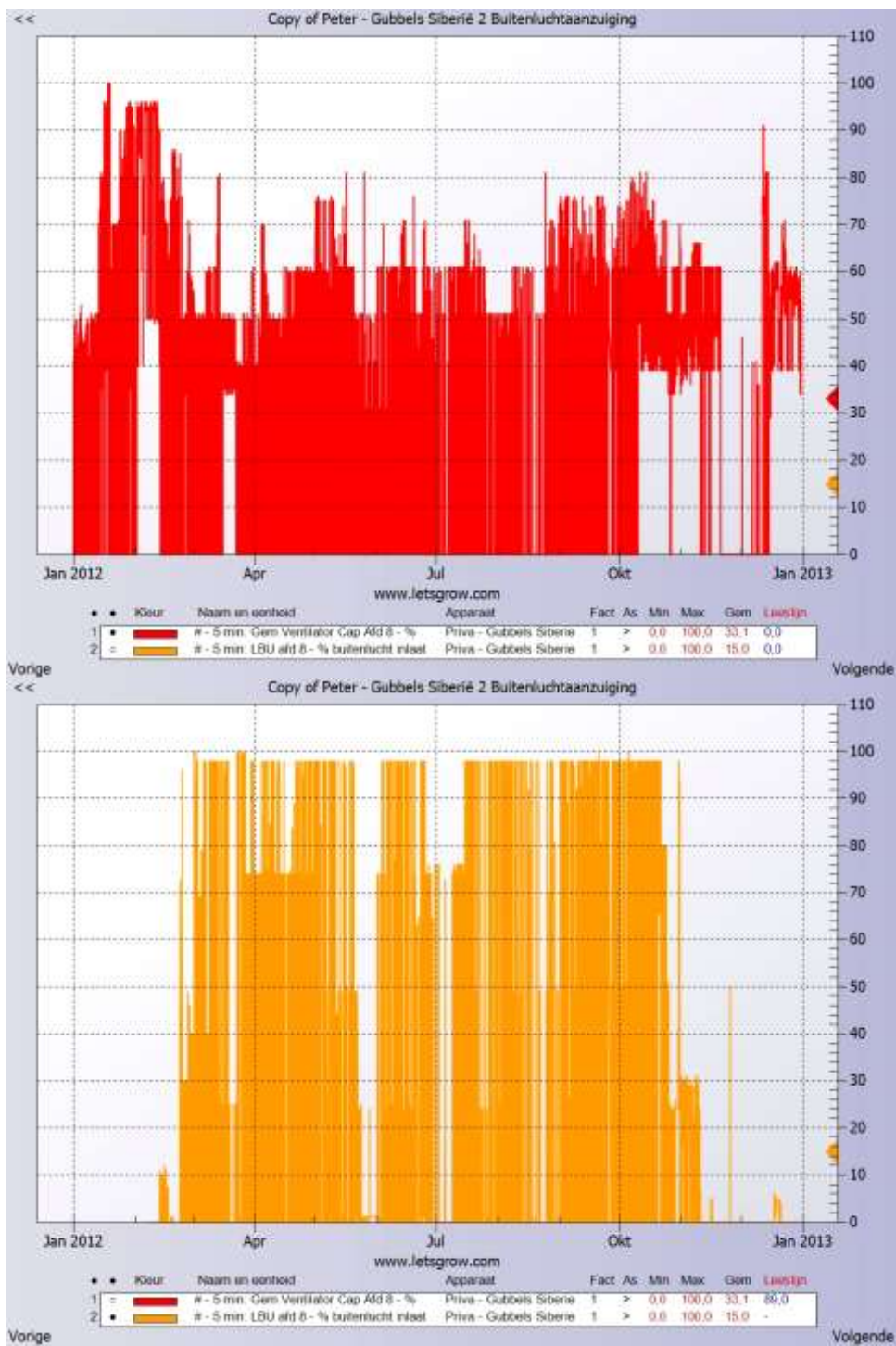


Oktober 2012





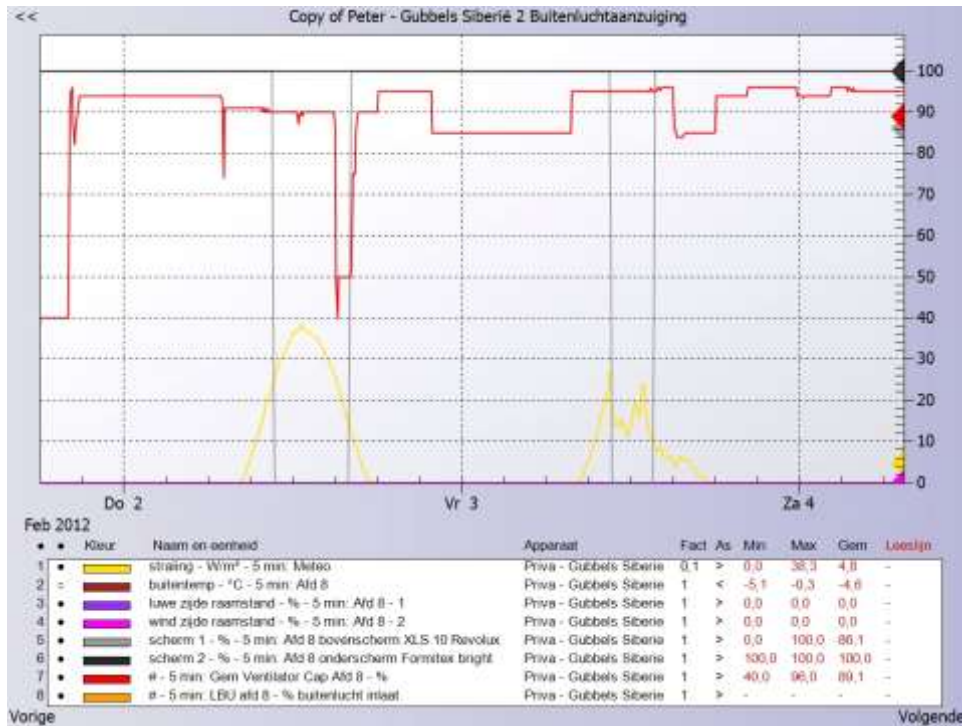
BIJLAGE IV : Ventilatorcapaciteit en % buitenlucht in 2012



## BIJLAGE V : fase 1 t/m 5 voor de inzet van het inblazen van buitenlucht

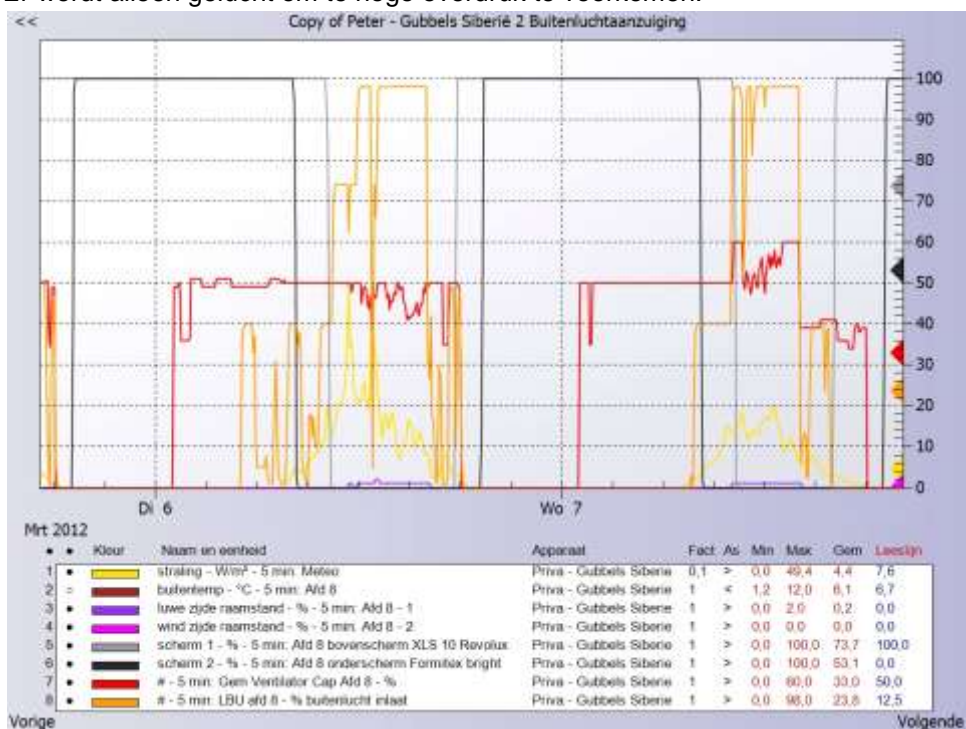
Fase 1 : Start van de teelt ( december – februari ) :

- Dubbel schermen
- Alleen midden op dag 1 scherm openen
- Geen buitenlucht inblazen



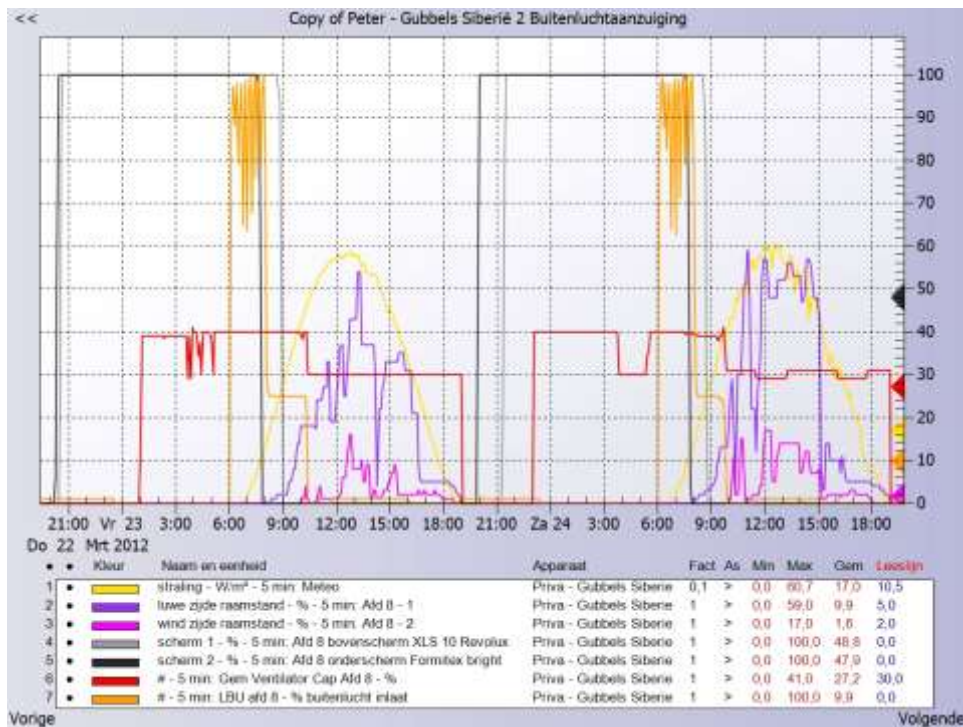
Fase 2 : Eind februari – half maart :

- Alleen midden op de dag gaan beide schermen open.
- Start vochtbeheersing met buitenlucht inblazen
- Er wordt alleen gelucht om te hoge overdruk te voorkomen.



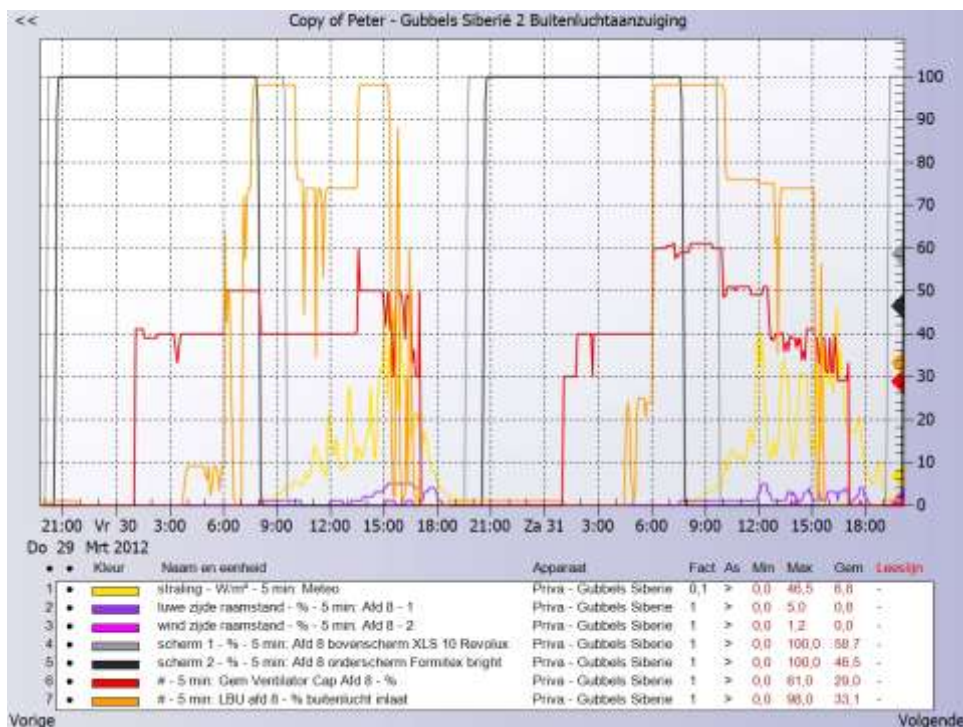
Fase 3a : Eind maart - eind mei zolang de buitentemperatuur laag is

- Op zonnige dagen alleen in de nacht
- Start luchten overdag
- Vochtbeheersing met buitenlucht



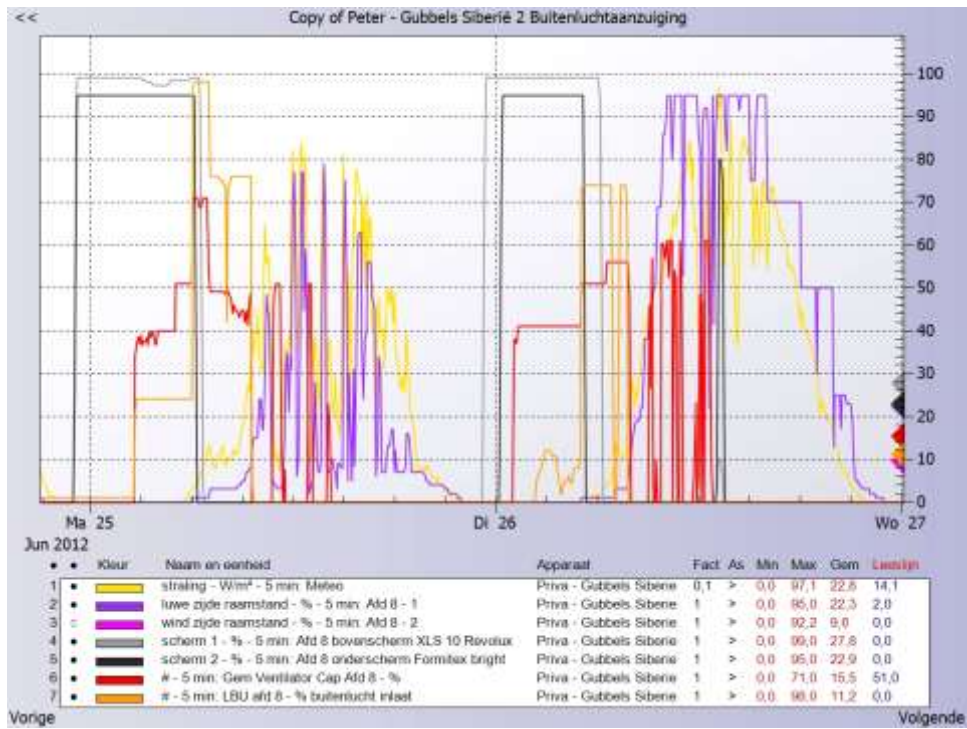
Fase 3b : Eind maart - eind mei zolang de buitentemperatuur laag is.

- Op donkere dagen zowel overdag als in de nacht
- Start luchten overdag
- Vochtbeheersing met buitenlucht



Fase 4 : Eind mei – eind augustus

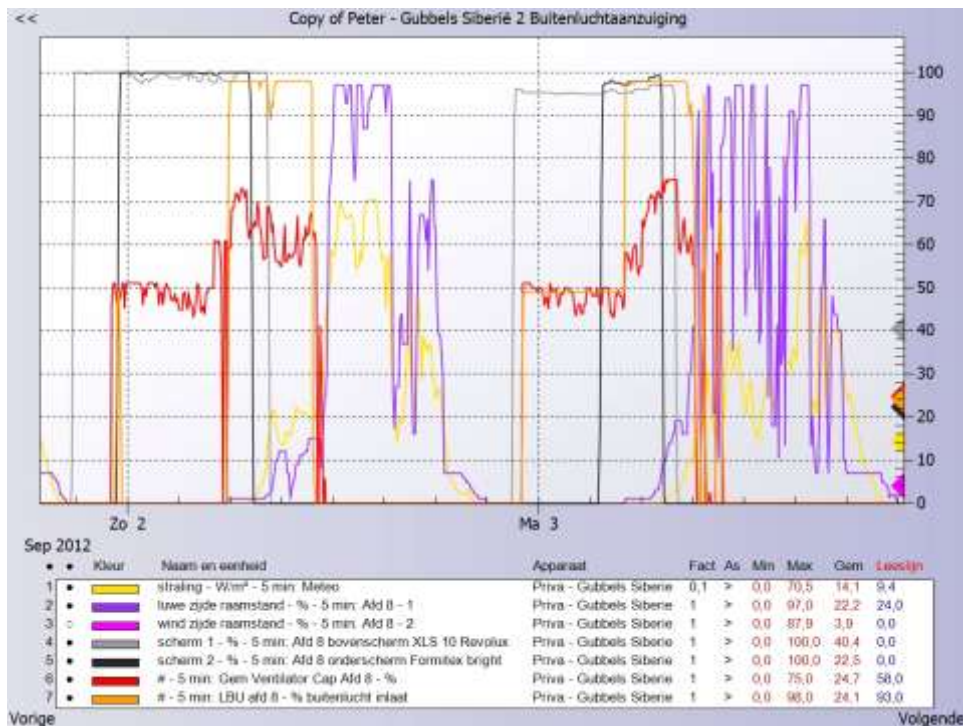
- Buitentemperaturen en instraling stijgen zodat er overdag ruim gelucht moet worden



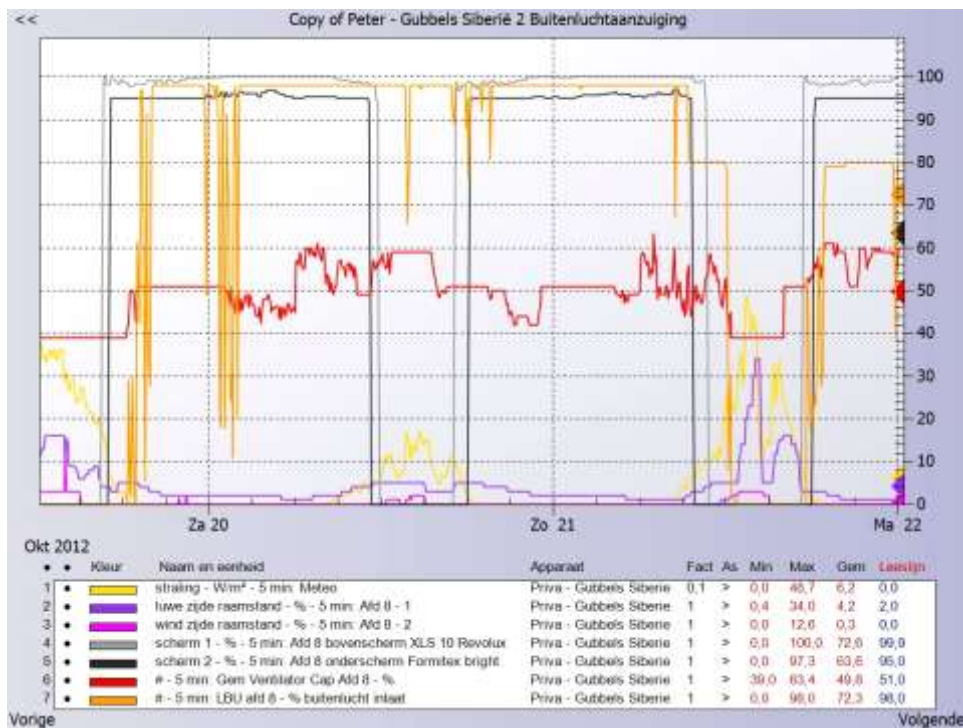
## Fase 5 : september – einde teelt

- In de nacht worden de twee schermen weer ruim ingezet
- Overdag neemt instraling af en wordt weinig gelucht

### september

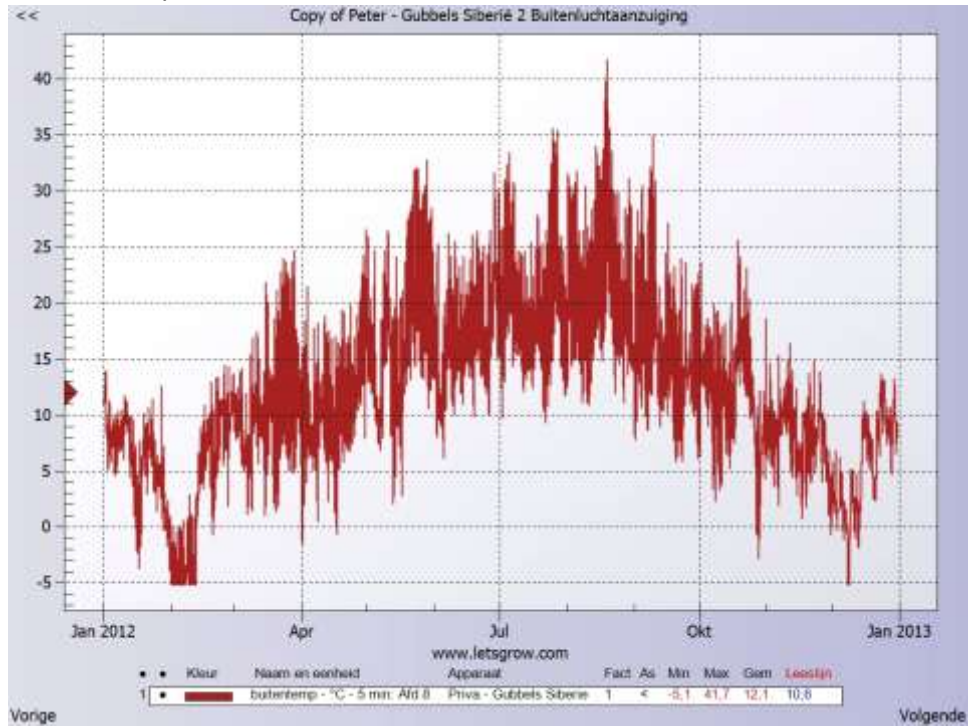


### oktober

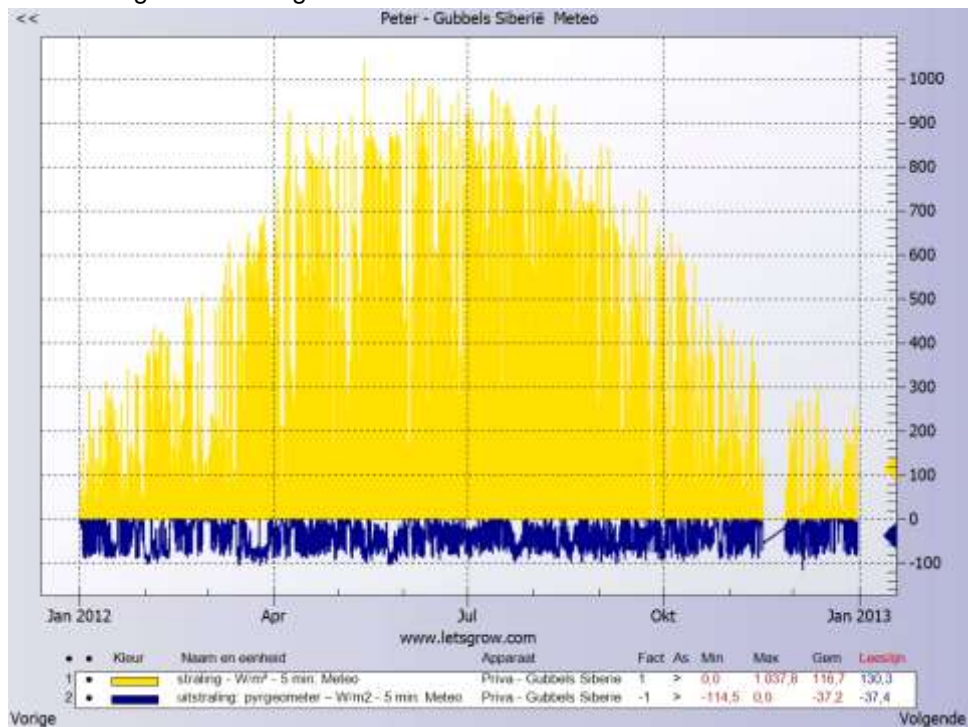


## BIJLAGE VI : Buiten omstandigheden

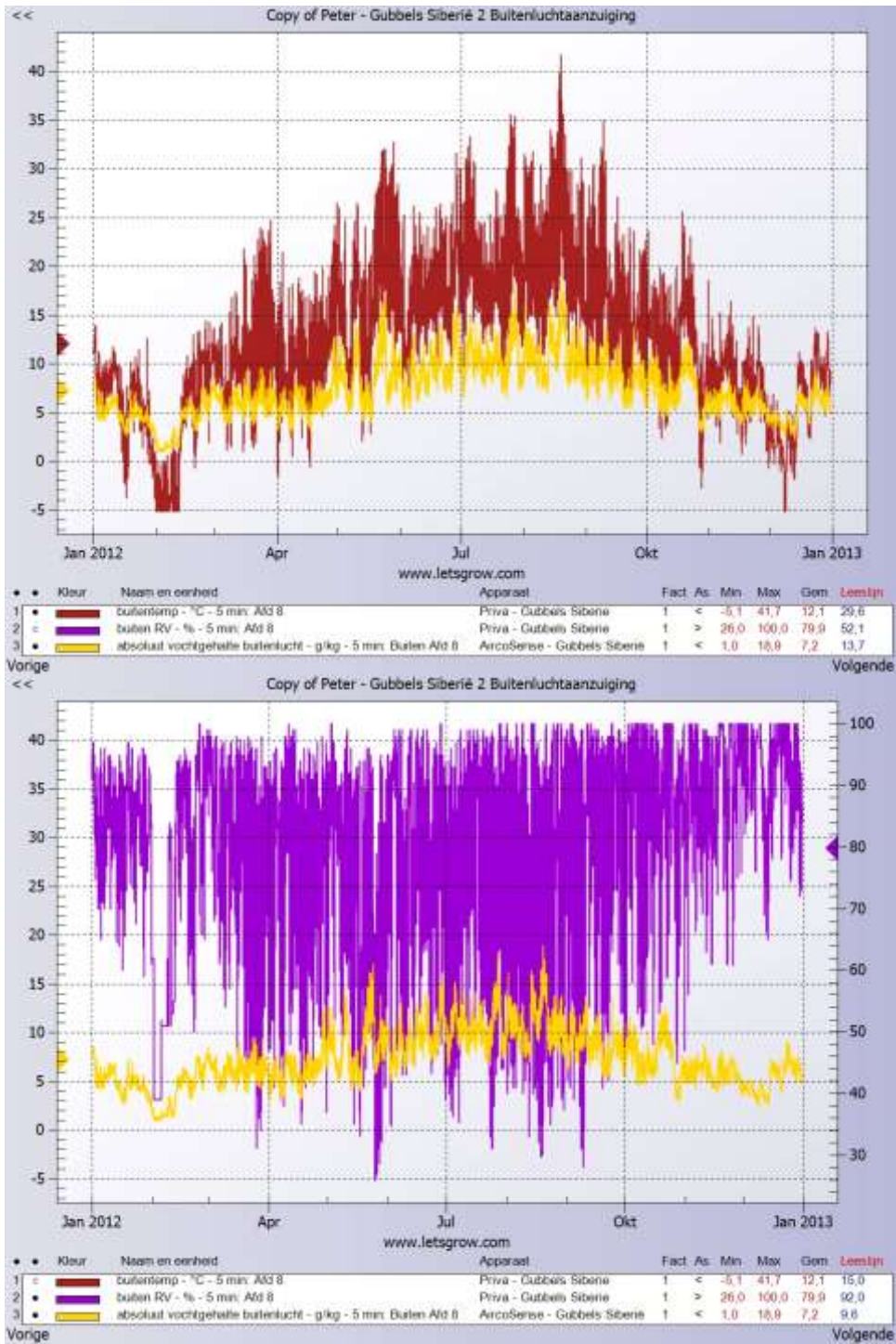
### 1 : Buitentemperatuur 2012



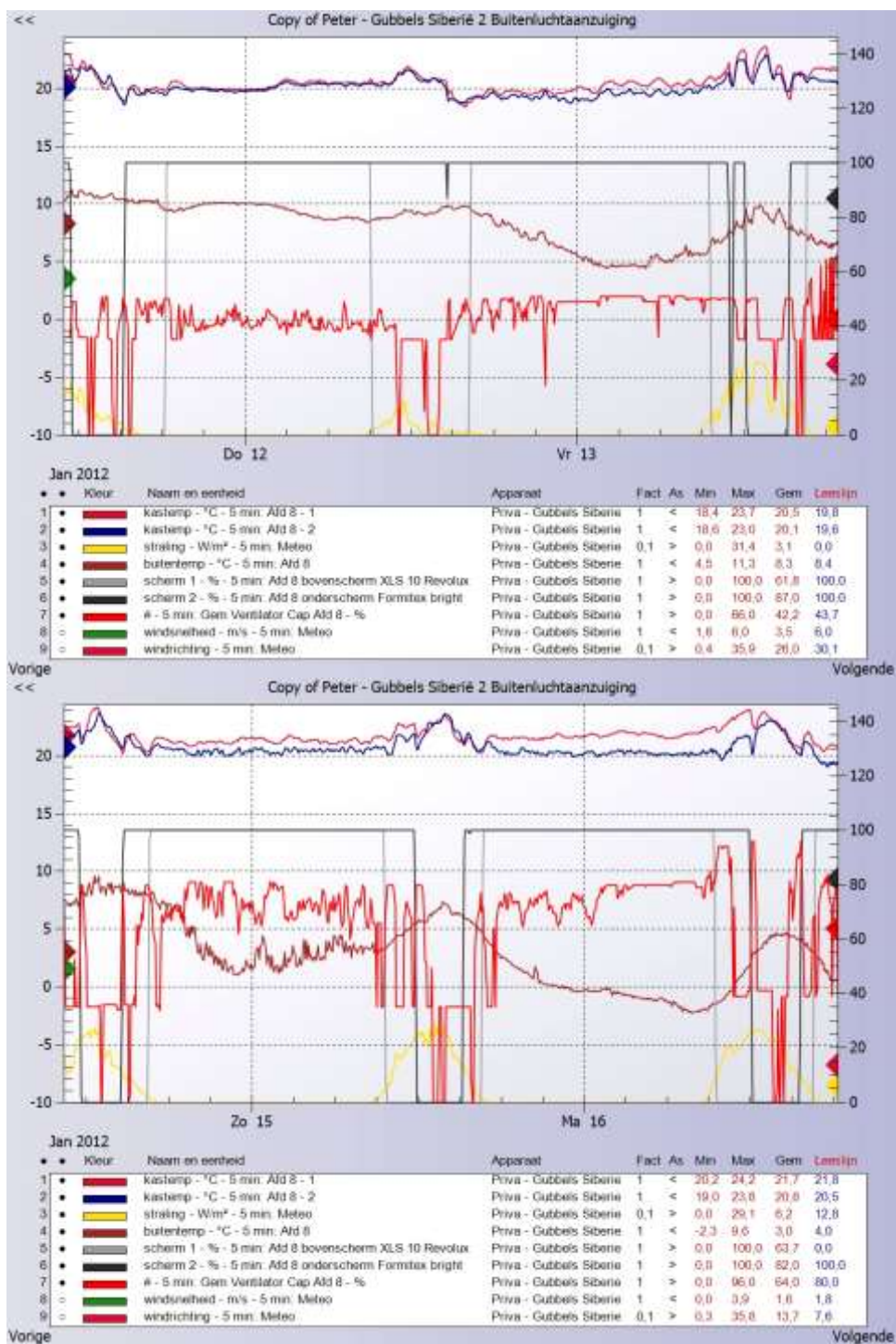
### 2 : instraling en uitstraling 2012



### 3 : Relatie Absoluut Vochtgehalte, Temperatuur en RV 2012



# BIJLAGE VII : Temperatuurverschillen en Buitentemperatuur





BIJLAGE VIII : Gewasreacties

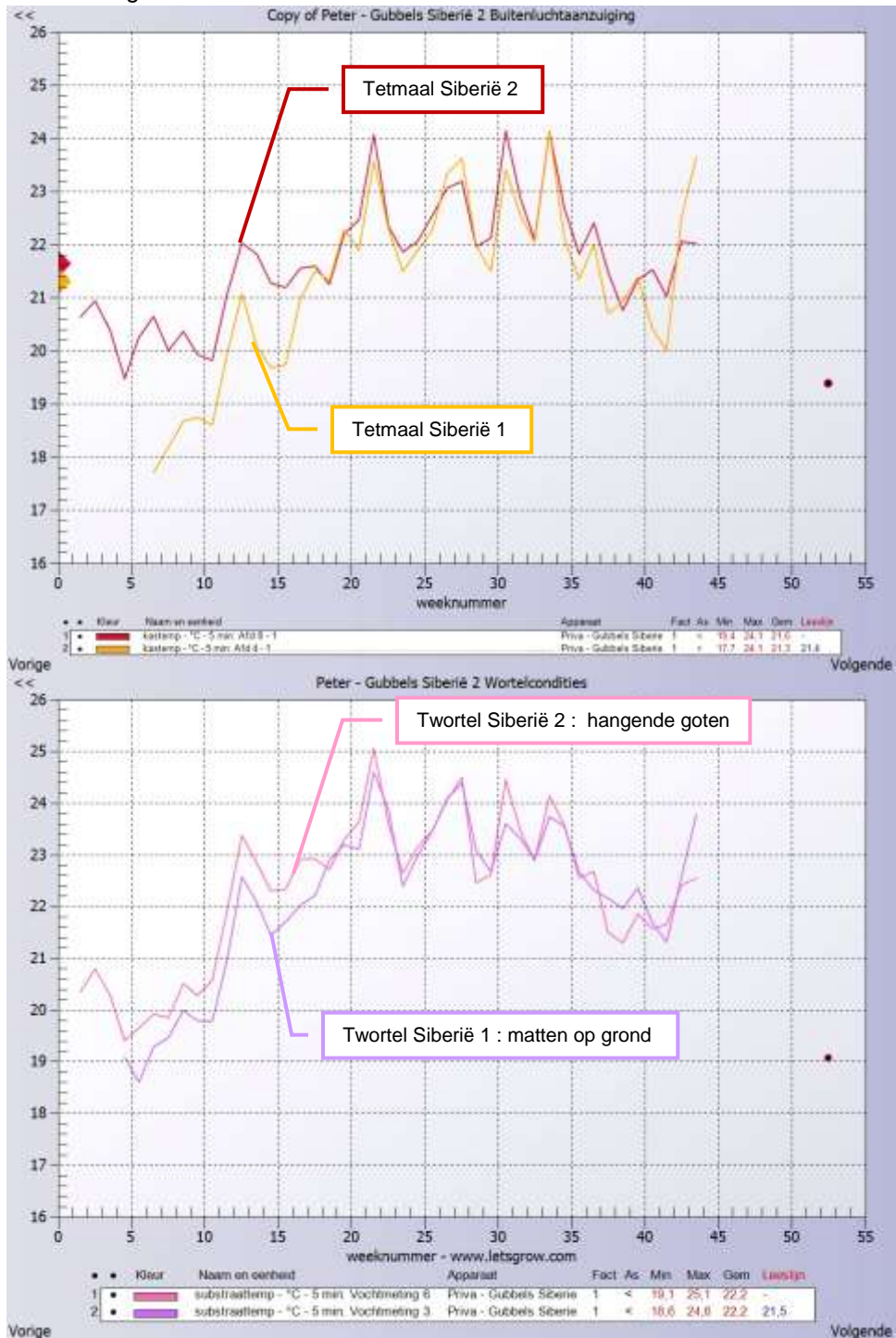
<b>2011</b>	<b><u>Siberië 2</u></b> <b><u>Viper</u></b>	<b><u>Siberië 1</u></b> <b><u>Viper</u></b>	verschil
plantdatum	week 1	week 49	- 4 weken
start zetting	week 8	week 6	- 2 weken
start oogst	week 15	week 14	- 1 week
einde oogst	week 46	week 45	
oogstperiode	32 weken	32 weken	gelijk
teeltperiode	46 weken	49 weken	- 3 weken

<b>2012</b>	<b><u>Siberië 2</u></b> <b><u>Davos</u></b>	<b><u>Siberië 1</u></b> <b><u>Viper</u></b>	verschil
plantdatum	week 50	week 48	- 2 weken
start zetting	week 5	week 4	- 1 week
start oogst	week 12	week 13	+ 1 week
einde oogst	week 47	week 45	
oogstperiode	36 weken	33 weken	+ 3 weken
teeltperiode	50 weken	50 weken	gelijk

## BIJLAGE IX : Substraattemperatuur Siberië 1 vergeleken met Siberië 2

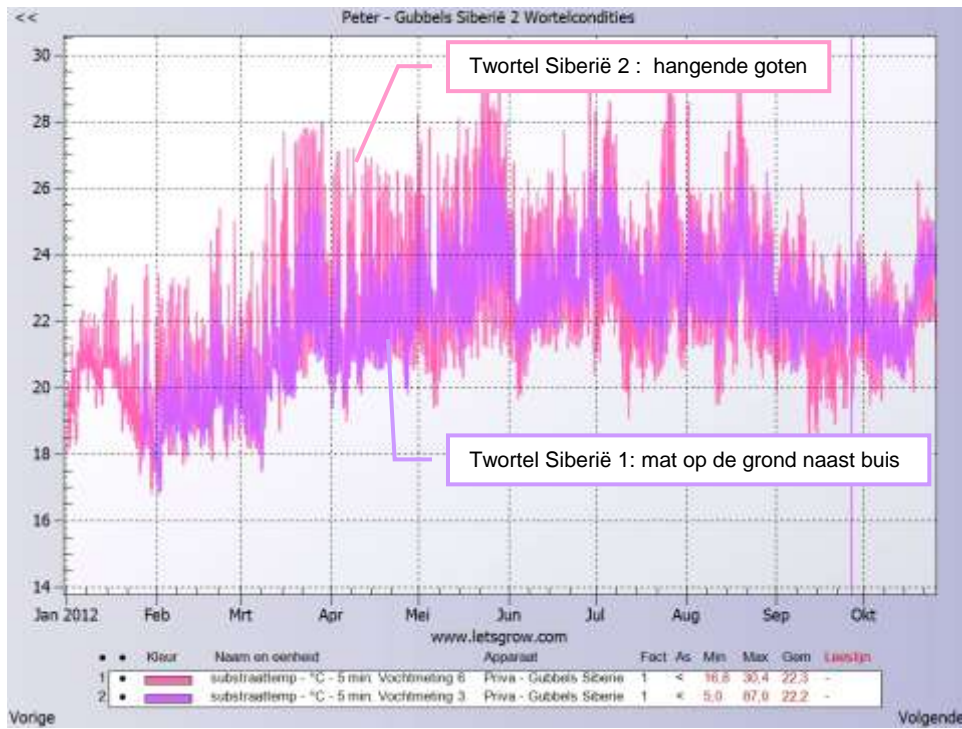
### 1 : Etmaaltemperatuur van de kaslucht en substraat

- Vochtmeting 3 = Siberië 1
- Vochtmeting 6 = Siberië 2

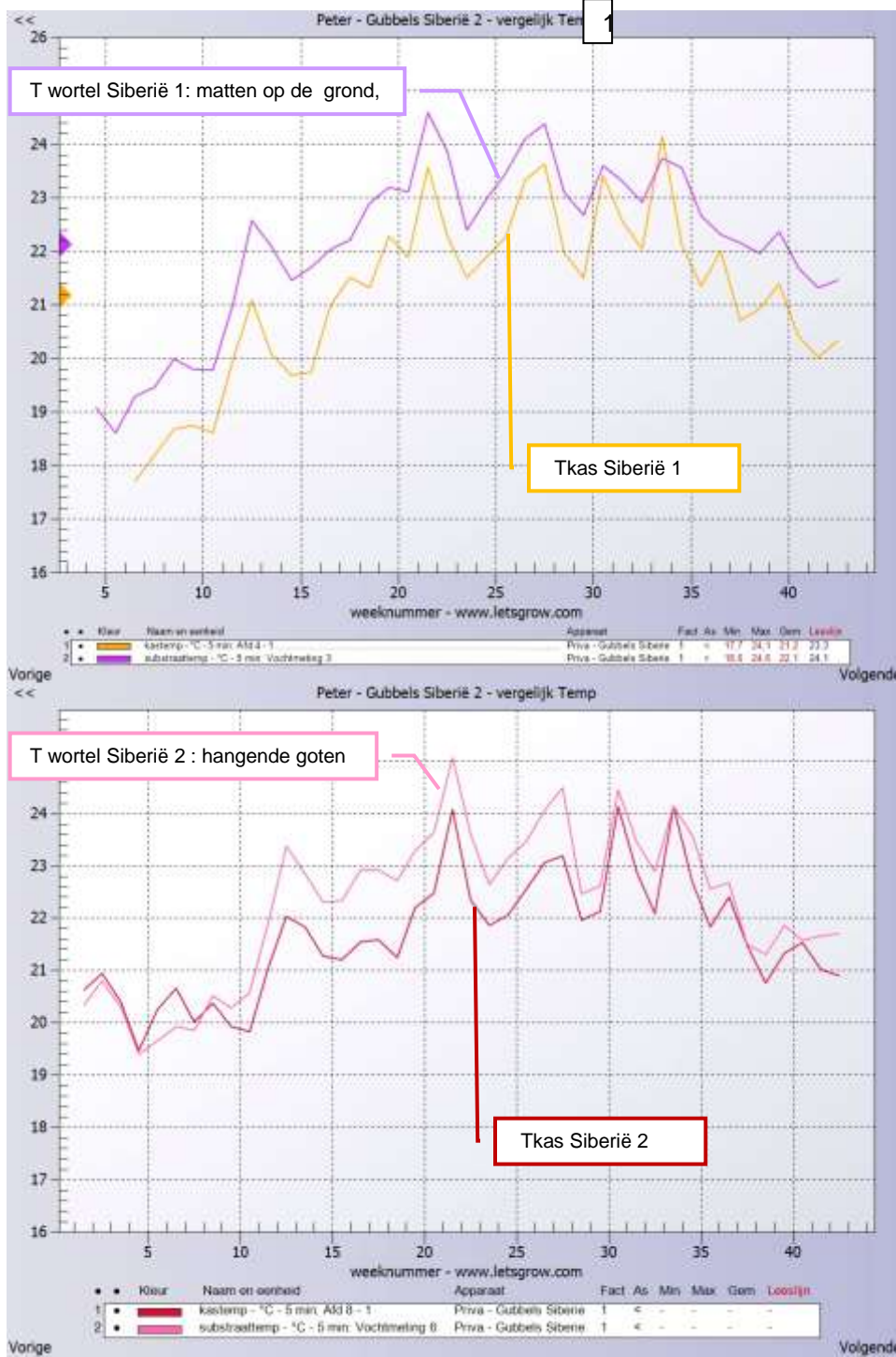


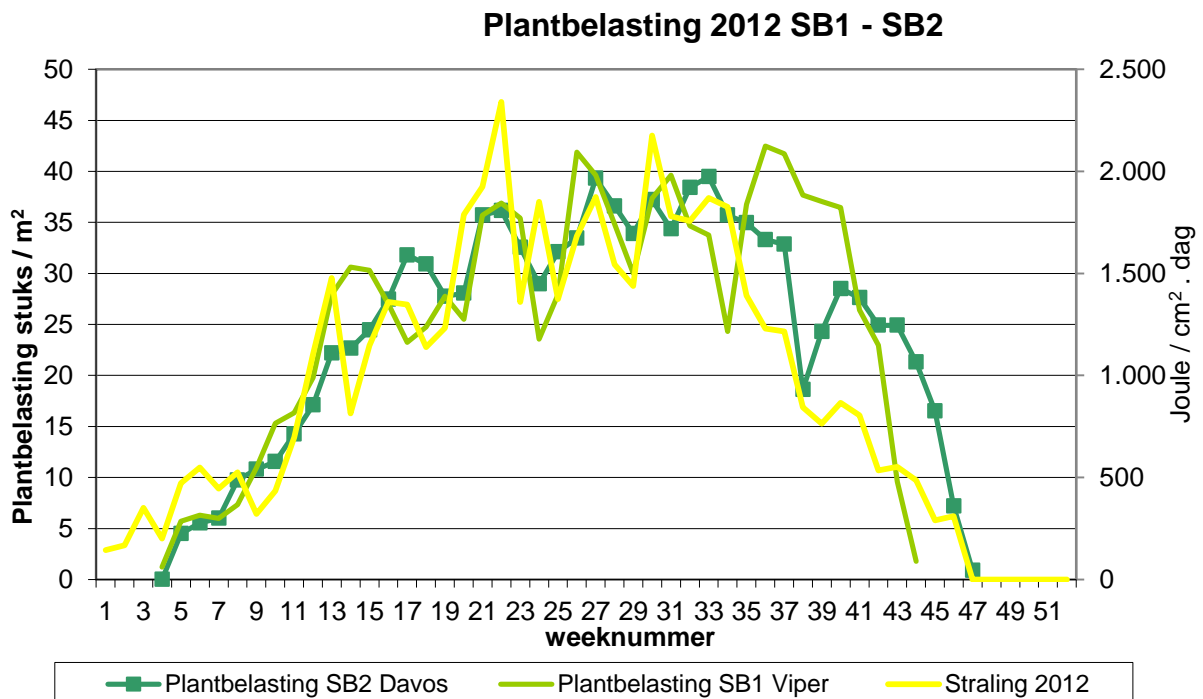
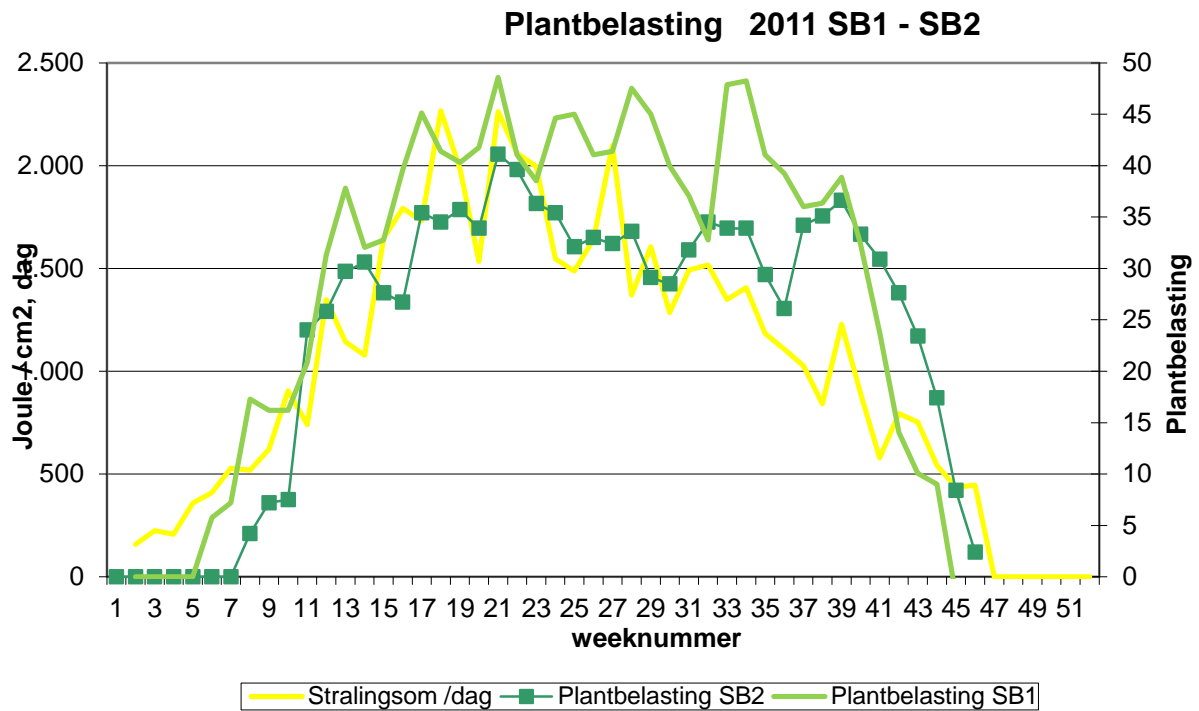
2 : Substraattemperatuur elke 5 minuten gemeten :

- Siberië 1 matten op grond = vochtmeting 3
- Siberië 2 hangende goten = vochtmeting 6

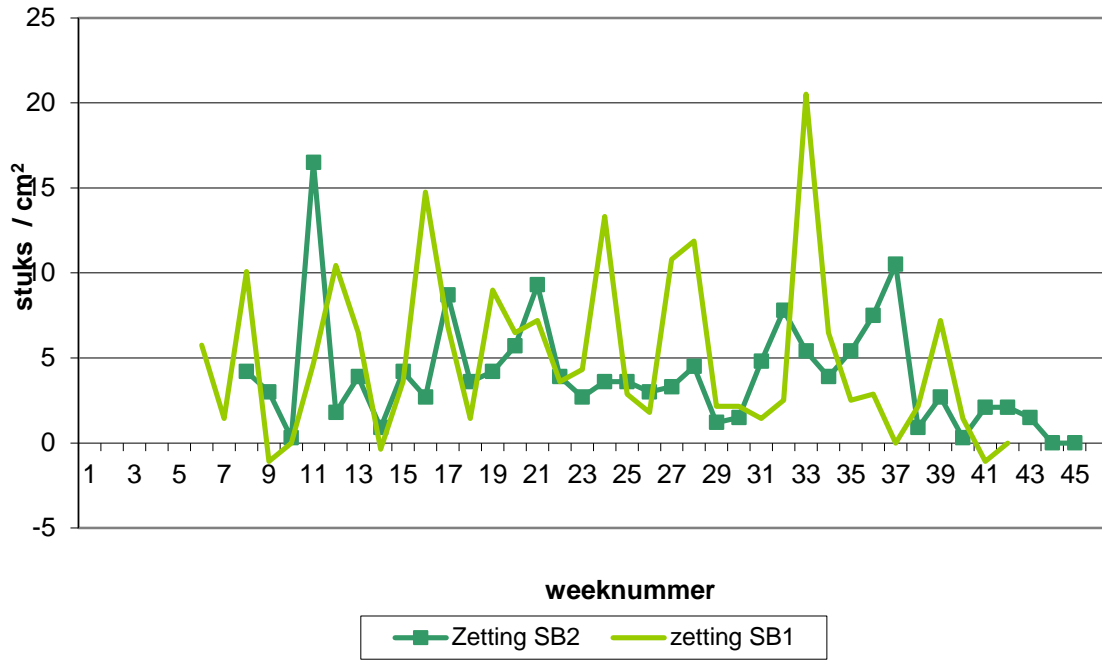


### 3 : Verschil worteltemperatuur en kasluchttemperatuur





Zetting 2011 SB1 - SB2



Zetting 2012 SB1 - SB2

