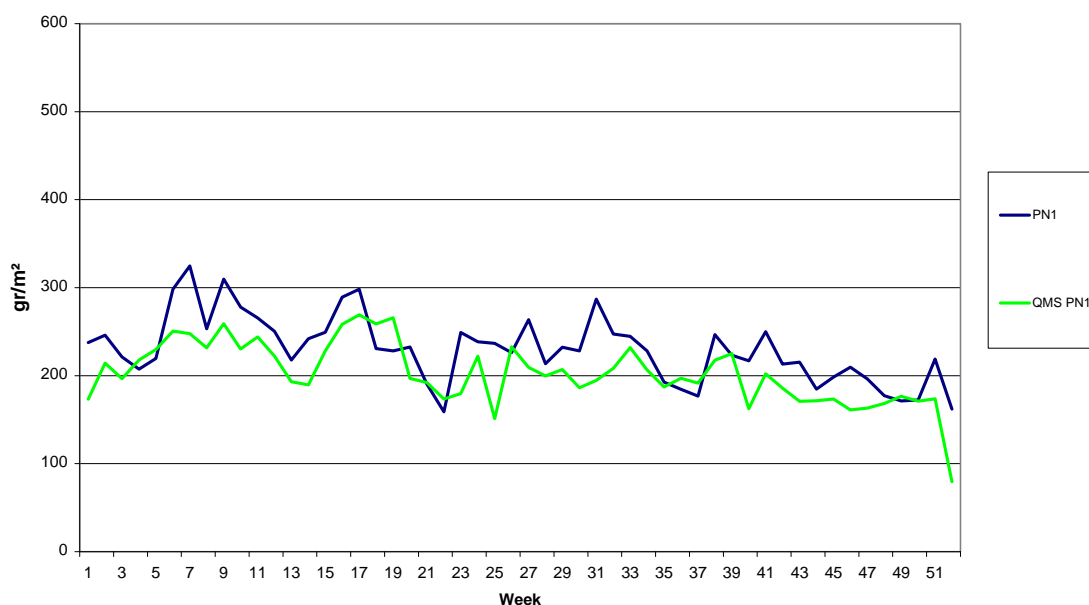


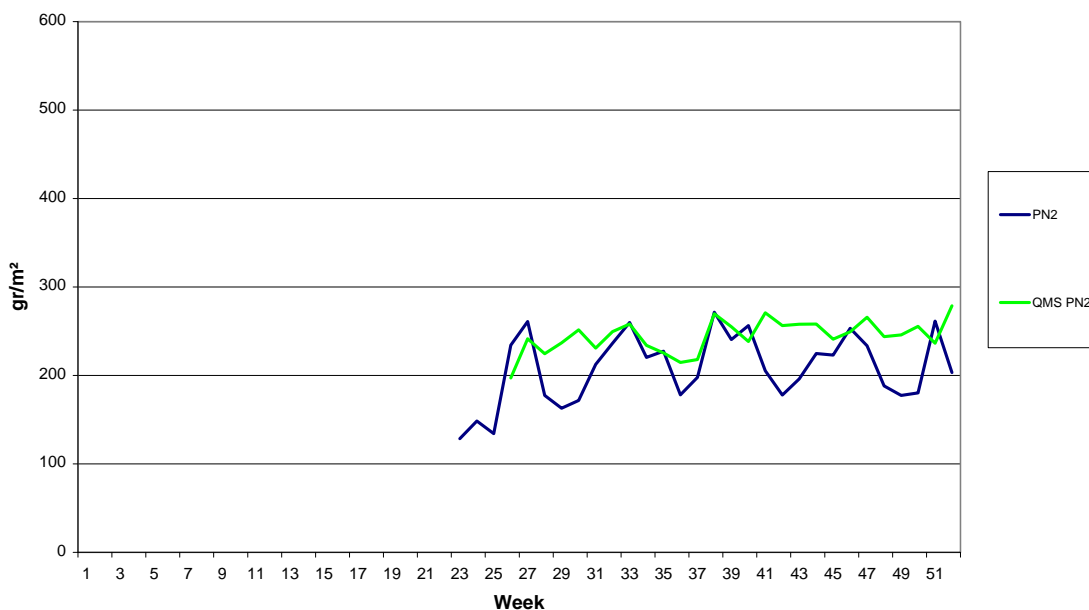
### Productie ongekoeld 2008



**Figuur 108 Productiecijfers tov QMS ongekoeld 2008 Porta Nova 1**

Figuur 108 laat de productie zien van de ongekoelde afdeling ten opzichte van de berekende productie met QMS. Over het algemeen loopt de productie voor op de berekende productie. Het verschil is een hoger gerealiseerde productie van 1405 gr/m<sup>2</sup> ten opzichte van de berekening. Dit is 13% meer dan de berekende waarde.

### Productie gekoeld 2008



**Figuur 109 Productiecijfers t.o.v. QMS gekoeld 2008 Porta Nova 2**

Figuur 108 laat de productie vanaf week 26 van de gekoelde afdeling ten opzichte van de berekende productie met QMS zien. Opvallend is dat de gerealiseerde productie op een aantal pieken na structureel achter loopt op de berekende waarde. De reden hiervan is dat het een jong gewas betrof wat nog niet volledig in productie was. Het snee effect is ook duidelijk zichtbaar. Het verschil is een lagere gerealiseerde productie van 771 gr/m<sup>2</sup> ten opzichte van de berekening. Dit is 12% minder dan de berekende productie.

### 7.1.3 Kwaliteitsgegevens 2008

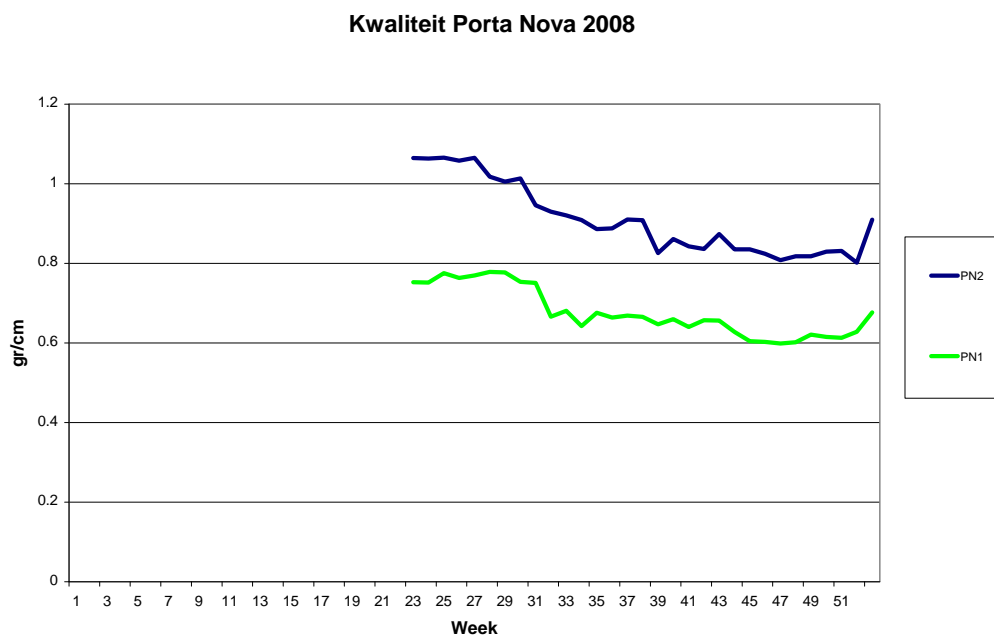
Om het effect van koelen op de kwaliteit van het geogste product in kaart te brengen zijn in Tabel 7 de gemiddelde taklengte en gewicht, kwaliteit en het aantal takken weergegeven. Het betreft gemiddelde van weekcijfers.

**Tabel 7 Kwaliteitsgegevens Porta Nova week 23 t/m 52 2008**

**Gemiddelde waardes per week**  
**Periode week 23 t/m 52 2008**

	Ongekoeld	Gekoeld	Vershil
S: Gem. lengte * (cm)	69.3	72.2	2.9
S: Gem. takgewicht * (gr)	47.0	65.9	18.9
S: Kwaliteit * (gr/cm)	0.68	0.91	0.23
S: Aant takken * (#/m <sup>2</sup> )	4.6	3.2	-1.4

Figuur 110 geeft het verloop van de kwaliteit in gr/cm over 2008 weer. Duidelijk is te zien dat de kwaliteit van PN2 (gekoeld) een stuk hoger ligt dan PN1 (ongekoeld). De reden van de verhoogde kwaliteit in de 1<sup>e</sup> helft van het jaar is o.a. te verklaren doordat PN2 een jong gewas (geplant vanaf week 16) heeft staan en PN1 in verhouding een ouder gewas.



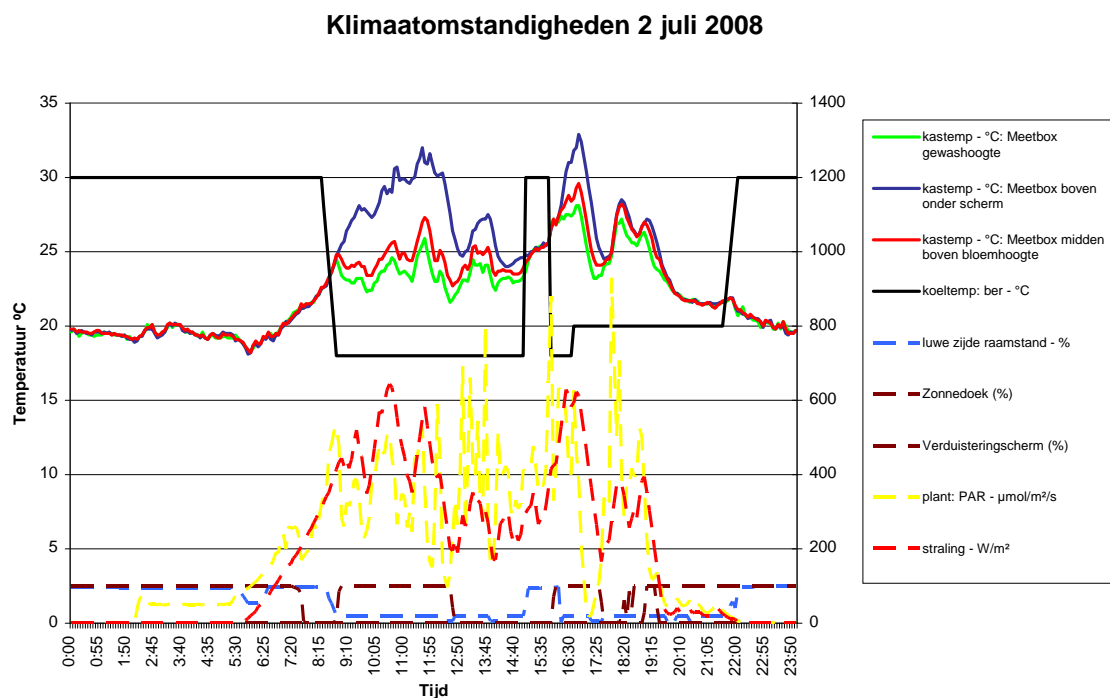
**Figuur 110 Kwaliteitsverloop Porta Nova 1 (ongekoeld) en Porta Nova 2 (gekoeld) 2008**

De gekoelde kas heeft gemiddeld 2,9 cm meer taklengte en 18,9 gr meer gewicht per tak. De kwaliteit van de takken zijn in de gekoelde afdeling beter met 0,23 gr/cm meer ten

opzicht van de niet gekoelde kas. Het aantal takken is in de ongekoelde afdeling hoger met gemiddeld 1,4 takken meer per week/m<sup>2</sup>. Gekoeld heeft dus een hogere kwaliteit en ongekoeld een hogere kwantiteit. Het vergelijk gaat voor 2008 niet helemaal op omdat de gekoelde afdeling een jong gewas had staan. De kwaliteitsgegevens van 2009 geven een representatiever beeld.

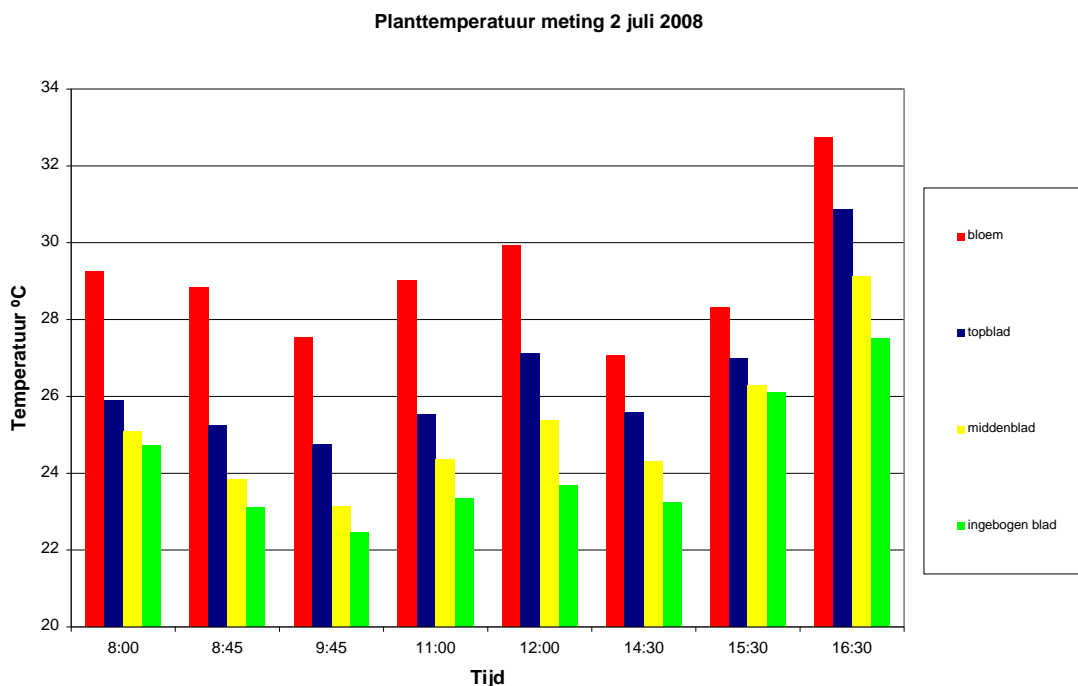
### 7.1.4 Planttemperatuurmetingen

Om het effect van koelen op de planttemperatuur in kaart te brengen hebben er bij Porta Nova op 2 dagen uitvoerige metingen plaatsgevonden. Deze vonden plaats op 2 juli en 30 augustus 2008.



**Figuur 111 Klimaatomstandigheden 2 juli 2008**

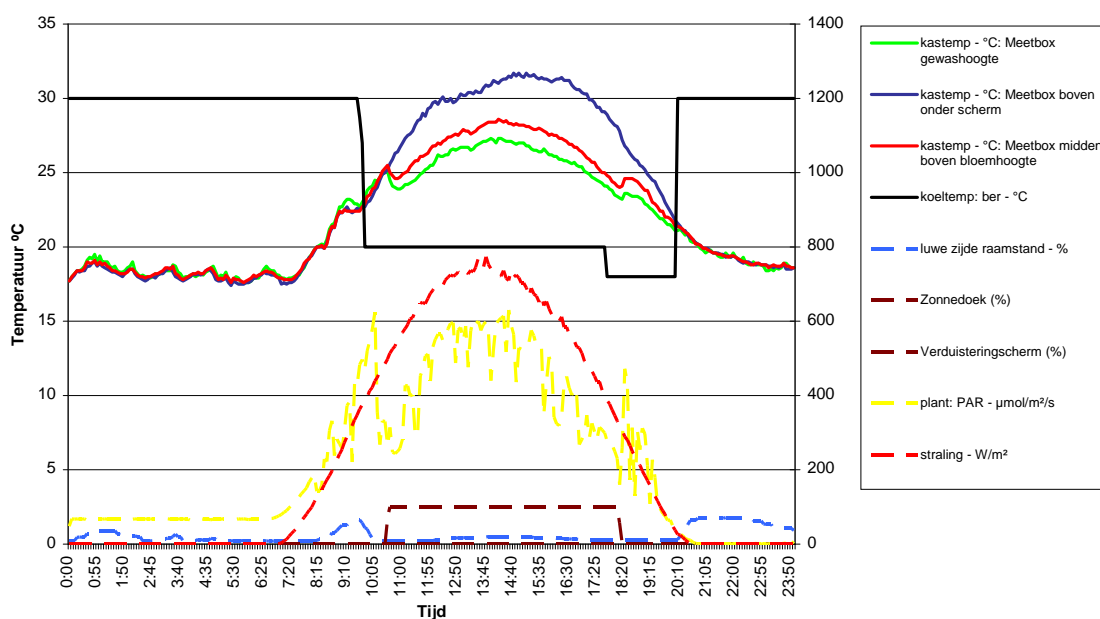
Figuur 111 laat de klimomstandigheden zien op 2 juli 2008. Het was een iets wisselvallige dag waarop vanaf 9:00 uur gekoeld is tot 15:00 uur en van 15:50 tot 21:30 uur. Het scherm is een aantal malen open en dicht geweest. De temperatuurmetingen laten tussen gewashoogte (dat is tussen de bloem en ingebogen bladhoogte) en ongeveer 1 meter boven bloemhoogte een verschil zien van 1 tot 1,5°C. De meetbox vlak onder het doek geeft verschillen met de meting op gewashoogte van meer dan 5°C.



**Figuur 112 Planttemperatuur metingen 2 juli 2008 Porta Nova**

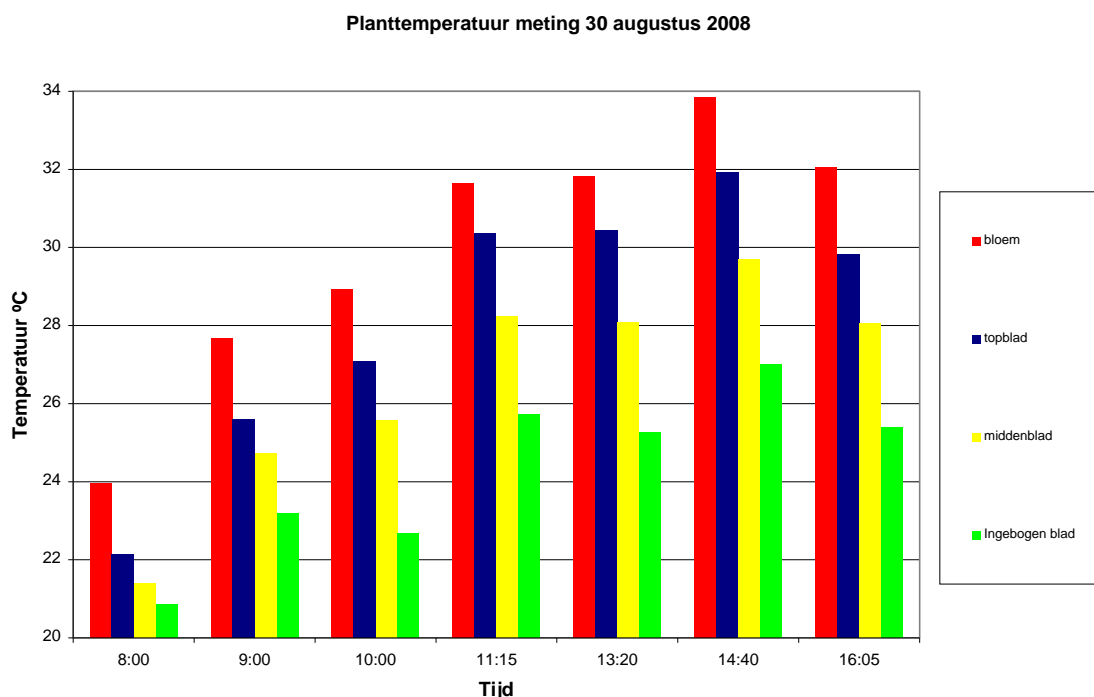
Figuur 112 laat de resultaten van de planttemperatuurmetingen zien van 2 juli. Als we de data vergelijken met de klimaatdata, dan blijkt de gradiënt sterk afhankelijk van de straling te zijn. De bloemtemperatuur laat voordat de koeling aangaat al een groot verschil zien met de bladtemperatuur (Delta T van 3°C). Wanneer de straling toeneemt, wordt de temperatuurgradiënt in het gewas ook groter.

**Klimaatomstandigheden 30 augustus 2008**



**Figuur 113 Klimaatomstandigheden 30 augustus 2008**

Figuur 113 laat de klimaatomstandigheden zien op 30 augustus 2008. Het was een zonnige dag waarop vanaf 9:50 uur gekoeld is tot 20:00 uur. Het scherm is dichtgegaan van 10:40 tot 18:20 uur. De temperatuurmetingen laten tussen gewashoogte (dat is tussen de bloem en ingebogen bladhoogte) en ongeveer 1 meter boven bloemhoogte een verschil zien van 1 tot 1,5°C. De meetbox vlak onder het doek geeft verschillen met de meting op gewashoogte van meer dan 5°C.



**Figuur 114 Planttemperatuur metingen 30 augustus Porta Nova**

Figuur 114 laat de resultaten van de planttemperatuurmetingen zien van 30 augustus. Als we de data vergelijken met de klimaatdata, dan blijkt dat de gradiënt sterk afhankelijk is van de straling. Er bestaat al een 'natuurlijke' gradiënt wanneer de koeling nog niet aan is (meting om 9:00 uur). Wanneer de straling toeneemt en de koeling aangaat (om 9:50 uur) wordt de temperatuurgadiënt in het gewas ook groter. Tijdens deze dag bereikt de bloem temperatuur een waarde van tegen de 34°C.

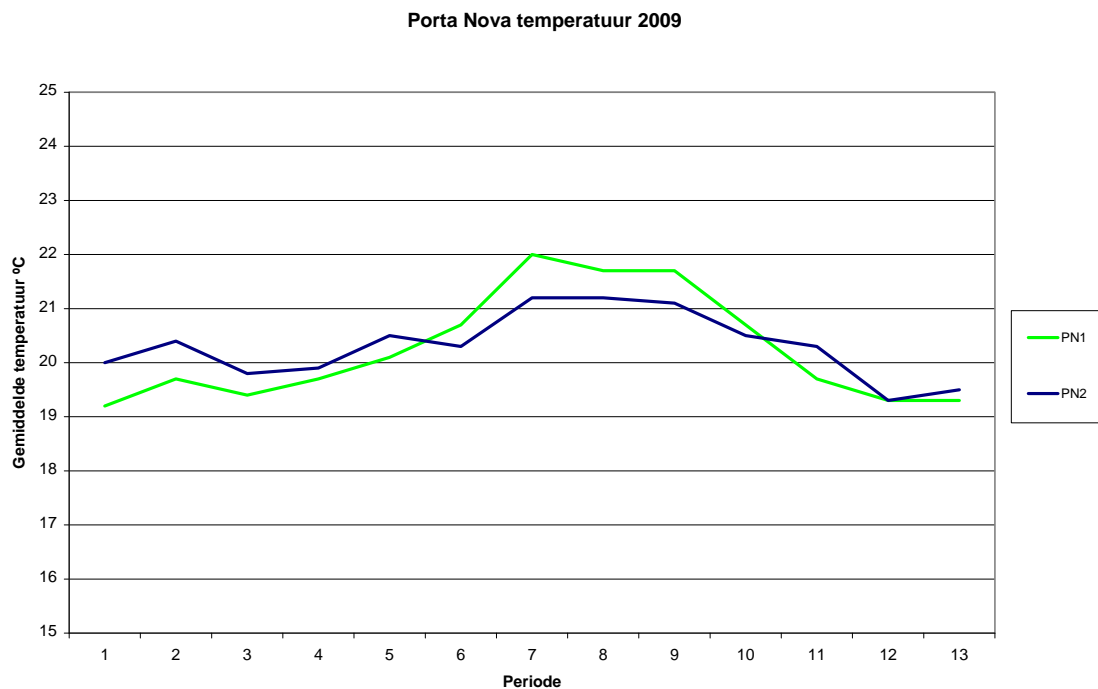
Op de getoonde meetdagen zijn ook fotosynthesemetingen verricht. De resultaten hiervan staan vermeld in bijlage 2.

Doel van deze metingen was om het effect van onderdoor koelen op de planttemperatuur in kaart te brengen. De planttemperatuurgadiënt loopt op naarmate de straling toeneemt. Het aanzetten van de koeling verkleint deze gradiënt niet.

## 7.2 Resultaten onderdoor koelen 2009

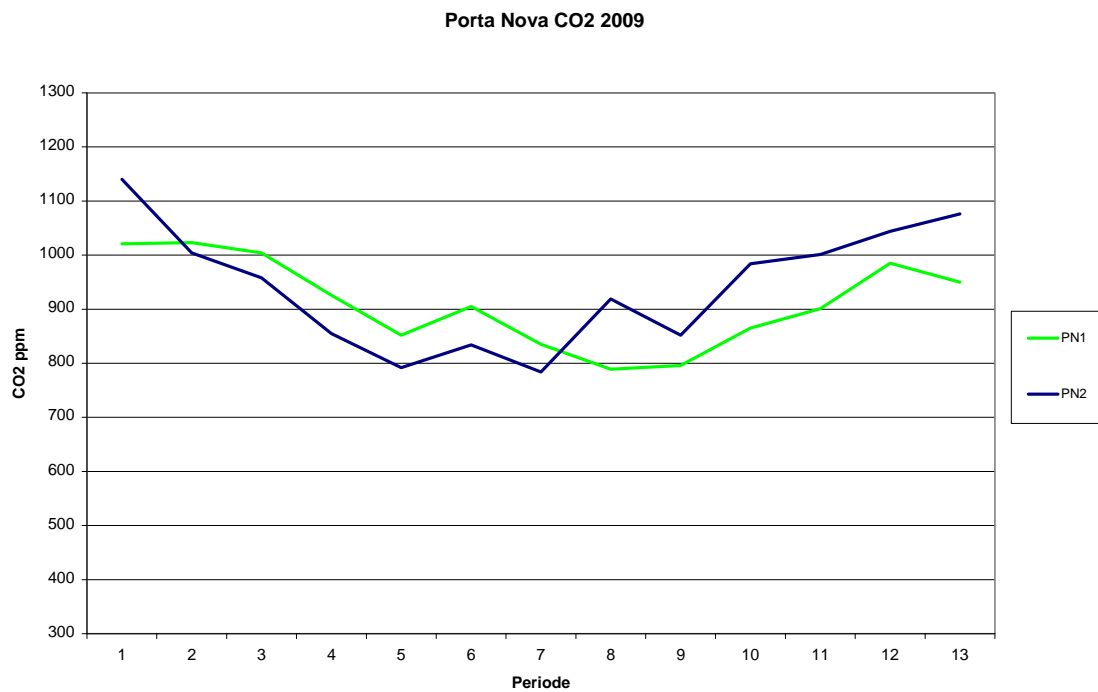
### 7.2.1 Klimaatmetingen onderdoor koelen 2009

#### 7.2.1.1 Algemene klimaatgegevens



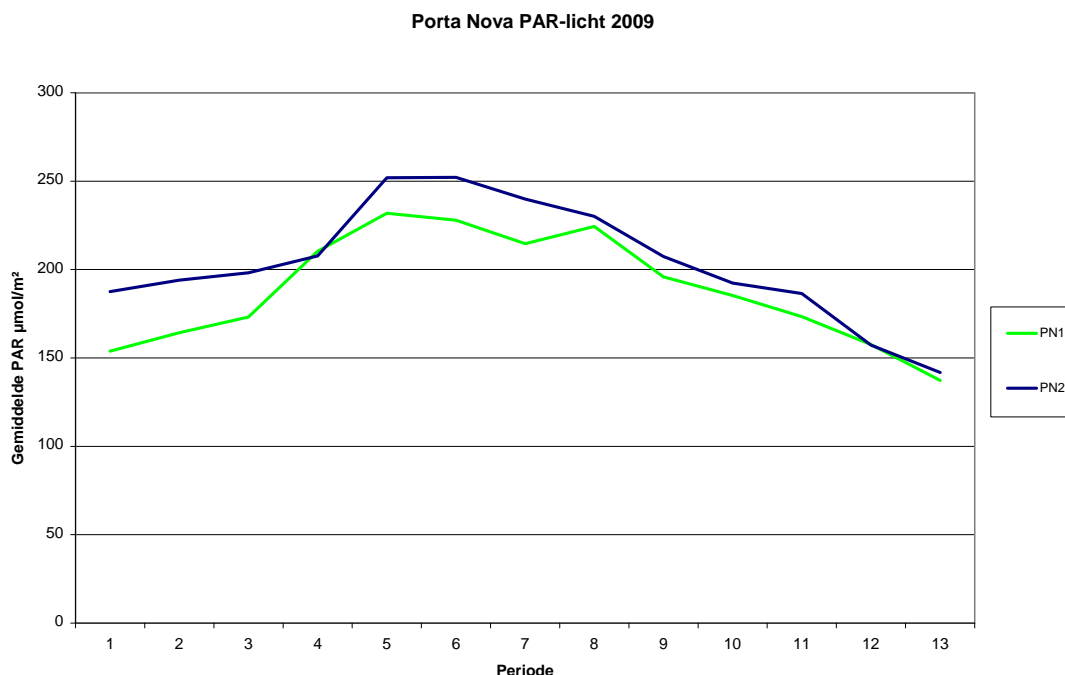
**Figuur 115 Gemiddelde temperatuur Porta Nova 2009**

Figuur 115 laat de gemiddelde temperatuur per periode zien. Duidelijk is te zien dat in de ongekoelde kas (PN1) een hoger gemiddelde temperatuur is gerealiseerd van periode 6 t/m 10. De gemiddelde temperatuur in de gekoelde kas (PN2) is 20,3°C geweest en in de ongekoelde afdeling 20,2°C. Dit maakt een verschil van 0,1°C.



**Figuur 116 Gemiddeld CO<sub>2</sub> gehalte Porta Nova 2009**

Figuur 116 laat het gemiddelde CO<sub>2</sub> gehalte zien per periode. Het gemiddelde CO<sub>2</sub> gehalte is in de ongekoelde kas (PN1) van periode 2 t/m 7 hoger geweest dan in de gekoelde kas (PN2). De CO<sub>2</sub> dosering en capaciteit is bij de gekoelde kas in periode 8 opgeschroefd, wat duidelijk te zien is in de hoger gerealiseerde waardes. Gemiddeld is het CO<sub>2</sub> gehalte in de gekoelde kas (PN2) 942 ppm geweest en in de ongekoelde 912 ppm. Dit maakt een verschil van 30 ppm.



**Figuur 117 Gemiddelde PAR waarde Porta Nova 2009**

Figuur 117 laat het gemiddelde PAR licht per periode zien. Het PAR licht op Porta Nova 1 was in de winter lager door spanningverlies op de installatie. In het najaar van 2009 is de spanning weer op niveau. Er is in de ongekoelde kas (PN1) gemiddeld minder licht toegelaten dan in de gekoelde afdeling (PN2). In de gekoelde afdeling is er gemiddeld  $204 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  PAR-licht geweest en in de ongekoelde afdeling  $188,5 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  PAR-licht.

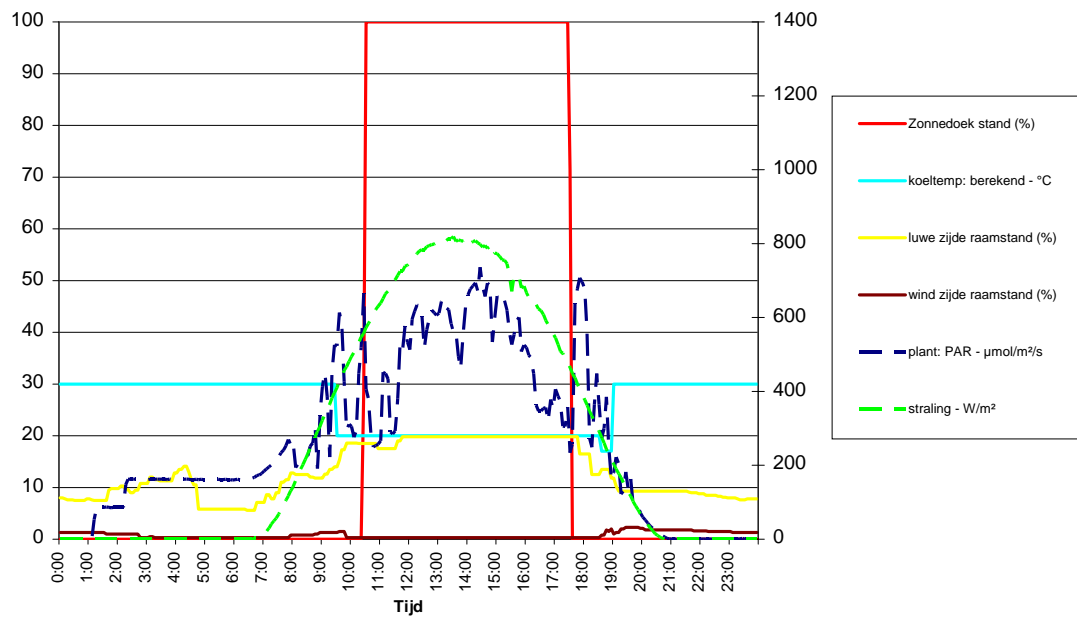
In hoofdstuk 7.2.2. worden de consequenties van de getoonde klimaatgegevens op de productie getoond.

#### 7.2.1.2 Horizontale temperatuur- en vochtverdeling

In de voorjaars- en zomerperiode van 2009 zijn er met regelmaat klimaatmetingen verricht om de horizontale en verticale temperatuur- en vochtgradiënten in kaart te brengen. Deze paragraaf bespreekt de resultaten van twee meetdagen waarin de horizontale temperatuur- en vochtverdeling in kaart is gebracht. Het betreft hier een zonnige en een wisselvallige koeldag.

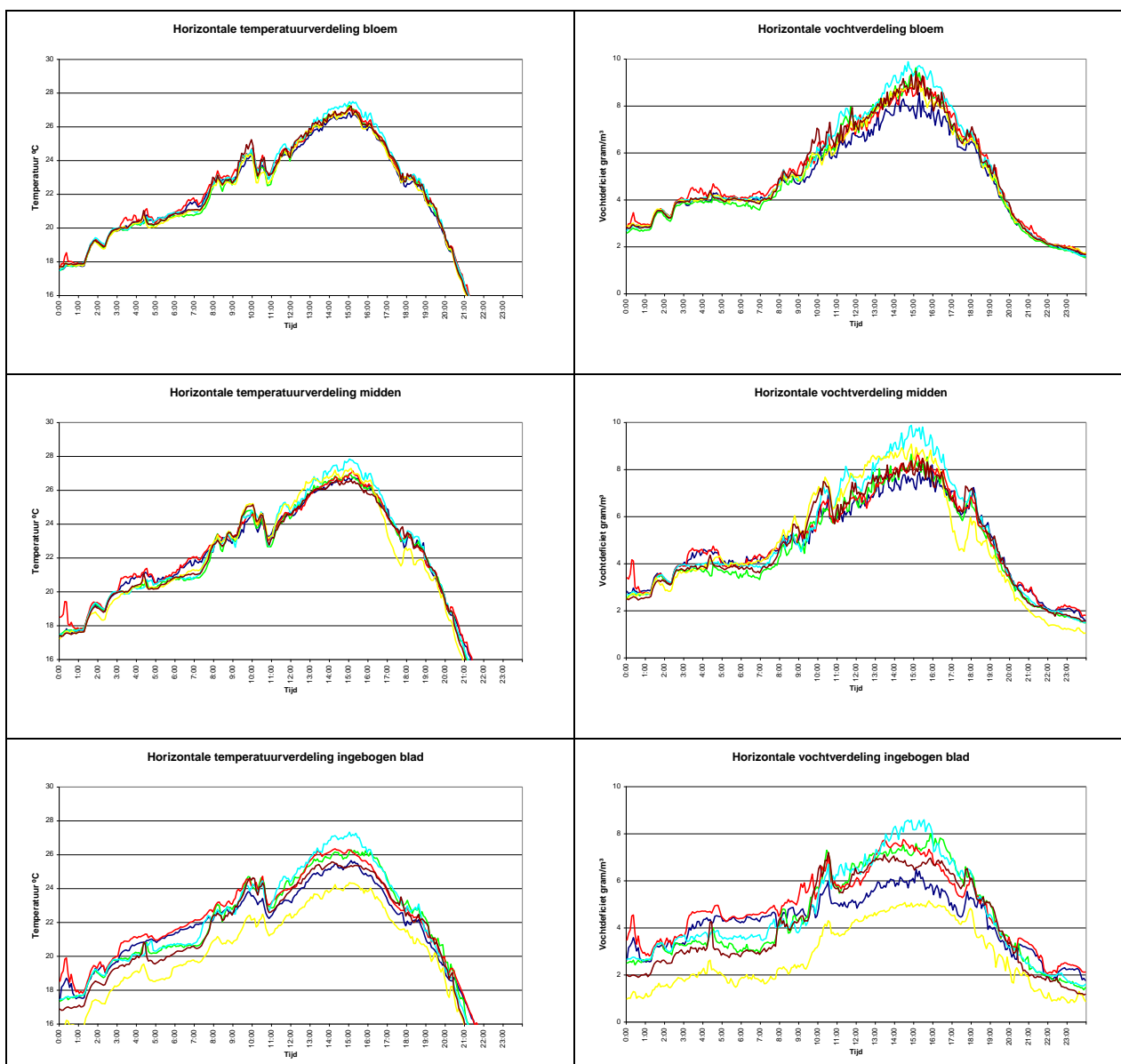


### Klimaatomstandigheden 18 april 2009



**Figuur 118 Klimaatomstandigheden koelen 18 april Porta Nova**

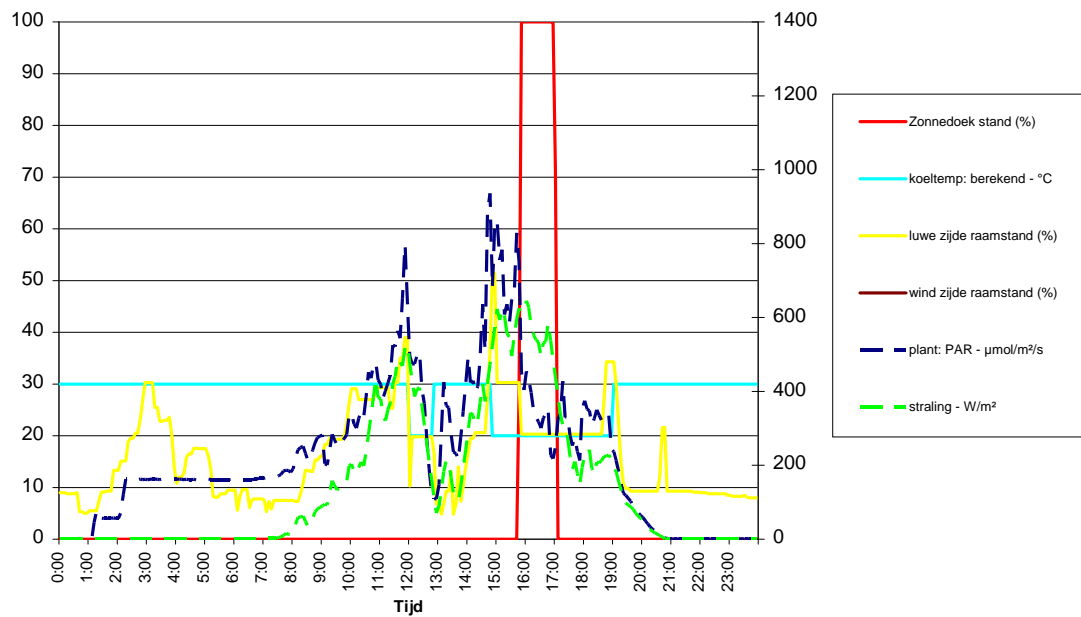
Figuur 118 laat de klimaatomstandigheden zien op 18 april 2009. Het was een onbewolkte dag waarbij de instraling opliep tot boven de  $800 \text{ W/m}^2$ . Er is gekoeld van 9:30 tot 19:00 uur. Om 10:30 uur is het scherm dicht gegaan.



**Figuur 119 Horizontale temperatuur- en vochtgradiënt 18 april Porta Nova**

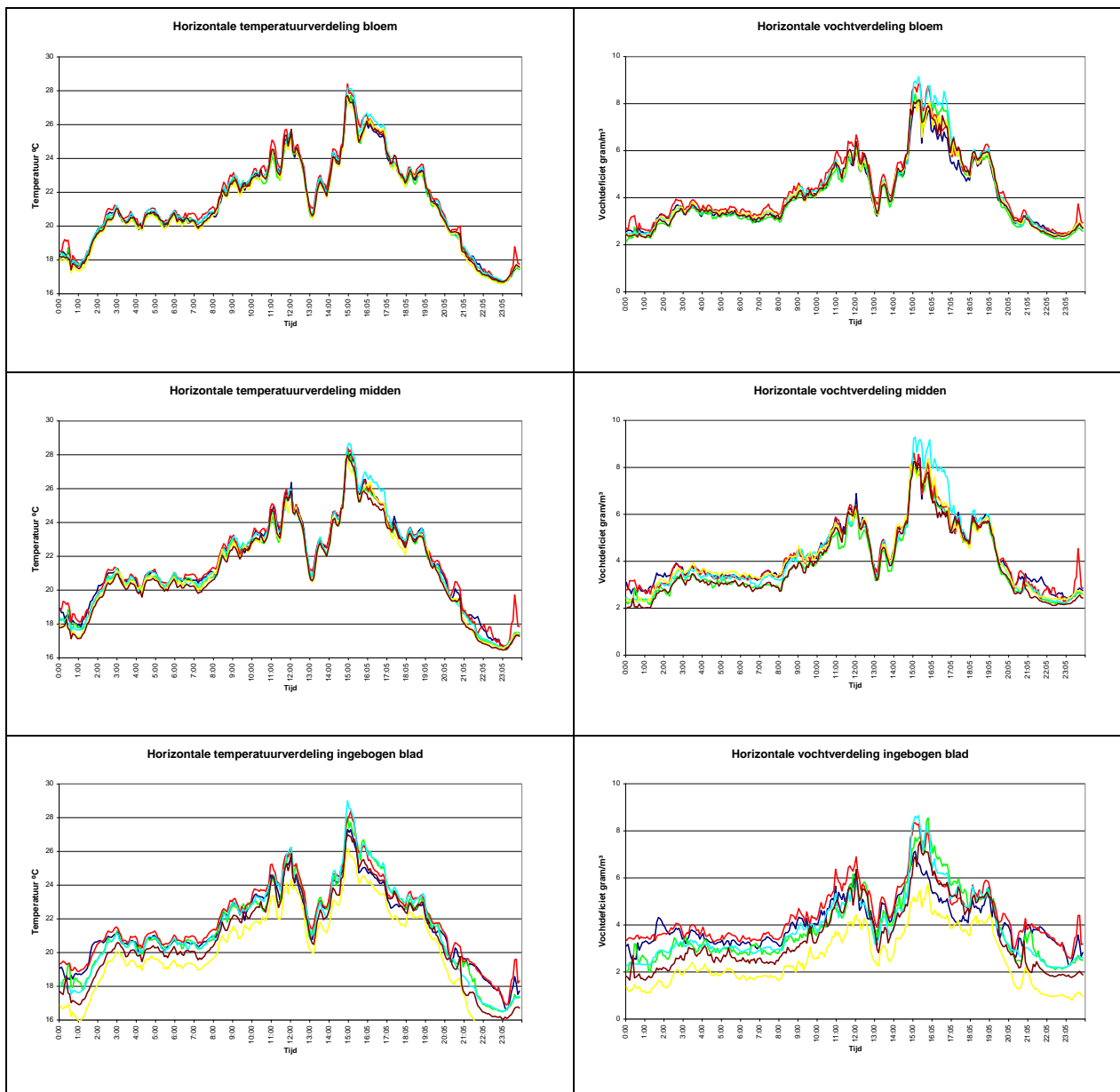
Figuur 119 laat 6 figuren zien wat betreft de horizontale verdeling van temperatuur en vocht. De horizontale verdeling van de temperatuur en het vocht is op ingebogen bladhoogte het slechtst. De gradiënt wordt kleiner naarmate hoger in het gewas gemeten wordt. De horizontale gradiënt op ingebogen blad ligt maximaal rond de 3°C en een vochtdeficiënt gradiënt van 4 gram/m<sup>3</sup>. Wanneer er niet meer gekoeld wordt neemt de gradiënt op alle hoogte af maar blijft op ingebogen bladhoogte toch kritisch. In de nachtperiode worden er op een aantal moment vochtdeficiëntcijfers gemeten van onder de 1 gram/m<sup>3</sup>, wat als kritisch kan worden beschouwd i.v.m. de kans op condensvorming en nat slaan van het gewas. De verticale temperatuur- en vochtgradiënt is afhankelijk van het punt waar gemeten wordt. De grootste temperatuurgradiënt die tussen ingebogen blad- en bloemhoogte gevonden wordt is 3°C en het grootste vochtdeficiënt verschil is ongeveer 4 gr/m<sup>3</sup>.

### Klimaatomstandigheden 17 april 2009



**Figuur 120 Klimaatomstandigheden koelen 17 april Porta Nova**

Figuur 120 laat de klimaatomstandigheden zien op 17 april. Het was een wisselvallige dag waarbij de instraling opliep tot  $650 \text{ W/m}^2$ . De koeling heeft twee momenten aangestaan, namelijk van 12:00 tot 13:00 uur en van 14:45 tot 19:00 uur waarbij tussen 15:45 en 17:00 uur het scherm dicht heeft gelegen.



**Figuur 121 Horizontale temperatuur- en vochtgradiënt 17 april Porta Nova**

Figuur 121 laat 6 figuren zien wat betreft de horizontale verdeling van temperatuur en vocht. De horizontale verdeling van de temperatuur en het vocht is op ingebogen bladhoogte het slechtst. De gradiënt wordt kleiner naarmate hoger in het gewas gemeten wordt. De horizontale temperatuurgradiënt overdag op ingebogen bladhoogte ligt maximaal rond de 2°C. De horizontale vochtdeficiënt gradiënt ligt overdag maximaal rond de 3 gram/m<sup>3</sup>. Het lijkt erop dat naarmate er meer instraling is er een grotere horizontale gradiënt ontstaat. De grootste verticale temperatuurgradiënt die tussen ingebogen blad en bloemhoogte gevonden wordt is 2°C. Het grootste vochtdeficiënt verschil is ongeveer 3 gr/m<sup>3</sup>.

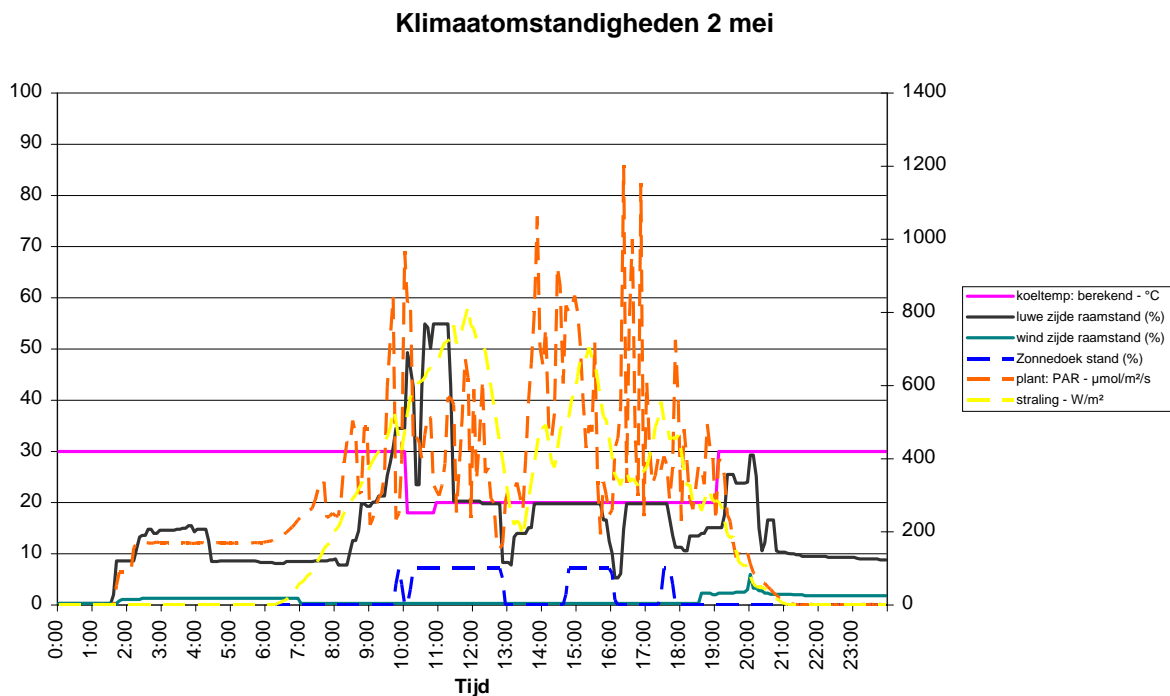
Tussen de zonnige en wisselvallige dag zijn geen grote verschillen aan te wijzen. Beide metingen laten op ingebogen bladhoogte de grootste horizontale temperatuur en vochtgradiënten zien. Bij de zonnige dag is deze gradiënt het grootst. De horizontale en verticale temperatuur- en vochtgradiënt wordt het grootst naarmate er meer instraling is. Op gewas en bloemhoogte is de horizontale temperatuur- en vochtverdeling goed.

### 7.2.1.3 Verticale temperatuursgradiënt, vochtgradiënt en luchtstromen

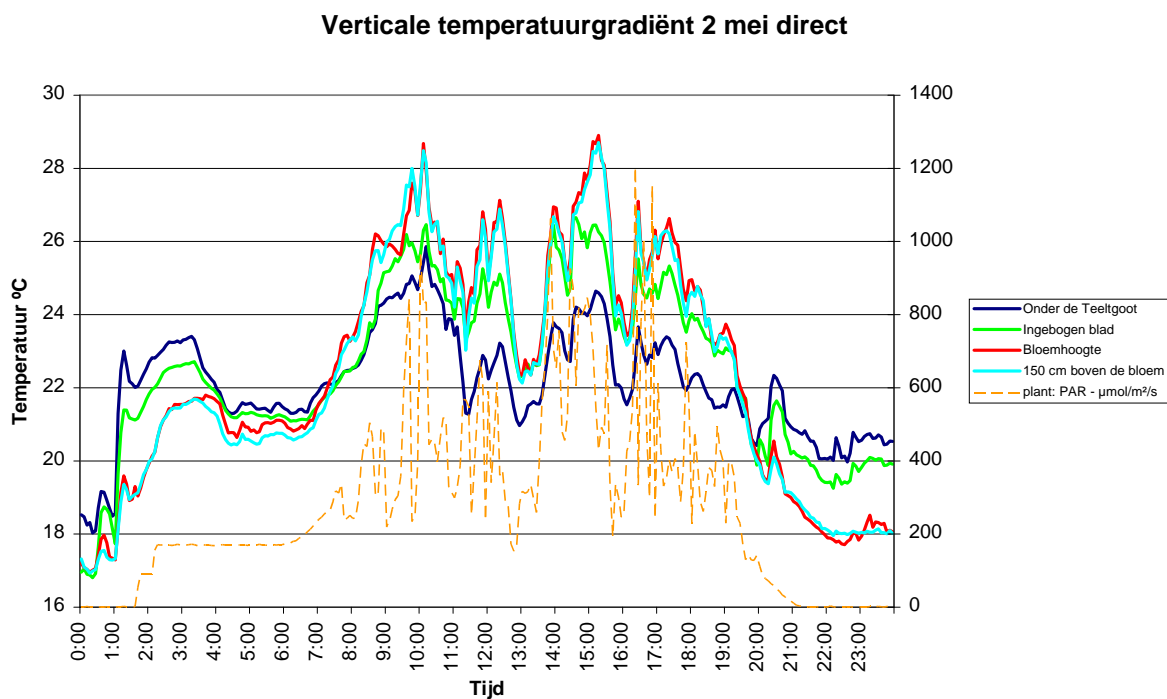
Om de verticale temperatuur- en vochtgradiënt vast te leggen is er op twee plaatsen op 4 hoogtes (onder de teeltgoot, ingebogen blad, bloem en 150 cm boven de bloem) gedurende een langere periode gemeten. Naast de temperatuur en vocht is de luchtstroming op 8 punten in kaart gebracht met de akoestische meetapparatuur.

Om de effecten van onderdoor koelen op de verticale temperatuur- en vochtverdeling te bepalen zijn er gedurende een intensieve meetperiode van 1 t/m 13 mei metingen verricht. Uit deze meetperiode is een zonnige dag en wisselvallige dag gekozen die een goed beeld geven van het effect van onderdoor koelen. De proefopzet is gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 2.7.

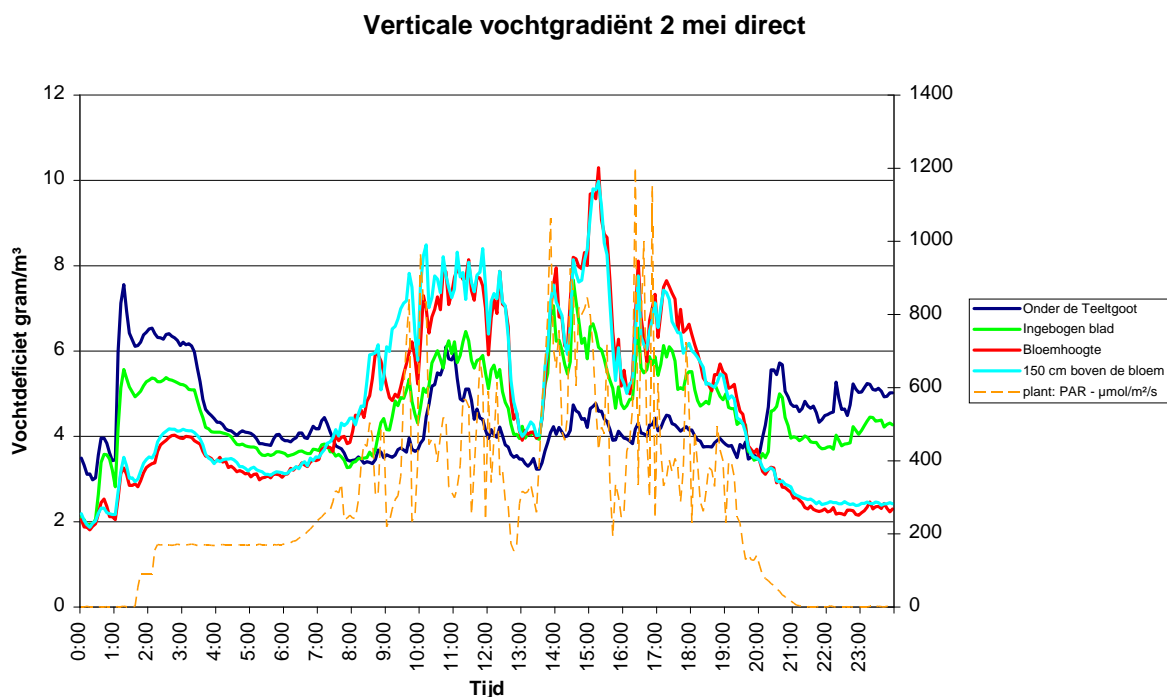
De volgende figuren laten de klimaatomstandigheden, verticale temperatuur- en vochtgradiënt en luchtstromen zien wanneer er gekoeld wordt op 2 mei tijdens een wisselvallige dag.



**Figuur 122 Klimaatomstandigheden koelen 2 mei Porta Nova**

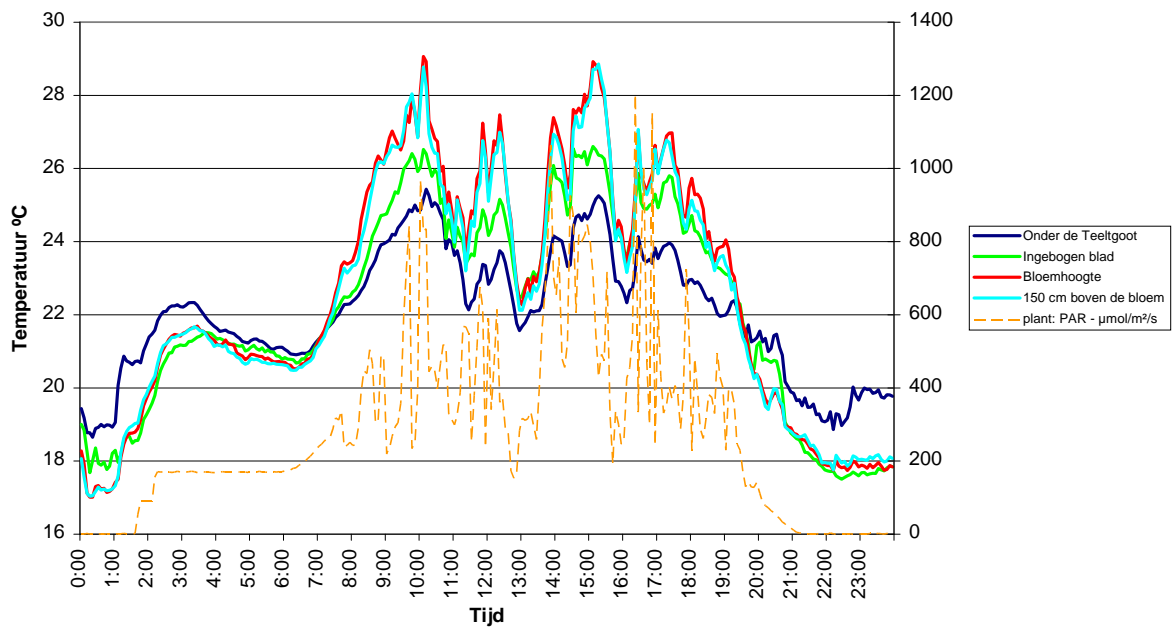


Figuur 123 Verticale temperatuurgadiënt 2 mei in directe lijn met de Fiwihex



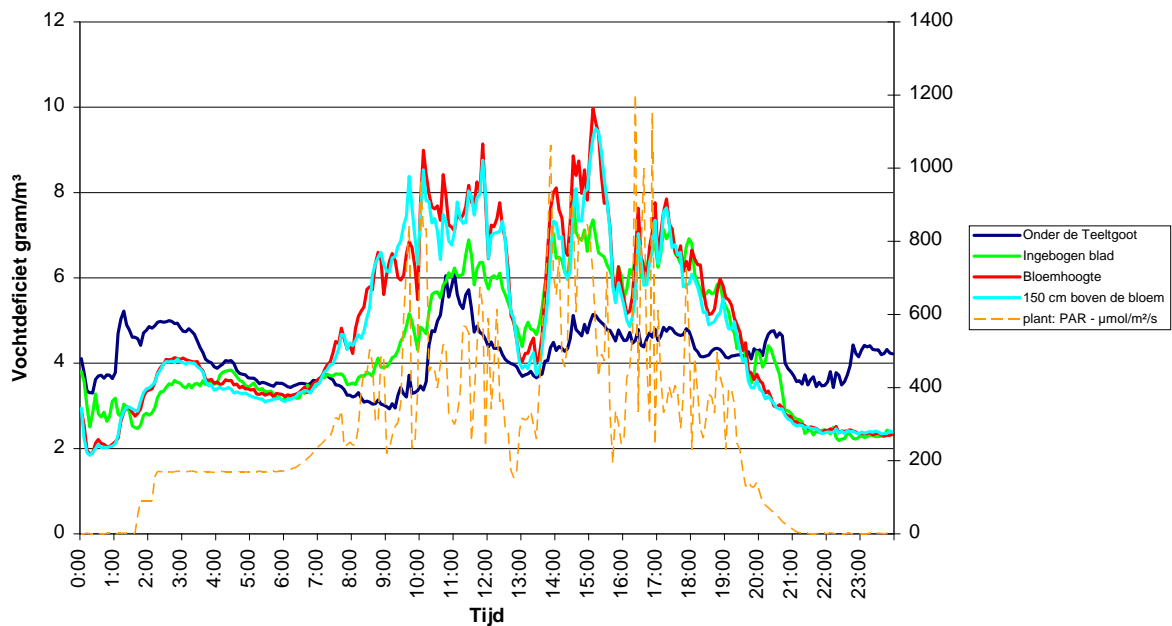
Figuur 124 Verticale vochtgadiënt 2 mei in directe lijn met de Fiwihex

**Verticale temperatuurgadiënt 2 mei indirect**



**Figuur 125 Verticale temperatuurgadiënt 2 mei tussen de Fiwihexen in**

**Verticale vochtgradiënt 2 mei indirect**



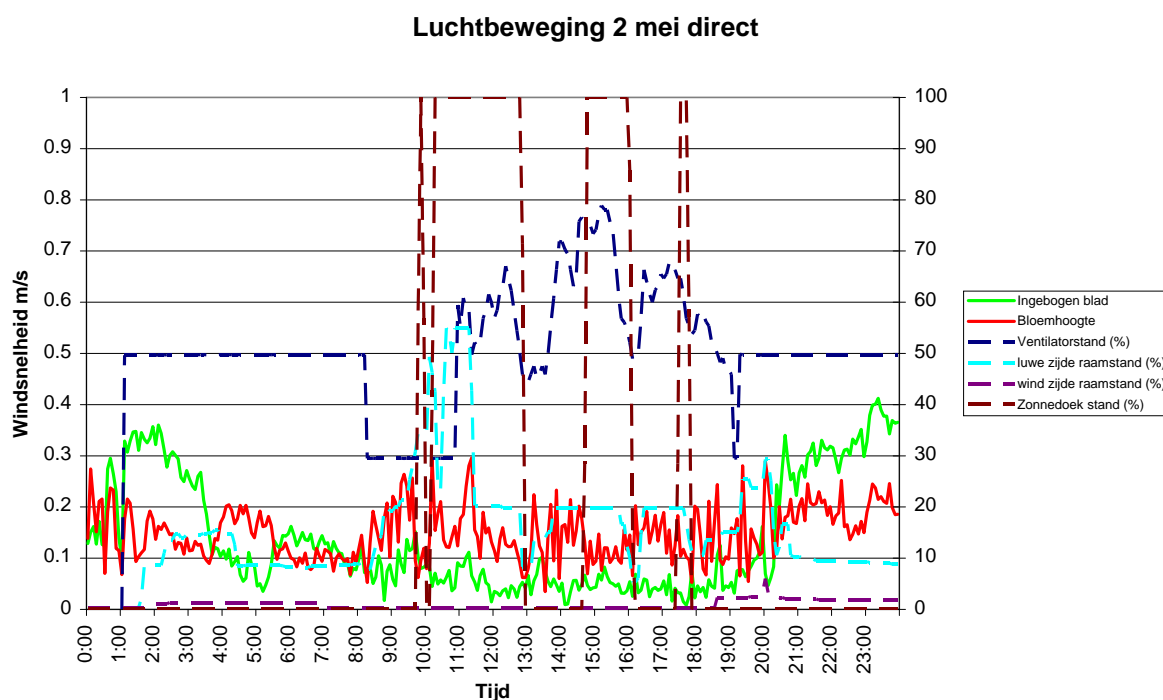
**Figuur 126 Verticale vochtgradiënt 2 mei tussen de Fiwihexen in**

Figuur 122 laat de klimaatsomstandigheden zien op 2 mei. Het was een wisselvallige dag waarbij de koeling van 10:00 tot 19:00 uur aan heeft gestaan. Het scherm heeft tijdens het koelen een aantal maal open en dicht gelegen.

Figuur 123 en Figuur 125 laten het verloop zien van de temperatuur. Duidelijk is te zien dat er een gradiënt ontstaat naarmate de straling toeneemt. Het verschil tussen ingebogen blad en bloemhoogte is nooit hoger dan 3°C. De verschillen tussen de directe en indirecte meting zijn zeer gering.

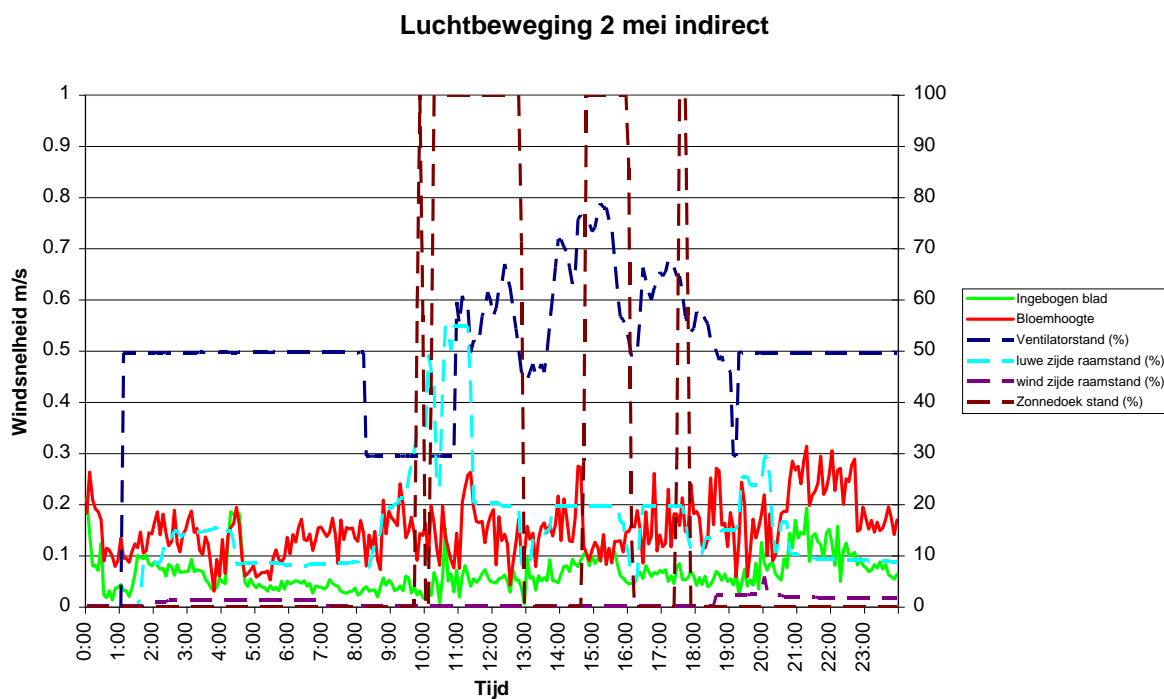
Figuur 124 en Figuur 126 laten het verloop zien van het vochtdeficit. Duidelijk is te zien dat er een gradiënt ontstaat naarmate de straling toeneemt. De lijnen laten hetzelfde beeld zien als de temperatuur. Duidelijk is dat op ingebogen bladhoogte het vochtdeficit de meest kritische waardes aangeeft. Zoals we eerder bij de horizontale verdeling zagen is bij het ingebogen blad de verdeling het slechts. Dat maakt deze hoogte het meest kritisch tijdens koelen. In de nachtperiode tijdens verwarmen is deze verticale gradiënt er niet.

De variatie in temperatuur- en vochtgradiënt gedurende de meetdag verschilt veel. Het ene moment liggen de temperaturen dicht bij elkaar maar lopen uit elkaar als er veel straling is. De temperatuurverdeling is niet stabiel te noemen.



**Figuur 127 Luchtbeweging 2 mei in directe lijn met de Fiwihex**



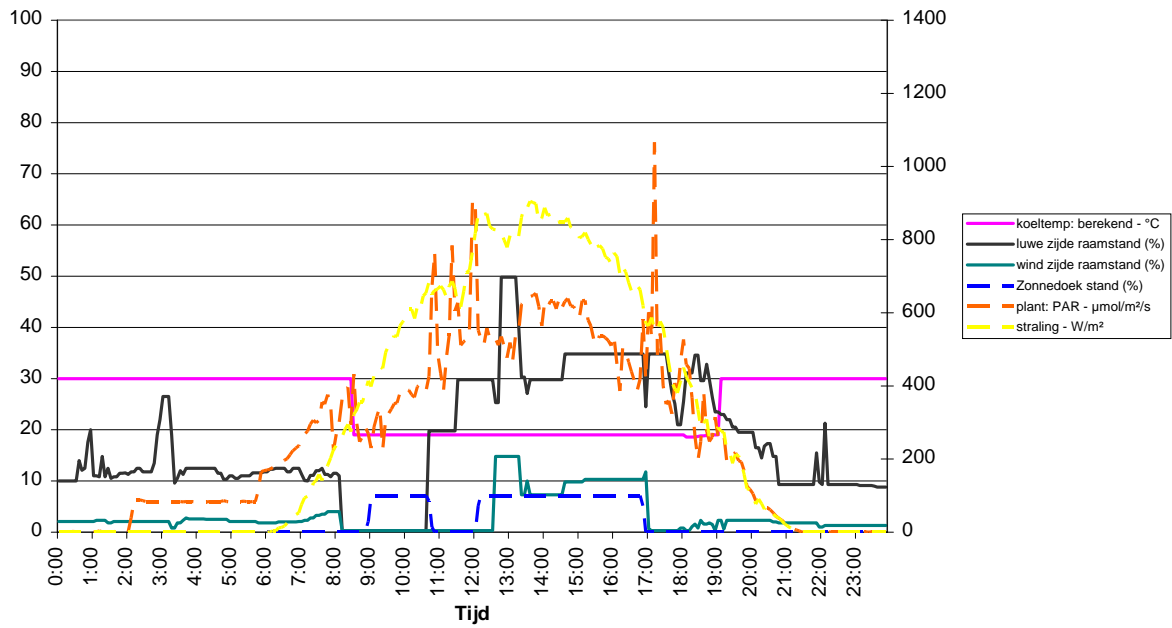


**Figuur 128 Luchtbeweging 2 mei tussen de Fiwihexen in**

Figuur 127 en Figuur 128 laten de luchtbeweging zien op bloem- en ingebogen bladhoogte. Bij het aangaan van de Fiwihex ventilator om 1:00 uur is er een momentane verhoging te zien van de windsnelheid op ingebogen bladhoogte in directe lijn met de Fiwihex en in mindere mate tussen de Fiwihexen in. Verder over de dag is dit effect niet te zien. Blijkbaar is de luchtbeweging die gecreëerd wordt onder deze omstandigheden minimaal. Als het scherm helemaal dicht zou liggen zou mogelijk een groter effect gemeten worden. Om 20:00 uur is er een verhoging te zien op zowel ingebogen blad als bloemhoogte. Om 18:30 uur is te zien dat de windzijde op een klein kiertje gaat liggen met om 20:00 uur een iets grotere opening (5%). Dit kan mogelijk de oorzaak zijn van de verhoogde luchtbeweging. Feit is dat de luchtstromen sterk onderhevig zijn aan wisselende klimaat- en buitenomstandigheden.

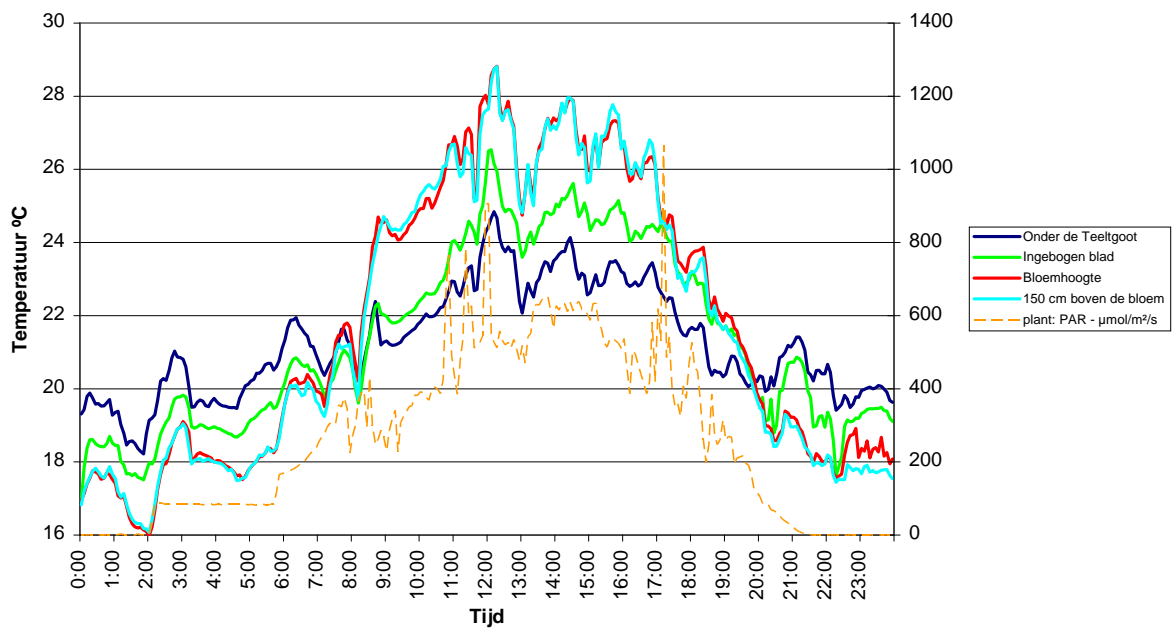
De volgende figuren laten de klimaatomstandigheden, verticale temperatuur- en vochtgradiënt en luchtstromen zien wanneer er gekoeld wordt op 10 mei tijdens een zonnige dag.

### Klimaatomstandigheden 10 mei



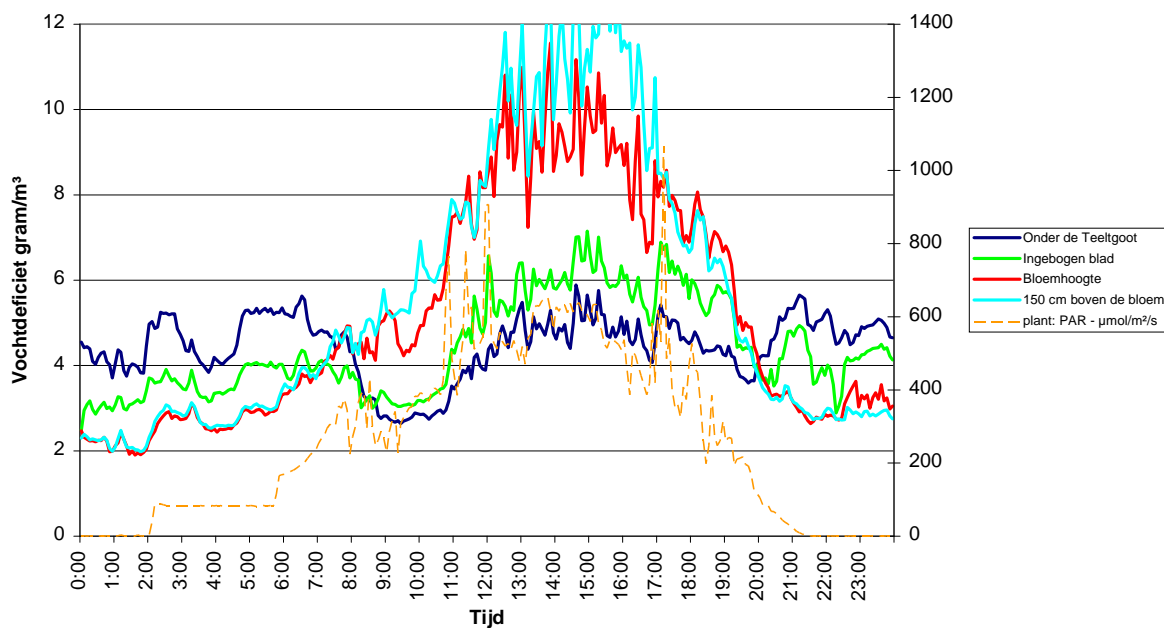
Figuur 129 Klimaatomstandigheden koelen 10 mei Porta Nova

### Verticale temperatuurgradiënt 10 mei direct



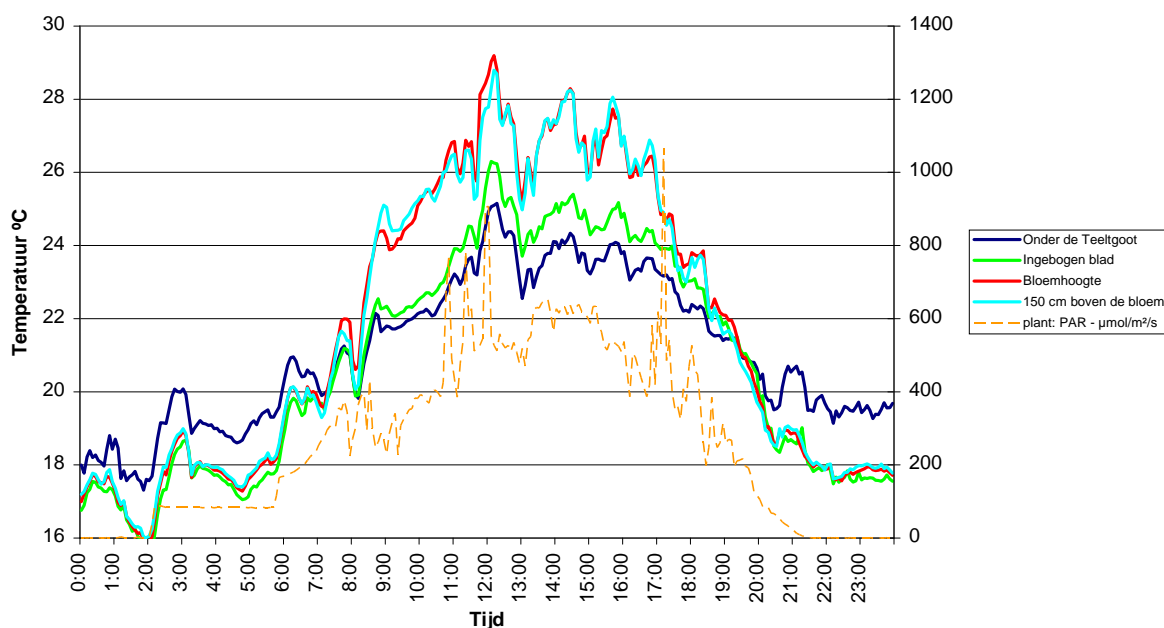
Figuur 130 Verticale temperatuurgradiënt 10 mei in directe lijn met de Fiwihex

### Verticale vochtgradiënt 10 mei direct



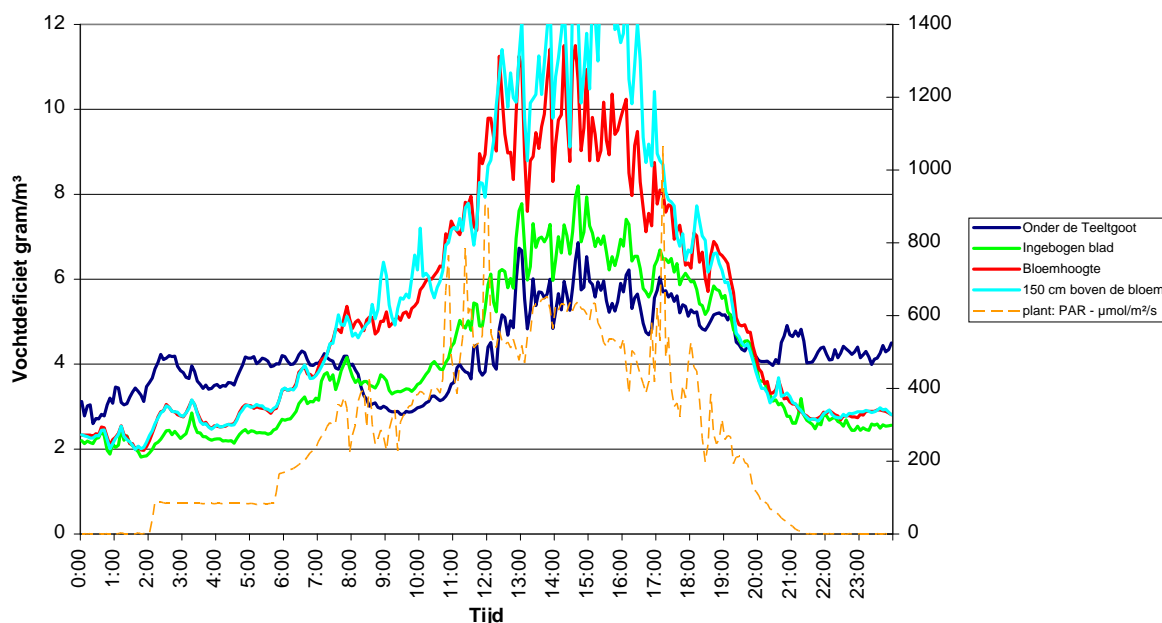
Figuur 131 Verticale vochtgradiënt 10 mei in directe lijn met de Fiwihex

### Verticale temperatuurgradiënt 10 mei indirect



Figuur 132 Verticale temperatuurgradiënt 10 mei tussen de Fiwihexen in

## Verticale vochtgradiënt 10 mei indirect

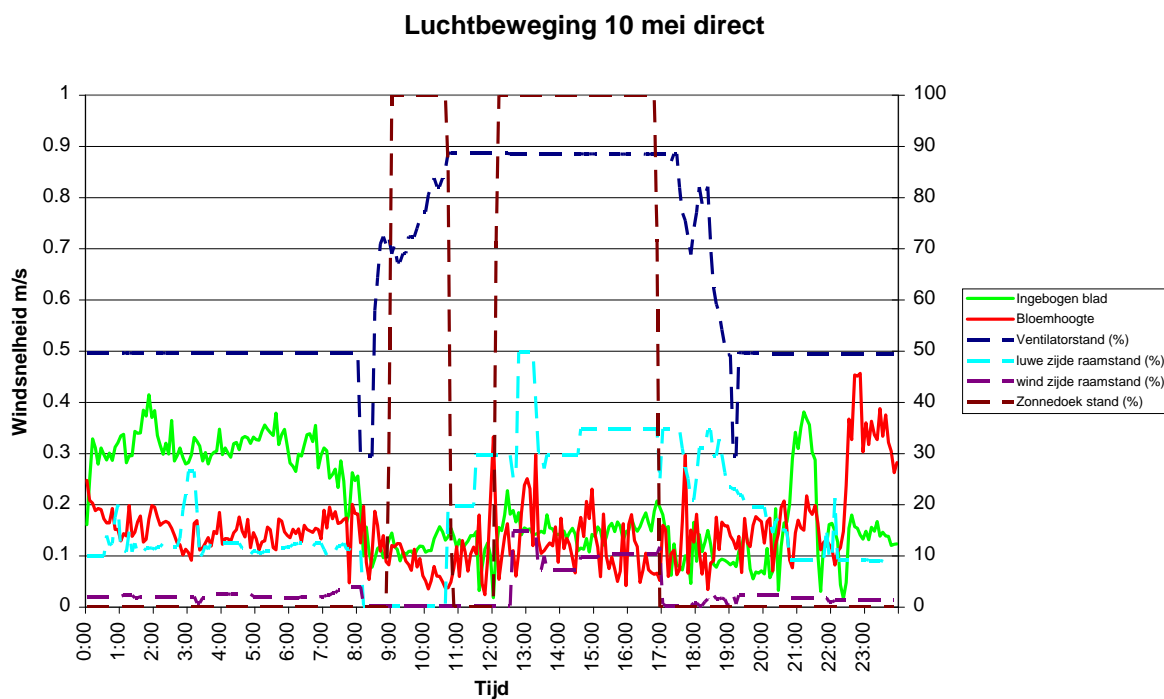


**Figuur 133 Verticale vochtgradiënt 10 mei tussen de Fiwihexen in**

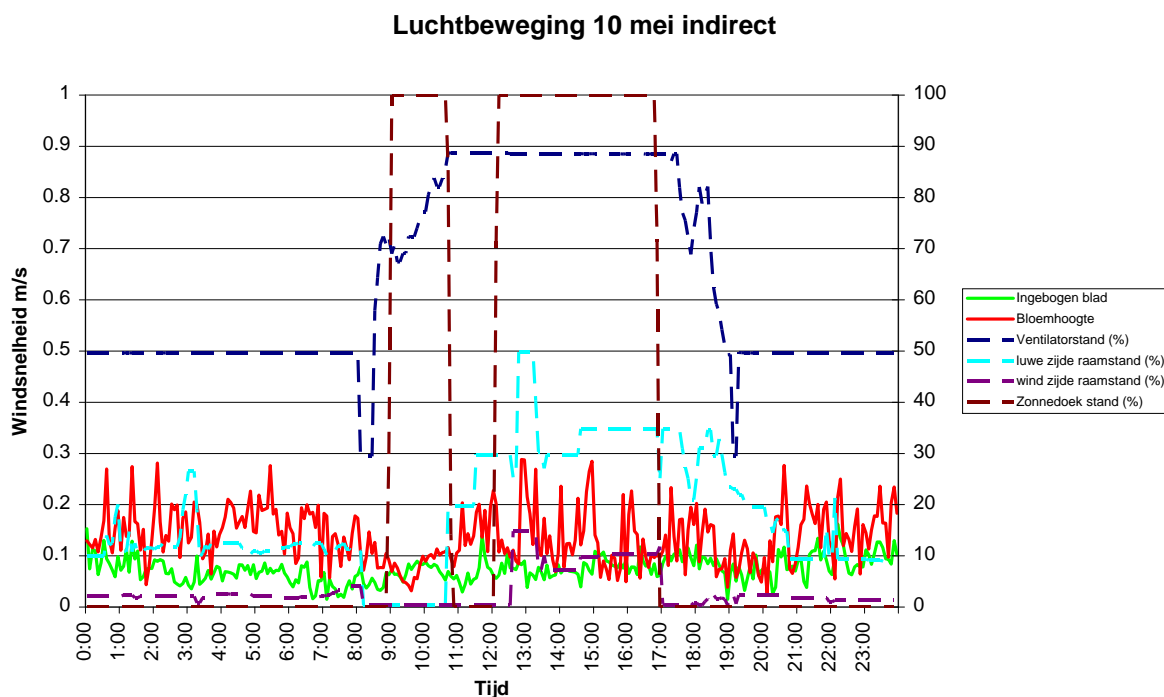
Figuur 129 laat de klimaatomstandigheden zien op 10 mei. Het was een overwegend zonnige dag met een maximale straling van  $900 \text{ W/m}^2$ . De koeling is aangegaan om 8:30 uur en weer uitgegaan om 19:00 uur.

Figuur 130 en Figuur 132 laten het verloop zien van de temperatuur. Op het moment dat de koeling aangaat (8:30 uur) dan daalt de kas temperatuur. Op datzelfde moment zijn de wind en luwzijde helemaal dicht gelopen en loopt de straling op. In verhouding is te zien dat de temperatuur op bloemhoogte en de meting daarboven in verhouding veel meer oplopen dan de onderste twee metingen. De gradiënt die vervolgens ontstaat tussen ingebogen blad en bloemhoogte ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ) blijft gedurende de dag bestaan. Ook hier geldt dat de gradiënt sterk gerelateerd is aan de straling.

Figuur 131 en Figuur 133 laten het verloop zien van het vochtdeficit. Duidelijk is te zien dat er een gradiënt ontstaat naarmate de straling toeneemt. De lijnen laten hetzelfde beeld zien als de temperatuur. Duidelijk is dat op ingebogen bladhoogte het vochtdeficit de meest kritische waardes aangeeft. De meting die in directe lijn met de Fiwihex is gedaan geeft het laagste vochtdeficit. Zoals we eerder bij de horizontale verdeling zagen is bij het ingebogen blad de horizontale verdeling het slechts. Dat maakt deze hoogte het meest kritisch tijdens koelen. In de nachtperiode tijdens verwarmen is deze gradiënt er niet.



**Figuur 134 Luchtbeweging 10 mei in directe lijn met de Fiwihex**



**Figuur 135 Luchtbeweging 10 mei tussen de Fiwihexen in**

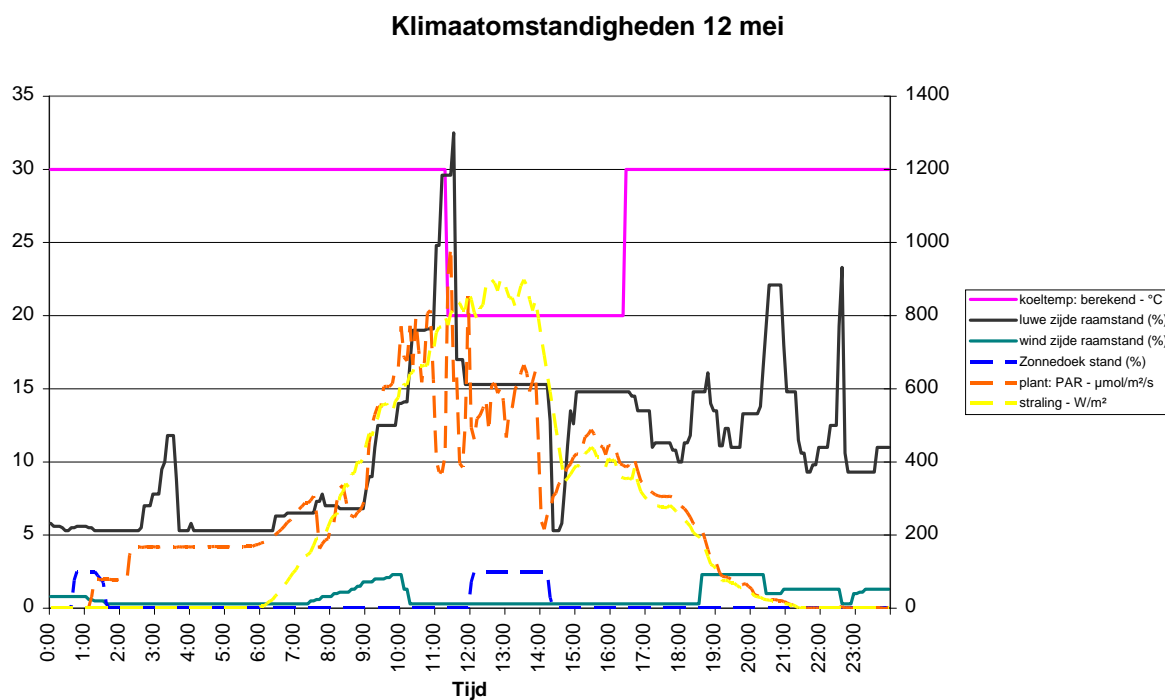
Figuur 134 en Figuur 135 laten de luchtbeweging zien op bloem- en ingebogen bladhoogte. In directe lijn met de Fiwihex is duidelijk tot 8:00 uur 's ochtends een hogere windsnelheid te zien. Om 8:00 uur gaat de windsnelheid naar beneden. Op datzelfde

moment gaat de windzijde dicht en wordt de ventilator snelheid verlaagd. Aangenomen kan worden de ventilatorsnelheid effect heeft, maar de raamstand ook bepalend is voor de windsnelheid op bloemhoogte.

De luchtbeweging metingen tonen aan dat de Fiwihex ventilator invloed heeft op de luchtbeweging, maar dat de verandering in klimaatregeling en buitenomstandigheden ook zeer grote invloeden hebben op de luchtbeweging.

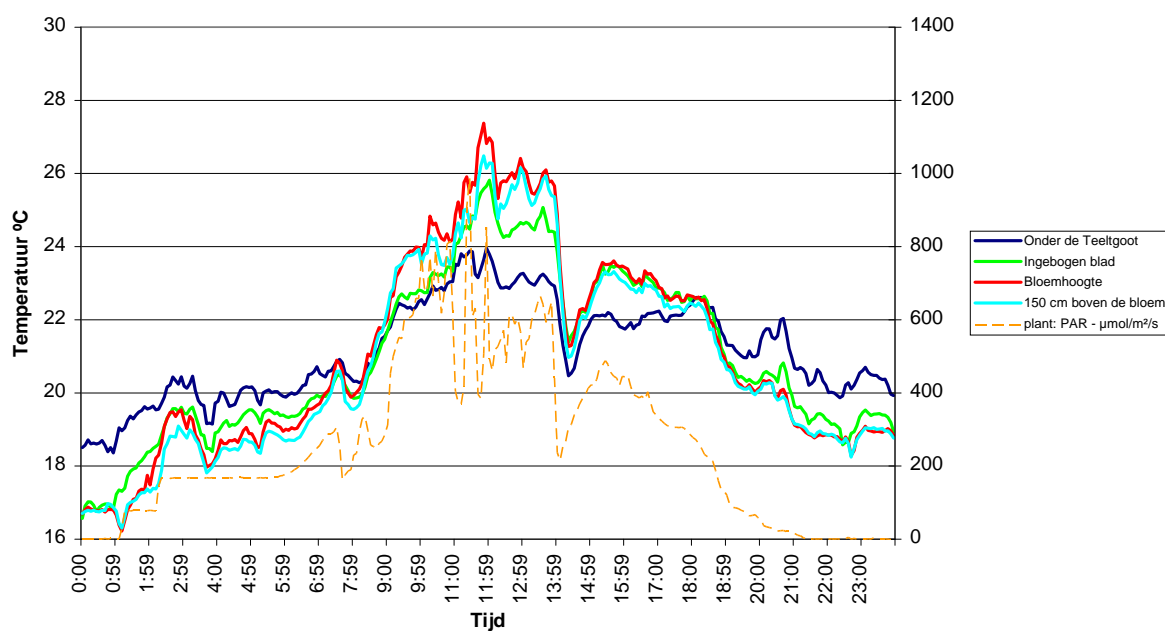
#### 7.2.1.4 Omgevings- en planttemperatuurmeting

Om het effect van onderdoor koelen op de omgevings- en planttemperatuur vast te leggen zijn op 12 mei planttemperatuur metingen verricht in combinatie met akoestische metingen. De volgende figuren laten de resultaten hiervan zien.



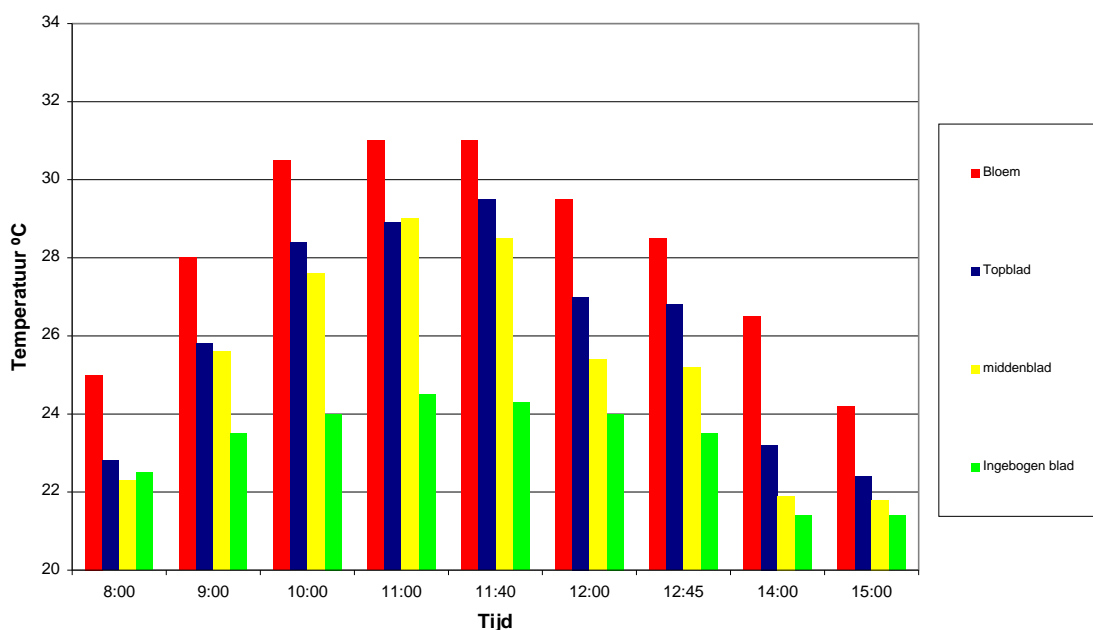
**Figuur 136 Klimaatomstandigheden koelen 12 mei Porta Nova**

### Verticale temperatuurverdeling 12 mei



**Figuur 137 Gemiddelde omgevingstemperatuur 12 mei Porta Nova**

### Planttemperatuur meting 12 mei 2009



**Figuur 138 Planttemperatuur metingen 12 mei Porta Nova**

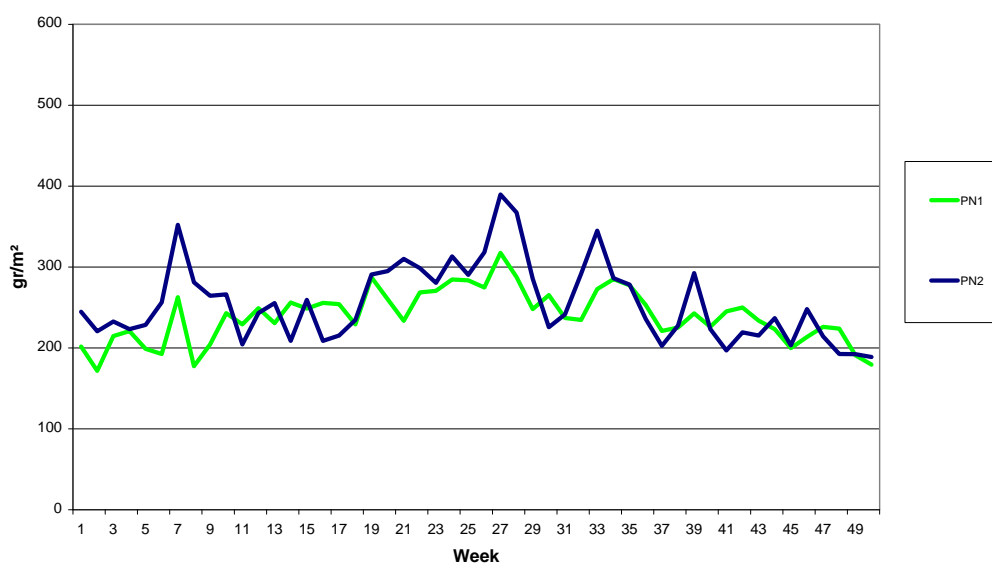
Figuur 136 laat de klimaatomstandigheden zien op 12 mei. De koeling is aangegaan om 11:15 uur en weer uitgegaan om 16:30 uur. Om 14:00 uur wordt het bewolkt en neemt de straling snel af. Tot 14:00 uur is de straling hoog met een maximum van  $900 \text{ W/m}^2$ .

Figuur 137 en Figuur 138 laten de omgevings- en planttemperatuur metingen zien op 12 mei. We zien bij de metingen dat de omgevingstemperatuur en planttemperatuur hetzelfde verloop in verticale gradiënt laten zien. De verticale gradiënt is bij de planttemperatuur wel groter. De koeling is pas om 11:15 uur aangegaan. Het is te zien dat de gradiënt nauwelijks verandert in vergelijking met de periode dat er niet gekoeld wordt. Om 12:00 gaat het scherm dicht, dan komen de planttemperaturen dichterbij elkaar. Deze meting geeft aan dat de gradiënt door de koeling niet verkleind wordt. De gradiënt wordt groter naarmate de straling toeneemt. Door het scherm te sluiten zakt deze iets.

### 7.2.2 Productiegegevens 2009

De totale productie gegevens van de gekoelde en de niet gekoelde afdeling bij Porta Nova zijn apart bijgehouden.

Vergelijk Porta Nova 2009

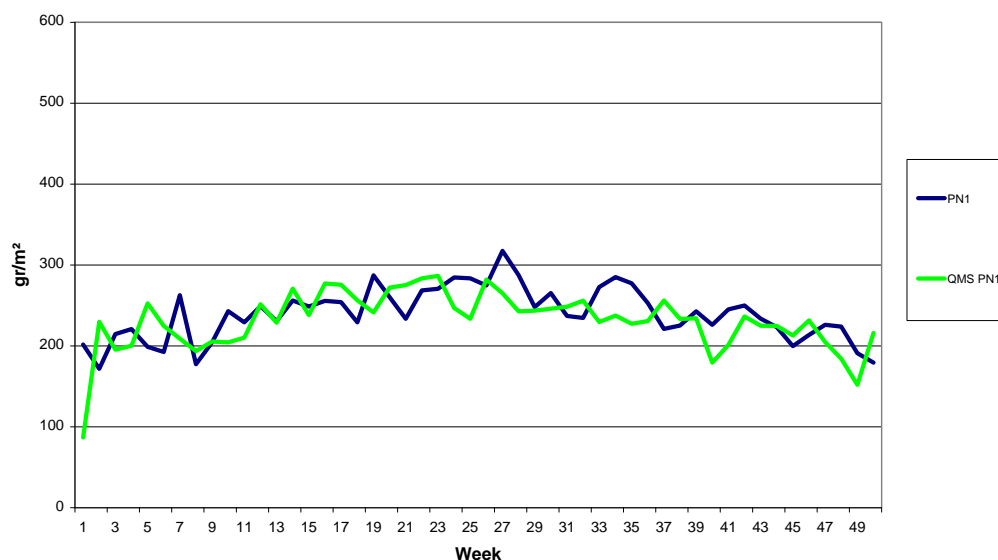


Figuur 139 Productiecijfers Porta Nova 2009

Figuur 139 laat de productie cijfers t/m week 50 zien van de gekoelde (PN2) en ongekoelde kas (PN1) van Porta Nova. Over het algemeen loopt de productielijn van de gekoelde kas voor op de productielijn van ongekoelde kas. Tussen week 20 en week 40 ligt de productie in de gekoelde kas hoger dan in de niet gekoelde kas, als gevolg van de koeling. Tot week 20 was de productie in de gekoelde kas hoger door een hogere PAR output van de assimilatielampen. De totale productie in de ongekoelde kas is 11,98 kg/m<sup>2</sup> en voor de gekoelde kas 12,80 kg/m<sup>2</sup>. Het absolute verschil tussen de gekoelde en niet gekoelde afdeling is 814 gr/m<sup>2</sup>. Dit is 7% meer in de gekoelde afdeling.



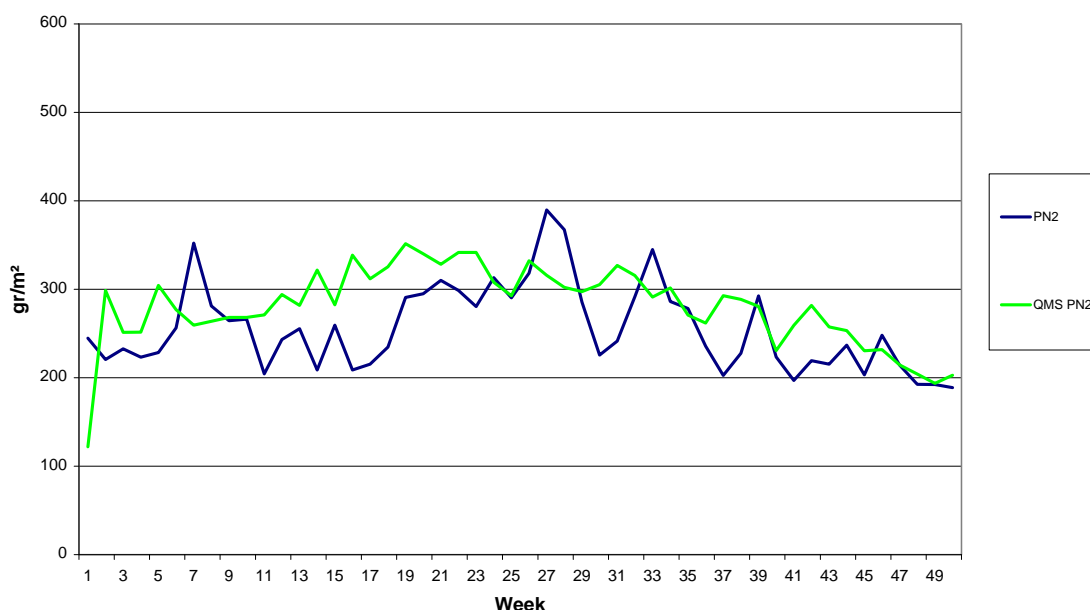
### Productie Porta Nova 1 2009



**Figuur 140 Productiecijfers tov QMS ongekoeld 2009 Porta Nova 1**

Figuur 140 laat de productie zien van de ongekoelde afdeling ten opzichte van de berekende productie met QMS. Gedurende het gehele jaar lopen de berekende en gerealiseerde productie redelijk gelijk. Het verschil is een hoger gerealiseerde productie van 431 gr/m<sup>2</sup> ten opzichte van de berekening. Dit is 4% meer dan de berekende waarde.

### Productie Porta Nova 2 2009



**Figuur 141 Productiecijfers t.o.v. QMS gekoeld 2009 Porta Nova 2**

Figuur 141 laat de productie zien van de gekoelde afdeling ten opzichte van de berekende productie met QMS. Opvallend is dat de gerealiseerde productie op een aantal pieken na structureel achter loopt op de berekende waarde. Door (locaal) snee-effect, is de lichtonderschepping in dit relatief jonge gewas nog niet optimaal. Dit kan verklaren waarom

de productierealisatie achter blijft op de QMS berekeningen. Andere verklaring is dat er in het begin van het jaar corrigerende gewaswerkzaamheden d.m.v. onderdoor knippen zijn uitgevoerd. Dit is goed te zien vanaf week 11. In de loop van 2009 wordt het verschil met de berekende productie kleiner. Toch blijft de productie ook de 2<sup>e</sup> helft van het jaar achter. Verklaring hiervoor dat er veel roest aantasting is geweest. Het verschil is een lagere gerealiseerde productie van 1241 gr/m<sup>2</sup> ten opzichte van de berekening. Dit is 9% minder dan de berekende productie.

Kijken we nu naar de licht benuttingefficiëntie (LBE) in de koelperiode 4 t/m 9, dan komen we zowel voor de gekoelde als niet gekoelde kas uit op 9,3 gr/mJ PAR. Dit betekent dat er even efficiënt met licht is omgegaan in de gekoelde als in de ongekoelede afdeling. Bij de gekoelde kas (PN2) is er meer licht toegelaten, maar het licht is niet efficiënter benut dan in de niet gekoelde afdeling (PN1). De onbalans en leeftijd van het gewas bij PN2 zou een lagere LBE tot gevolg kunnen hebben. Bij een betere balans is mogelijk een hogere LBE te realiseren.

### 7.2.3 Kwaliteitsgegevens 2009

Om het effect van het koelen op de kwaliteit van het geogste product in kaart te brengen zijn in Tabel 8 de gemiddelde taklengte en gewicht, kwaliteit en het aantal takken weergegeven. Het betreft gemiddelden van weekcijfers.

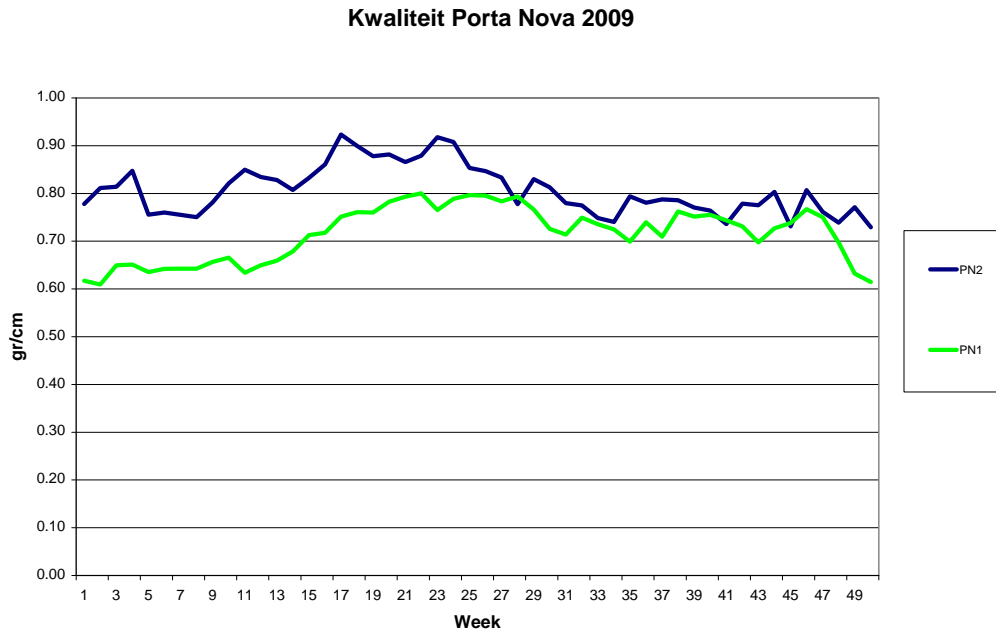
**Tabel 8 Kwaliteitsgegevens Porta Nova week 1 t/m 50 2009**

**Gemiddelde waardes per week  
Periode van week 1 t/m 50 2009**

	Ongekoeeld	Gekoeld	Vershil
S: Gem. lengte * (cm)	67.5	70.4	2.9
S: Gem. takgewicht * (gr)	48.2	56.9	8.7
S: Kwaliteit * (gr/cm)	0.72	0.81	0.09
S: Aant takken * (#/m <sup>2</sup> )	5.0	4.5	-0.4

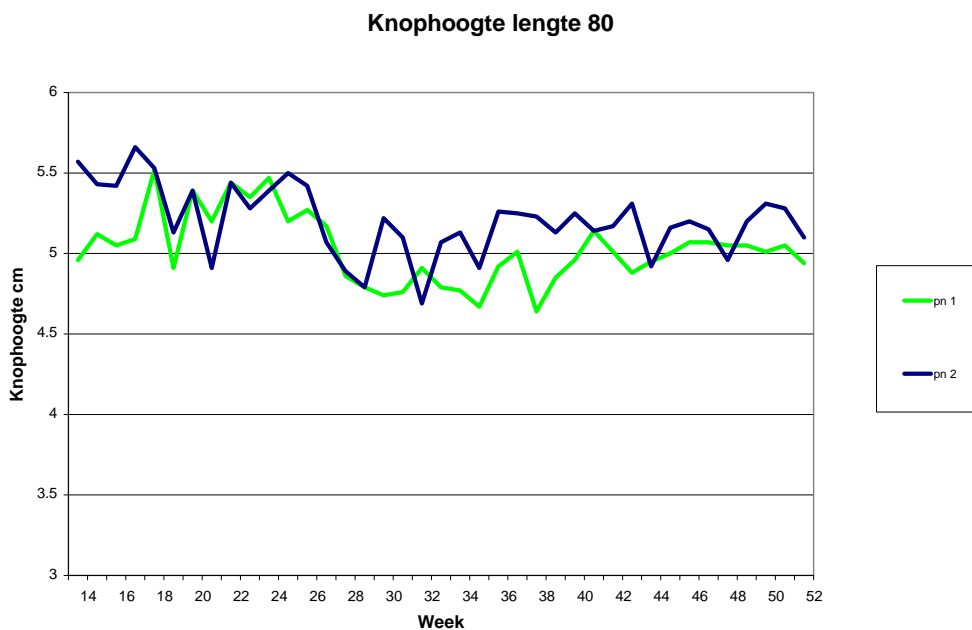
De gekoelde kas heeft gemiddeld 2,9 cm meer taklengte en 8,7 gr meer gewicht per tak. De kwaliteit van de takken zijn in de gekoelde afdeling beter met 0,09 gr/cm meer ten opzicht van de niet gekoelde kas. Het aantal takken is in de ongekoelede afdeling hoger met gemiddeld 0,4 tak meer per week/m<sup>2</sup>. Gekoeld heeft dus een hogere kwaliteit en ongekoeeld een hogere kwantiteit.

Figuur 142 geeft het verloop van de kwaliteit in gr/cm over 2009 weer. Duidelijk is te zien dat in de eerste helft van het jaar de kwaliteit van PN2 (gekoeld) een stuk hoger ligt dan in PN1 (ongekoeld). In de 2<sup>e</sup> helft van jaar wordt dit verschil een stuk kleiner. De reden van de verhoogde kwaliteit in de 1<sup>e</sup> helft van het jaar is o.a. te verklaren doordat PN2 een jonger gewas heeft staan dan PN1.



**Figuur 142** Kwaliteitsverloop Porta Nova 1 (ongekoeld) en Porta Nova 2 (gekoeld) 2009

Van week 14 t/m 52 is de knophoogte van lengte 80 geregistreerd. Figuur 143 geeft het verloop van de knophoogte per week weer. Gemiddeld is de knophoogte in de gekoelde afdeling 4,72 cm en in de ongekoelde 4,56 cm. Dit is een verschil van 0,16 cm ten gunste van de gekoelde afdeling.



**Figuur 143** Knophoogte lengte 80 Porta Nova 2009

## 7.3 Resultaten onderdoor verwarmen 2008 - 2009

### 7.3.1 Klimaatmetingen onderdoor verwarmen 2008 – 2009

#### 7.3.1.1 Opzet

In de periode van 5 t/m 13 december 2009 zijn diverse proefsituaties met elkaar vergeleken. Tabel 9 laat het verloop van de proef zien.

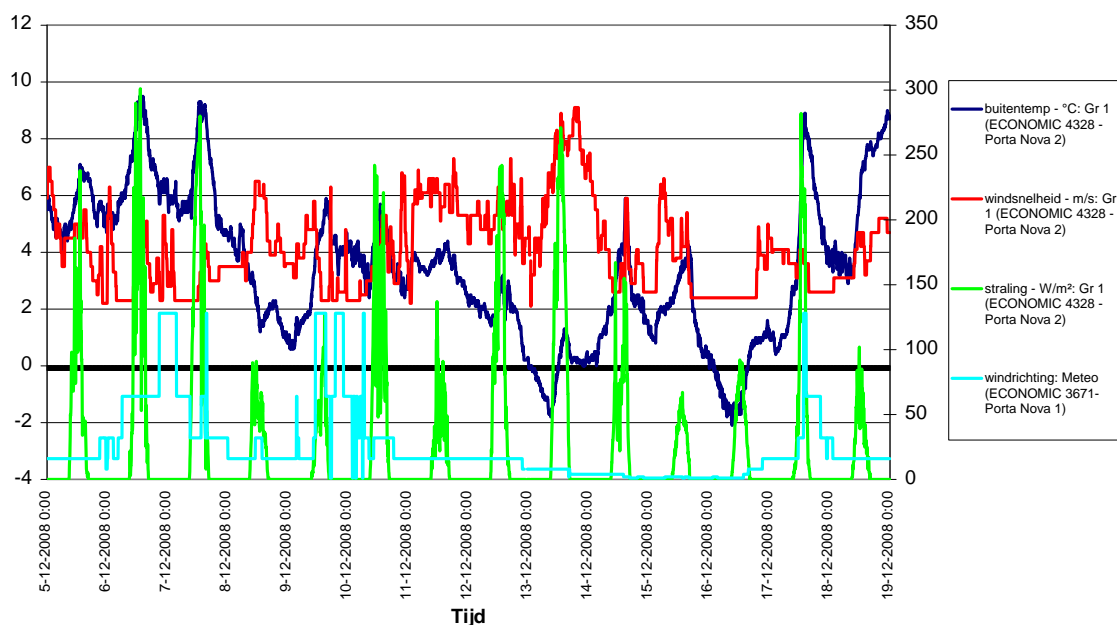
**Tabel 9 Tijdschema proefsituaties verwarmen Porta Nova**

Tijdschema proefsituaties verwarmen Porta Nova		
Datum	Tijd	
5-12	11:00	Conventioneel verwarmen met minimum buis.
7-12	8:15	Verwarmen met ondernet + Ventilatorstand Fiwihex op 58%. Minimum buis uit behalve van 20:00 t/m 24:00 uur.
8-12	8:30	Ventilatorstand Fiwihex op 40% verwarmen met het ondernet zonder minimum buis.
8-12	12:30	Vervroegd verwarmen met de Fiwihex i.v.m. leegraken buffer hoogwaardige warmte, ventilatorstand op 40%.
9-12	10:00	Verwarming Fiwihex op 58% ingesteld.
12-12	7:30	Verwarming Fiwihex op 76% ingesteld.
12-12	13:00	Verwarming Fiwihex op 58%.
13-12	01:00	Verwarming Fiwihex op 76%.
13-12	07:00	Verwarming Fiwihex op 58%.

Om de effecten van deze proefsituaties in kaart te brengen zijn er verschillende klimaatmetingen verricht. De horizontale temperatuurverdeling is in kaart gebracht door 160 dataloggers op verschillende hoogtes op te hangen. In de volgende paragrafen worden de resultaten hiervan besproken. Bij deze metingen zijn alleen de nachtperiodes relevant. Overdag hebben de loggers te veel last van stralingsinvloed. De verticale temperatuurverdeling en de verticale vochtverdeling zijn bepaald door te meten met akoestische meetapparatuur.

De volgende figuur geeft de buiten klimaatomstandigheden weer tijdens de meetsessie.

## Buitenomstandigheden Porta Nova

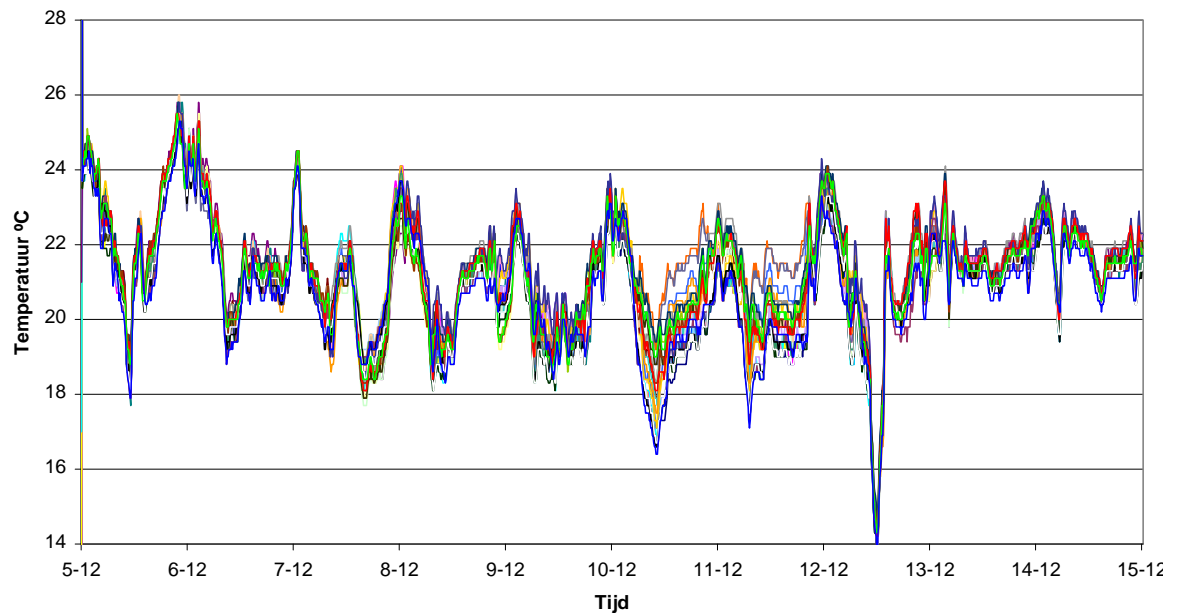


**Figuur 144 Buitenomstandigheden**

### 7.3.1.2 Horizontale temperatuurverdeling

Om de horizontale temperatuurverdeling in het proefvak te bepalen zijn op 20 verschillende posities in de kas temperatuurloggers opgehangen op vier verschillende hoogtes, namelijk onder de teeltgoot, ingebogen blad, gewas en bloemhoogte. Boven het verduisteringsscherm zijn 6 loggers opgehangen en vlak onder het scherm 5 loggers. De resultaten van de metingen zijn in de volgende figuren weergegeven. De maatstreepjes op de X-as zijn weergegeven om 12:00 op de desbetreffende dag. De meting van 10 december 12:00 t/m 12 december 12:00 moet niet in beschouwing genomen worden in verband met het uitvallen van de Fiwhex groep in het proefvak.

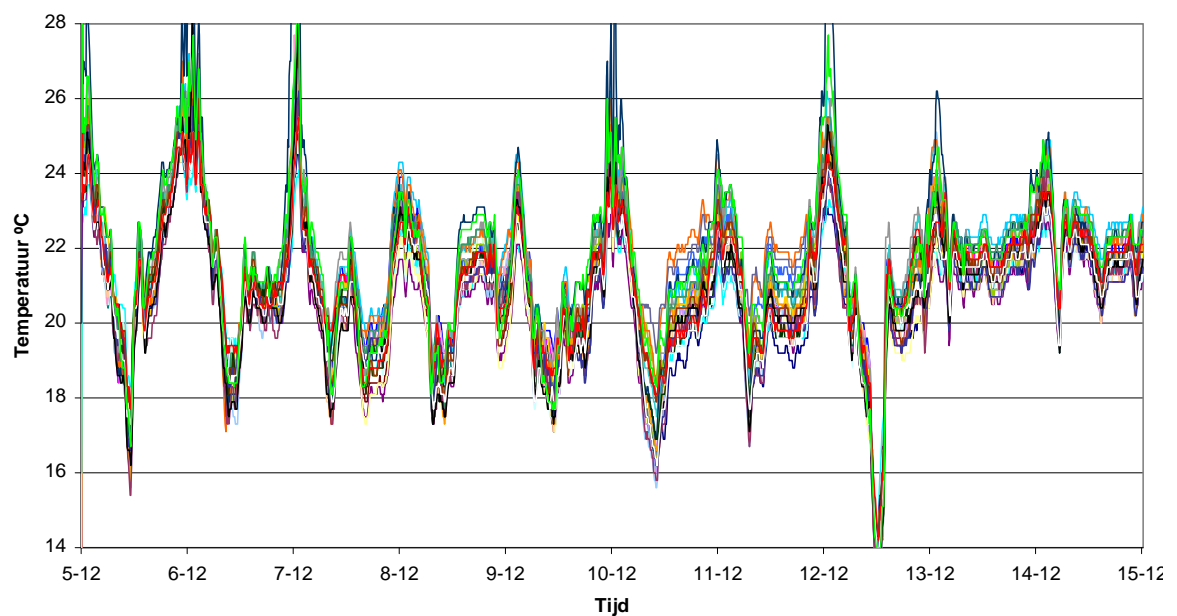
### Horizontale temperatuurverdeling onder de teeltgoot



**Figuur 145 Horizontale temperatuurverdeling onder de teeltgoot Porta Nova**

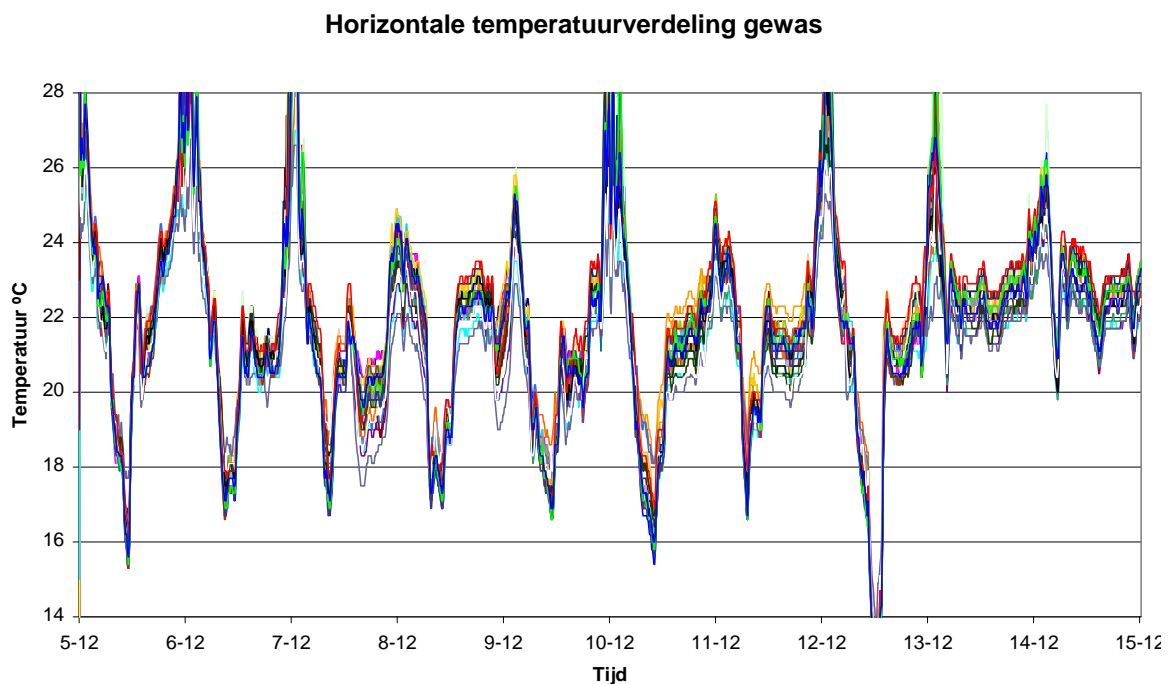
In Figuur 145 is de horizontale temperatuurverdeling onder de teeltgoot weergegeven. Duidelijk is te zien dat de temperatuurverdeling onder de teeltgoot nauwelijks veranderd bij de verschillend ingestelde proefsituaties.

### Horizontale temperatuurverdeling ingebogen blad



**Figuur 146 Horizontale temperatuurverdeling ingebogen bladhoogte Porta Nova**

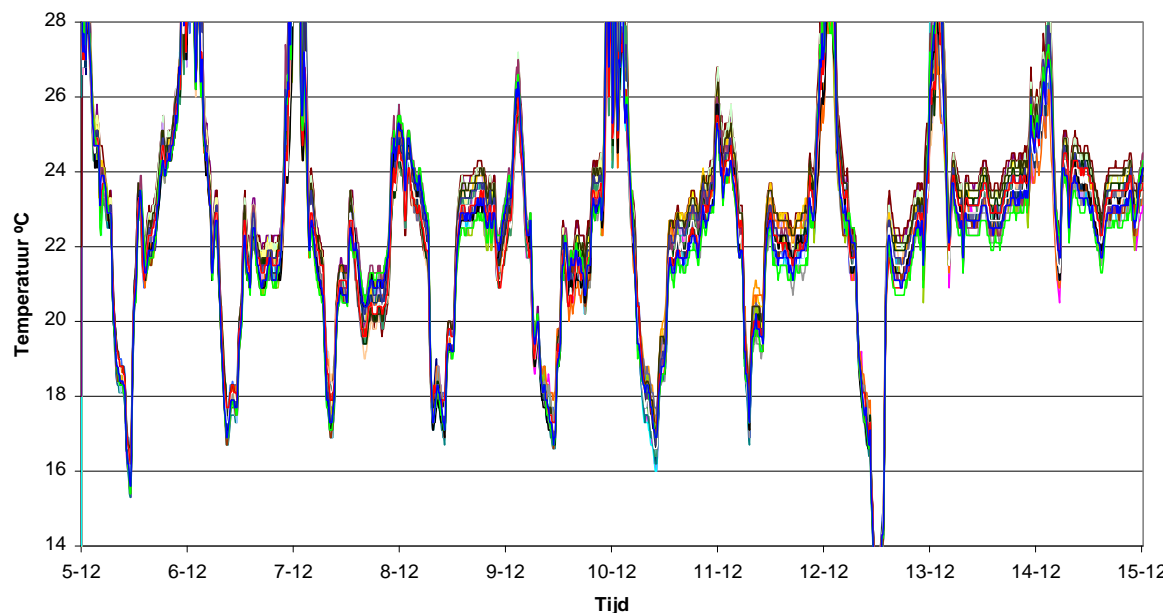
In Figuur 146 horizontale temperatuurverdeling ingebogen blad lijkt het erop dat de temperatuurverdeling bij het verwarmen met de Fiwihex en assimilatie belichting een iets grotere spreiding heeft van enkele decimalen in vergelijking met conventioneel verwarmen. Vanaf 8 december om 12:30 uur is er verwarmd met de Fiwihex (waarbij de meting van 10 december 12:00 t/m 12 december 12:00 buiten beschouwing moet worden gehouden). Vanaf 13 december heeft de assimilatie belichting continu aangestaan, wat zichtbaar invloed heeft op de temperatuurverdeling. Tijdens de donkerperiodes is er geen aantoonbaar verschil te zien tussen conventioneel en met de Fiwihex verwarmen.



**Figuur 147 Horizontale temperatuurverdeling gewas Porta Nova**

In Figuur 147 horizontale temperatuur verdeling gewas is het meest opvallende verschil in de nacht van 7 op 8 december. Hierbij is verwarmd zonder minimum buis. Tijdens de belichte periode met  $165 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  loopt het temperatuurverschil op tot  $3^\circ\text{C}$ .

### Horizontale temperatuurverdeling bloem



**Figuur 148 Horizontale temperatuurverdeling bloemhoogte Porta Nova**

In Figuur 148 horizontale temperatuurverdeling bloemhoogte is de temperatuurverdeling tijdens de donkerperiode niet aantoonbaar verschillend tussen de verschillende proefsituaties. Wanneer er belicht wordt lijkt de verdeling een aantal decimalen groter te worden, vooral in de periode van 13 t/m 15 december.

Kijkend naar de figuren wordt de temperatuurverdeling niet beter als er verwarmd of gecirculeerd wordt met de Fiwihex in vergelijking met conventioneel verwarmen. Het lijkt er eerder op dat de verdeling iets slechter wordt op ingebogen blad, gewas en bloemhoogte, al zijn de klimaatomstandigheden iets verschillend in de dagen waarmee het vergelijk gemaakt wordt. Onder de goot zijn de temperatuurverschillen niet waarneembaar.

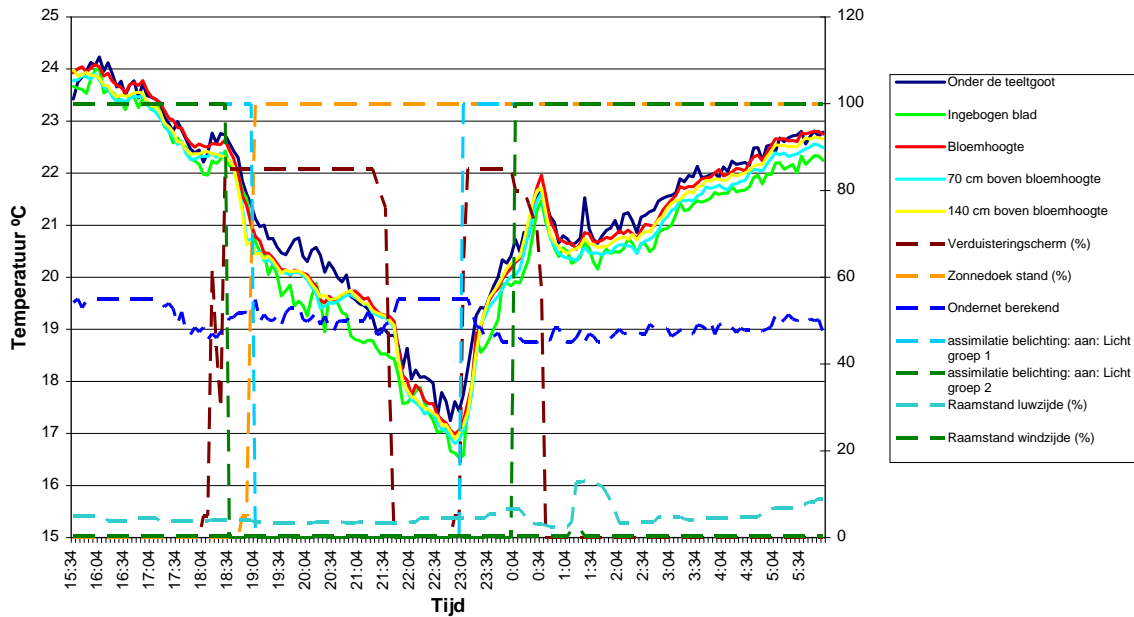
#### 7.3.1.3 Verticale temperatuur- en vochtverdeling

Om het effect van verwarmen met het ondernet en Fiwihex vast te leggen is er op een vast punt op 5 hoogtes de temperatuur gemeten namelijk: onder de teeltgoot, ingebogen blad, bloemhoogte, 70 cm boven bloemhoogte en 140 cm boven bloemhoogte. In de volgende figuren worden de resultaten van 2 proefsituaties weergegeven. De proefsituatie verwarmen met het ondernet zonder minimumbuis en de Fiwihex ventilator aan is niet gemeten i.v.m. een warmtetekort voor het ondernet tijdens de proefperiode.

De Figuur 149 Verticale temperatuurgradiënt conventioneel verwarmen met minimumbuis Porta Nova laat de temperatuurgradiënt zien bij conventioneel verwarmen met een minimumbuis. De klimaatgegevens uit de klimaatcomputer zijn weergegeven als een stippellijn en hebben de waardes op de rechter Y-as staan. De akoestische temperatuurmetingen zijn een vloeiende lijn en hebben de waardes op de linker Y-as staan. Deze indeling geldt ook voor de daarop volgende figuren.

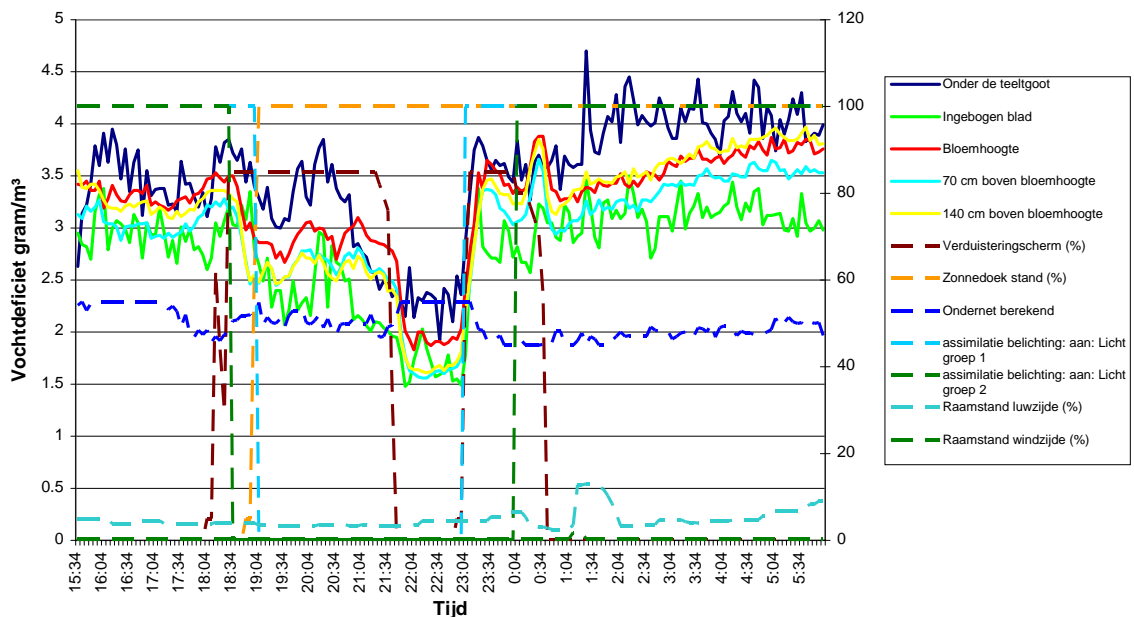


Verticale temperatuurgradiënt 5-6 december



Figuur 149 Verticale temperatuurgradiënt conventioneel verwarmen met minimumbuis Porta Nova

Verticale vochtgradiënt 5-6 december



Figuur 150 Verticale vochtgradiënt conventioneel verwarmen met minimum buis Porta Nova

Figuur 149 laat de temperatuurgradiënt zien tijdens conventioneel verwarmen met minimum buis aan. Hierin is te zien dat de verticale temperatuurgradiënt zeer gering is. Het

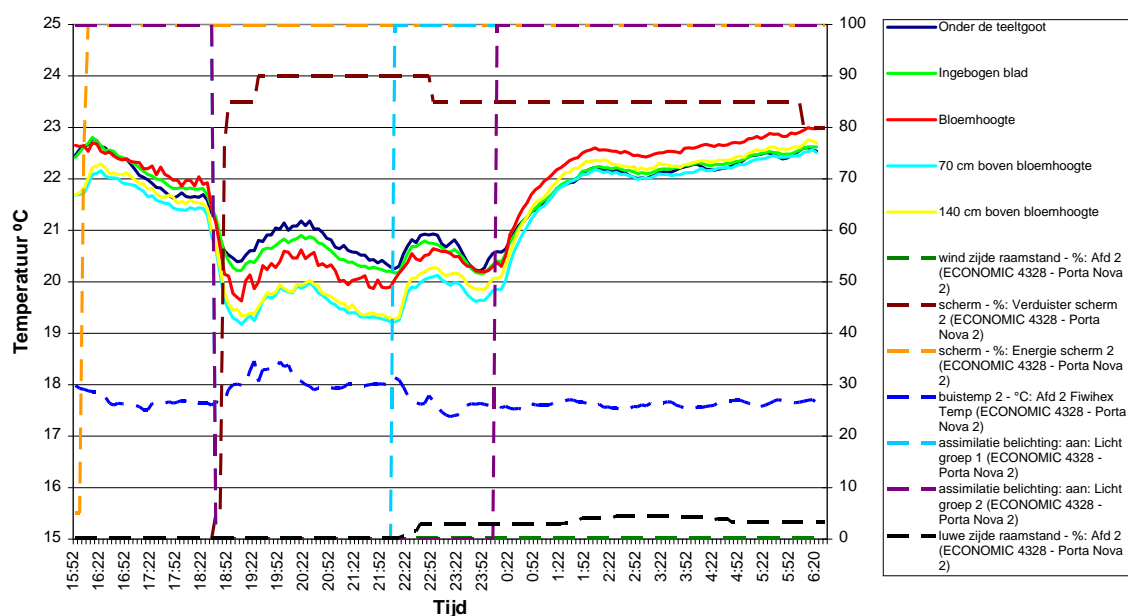
grootste verschil is in de periode van 19:00 tot 21:30 uur te zien, waarbij de temperatuur op ingebogen bladhoogte in verhouding iets sneller daalt dan de andere gemeten temperaturen. Tijdens deze periode ligt het energiescherm op 85% en de kier is het zomerdoek.

Figuur 150 laat de vochtdeficitgradiënt zien tijdens conventioneel verwarmen met minimumbuis aan. Tijdens de donkerperiode wordt het vochtdeficit het laagst. Op gewasniveau is het vochtdeficit op ingebogen blad het laagst en op bloemhoogte het hoogst.

Doel van de meting was om beeld te krijgen van de temperatuur- en vochtgradiënt bij de conventionele manier van verwarmen. Deze meting dient als vergelijking voor verdere metingen waarbij er verwarmd wordt met de Fiwihex.

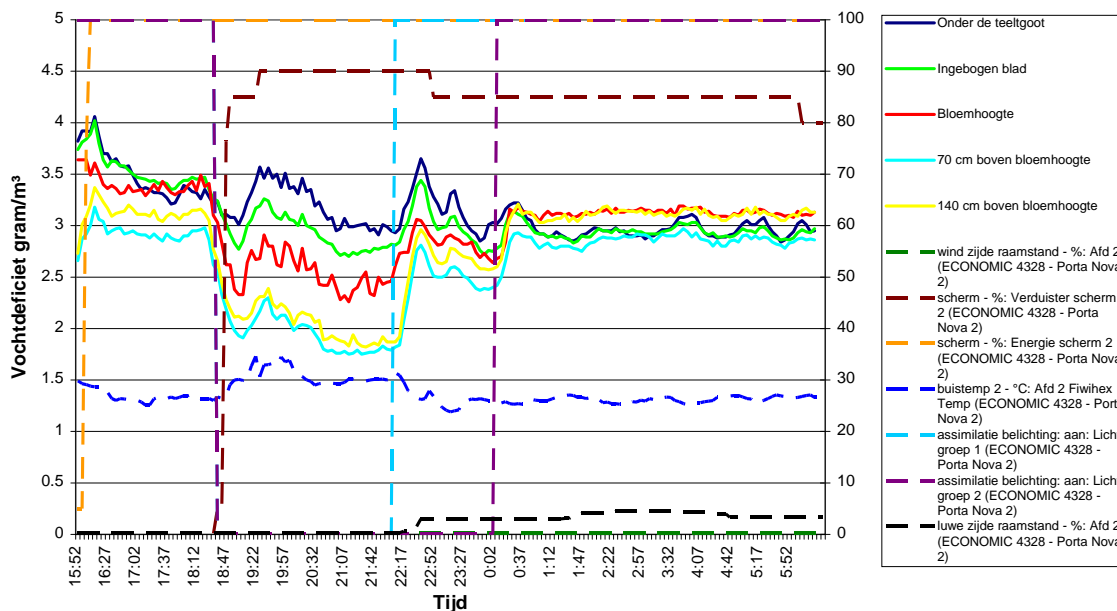
De volgende figuren laten de temperatuur- en vochtgradiënt zien tijdens verwarmen met de fiwihex en een ventilatorstand van 40%.

**Verticale temperatuurgradiënt 8-9 december**



**Figuur 151 Verticale temperatuurgradiënt verwarmen met de Fiwihex ventilatorstand 40% Porta Nova**

Verticale vochtgradient 8-9 december



**Figuur 152 Verticale vochtgradiënt verwarmen met Fiihex ventilatorstand 40% Porta Nova**

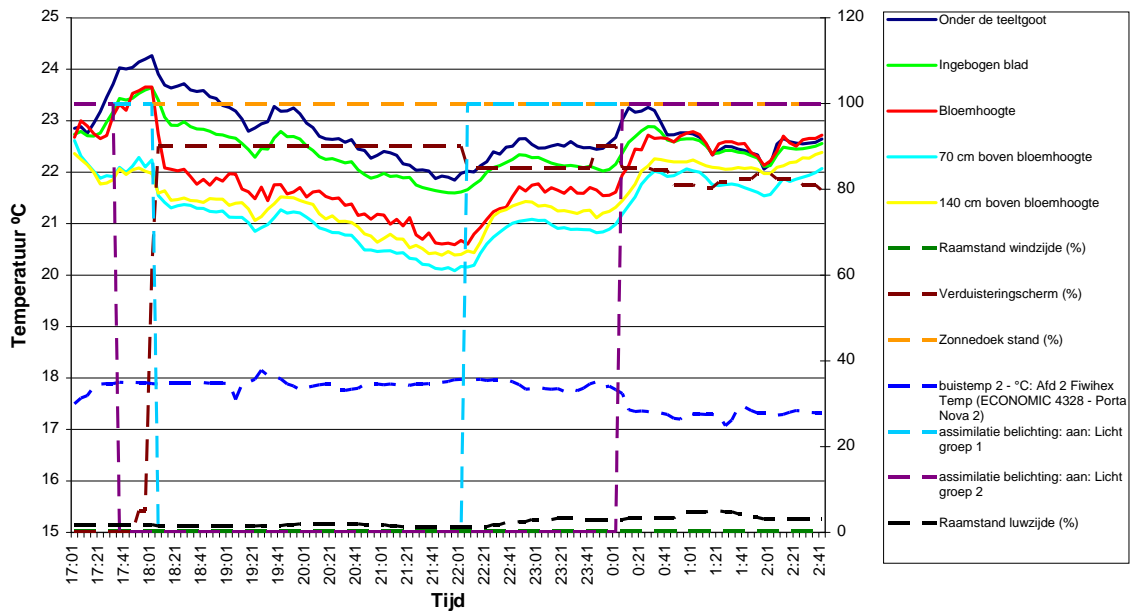
Figuur 151 laat de verticale temperatuurgradiënt zien tijdens verwarmen met de Fiihex met een ventilatorstand van 40%. Tijdens de donkerperiode is de temperatuurgradiënt het grootst. De gradiënt tussen ingebogen blad- en bloemhoogte wordt niet groter dan 0,5°C. De metingen boven de bloem laten de laagste temperatuur zien. Wanneer de belichting aangaat wordt de gradiënt kleiner.

Het vochtdeficiëntgradiënt, getoond in Figuur 152 tijdens het verwarmen met de fiihex ventilatorstand 40%, is het laagst 70 cm boven bloemhoogte. Dit is te verklaring door de lagere temperatuur die daar heerst. Onder de teeltgoot is het vochtdeficiënt het hoogst en daarna volgt het ingebogen blad. Deze lijkt dan ook op dit meetpunt het minst kritisch te zijn tijdens de donkerperiode. Wanneer de belichting aangaat wordt de gradiënt kleiner.

Doel van de meting was om aan te tonen wat de temperatuur- en vochtgradiënt zijn tijdens het verwarmen met de Fiihex en een ventilatorstand van 40%. In vergelijking met de conventionele situatie zien we dat de temperatuur- en vochtgradiënt groter worden.

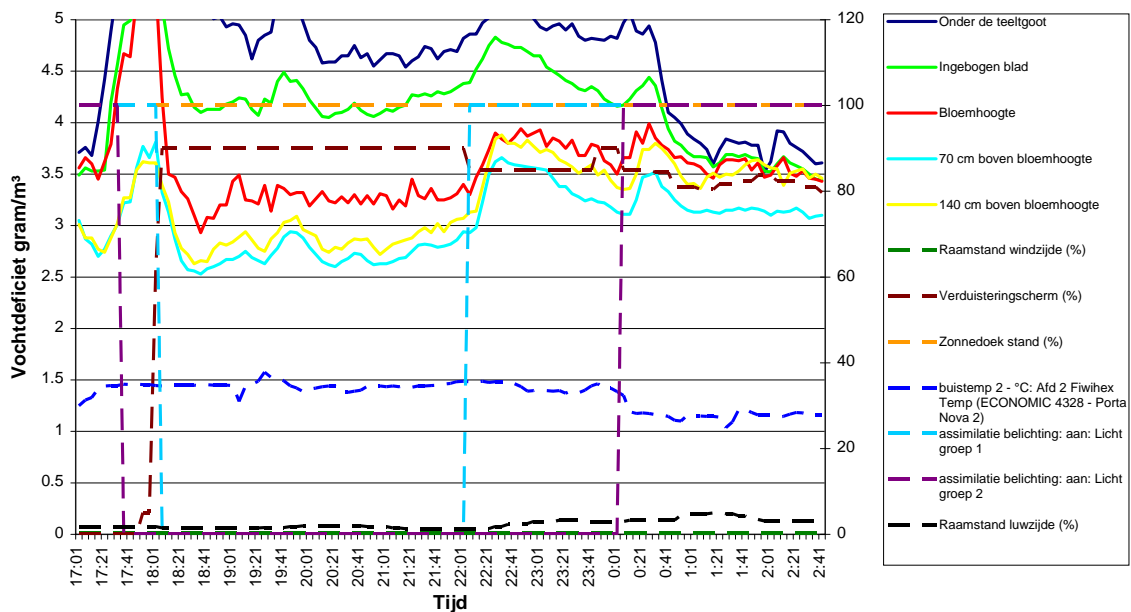
De volgende figuren laten de temperatuur- en vochtgradiënt zien tijdens verwarmen met de Fiihex en een ventilatorstand van 58%.

### Verticale temperatuurgradient 10-11 december



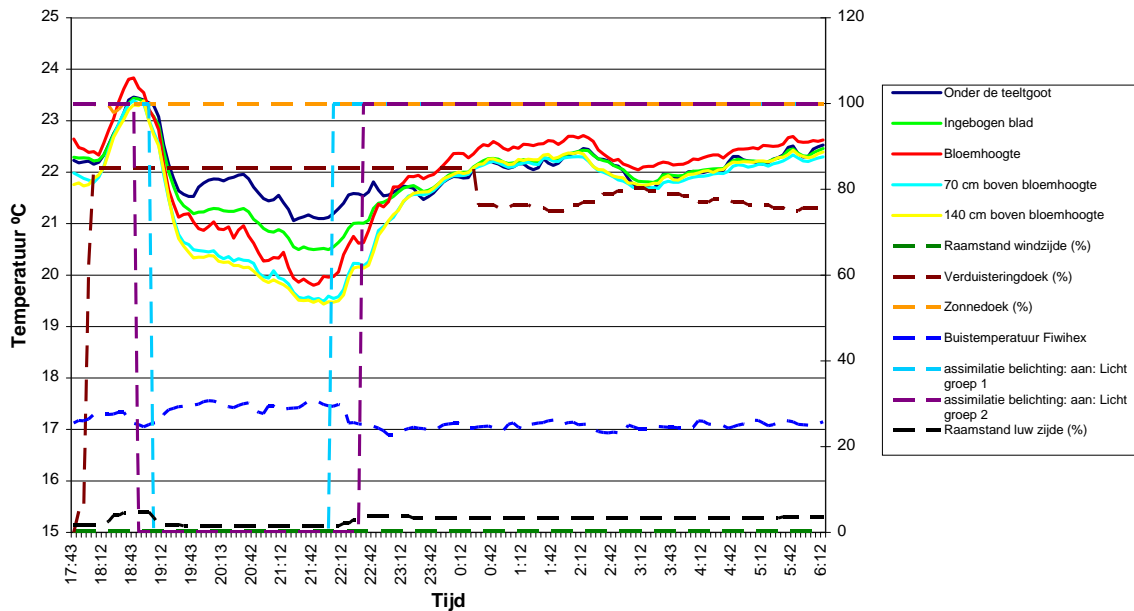
**Figuur 153** Verticale temperatuurgradient verwarmen met de Fiwihex ventilatorstand 58% Porta Nova

### Verticale vochtgradient 10-11 december



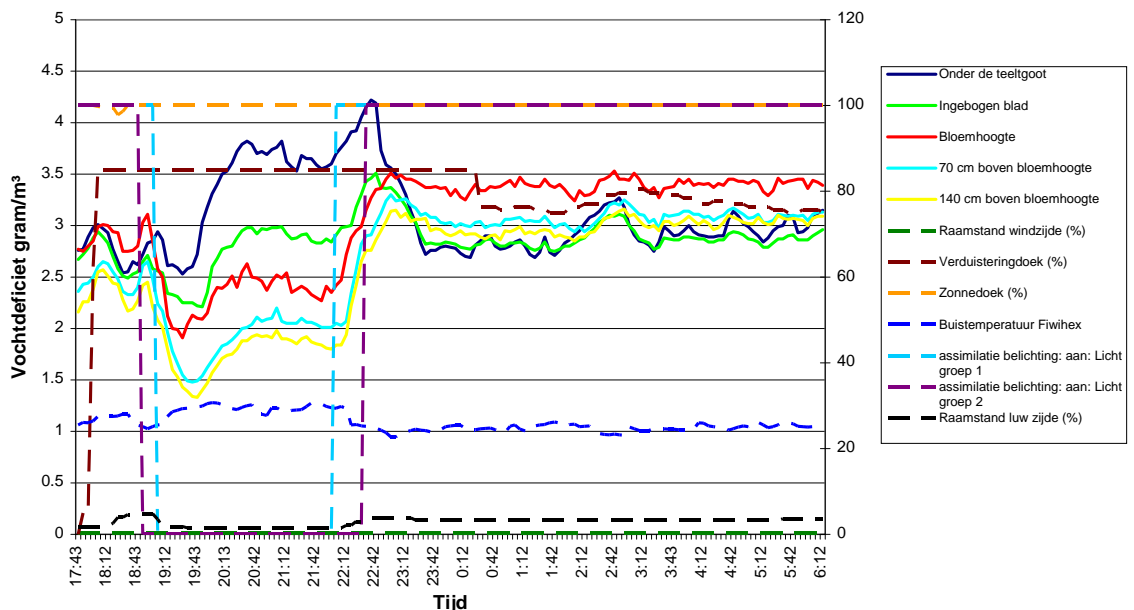
**Figuur 154** Verticale vochtgradient verwarmen met Fiwihex ventilatorstand 58% Porta Nova

### Verticale temperatuurgradient 16-17 december



**Figuur 155** Verticale temperatuurgradient verwarmen met de Fiwihex ventilatorstand 58% Porta Nova

### Verticale vochtgradient 16-17 december



**Figuur 156** Verticale vochtgradient verwarmen met Fiwihex ventilatorstand 58% Porta Nova

Figuur 153 en Figuur 155 laten een grotere temperatuurgradient tussen ingebogen blad- en bloemhoogte zien dan bij conventioneel verwarmen en verwarmen met de Fiwihex met een ventilatorstand van 40%. Het verschil loopt bij deze metingen op tot 1°C. Figuur 153

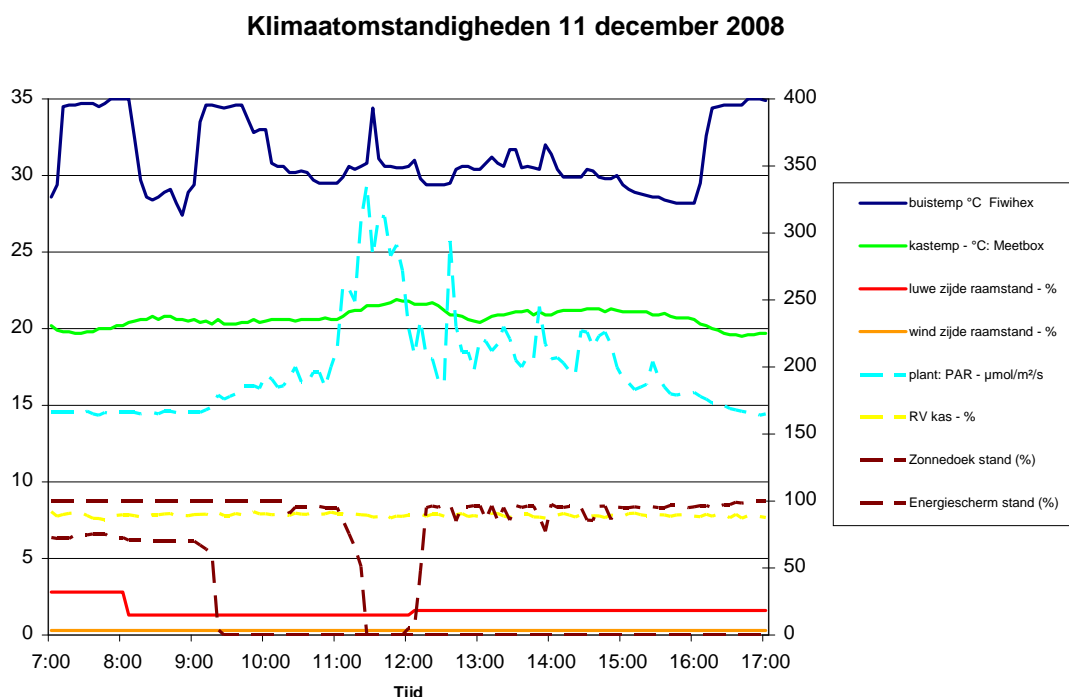
laat een grotere temperatuurgradiënt zien dan Figuur 155. Een voor de hand liggende reden hiervan is dat de aanvoertemperatuur in Figuur 153 een stuk hoger ligt. Dit houdt in dat er meer warmte de kas in gaat.

Figuur 154 en Figuur 156 laten een groter vochtdeficit gradiënt zien dan bij conventioneel verwarmen. Op gewasniveau is het vochtdeficit op bloemhoogte het laagst en op ingebogen bladhoogte het hoogst. De grootste kans op nat slaan van het gewas ligt dan ook op bloemhoogte.

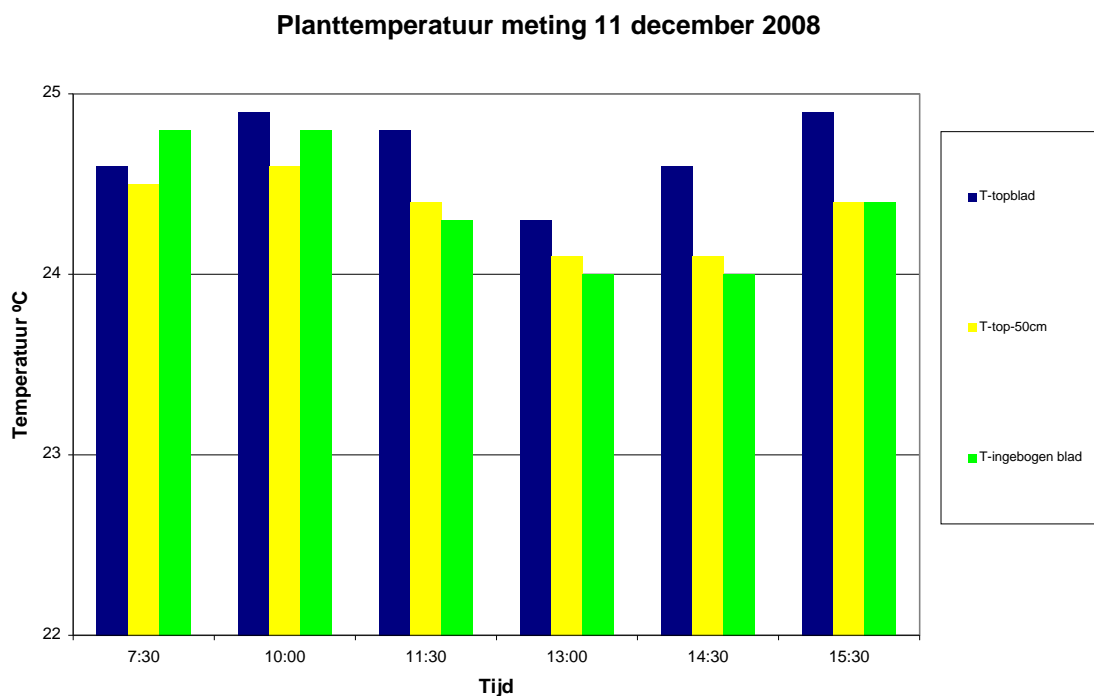
Doel van de metingen was om aan te tonen in hoeverre de temperatuur- en vochtgradiënt veranderen t.o.v. van conventioneel verwarmen. Zowel de temperatuur als vochtgradiënt wordt groter als er verwarmd wordt met de FiwiHex. Het lijkt erop dat de warmte beter bij de plant gehouden wordt, wat als gevolg heeft dat de luchtlagen boven het gewas kouder blijven. Dit levert een energiebesparing op, wat verder in dit verslag wordt besproken. Nadeel is dat de vochtafvoer minder goed kan verlopen en daardoor de ziektedruk hoger kan zijn.

#### 7.3.1.4 Planttemperatuurmetingen

Om de effecten van verwarmen met de FiwiHex op de planttemperatuur in kaart te brengen zijn er planttemperatuurmetingen uitgevoerd.



**Figuur 157 Klimaatomstandigheden 11 december 2008 Porta Nova**



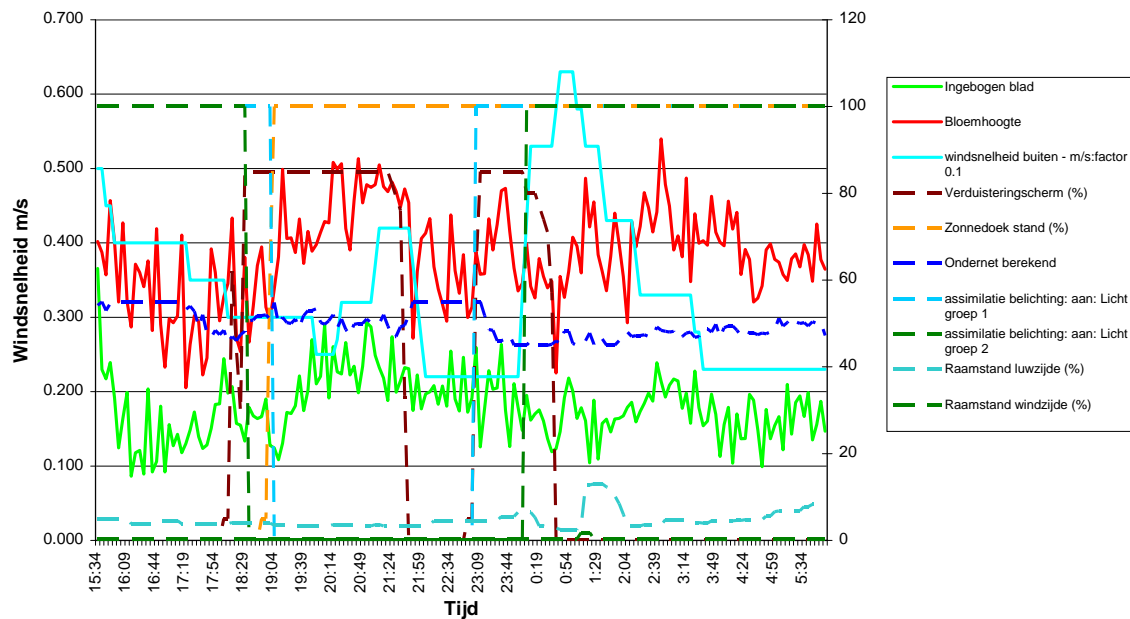
**Figuur 158 Planttemperatuur metingen 11 december Porta Nova**

Figuur 158 laat zien dat de planttemperatuurgradiënt nooit groter wordt dan 1°C. Tijdens deze meetdag heeft de belichting de gehele dag aangestaan. Tijdens deze dag zijn er ook fotosynthese metingen uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn vermeldt in bijlage 2.

#### 7.3.1.5 Luchtstromen

Om de luchtstromen in kaart te brengen is op een aantal vaste punten bij verschillende proefsituaties gemeten. Naast de vaste puntsmetingen zijn er zogenaamde Quick scans gemaakt, zoals beschreven in hoofdstuk 3.2.2. De resultaten van deze metingen worden in deze paragraaf besproken.

### Windsnelheid 5-6 december

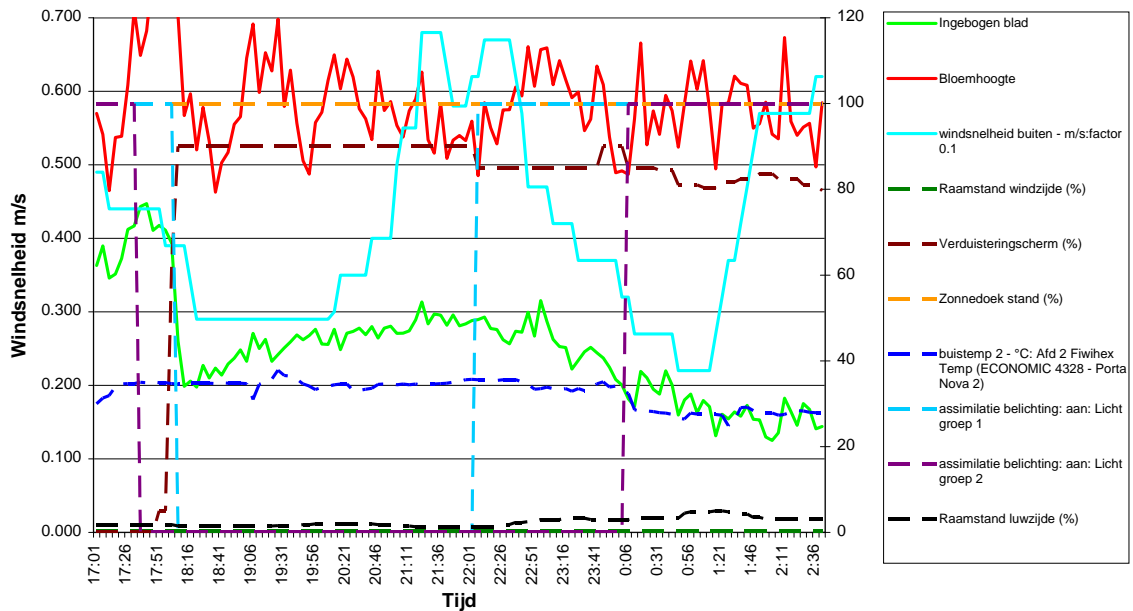


**Figuur 159 Luchtbeweging conventioneel verwarmen met minimum buis Porta Nova**

Figuur 159 laat de luchtbeweging op ingebogen blad- en bloemhoogte zien bij conventioneel verwarmen met een minimum buis. De windsnelheid op bloemhoogte lijkt te reageren op het sluiten van het scherm. Om 18:00 uur gaat het energiedoek dicht op 85% vervolgens wordt om 19:00 uur het zonnedoek gesloten wat inhoudt dat de kier van 15% het zonnedoek is. Als om 21:45 uur en het energiedoek open gaat, dan daalt onmiddellijk de windsnelheid op bloemhoogte. Op ingebogen bladhoogte is het effect minder duidelijk. Buiten de effecten van het scherm om, is de luchtbeweging redelijk constant.



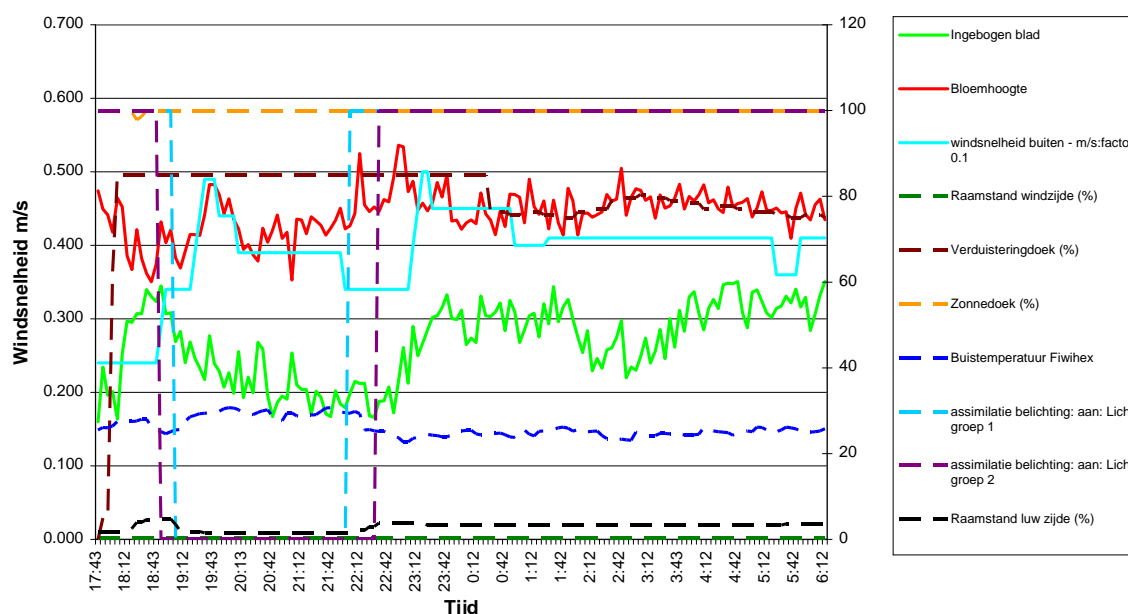
### Windsnelheid 10-11 december



**Figuur 160 Verwarmen met de Fiwihex ventilatorstand 58% Porta nova**

Figuur 160 laat de luchtbeweging zien bij het verwarmen met de Fiwihex en een ventilatorstand van 58%. Om 18:00 uur loopt het verduisteringscherm naar 85% en neemt de windsnelheid buiten af. Op dat moment is een zichtbare daling van de windsnelheid op ingebogen blad te zien. Vervolgens volgt er een stabiele periode waarin de klimaafactoren als scherm, raamstand en belichting hetzelfde blijven. Tijdens deze periode lijkt de windsnelheid op ingebogen bladhoogte met name te reageren op de windsnelheid buiten.

### Windsnelheid 16-17 december



**Figuur 161 Verwarmen met de Fiwihex ventilatorstand 58% Porta nova**

Figuur 161 laat de luchtbeweging zien bij het verwarmen met de Fiwihex en een ventilatorstand van 58%. Als het scherm dicht gaat dan gaat de windsnelheid op ingebogen bladhoogte omhoog. Raamstand luwe zijde wordt hoger om 22:30 uur waarna de windsnelheid van ca. 0,2 m/s naar 0,3 m/s gaat.

Metingen laten zien dat het grootste deel van de luchtbeweging niet gecreëerd wordt door de Fiwihex ventilator maar door de klimaatregeling en buitenomstandigheden.

#### Quick scans

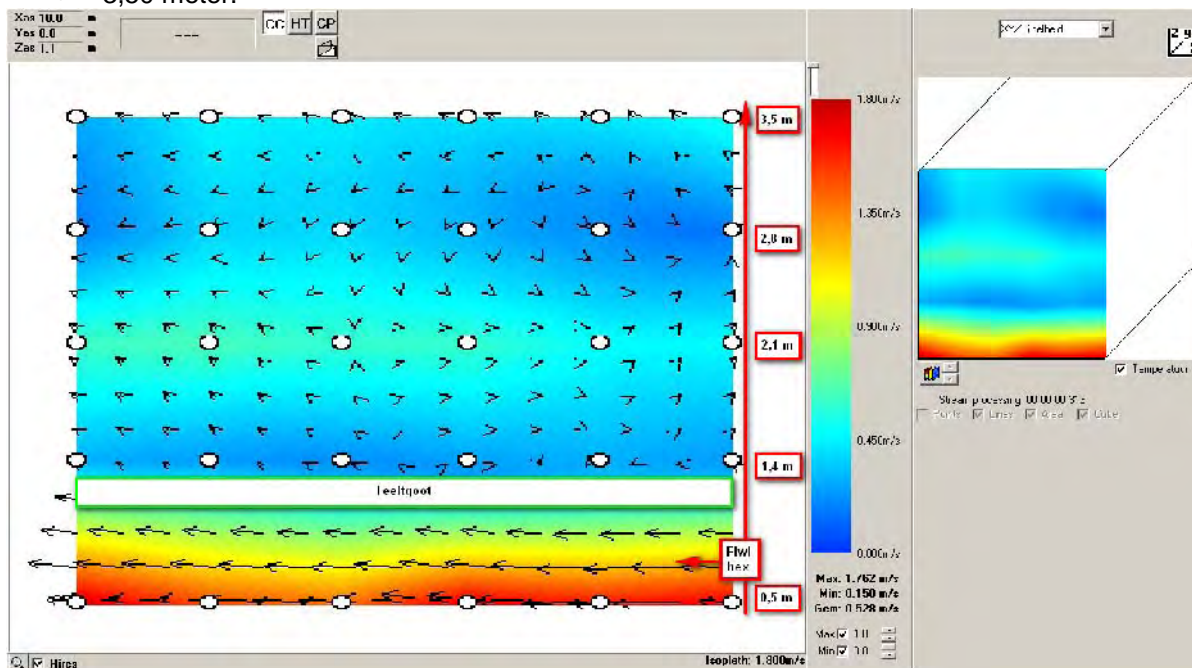
Om de luchtstromen in kaart te brengen zijn er een aantal quickscans gemaakt bij verschillende proefsituaties. De weers- en klimaatomstandigheden zijn in tabel 10 weergegeven.

**Tabel 10 Klimaat en buitenomstandigheden tijdens de Quick scan**

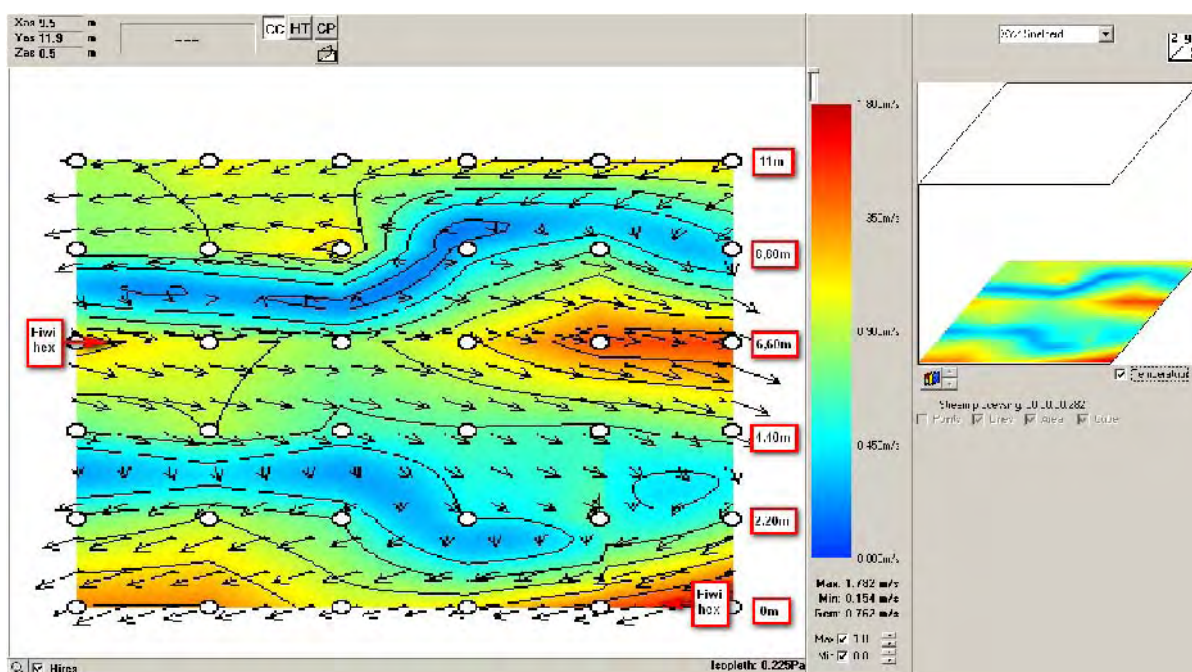
Omstandigheden tijdens Quick scan				
	Energie scherm	Zonnedoek	Windsnelheid buiten (m/s)	Windrichting buiten Hoogendoorn klimaatcomputer
Conventioneel 6 december	0%	0%	2,3	64
Conventioneel ventilator 58% 8 december	0%	100%	0,3	16
Verwarmen Fiwihex 58% 11 december	75%	100%	5,2	16

In Figuur 162 en Figuur 163 staat omschreven op welke meetpunten de Quick scans zijn uitgevoerd. Vervolgens wordt er van verschillende proefsituaties een zijaanzicht en een bovenaanzicht getoond. Het bovenaanzicht is iedere keer op bloemhoogte en het zijaanzicht in directe lijn met de Fiwihex. Er is op 5 hoogtes vanaf de grond gemeten:

- Onder de teeltgoot 0,5 meter,
- Ingebogen blad 1,4 meter,
- Bloemhoogte 2,1 meter,
- 2,80 meter en
- 3,50 meter.

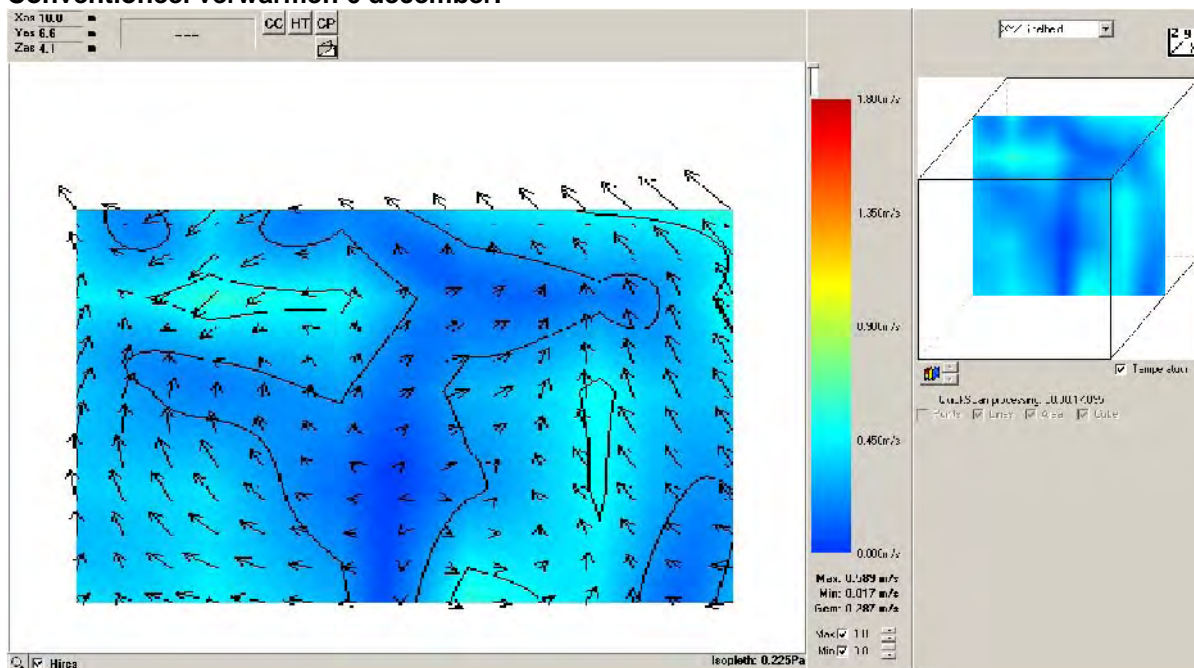


**Figuur 162** Omschrijving verticale meetpunten Quick scan Porta Nova

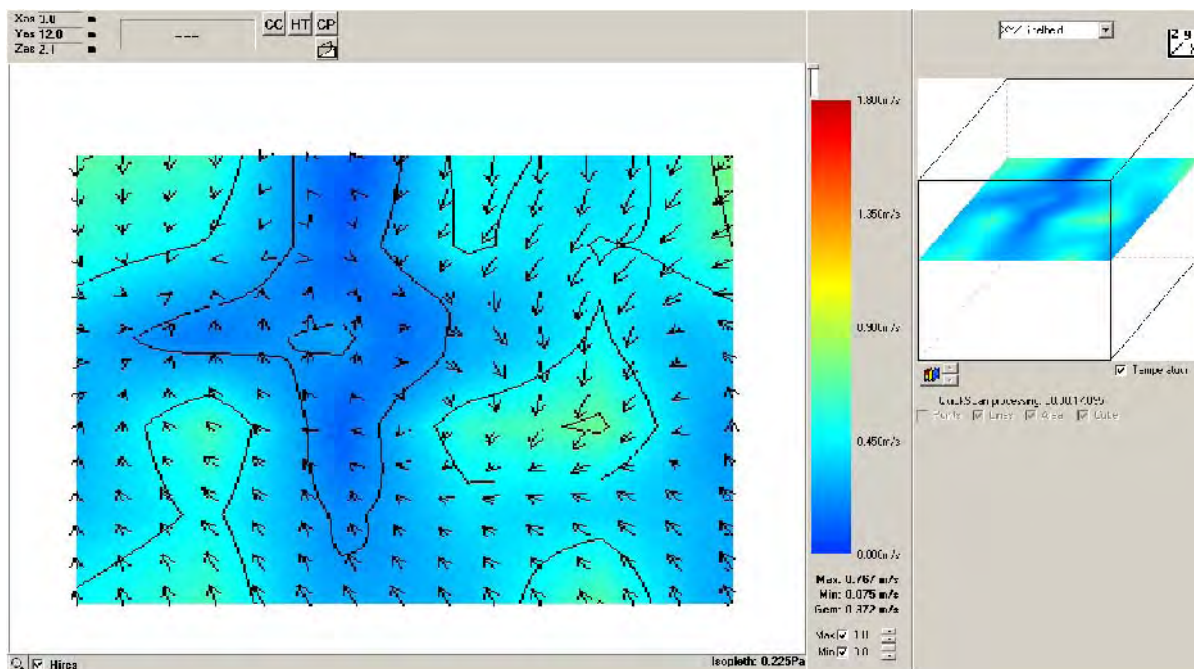


**Figuur 163** Omschrijving horizontale meetpunten Quick scan Porta Nova

**Conventioneel verwarmen 6 december.**



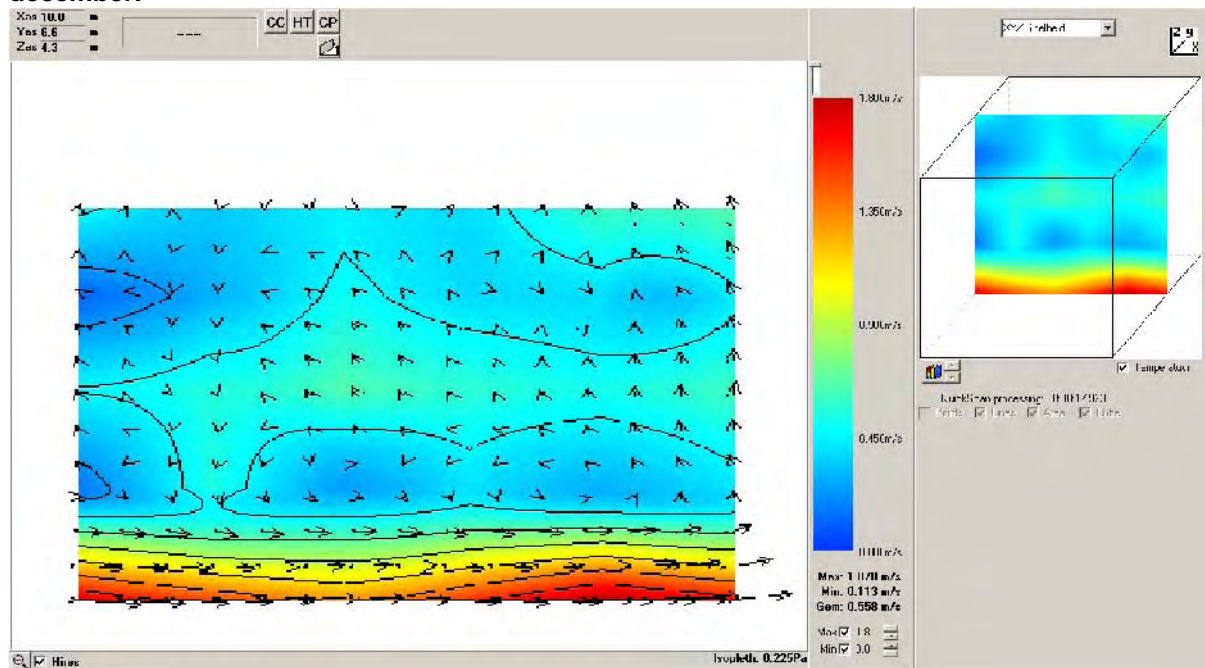
**Figuur 164 Zijaanzicht Quick scan conventioneel verwarmen met minimum buis Porta Nova**



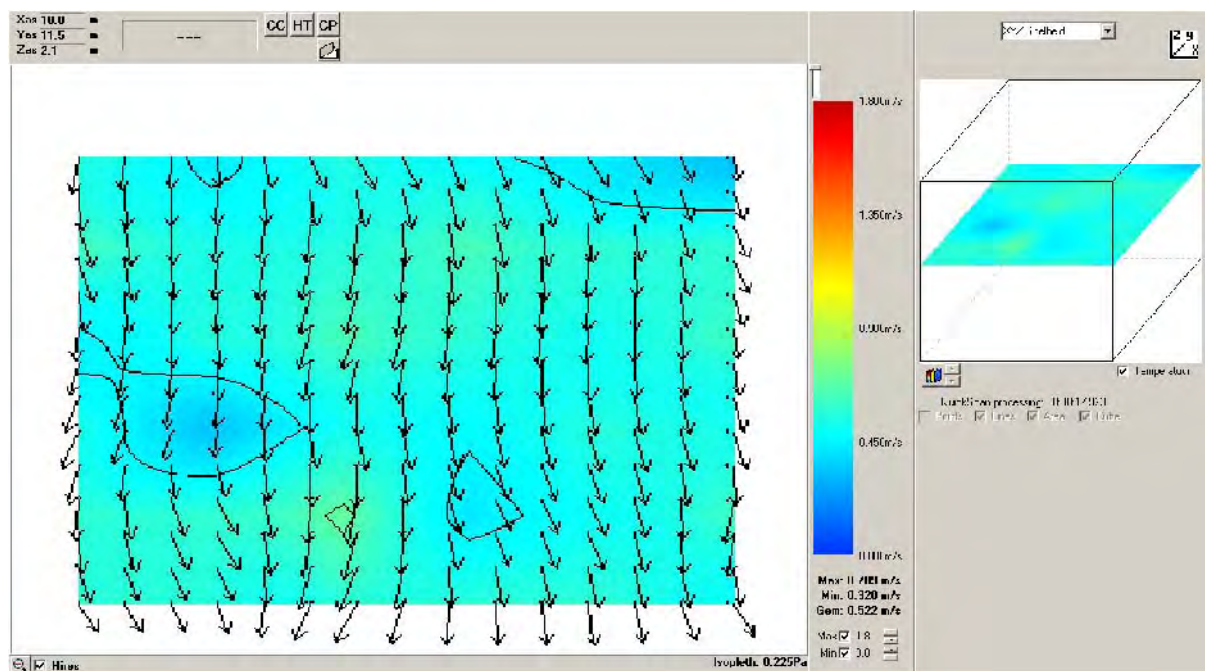
**Figuur 165 Bovenanzicht Quick scan conventioneel verwarmen met minimum buis Porta Nova**

Figuur 164 en Figuur 165 laten de resultaten zien van de Quick scan uitgevoerd bij conventioneel verwarmen met een minimum buis. Het zijaanzicht laat over het algemeen een opwaartse luchtstroom zien, maar niet op ieder punt. Het bovenaanzicht laat geen dominante luchtstroom zien maar wijzen de richtingen verschillende kanten op. Tijdens deze Quick scan lagen de schermen open. Er is geen duidelijk effect van de minimum buistemperatuur te zien.

**Conventioneel verwarmen zonder minimumbuis met Fiwihex ventilator op 58% 8 december.**



**Figuur 166 Zijaanzicht Quick scan conventioneel verwarmen zonder minimum buis en Fiwihex ventilator op 58% Porta Nova**



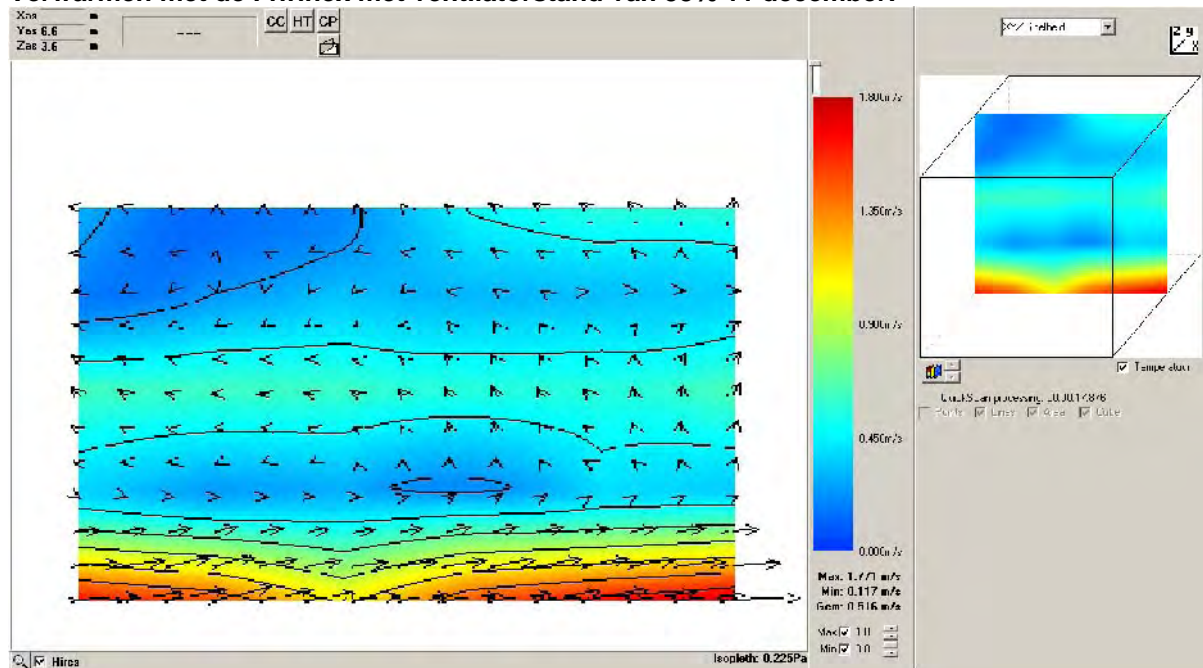
**Figuur 167 Bovenaanzicht Quick scan conventioneel verwarmen zonder minimum buis en Fiwihex ventilator op 58% Porta Nova**

Figuur 166 en Figuur 167 laten de resultaten van de Quick scan zien, uitgevoerd bij conventioneel verwarmen zonder minimum buis en een Fiwihex ventilatorstand van 58%. Het bovenaanzicht laat een dominante luchtstroom in één richting zien. Dit zagen we niet

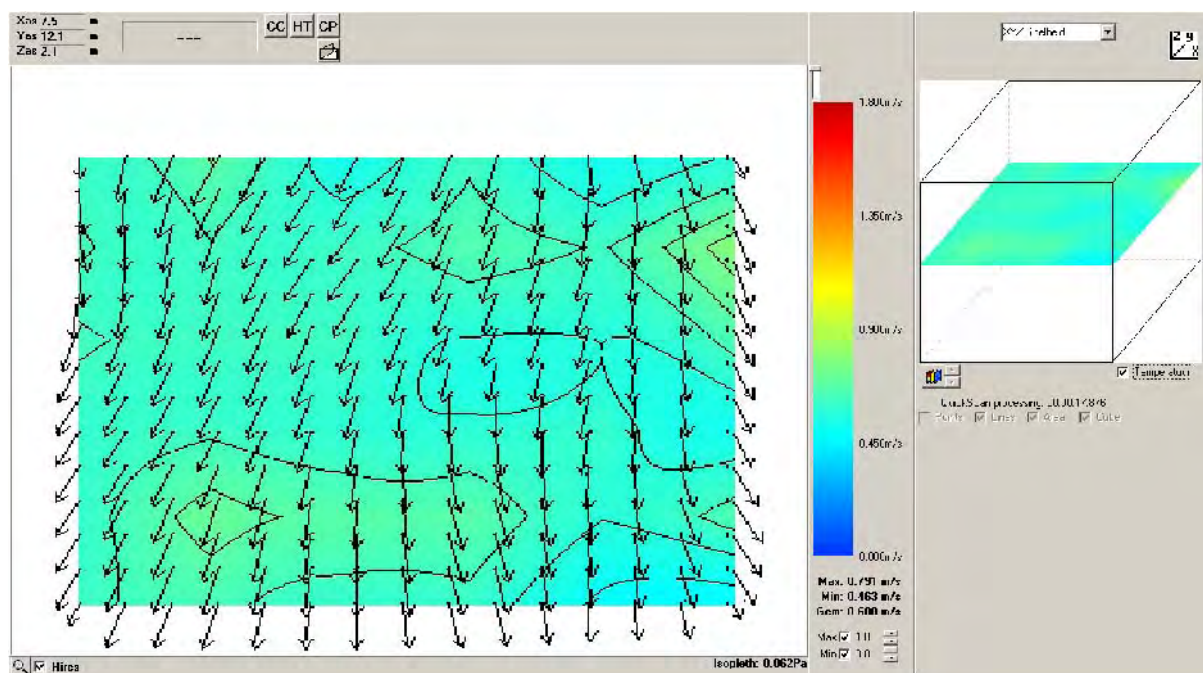
in de Quick scan conventioneel verwarmen met minimum buis. Klimatologisch is het verschil dat bij de meting van Figuur 166 en Figuur 167 het zonnedoek op 100% dicht lag. Van de aanzuiging van de Fiwihex is niet veel te zien. Het zijaanzicht laat zien dat er onder de teeltgoot een effect is van de Fiwihex ventilator maar op ingebogen bladhoogte de luchtbeweging gering is. Op bloemhoogte is wel weer een verhoging van de luchtsnelheid te zien, maar is niet aantoonbaar te relateren aan de Fiwihex. Ofwel hoeveel de Fiwihex effect heeft op de luchtbeweging is maar zeer de vraag. Gezien deze meting in ieder geval zeer gering.

Figuur 168 en Figuur 169 laten de resultaten zien van de Quickscan uitgevoerd bij het verwarmen met de Fiwihex en een ventilatorstand van 58%. In het bovenaanzicht is weer de dominante luchtstroom die we in Figuur 167 waarbij de ventilator op 58% stond ook zagen. Het zijaanzicht laat zien dat in het midden van de tralie de lucht omhoog getrokken wordt en op bloemhoogte de luchtstroom naar het aanzuigpunt van de Fiwihex toe gaat. Uit andere metingen blijkt dat het moment dat de lucht omhoog gaat afhankelijk is van de ventilatorstand. Bij een hogere ventilatorstand zal de lucht minder snel stijgen.

Verwarmen met de Fiwihex met ventilatorstand van 58% 11 december.



Figuur 168 Zijaanzicht Quick scan verwarmen met de Fiwihex met een ventilatorstand van 58% Porta Nova



Figuur 169 Bovenaanzicht Quick scan verwarmen met de Fiwihex met een ventilatorstand van 58% Porta Nova

## 7.4 Conclusies onderdoor koelen en verwarmen Porta Nova

### Koelen

- De verticale temperatuur- en vochtgradiënt laten op gewasniveau zien dat het vochtdeficit en de temperatuur op ingebogen bladhoogte het laagst is en op bloemhoogte het hoogst. Ingebogen bladhoogte is dan ook de meest kritische plek i.v.m. ziektedruk.
- De verticale temperatuur- en vochtgradiënt worden groter naarmate er meer instraling is. Tijdens een wisselvallige koeldag varieert de verticale temperatuur- en vochtgradiënt terwijl deze bij een zonnige dag veel constanter is.
- De horizontale temperatuur- en vochtverdeling zijn op ingebogen blad het slechtst. De horizontale verdeling op gewas- en bloemhoogte laten een kleine gradiënt zien. Ingebogen bladhoogte is dan ook de meest kritische plek i.v.m. ziektedruk.
- De planttemperatuurgradiënt wordt door onderdoor te koelen niet kleiner ten opzichte van ongekoeld.
- Luchtbeweging wordt overdag nauwelijks beïnvloed door de Fiwihex ventilator. Klimaat- en buiten omstandigheden hebben een veel grotere invloed.
- Op de gekoelde locatie is de gerealiseerde productie (2009) lager dan de berekende productie. Op de ongekoelde locatie is de gerealiseerde productie hoger dan de berekende productie.
- Koelen geeft een hogere kwaliteit en een lagere kwantiteit dan niet koelen.
- Koelen geeft een iets grotere knophoogte dan niet koelen.

### Verwarmen

- De horizontale temperatuurverdeling is bij het verwarmen met de Fiwihex hetzelfde of zelfs iets minder goed in vergelijking tot conventioneel verwarmen.
- De verticale temperatuur- en vochtgradiënt worden groter als er verwarmd wordt met de Fiwihex, waarbij op gewasniveau het ingebogen blad het warmst is en het op bloemhoogte het koudst is. De kans op het nat slaan van het gewas is dus op bloemhoogte het grootst.
- De verticale temperatuur- en vochtgradiënt laten zien dat het vochtdeficit en temperatuur nog verder dalen boven het gewas gemeten. De warmte wordt goed bij de plant gehouden, dit zou eventueel wel tot een verhoogd risico voor wat betreft vocht kunnen leiden omdat het vocht niet afgevoerd wordt.
- Planttemperatuur metingen overdag laten een kleine temperatuurgradiënt zien op verschillende bladhoogte.
- Luchtbeweging gecreëerd door de Fiwihex is vooral te zien onder de teeltgoot. Op gewas niveau is ook effect te zien maar lijkt het effect van de klimaat- en buitenomstandigheden groter te zijn.
- Er is vaak een dominante luchtstroom aanwezig in de kas, welke niet gecreëerd wordt door de Fiwihex.



## 8 Energieberekeningen onder- en bovendoor koelen

### 8.1 Vraagstelling

In samenwerking met DLV Glas en energie zijn de volgende vragen over het koelen van de kas in een rozenteelt uitgewerkt:

- Wat is de energiebehoefte en hoe wordt daarin voorzien bij onderdoor koelen zoals opgesteld bij Porta Nova 2 en hoe is dit in vergelijking met de referentie kas Porta Nova 1.
- Wat is de energiebehoefte en hoe wordt daarin voorzien bij bovendoor koelen zoals bij Boonekamp Roses.

### 8.2 Uitwerking

Bij Porta Nova en bij Boonekamp Roses zijn het afgelopen seizoen metingen verricht aan het koelen met FIWIHEX.

Porta Nova 2

- Energiemeter van 1 unit in de periode 1-04 t/m 31-05.
- Gegevens van de klimaatcomputer van een groep (25% van de kwekerij) in de periode 01-04 t/m 30-09.

Boonekamp Roses

- Energiemeter van 2 units in de periode 18-06 t/m 2-08.
- Gegevens van de klimaatcomputer van een groep (25% van de kwekerij) in de periode 01-04 t/m 30-09.

Op de geregistreerde data moesten eerst de volgende bewerkingen worden uitgevoerd om ze te kunnen analyseren:

- Ontbrekende data zijn er uit gefilterd.
- De werkelijke waarden voor het koelvermogen van de energiemeter moesten eerst uit andere waarden worden afgeleidt.
- De per minuut gemeten waarden van de energiemeter zijn omgezet naar uurwaarden.
- De werkelijke waarden voor het koelvermogen van de klimaatcomputer moesten eerst uit andere waarden worden afgeleidt: samenstellen uit een  $T$  en een indirect berekende flow.
- De per 5 minuten gemeten waarden van de energiemeter zijn omgezet naar uurwaarden.

Met behulp van deze meetdata is een berekening gemaakt van hoeveelheid en het vermogen aan koude in het afgelopen seizoen. Vervolgens zijn er door middel van het energiebalans-model van DLV Glas & energie diverse simulaties uitgevoerd om een beeld van het hele jaar te krijgen.

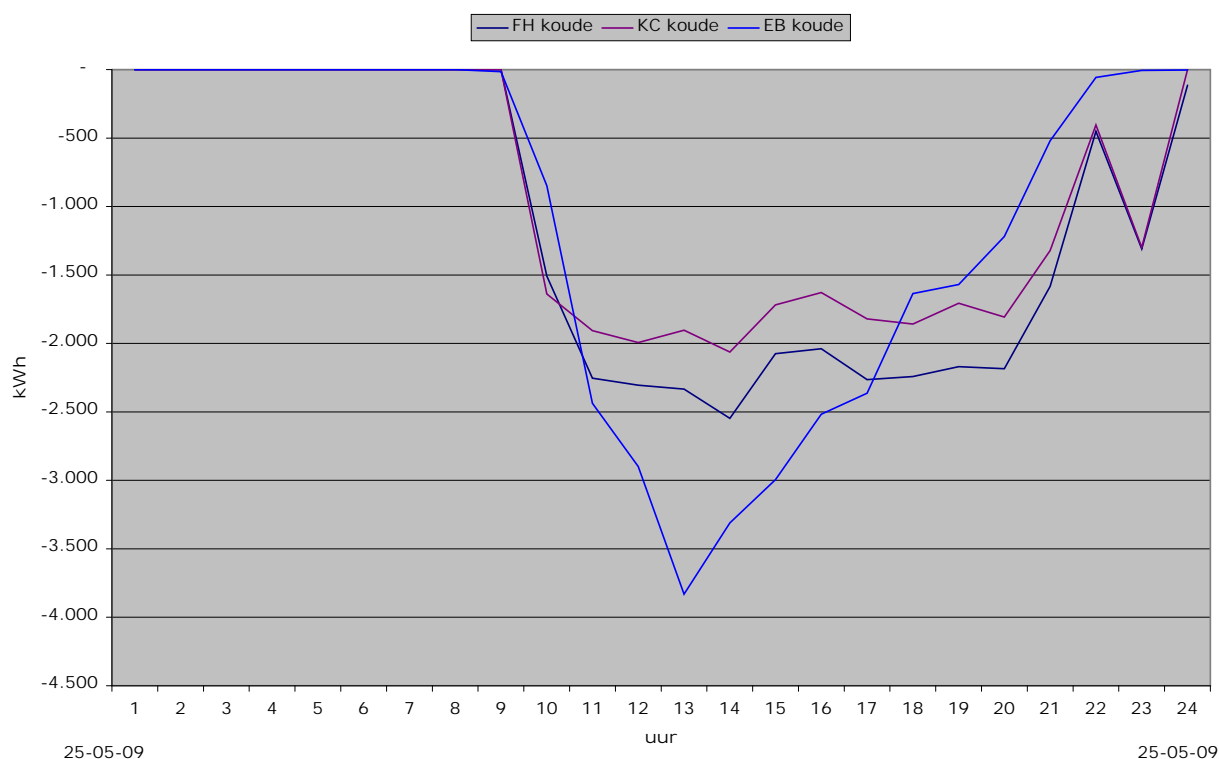
## 8.3 Resultaten

### 8.3.1 Porta Nova

Vraagstelling:

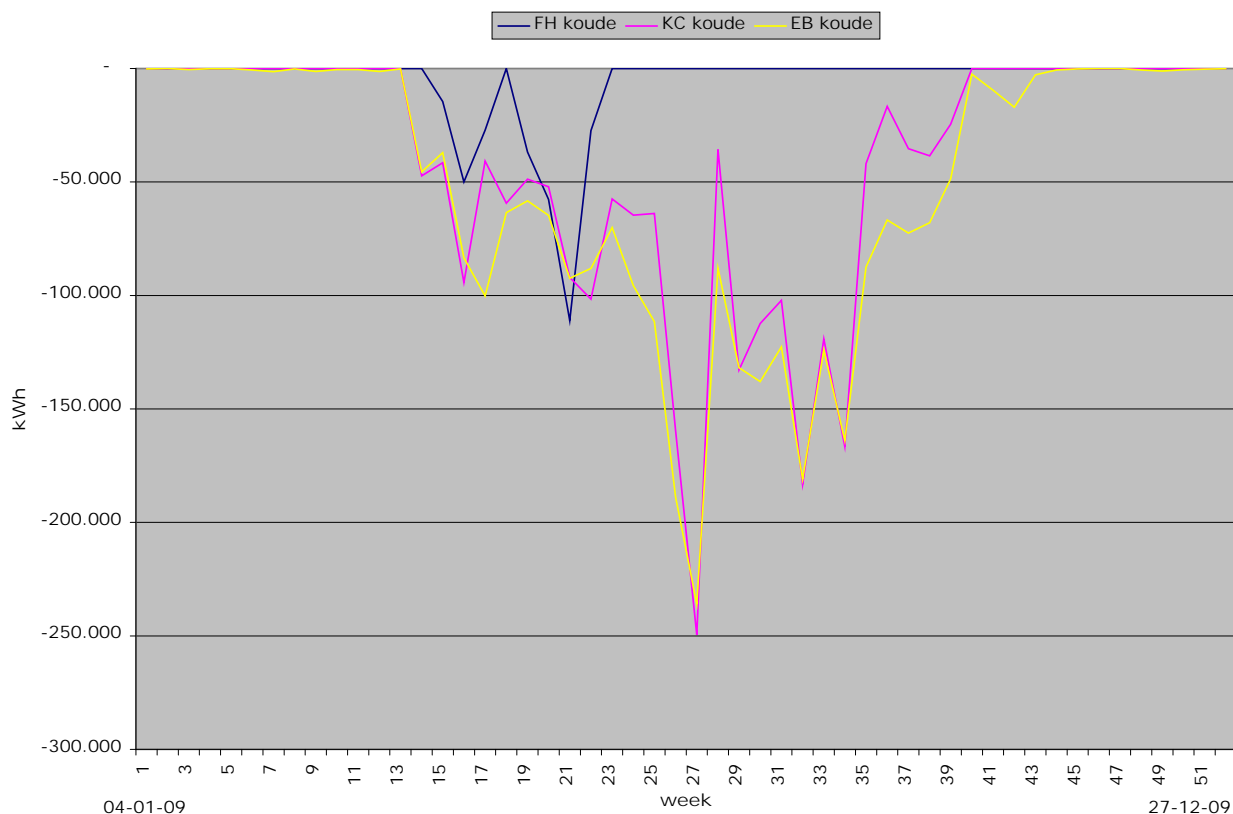
Wat is de energiebehoefte en hoe wordt daarin voorzien bij onderdoor koelen zoals opgesteld bij Porta Nova 2 en hoe is dit in vergelijking met de referentie kas Porta Nova 1.

Onderstaande grafiek laat de hoeveelheid koude zien die voor de koeling verbruikt is op 25-5-09. Te zien zijn de koude van de FIWIHEX unit (FH) en de koude, op basis van de omrekening van de meetwaarden uit de klimaat computer (KC). Deze laten beiden het zelfde patroon zien. Het model berekend op deze dag een hogere koude vraag. Dit kan komen omdat de installatie in de praktijk minder koude levert of omdat er in de praktijk midden op de dag een (kleine) concessie gedaan wordt op streef klimaat. Bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> concentratie, vochtgehalte of temperatuur.



**Figuur 170 verbruik en berekende koude 25 mei Porta Nova**

De volgende grafiek laat de hoeveelheid koude zien die in de kas gebracht wordt. Te zien is de koude van de FIWIHEX unit (FH), de koude op basis van de omrekening van de meetwaarden uit de klimaat computer (KC) en de koude vraag berekend door het energibalansmodel (EB).



**Figuur 171 Verbruik en berekende koude 2009 Porta Nova**

De computer en de energiemeting wijken in de gemeten periode van elkaar af. Hier is geen duidelijke verklaring voor gevonden. De koudevraag van het model en van de computerregistratie vertonen een redelijk gelijk patroon.

Het model berekende aanvankelijk veel meer koude dan wat er in de praktijk verbruikt is.

- In het voorjaar is er een hogere optimale temperatuur omdat er dan veel licht is.
- Krijt heeft een gunstig effect op de koudevraag.

De maximale koude vraag is in de praktijk lager gemeten:

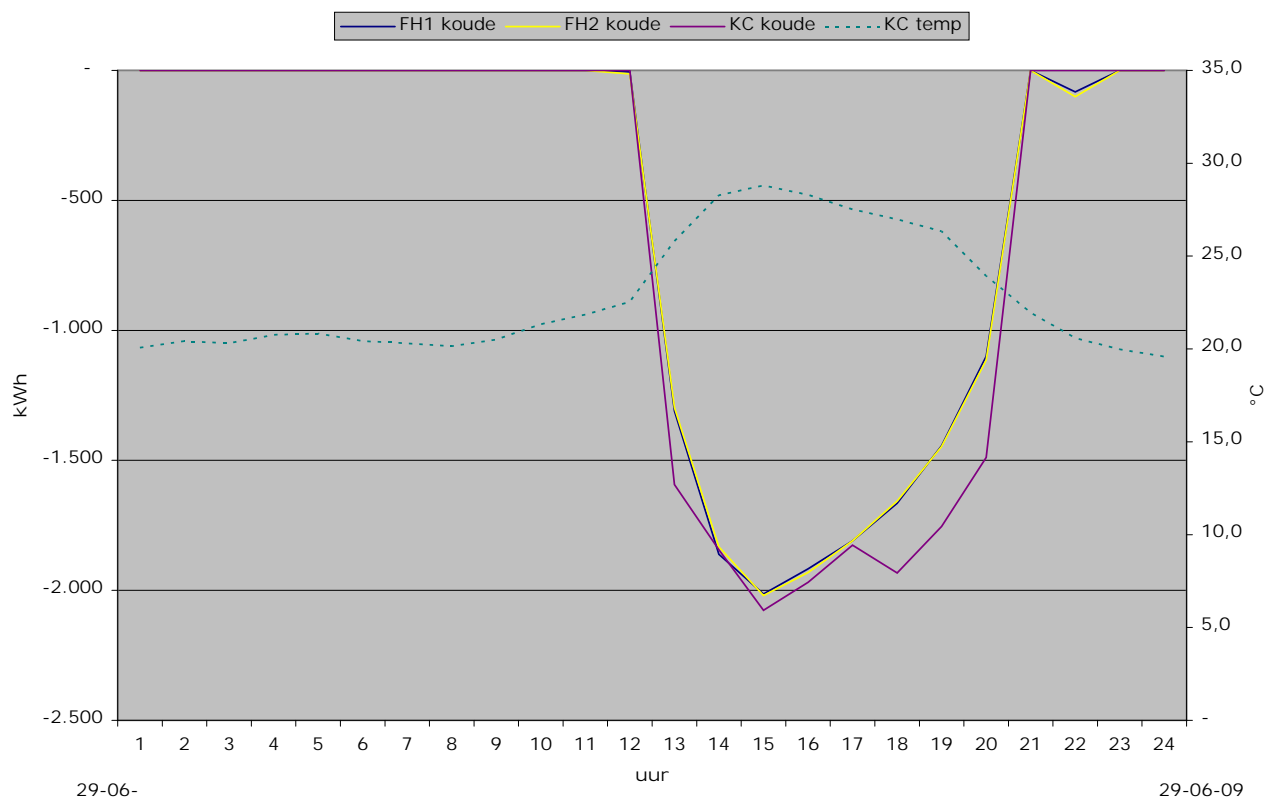
- Energiemeter FiwiHex 160 W/m<sup>2</sup>
- Klimaatcomputer groep: flow en ΔT 169 W/m<sup>2</sup>
- Energiemodel 361 W/m<sup>2</sup>

Ook de totale hoeveelheid koude die is verbruikt is lager dan verwacht. Er is 136 kWh/m<sup>2</sup>, 804 vollastuur/jaar (berekend bij 169 W/m<sup>2</sup> vollast) verbruikt en de installatie heeft 1.600 uur staan koelen. Spaarzaam koelen lijkt de in de praktijk toegepaste methode bij onderdoor koelen.

### 8.3.2 Boonekamp Roses

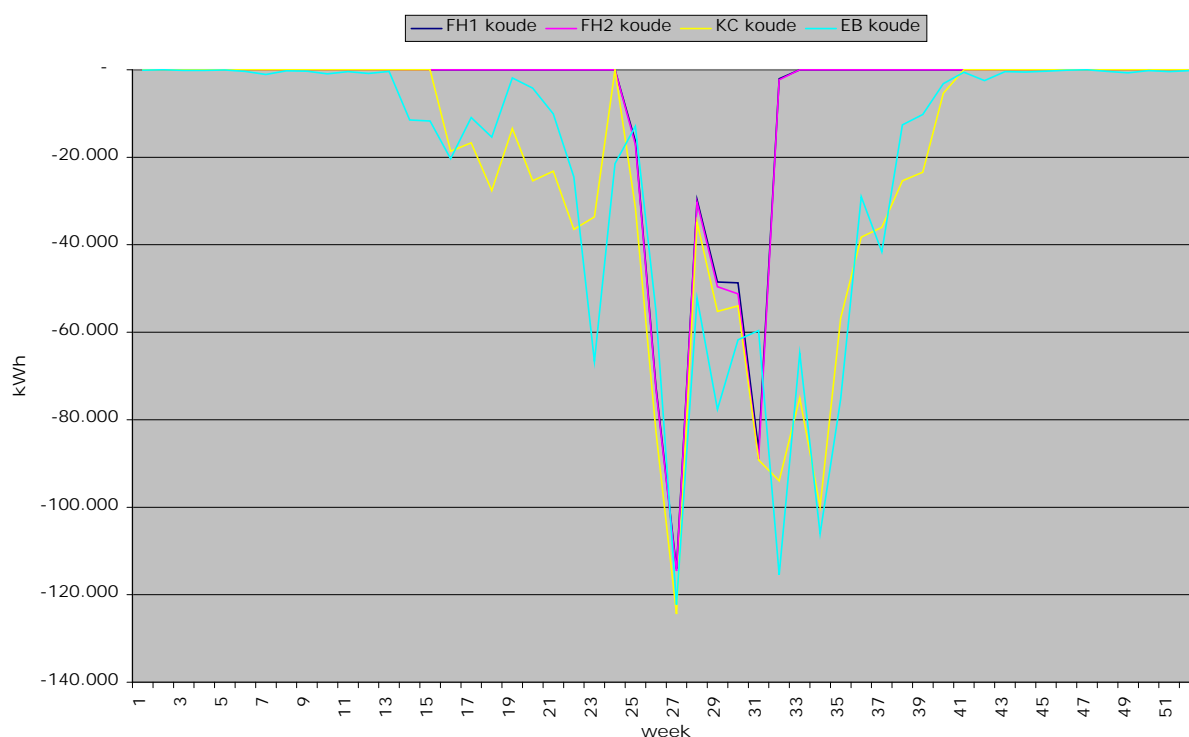
Vraagstelling: Wat is de energiebehoefte en hoe wordt daarin voorzien bij bovendoor koelen zoals bij Boonekamp Roses.

De volgende grafiek laat de hoeveelheid koude zien die voor de koeling verbruikt is op 29-6-09. Te zien zijn de koude van de FIWIHEX unit (FH) en de koude, op basis van de omrekening van de meetwaarden uit de klimaat computer (KC). Ze laten het zelfde patroon zien. Het model berekend op deze dag een zelfde koude vraag.



**Figuur 172 Verbruik en berekende koude 16 juni Boonekamp Roses**

De volgende grafiek laat de hoeveelheid koude zien die in de kas gebracht wordt. Te zien is de koude van de FIWIHEX unit (FH), de koude op basis van de omrekening van de meetwaarden uit de klimaat computer (KC) en de koude vraag berekend door het energiebalansmodel (EB).



**Figuur 173 verbruik en berekende koude 2009 Boonekamp Roses**

De lijnen uit de verschillende benaderingswijzen zitten hier veel dicht bij elkaar dan bij Porta Nova. Het model berekende aanvankelijk veel meer koude dan wat er in de praktijk verbruikt is. Op dit bedrijf is nog minder gebruikt gemaakt van de koelinstallatie.

Er is CO<sub>2</sub> van OCAP beschikbaar. Mogelijk wordt om deze reden meer op natuurlijke wijze gelucht.

De maximale koude vraag is in de praktijk lager gemeten. Echter wel ongeveer 40 W/m<sup>2</sup> hoger dan bij Porta Nova 2:

- Energiemeter Fiwihex 204 W/m<sup>2</sup>
- Klimaatcomputer groep: flow en ΔT 125 W/m<sup>2</sup>
- Energiemodel 424 W/m<sup>2</sup>

Ook de totale hoeveelheid koude die is verbruikt is lager dan verwacht. Er is 112 kWh/m<sup>2</sup>, 521 vollastuur/jaar (berekend bij 215 W/m<sup>2</sup> vollast) verbruikt en de installatie heeft 987 uur staan koelen. Veel minder dan bij Porta Nova.

### 8.3.3 Efficiëntie onder- of bovendoor koelen

Een van de vraagstellingen van dit project was het verschil in energie efficiëntie tussen onder en bovendoor koelen. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn op basis van het energie model, wat opgesteld is, een aantal berekeningen uitgevoerd. Wat we in de klimaatmetingen hebben gezien is dat bij bovendoor koelen er een zeer kleine tot geen

verticale temperatuurgradiënt is. Bij onderdoor koelen is deze gradiënt wel te zien. Op basis hiervan is via het energiemodel berekend wat de consequenties zijn voor de energiebehoefte als de Fiwihexen van onder naar boven gehangen worden en visa versa. De resultaten van de berekening staan weergegeven in Tabel 11.

**Tabel 11 Berekening energie efficiëntie tussen onder- en bovendoor koelen**

Energienmodel		PN 2			Boonekamp Roses		
		Basis onderdoor	corr 2 °C (Bovendoor)		Basis bovendoor	corr 2 °C (Onderdoor)	
max	W/m <sup>2</sup>	361	380	5%	424	401	-6%
totaal	kWh/m <sup>2</sup>	167	174	4%	110	98	-12%
vollast	uur	463	458	-1%	259	244	-6%
per jaar	uur	2976	2976	0%	3050	2992	-2%

Tabel 11 laat een aantal waardes zien. In de meest linkse kolom staan in volgorde van boven naar beneden: het maximale gevraagde koelvermogen, het totale koelvermogen wat ingebracht moet worden, aantal vollast uren dat de koeling draait om aan de totale koelvraag te voldoen en het aantal uur per jaar dat de koeling moet draaien.

Bij Porta Nova zien wij dat het maximale gevraagde koelvermogen met 5% toeneemt, het totale gevraagde koelvermogen met 4% toeneemt, het aantal vollast uren met 1% afneemt en het aantal uur dat de koeling moet draaien gelijk blijft.

Bij Boonekamp Roses zien wij dat het maximale gevraagde koelvermogen met 6% afneemt, het totaal gevraagde koelvermogen met 12% afneemt, het aantal vollast uren met 6% afneemt en het aantal uren dat de koeling moet draaien met 2% afneemt.

Vergelijken we beide bedrijven dan is duidelijk te zien dat bij Boonekamp Roses de consequenties een stuk groter zijn dan bij Porta Nova. Dit heeft veel te maken met de koelstrategie die gehanteerd wordt op de desbetreffende bedrijven. Boonekamp Roses heeft bijvoorbeeld van periode 7 t/m 11 257  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  par licht binnengelaten terwijl dit bij Porta Nova 211  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  is. Dit kan erop wijzen dat er minder geschermd is, waardoor er meer luchtuitwisseling is en er daardoor meer koude verloren gaat bij bovendoor koelen. Worden de Fiwihexen dan naar beneden gehangen dan is de energiebesparing groter. Oftewel de koelstrategie heeft veel consequenties op de energiebesparing die gehaald kan worden door de Fiwihexen beneden te plaatsen

## 8.4 Conclusies energieberekening onder- en bovendoor koelen

Tabel 12 Overzicht resultaten energieberekening onder- en bovendoor koelen

data 2009	Porta Nova II	Boonekamp
energiemeter Fiwihex	160 W/m <sup>2</sup>	204 W/m <sup>2</sup>
klimaatcomputer groep: flow en ΔT	169 W/m <sup>2</sup> 136 kWh/m <sup>2</sup> 804 vollastuur/jaar 1.600 uur per jaar	215 W/m <sup>2</sup> 112 kWh/m <sup>2</sup> 521 vollastuur/jaar 987 uur per jaar
energiemodel DLV glas & energie	361 W/m <sup>2</sup> 167 kWh/m <sup>2</sup> 462 vollastuur/jaar 2.976 uur per jaar	424 W/m <sup>2</sup> 110 kWh/m <sup>2</sup> 259 vollastuur/jaar 3.050 uur per jaar

- Het gebruikte vermogen is veel minder dan wat eerst berekend was.
- Op beide bedrijven is de inzet van de koelinstallatie beperkt waardoor de totale koudevraag laag is.
- De manier waarop de teler met de koelinstallatie omgaat heeft veel meer invloed op de hoeveelheid energie die er voor koelen nodig is dan de manier waarop gekoeld wordt (bovendoor of onderdoor).
- Welke manier van koelen het meest energie-efficiënt is kan niet uit de gemeten waardes worden gehaald.
- Berekeningen d.m.v. het energiemodel laten zien dat er een besparing gerealiseerd kan worden door de Fiwihexen beneden te plaatsen. De hoeveel energie die bespaard wordt hangt af van de klimaatinstellingen en koelstrategie.

## 9 Energieberekeningen onder- en bovendoor verwarmen

### 9.1 Vraagstelling

In samenwerking met DLV Glas en Energie zijn de volgende vragen over het verwarmen met Fiwihex van een rozenkas uitgewerkt:

- Welke energiebesparing kan worden gehaald wanneer wordt verwarmd met FIWIHEX?
- Welk voordeel levert onderdoor verwarmen op met Fiwihex zoals deze zijn opgesteld bij Porta Nova?
- Welk voordeel levert Fiwihex op bij bovendoor verwarmen zoals uitgevoerd bij v.d. Weijden?
- In welke mate is het mogelijk om te verwarmen met bronwater in de aquifer als warmtebron voor de Fiwihex, zonder het opwaarderen van dit bronwater met een warmtepomp?
- Aansluitend hierop: hoeveel energie kan worden bespaard wanneer overdag zonnewarmte uit de kas in een dagbuffer wordt opgeslagen en wanneer deze zonnewarmte in de nacht kan worden benut voor verwarming?.
- Bij welke energie- en of temperatuurvraag is het inzetten van de traditionele verwarmingsbuizen goedkoper dan de inzet van fiwihex verwarming?

### 9.2 Uitwerking

Middels het warmtebalans programma van DLV Glas en Energie (model) zijn diverse simulaties uitgevoerd. In de teelt van roos bestaat de warmtevraag uit 2 onderdelen:

1. Stoken voor temperatuur. Dit kan door de inzet van verwarmingsbuizen, warmte van assimilatiebelichting en door inzet van Fiwihex.
2. Stoken om het klimaat te activeren ofwel vocht af te voeren en luchtcirculatie te creëren. Dit kan door inzet van verwarmingsbuizen (minimum buis) en door inzet van Fiwihex.

Bij het maken van de berekeningen zijn deze twee soorten warmtevraag uit elkaar gehaald en in beeld gebracht. Hierdoor kan worden bepaald welke hoeveelheid energie er nodig is voor deze twee functies.

De volgende opties zijn berekend:

#### Optie 1

Referentie situatie. Dit is de situatie zonder gebruik van FIWIHEX voor verwarming. Voor het bedrijf Porta Nova is de referentie zo veel mogelijk getoetst aan het energieverbruik op de locatie zonder Fiwihex (Porta Nova 1). De meetwaarden van het werkelijke verbruik van warmte zijn echter alleen beschikbaar van week 12 t/m week 27 van 2009.



### Optie 2

Verwarmen met Fiwihex. Hierbij is de berekening van de referentiesituatie als basis genomen en het vermogen en het oppervlak aangepast naar Porta Nova 2. Vervolgens is berekend wat de warmtevraag is zonder gebruik van minimum buis verwarming voor het weg stoken van vocht. Als derde stap is de minimum buis zodanig opgevoerd zodat de warmtevraag tijdens de meetperiode overeenkomt met de berekening van het model.

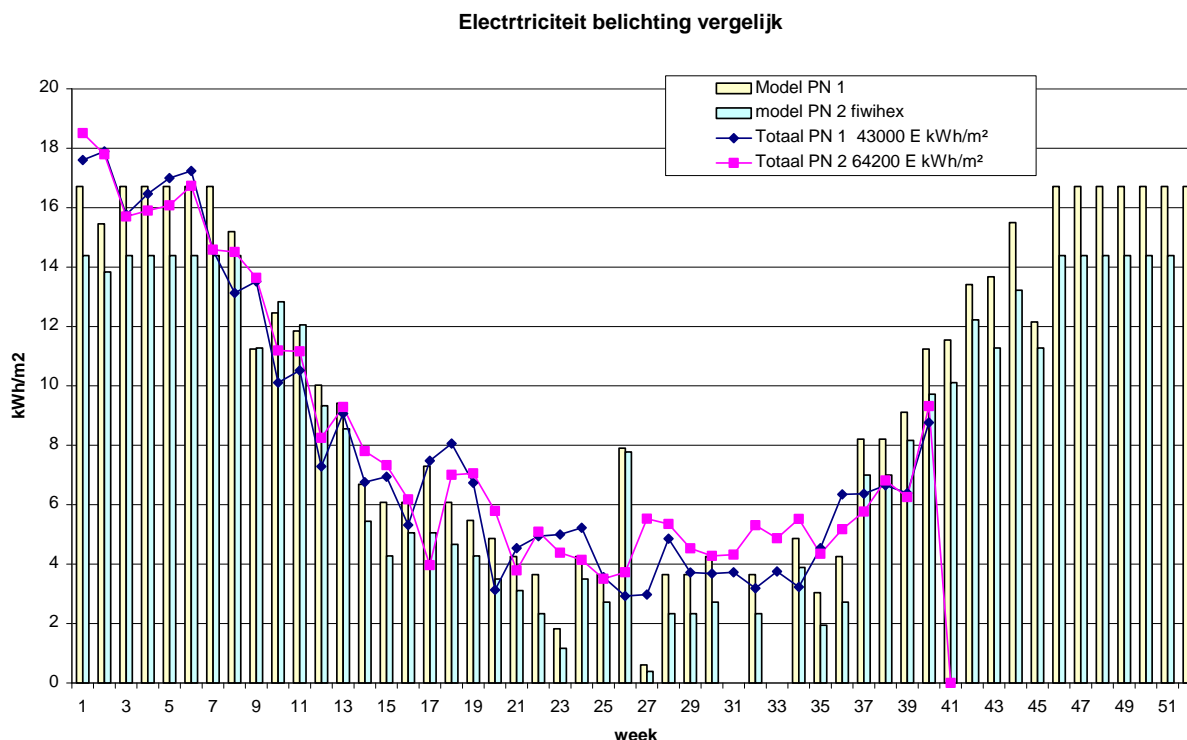
## 9.3 Resultaten

### 9.3.1 Porta Nova

Vraagstelling: Welk voordeel levert onderdoor verwarmen op met Fiwihex zoals deze zijn opgesteld bij Porta Nova.

Een belangrijk deel van de warmtevraag in de kas wordt ingevuld door de belichting. Om deze reden is de lampwarmte berekend met het model en vergeleken met de werkelijke verbruiken voor elektriciteit (die voor het overgrote deel uit verbruik voor belichting bestaat). De berekening en het werkelijke gebruik komen goed met elkaar overeen.

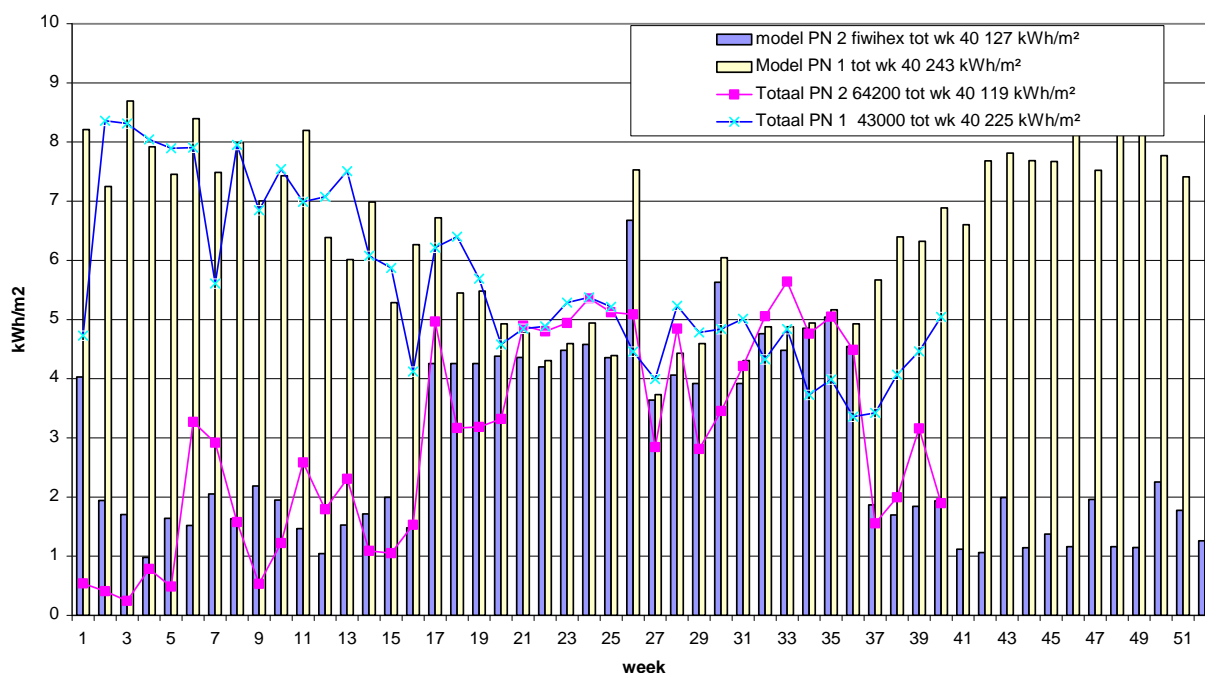
Onderstaande grafiek laat de hoeveelheid elektriciteit zien die voor de belichting nodig is in de kas met en de kas zonder Fiwihex. Voor Porta Nova 1 en 2 zijn de werkelijke metingen als lijnen weergegeven, de resultaten uit het simulatiemodel zijn als staven zichtbaar.



**Figuur 174 Benodigde hoeveelheid elektriciteit voor belichting in een kas met en in een kas zonder Fiwihex**

De volgende grafiek laat de hoeveelheid warmte zien die met de buizen of met Fiwihex in de kas gebracht wordt. Voor Porta Nova 1 en 2 zijn de metingen van het verbruik als lijnen weergegeven. De resultaten uit het simulatiemodel zijn als staven zichtbaar.

Warmte vergelijk model en meetwaarden



Figuur 175 Verbruikte en berekende hoeveelheid warmte 2009 Porta Nova

De warmtevraag berekend met het model komt goed overeen met het werkelijke verbruik van de referentie situatie van Porta Nova 1. De afwijkingen tussen de berekende vraag en het verbruik bij Porta Nova 2, de Fiwihex kas, zijn erg groot.

Wanneer in het simulatiemodel het gebruik van minimum buis wordt uitgeschakeld, dan is een theoretische besparing op buiswarmte mogelijk van maximaal 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ae op een verbruik aan buiswarmte van 40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ae. In een traditionele rozenteelt wordt 75% van de warmtevraag gebruikt voor het activeren van het klimaat.

In de vergelijking van de meetwaarden met het model bij Porta Nova 2 zijn zeer grote verschillen zichtbaar. In de verschillen tussen het verbruik en de berekende waarde is moeilijk een duidelijk patroon te ontdekken. Een verklaring hiervoor kan zijn dat Porta Nova de afgelopen periode erg aan het zoeken is geweest naar een goed klimaat in de kas. Uit de grafiek van de meting van het werkelijke verbruik is een variatie zichtbaar van vrijwel geen warmtevraag in het begin van de meetperiode tot een relatief hoge vraag vanaf week 22. Vanaf week 17 is er zelfs veel meer verbruik geweest in de Fiwihex kas ten opzichte van de referentie.

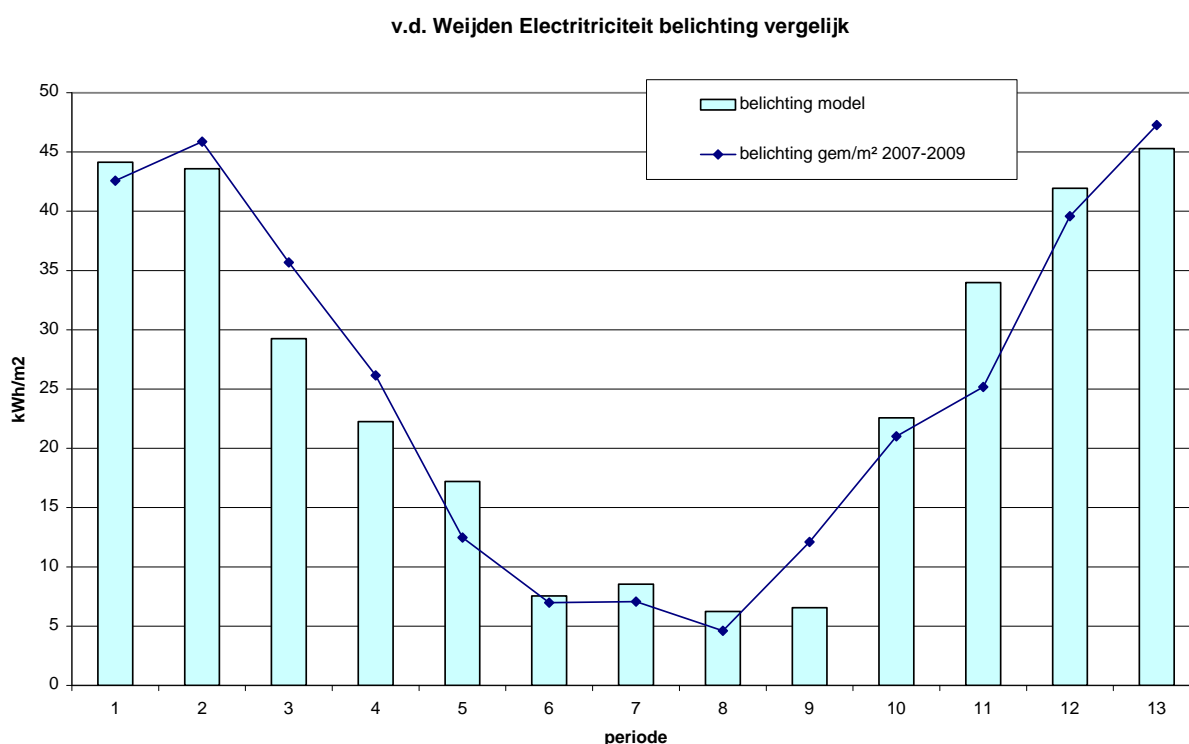
Na afronding van dit onderzoek (week 27) zijn de meetwaarden t/m wk 40 bij gewerkt. Voor Porta Nova lijkt nu toch een patroon zichtbaar te worden. Indien in de nachtperiode de belichting aan is, dan wordt de lampwarmte middels de Fiwihex ventilatoren benut voor vochtafvoer. De minimum buis functie wordt dan overgenomen door de ventilatoren van de Fiwihex.

### 9.3.2 Van der Weijden

Vraagstelling: Welk voordeel levert Fiwihex op bij bovendoor verwarmen zoals uitgevoerd bij v.d. Weijden.

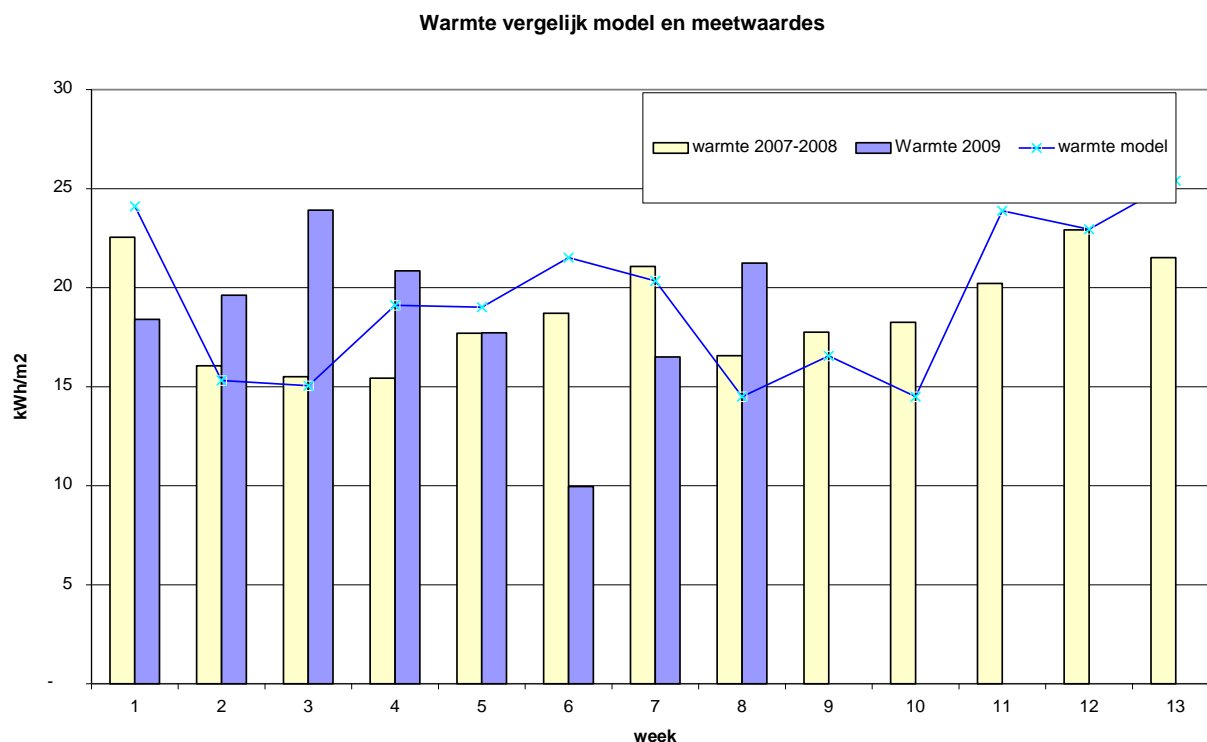
Een belangrijk deel van de warmtevraag in de kas wordt ingevuld door de belichting. Om deze reden is de lampwarmte berekend met het model vergeleken met het werkelijke verbruik van elektriciteit (die voor het overgrote deel uit verbruik voor belichting bestaat). De berekening en het werkelijke gebruik komen goed met elkaar overeen.

Onderstaande grafiek laat de hoeveelheid elektriciteit zien die voor de belichting nodig is. Voor v.d. Weijden zijn de werkelijke metingen als lijnen weergegeven. De resultaten uit het simulatiemodel zijn als staven zichtbaar.



**Figuur 176** vergelijk verbruik en berekend belichting G.J. van der Weijden

Onderstaande grafiek laat de hoeveelheid warmte zien die met de buizen of met Fiwihex in de kas gebracht wordt. Voor v.d. Weijden zijn de metingen van het verbruik als staven weergegeven. De resultaten uit het simulatiemodel zijn als lijn zichtbaar.



**Figuur 177 Ingebrachte hoeveel warmte met en zonder Fiwihex G.J. van der Weijden**

De warmtevraag van de buizen is erg laag voor een rozen teelt. Dit was ook het geval in de periode voordat Fiwihex geïnstalleerd was. Op jaarbasis 26-28 m<sup>3</sup> ae. De warmtevraag lijkt vrijwel geheel benut te worden voor het activeren van het gewas. Er is geen verschil tussen zomer en winter zichtbaar. In 2009 zijn periode 6 en 7 wel een stuk lager, periode 8 weer niet. Dit komt mogelijk omdat er op dat moment warmte vernietigd werd voor het doseren van CO<sub>2</sub> (verkoop elektriciteit is niet rendabel). In deze laatste 3 periodes wordt veel met de ketel gestookt.

Op basis van de registratiecijfers is er over de gehele periode geen besparing zichtbaar als gevolg van het stoken met Fiwihex. V.d.Weijden heeft aangegeven dat hij wel het 'gevoel heeft' dat er bespaard kan worden. Voorheen stond er standaard een minimum buis in om luchtcirculatie te realiseren en nu heeft de ventilator van de Fiwihex deze functie en wordt er alleen gestookt als de temperatuur in de kas te laag wordt. Vanwege mogelijke risico's in de teelt worden aanpassingen in de klimaatregeling met kleine stapjes gedaan. Extra handicap bij dit bedrijf is dat er geen warmtemeters zijn, en dat het bedrijf maar voor 2/3 is uitgerust met Fiwihex.

### 9.3.3 Verwarmen met bronwater zonder warmtepomp

Vraagstelling: In welke mate is het mogelijk om te verwarmen met bronwater in de aquifer als warmtebron voor de Fiwihex, zonder het opwaarderen van dit bronwater met een warmtepomp?

Op basis van de metingen in de periode 4 tot 16 dec 2008 is berekend dat het verschil tussen de aanvoertemperatuur en de kasttemperatuur veelal tussen 5 en de 15°C zat (gem. 8°C). Er kan alleen verwarmd worden met Fiwihex, zonder inschakelen van de warmtepomp, als de temperatuur van de dagbuffer of de bron circa 5°C of meer boven de kasttemperatuur ligt. De warmte die de bron of de dagbuffer in gaat hangt af van de retourwatertemperatuur tijdens het oogsten van warmte uit de kas. Dit is dus de periode dat de kas wordt gekoeld. In de afgelopen gemeten periode is deze temperatuur niet hoger dan 16°C geweest. De warmtepomp zal dan ook altijd ingeschakeld moeten worden om voldoende temperatuur te leveren om te kunnen verwarmen.

Omdat het verwarmingswater naar de kas veelal maar 5°C warmer moet zijn dan de kas temperatuur, kan wel een zeer hoog rendement uit bijvoorbeeld een warmtepomp of de condensor van de warmtekracht worden gehaald.

### 9.3.4 Gebruik dagbuffer

Vraagstelling: Hoeveel energie kan worden bespaard wanneer overdag zonnewarmte uit de kas in een dagbuffer wordt opgeslagen en deze zonnewarmte in de nacht kan worden benut voor verwarming?

In het voor- en najaar komt het regelmatig voor dat er overdag koudevraag is en in de nacht warmtevraag. Met een dagbuffer kan de warmte die overdag uit de kas geoogst wordt in de daarop volgende nacht direct worden benut. De geoogste warmte zal wel eerst opgewaardeerd moeten worden met een warmtepomp. Het is nog niet duidelijk wat de warmtevraag in de Fiwihex kas in de praktijk zal worden. Stel dat deze vraag uitkomt op 25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ae per jaar en dat dit een verbruikspatroon is wat sterk lijkt om een traditionele rozenteelt, dan zou ongeveer 50% van deze warmte uit de dagbuffer betrokken kunnen worden.

### 9.3.5 Vergelijking kosten verwarmingsbuizen en fiwihex

Vraagstelling: Bij welke energie- en of temperatuurvraag is het inzetten van de traditionele verwarmingsbuizen goedkoper dan de inzet van Fiwihex verwarming?

Bij verwarmen met Fiwihex is het elektriciteitsverbruik hoger dan wanneer met de verwarmingsbuizen wordt verwarmd. In een conventionele rozenteelt wordt de verwarming circa 6.700 uur ingezet. Hiervan is circa 2.600 uur nodig voor het verwarmen van de kas. De overige 4.100 uur wordt de verwarming ingezet voor het activeren van het gewas.

Tabel 13 Vergelijk kosten stoken met buizen of FiwiHex

vergelijk kosten stoken met buizen of FiwiHex			
oppervlak Porta Nova 2	63000 m <sup>2</sup>		
kosten electriciteit (vermeden verkoop)	0,06 €/kWh		
verbruik electriciteit (Porta Nova)	FiwiHex	500 kW	30 €/uur
verbruik electriciteit referentie	buizen	12 kW	0,72 €/uur
verbruik warmte min buis	40 W/m <sup>2</sup>	2520 kW	
Kosten warmte bij break even		29,28€/uur	
		0,012€/kWh	
uitgedrukt in ketelgas	9 kWh/m <sup>3</sup>	0,105€/ m <sup>3</sup> ae	

- Voor het gebruik in de functie van minimum buis zijn de variabele kosten alleen de elektriciteitskosten van de FiwiHex. De warmte die de FiwiHex in gaat is immers gratis geogste zonnwarmte. Voor een minimum buis uit een traditioneel systeem bestaan de kosten vooral uit kosten voor het maken van de warmte met een ketel of een warmte-kracht. Uit de voorbeeld berekening blijkt dat het omslagpunt bij een warmteprijs van 1,2 ct/kWh<sub>th</sub> ligt.
  - Dit is altijd goedkoper dan het produceren van warmte met de ketel.
  - Dit is niet goedkoper als er warmte van een warmte-kracht beschikbaar is die draait voor belichting of voor terug leveren op het net tijdens plateau uren.
- Voor warmte maken in de functie van verwarmen voor temperatuur is het vrijwel altijd goedkoper om de ketel of een warmtekracht in te zetten. Het FiwiHex
- systeem en de warmtepomp gaan minder efficiënt werken waardoor het elektriciteitsverbruik en de daarbij horende kosten uit de pas gaan lopen.

Hierbij moet worden aangetekend dat de meerproductie door een hogere CO<sub>2</sub> waarde in de kas met FiwiHex niet in deze berekening zijn opgenomen. Deze extra CO<sub>2</sub> opbrengsten zijn een groot voordeel van het FiwiHex systeem.

## 10 Elektriciteitsverbruik

### 10.1 Inleiding

De volgende tabel geeft een overzicht van het berekende elektriciteitsverbruik. Hierbij is berekend dat de ventilatoren tijdens koelen op een hoger vermogen draaien dan tijdens verwarmen.

Het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp is gebaseerd op een COP van 5 (in verwarmingsbedrijf). Bij opslag in de bodem geldt een voorwaarde dat dit energieneutraal moet worden gedaan. Om deze reden is berekend dat de hoeveelheid warmte die met de warmtepomp geproduceerd wordt voor het verwarmen van de kas, gelijk is aan de hoeveelheid koude welke in het koelseizoen is gebruikt voor het koelen van de kas, vermeerderd met het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp.

### 10.2 Porta Nova

Bij Porta Nova is een schatting gedaan van het elektriciteitsverbruik door het verschil te berekenen van een trafo waarop alleen belichting brandt en een trafo waarop een gelijke hoeveelheid belichting brandt en waarop de overige elektriciteitsverbruikers zijn aangesloten. Het overige verbruik is ca 58 kWh/m<sup>2</sup> of 12% van het totaal verbruik. Het overige verbruik kan verdeeld worden in 3 groepen:

- Bedrijfslast, naar schatting 8 kWh/m<sup>2</sup>.
- Warmtepomp verbruik, berekend op basis van het aantal draaiuren en het maximale vermogen 34 kWh/m<sup>2</sup> (nog niet het hele jaar gemeten).
- Fiwihex verbruik, berekent als het restant, totaal 17 kWh/m<sup>2</sup>.

### 10.3 Boonekamp Roses

Bij Boonekamp Roses is het elektriciteitsverbruik van de Fiwihex units vanaf week 15 gemeten. Het verbruik is 17 kWh, dit is hoger dan het berekende verbruik. Het verbruik van de warmtepomp is in de gemeten periode 9 kWh/m<sup>2</sup>. Dit is lager dan de berekende waarde. Door het toepassen van een warmte-kracht is er op dit bedrijf minder warmtepomp warmte nodig.

### 10.4 Conclusie elektriciteitsverbruik

De vraag naar elektriciteit is bij een bedrijf met koelen en verwarmen door Fiwihex 40 tot 50 kWh/m<sup>2</sup> hoger dan de referentie, of wel een verhoging van 9 - 11%. De ventilatoren verbruiken hiervan 16-20 kWh. Het resterende deel is nodig voor het aandrijven van de warmtepomp en de systeempompen.

**Tabel 14 Elektriciteitsverbruik onderdoor en bovendoor gekoelde kas**

ELEKTRICITEIT GEKOELDE KAS											gecorrigeerd voor aquifer thermisch neutraal										
bedrijf		PortaNovall				Boonekmap				gemiddeld											
oppervlakte		16,000 m <sup>2</sup>		1 m <sup>2</sup>		10,000 m <sup>2</sup>		1 m <sup>2</sup>		10,000 m <sup>2</sup>		1 m <sup>2</sup>									
energiestrategie		PortaNovall				Boonekmap				gemiddeld											
Fiiwihex koelen		2,176,000 kWh		136.0 kWh/m <sup>2</sup>		1,120,000 kWh		112.0 kWh/m <sup>2</sup>		1,240,000 kWh		124.0 kWh/m <sup>2</sup>									
Fiiwihex verwarmen		2,720,000 kWh		170.0 kWh/m <sup>2</sup>		1,400,000 kWh		140.0 kWh/m <sup>2</sup>		1,550,000 kWh		155.0 kWh/m <sup>2</sup>									
belichten vermogen		1,665 kW		0.104 kW/m <sup>2</sup>		1,185 kW		0.119 kW/m <sup>2</sup>		1,425 kW		0.111 kW/m <sup>2</sup>									
belichten tijd		4,143 uur				3,249 uur				3,696 uur											
elektriciteit		PortaNovall				Boonekmap				gemiddeld											
bedrijfslast		8.0 kWh/m <sup>2</sup>		128,000 kWh		2%		8.0 kWh/m <sup>2</sup>		80,000 kWh		2%		8.0 kWh/m <sup>2</sup>							
Fiiwihex koelen		15.8 cop		137,400 kWh		2%		8.6 kWh/m <sup>2</sup>		70,721 kWh		2%		7.1 kWh/m <sup>2</sup>							
Fiiwihex verwarmen		20.8 cop		130,769 kWh		2%		8.2 kWh/m <sup>2</sup>		67,308 kWh		2%		6.7 kWh/m <sup>2</sup>							
warmtepomp zomer		- cop		- kWh		0%		- kWh/m <sup>2</sup>		- kWh		0%		- kWh/m <sup>2</sup>							
warmtepomp winter		5.0 cop		544,000 kWh		7%		34.0 kWh/m <sup>2</sup>		280,000 kWh		6%		28.0 kWh/m <sup>2</sup>							
belichten				6,896,000 kWh		88%		431.0 kWh/m <sup>2</sup>		3,850,000 kWh		89%		385.0 kWh/m <sup>2</sup>							
TOTAAL				7,836,169 kWh		100%		489.8 kWh/m <sup>2</sup>		4,348,028 kWh		100%		434.8 kWh/m <sup>2</sup>							
										4,622,817 kWh		100%		462.3 kWh/m <sup>2</sup>							



## 11 CO<sub>2</sub> besparing onder- en bovendoor koelen

### 11.1 Vraagstelling

In samenwerking met DLV Glas en Energie zijn de volgende vragen met betrekking tot het CO<sub>2</sub>-doseren bij het koelen van de kas in een rozenteelt uitgewerkt.

- Wat is de CO<sub>2</sub> behoefte en hoe wordt daarin voorzien bij onderdoor koelen zoals opgesteld bij Porta Nova 2 en hoe is dit in vergelijking met de referentie kas Porta Nova 1?
- Wat is de CO<sub>2</sub> behoefte en hoe wordt daarin voorzien bij bovendoor koelen zoals bij Boonekamp Roses en hoe is dit in vergelijking met de referentie kas?

### 11.2 Uitwerking

Bij Porta Nova en bij Boonekamp Roses zijn het afgelopen seizoen metingen verricht aan het koelen met FiwiHex.

Porta Nova 2 2009

- Gegevens van de klimaatcomputer van een groep (25% van de kwekerij) in de periode 01-04 t/m 30-09.
- Gegevens van de geleverde zuiver CO<sub>2</sub> (meestal eens per één of twee dagen). Deze gegevens geven een goed beeld van het seizoensverloop maar zijn onvoldoende gedetailleerd om de dosering per uur zichtbaar te maken.

Boonekamp Roses 2009

- CO<sub>2</sub>-dosering per uur in de periode 18-06 t/m 2-08 voor het hele bedrijf. Wij zijn er van uitgegaan dat 25% daarvan bestemd was voor de gekoelde kas.
- Gegevens van de klimaatcomputer van een groep (25% van de kwekerij) in de periode 01-04 t/m 22-11.

Met behulp van deze meetdata is een berekening gemaakt van de hoeveelheid en het vermogen aan koude in het afgelopen seizoen. Vervolgens zijn er door middel van het energiebalans-model van DLV Glas & Energie diverse simulaties uitgevoerd om een beeld van het hele jaar te krijgen bij toepassen van koeling. Vervolgens is met het energiemodel bepaald wat de situatie zou zijn in een referentiekas waar dezelfde streefwaarden voor CO<sub>2</sub> worden gehanteerd.

### 11.3 Resultaten

#### 11.3.1 Model en werkelijkheid

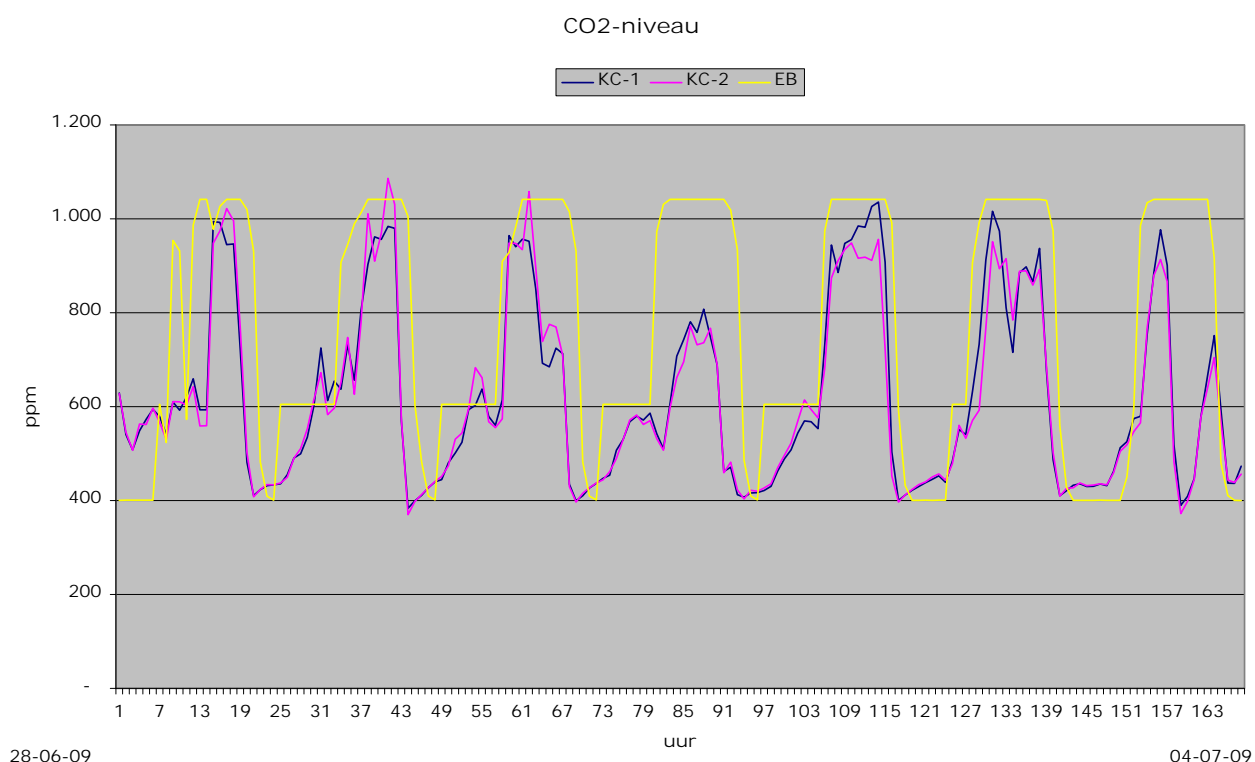
Dankzij koeling kan het ventilatievoud in de kas beperkt worden door de luchting meer dicht te houden. Daardoor blijft meer CO<sub>2</sub> in de kas. Het energiemodel kan echter dat alleen over het hele jaar op dezelfde wijze doen. Omdat koelen een dure bezigheid is, zal in de praktijk waarschijnlijk de luchting toch verder geopend worden om goedkoop te

koelen met buitenlucht, waardoor echter wel meer CO<sub>2</sub> nodig is. Het model zal daarom bij koeling op wat minder gedoseerde CO<sub>2</sub>-uitkomsten dan in de praktijk is gedoseerd.

### 11.3.2 Boonekamp Roses

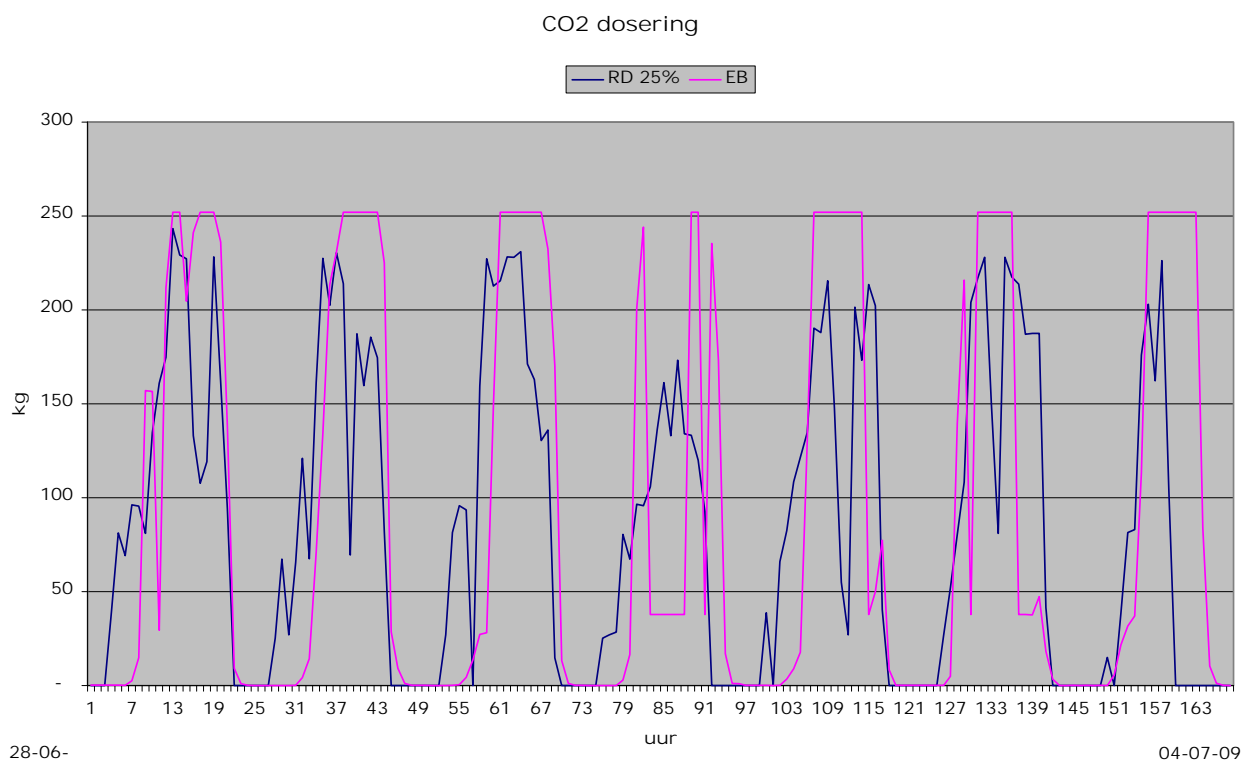
Vraagstelling: Wat is de CO<sub>2</sub> behoefte en hoe wordt daarin voorzien bij bovendoor koelen zoals bij Boonekamp Roses en hoe is dit in vergelijking met de referentie kas?

De energiebalans (EB) is zo opgezet dat de waarden van de CO<sub>2</sub>-niveaus uit de klimaatcomputer (KC) goed worden benaderd. In onderstaande grafiek is dat van week 27 zichtbaar gemaakt.



**Figuur 178 Energiebalans benadering tot meetwaardes Boonekamp Roses**

Ook is er het resultaat van de energiebalans (EB) vergeleken met de werkelijk geregistreerde dosering (RD) van CO<sub>2</sub>. In week 27 levert dat het volgende beeld op.



**Figuur 179 Energiebalans en werkelijk geregistreerde dosering CO<sub>2</sub> Boonekamp Roses**

De energiebalans blijkt de werkelijke waarden in deze weken goed te benaderen. Op jaarbasis is er echter wel een forse afwijking. Het energiebalansmodel berekent over de geregistreerde periode een dosering van 34 kg/m<sup>2</sup>, terwijl in de praktijk 43 kg/m<sup>2</sup> is gedoseerd. Dat is het gevolg van het feit dat bij Boonekamp Roses de toegepaste strategie niet het hele jaar gelijk was. Daarnaast is ook vaak een afweging gemaakt om meer te luchten, waardoor meer CO<sub>2</sub> nodig was. Op jaarbasis zou volgens het energiemodel 35 kg/m<sup>2</sup> nodig zijn, wat met dezelfde correctie op 45 kg/m<sup>2</sup> uitkomt.

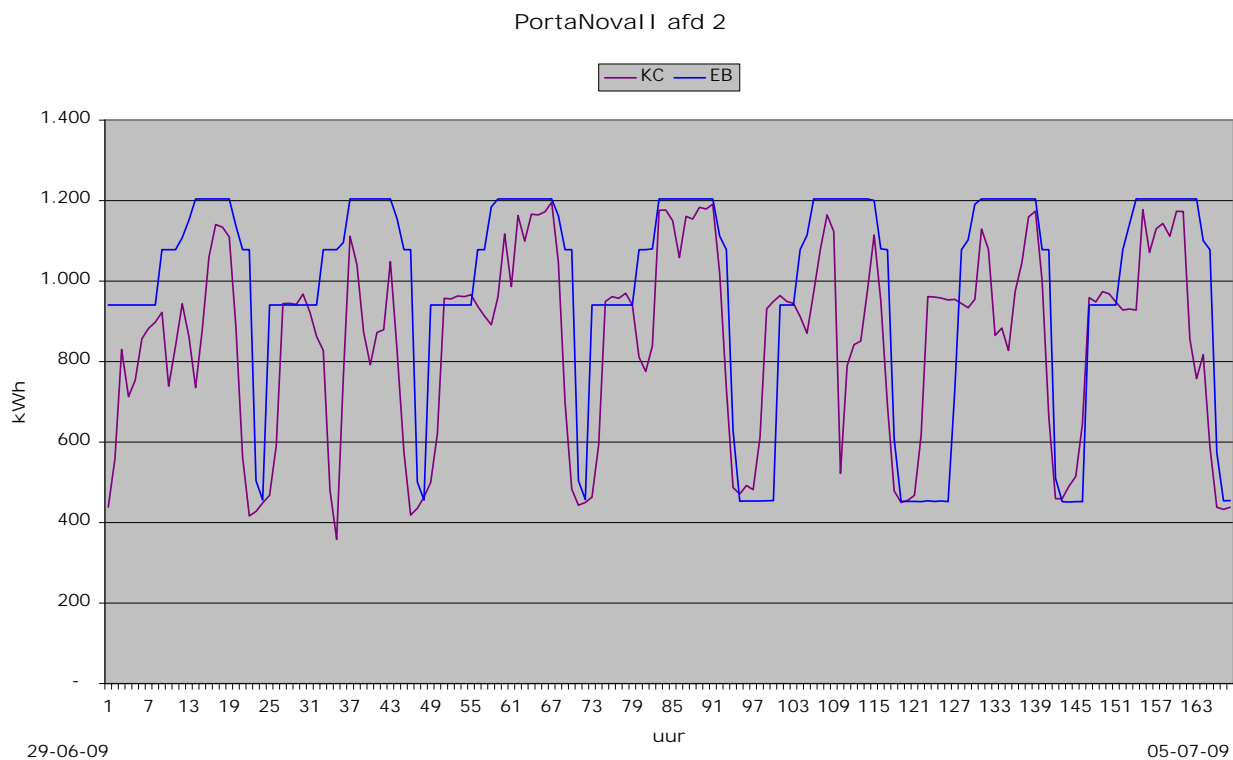
Wanneer in het energiebalansmodel niet meer wordt gekoeld is 72 kg/m<sup>2</sup> aan CO<sub>2</sub> nodig. Dan zakt het CO<sub>2</sub>-niveau in de kas echter wel weg tot rond de 400 ppm. Daarom zal in werkelijkheid dan nog meer CO<sub>2</sub> worden gedoseerd. Wij komen in de praktijk bedrijven tegen die meer dan 100 kg/m<sup>2</sup> doseren.

### 11.3.3 Porta Nova

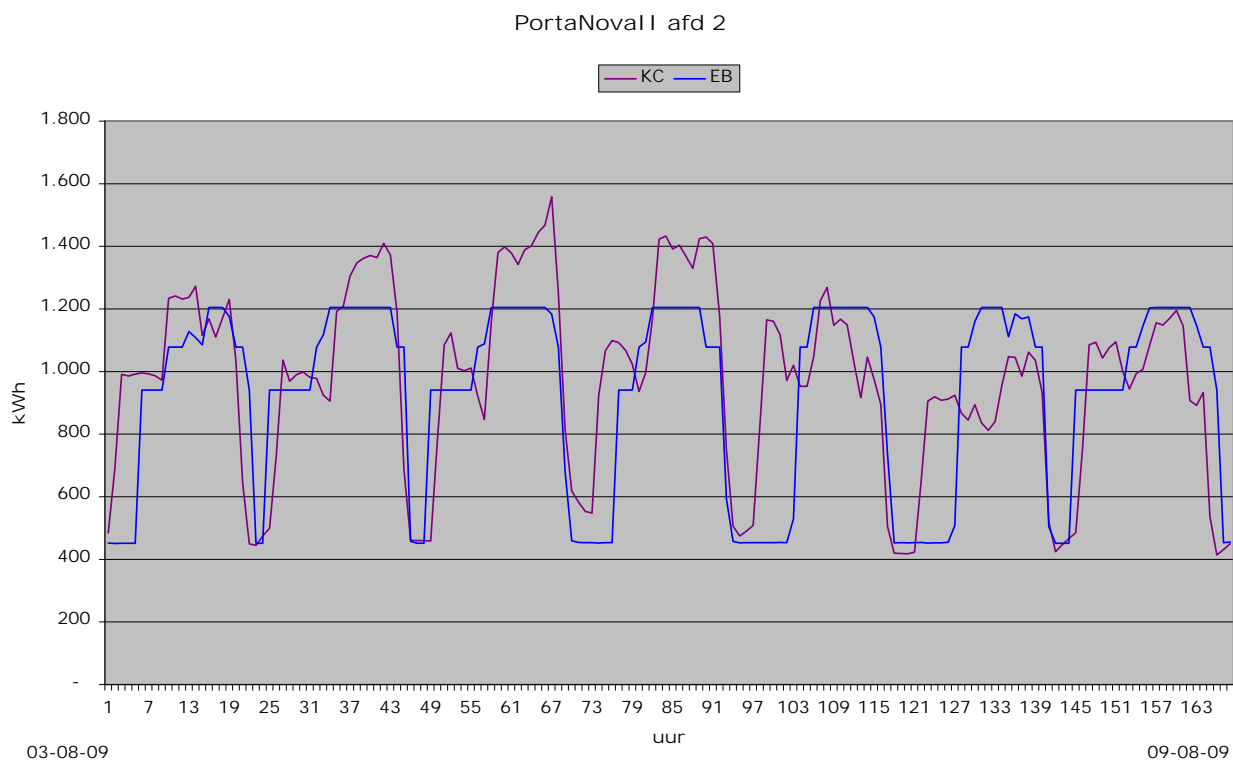
Vraagstelling: Wat is de CO<sub>2</sub> behoefte en hoe wordt daarin voorzien bij onderdoor koelen zoals opgesteld bij Porta Nova 2 en hoe is dit in vergelijking met de referentie kas Porta Nova 1?

Bij Porta Nova is alleen informatie beschikbaar van de klimaatcomputer (KC) over gerealiseerde CO<sub>2</sub>-niveaus in de kas (in ppm). Dat is met het energiebalansmodel (EB) zo

goed mogelijk benaderd. Als voorbeeld zijn de gerealiseerde niveaus in week 27 en 36 weergegeven in de volgende grafieken.



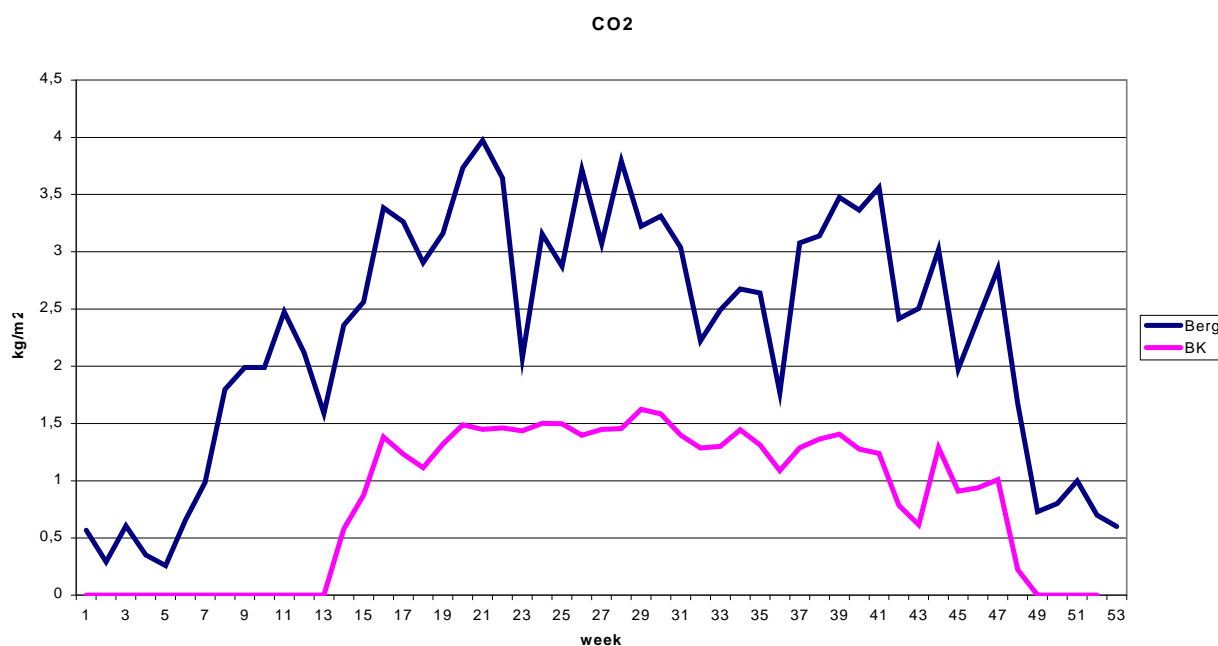
**Figuur 180 Energiebalans benadering tot meetwaardes week 27 Porta Nova**



**Figuur 181 Energiebalans benadering tot meetwaardes week 36 Porta Nova**

Hoewel er wel degelijk wat afwijkingen zijn, blijkt het energiebalansmodel de werkelijkheid in deze weken redelijk te benaderen.

Volgens het rekenmodel zou er op jaarbasis ongeveer 25 kg/m<sup>2</sup> CO<sub>2</sub> gedoseerd worden. Zonder koeling wordt er volgens het energiebalansmodel ongeveer 70 kg/m<sup>2</sup> gedoseerd. Ook hier geldt dat dan de niveaus ver terugzakken, waardoor er in de praktijk meer CO<sub>2</sub> zal worden gebruikt.



**Figuur 182** vergelijk CO<sub>2</sub> verbruik v.d. Berg Roses (Berg) en Boonekamp (BK)

## 11.4 Conclusies

**Tabel 15** Gerealiseerde besparing koelen 2009

		Boonekamp	Porta Nova
CO <sub>2</sub> verbruik gemeten	[kg/m <sup>2</sup> ]	43	42
CO <sub>2</sub> verbruik berekenend	[kg/m <sup>2</sup> ]	34	25
Correctie door meer luchten	[kg/m <sup>2</sup> ]	9	17
CO <sub>2</sub> verbruik niet koelen	[kg/m <sup>2</sup> ]	81	87
Besparing CO <sub>2</sub> verbruik	[kg/m <sup>2</sup> ]	38	45
		47%	52%

- Er wordt door koeling inderdaad bereikt dat met veel minder CO<sub>2</sub> een hoger CO<sub>2</sub>-niveau kan worden gehandhaafd in de kas.

- Het feit dat Porta Nova meer gekoeld heeft als Boonekamp Roses blijkt ook uit het feit dat er bij Porta Nova minder CO<sub>2</sub> is gebruikt. Het is echter niet aangetoond dat dit verschil het gevolg is van bovendoor of onderdoor koelen.
- Het werkelijk gehanteerde ventilatievoud en gerealiseerde CO<sub>2</sub>-niveau is het gevolg van operationele besluiten, waarbij de kosten van koeling en het gewenste CO<sub>2</sub>-niveau beslissende factoren zijn. Dit is erg moeilijk in één strategie per jaar te definiëren.
- De beschikbaarheid van CO<sub>2</sub> is op de beide bedrijven een beperkende factor geweest. Wanneer dit niet het geval geweest zou zijn, dan zou er 45 kg/m<sup>2</sup>.jaar in de gekoelde kas gedoseerd zijn en ca 116 kg/m<sup>2</sup>.jaar in de referentie situatie.

## 12 Economische evaluatie

### 12.1 Inleiding

Voor het maken van de economische berekening is uitgegaan van een fictief bedrijf van 5 ha met 110 W/m<sup>2</sup> aan belichting (ca 13.000 lux = ca. 160 μmol/m<sup>2</sup>.s). Er is gekozen voor twee referenties van bedrijfssituaties die in de rozenteelt veel voorkomen, te weten de situatie waarbij 50% van de elektriciteitsvraag van de belichting met WK wordt ingevuld en de situatie waarbij alle lampen op de WK kunnen en waarbij een deel van de warmte aan andere glastuinbouwbedrijven wordt geleverd. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd.

Tabel 16 Uitgangspunten

		referentie	bovenlangs	onderdoor
<b>elektriciteit</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]	470	524 11%	524 11%
<b>verwarmen</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]	351	297 -15%	216 -38%
<b>koelen</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]		150	150
<b>CO<sub>2</sub></b>	[kg/m <sup>2</sup> ]	116	52 -55%	52 -55%

**Licht:** 110 W/m<sup>2</sup> en 4200 vollast uren aan.

**Warmte:**

- In de referentie is uitgegaan van een buiswarmtevraag 351 kWh/m<sup>2</sup>, 38 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ae (aardgasequivalenten).
- Voor de situatie met koelen en verwarmen bovendoor is uitgegaan van een warmtevraag (buizen en Fiwihex) van 297 kWh/m<sup>2</sup>, 33 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Dit is wat minder dan bij Boonekamp Roses maar meer dan bij v.d. Weijden. Ook hier heeft de manier waarop de klimaatregeling gestuurd wordt een grote invloed op het werkelijke verbruik.
- Voor de situatie met koelen en verwarmen onderdoor is uitgegaan van een warmtevraag (buizen en Fiwihex) van 162 kWh/m<sup>2</sup>, 24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

**CO<sub>2</sub>:**

- In de referentie is uitgegaan van een CO<sub>2</sub> behoefte van 116 kg/m<sup>2</sup> per jaar. Dit is de hoeveelheid CO<sub>2</sub> welke nodig is om een gelijke CO<sub>2</sub> concentratie als in kas met koeling aan te kunnen houden. In de situatie met kaskoeling is uitgegaan van van 52 kg/m<sup>2</sup> per jaar.
- De CO<sub>2</sub> wordt geleverd door de warmte-kracht en voor een deel met zuivere CO<sub>2</sub>. In situaties met een beperkte ventilatievoud wordt in de praktijk vaak gekozen voor zuivere CO<sub>2</sub>. De extra kosten hiervoor zijn bij alle opties gelijk.

Op de volgende bladzijde zijn de uitgangspunten van de verschillende opties in een tabel weergegeven.

**Tabel 17 Economische berekening energie 4 situaties**

BEDRIJF				optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
OPPERVLAKTE				optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
optie			50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlangs	25% WK kaskoeling onderdoor	
bedrijf	5,00 ha	m <sup>2</sup>	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
TOTAAL	5,00 ha	m <sup>2</sup>	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
VERMOGEN 2009				optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
optie			50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlangs	25% WK kaskoeling onderdoor	
elektriciteit		per uur					
bedrijf	- W/m <sup>2</sup>	kWh	250	250	250	250	250
licht	110,0 W/m <sup>2</sup>	kWh	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500
koeling	- W/m <sup>2</sup>	kWh	-	-	400	400	400
warmtepomp	- W/m <sup>2</sup>	kWh	-	-	600	600	600
TOTAAL	-	kWh	5.750	5.750	6.750	6.750	6.750
warmte		per uur					
bedrijf	100 W/m <sup>2</sup>	kWh	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
TOTAAL	-	kWh	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
koude		per uur					
bedrijf	300 W/m <sup>2</sup>	kWh	-	-	15.000	15.000	15.000
TOTAAL	-	kWh	-	-	15.000	15.000	15.000
CO2		per uur					
bedrijf	- m <sup>3</sup> /ha/u	kg	1.500	1.500	375	375	375
TOTAAL	-	kg	1.500	1.500	375	375	375
VERBRUIK 2009				optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
optie			50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlangs	25% WK kaskoeling onderdoor	
elektriciteit		per jaar					
bedrijf	8,0 kWh/m <sup>2</sup>	kWh	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
licht	4.200 uur	kWh	23.100.000	23.100.000	23.100.000	23.100.000	23.100.000
koeling	2.000 uur	kWh	-	-	800.000	800.000	800.000
warmtepomp	3.125 uur	kWh	-	-	1.875.000	1.875.000	1.875.000
TOTAAL	-	kWh	23.500.000	23.500.000	26.175.000	26.175.000	26.175.000
warmte		per jaar					
bedrijf	83,0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	kWh	38.518.225	38.518.225	36.197.850	31.557.100	31.557.100
TOTAAL	-	kWh	38.518.225	38.518.225	36.197.850	31.557.100	31.557.100
koude		per jaar					
bedrijf	500 uur	kWh	-	-	7.500.000	7.500.000	7.500.000
TOTAAL	-	kWh	-	-	7.500.000	7.500.000	7.500.000
CO2		per jaar					
bedrijf	116 kg/m <sup>2</sup>	kg	5.800.000	5.800.000	2.250.000	2.250.000	2.250.000
TOTAAL	-	kg	5.800.000	5.800.000	2.250.000	2.250.000	2.250.000
PRODUCTIE 2009				optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
optie			50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlangs	25% WK kaskoeling onderdoor	
aardgas	netbeheerder		Stedin telemetrie W365	Stedin telemetrie W365	Stedin telemetrie W365	Stedin telemetrie W365	
deelmarkt	GOS		G650	G1000	G0	G0	
gasmeter	zevenhuizen hoofdmeter		G650	G1000	G250	G250	
gasmeter	wkk		709	1.351	356	356	
inkoop	winter 105%	m <sup>3</sup>					
elektriciteit	netbeheerder		Stedin	Stedin	Stedin	Stedin	
knip	100% belast	kVA	10.000	10.000	10.000	10.000	
deelmarkt	contractcapaciteit		HS+TS/MS	HS+TS/MS	HS+TS/MS	HS+TS/MS	
MS/LS installatie	90% belast	kVA	3.500	5.000	6.000	6.000	
inkoop	-	kWh	3.250	750	5.500	5.500	
verkoop	-	kWh	2.250	4.750	1.000	1.000	
warmte	-		-	-	-	-	
verkoop	-	kWh	-	2.000	-	-	
CO2	-		-	-	-	-	
inkoop	-	8 kg	400	400	400	400	
wkk 1		1 MW	wk 2,5	wk 5,0	-	-	
aardgas	8,79 Ho	m <sup>3</sup>	675	1.351	356	356	
elektriciteit	100,0% e.g.	kWh	2.500	5.000	1.250	1.250	
warmte	94,0% ttl	kWh	3.081	6.163	1.563	1.563	
CO2	1,8 kg/m <sup>3</sup>	kg	1.280	2.560	640	640	
warmtepomp	-		-	-	-	-	
elektriciteit	-	kWh	-	-	600	600	
warmte	-	kWh	-	-	3.000	3.000	
koude	-	kWh	-	-	2.400	2.400	



## 12.2 Opties

De volgende opties zijn berekend:

- 1 50% van het lichtvermogen wordt met een WKK gemaakt (referentie).
- 2 100% van het lichtvermogen wordt met een WKK gemaakt.
- 3 25% van het lichtvermogen wordt met een WKK gemaakt en er wordt bovendoor gekoeld.
- 4 25% van het lichtvermogen wordt met een WKK gemaakt en er wordt onderdoor gekoeld.

Alleen de investeringen die verschillend zijn voor de verschillende opties zijn meegenomen in de berekening. Dus bijvoorbeeld niet de belichtingsinstallatie maar wel de warmtekracht.

Voor de situatie met kaskoeling is gerekend met een extra investering in Fiwihex, bronnen, opslag en regeling van € 64,- /m<sup>2</sup>.

Een uitgebreid overzicht van de investeringen is te vinden in bijlage 1.

## 12.3 Resultaat

**Tabel 18 Rentabiliteit berekening energie 4 situaties**

samenvatting		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
omschrijving		50% warmte-kracht	100% warmte-kracht	25 % WK kaskoeling bovenlangs	25% WK kaskoeling onderdoor
oppervlakte	m <sup>2</sup>	50.000	50.000	50.000	50.000

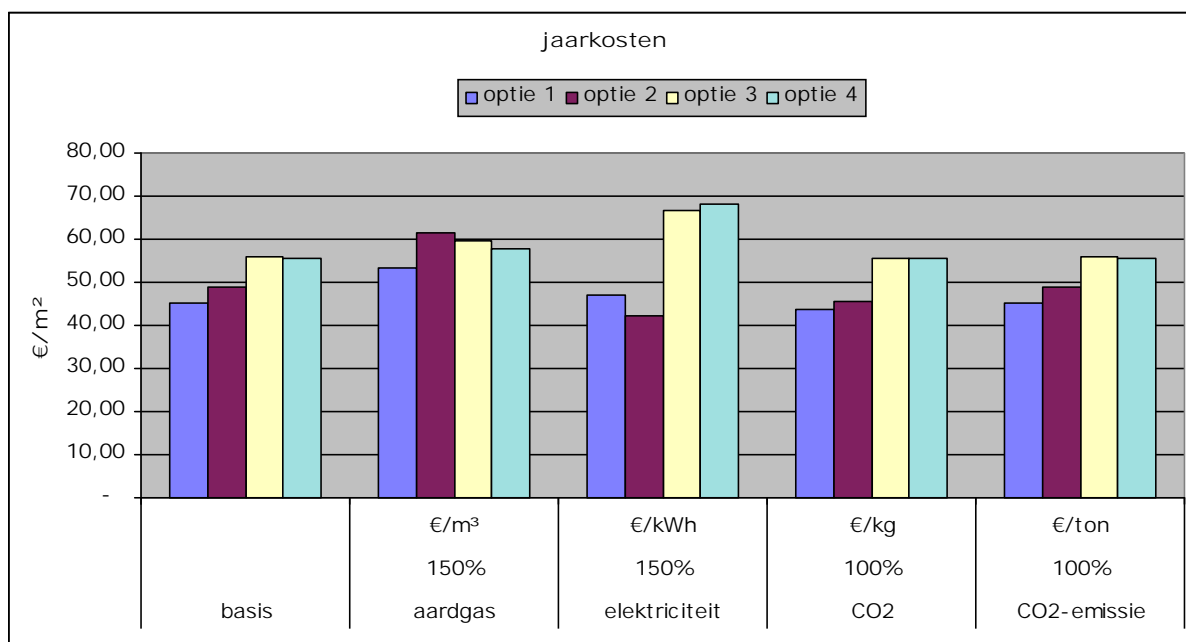
parameters		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
aardgas	100% €/m <sup>3</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
elektriciteit	100% €/kWh	0,0521	0,0640	0,0605	0,0616
CO2	- €/kg	0,0630	0,0630	0,0630	0,0630
CO2-emissie	100% €/ton	-	-	-	-

financieel basis		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
investering	€	1.630.650	2.910.600	4.569.600	4.569.600
jaarkosten	€	2.406.943	2.598.295	2.822.426	2.794.620
jaarkosten	€/m <sup>2</sup>	48,14	51,97	56,45	55,89
rentekosten	€	48.919,50	87.318,00	137.088,00	137.088,00
rentekosten	€/m <sup>2</sup>	0,98	1,75	2,74	2,74
variabele kosten	€	2.194.959	2.219.917	2.228.378	2.200.572
variabele kosten	€/m <sup>2</sup>	43,90	44,40	44,57	44,01
vergelijk met optie					
investering	€	-	1.279.950	2.938.950	2.938.950
rentekosten	€	-	38.399	88.169	88.169
variabele kosten	€	-	-24.958	-33.419	-5.613
jaarkosten	€	-	-191.351	-415.482	-387.677
jaarkosten	€/m <sup>2</sup>	-	-3,83	-8,31	-7,75
terugverdientijd	+rente jaar	-	95,2	53,7	35,6
terugverdientijd	-rente jaar	-	-51,3	-87,9	-523,6

financieel subsidie		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
investering	€	1.417.430	2.529.520	3.132.520	3.132.520
jaarkosten	€	2.379.225	2.548.754	2.635.605	2.607.800
jaarkosten	€/m <sup>2</sup>	47,58	50,98	52,71	52,16
variabele kosten	€	2.194.959	2.219.917	2.228.378	2.200.572
variabele kosten	€/m <sup>2</sup>	43,90	44,40	44,57	44,01
vergelijk met optie					
investering	€	-	1.112.090	1.715.090	1.715.090
variabele kosten	€	-	-24.958	-33.419	-5.613
jaarkosten	€	-	-169.529	-256.381	-228.575
jaarkosten	€/m <sup>2</sup>	-	-3,39	-5,13	-4,57
terugverdientijd	jaar	-	-44,6	-51,3	-305,6

### Bevindingen

- Uit bovenstaande tabel blijkt dat de jaarkosten energie van optie 1, referentie met 50% warmte-kracht het laagste is. De variabele kosten zijn voor optie 2 het laagst.
- De opties met koeling zijn duurder. Voor een belangrijk deel komt dit door de hoge investering. Bovendien zijn de tarieven voor gas en elektriciteit op dit moment laag.
- De CO<sub>2</sub> vraag wordt voor het grootste deel door de warmte-kracht gedekt, dit is relatief goedkope CO<sub>2</sub>. Wanneer alle CO<sub>2</sub> van bijvoorbeeld OCAP afkomstig zou zijn, dan zou een groter financieel voordeel behaald kunnen worden.
- Onderdoor verwarmen is mogelijk efficiënter dan bovendoor verwarmen met Fiwihex. Daarom zijn de jaarkosten van deze optie iets lager.
- Bij de gehanteerde tarieven van € 0,25/m<sup>3</sup> voor gas, € 40,-/MWh dal en 80,-/MWh plateau kan de warmtepomp moeilijk concurreren met de warmte-kracht.



**Figuur 183 Jaarkosten verschillende opties**

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt het volgende:

- Een stijging van de gasprijs met 50% (0,375 /m³) maakt het systeem concurrerend met de referentie. Een stijging van de elektriciteitsprijzen is echter nadelig voor het systeem met Fiwhex.
- Als de CO<sub>2</sub> emissierechten in de toekomst verhandelbaar worden dan is er een belangrijk voordeel voor de Fiwhex varianten omdat hier veel minder (afhankelijk van de situatie en vergelijk 45-80%) CO<sub>2</sub> uitstoot plaats vindt.

## 13 Toetsing CFD model

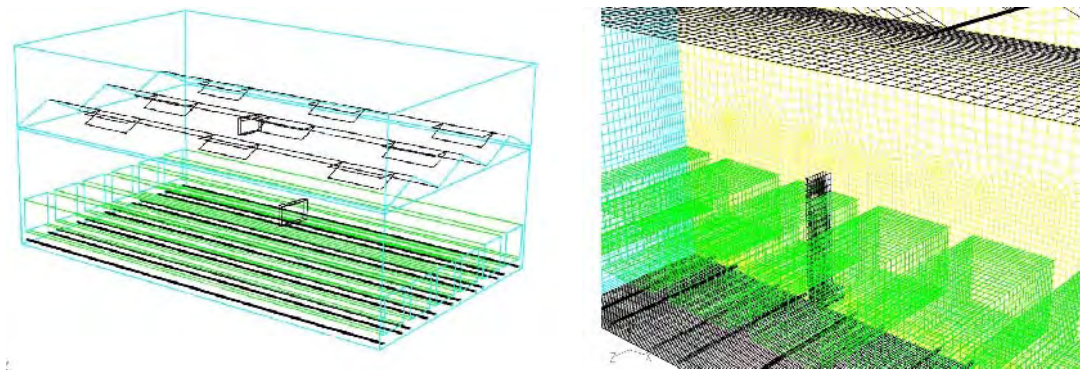
### 13.1 Inleiding

Om de effecten van koeling op het kasklimaat te bepalen is in 2008 besloten om via het CFD model het kasklimaat modelmatig te gaan berekenen. De uitkomsten van de berekeningen zijn geverifieerd aan van de temperatuurlogger metingen die uitgevoerd zijn bij G.J. van der Weijden en Porta Nova.

Een CFD-analyse bestaat uit drie delen: modelleren (pre-processing), berekenen (processing) en analyse resultaten (post-processing).

#### *Pre-processing*

In de eerste stap wordt de kas (of in dit geval een kleine uitsnede daarvan) getekend, voorzien van alle relevante geometrische details. Het gewas wordt apart benoemd als een rechthoekig deel van de ruimte zodat in de berekening een modelmatige benadering voor het gewas kan worden gedefinieerd. Boven het kasdek wordt een klein stukje van de buitenwereld gemodelleerd. Zie linker figuur.



**Figuur 184 Preprocessing**

Nadat alles getekend is wordt het mesh (rekenrooster) aangebracht. In deze stap wordt de hele ruimte gevuld met kubusjes. In elk van deze cellen kan met het rekenpakket de snelheid, druk, temperatuur etc. worden bepaald. Bovenstaande figuur (rechts) toont hier een voorbeeld van.

#### *Processing*

Dit gebeurt met de commercieel verkrijgbare CFD software Ansys-Fluent v6.3. Met behulp van een eindige volumemethode worden de Navier-Stokes bewegingsvergelijkingen en de energievergelijking gediscretiseerd. Om het model oplosbaar te maken wordt gebruik gemaakt van een sluitingsmodel voor de turbulentieschalen, in dit geval de standaard k-epsilon methode (2 vergelijkingen).

Het model wordt voorzien van de juiste randvoorwaarden:

- De wanden en het dak zijn van glas.

- De vloer is van beton en heeft aan de onderkant een bodemtemperatuur.
- De verwarmingsbuizen zijn van ijzer en krijgen een vaste temperatuur.
- De fans en koeler (bijvoorbeeld de Fiwihex) krijgen een debiet behorende bij de fankarakteristiek en een temperatuur bepaald door de koeler.
- Het gewas (het gedefinieerde deel van de ruimte) wordt voorzien van een relevante weerstand (porositeit) en een warmtebron die overeenkomt met 1/3e deel van de zoninstraling eventueel verminderd met het deel wat wordt tegengehouden door het scherm
- Het buitendomein wordt voorzien van de waarde voor de buitentemperatuur en eventueel een snelheid die behoort bij de gemeten windsnelheid.

Hierna kan de berekening worden gestart. Er wordt gerekend totdat de oplossing nauwelijks meer verandert. Dit kan worden afgelezen aan de hand van waarden voor bijvoorbeeld druk en/of temperatuur op vlakken waar veel gebeurt. Indien deze waarden niet meer veranderen (een rechte lijn vertonen) is convergentie bereikt.

#### *Post-processing*

In deze stap worden uit de resultaten de plaatjes gemaakt ten behoeve van analyse en rapportage. Te denken valt dan aan:

- Contourplots van snelheden, drukken, temperaturen etc.
- Vectorplots van snelheden, waaruit grootte en richting is af te lezen.
- Pathline-plots, hiermee kan worden gekeken naar de weg die in een deeltje vanuit een bepaald punt door de ruimte aflegt.

## **13.2 Resultaten en conclusies**

Tijdens de verwerking is gebleken dat de meetpunten waarmee de berekende resultaten werden vergeleken, niet de juiste temperatuur hebben aangegeven. Deze resultaten waren beïnvloed door directe straling. Voor een juiste bepaling van de temperatuur dient het meetinstrument in een kastje geplaatst te zijn. Voor de kas van Van der Weijden is slechts 1 stralingsonafhankelijk meetpunt beschikbaar welke op gewashoogte ligt. In de kas van Porta Nova met koeling is op een drietal punten gemeten maar deze liggen in een andere afdeling dan welke beschouwd in dit verslag. Er is een vergelijking gemaakt met de stralingsonafhankelijke meetpunten met de CFD resultaten. De resultaten geven aan dat het model nu zover is ontwikkeld dat de metingen kunnen worden gereproduceerd. Er zijn nog kleine afwijkingen. Deze zullen met een mogelijk geavanceerder gewasmodel kleiner worden.

Duidelijk is geworden dat de invloed van de omstandigheden buiten de kas (temperatuur en wind) via de (openstaande) ramen en het glasdak het beeld volledig maakt. Zeker bij de kas van Van der Weijden is dit overdag het geval omdat de ramen openstaan en er geen scherm gebruikt is.

De voornaamste afwijkingen van de resultaten uit de CFD ten opzichte van de metingen zijn de relatief hogere temperaturen onderin de kas. Dit is alleen het geval bij de dagcases wat erop duidt dat het gewas lokaal de luchttemperatuur beïnvloed. De afwijkingen van de gemiddelde temperatuur bepaald uit de CFD-resultaten liggen alle binnen de 2,5% ten opzichte van de metingen.

Het blijft dus overeind dat het gewasmodel enige verfijning behoeft. Het lijkt erop dat de conversie van straling naar convectie, en het effect van verdamping daarop, een nauwkeurigere temperatuurverdeling zal geven in het computermodel. De begeleidingscommissie gaf aan dat er onvoldoende meerwaarde kwam uit de CFD berekeningen. Daarnaast vond men het model te statisch en bleek de warmteafgifte van het gewas c.q. warmteopname door het gewas een te onzekere factor. Om deze reden zijn de werkzaamheden met betrekking tot het CFD model niet verder opgenomen in de onderzoeken.

## 14 Conclusies en aanbevelingen

### 14.1 Conclusies

#### Klimaat verwarmen

- Horizontale temperatuurverdeling proefvak bij onderdoor verwarmen wordt niet verbeterd of zelfs iets slechter wanneer verwarmd wordt met Fiwihex. Horizontale verdeling bij bovendoor verwarmen wordt beter bij verwarmen met de Fiwihex.
- Het vochtgehalte op bloemhoogte is de meest kritische plek op gewasniveau bij onderdoor verwarmen. Bij bovendoor verwarmen is de meest kritische plek het ingebogen blad.
- Verticale temperatuurverdeling in de donkerperiode laat een grotere gradiënt zien bij onderdoor verwarmen Fiwihex in vergelijking tot conventioneel verwarmen. Waarbij op gewasniveau het ingebogen blad het warmst en op bloemhoogte het koudst is. Metingen boven de bloemhoogte laten een nog verdere daling zien van de temperatuur. Wanneer de belichting aan gaat wordt de gradiënt kleiner.
- De verticale temperatuurverdeling bij bovendoor verwarmen laat een omgekeerde gradiënt zien in vergelijking met conventioneel verwarmen. Waarbij op gewasniveau het ingebogen blad het koudst is en op bloemhoogte het warmst.
- De luchtbeweging is bij onderdoor verwarmen met Fiwihex onder de teeltgoot hoger en op ingebogen bladhoogte gelijk of in sommige gevallen (plekken) iets hoger dan bij traditioneel. Het effect op de luchtbeweging op ingebogen blad hoogte lijkt erg klein. Bij bovendoor verwarmen wordt de luchtbeweging onder de teeltgoot en ingebogen blad niet altijd beter. Wel is er pleksgewijs een verhoging van de windsnelheid te zien. De gewasweerstand is hierin een bepalende factor.
- Buitenomstandigheden als windsnelheid en -richting en klimaatregeling zoals raam- en schermstand hebben een grote invloed op de luchtstromen in de kas.
- De ventilatorstanden die gerealiseerd worden zijn o.a. afhankelijk van het vermogen dat ingebracht moet worden. Uit de Quick scans blijkt dat het niet nodig is om de maximale ventilatorstand te hanteren. Bij onderdoor verwarmen is te zien dat de lucht in het proefvak later omhoog getransporteerd wordt bij een hoge stand (78%). Om een rustiger klimaat te realiseren voldoet een ventilator stand van 58% goed. Bij bovendoor verwarmen is te zien dat een hoge ventilator stand (78%) veel effect heeft boven het gewas maar op gewasniveau een lagere ventilatorstand voldoende moet zijn.
- De extra luchtbeweging die door de ventilator gecreëerd zou moeten worden op gewasniveau is bij zowel onder- als bovendoor circuleren pleksgewijs te zien maar niet overal. Of door de extra beweging voldoende vocht afgevoerd wordt om de minimum buis te vervangen is dan nog de vraag. De metingen kunnen dit niet aantoonbaar maken. Het effect van de minimum buis op de luchtstromen lijkt minimaal.

### Klimaat koelen

- Horizontale temperatuur verdeling proefvak bij onderdoor koelen laat op ingebogen bladhoogte een relatief grote gradiënt zien, op gewashoogte en bloemhoogte is deze gradiënt zeer gering. Bij bovendoor koelen is deze gradiënt op alle hoogtes zeer gering maar in verhouding op ingebogen blad ook het grootst.
- Verticale temperatuurverdeling laat bij onderdoor koelen een gradiënt zien tussen ingebogen blad en bloemhoogte, waarbij het ingebogen blad het koudst is. Bij bovendoor koelen is er haast geen gradiënt. Als er een gradiënt te zien is, dan is de temperatuur het laagst op bloemhoogte.
- De horizontale vochtverdeling proefvak is bij onderdoor koelen bij het ingebogen blad het grootst en het vochtdeficit is het laagst in vergelijking met gewas- en bloemhoogte.
- De horizontale vochtverdeling proefvak is bij bovendoor koelen op ingebogen bladhoogte het minst goed. Het vochtdeficit is niet op een bepaalde hoogte het laagst of het hoogst.

### Fotosynthese en gewastemperatuur

#### Verwarmen

- Overdag zijn er zeer geringe temperatuurgradiënten binnen het gewas, zowel bij onderdoor als bij bovendoor verwarmen.
- Fotosynthese/huidmondjes geleidbaarheid wordt niet gelimiteerd door onderdoor of bovendoor verwarmen.

#### Koelen

- Gewastemperatuur gradiënt is bij onderdoor koelen relatief groot in vergelijking met bovendoor koelen.
- Geen limitatie huidmondjesopening bij bovendoor koelen. Bij onderdoor koelen ook geen limitatie, de geleidbaarheid bij het ingebogen blad ligt wel beduidend lager en kan limiterend werken bij verhoogde instraling.
- 's nachts koelen (bovendoor) heeft relatief weinig effect op de huidmondjes geleidbaarheid. Geleidbaarheid is over de nacht redelijk stabiel.

De manier van verwarmen of koelen heeft geen meetbare effecten op de gewasfotosynthese.

### Energie

#### Verwarmen

- Onderdoor verwarmen geeft een energie besparing. Het lijkt erop dat o.a. de assimilatiebelichting warmte efficiënt gebruikt wordt. Hoeveel energie er bespaard kan worden is afhankelijk van hoeveel energie er gebruikt moet worden om vocht af te voeren.
- Bovendoor verwarmen laat tot zover geen besparing zien op het energieverbruik.
- Bij zowel onderdoor als bovendoor verwarmen moet het klimaat regeltechnisch nog verder uitgewerkt worden.



- Voor het gebruik in de functie van minimum buis zijn de variabele kosten alleen de elektriciteitskosten van de fiwihex. De warmte die de fiwihex in gaat is immers gratis geogste zonnewarmte. Voor een minimum buis uit een traditioneel systeem bestaan de kosten vooral uit kosten voor het maken van de warmte met een ketel of een warmte-kracht. Uit de voorbeeld berekening blijkt dat het omslagpunt bij een warmteprijs van 1,2 ct/kWh<sub>th</sub> ligt.
  - Dit is altijd goedkoper dan het produceren van warmte met de ketel.
  - Dit is niet goedkoper als er warmte van een warmte-kracht beschikbaar is die draait voor belichting of voor terug leveren op het net tijdens plateau uren.
- Voor warmte maken in de functie van verwarmen voor temperatuur is het vrijwel altijd goedkoper om de ketel of een warmtekracht in te zetten. Het fiwihex systeem en de warmtepomp gaan minder efficiënt werken waardoor het elektriciteitsverbruik en de daarbij horende kosten uit de pas gaan lopen.
- Het gebruik van de dag buffer om de geogste warmte overdag 's nachts te gebruiken werkt energie besparend. Stel dat de vraag uitkomt op 25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ae per jaar en dat dit een verbruikspatroon is wat sterk lijkt op een traditionele rozenteelt, dan zou ongeveer 50% van deze warmte uit de dagbuffer betrokken kunnen worden.
- Verwarmen met bronwater is zonder inzet van de warmtepomp niet mogelijk. De warmtepomp zal dan ook altijd ingeschakeld moeten worden om voldoende temperatuur te leveren om te kunnen verwarmen.

### Koelen

- Op beide bedrijven (Boonekamp Roses en Porta Nova) is de inzet van de koelinstallatie beperkt waardoor de totale koudevraag laag is.
- De manier waarop de teler met de koelinstallatie omgaat heeft veel meer invloed op de hoeveelheid energie die er voor koelen nodig is dan de manier waarop gekoeld wordt (bovendoor of onderdoor).
- Er kan geen vergelijk gemaakt worden tussen Boonekamp Roses en Porta Nova om te bepalen welke manier van koelen het meest energie-efficiënt is.
- Berekeningen d.m.v. het energiemodel laten zien dat er een besparing gerealiseerd kan worden door de Fiwihexen beneden te plaatsen. De hoeveelheid energie die bespaard wordt hangt af van de klimaatinstellingen en koelstrategie.
- De vraag naar elektriciteit is bij een bedrijf met koelen en verwarmen door Fiwihex 40 tot 50 kWh/m<sup>2</sup> hoger dan de referentie, of wel een verhoging van 9-11%. De ventilatoren verbruiken hiervan 16-20 kWh, het resterende deel is nodig voor het aandrijven van de warmtepomp en de systeem pompen.

### CO<sub>2</sub>

- Er wordt door koeling inderdaad bereikt dat met veel minder CO<sub>2</sub> een hoger CO<sub>2</sub>-niveau kan worden gehandhaafd.
- Het feit dat Porta Nova meer gekoeld heeft als Boonekamp blijkt ook uit het feit dat er bij Porta Nova minder CO<sub>2</sub> is gebruikt. Het is echter niet aangetoond dat dit verschil het gevolg is van bovendoor of onderdoor koelen.
- Het werkelijk gehanteerde ventilatievoud en gerealiseerde CO<sub>2</sub>-niveau is het gevolg van operationele besluiten, waarbij de kosten van koeling en het gewenste CO<sub>2</sub>-niveau beslissende factoren zijn. Dit is erg moeilijk in één strategie per jaar te definiëren.

- Bij Porta Nova is 52% CO<sub>2</sub> bespaard door te koelen en bij Boonekamp 47%.

## Productie en kwaliteitsgegevens

### Koelen

- Bovendoor koelen bij Van den Berg in 2008 en 2009, laat een kwantitatief voordeel zien in de ongekoelde kas en een kwalitatief voordeel in de gekoelde kas. Dit verschil is echter gering.
- Porta Nova: Onderdoor koelen geeft een kwalitatief voordeel in de gekoelde kas, kwantitatief in de ongekoelde kas. Onderdoor koelen gaf betere kwaliteit doordat 2009 het eerste volle productie kalenderjaar betrof. Op basis van het Explorer model mag worden verwacht dat op termijn de kwantitatieve productie in de gekoelde kas hoger zal worden.
- Porta Nova: In de onderdoor gekoelde locatie is de gerealiseerde productie lager dan de berekende productie. In de ongekoelde locatie is de gerealiseerde productie hoger dan de berekende productie.
- Porta Nova: Onderdoor koelen geeft een iets grotere knophoogte dan niet koelen.
- Van den Berg Roses: In 2008 is de knophoogte in de bovendoor gekoelde afdeling iets groter dan in de niet gekoelde afdeling. In 2009 is er nagenoeg geen verschil.
- Van den Berg Roses: De ongekoelde afdeling heeft een lager gerealiseerde productie (5% in 2008 en 2% in 2009) dan de berekende productie. De gekoelde afdeling heeft een lager gerealiseerde productie van (1% 2008 en 2009) dan de berekende productie.
- Boonekamp Roses: De productie en kwaliteitscijfers missen een goede referentie. Het is aan de hand van de getoonde cijfers dan ook niet te zeggen welk direct effect de koeling op de productie en kwaliteit heeft gehad.

### Verwarmen

- Modelmatige berekeningen, gemaakt aan de hand van de fotosynthese, gewastemperatuur en akoestisch metingen, laten zien dat zowel onderdoor als bovendoor verwarmen goed mogelijk is. Het gewasmanagement zal wel aangepast moeten worden op de manier van verwarmen.

### Klimaatmodel

- Onderdoor koelen leidt niet tot andere gemiddelde temperaturen in het gewas. Er is wel een grotere temperatuur gradiënt over het gewas. Deze grotere temperatuurgradiënt leidt tot grote verschillen in RV bovenin en onderin het gewas. Bij koeling overdag is de RV onderin zo'n 10% hoger dan bovenin, bij verwarming 's nachts is dat andersom.
- Overdag leidt dat tot een relatief lage RV (70%) in de bovenste gewaslaag. Deze lagere luchtvochtigheid doet het effect op de fotosynthese van de hogere bladtemperaturen teniet. Er is geen enkel verschil in de gewas fotosynthese berekend tussen de situaties met de Fiwihex boven en de Fiwihex onder het gewas.
- Onderdoor koelen en het handhaven van een RV boven in het gewas van 80% brengt een risico op bladnat onderin met zich mee. Het risico op nachtelijk

bladnat boven in is iets verhoogd bij onderdoor verwarmen maar dat effect is klein.

- Het effect van onderdoor koelen en verwarmen op de fotosynthese is dus klein of afwezig. Dat hoeft niet te gelden voor de ontwikkeling van de scheuten en knoppen. Gemiddeld veranderen de temperaturen weliswaar niet, maar als de knopontwikkeling vooral door nachtelijke temperaturen wordt bepaald, dan zal er natuurlijk een effect zijn van de wat lagere nachtelijke temperatuur boven in het gewas. Dergelijke verschillen ontstaan echter alleen als de temperatuur 's nachts en de temperatuur overdag in verschillende mate van invloed zijn. Het "in verschillende mate" moet bovendien aanzienlijk zijn. Het gaat immers om temperaturen die overdag 1°C lager zijn dan met de Fiwihex boven het gewas.

### Explorer model

- De effecten van de plaats van de Fiwihex zijn rasafhankelijk maar er kunnen toch enkele algemene conclusies worden geconstrueerd. Het lijkt dat rassen die een relatief grote temperatuurgevoeligheid hebben voor scheutuitloop zoals 'Red Naomi', 'Prima Donna' en 'Passion', gebaat zijn bij een positie van de Fiwihex onderin het gewas. Door de positie onderin het gewas van met name de warmtebron wordt de uitloop gestimuleerd. Het gevaar bestaat dat dit, bij een gebrek aan de benodigde assimilaten, leidt tot kleine takken. Voor rassen die erg makkelijk uitlopen, zoals 'Avalanche', leidt een hogere temperatuur tot een enorme toename van het aantal takken en uiteindelijk tot een verstoring van de hele plantbalans. In de analyse is echter uitgegaan van temperatuur gradiënten over het gewas, waarbij de gemiddelde temperatuur voor alles rassen hetzelfde was. Dit kan een vertekend beeld opleveren en het is niet uitgesloten dat ook 'Avalanche' prima presteert met een onderverwarming, mits het setpoint voor de gemiddelde bladtemperatuur op een lager niveau wordt afgesteld.
- Het is erg waarschijnlijk dat eventuele rasafhankelijke negatieve effecten van onder- en bovendoor verwarmen c.q. koelen heel goed door teeltmanagement kunnen worden opgeheven.

## 14.2 Aanbevelingen

### Klimaatregeling

Om tot een goede klimaatregeling te komen moet er nog een hoop geleerd worden. Het verwarmen met de Fiwihex heeft een andere interpretatie van waardes nodig. Bijvoorbeeld bij eenzelfde aanvoer temperatuur ondernet of Fiwihex zal het vermogen dat naar de kas toegebracht wordt anders zijn. Het is dan ook aan te bevelen om met vermogens te werken of in ieder geval deze te registreren om een goed beeld te krijgen wat er nu echt in de kas gebeurt

De hoeveelheid warmte die naar de kas gebracht moet worden om vocht af te voeren is moeilijk te bepalen. De balans die hierin gevonden moet worden is een leerproces waarbij de grenzen opgezocht moeten worden van het maximaal toelaatbare.

**Energie**

Het verwarmen met warmtewisselaars heeft zeker potentie. Als we kijken naar het gevraagde vermogen valt er zeker een besparing te realiseren door met laagwaardige warmte te werken. Klimatologisch is dit echter niet altijd aan te bevelen, zeker als de Fiwihexen boven hangen is het gewenst om het ondernet in sommige gevallen in te schakelen. Het is aanbevolen om genoeg meetpunten in de kas te hebben om continu een goed beeld te hebben van het klimaat en daarmee de grenzen voor energie besparing te kunnen bepalen.

**Productie en gewasmanagement**

Uit de modelberekeningen blijkt dat zowel bovendoor als onderdoor verwarmen en koelen plantfysiologisch mogelijk is. Het gewasmanagement moet hierbij wel aangepast worden en de traditionele manier van telen zal niet altijd tot de mogelijkheden behoren.

## **Bijlage 1      Energiekosten kaskoeling**

<b>BEDRIJF</b>					
<b>OPPERVLAKTE</b>					
		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
<b>optie</b>		50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlans	25% WK kaskoeling onderdoor
bedrijf	5,00 ha	m <sup>2</sup>	50.000	50.000	50.000
<b>TOTAAL</b>	5,00 ha	m <sup>2</sup>	50.000	50.000	50.000
<b>VERMOGEN 2009</b>					
		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
<b>optie</b>		50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlans	25% WK kaskoeling onderdoor
<b>elektriciteit</b>					
		per uur			
bedrijf	- W/m <sup>2</sup>	kWh	250	250	250
licht	110,0 W/m <sup>2</sup>	kWh	5.500	5.500	5.500
koeling	- W/m <sup>2</sup>	kWh	-	-	400
warmtepomp	- W/m <sup>2</sup>	kWh	-	-	600
<b>TOTAAL</b>	-	kWh	5.750	5.750	6.750
<b>warmte</b>					
		per uur			
bedrijf	100 W/m <sup>2</sup>	kWh	5.000	5.000	5.000
<b>TOTAAL</b>	-	kWh	5.000	5.000	5.000
<b>koude</b>					
		per uur			
bedrijf	300 W/m <sup>2</sup>	kWh	-	-	15.000
<b>TOTAAL</b>	-	kWh	-	-	15.000
<b>CO2</b>					
		per uur			
bedrijf	- m <sup>3</sup> /ha/u	kg	1.500	1.500	375
<b>TOTAAL</b>	-	kg	1.500	1.500	375
<b>VERBRUIK 2009</b>					
		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
<b>optie</b>		50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlans	25% WK kaskoeling onderdoor
<b>elektriciteit</b>					
		per jaar			
bedrijf	8,0 kWh/m <sup>2</sup>	kWh	400.000	400.000	400.000
licht	4.200 uur	kWh	23.100.000	23.100.000	23.100.000
koeling	2.000 uur	kWh	-	-	800.000
warmtepomp	3.125 uur	kWh	-	-	1.875.000
<b>TOTAAL</b>	-	kWh	23.500.000	23.500.000	26.175.000
<b>warmte</b>					
		per jaar			
bedrijf	83,0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	kWh	38.518.225	38.518.225	36.197.850
<b>TOTAAL</b>	-	kWh	38.518.225	38.518.225	36.197.850
<b>koude</b>					
		per jaar			
bedrijf	500 uur	kWh	-	-	7.500.000
<b>TOTAAL</b>	-	kWh	-	-	7.500.000
<b>CO2</b>					
		per jaar			
bedrijf	116 kg/m <sup>2</sup>	kg	5.800.000	5.800.000	2.250.000
<b>TOTAAL</b>	-	kg	5.800.000	5.800.000	2.250.000
<b>PRODUCTIE 2009</b>					
		optie 1	optie 2	optie 3	optie 4
<b>optie</b>		50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlans	25% WK kaskoeling onderdoor
<b>aardgas</b>					
deelmarkt		netbeheerder	Stedin telemetrie W365	Stedin telemetrie W365	Stedin telemetrie W365
GOS	zevenhuizen				
gasmeter	hoofdmeter	G650	G1000	G0	G0
gasmeter	wkk	G650	G1000	G250	G250
inkoop	winter 105%	m <sup>3</sup>	709	1.351	356
<b>elektriciteit</b>					
knip		netbeheerder	Stedin	Stedin	Stedin
deelmarkt	100% belast	kVA	10.000	10.000	10.000
MS/LS installatie	contractcapaciteit	kVA	HS+TS/MS	HS+TS/MS	HS+TS/MS
inkoop	90% belast	kVA	3.500	5.000	6.000
verkoop	-	kWh	3.250	750	5.500
verkoop	-	kWh	2.250	4.750	1.000
<b>warmte</b>					
verkoop		-	-	-	-
verkoop	-	kWh	-	2.000	-
<b>CO2</b>					
inkoop		-	-	-	-
inkoop	8	kg	400	400	400
<b>wkk 1</b>					
aardgas		8,79 Ho	wk 2,5	wk 5,0	-
elektriciteit	100,0% e.g.	m <sup>3</sup>	675	1.351	356
warmte	94,0% ttl	kWh	2.500	5.000	1.250
CO2	1,8 kg/m <sup>3</sup>	kWh	3.081	6.163	1.563
CO2	1,8 kg/m <sup>3</sup>	kg	1.280	2.560	640
<b>warmtepomp</b>					
elektriciteit		-	-	-	-
warmte	-	kWh	-	-	600
warmte	-	kWh	-	-	3.000
koude	-	kWh	-	-	2.400
<b>ketel</b>					
aardgas		-	6.000	6.000	6.000
warmte	9,77 Hb	Mcal/uur	840	840	840
CO2	95% ttl	m <sup>3</sup>	7.799	7.799	7.799
CO2	1,8 kg/m <sup>3</sup>	kg	1.512	1.512	1.512
<b>warmteopslag</b>					
inkoop		300 m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup>	1.500	1.500
inkoop	-	m <sup>3</sup>	1.500	1.500	1.500

OPTIE 1: 50% WARMTE-KRACHT						50.000 m <sup>2</sup>																												
<b>LICHT</b>																																		
<b>vermogen</b>						5.500 kW																												
<b>verbruik</b>						23.100.000 kWh																												
<b>warmte</b>						19.635.000 kWh																												
warmte voor teelt						16.689.750 kWh																												
<b>AARDGAS</b>																																		
<b>contract</b>																																		
maximaal vermogen						709 m <sup>3</sup> /uur																												
jaarverbruik						4.103.317 m <sup>3</sup>																												
wkk						4.052.901 m <sup>3</sup>																												
ketel warmte						50.416 m <sup>3</sup>																												
<table border="0"> <tr> <td>Stedin</td> <td></td> <td></td> <td>142 m<sup>3</sup>/ha.uur</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>82,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>5.785 uur</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>- EB</td> <td>81,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>100% EB</td> <td>1,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Stedin			142 m <sup>3</sup> /ha.uur							82,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	5.785 uur					- EB	81,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>						100% EB	1,0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>				
Stedin			142 m <sup>3</sup> /ha.uur																															
			82,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	5.785 uur																														
		- EB	81,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>																															
		100% EB	1,0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>																															
<b>netbeheer</b>						<b>17.961 €</b>																												
aansluitvergoeding						564 €																												
vastrecht telemetrie						720 €																												
capaciteit telemetrie						16.277 €																												
datacollectie						400 €																												
<b>leverancier</b>						<b>1.079.316 €</b>																												
naam						4.103.317 m <sup>3</sup>																												
verbruik						0,2500 €/m <sup>3</sup>																												
basislast transport						17.397 €																												
additioneel transport						10.007 €																												
additioneel capaciteit						26.083 €																												
<b>energiebelasting</b>						<b>1.126 €</b>																												
- tot 5.000 m <sup>3</sup>						73 €																												
5.000 tot 170.000 m <sup>3</sup>						1.053 €																												
170.000 tot 1.000.000 m <sup>3</sup>						- €																												
1.000.000 tot 10.000.000 m <sup>3</sup>						- €																												
rest						- €																												
<b>totaal</b>						<b>1.098.403 €</b>																												
<b>ELEKTRICITEIT</b>																																		
<b>contract</b>						10.000 kVA																												
vermogen inkoop						3.250 kW																												
verbruik inkoop						10.750.000 kWh																												
trf1						3.250.000 kWh																												
trf2						7.500.000 kWh																												
vermogen verkoop						2.250 kW																												
verbruik verkoop						2.250.000 kWh																												
trf1						2.250.000 kWh																												
<b>netbeheer</b>						<b>164.792 €</b>																												
vastrecht						2.760 €																												
per. aansluitvrgdng						52 €																												
contract						58.500 €																												
maximaal						72.930 €																												
maximaal						- €																												
verbruik hoog						- €																												
verbruik laag						- €																												
systeemdiensten						30.550 €																												
<b>leverancier</b>						<b>560.000 €</b>																												
basistarief						0,0800 €/kWh																												
trf1						260.000 €																												
trf2						300.000 €																												
trf3						- €																												
trf4						- €																												
<b>leverancier</b>						<b>-153.000 €</b>																												
basistarief						-0,0680 €/kWh																												
trf1						-153.000 €																												
trf2						- €																												
trf3						- €																												
trf4						- €																												
<b>energiebelasting</b>						<b>108.522 €</b>																												
- tot 10.000 kWh						1.085 €																												
10.000 tot 50.000 kWh						1.592 €																												
50.000 tot 10.000.000 kWh						105.470 €																												
rest						375 €																												
<b>totaal</b>						<b>680.314 €</b>																												
verbruik						546.072 €																												
vermogen						131.430 €																												
vaste bijdragen						2.812 €																												
<b>CO2</b>																																		
vermogen inkoop						400 kg/uur																												
verbruik inkoop						2.400.000 kg																												
zuiver huur opslag						1.250 €																												
zuiver verbruik						151.200 €																												
<b>totaal</b>						<b>152.450 €</b>																												

<b>OPTIE 1: 50% WARMTE-KRACHT</b>				<b>50.000 m<sup>2</sup></b>
<b>WKK 1</b>				wk 2,5 MW
<b>energie</b>				6.000 uur
aardgas	8,79 kWh/m <sup>3</sup>	675 m <sup>3</sup>	5.938 kWh	4.052.901 m <sup>3</sup>
elektriciteit		2.500 kWh	42,1% Ho	15.000.000 kWh
warmte		3.081 kWh	51,9% Ho	18.487.500 kWh
warmte voor teelt		100%		18.487.500 kWh
CO2		1.280 kg		7.679.181 kg
CO2 voor teelt		100%		7.679.181 kg
<b>variabele kosten</b>				<b>150.502 €</b>
ondhd wkk	0,007 €/kW	6.000 uur	17,50 €/uur	105.000 €
ondhd rgr	0,002 €/kW	6.000 uur	5,00 €/uur	30.000 €
ureum	#### l/m <sup>3</sup>	34.450 l	0,4500 €/l	15.502 €
<b>totaal</b>		15.000.000 kWh	0,0100 €/kWh	<b>150.502 €</b>
<b>WARMTEPOMP</b>				-
<b>energie</b>				-
elektriciteit		- kWh	- Ho	- uur
warmte		- kWh	- cop	- kWh
warmte voor teelt		100%		- kWh
koude		- kWh	- cop	- kWh
koude voor teelt		100%		- kWh
<b>variabele kosten</b>				<b>- €</b>
onderhoud	- €/kW	- uur	- €/uur	- €
<b>totaal</b>		- kWh	- €/kWh	<b>- €</b>
<b>KETEL</b>				6.000 Mcal/uur
<b>energie</b>				60 uur
aardgas	9,77 kWh/m <sup>3</sup>	840 m <sup>3</sup>	8.209 kWh	50.416 m <sup>3</sup>
warmte		7.799 kWh	95,0% Hb	467.936 kWh
warmte voor teelt		100%		467.936 kWh
CO2		1.512 kg		90.749 kg
CO2 voor teelt		100%		90.749 kg
<b>variabele kosten</b>				<b>2.500 €</b>
onderhoud		60 uur	41,67 €/uur	2.500 €
<b>totaal</b>		- kWh	- €/kWh	<b>2.500 €</b>
<b>ENERGIE OVERZICHT</b>				<b>50.000 m<sup>2</sup></b>
<b>aardgas inkoop</b>		<b>82 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>		<b>4.103.317 m<sup>3</sup></b>
wkk 1		81 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		4.052.901 m <sup>3</sup>
warmtepomp		- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		- m <sup>3</sup>
ketel		1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		50.416 m <sup>3</sup>
overschot		- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		- m <sup>3</sup>
<b>elektriciteit behoefte</b>		<b>470 kWh/m<sup>2</sup></b>		<b>23.500.000 kWh</b>
elektriciteit inkoop		215 kWh/m <sup>2</sup>		10.750.000 kWh
elektriciteit verkoop		-45 kWh/m <sup>2</sup>		-2.250.000 kWh
wkk 1		300 kWh/m <sup>2</sup>		15.000.000 kWh
warmtepomp		- kWh/m <sup>2</sup>		- kWh
overschot		- kWh/m <sup>2</sup>		- kWh
<b>warmte behoefte</b>	<b>79 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>770 kWh/m<sup>2</sup></b>		<b>38.518.225 kWh</b>
licht	40 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	393 kWh/m <sup>2</sup>		19.635.000 kWh
warmte verkoop	- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- kWh/m <sup>2</sup>		- kWh
wkk 1	38 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	370 kWh/m <sup>2</sup>		18.487.500 kWh
warmtepomp	- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- kWh/m <sup>2</sup>		- kWh
ketel	1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	9 kWh/m <sup>2</sup>		467.936 kWh
overschot	0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	1 kWh/m <sup>2</sup>		72.211 kWh
<b>CO2-behoefte</b>		<b>116 kg/m<sup>2</sup></b>		<b>5.800.000 kg</b>
CO2 inkoop		48 kg/m <sup>2</sup>		2.400.000 kg
ketel		2 kg/m <sup>2</sup>		90.749 kg
overschot		87 kg/m <sup>2</sup>		4.369.930 kg
<b>BESLUIT GLASTUINBOUW</b>				5,00 ha
<b>aardgas</b>	#### GJ/m <sup>3</sup>	4.103.317 m <sup>3</sup>	28.863 GJ/ha	144.314 GJ
elektriciteit inkoop	#### GJ/kWh	10.750.000 kWh	19.350 GJ/ha	96.750 GJ
elektriciteit verkoop	#### GJ/kWh	2.250.000 kWh	4.050 GJ/ha	20.250 GJ
warmte verkoop	#### GJ/kWh	- kWh	- GJ/ha	- GJ
overig	- GJ/kWh	- kWh	- GJ/ha	- GJ
<b>totaal</b>			<b>52.263 GJ/ha</b>	<b>261.314 GJ</b>



<b>OPTIE 1: 50% WARMTE-KRACHT</b>							<b>50.000 m<sup>2</sup></b>					
<b>CO2-EMISSIE</b>							5,00 ha	<b>50.000 m<sup>2</sup></b>				
CO2 inkoop	-	ton/kg	2.400.000 kg	-	ton/ha	-	ton					
CO2 verkoop	-	ton/kg	- kg	-	ton/ha	-	ton					
wkk 1	####	ton/m <sup>3</sup>	4.052.901 m <sup>3</sup>	1.459	ton/ha	7.295	ton					
warmtepomp	-	ton/kWh	- kWh	-	ton/ha	-	ton					
ketel	####	ton/m <sup>3</sup>	50.416 m <sup>3</sup>	18	ton/ha	91	ton					
<b>totaal</b>				<b>1.477</b>	<b>ton/ha</b>	<b>7.386</b>	<b>ton</b>					
gratis emissiehandel			7.386 ton	-	ton/ha	-	ton					
						15,00	€/ton					
							110.790 €					
<b>VASTE KOSTEN</b>							<b>50.000 m<sup>2</sup></b>					
<b>investeringen</b>							<b>bedrag</b>	<b>afschr</b>	<b>rente</b>	<b>beheer</b>	<b>€/jaar</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
aansluiting gas	650	m <sup>3</sup> /u	46 €/m <sup>3</sup> /u	30.000	10,0%	3,0%	-	3.900	0,08			
aansluiting elektr.	10.000	kVA	17 €/kVA	173.000	10,0%	3,0%	-	22.490	0,45			
MS/LS-installatie	3.500	kVA	57 €/kVA	200.000	10,0%	3,0%	-	26.000	0,52			
wkk 1	2.500	kW	360 €/kW	900.000	10,0%	3,0%	-	117.000	2,34			
rookgasreiniging	2.500	kW	100 €/kW	250.000	10,0%	3,0%	-	32.500	0,65			
warmtepomp	-	kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-			
bron	-	m <sup>3</sup> /u	- €/m <sup>3</sup> /u	-	10,0%	3,0%	-	-	-			
TSA	-	kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-			
extra regeling	-	kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-			
extra installatiewerk	-	kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-			
<b>totaal investeringen</b>			<b>31,06 €/m<sup>2</sup></b>	<b>1.553.000</b>	<b>155.300</b>	<b>46.590</b>	-	<b>201.890</b>	<b>4,04</b>			
onvoorzien 1	5%			77.650	10,0%	3,0%	-	10.095	0,20			
onvoorzien 2	-			-	10,0%	3,0%	-	-	-			
<b>totaal</b>			<b>32,61 €/m<sup>2</sup></b>	<b>1.630.650</b>	<b>163.065</b>	<b>48.920</b>	-	<b>211.985</b>	<b>4,24</b>			
<b>VARIABLE KOSTEN</b>							<b>50.000 m<sup>2</sup></b>					
<b>kosten en opbrengsten</b>							<b>€/jaar</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>				
aardgas						1.098.403	21,97					
elektriciteit						680.314	13,61					
warmte						-	-					
CO2						152.450	3,05					
wkk 1						150.502	3,01					
warmtepomp						-	-					
ketel						2.500	0,05					
CO2-emissie	100%					110.790	2,22					
<b>totaal</b>						<b>2.194.959</b>	<b>43,90</b>					
verbruik						1.877.229	37,54					
vermogen						201.195	4,02					
vaste bijdragen						5.745	0,11					
<b>JAARKOSTEN TOTAAL</b>							<b>50.000 m<sup>2</sup></b>					
<b>kosten en opbrengsten</b>							<b>€/jaar</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>				
vaste kosten						<b>211.985</b>	<b>4,24</b>					
variabele kosten						<b>2.194.959</b>	<b>43,90</b>					
<b>totaal</b>						<b>2.406.943</b>	<b>48,14</b>					
<b>SUBSIDIE (globale indicatie)</b>							<b>50.000 m<sup>2</sup></b>					
<b>investering</b>	<b>%</b>	<b>€ invest.</b>	<b>€ subsidie</b>	<b>%</b>	<b>€ invest.</b>	<b>€ subsidie</b>	<b>€/jaar</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>				
aansluiting gas	-	-	-	-	-	-	-	-				
aansluiting elektr.	14%	173.000	-24.220	-	-	-	-3.149	-0,06				
MS/LS-installatie	14%	200.000	-28.000	-	-	-	-3.640	-0,07				
wkk 1	14%	900.000	-126.000	-	-	-	-16.380	-0,33				
rookgasreiniging	14%	250.000	-35.000	-	-	-	-4.550	-0,09				
warmtepomp	40%	-	-	-	-	-	-	-				
bron	40%	-	-	-	-	-	-	-				
TSA	40%	-	-	-	-	-	-	-				
extra regeling	40%	-	-	-	-	-	-	-				
extra installatiewerk	-	-	-	-	-	-	-	-				
<b>totaal</b>		<b>1.523.000</b>	<b>-213.220</b>				<b>-27.719</b>	<b>-0,55</b>				
vaste kosten totaal							184.266	3,69				
<b>jaarkosten totaal</b>							<b>2.379.225</b>	<b>47,58</b>				

OPTIE 2: 100% WARMTE-KRACHT						50.000 m <sup>2</sup>																																			
<b>LICHT</b>																																									
<b>vermogen</b>						5.500 kW																																			
<b>verbruik</b>						23.100.000 kWh																																			
<b>warmte</b>						19.635.000 kWh																																			
warmte voor teelt						16.689.750 kWh																																			
<b>AARDGAS</b>																																									
<b>contract</b>																																									
maximaal vermogen						1.351 m <sup>3</sup> /uur																																			
jaarverbruik						7.480.735 m <sup>3</sup>																																			
wkk						7.430.319 m <sup>3</sup>																																			
ketel warmte						50.416 m <sup>3</sup>																																			
<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Stedin</td> <td></td> <td>7.480.735 m<sup>3</sup></td> <td>0,0044 €/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td><b>33.204 €</b></td> </tr> <tr> <td>aansluitvergoeding</td> <td>1 x G1000</td> <td>1.000 m<sup>3</sup>/u</td> <td>12 mnd</td> <td>89,94 €/mnd</td> <td></td> <td>1.079 €</td> </tr> <tr> <td>vastrecht telemetrie</td> <td>1 x</td> <td></td> <td>12 mnd</td> <td>60,01 €/mnd</td> <td></td> <td>720 €</td> </tr> <tr> <td>capaciteit telemetrie</td> <td>1 x G1000</td> <td>1.351 m<sup>3</sup>/u</td> <td>1.351 m<sup>3</sup>/u</td> <td>22,95 €/m<sup>3</sup>/u</td> <td></td> <td>31.005 €</td> </tr> <tr> <td>datacollectie</td> <td>2 x</td> <td></td> <td>12 mnd</td> <td>16,65 €/mnd</td> <td></td> <td>400 €</td> </tr> </table>							Stedin		7.480.735 m <sup>3</sup>	0,0044 €/m <sup>3</sup>		<b>33.204 €</b>	aansluitvergoeding	1 x G1000	1.000 m <sup>3</sup> /u	12 mnd	89,94 €/mnd		1.079 €	vastrecht telemetrie	1 x		12 mnd	60,01 €/mnd		720 €	capaciteit telemetrie	1 x G1000	1.351 m <sup>3</sup> /u	1.351 m <sup>3</sup> /u	22,95 €/m <sup>3</sup> /u		31.005 €	datacollectie	2 x		12 mnd	16,65 €/mnd		400 €	
	Stedin		7.480.735 m <sup>3</sup>	0,0044 €/m <sup>3</sup>		<b>33.204 €</b>																																			
aansluitvergoeding	1 x G1000	1.000 m <sup>3</sup> /u	12 mnd	89,94 €/mnd		1.079 €																																			
vastrecht telemetrie	1 x		12 mnd	60,01 €/mnd		720 €																																			
capaciteit telemetrie	1 x G1000	1.351 m <sup>3</sup> /u	1.351 m <sup>3</sup> /u	22,95 €/m <sup>3</sup> /u		31.005 €																																			
datacollectie	2 x		12 mnd	16,65 €/mnd		400 €																																			
<b>leverancier</b>						<b>1.976.376 €</b>																																			
naam						7.480.735 m <sup>3</sup>																																			
verbruik						0,2500 €/m <sup>3</sup>																																			
basislast transport						1.870.184 €																																			
additioneel transport						31.716 €																																			
additioneel capaciteit						20.650 €																																			
<table border="0"> <tr> <td></td> <td>108,30</td> <td>- korting</td> <td>497 m<sup>3</sup>/u</td> <td>108,30 €/m<sup>3</sup>/u</td> <td></td> <td>53.825 €</td> </tr> </table>							108,30	- korting	497 m <sup>3</sup> /u	108,30 €/m <sup>3</sup> /u		53.825 €																													
	108,30	- korting	497 m <sup>3</sup> /u	108,30 €/m <sup>3</sup> /u		53.825 €																																			
<b>energiebelasting</b>						<b>1.126 €</b>																																			
- tot 5.000 m <sup>3</sup>						73 €																																			
5.000 tot 170.000 m <sup>3</sup>						1.053 €																																			
170.000 tot 1.000.000 m <sup>3</sup>						- €																																			
1.000.000 tot 10.000.000 m <sup>3</sup>						- €																																			
rest						- €																																			
<b>totaal</b>						<b>2.010.705 €</b>																																			
<b>ELEKTRICITEIT</b>																																									
<b>contract</b>						10.000 kVA																																			
vermogen inkoop						750 kW																																			
verbruik inkoop						750.000 kWh																																			
trf1						750.000 kWh																																			
trf2						- kWh																																			
vermogen verkoop						4.750 kW																																			
verbruik verkoop						4.750.000 kWh																																			
trf1						4.750.000 kWh																																			
<b>netbeheer</b>						<b>63.692 €</b>																																			
Stedin						750.000 kWh																																			
vastrecht						2.760 €																																			
per. aansluitvrgdng						52 €																																			
contract						13.500 €																																			
maximaal						16.830 €																																			
maximaal						- €																																			
verbruik hoog						- €																																			
verbruik laag						- €																																			
systeemdiensten						30.550 €																																			
<b>leverancier</b>						<b>48.000 €</b>																																			
basistarief						750.000 kWh																																			
trf1						48.000 €																																			
trf2						- €																																			
trf3						- €																																			
trf4						- €																																			
<b>leverancier</b>						<b>-323.000 €</b>																																			
basistarief						4.750.000 kWh																																			
trf1						-323.000 €																																			
trf2						- €																																			
trf3						- €																																			
trf4						- €																																			
<b>energiebelasting</b>						<b>10.097 €</b>																																			
- tot 10.000 kWh						1.085 €																																			
10.000 tot 50.000 kWh						1.592 €																																			
50.000 tot 10.000.000 kWh						7.420 €																																			
rest						- €																																			
<b>totaal</b>						<b>-201.211 €</b>																																			
verbruik						-234.353 €																																			
vermogen						30.330 €																																			
vaste bijdragen						2.812 €																																			

<b>CO2</b>				-	-
vermogen inkoop		8 g/m <sup>2</sup>		400 kg/uur	
verbruik inkoop		48,0 kg/m <sup>2</sup>	6.000 uur	2.400.000 kg	
zuiver huur opslag	250 €/ha	12 mnd	1.250,00 €/mnd	1.250 €	
zuiver verbruik	0,0900 €/kg	70%	2.400.000 kg	0,0630 €/kg	151.200 €
<b>totaal</b>					<b>152.450 €</b>

<b>WKK 1</b>				wk 5,0 MW	
<b>energie</b>				5.500 uur	
aardgas	8,79 kWh/m <sup>3</sup>	1.351 m <sup>3</sup>	11.875 kWh	7.430.319 m <sup>3</sup>	
elektriciteit		5.000 kWh	42,1% Ho	27.500.000 kWh	
warmte		6.163 kWh	51,9% Ho	33.893.750 kWh	
warmte voor teelt		55%		18.641.563 kWh	
CO2		2.560 kg		14.078.498 kg	
CO2 voor teelt		100%		14.078.498 kg	
<b>variabele kosten</b>				<b>275.921 €</b>	
onhdh wkk	0,007 €/kW	5.500 uur	35,00 €/uur	192.500 €	
onhdh rgr	0,002 €/kW	5.500 uur	10,00 €/uur	55.000 €	
ureum	#### l/m <sup>3</sup>	63.158 l	0,4500 €/l	28.421 €	
<b>totaal</b>			27.500.000 kWh	0,0100 €/kWh	<b>275.921 €</b>

<b>WARMTEPOMP</b>				-	-
<b>energie</b>				-	-
elektriciteit		- kWh	- Ho	- kWh	
warmte		- kWh	- cop	- kWh	
warmte voor teelt		100%		- kWh	
koude		- kWh	- cop	- kWh	
koude voor teelt		100%		- kWh	
<b>variabele kosten</b>				- €	
onderhoud	- €/kW	- uur	- €/uur	- €	
<b>totaal</b>		- kWh	- €/kWh	- €	

<b>KETEL</b>				6.000 Mcal/uur	
<b>energie</b>				60 uur	
aardgas	9,77 kWh/m <sup>3</sup>	840 m <sup>3</sup>	8.209 kWh	50.416 m <sup>3</sup>	
warmte		7.799 kWh	95,0% Hb	467.936 kWh	
warmte voor teelt		100%		467.936 kWh	
CO2		1.512 kg		90.749 kg	
CO2 voor teelt		100%		90.749 kg	
<b>variabele kosten</b>				<b>2.500 €</b>	
onderhoud		60 uur	41,67 €/uur	2.500 €	
<b>totaal</b>		- kWh	- €/kWh	<b>2.500 €</b>	

<b>ENERGIE OVERZICHT</b>				50.000 m <sup>2</sup>	
<b>aardgas inkoop</b>			<b>150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>7.480.735 m<sup>3</sup></b>	
wkk 1			149 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	7.430.319 m <sup>3</sup>	
warmtepomp			- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- m <sup>3</sup>	
ketel			1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	50.416 m <sup>3</sup>	
overschot			- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- m <sup>3</sup>	
<b>elektriciteit behoefte</b>			<b>470 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>23.500.000 kWh</b>	
elektriciteit inkoop			15 kWh/m <sup>2</sup>	750.000 kWh	
elektriciteit verkoop			-95 kWh/m <sup>2</sup>	-4.750.000 kWh	
wkk 1			550 kWh/m <sup>2</sup>	27.500.000 kWh	
warmtepomp			- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh	
overschot			- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh	
<b>warmte behoefte</b>		<b>79 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>770 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>38.518.225 kWh</b>	
licht		40 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	393 kWh/m <sup>2</sup>	19.635.000 kWh	
warmte verkoop		-23 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	-229 kWh/m <sup>2</sup>	-11.439.141 kWh	
wkk 1		69 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	678 kWh/m <sup>2</sup>	33.893.750 kWh	
warmtepomp		- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh	
ketel		1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	9 kWh/m <sup>2</sup>	467.936 kWh	
overschot		8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	81 kWh/m <sup>2</sup>	4.039.321 kWh	
<b>CO2-behoefte</b>			<b>116 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>5.800.000 kg</b>	
CO2 inkoop			48 kg/m <sup>2</sup>	2.400.000 kg	
ketel			2 kg/m <sup>2</sup>	90.749 kg	
overschot			215 kg/m <sup>2</sup>	10.769.247 kg	

<b>BESLUIT GLASTUINBOUW</b>				5,00 ha	50.000 m <sup>2</sup>
aardgas	#### GJ/m <sup>3</sup>	7.480.735 m <sup>3</sup>	52.619 GJ/ha	263.097 GJ	
elektriciteit inkoop	#### GJ/kWh	750.000 kWh	1.350 GJ/ha	6.750 GJ	
elektriciteit verkoop	#### GJ/kWh	4.750.000 kWh	8.550 GJ/ha	42.750 GJ	
warmte verkoop	#### GJ/kWh	#### kWh	-7.165 GJ/ha	-35.827 GJ	
overig	- GJ/kWh	- kWh	- GJ/ha	- GJ	
<b>totaal</b>			<b>55.354 GJ/ha</b>	<b>276.770 GJ</b>	

<b>CO2-EMISSIE</b>		5,00 ha		50.000 m <sup>2</sup>	
CO2 inkoop	- ton/kg	2.400.000 kg	- ton/ha	- ton	- ton
CO2 verkoop	- ton/kg	- kg	- ton/ha	- ton	- ton
wkk 1	### ton/m <sup>3</sup>	7.430.319 m <sup>3</sup>	2.675 ton/ha	13.375 ton	13.375 ton
warmtepomp	- ton/kWh	- kWh	- ton/ha	- ton	- ton
ketel	### ton/m <sup>3</sup>	50.416 m <sup>3</sup>	18 ton/ha	91 ton	91 ton
<b>totaal</b>			<b>2.693 ton/ha</b>	<b>13.465 ton</b>	<b>13.465 ton</b>
gratis			- ton/ha	- ton	- ton
emissiehandel		13.465 ton	15,00 €/ton	201.980 €	201.980 €

<b>VASTE KOSTEN</b>							50.000 m <sup>2</sup>	
<b>investeringen</b>			<b>bedrag</b>	<b>afschr</b>	<b>rente</b>	<b>beheer</b>	<b>€/jaar</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
aansluiting gas	1.000 m <sup>3</sup> /u	50 €/m <sup>3</sup> /u	50.000	10,0%	3,0%	-	6.500	0,13
aansluiting elektr.	10.000 kVA	22 €/kVA	222.000	10,0%	3,0%	-	28.860	0,58
MS/LS-installatie	5.000 kVA	40 €/kVA	200.000	10,0%	3,0%	-	26.000	0,52
wkk 1	5.000 kW	360 €/kW	1.800.000	10,0%	3,0%	-	234.000	4,68
rookgasreiniging	5.000 kW	100 €/kW	500.000	10,0%	3,0%	-	65.000	1,30
warmtepomp	- kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-
bron	- m <sup>3</sup> /u	- €/m <sup>3</sup> /u	-	10,0%	3,0%	-	-	-
TSA	- kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-
extra regeling	- kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-
extra installatiewerk	- kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-
<b>totaal investeringen</b>		<b>55,44 €/m<sup>2</sup></b>	<b>2.772.000</b>	<b>277.200</b>	<b>83.160</b>	-	<b>360.360</b>	<b>7,21</b>
onvoorzien 1	5%		138.600	10,0%	3,0%	-	18.018	0,36
onvoorzien 2	-		-	10,0%	3,0%	-	-	-
<b>totaal</b>		<b>58,21 €/m<sup>2</sup></b>	<b>2.910.600</b>	<b>291.060</b>	<b>87.318</b>	-	<b>378.378</b>	<b>7,57</b>

<b>VARIABLE KOSTEN</b>			50.000 m <sup>2</sup>	
<b>kosten en opbrengsten</b>			<b>€/jaar</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
aardgas			2.010.705	40,21
elektriciteit			-201.211	-4,02
warmte			-222.428	-4,45
CO2			152.450	3,05
wkk 1			275.921	5,52
warmtepomp			-	-
ketel			2.500	0,05
CO2-emissie	100%		201.980	4,04
<b>totaal</b>			<b>2.219.917</b>	<b>44,40</b>
verbruik			1.844.149	36,88
vermogen			167.527	3,35
vaste bijdragen			6.261	0,13

<b>JAARKOSTEN TOTAAL</b>			50.000 m <sup>2</sup>	
<b>kosten en opbrengsten</b>			<b>€/jaar</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
vaste kosten			<b>378.378</b>	<b>7,57</b>
variabele kosten			<b>2.219.917</b>	<b>44,40</b>
<b>totaal</b>			<b>2.598.295</b>	<b>51,97</b>

<b>SUBSIDIE (globale indicatie)</b>	<b>subsidie 1</b>			<b>subsidie 2</b>			50.000 m <sup>2</sup>	
	%	€ invest.	€ subsidie	%	€ invest.	€ subsidie	€/jaar	€/m <sup>2</sup>
aansluiting gas	-	-	-	-	-	-	-	-
aansluiting elektr.	14%	222.000	-31.080	-	-	-	-4.040	-0,08
MS/LS-installatie	14%	200.000	-28.000	-	-	-	-3.640	-0,07
wkk 1	14%	1.800.000	-252.000	-	-	-	-32.760	-0,66
rookgasreiniging	14%	500.000	-70.000	-	-	-	-9.100	-0,18
warmtepomp	40%	-	-	-	-	-	-	-
bron	40%	-	-	-	-	-	-	-
TSA	40%	-	-	-	-	-	-	-
extra regeling	40%	-	-	-	-	-	-	-
extra installatiewerk	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>totaal</b>		<b>2.722.000</b>	<b>-381.080</b>				<b>-49.540</b>	<b>-0,99</b>
vaste kosten totaal							328.838	6,58
<b>jaarkosten totaal</b>							<b>2.548.754</b>	<b>50,98</b>

<b>OPTIE 3: 25 % WK KASKOELING BOVENLANGS</b>					<b>50.000 m<sup>2</sup></b>
<b>LICHT</b>					
<b>vermogen</b>					5.500 kW
<b>verbruik</b>			4.200 uur		23.100.000 kWh
<b>warmte</b>			85%		19.635.000 kWh
warmte voor teelt			85%		16.689.750 kWh
<b>AARDGAS</b>					
<b>contract</b>					
maximaal vermogen			71 m <sup>3</sup> /ha.uur		356 m <sup>3</sup> /uur
jaarverbruik			38,3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	5.392 uur	1.916.884 m <sup>3</sup>
wkk		- EB	37,3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		1.866.468 m <sup>3</sup>
ketel warmte		100% EB	1,0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		50.416 m <sup>3</sup>
<b>netbeheer</b>	Stedin		1.916.884 m <sup>3</sup>	0,0053 €/m <sup>3</sup>	<b>10.075 €</b>
aansluitvergoeding	- GO	- m <sup>3</sup> /u	12 mnd	- €/mnd	- €
vastrecht telemetrie	1 x		12 mnd	60,01 €/mnd	720 €
capaciteit telemetrie	1 x GO	356 m <sup>3</sup> /u	356 m <sup>3</sup> /u	22,95 €/m <sup>3</sup> /u	8.159 €
datacollectie	1 x		12 mnd	16,65 €/mnd	200 €
<b>leverancier</b>	naam		1.916.884 m <sup>3</sup>	0,2649 €/m <sup>3</sup>	<b>507.832 €</b>
verbruik	0,2500 €/m <sup>3</sup>	100%	1.916.884 m <sup>3</sup>	0,2500 €/m <sup>3</sup>	479.221 €
basislast transport	14,15 22,99	GOS W365	219 m <sup>3</sup> /u	37,14 €/m <sup>3</sup> /u	8.127 €
additioneel transport	18,56 22,99	- korting	137 m <sup>3</sup> /u	41,55 €/m <sup>3</sup> /u	5.680 €
additioneel capaciteit	108,30	- korting	137 m <sup>3</sup> /u	108,30 €/m <sup>3</sup> /u	14.804 €
<b>energiebelasting</b>		<b>tuinbouw</b>	1.916.884 m <sup>3</sup>	0,0006 €/m <sup>3</sup>	<b>1.126 €</b>
- tot	5.000 m <sup>3</sup>		5.000 m <sup>3</sup>	0,0146 €/m <sup>3</sup>	73 €
5.000 tot	170.000 m <sup>3</sup>		45.416 m <sup>3</sup>	0,0232 €/m <sup>3</sup>	1.053 €
170.000 tot	1.000.000 m <sup>3</sup>		- m <sup>3</sup>	0,0194 €/m <sup>3</sup>	- €
1.000.000 tot	10.000.000 m <sup>3</sup>		- m <sup>3</sup>	0,0122 €/m <sup>3</sup>	- €
rest			- m <sup>3</sup>	0,0080 €/m <sup>3</sup>	- €
<b>totaal</b>			1.916.884 m <sup>3</sup>	0,2708 €/m <sup>3</sup>	<b>519.033 €</b>
<b>ELEKTRICITEIT</b>					
<b>contract</b>					10.000 kVA
vermogen inkoop			110 W/m <sup>2</sup>		5.500 kW
verbruik inkoop			417,3 kWh/m <sup>2</sup>	3.793 uur	20.862.500 kWh
trf1	hoog	64%	267,3 kWh/m <sup>2</sup>		13.362.500 kWh
trf2	hoog	36%	150,0 kWh/m <sup>2</sup>		7.500.000 kWh
vermogen verkoop			20 W/m <sup>2</sup>		1.000 kW
verbruik verkoop			25,0 kWh/m <sup>2</sup>	1.250 uur	1.250.000 kWh
trf1		100%	25,0 kWh/m <sup>2</sup>		1.250.000 kWh
<b>netbeheer</b>	Stedin		20.862.500 kWh	0,0124 €/kWh	<b>259.259 €</b>
vastrecht	HS+TS/MS		12 mnd	230,00 €/mnd	2.760 €
per. aansluitvrgdng	1 x	#### kVA	12 mnd	4,30 €/mnd	52 €
contract	HS+TS/MS		5.500 kW	18,00 €/kW	99.000 €
maximaal	HS+TS/MS	12 mnd	5.500 kW	1,87 €/kW	123.420 €
maximaal	HS+TS/MS	- mnd	250 kW	1,87 €/kW	- €
verbruik hoog	HS+TS/↑ hoog	-	20.862.500 kWh	- €/kWh	- €
verbruik laag	HS+TS/↓ laag	-	- kWh	- €/kWh	- €
systeemdiensten			26.175.000 kWh	0,0013 €/kWh	34.028 €
<b>leverancier</b>	basistarief	<b>inkoop</b>	20.862.500 kWh	0,0605 €/kWh	<b>1.262.100 €</b>
trf1	0,0800 €/kWh	100% 90%	13.362.500 kWh	0,0720 €/kWh	962.100 €
trf2	0,0800 €/kWh	100% 50%	7.500.000 kWh	0,0400 €/kWh	300.000 €
trf3	0,0400 €/kWh	100% 100%	- kWh	0,0400 €/kWh	- €
trf4	0,0400 €/kWh	100% 100%	- kWh	0,0400 €/kWh	- €
<b>leverancier</b>	basistarief	<b>verkoop</b>	1.250.000 kWh	-0,0680 €/kWh	<b>-85.000 €</b>
trf1	0,0800 €/kWh	85% 100%	-1.250.000 kWh	0,0680 €/kWh	-85.000 €
trf2	0,0800 €/kWh	85% 50%	- kWh	0,0340 €/kWh	- €
trf3	0,0400 €/kWh	85% 100%	- kWh	0,0340 €/kWh	- €
trf4	0,0400 €/kWh	85% 100%	- kWh	0,0340 €/kWh	- €
<b>energiebelasting</b>			20.862.500 kWh	0,0054 €/kWh	<b>113.578 €</b>
- tot	10.000 kWh		10.000 kWh	0,1085 €/kWh	1.085 €
10.000 tot	50.000 kWh		40.000 kWh	0,0398 €/kWh	1.592 €
50.000 tot	10.000.000 kWh		9.950.000 kWh	0,0106 €/kWh	105.470 €
rest			10.862.500 kWh	0,0005 €/kWh	5.431 €
<b>totaal</b>			20.862.500 kWh	0,0743 €/kWh	<b>1.549.937 €</b>

<b>CO2</b>				-	-
vermogen inkoop		8 g/m <sup>2</sup>			400 kg/uur
verbruik inkoop		8,0 kg/m <sup>2</sup>	1.000 uur		400.000 kg
zuiver huur opslag	250 €/ha	12 mnd	1.250,00 €/mnd		1.250 €
zuiver verbruik	0,0900 €/kg	70%	400.000 kg	0,0630 €/kg	25.200 €
<b>totaal</b>			400.000 kg	0,0661 €/kg	<b>26.450 €</b>

<b>WKK 1</b>				-	MW
<b>energie</b>					5.250 uur
aardgas	8,79 kWh/m <sup>3</sup>	356 m <sup>3</sup>	3.125 kWh		1.866.468 m <sup>3</sup>
elektriciteit		1.250 kWh	40,0% Ho		6.562.500 kWh
warmte		1.563 kWh	50,0% Ho		8.203.125 kWh
warmte voor teelt		100%			8.203.125 kWh
CO2		640 kg			3.359.642 kg
CO2 voor teelt		100%			3.359.642 kg
<b>variabele kosten</b>					<b>66.202 €</b>
ondhd wkk	0,007 €/kW	5.250 uur	8,75 €/uur		45.938 €
ondhd rgr	0,002 €/kW	5.250 uur	2,50 €/uur		13.125 €
ureum	#### l/m <sup>3</sup>	15.865 l	0,4500 €/l		7.139 €
<b>totaal</b>			6.562.500 kWh	0,0101 €/kWh	<b>66.202 €</b>

<b>WARMTEPOMP</b>				-	-
<b>energie</b>					3.125 uur
elektriciteit		600 kWh	- Ho		-1.875.000 kWh
warmte		3.000 kWh	5,0 cop		9.375.000 kWh
warmte voor teelt		100%			9.375.000 kWh
koude		2.400 kWh	- cop		7.500.000 kWh
koude voor teelt		100%			7.500.000 kWh
<b>variabele kosten</b>					<b>12.500 €</b>
onderhoud	- €/kW	3.125 uur	4,00 €/uur		12.500 €
<b>totaal</b>			-1.875.000 kWh	-0,0067 €/kWh	<b>12.500 €</b>

<b>KETEL</b>					6.000 Mcal/uur
<b>energie</b>					60 uur
aardgas	9,77 kWh/m <sup>3</sup>	840 m <sup>3</sup>	8.209 kWh		50.416 m <sup>3</sup>
warmte		7.799 kWh	95,0% Hb		467.936 kWh
warmte voor teelt		100%			467.936 kWh
CO2		1.512 kg			90.749 kg
CO2 voor teelt		100%			90.749 kg
<b>variabele kosten</b>					<b>2.500 €</b>
onderhoud		60 uur	41,67 €/uur		2.500 €
<b>totaal</b>			- kWh	- €/kWh	<b>2.500 €</b>

<b>ENERGIE OVERZICHT</b>				50.000 m <sup>2</sup>
<b>aardgas inkoop</b>			<b>38 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>1.916.884 m<sup>3</sup></b>
wkk 1			37 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	1.866.468 m <sup>3</sup>
warmtepomp			- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- m <sup>3</sup>
ketel			1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	50.416 m <sup>3</sup>
overschot			- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- m <sup>3</sup>
<b>elektriciteit behoefte</b>			<b>524 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>26.175.000 kWh</b>
elektriciteit inkoop			417 kWh/m <sup>2</sup>	20.862.500 kWh
elektriciteit verkoop			-25 kWh/m <sup>2</sup>	-1.250.000 kWh
wkk 1			131 kWh/m <sup>2</sup>	6.562.500 kWh
warmtepomp			- kWh/m <sup>2</sup>	kWh
overschot			- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh
<b>warmte behoefte</b>		<b>74 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>724 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>36.197.850 kWh</b>
licht		40 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	393 kWh/m <sup>2</sup>	19.635.000 kWh
warmte verkoop		- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh
wkk 1		17 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	164 kWh/m <sup>2</sup>	8.203.125 kWh
warmtepomp		19 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	188 kWh/m <sup>2</sup>	9.375.000 kWh
ketel		1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	9 kWh/m <sup>2</sup>	467.936 kWh
overschot		3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	30 kWh/m <sup>2</sup>	1.483.211 kWh
<b>koude behoefte</b>			<b>150 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>7.500.000 kWh</b>
wkk 1			-164 kWh/m <sup>2</sup>	-8.203.125 kWh
warmtepomp			150 kWh/m <sup>2</sup>	7.500.000 kWh
ketel			- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh
tekort			164 kWh/m <sup>2</sup>	8.203.125 kWh
<b>CO2-behoefte</b>			<b>45 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>2.250.000 kg</b>
CO2 inkoop			8 kg/m <sup>2</sup>	400.000 kg
ketel			2 kg/m <sup>2</sup>	90.749 kg
overschot			32 kg/m <sup>2</sup>	1.600.391 kg

<b>BESLUIT GLASTUINBOUW</b>			5,00 ha	50.000 m <sup>2</sup>
aardgas	#### GJ/m <sup>3</sup>	1.916.884 m <sup>3</sup>	13.483 GJ/ha	67.417 GJ
elektriciteit inkoop	#### GJ/kWh	20.862.500 kWh	37.553 GJ/ha	187.763 GJ
elektriciteit verkoop	#### GJ/kWh	1.250.000 kWh	2.250 GJ/ha	11.250 GJ
warmte verkoop	#### GJ/kWh	- kWh	- GJ/ha	- GJ
overig	- GJ/kWh	- kWh	- GJ/ha	- GJ
<b>totaal</b>			<b>53.286 GJ/ha</b>	<b>266.429 GJ</b>

<b>CO2-EMISSIE</b>				5,00 ha	50.000 m <sup>2</sup>
CO2 inkoop	- ton/kg	400.000 kg	- ton/ha	- ton	- ton
CO2 verkoop	- ton/kg	- kg	- ton/ha	- ton	- ton
wkk 1	### ton/m <sup>3</sup>	1.866.468 m <sup>3</sup>	672 ton/ha	3.360 ton	3.360 ton
warmtepomp	- ton/kWh	- kWh	- ton/ha	- ton	- ton
ketel	### ton/m <sup>3</sup>	50.416 m <sup>3</sup>	18 ton/ha	91 ton	91 ton
<b>totaal</b>			<b>690 ton/ha</b>	<b>3.450 ton</b>	
gratis emissiehandel		3.450 ton	- ton/ha	- ton	- ton
			15,00 €/ton	51.756 €	

<b>VASTE KOSTEN</b>							50.000 m <sup>2</sup>	
<b>investerings</b>							€/jaar	€/m <sup>2</sup>
			bedrag	afschr	rente	beheer		
aansluiting gas	- m <sup>3</sup> /u	- €/m <sup>3</sup> /u	30.000	10,0%	3,0%	-	3.900	0,08
aansluiting elektr.	10.000 kVA	22 €/kVA	222.000	10,0%	3,0%	-	28.860	0,58
MS/LS-installatie	6.000 kVA	33 €/kVA	200.000	10,0%	3,0%	-	26.000	0,52
wkk 1	1.250 kW	400 €/kW	500.000	10,0%	3,0%	-	65.000	1,30
rookgasreiniging	1.250 kW	160 €/kW	200.000	10,0%	3,0%	-	26.000	0,52
warmtepomp	3.000 kW	125 €/kW	375.000	10,0%	3,0%	-	48.750	0,98
aquifer	- m <sup>3</sup> /u	- €/m <sup>3</sup> /u	900.000	10,0%	3,0%	-	117.000	2,34
FIWIHEX	- kW	- €/kW	750.000	10,0%	3,0%	-	97.500	1,95
extra regeling	- kW	- €/kW	100.000	10,0%	3,0%	-	13.000	0,26
ketel	7.799 kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-
warmteopslag	1.500 m <sup>3</sup>	- €/m <sup>3</sup>	-	10,0%	3,0%	-	-	-
buffer 2	- m <sup>3</sup>	- €/m <sup>3</sup>	-	10,0%	3,0%	-	-	-
Dagbuffer isolatie inst.	- kW	- €/kW	1.075.000	10,0%	3,0%	-	139.750	2,80
totaal investeringen		87,04 €/m <sup>2</sup>	4.352.000	435.200	130.560	-	565.760	11,32
onvoorzien 1	5%		217.600	10,0%	3,0%	-	28.288	0,57
onvoorzien 2	-		-	10,0%	3,0%	-	-	-
<b>totaal</b>		<b>91,39 €/m<sup>2</sup></b>	<b>4.569.600</b>	<b>456.960</b>	<b>137.088</b>	-	<b>594.048</b>	<b>11,88</b>

<b>VARIABLE KOSTEN</b>				50.000 m <sup>2</sup>	
<b>kosten en opbrengsten</b>				€/jaar	€/m <sup>2</sup>
aardgas				519.033	10,38
elektriciteit				1.549.937	31,00
warmte				-	-
CO2				26.450	0,53
wkk 1				66.202	1,32
warmtepomp				12.500	0,25
ketel				2.500	0,05
CO2-emissie	100%			51.756	1,04
<b>totaal</b>				<b>2.228.378</b>	<b>44,57</b>
verbruik				1.911.454	38,23
vermogen				259.190	5,18
vaste bijdragen				5.978	0,12

<b>JAARKOSTEN TOTAAL</b>				50.000 m <sup>2</sup>	
<b>kosten en opbrengsten</b>				€/jaar	€/m <sup>2</sup>
vaste kosten				594.048	11,88
variabele kosten				2.228.378	44,57
<b>totaal</b>				<b>2.822.426</b>	<b>56,45</b>

<b>SUBSIDIE (globale indicatie)</b>	<b>subsidie 1</b>				<b>subsidie 2</b>		50.000 m <sup>2</sup>	
	%	€ invest.	€ subsidie	%	€ invest.	€ subsidie	€/jaar	€/m <sup>2</sup>
investerings								
aansluiting gas	-	-	-	-	-	-	-	-
aansluiting elektr.	14%	222.000	-31.080	-	-	-	-4.040	-0,08
MS/LS-installatie	14%	200.000	-28.000	-	-	-	-3.640	-0,07
wkk 1	14%	500.000	-70.000	-	-	-	-9.100	-0,18
rookgasreiniging	14%	200.000	-28.000	-	-	-	-3.640	-0,07
warmtepomp	40%	375.000	-150.000	-	-	-	-19.500	-0,39
aquifer	40%	900.000	-360.000	-	-	-	-46.800	-0,94
FIWIHEX	40%	750.000	-300.000	-	-	-	-39.000	-0,78
extra regeling	40%	100.000	-40.000	-	-	-	-5.200	-0,10
Dagbuffer isolatie installatie	40%	1.075.000	-430.000	-	-	-	-55.900	-1,12
<b>totaal</b>		4.322.000	-1.437.080				-186.820	-3,74
vaste kosten totaal							407.228	8,14
<b>jaarkosten totaal</b>							<b>2.635.605</b>	<b>52,71</b>

**OPTIE 4: 25% WK KASKOELING ONDERDOOR****50.000 m<sup>2</sup>**

<b>LICHT</b>				
<b>vermogen</b>				5.500 kW
<b>verbruik</b>		4.200 uur		23.100.000 kWh
<b>warmte</b>		85%		19.635.000 kWh
warmte voor teelt		85%		16.689.750 kWh
<b>AARDGAS</b>				
<b>contract</b>				
maximaal vermogen		71 m <sup>3</sup> /ha.uur		356 m <sup>3</sup> /uur
jaarverbruik		25,9 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	3.642 uur	1.294.728 m <sup>3</sup>
wkk	- EB	24,9 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		1.244.312 m <sup>3</sup>
ketel warmte	100% EB	1,0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		50.416 m <sup>3</sup>
<b>netbeheer</b>	Stedin		1.294.728 m <sup>3</sup>	0,0078 €/m <sup>3</sup>
aansluitvergoeding	- GO	- m <sup>3</sup> /u	12 mnd	- €/mnd
vastrecht telemetrie	1 x		12 mnd	60,01 €/mnd
capaciteit telemetrie	1 x GO	356 m <sup>3</sup> /u	356 m <sup>3</sup> /u	22,95 €/m <sup>3</sup> /u
datacollectie	1 x		12 mnd	16,65 €/mnd
<b>leverancier</b>	naam		1.294.728 m <sup>3</sup>	0,2783 €/m <sup>3</sup>
verbruik	0,2500 €/m <sup>3</sup>	100%	1.294.728 m <sup>3</sup>	0,2500 €/m <sup>3</sup>
basislast transport	14,15 22,99	GOS W365	148 m <sup>3</sup> /u	37,14 €/m <sup>3</sup> /u
additioneel transport	18,56 22,99	- korting	208 m <sup>3</sup> /u	41,55 €/m <sup>3</sup> /u
additioneel capaciteit	108,30	- korting	208 m <sup>3</sup> /u	108,30 €/m <sup>3</sup> /u
<b>energiebelasting</b>		<b>tuinbouw</b>	1.294.728 m <sup>3</sup>	0,0009 €/m <sup>3</sup>
- tot	5.000 m <sup>3</sup>		5.000 m <sup>3</sup>	0,0146 €/m <sup>3</sup>
5.000 tot	170.000 m <sup>3</sup>		45.416 m <sup>3</sup>	0,0232 €/m <sup>3</sup>
170.000 tot	1.000.000 m <sup>3</sup>		- m <sup>3</sup>	0,0194 €/m <sup>3</sup>
1.000.000 tot	10.000.000 m <sup>3</sup>		- m <sup>3</sup>	0,0122 €/m <sup>3</sup>
rest			- m <sup>3</sup>	0,0080 €/m <sup>3</sup>
<b>totaal</b>			1.294.728 m <sup>3</sup>	0,2869 €/m <sup>3</sup>

<b>ELEKTRICITEIT</b>				
<b>contract</b>				10.000 kVA
vermogen inkoop			110 W/m <sup>2</sup>	5.500 kW
verbruik inkoop			461,0 kWh/m <sup>2</sup>	23.050.000 kWh
trf1	hoog	67%	311,0 kWh/m <sup>2</sup>	15.550.000 kWh
trf2	hoog	33%	150,0 kWh/m <sup>2</sup>	7.500.000 kWh
vermogen verkoop			20 W/m <sup>2</sup>	1.000 kW
verbruik verkoop			25,0 kWh/m <sup>2</sup>	1.250.000 kWh
trf1	100%		25,0 kWh/m <sup>2</sup>	1.250.000 kWh
<b>netbeheer</b>	Stedin		23.050.000 kWh	0,0112 €/kWh
vastrecht	HS+TS/MS		12 mnd	230,00 €/mnd
per. aansluitvrgdng	1 x	#### kVA	12 mnd	4,30 €/mnd
contract	HS+TS/MS		5.500 kW	18,00 €/kW
maximaal	HS+TS/MS	12 mnd	5.500 kW	1,87 €/kW
maximaal	HS+TS/MS	- mnd	250 kW	1,87 €/kW
verbruik hoog	HS+TS/↑ hoog	-	23.050.000 kWh	- €/kWh
verbruik laag	HS+TS/↓ laag	-	- kWh	- €/kWh
systeemdiensten			26.175.000 kWh	0,0013 €/kWh
<b>leverancier</b>	basistarief	<b>inkoop</b>	23.050.000 kWh	0,0616 €/kWh
trf1	0,0800 €/kWh	100% 90%	15.550.000 kWh	0,0720 €/kWh
trf2	0,0800 €/kWh	100% 50%	7.500.000 kWh	0,0400 €/kWh
trf3	0,0400 €/kWh	100% 100%	- kWh	0,0400 €/kWh
trf4	0,0400 €/kWh	100% 100%	- kWh	0,0400 €/kWh
<b>leverancier</b>	basistarief	<b>verkoop</b>	1.250.000 kWh	-0,0680 €/kWh
trf1	0,0800 €/kWh	85% 100%	-1.250.000 kWh	0,0680 €/kWh
trf2	0,0800 €/kWh	85% 50%	- kWh	0,0340 €/kWh
trf3	0,0400 €/kWh	85% 100%	- kWh	0,0340 €/kWh
trf4	0,0400 €/kWh	85% 100%	- kWh	0,0340 €/kWh
<b>energiebelasting</b>			23.050.000 kWh	0,0050 €/kWh
- tot	10.000 kWh		10.000 kWh	0,1085 €/kWh
10.000 tot	50.000 kWh		40.000 kWh	0,0398 €/kWh
50.000 tot	10.000.000 kWh		9.950.000 kWh	0,0106 €/kWh
rest			13.050.000 kWh	0,0005 €/kWh
<b>totaal</b>			23.050.000 kWh	0,0741 €/kWh



<b>CO2</b>				-	-
vermogen inkoop		8 g/m <sup>2</sup>			400 kg/uur
verbruik inkoop		8,0 kg/m <sup>2</sup>	1.000 uur		400.000 kg
zuiver huur opslag	250 €/ha	12 mnd	1.250,00 €/mnd		1.250 €
zuiver verbruik	0,0900 €/kg	70%	400.000 kg	0,0630 €/kg	25.200 €
<b>totaal</b>			400.000 kg	0,0661 €/kg	<b>26.450 €</b>

<b>WKK 1</b>				-	MW
<b>energie</b>					3.500 uur
aardgas	8,79 kWh/m <sup>3</sup>	356 m <sup>3</sup>	3.125 kWh		1.244.312 m <sup>3</sup>
elektriciteit		1.250 kWh	40,0% Ho		4.375.000 kWh
warmte		1.563 kWh	50,0% Ho		5.468.750 kWh
warmte voor teelt		100%			5.468.750 kWh
CO2		640 kg			2.239.761 kg
CO2 voor teelt		100%			2.239.761 kg
<b>variabele kosten</b>					<b>44.134 €</b>
ondhd wkk	0,007 €/kW	3.500 uur	8,75 €/uur		30.625 €
ondhd rgr	0,002 €/kW	3.500 uur	2,50 €/uur		8.750 €
ureum	#### l/m <sup>3</sup>	10.577 l	0,4500 €/l		4.759 €
<b>totaal</b>			4.375.000 kWh	0,0101 €/kWh	<b>44.134 €</b>

<b>WARMTEPOMP</b>				-	-
<b>energie</b>					3.125 uur
elektriciteit		600 kWh	- Ho		-1.875.000 kWh
warmte		3.000 kWh	5,0 cop		9.375.000 kWh
warmte voor teelt		100%			9.375.000 kWh
koude		2.400 kWh	- cop		7.500.000 kWh
koude voor teelt		100%			7.500.000 kWh
<b>variabele kosten</b>					<b>12.500 €</b>
onderhoud	- €/kW	3.125 uur	4,00 €/uur		12.500 €
<b>totaal</b>			-1.875.000 kWh	-0,0067 €/kWh	<b>12.500 €</b>

<b>KETEL</b>				6.000 Mcal/uur	-
<b>energie</b>					60 uur
aardgas	9,77 kWh/m <sup>3</sup>	840 m <sup>3</sup>	8.209 kWh		50.416 m <sup>3</sup>
warmte		7.799 kWh	95,0% Hb		467.936 kWh
warmte voor teelt		100%			467.936 kWh
CO2		1.512 kg			90.749 kg
CO2 voor teelt		100%			90.749 kg
<b>variabele kosten</b>					<b>2.500 €</b>
onderhoud		60 uur	41,67 €/uur		2.500 €
<b>totaal</b>			- kWh	- €/kWh	<b>2.500 €</b>

<b>ENERGIE OVERZICHT</b>			50.000 m <sup>2</sup>	50.000 m <sup>2</sup>
<b>aardgas inkoop</b>		<b>26 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>1.294.728 m<sup>3</sup></b>	
wkk 1		25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	1.244.312 m <sup>3</sup>	
warmtepomp		- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- m <sup>3</sup>	
ketel		1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	50.416 m <sup>3</sup>	
overschot		- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- m <sup>3</sup>	
<b>elektriciteit behoefte</b>		<b>524 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>26.175.000 kWh</b>	
elektriciteit inkoop		461 kWh/m <sup>2</sup>	23.050.000 kWh	
elektriciteit verkoop		-25 kWh/m <sup>2</sup>	-1.250.000 kWh	
wkk 1		88 kWh/m <sup>2</sup>	4.375.000 kWh	
warmtepomp		- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh	
overschot		- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh	
<b>warmte behoefte</b>	<b>65 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>631 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>31.557.100 kWh</b>	
licht	40 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	393 kWh/m <sup>2</sup>	19.635.000 kWh	
warmte verkoop	- m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh	
wkk 1	11 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	109 kWh/m <sup>2</sup>	5.468.750 kWh	
warmtepomp	19 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	188 kWh/m <sup>2</sup>	9.375.000 kWh	
ketel	1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	9 kWh/m <sup>2</sup>	467.936 kWh	
overschot	7 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	68 kWh/m <sup>2</sup>	3.389.586 kWh	
<b>koude behoefte</b>		<b>150 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>7.500.000 kWh</b>	
wkk 1		-109 kWh/m <sup>2</sup>	-5.468.750 kWh	
warmtepomp		150 kWh/m <sup>2</sup>	7.500.000 kWh	
ketel		- kWh/m <sup>2</sup>	- kWh	
tekort		109 kWh/m <sup>2</sup>	5.468.750 kWh	
<b>CO2-behoefte</b>		<b>45 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>2.250.000 kg</b>	
CO2 inkoop		8 kg/m <sup>2</sup>	400.000 kg	
ketel		2 kg/m <sup>2</sup>	90.749 kg	
overschot		10 kg/m <sup>2</sup>	480.510 kg	

<b>BESLUIT GLASTUINBOUW</b>			5,00 ha	50.000 m <sup>2</sup>
aardgas	#### GJ/m <sup>3</sup>	1.294.728 m <sup>3</sup>	9.107 GJ/ha	45.536 GJ
elektriciteit inkoop	#### GJ/kWh	23.050.000 kWh	41.490 GJ/ha	207.450 GJ
elektriciteit verkoop	#### GJ/kWh	1.250.000 kWh	2.250 GJ/ha	11.250 GJ
warmte verkoop	#### GJ/kWh	- kWh	- GJ/ha	- GJ
overig	- GJ/kWh	- kWh	- GJ/ha	- GJ
<b>totaal</b>			<b>52.847 GJ/ha</b>	<b>264.236 GJ</b>

<b>CO2-EMISSIE</b>				5,00 ha	50.000 m <sup>2</sup>
CO2 inkoop	- ton/kg	400.000 kg	- ton/ha	- ton	- ton
CO2 verkoop	- ton/kg	- kg	- ton/ha	- ton	- ton
wkk 1	### ton/m <sup>3</sup>	1.244.312 m <sup>3</sup>	448 ton/ha	2.240 ton	2.240 ton
warmtepomp	- ton/kWh	593.750 kWh	- ton/ha	- ton	- ton
ketel	### ton/m <sup>3</sup>	50.416 m <sup>3</sup>	18 ton/ha	91 ton	91 ton
<b>totaal</b>			<b>466 ton/ha</b>	<b>2.331 ton</b>	
gratis emissiehandel		2.331 ton	- ton/ha	- ton	- ton
			15,00 €/ton		34.958 €

<b>VASTE KOSTEN</b>							50.000 m <sup>2</sup>	
<b>investeringen</b>			bedrag	afschr	rente	beheer	€/jaar	€/m <sup>2</sup>
aansluiting gas	- m <sup>3</sup> /u	- €/m <sup>3</sup> /u	30.000	10,0%	3,0%	-	3.900	0,08
aansluiting elektr.	10.000 kVA	22 €/kVA	222.000	10,0%	3,0%	-	28.860	0,58
MS/LS-installatie	6.000 kVA	33 €/kVA	200.000	10,0%	3,0%	-	26.000	0,52
wkk 1	1.250 kW	400 €/kW	500.000	10,0%	3,0%	-	65.000	1,30
rookgasreiniging	1.250 kW	160 €/kW	200.000	10,0%	3,0%	-	26.000	0,52
warmtepomp	3.000 kW	125 €/kW	375.000	10,0%	3,0%	-	48.750	0,98
aquifer	- m <sup>3</sup> /u	- €/m <sup>3</sup> /u	900.000	10,0%	3,0%	-	117.000	2,34
FIWIHIX	- kW	- €/kW	750.000	10,0%	3,0%	-	97.500	1,95
extra regeling	- kW	- €/kW	100.000	10,0%	3,0%	-	13.000	0,26
ketel	7.799 kW	- €/kW	-	10,0%	3,0%	-	-	-
warmteopslag	1.500 m <sup>3</sup>	- €/m <sup>3</sup>	-	10,0%	3,0%	-	-	-
buffer 2	- m <sup>3</sup>	- €/m <sup>3</sup>	-	10,0%	3,0%	-	-	-
Dagbuffer isolatie inst.	- kW	- €/kW	1.075.000	10,0%	3,0%	-	139.750	2,80
totaal investeringen		87,04 €/m <sup>2</sup>	4.352.000	435.200	130.560	-	565.760	11,32
onvoorzien 1	5%		217.600	10,0%	3,0%	-	28.288	0,57
onvoorzien 2	-		-	10,0%	3,0%	-	-	-
<b>totaal</b>		<b>91,39 €/m<sup>2</sup></b>	<b>4.569.600</b>	<b>456.960</b>	<b>137.088</b>	-	<b>594.048</b>	<b>11,88</b>

<b>VARIABLE KOSTEN</b>				50.000 m <sup>2</sup>	
<b>kosten en opbrengsten</b>				€/jaar	€/m <sup>2</sup>
aardgas				371.499	7,43
elektriciteit				1.708.531	34,17
warmte				-	-
CO2				26.450	0,53
wkk 1				44.134	0,88
warmtepomp				12.500	0,25
ketel				2.500	0,05
CO2-emissie	100%			34.958	0,70
<b>totaal</b>				<b>2.200.572</b>	<b>44,01</b>
verbruik				1.892.442	37,85
vermogen				267.195	5,34
vaste bijdragen				5.978	0,12

<b>JAARKOSTEN TOTAAL</b>			50.000 m <sup>2</sup>	
<b>kosten en opbrengsten</b>			€/jaar	€/m <sup>2</sup>
vaste kosten			594.048	11,88
variabele kosten			2.200.572	44,01
<b>totaal</b>			<b>2.794.620</b>	<b>55,89</b>

<b>SUBSIDIE (globale indicatie)</b>	<b>subsidie 1</b>		<b>subsidie 2</b>		50.000 m <sup>2</sup>	
<b>investering</b>	%	€ invest.	€ subsidie	%	€ invest.	€ subsidie
aansluiting gas	-	-	-	-	-	-
aansluiting elektr.	14%	222.000	-31.080	-	-	-
MS/LS-installatie	14%	200.000	-28.000	-	-	-
wkk 1	14%	500.000	-70.000	-	-	-
rookgasreiniging	14%	200.000	-28.000	-	-	-
warmtepomp	40%	375.000	-150.000	-	-	-
aquifer	40%	900.000	-360.000	-	-	-
FIWIHIX	40%	750.000	-300.000	-	-	-
extra regeling	40%	100.000	-40.000	-	-	-
Dagbuffer isolatie installatie	40%	1.075.000	-430.000	-	-	-
<b>totaal</b>		4.322.000	-1.437.080			
vaste kosten totaal						-186.820
						407.228
<b>jaarkosten totaal</b>						<b>2.607.800</b>
						<b>52,16</b>

<b>samenvatting</b>		<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
omschrijving		50% warmtekracht	100% warmtekracht	25 % WK kaskoeling bovenlans	25% WK kaskoeling onderdoor
oppervlakte	m <sup>2</sup>	50.000	50.000	50.000	50.000

<b>parameters</b>		<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
aardgas	100% €/m <sup>3</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
elektriciteit	100% €/kWh	0,0521	0,0640	0,0605	0,0616
CO2	- €/kg	0,0630	0,0630	0,0630	0,0630
CO2-emissie	100% €/ton	-	-	-	-

<b>financieel</b>		<b>basis</b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
investering	€		1.630.650	2.910.600	4.569.600	4.569.600
jaarkosten	€		2.406.943	2.598.295	2.822.426	2.794.620
jaarkosten	€/m <sup>2</sup>		48,14	51,97	56,45	55,89
rentekosten	€		48.919,50	87.318,00	137.088,00	137.088,00
rentekosten	€/m <sup>2</sup>		0,98	1,75	2,74	2,74
variabele kosten	€		2.194.959	2.219.917	2.228.378	2.200.572
variabele kosten	€/m <sup>2</sup>		43,90	44,40	44,57	44,01
vergelijk met optie		1	1	1	1	1
Δ investering	€		-	1.279.950	2.938.950	2.938.950
Δ rentekosten	€		-	38.399	88.169	88.169
Δ variabele kosten	€		-	-24.958	-33.419	-5.613
Δ jaarkosten	€		-	-191.351	-415.482	-387.677
Δ jaarkosten	€/m <sup>2</sup>		-	-3,83	-8,31	-7,75
terugverdientijd +rente jaar			-	95,2	53,7	35,6
terugverdientijd -rente jaar			-	-51,3	-87,9	-523,6

<b>financieel</b>		<b>subsidie</b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
investering	€		1.417.430	2.529.520	3.132.520	3.132.520
jaarkosten	€		2.379.225	2.548.754	2.635.605	2.607.800
jaarkosten	€/m <sup>2</sup>		47,58	50,98	52,71	52,16
variabele kosten	€		2.194.959	2.219.917	2.228.378	2.200.572
variabele kosten	€/m <sup>2</sup>		43,90	44,40	44,57	44,01
vergelijk met optie			1	1	1	1
Δ investering	€		-	1.112.090	1.715.090	1.715.090
Δ variabele kosten	€		-	-24.958	-33.419	-5.613
Δ jaarkosten	€		-	-169.529	-256.381	-228.575
Δ jaarkosten	€/m <sup>2</sup>		-	-3,39	-5,13	-4,57
terugverdientijd	jaar		-	-44,6	-51,3	-305,6

<b>variabele kosten</b>		<b>€/m<sup>2</sup></b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
verbruik	€/m <sup>2</sup>		37,54	36,88	38,23	37,85
vermogen	€/m <sup>2</sup>		4,02	3,35	5,18	5,34
vaste bijdragen	€/m <sup>2</sup>		0,11	0,13	0,12	0,12

<b>CO2-emissie</b>		<b>ton/ha</b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
CO2 inkoop	ton/ha		-	-	-	-
wkk 1	ton/ha		1.459	2.675	672	448
ketel	ton/ha		18	18	18	18
totaal	ton/ha		1.477	2.693	690	466

<b>aardgas inkoop</b>		<b>m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
wkk 1	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		81	149	37	25
ketel	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		1	1	1	1
totaal	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		82	150	38	26

<b>elektriciteit</b>		<b>kWh/m</b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
behoefte	kWh/m		470	470	524	524
elektriciteit inkoop	kWh/m		215	15	417	461
elektriciteit verkoop	kWh/m		-45	-95	-25	-25
wkk 1	kWh/m		300	550	131	88

<b>warmte</b>		<b>kWh/m</b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
behoefte	kWh/m		770	770	724	631
licht	kWh/m		393	393	393	393
warmte verkoop	kWh/m		-	-229	-	-
wkk 1	kWh/m		370	678	164	109
warmtepomp	kWh/m		-	-	188	188
ketel	kWh/m		9	9	9	9
overschot	kWh/m		1	81	30	68

<b>CO2</b>		<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>optie 1</b>	<b>optie 2</b>	<b>optie 3</b>	<b>optie 4</b>
behoefte	kg/m <sup>2</sup>		116	116	45	45
CO2 inkoop	kg/m <sup>2</sup>		48	48	8	8
CO2 verkoop	kg/m <sup>2</sup>		-	-	-	-
wkk 1	kg/m <sup>2</sup>		154	282	67	45
wkk 2	kg/m <sup>2</sup>		-	-	-	-
warmtepomp	kg/m <sup>2</sup>		-	-	-	-
installatie 4	kg/m <sup>2</sup>		-	-	-	-
ketel	kg/m <sup>2</sup>		2	2	2	2
overschot	kg/m <sup>2</sup>		87	215	32	10