

CO₂, vocht, warmte en koude in geconditioneerde kassen

H.F. (Feije) de Zwart (Wageningen UR Glastuinbouw)

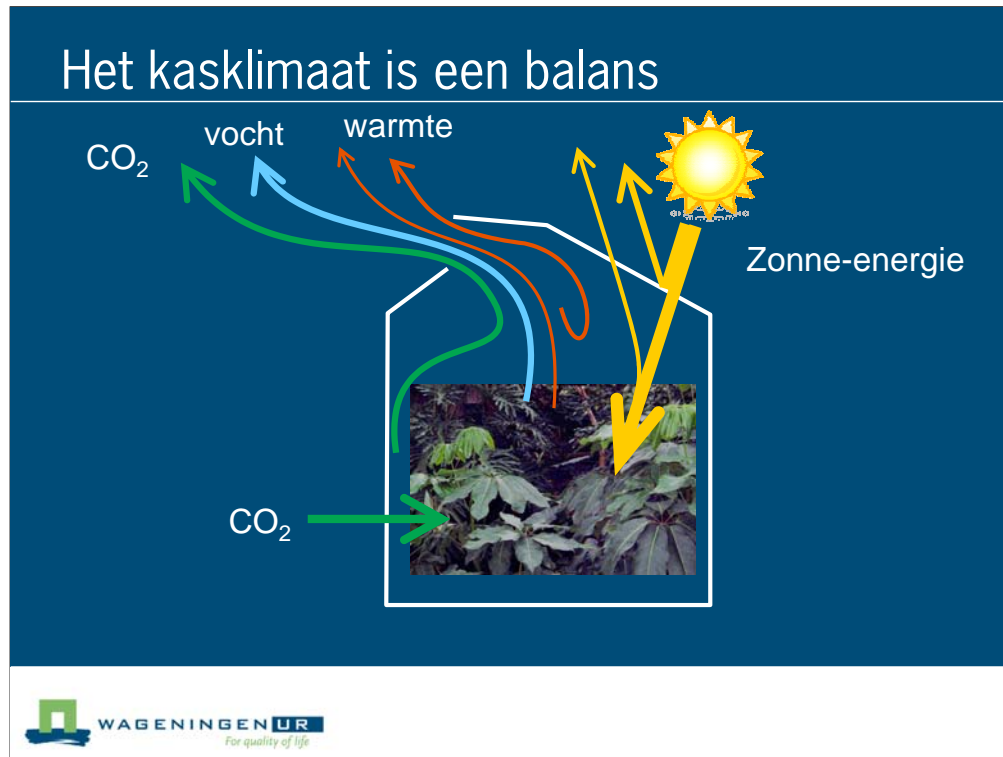


Goede middag,

Ik ben Feije de Zwart en ik werk al ruim 15 jaar op het gebied van simulatiemodellen voor kasklimaat en energie.

Modellen zijn een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Ze zijn daardoor nooit perfect, maar helpen ons wel om te begrijpen wat wij in kassen zien gebeuren. En als we begrijpen wat er gebeurt en waarom kunnen we met modellen ook voorspellen wat er gaat gebeuren.

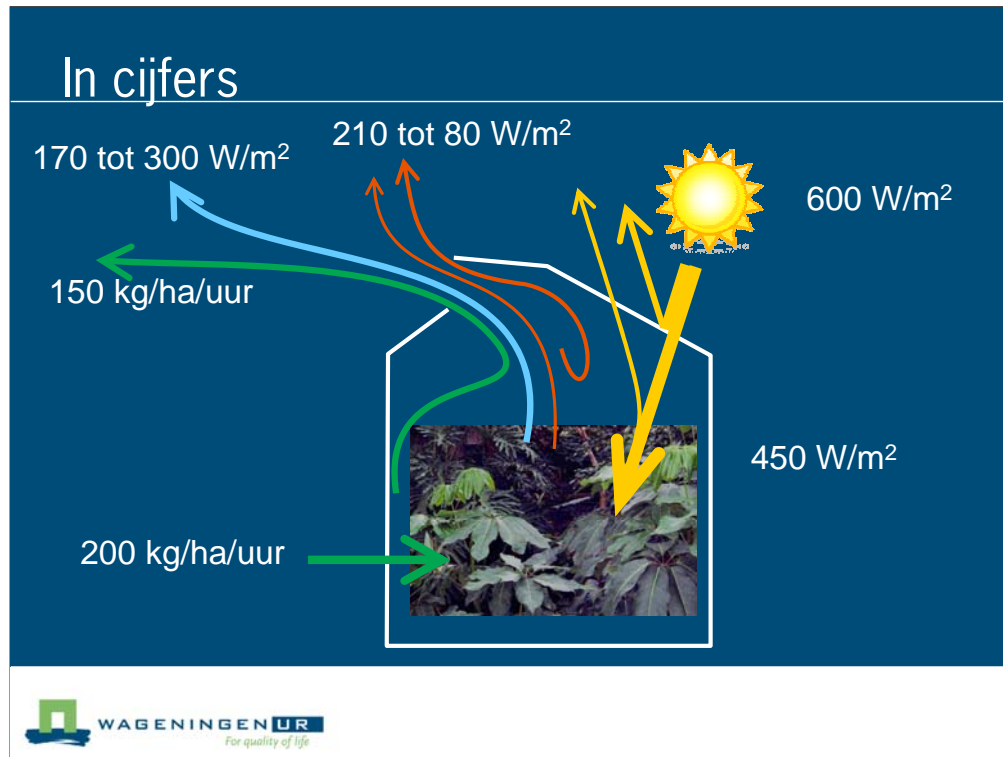
Voor de gelegenheid van deze middag heb ik een heel eenvoudig model gemaakt van de energiestromen in de kas op een zonnige dag



Op zo'n zonnige dag komt alle warmte van de zon en bijna al die warmte moet ook weer direct worden afgevoerd. Een beetje van de zonne-energie gaat zitten in de opwarming van de bodem en constructie-elementen (deze warmte wordt weer aan de kas teruggegeven als die afkoelt).

De zonne-energie wordt voor een deel door het kasdek gereflecteerd. Hierdoor is de stralings-energie die de kas in komt ongeveer 75% van de straling buiten.

Vervolgens wordt van de straling die binnenkomt ongeveer 75% door het gewas geabsorbeerd. Ongeveer 10% van de straling die binnenkomt wordt door de bodem en andere constructie-elementen opgenomen en de overige 15% wordt gereflecteerd en verlaat de kas dus in de vorm van licht.

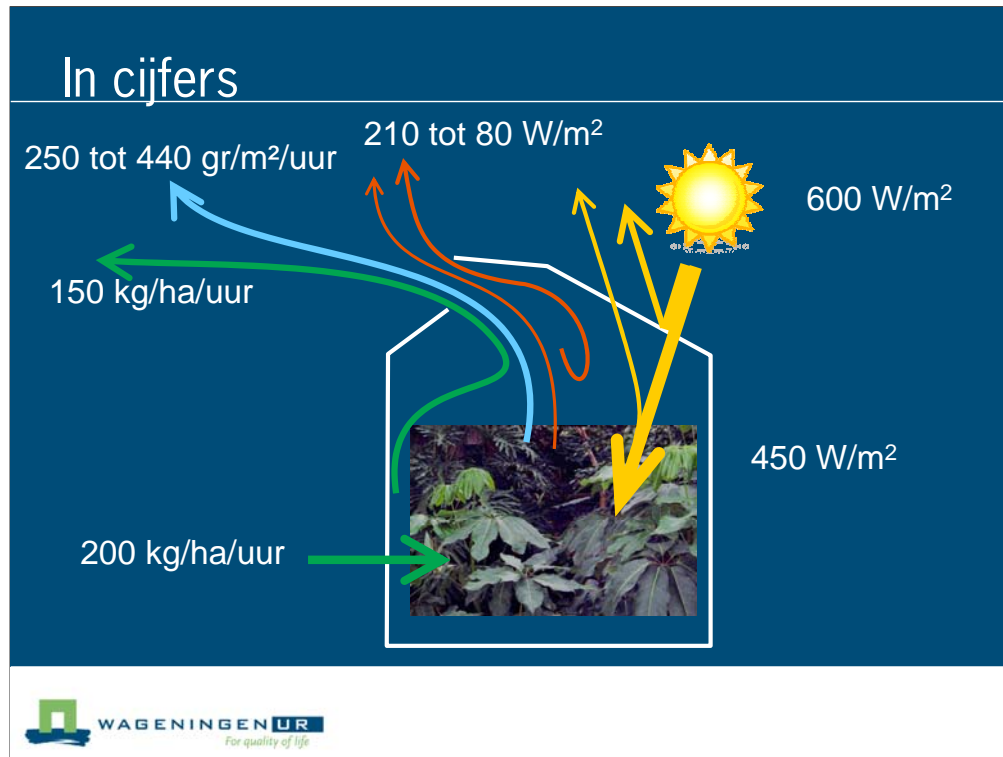


Als we wat cijfers voor een mooie zonnige dag met 600 W/m² straling invullen dan betekent dit dat er 450 W/m² licht in de kas komt waarvan 337 W/m² door het gewas wordt geabsorbeerd. De energie die door het gewas wordt geabsorbeerd wordt omgezet in verdamping en in voelbare warmte. Hoeveel % in verdamping wordt omgezet hangt helemaal af van de eigenschappen van de plant en van eventuele stress-situaties.

Goed verdampende gewassen zoals tomaat en komkommer zetten bijna alle geabsorbeerde straling om in vocht. Dat noemen we **Latente warmte** en die wordt dan ook in W/m² uitgedrukt.

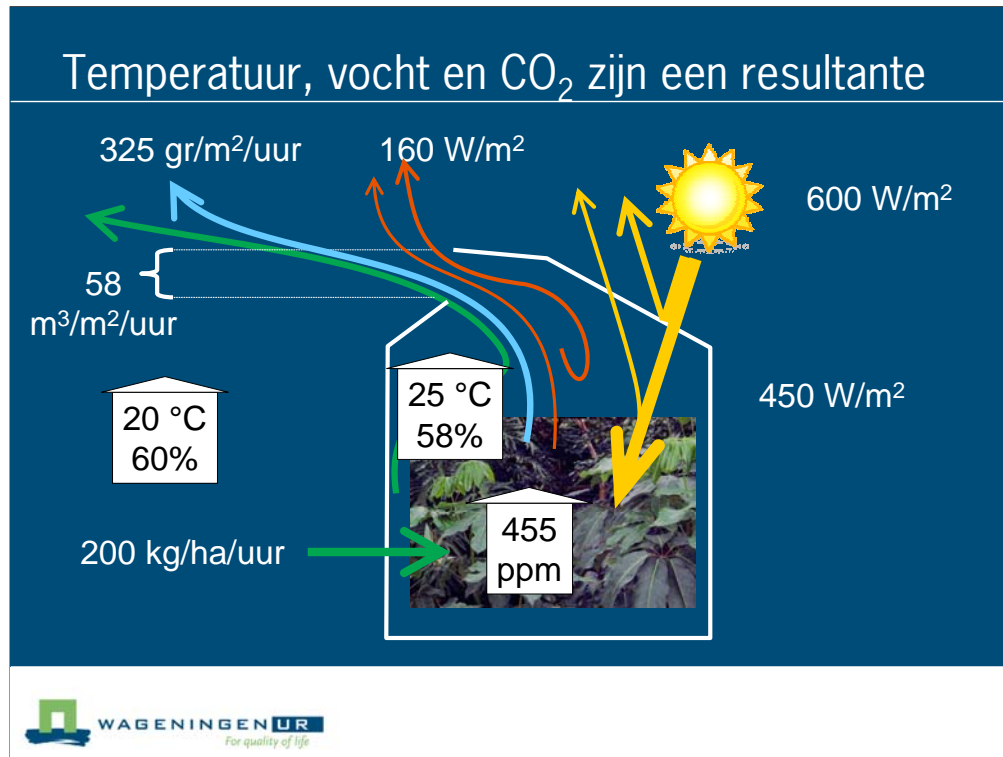
Minder goed verdampende gewassen zetten bijvoorbeeld maar de helft om in vocht en moeten dus veel warmte in de vorm van **Voelbare warmte** afgeven. Als een plant veel voelbare warmte moet afgeven (dus weinig verdampt) komt de bladtemperatuur (fors) boven de omgevingstemperatuur te liggen. (een vuistgetal voor de voelbare warmte-afgifte van een gewas is 50 W/°C).

In het plaatje is ook de CO₂ balans opgenomen. Hieruit kun je flezen dat bij een dosering van 200 kg/ha/uur het overgrote deel via de ramen verdwijnt. De gewasopname ligt bij een mooie zonnige dag namelijk in de orde van 50 kg/ha/uur.



De latente warmte-afvoer (uitgedrukt in W/m²) kun je omrekenen naar gewasverdamping (uitgedrukt in gram/m²/uur) door het getal te vermenigvuldigen met 3600 (het aantal secondes in een uur en het te delen door 2450 (het aantal Joules dat nodig is voor de verdamping van een gram een water).

Dit betekent dat, afhankelijk van de verdampingscapaciteit van het gewas, de verdamping bij een stralingsintensiteit van 600 W/m² ergens tussen de 250 en 440 gr/m²/uur zal bedragen.



De consequentie van dit alles is dat op een zomerase dag de kasluchttemperatuur een resultante is van de omgevingscondities en de raamstand.

Als je het raam verder opent zal de temperatuur en de RV dalen en als je de luchting knijpt gebeurt het omgekeerde.

Wat er uiteindelijk precies gebeurt hangt af van de gewas-eigenschappen en van de instelling van ventilatietemperatuur en P-band.

Bedankt voor uw aandacht



Om al deze relaties inzichtelijk te maken is er een simulatiemodel gemaakt dat de effecten van de verschillende componenten laat zien en dat ook het effect van verneveling laat zien.

Dit simulatiemodel is uitgebreid besproken maar is dusdanig dynamisch dat die niet in een papieren presentatie kan worden verwerkt.

Een interessante conclusie was evenwel dat het gebruik van verneveling, als manier om de energie-afvoer per m³ uitgewisselde lucht te vergroten tot een meer-opbrengst van zo'n 1.5% bij hoog-verdampende gewassen kan leiden en tot een meer-opbrengst van 4 of 5% bij laag verdampende gewassen.