

Rapport 5.1 - Komkommer

Energlik 2025 - Botany

Auteurs: Conny Vervoort en Kris Welles



Disclaimer: Dit document mag niet verder verspreid worden zonder toestemming vanuit het Energlik-consortium.
De leden van het projectconsortium kunnen niet verantwoordelijk gesteld worden voor eventuele schade.

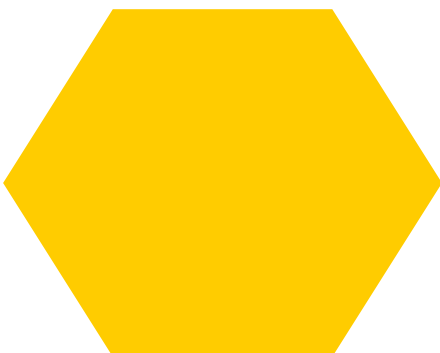
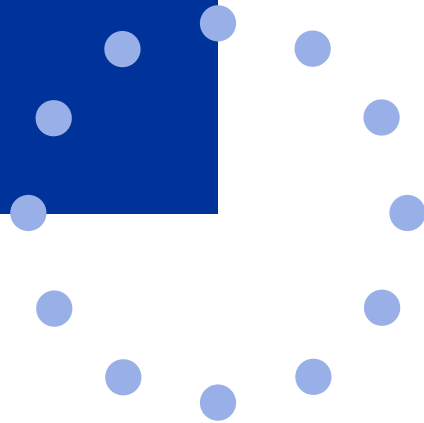
**Hoog
mikken voor
de lage landen!**

grensregio.eu

Inhoud

1. Introductie	3
1.1 Energlik	4
1.2 Doelstelling taak 5.1.....	4
1.3 Proefopzet.....	5
1.3.1Teelt.....	5
1.3.2Schermkeuze	5
1.3.3Actieve ontvochtiging	7
1.3.4Klimaatsturing	7
1.4 Demonstratie.....	8
2. Resultaten energie en klimaat	11
3. Resultaten teelt	13
3.1 Productie en opbrengst.....	14
3.2 Gewasstand	16
3.3 Assimilatenbalans	17
3.4 Kwaliteit.....	18

1. Introductie



1.1 Energlik

In kader van de energiecrisis van 2022 en de klimaatdoelstellingen van 2030 staan vele telers voor een uitdaging. Hoe kan je op een energiezuinige manier rendabel blijven telen? In het Interreg Vlaanderen-Nederland project Energlik slaan tal van partners de handen in elkaar om de glastuinbouwsector hierin te ondersteunen. Er wordt gericht op vier innovatieve technologieën voortbouwend op het GLITCH-innovatie-project. Meer informatie over Energlik wordt weergegeven in Tabel 1, alsook op de projectwebsite. Tijdens het driejarige project zal Botany instaan voor het praktijkonderzoek in komkommer.

Tabel 1: samenvatting projectinformatie

Projectfinanciering Cofinanciering	Interreg Vlaanderen-Nederland Botany BV
Projectduur	01/03/2023 - 28/02/2026
Projectpartners	Proefcentrum Hoogstraten als coördinator Proefstation voor de Groenteteelt, Thomas More, UGent, Universiteit Maastricht, EV-ILVO, Plant Lighting B.V., Tomerel, Botany BV, Maurice Kassenbouw en Wageningen Research
Innovaties	1. CO ₂ captatie 2. Energiebalancerende schermen 3. Actieve ontvochtiging 4. Sensor voor detectie schimmelsporen
Teelten	Paprika, komkommer en tomaat
Website	https://interregvlandeu/energlik/nieuws-events

1.2 Doelstelling taak 5.1

In dit onderdeel van het project worden de vier verschillende innovaties gecombineerd, gevalideerd en gedemonstreerd op de praktijkcentra voor de drie teelten paprika, komkommer en tomaat. De vier innovatiepistes werden als volgt opgenomen in de teeltproef:

- **Energiebalancerende schermen:** In het project werken UGent en WUR samen met meerdere schermfabrikanten om nieuwe materialen te evalueren. Op basis van de analyses en in samenwerking met de technische werkgroep, selecteerde het consortium de geschikte combinatie voor de proef.
- **Ontvochtigingssysteem:** In dit project is een prototype van een warmtepompontvochtiger van Maurice Kassenbouw getest. Door te analyseren hoeveel warmte dit systeem kan produceren, kan worden vastgesteld of het theoretisch haalbaar is om de kas volledig elektrisch te verwarmen.
- **Efficiënte CO₂-dosering:** PlantLighting analyseerde de assimilatenbalans om de efficiëntie doorheen de teelt op te volgen.
- **Sensor voor sporendetectie:** Binnen deze taak werd initieel voorzien om prototypes te testen die het verloop van de sporenconcentratie opvolgen in de teelt om met deze gegevens de ventilatie te optimaliseren. De sensor voor *Didymella bryoniae* kon echter niet tijdig ontwikkeld worden om deze in de teelt in te zetten.



1.3 Proefopzet

1.3.1 Teelt

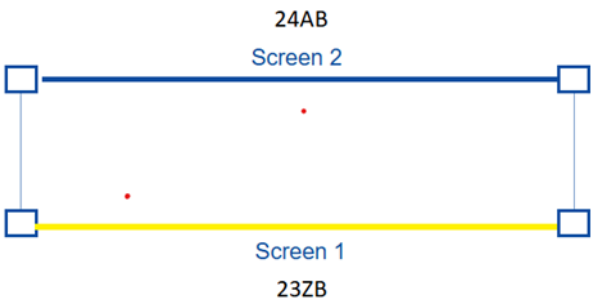
Deze zomerteelt komkommer heeft plaatsgevonden in een nieuwe Venlo-kas afdeling van 520 m² bij Botany die beschikte over negen teeltgoten. De komkommerplanten zijn opgekweekt bij een externe kweker en geplant op 23 april 2025. De teelt is beëindigd op 30 augustus 2025. Er zijn vijf rassen gebruikt, waarbij Dee Viate het hoofdras was, waar klimaat en watergift op werd afgestemd. De plantdichtheid voor alle rassen was 2,5 plant/m². Om hoge temperaturen en hoge instraling zoveel mogelijk te weren in de zomerperiode, is bij aanvang van de teelt een coating op het kasdek aangebracht (Redufuse IR, 14 emmers/ha).

1.3.2 Schermkeuze

Om zoveel mogelijk energie te besparen, werd er zoveel mogelijk geschermd op de momenten dat de omstandigheden het toelieten. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een energiescherm (24AB) en een verduisteringsscherm (23ZB). Het energiescherm zat op het bovenste dradenbed en het verduisteringsscherm op het onderste dradenbed. De specificaties van deze schermen staan weergegeven in Tabel 1. Het energiescherm ging open bij een straling van 100 W/m² en dicht bij hoge instraling van 800 – 850 W/m². De gerealiseerde schermstanden staan weergegeven in Figuur 1. Deze figuur laat de verschillen zien in schermstrategie tussen voorjaar, zomer en najaar: in het voor- en najaar (week 20 en week 34) is te zien dat er meer gebruik gemaakt wordt van het energiescherm aan het begin en einde van de dag. In een zomerweek (week 27) is dit veel minder het geval om ervoor te zorgen dat de etmaaltemperaturen niet te hoog oplopen. Verder wordt in de zomerweek helemaal geen gebruik gemaakt van het nachtscherm (ook nu weer om ervoor te zorgen dat de kas in de nacht voldoende kan afkoelen). In het voorjaar en najaar is het nachtscherm wel ingezet gedurende de nacht. In Tabel 2 staat het gemiddeld aantal schermuren per dag weergegeven voor beide schermen.

Tabel 1: Specificaties schermen

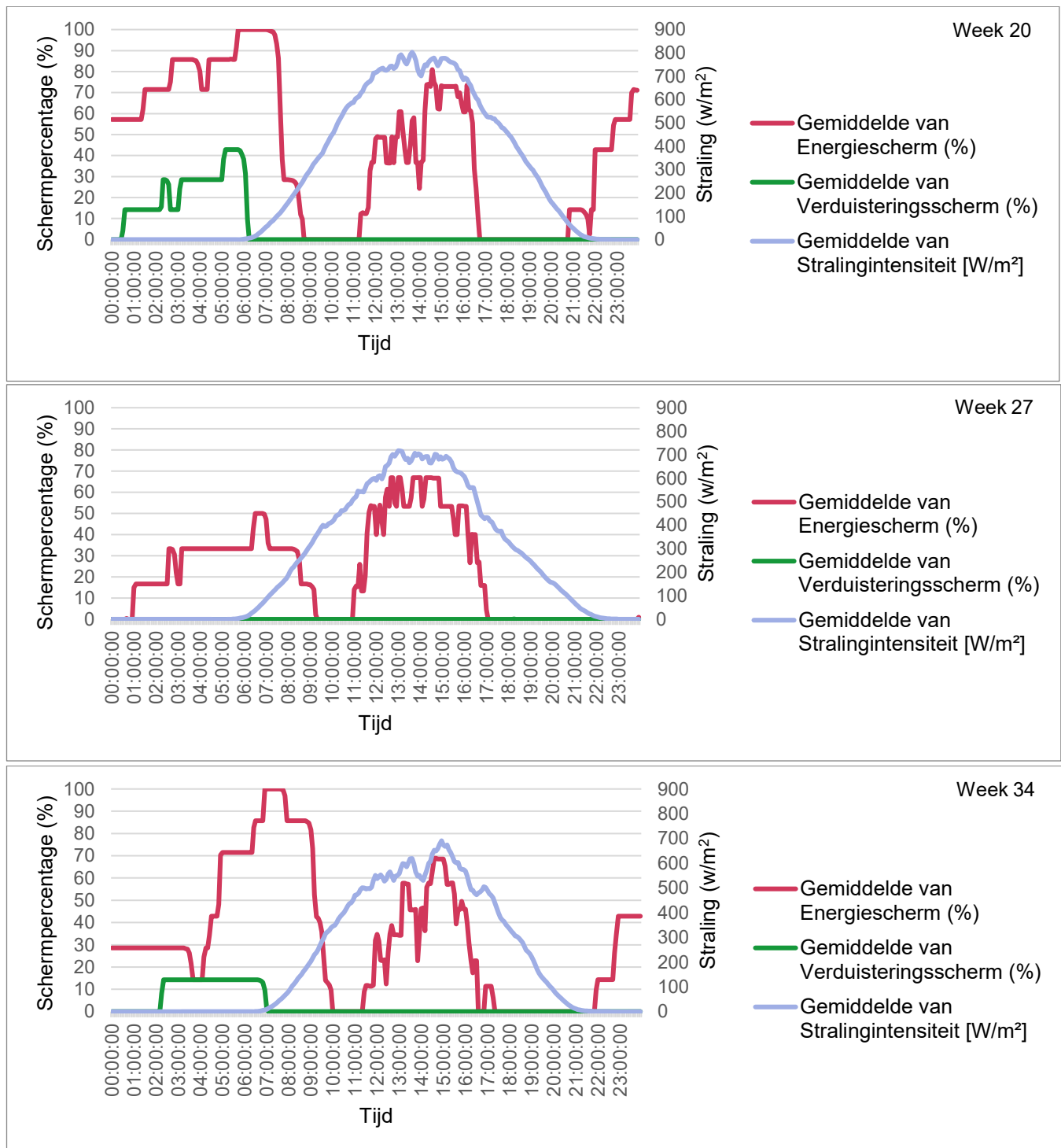
Schermtype	Specificaties
23 ZB Nachtscherm (Phormium)	67% reflectie 3% transmissie 30% emissie
24 AB Dagscherm (Phormium)	71% lichttransmissie 21% reflectie 46% transmissie 33% emissie



Tabel 2: Gemiddeld aantal schermuren per dag

Week	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Dagscherm	20.0	12.7	11.7	11.2	9.8	7.4	9.1	8.3	10	3.2
Nachtscherm	3.2	1.6	4.7	1.5	3.8	0.4	0.6	0.2	0.8	0
Week	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Dagscherm	9.9	10.3	5.6	5.8	6.2	8.7	3.7	8.7	8.3	
Nachtscherm	0.9	0	0	0	0	0	0	0.7	0.6	





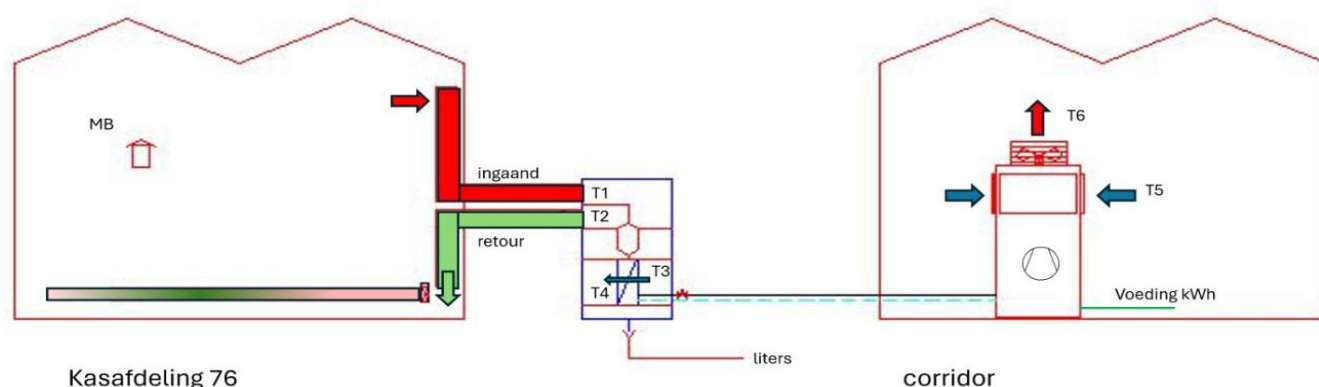
Figuur 1: Verschillen in schermpercentages over de dag tussen een week in het voorjaar (week 20, bovenste figuur), een week in de zomer (week 27, middelste figuur) en een week in het najaar (week 34, onderste figuur).



1.3.3 Actieve ontvochtiging

Om de kas te ontvochtigen werd er gebruikt gemaakt van een prototype vergelijkbaar met het Air&Energy ontvochtigingssysteem maar met warmteterugwinning van Maurice Kassenbouw (**Figuur 1**). Dit systeem zuigt bovenaan warme vochtige kaslucht aan naar de behandelingskast. Hier passeert de lucht een koude blok waardoor de lucht afkoelt en het vocht condenseert. Vervolgens beweegt de koele lucht langs de warme aanvoerlucht over een kruisstroomwisselaar waardoor de lucht wordt opgewarmd. Hierna wordt de warme, droge lucht de kas ingeblazen en wordt de lucht verdeeld over de afdeling door middel van recirculatieventilatoren die lucht blazen in de slurven onder de teeltgoten. Het koelblok wordt gekoeld door middel van vloeibaar CO₂, dat hierna gasvormig wordt en door middel van de warmtepomp onder druk weer vloeibaar wordt. De warmtepomp wordt aangedreven door elektriciteit.

De warmte die vrijkwam bij het ontvochtigen, werd afgeblazen op de corridor. Aan het einde van de teelt werd berekend of het theoretisch haalbaar zou zijn om de kas volledig elektrisch te verwarmen. Hiervoor werd berekend hoe de gerealiseerde gasinput gedurende de teelt zich verhoudt tot de geproduceerde warmte van de warmtepomp. Momenten dat gebruik gemaakt werd van het ontvochtigingssysteem was wanneer de RV hoog opliep (op bewolkte dagen en gedurende de nacht). De gehele teelt mocht er minimaal ontvochtigd worden bij 75% RV overdag en 90% RV in de nacht. De ontvochtiger mocht maximaal draaien als de RV overdag 85% was en in de nacht 95%.



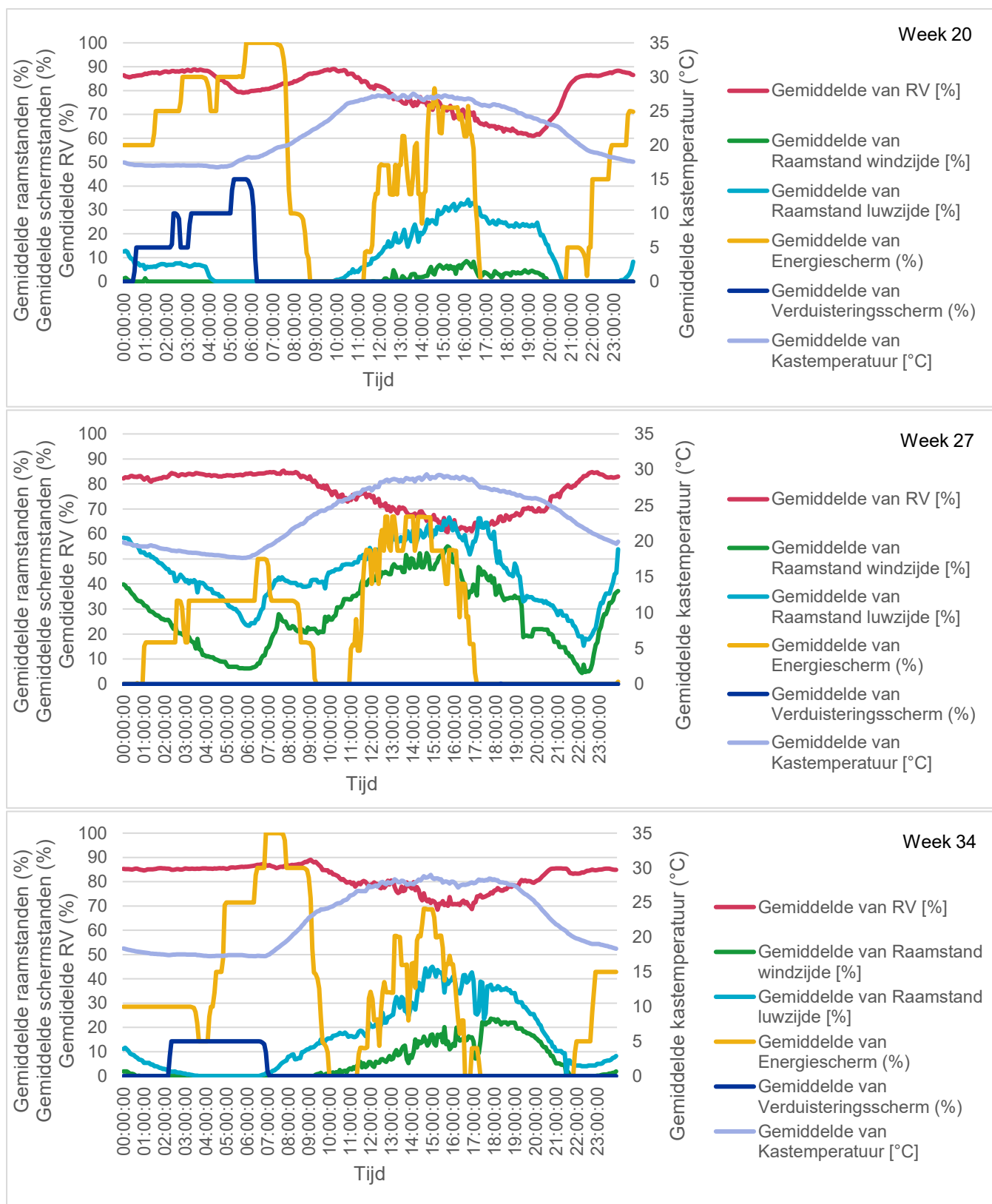
Figuur 1: Schematische weergave van het ontvochtigingssysteem

1.3.4 Klimaatsturing

Met de klimaatsturing is rekening gehouden om zoveel mogelijk energie te besparen. Hierbij lag de focus op het verminderen van het gasverbruik en het tolereren van hoge(re) vocht niveaus. In Figuur 3 staat het gerealiseerde klimaat van 3 afzonderlijke weken weergegeven: 1 week in het voorjaar, 1 week in de zomer en 1 week in het najaar. Zoals uit deze figuren blijkt, zijn in de zomer grotere raamstanden nodig om de temperatuur in de kas te kunnen handhaven. Deze schermstanden liggen in het voor- en najaar beduidend lager.

Tabel 2: Setpoints klimaatinstellingen

Instelling	Setpoint dag	Setpoint nacht
Temperatuur	22 °C	17 °C
Ventilatie	23 °C (+ 3°C op straling)	18 °C
RV	75%	90%



Figuur 3: Verschillen in klimaatrealisatie over de dag tussen een week in het voorjaar (week 20, bovenste figuur), een week in de zomer (week 27, middelste figuur) en een week in het najaar (week 34, onderste figuur).



1.4 Demonstratie

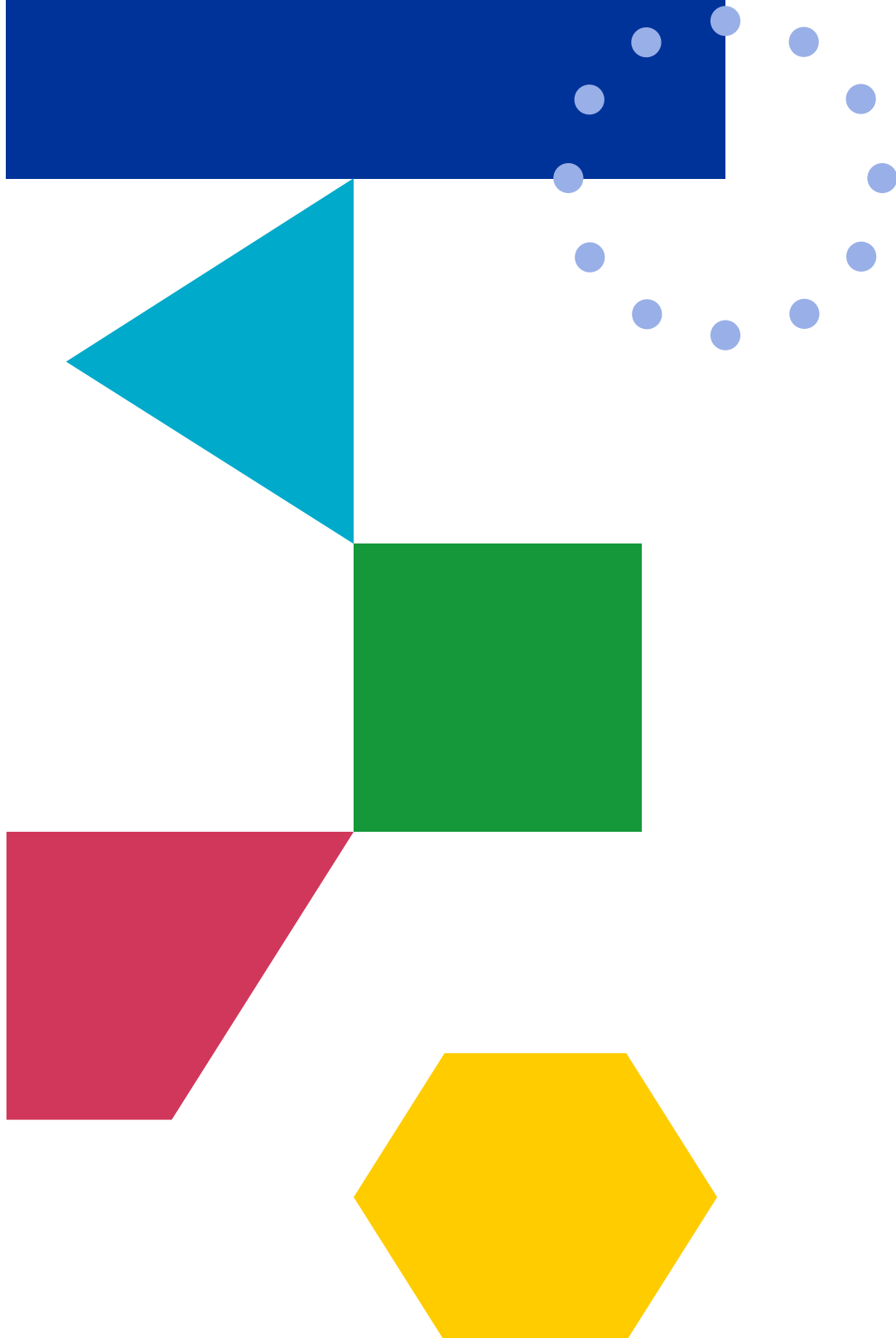
Op donderdag 15 mei werd bij Botany een begeleidingsgroep, technische werkgroep en demo georganiseerd vanuit het Energlik-project. Deze bijeenkomst was gericht op het delen van de verschillende resultaten uit de onderzoeken binnen het Energlikprogramma. Daarnaast was er de mogelijkheid om de demoteelt komkommer te bezichtigen. Het programma was gericht op de doelgroep tuinders en is bedoeld om hen te voorzien van nieuwe onderzoeksinzichten en innovatieve bevindingen om de uitdagingen voor de toekomst op het gebied van energietransitie aan te gaan. Deze dag werd bezocht door 72 mensen.



Figuur 2: Demonstratie-evenement op Botany op donderdag 15 mei 2025.



2. Resultaten energie en klimaat

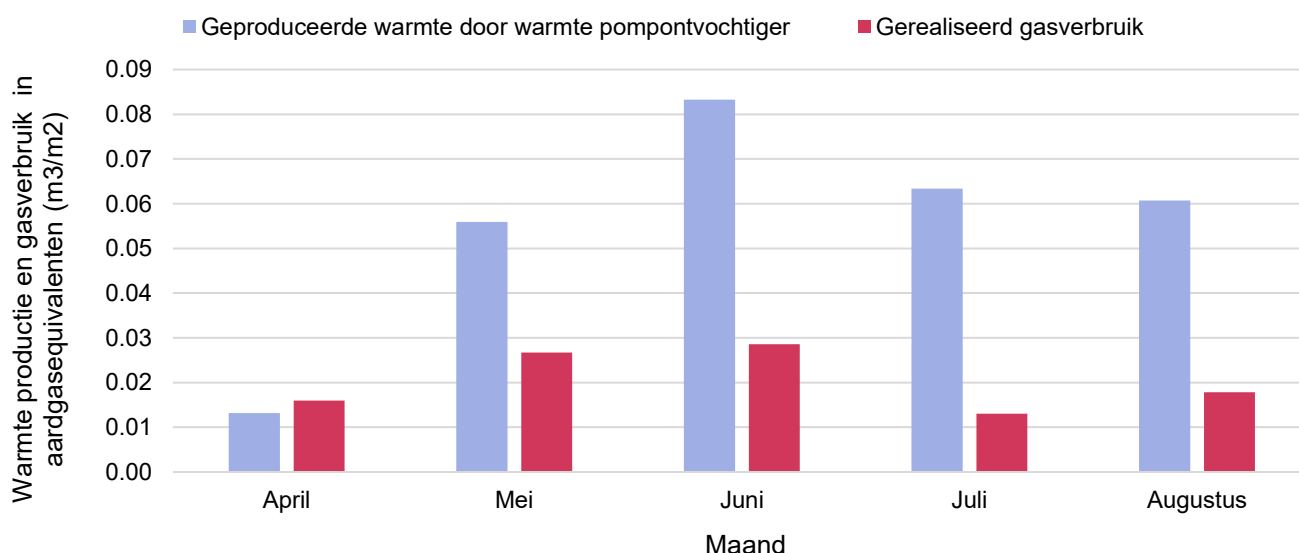


Tijdens deze proef is geen gebruik gemaakt van een referentiekas. Daarom zijn de resultaten van deze teelt vergeleken met een komkommerproef die in dezelfde periode, in dezelfde kas heeft gelopen in 2023 (Zuinig omgaan met CO₂ en energie in komkommer).

De warmte die werd geproduceerd door de warmtepomp-ontvochtiger werd afgeblazen op de corridor. Aan het einde van de teelt werd berekend of het theoretisch haalbaar zou zijn om de kas volledig elektrisch te verwarmen. Hiervoor is berekend hoe de gerealiseerde gasinput gedurende de teelt zich verhoudt tot de geproduceerde warmte door de warmtepomp-ontvochtiger.

De berekeningen laten zien dat er meer dan voldoende warmte is geproduceerd voor het verwarmen van de kas door de inzet van de warmtepomp-ontvochtiger: er is gemiddeld genomen 3,5 keer meer warmte geproduceerd dan dat er aan gas gebruikt is (**Figuur 3**). Daarnaast is er over de gehele teelt 73 l/m² ontvochtigd. Hiervoor is 23,9 kWh/m² aan elektra nodig geweest. Dit houdt in dat er 0,33 kWh/m² nodig was om 1 liter te ontvochtigen.

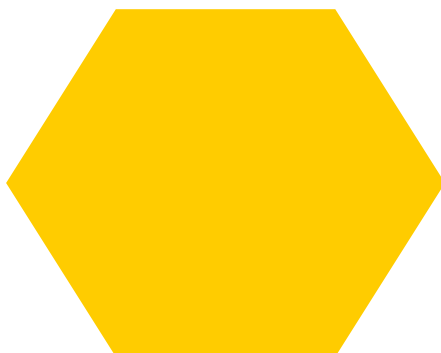
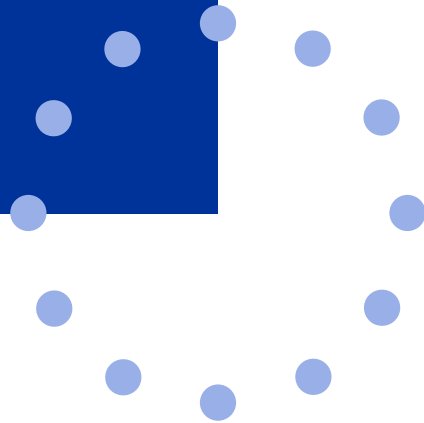
Gedurende deze teelt is er dus 23,9 kWh/m² aan energie verbruikt. De totale gasinput van deze proef lag op 2,57 m³/m². In de zomerteelt van 2023, die in hetzelfde kascompartiment heeft plaatsgevonden, werd over dezelfde teeltduur 5,14 m³/m² gas verbruikt. Ten opzichte van de proef in 2023 is er een gasbesparing van 50% gerealiseerd.



Figuur 3: Geproduceerde warmte door warmtepomp-ontvochtiger uitgezet tegen het gerealiseerde gasverbruik in aardgasequivalenten



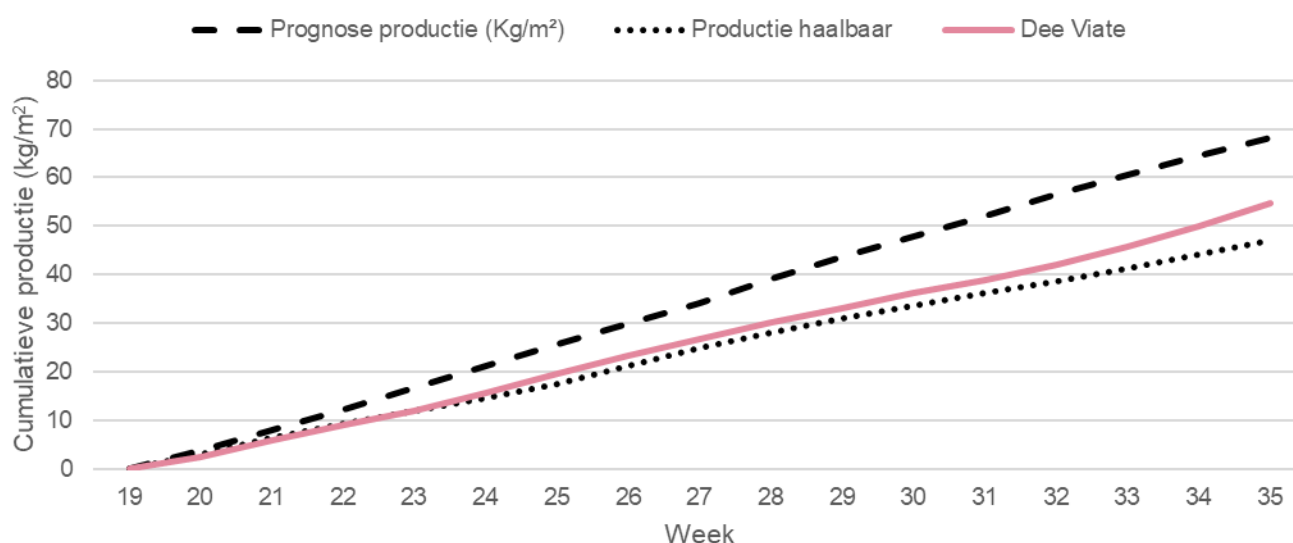
3. Resultaten teelt



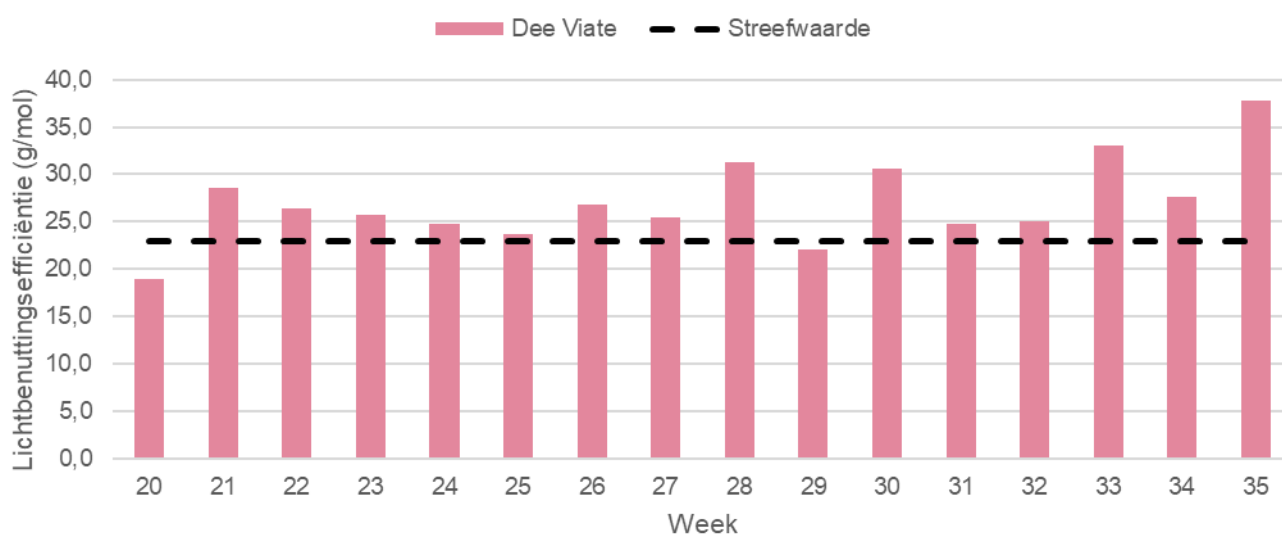
3.1 Productie en opbrengst

Op basis van het langjarig lichtgemiddelde werd voorafgaand aan de teelt een productieprognose opgesteld. Daarnaast werd de gerealiseerde productie tijdens deze proef vergeleken met de theoretisch haalbare productie op basis van de gerealiseerde hoeveelheid licht. De resultaten laten zien dat de gerealiseerde productie lager uitkwam dan de prognose (**Figuur**). Door het aanbrengen van de coating op het kasdek was er minder licht beschikbaar ten opzichte van het langjarig gemiddelde. Echter, de gerealiseerde productie ligt hoger dan de theoretisch haalbare productie op basis van de gerealiseerde hoeveelheid licht. Het feit dat de gerealiseerde productie vanaf week 32 sneller toeneemt dan de theoretisch haalbare productie heeft te maken met het feit dat drie weken voor het eind van de teelt de kop uit het gewas is gehaald waardoor geen assimilaten meer nodig waren voor de gewasgroei en alle assimilaten gebruikt konden worden voor de productie van komkommers.

Tijdens deze proef werd gestreefd naar een lichtbenuttingsefficiëntie van 23 g/mol over de productieweken. **Figuur** geeft de lichtbenuttingsefficiëntie weer. De zwart gestreepte lijn geeft de streefwaarde van 23 g/mol weer. Zoals uit de grafiek blijkt, werd deze streefwaarde nagestreefd of zelfs overtroffen: de gemiddelde lichtbenuttingsefficiëntie over de productieweken lag op 27 g/mol.



Figuur 6: Cumulatieve productie in kg/m²



Figuur 7: De Wekelijkse lichtbenuttingsefficiëntie in gram per mol

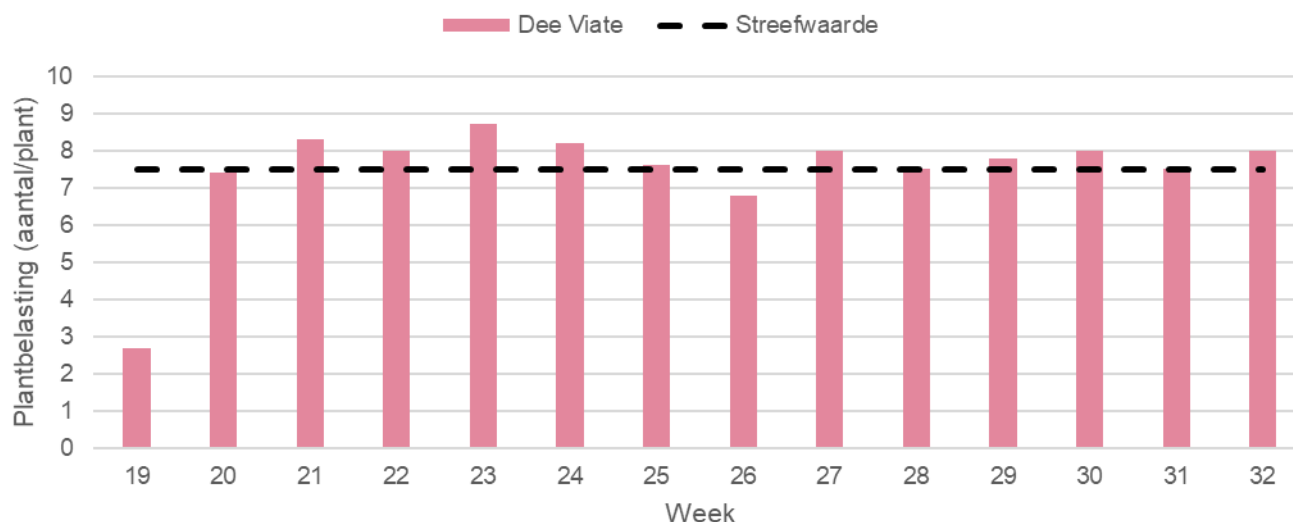




3.2 Gewasstand

Gedurende de teelt werd aan de hand van de plantmetingen bepaald wat de dunstrategie en bladplukstrategie zou worden voor die betreffende week. Hierbij werd een LAI van 2,3 na bladpluk nagestreefd. De dunstrategie werd zoveel mogelijk afgestemd op de verwachte lichtsom. Een goede graadmeter om te bepalen of de plant in balans is, is het bepalen van de plantbelasting. Hierbij wordt gestreefd naar een plantbelasting tussen de 7 en 8 uitgroeiende vruchten per plant. Zoals in **Figuur 4** weergegeven, is deze streefwaarde gedurende het grootste deel van de teelt nagestreefd.

De gewasgezondheid was gedurende de gehele teelt goed. Er traden geen noemenswaardige problemen op voor wat betreft schimmels en plagen, deze konden allemaal goed onder controle gehouden worden door middel van natuurlijke vijanden en biologische gewasbescherming



Figuur 4: Gemiddelde plantbelasting per plant



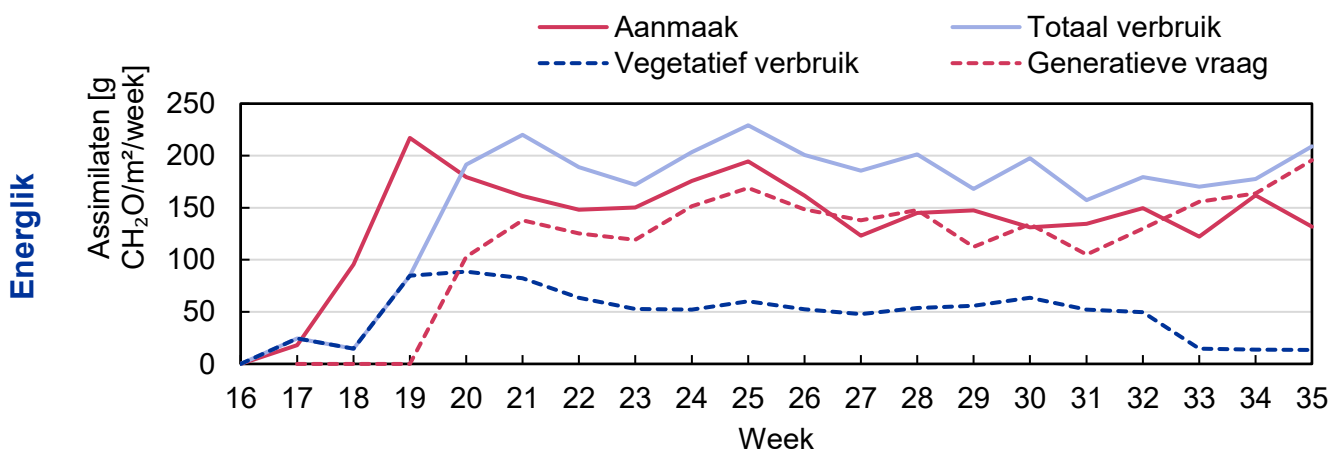
3.3 Assimilatenbalans

Er is gerekend aan de assimilatenbalans van de verschillende teelten op basis van regelmatig verzamelde gegevens van het klimaat en de gewasontwikkeling. Plant Lighting heeft voorafgaand aan de teelt nog eens de meetmethode en frequentie doorgenomen met de projectpartners. Door veel metingen uit te voeren hoefde minder op aannames worden geleund dan in eerdere teelten. Hieronder volgt een korte uitleg over de methode en toepassing.

De assimilatenbalans wordt uitgedrukt in gram suikers/m²week en is een weergave van berekeningen aan de aanmaak en het verbruik van suikers door een gewas over de tijd. De aanmaak van suikers is berekend vanuit de gewasfotosynthese, welke wordt vastgesteld op basis van gewasfotosynthese-modellen. Hiervoor werd de leaf area index (LAI) non-destructief bepaald en werden de fotosynthese-eigenschappen van bladeren op verschillende hoogtes in het gewas en over de tijd bepaald. Bestaande datasets van meerdere metingen werden ook gebruikt. Voor de berekeningen van de gewasfotosynthese per 5 minuten werden de volgende klimaatgegevens gebruikt: lichtintensiteit (PAR), CO₂-concentratie en temperatuur van zowel lucht als plant. Het verbruik van suikers werd berekend voor de vruchten (generatief verbruik) en het gewas (vegetatief). De opbrengst, uitgroeiduur en het percentage droge stof van vruchten is gemeten om het generatief verbruik van assimilaten te berekenen. De bijgroei van nieuw blad en droge stof per bladoppervlak (LMA) werden gebruikt om het vegetatieve assimilatenverbruik van de bijgroei te berekenen. Op grond van het vegetatieve assimilatenverbruik van de bladeren werd ook het verbruik van stengels en wortels ingeschat. Om het totale assimilatenverbruik te berekenen is ook rekening gehouden met de assimilaten die nodig zijn voor onderhoud van bestaand plantenmateriaal.

De balans geeft inzicht in de beschikbare assimilaten voor productie over de tijd. Een onbalans moet worden vermeden. Dat kan bijvoorbeeld ontstaan bij een hoge plantbelasting en een periode met weinig licht of lage CO₂-concentratie in de kas, met lage vruchtgewichten of vruchtabortie tot gevolg. Door een beperkte beschikbaarheid van natuurlijk daglicht, een dik scherpakket en meer schermuren in de winter komt er minder licht in de kas en zal de aanmaak van suikers ook lager zijn.

Het berekende verbruik van de assimilaten ligt wat hoger dan de aanmaak (Figuur 9). Mogelijk werd de aanmaak onderschat. Ten opzichte van een belichte winterteelt was de berekende aanmaak in deze zomerteelt wat lager. Midden in de zomer met hoge lichtsommen is dat niet aannemelijk. Het vegetatieve assimilatenverbruik steeg in de eerste vier teeltweken snel door de toename van bladoppervlakte. Hiermee nam ook de aanmaak van assimilaten toe. In week 19 nam ook het generatieve assimilatenverbruik toe door de aanleg van vruchten. In de laatste drie teeltweken lag het vegetatieve assimilatenverbruik lager dan de weken ervoor door het verwijderen van de kop van het gewas. Toch lag het totale verbruik van assimilaten in de laatste twee teeltweken hoger doordat er veel assimilatenverbruik voor de vruchten.

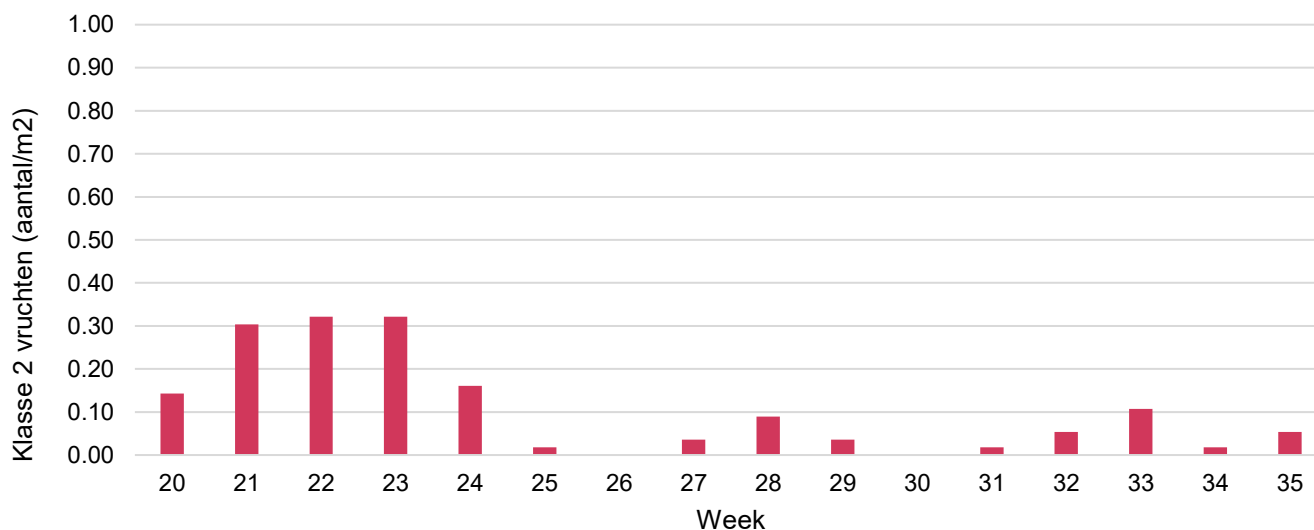


Figuur 5: De assimilatenbalans voor komkommer in g CH₂O per m².



3.4 Kwaliteit

Over het algemeen was de kwaliteit van de vruchten gedurende de proef goed. **Figuur 6** toont het aantal klasse 2 vruchten per week. Onder deze klasse vallen de afwijkende vruchten: kromme, spitse vruchten. Deze werden apart geregistreerd van de klasse 1 vruchten. Over de gehele teelt viel 3% van alle geoogste vruchten onder klasse 2.



Figuur 6: Het aantal klasse 2 vruchten per m².



Met de steun van:



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

Energlik



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit



Ministerie van Economische Zaken



**Provincie
Antwerpen**



provincie limburg



provincie
Oost-Vlaanderen

Partners:



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Maastricht University

