

Instructiefiche paprika

Energlik 2024 – Proefcentrum Hoogstraten

Auteurs: Steffi Pot



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

1. Introductie

1.1 Energlik

De voorbije energiecrisis en de ambitie van de Europese Unie om tegen 2050 klimaatneutraal te zijn, hebben de noodzaak vergroot om het energieverbruik in de glastuinbouw te verminderen. Het Energlik-project speelt in op deze behoefte door onderzoek te doen naar energie-efficiënte technieken voor de glastuinbouw. De focus in de teeltproeven lag op innovatieve schersystemen, actieve ontvochtiging en geoptimaliseerde klimaat- en schermsturing. Het doel was om gedurende een volledig teeltseizoen aanzienlijke energiebesparingen te realiseren zonder in te boeten op kwaliteit en productie.

Deze instructiefiche geeft een overzicht van de proefopzet en de behaalde resultaten van de teeltproef met paprika in 2024 op Proefcentrum Hoogstraten. De toegepaste technieken, klimaat- en scherminstellingen worden in meer detail toegelicht. Dit document dient als praktisch referentiekader voor telers die energiezuinige teeltmethoden willen implementeren.

1.2 Proefopzet 2024

Op 30 november 2023 plantten we op Proefcentrum Hoogstraten (PCH) paprika's van het ras Frazier (Enza Zaden) met een stengeldichtheid van 7,1 stengels/m². In de proefafdeling (490 m²) installeerden we een geavanceerd energiebalancerend systeem, bestaande uit een polyvinylideenfluoride (PVDF) folie onderaan, en een dubbel aluminium nachtscherm en een dagscherm bovenaan. Daarnaast gebruikten we een actief ontvochtigingssysteem op basis van een kruisstroomwarmtewisselaar. De resultaten van deze proefafdeling vergeleken we met een referentieafdeling (459 m²) zonder actieve ontvochtiging, waar twee schermen aanwezig zijn: Luxous 1147 FR Eco en Luxous 1547 D FR van Svensson. In de proefafdeling pasten we een aangepaste klimaat- en schermsturing toe. De toegepaste scherm- en klimaatinstellingen worden in sectie 2 t.e.m. 4 toegelicht. Hoewel de etmaaltemperaturen in beide afdelingen gelijk werden gehouden, hanteerden we in de proefafdeling een vlakke temperatuursturing. Bovendien startten we in de proefafdeling 's ochtends later met verwarmen om optimaal gebruik te maken van het zonlicht. De relatieve vochtigheid (RV) mocht hoger oplopen in de proefafdeling dan in de referentieafdeling. De relatieve vochtigheid in de proefafdeling was aanzienlijk hoger, gemiddeld 90% vergeleken met 78% in de referentieafdeling. In de proefafdeling werd intensiever gebruikgemaakt van de schermen, met in totaal 3598 schermuren met de PVDF-folie, 1339 schermuren met het dagscherm en 3202 schermuren met het nachtscherm. In de referentieafdeling werd het onderste scherm 1774 uur gebruikt en het bovenste scherm 1704 uur.

1.3 Resultaten

In de proefafdeling realiseerden we een netto energiebesparing van 49%, met een totaal energieverbruik (verwarming en elektriciteit samen) van 92 kWh/m², tegenover 180 kWh/m² in de referentieafdeling. De grootste besparingen werden behaald tijdens de winterperiode. Het energieverbruik van de luchtbehandelingsunit (LBU) in de proefafdeling bedraagt 20% van het totale energieverbruik, waarvan 46% uit elektriciteitsverbruik en 54% uit gasverbruik voor naverwarming bestaat. Bovendien werd een meerproductie van 1,19 kg per m² (+4%) behaald, gelinkt aan een hogere lichtsom. De paprikaplanten in de proefafdeling vertoonden geen significante verschillen in plantengroei vergeleken met de referentieafdeling. Parameters zoals lengtegroei, aantal bladeren en plantbehang waren vergelijkbaar. Ook de vruchtkwaliteit was gelijk in beide afdelingen. Wel blijft de beheersing van schimmelziekten, zoals *Fusarium*, een aandachtspunt binnen energiezuinige teelten. In de proef werden enkele planten met verwelkingsziekte waargenomen.



2. Schermsturing

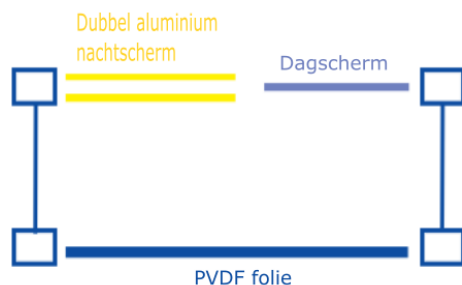
Een aangepaste schermsturing werd toegepast in de proefafdeling. Er werd intensiever geschermd met een groter aantal schermen tot gevolg. Hieronder worden de schermen en de instellingen voor het openen en het sluiten van het scherm toegelicht.

2.1 Type schermmateriaal

In de proefafdeling werd op het onderste dradenbed een beweegbare polyvinylideenfluoride (PVDF) folie (23AA) geïnstalleerd (Figuur 1). Deze folie kenmerkt zich door een hoge lichttransmissie, lage reflectiviteit en hoge emissiviteit. Aangezien de PVDF-folie geen vocht doorlaat, wordt aanbevolen deze te gebruiken in combinatie met een actief ontvochtigingssysteem. De hoge lichttransmissie zorgde ervoor dat het scherm langer gesloten kon blijven.

Op het bovenste dradenbed werd een beweegbaar dagscherf en een dubbel beweegbaar aluminium nachtscherf geplaatst. Deze schermen kunnen beiden open zijn, maar niet tegelijkertijd gesloten zijn. Het nachtscherf laat geen licht door en wordt gekenmerkt door een hoge reflectiviteit en lage transmissiviteit en heeft een hoge vochtdoorlaatbaarheid. Het dagscherf heeft een hoge transmissiviteit, lage emissiviteit en hoge vochtdoorlaatbaarheid.

De hoge reflectiviteit kan helpen om de warmte, die anders verloren zou gaan, in de serre te houden. Schermmateriaal waarin aluminium is verwerkt, staat bekend om zijn uitstekende reflecterende eigenschappen. Een lage emissiviteit, gekoppeld aan een lage absorptie, zorgt ervoor dat het scherm minder warmte opneemt en uitstraalt naar de omgeving. Een lage transmissiviteit is gewenst om te vermijden dat de warmtestraling van de planten of het verwarmingssysteem rechtstreeks door het scherm naar het kasdek of naar buiten ontsnapt.



Figuur 1 Schematische weergave van de schermopstelling

2.2 Instellingen schermen

Het openen en sluiten van de schermen in de proefafdeling werd gestuurd op basis van de kastemperatuur (Tabel 1), buitentemperatuur (Tabel 2) en instraling (Tabel 3). Er werd niet gekieerd in de proefafdeling.

De folie werd van de start tot de teelt tot februari geopend op basis van de kastemperatuur. De folie ging pas open wanneer de kastemperatuur 3 °C boven de stooktempratuur kwam. In de koude, donkere periode gebeurde dit echter zelden, waardoor de folie grotendeels gesloten bleef. Ook van februari tot half maart was het de bedoeling om de folie zoveel mogelijk gesloten te houden. Er werd een stralingsdrempel van 500 W/m² en een buitentemperatuur van 15 °C ingesteld voor het openen van het scherm. Door deze waardes bleef de folie zoals verwacht grotendeels gesloten tijdens deze periode. Vanaf half maart werd de folie geopend op basis van de instraling en buitentemperatuur. Gedurende de proef merkten we op dat wanneer er geen energievraag was in de kas, het elektriciteitsverbruik en de naverwarming van het ontvochtigingssysteem



zorgden voor een hoger energieverbruik in de proefafdeling dan in de referentieafdeling. Om dit te voorkomen, werd besloten de folie in dergelijke gevallen te openen om het vocht op natuurlijke wijze af te voeren. De grenswaarden voor het openen van de folie werden vastgesteld op een buitentemperatuur van 8 °C en een instraling van 200 W/m². Vanaf half mei werd de folie weer langer gesloten en werden de grenswaarden overdag aangepast naar een buitentemperatuur van 15 °C en een instraling van 300 W/m² om zo meer energie te besparen gedurende de dag. Vanaf mei werd de folie ook als schaduwdoek gebruikt en 10 % gesloten bij een instraling boven 500 W/m².

Het dagscherf werd gedurende de hele teelt geopend bij zonsondergang en gesloten bij zonsopgang (op basis van uur). Het dagscherf kon tijdens de nacht niet gesloten blijven omdat deze op het zelfde dradenbed geïnstalleerd was als het nachtscherf. Verder werd het dagscherf geopend op basis van instraling en buitentemperatuur om lichtverlies en te hoge kasttemperaturen te voorkomen. Als grenswaarden werden een buitentemperatuur van 12 °C en een instraling van 200 W/m² gebruikt. Vanaf mei werd het dagscherf als tweede schaduwdoek gebruikt en voor 90 % gesloten bij een instraling boven 500 W/m².

Het nachtscherf werd tijdens de hele proef gesloten bij zonsondergang en geopend bij zonsopgang (op basis van uur) om zoveel mogelijk energie te besparen.

Tabel 1 Overzicht van de gebruikte grenswaarden voor het openen en sluiten van de schermen op basis van de kasttemperatuur.

KASTEMPERATUUR			
Periode	PVDF folie	Dagscherf	Nachtscherf
W49 2023 (start teelt) - W1 2024	Openen als kasttemperatuur 3 °C boven stooktemperatuur komt (dag en nacht)		
W1 – W6	Openen als kasttemperatuur 3 °C boven stooktemperatuur komt (dag en nacht)		

Tabel 2 Overzicht van de gebruikte grenswaarden voor het openen en sluiten van de schermen op basis van de buitentemperatuur.

BUITENTEMPERATUUR			
Periode	PVDF folie	Dagscherf	Nachtscherf
W49 2023 (start teelt) - W1 2024		Openen vanaf 12°C (lichtverlies en te hoge kasttemperaturen voorkomen)	
W1 - W6		Openen vanaf 12°C	
W6 - 11	Openen vanaf 18 °C overdag en 's nachts (folie zoveel mogelijk gesloten houden)	Openen vanaf 12°C	
W11 - 20	Openen vanaf 8 °C overdag en vanaf 10 °C 's nachts (RV minder laten oplopen wanneer er geen	Openen vanaf 12°C	



	energievraag is zodat er geen actieve ontvochtiging nodig is)		
W20 – W40 (einde teelt)	Openen vanaf 15 °C overdag en vanaf 10 °C 's nachts	Openen vanaf 12°C	

Tabel 3 Overzicht van de gebruikte grenswaardes voor het openen en sluiten van de schermen op basis van de instraling.

INSTRALING			
Periode	PVDF folie	Dagscherm	Nachtscherm
W49 2023 (start teelt) - W1 2024		Sluiten bij zonsopgang; openen vanaf 90 W/m ² (lichtverlies en te hoge kastemperaturen voorkomen); openen bij zonsondergang	Openen bij zonsopgang; sluiten bij zonsondergang
W1 - W6		Sluiten bij zonsopgang; openen vanaf 120 W/m ² (lichtverlies en te hoge kastemperaturen voorkomen); openen bij zonsondergang	Openen bij zonsopgang; sluiten bij zonsondergang
W6 - 11	Openen vanaf 500 W/m ² (folie zoveel mogelijk gesloten houden)	Sluiten bij zonsopgang; openen vanaf 120 W/m ² ; openen bij zonsondergang	Openen bij zonsopgang; sluiten bij zonsondergang
W11 - 20	Openen vanaf 200 W/m ² (RV minder laten oplopen wanneer er geen energievraag is zodat er geen actieve ontvochtiging nodig is)	Sluiten bij zonsopgang; openen vanaf 120 W/m ² ; openen bij zonsondergang	Openen bij zonsopgang; sluiten bij zonsondergang
W20 – W40 (einde teelt)	Openen vanaf 300 W/m ² ; 10% sluiten vanaf 500 W/m ² (schade door verbranding voorkomen)	Sluiten bij zonsopgang; 90% sluiten vanaf 500W/m ² (schade door verbranding voorkomen); openen vanaf 120 W/m ² ; openen bij zonsondergang	Openen bij zonsopgang; sluiten bij zonsondergang



Aandachtspunten:

- Bij periodes met veel licht schermen openen om lichtverlies te voorkomen
- Op momenten dat er geen verwarmingsvraag in de kas is, kan het energiezuiniger zijn om te ontvochtigen door de ramen of het scherm te openen. Het ontvochtigingssysteem verbruikt namelijk elektriciteit en kan extra energie kosten door naverwarming. Hierdoor kan het totale energieverbruik in zulke situaties hoger uitvallen dan in een kas zonder actieve ontvochtiging.
- Bij hoge instraling schermen deels sluiten om vruchtschade door verbranding te voorkomen. In het geval van een scherm met een hele hoge lichttransmissie (zoals de PVDF folie), dit scherm slechts 10% sluiten en het dagscherf met lagere lichttransmissie 90% sluiten.



3. Klimaatsturing

Een energiezuinige klimaatsturing werd toegepast waarbij de focus lag op een vlakker temperatuurverloop en het opwarmen van de kas door de zon in de ochtend. Daarnaast werden de ramen zoveel mogelijk gesloten gehouden. De RV in de kas mocht hoger oplopen dan in de referentieafdeling. Hieronder worden de gebruikte instellingen voor temperatuur en ventilatie besproken.

3.1 Instellingen temperatuur

In de winterperiode tot maart werd in de proefafdeling pas gestart met verwarmen 1 uur na zonsopgang zodat de zon 's ochtends de kas kon opwarmen (Tabel 4). Er werden geen voornachten toegepast, wat resulteerde in een vlakker temperatuurverloop en minder hoge pieken in energieverbruik. Er werd geen minimumbuis ingesteld. Tijdens deze proef was er een voorjaar met zeer weinig licht, waardoor de etmaaltemperatuur heel laag lagen.

Tabel 4 Overzicht van de gebruikte temperatuurstellingen

TEMPERATUUR			
Periode	Dag	Nacht	Etmaal
W49 2023 (start teelt) – W51	20 °C	18,9 °C	19,2 °C
W51 – W1 2024	19 °C	15,5 °C	16,3 °C
W1 – W5	19,5 °C vanaf 1 uur na zonsopgang	14 °C vanaf zonsondergang	15 °C
W5 – W11	21 °C vanaf 1 uur na zonsopgang	18 °C vanaf zonsondergang	19 °C
W11 – W20	21 °C vanaf 2u30	16,2 °C vanaf 1 uur voor zonsondergang	18,8 °C
W2 – W35	21 °C vanaf 1u30	16,2 °C vanaf 1 uur voor zonsondergang	19,3 °C
W35 – W40 (einde teelt)	21 °C vanaf 2u50	16,2 °C vanaf 1 uur voor zonsondergang	18,8 °C



3.2 Instellingen ventilatie

Er werd overdag en 's nachts geventileerd vanaf 25 °C doorheen het volledige teeltseizoen (Tabel 5).

Tabel 5 Overzicht van de gebruikte ventilatietemperaturen

VENTILATIETEMPERATUUR		
Periode	Dag	Nacht
W49 2023 (start teelt) – W40 2024 (einde teelt)	25°C	25°C



4. Actieve ontvochtiging

In de proefafdeling werd gebruik gemaakt van een actief ontvochtigingssysteem. Hieronder worden het ontvochtigingssysteem en de gebruikte instellingen besproken.

4.1 Type ontvochtigingssysteem

Er werd gebruikt gemaakt van het Air&Energy ontvochtigingssysteem van Maurice Kassenbouw. Bij dit systeem wordt vochtige en warme serrelucht door middel van een ventilator naar buiten gezogen en wordt vervangen door verse buitenlicht. De warme serrelucht passeert eerst door een warmtewisselaar waar het zijn warmte overdraagt aan de verse toevoerlucht. Hierdoor wordt de verse lucht voorverwarmd voordat deze de kas in gaat. Indien nodig kan de lucht nog extra worden naverwarmd. Vervolgens wordt de lucht via slurven onder de goten de kas ingeblazen.

4.2 Instellingen

Bij het gebruik van het systeem stellen we het gewenste ontvochtigingsniveau in op basis van de relatieve luchtvochtigheid (RV %). Daarnaast bepalen we de naverwarmingstemperatuur.

4.2.1 Ontvochtigingsniveau

Bij de start van de teelt werd het ontvochtigingsniveau ingesteld op 92% RV overdag en 98% RV 's nachts (Tabel 6). Vanaf begin februari werd het ontvochtigingsniveau verlaagd naar 87% overdag en 90% 's nachts om de generativiteit van het gewas te stimuleren. Eind april werd het ontvochtigingsniveau verder verlaagd naar 78 % overdag en 84 % 's nachts nadat er een aantal planten symptomen vertoonden van verwelkingsziekte. Een mogelijke oorzaak hiervan is de hoge relatieve vochtigheid die gebruikt werd, waardoor besloten werd de relatieve vochtigheid wat te laten zakken.

Tabel 6 Overzicht van de gebruikte ontvochtigingsniveaus voor het ontvochtigingssysteem

ONTVOCHTIGINGSNIVEAU		
Periode	Dag	Nacht
W49 2023 (start teelt) – W6 2024	92%	98%
W6 – W17	87%	90%
W17 – W40 (einde teelt)	78%	84%

Aandachtspunten:

- Verlaag het gewenste ontvochtigingsniveau (RV %) bij problemen met schimmelziekten.
- Op momenten dat er geen verwarmingsvraag in de kas is, kan het energiezuiniger zijn om te ontvochtigen door de ramen of het scherm te openen. Het ontvochtigingssysteem verbruikt namelijk elektriciteit en kan extra energie kosten door naverwarming. Hierdoor kan het totale energieverbruik in zulke situaties hoger uitvallen dan in een kas zonder actieve ontvochtiging.



4.2.2 Verwarmingstemperatuur

Wanneer de binnenkomende, drogere lucht te koud is, wordt deze eerst naverwarmd tot de gewenste temperatuur. De ingestelde verwarmingstemperatuur tijdens deze proef was 19 °C overdag en 10°C 's nachts (Tabel 7).

Tabel 7 Overzicht van de gebruikte verwarmingstemperatuur van het ontvochtigingssysteem

VERWARMINGSTEMPERATUUR		
Periode	Dag	Nacht
W49 2023 (start teelt) – W40 2024 (einde teelt)	19 °C	10 °C



Met de steun van:



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

Energik



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit



Ministerie van Economische Zaken



**Provincie
Antwerpen**



provincie limburg



provincie
Oost-Vlaanderen

Partners:



ILVO



Maastricht University

