

Iets meer stoken maar 17% minder elektriciteit nodig bij full led dan bij SON-T

De keuze van het type ledlamp en de positie bepaalt de lichtverdeling in de serre en beïnvloedt de productieresultaten. Lineaire toplights geven het meest homogene lichtbeeld. Wanneer je ze combineert met interlights gebruiken de tomatenplanten het licht het meest efficiënt en is de productie het hoogst. Ledlampen zetten elektriciteit efficiënter om in licht waardoor je tot 17% minder elektriciteit verbruikt, zelfs met meer branduren dan bij SON-T. In de winter moet je meer stoken om je kas op eenzelfde temperatuur te brengen, maar dat weegt niet op tegen het uitgespaarde elektriciteitsverbruik.

Jaarrond tomaten telen met full led kan perfect. Het areaal full led stijgt dan ook gestaag in België. De efficiëntere omzetting van elektriciteit naar licht door leds is gunstig voor het verbruik van de lampen, wat tal van opportuniteiten met zich meebrengt. Zo kan bijvoorbeeld het lichtniveau worden verhoogd, de lampen kunnen dichter bij en tussen het gewas worden gehangen, de belichting kan ook in de zomerperiode worden gebruikt ... Een teveel aan stralingswarmte is immers geen probleem meer. Maar wat levert het beste resultaat op?

In 2020 maakte Proefcentrum Hoogstraten (PCH) de vergelijking in lichtverdeling, produc-

tie en lichtefficiëntie tussen drie verschillende full-led-belichtingssystemen. Het Kenniscentrum Energie van Thomas More Kempen berekende het totale energieverbruik van de full-led-afdeling en vergeleek dit met een afdeling uitgerust met SON-T-lampen.

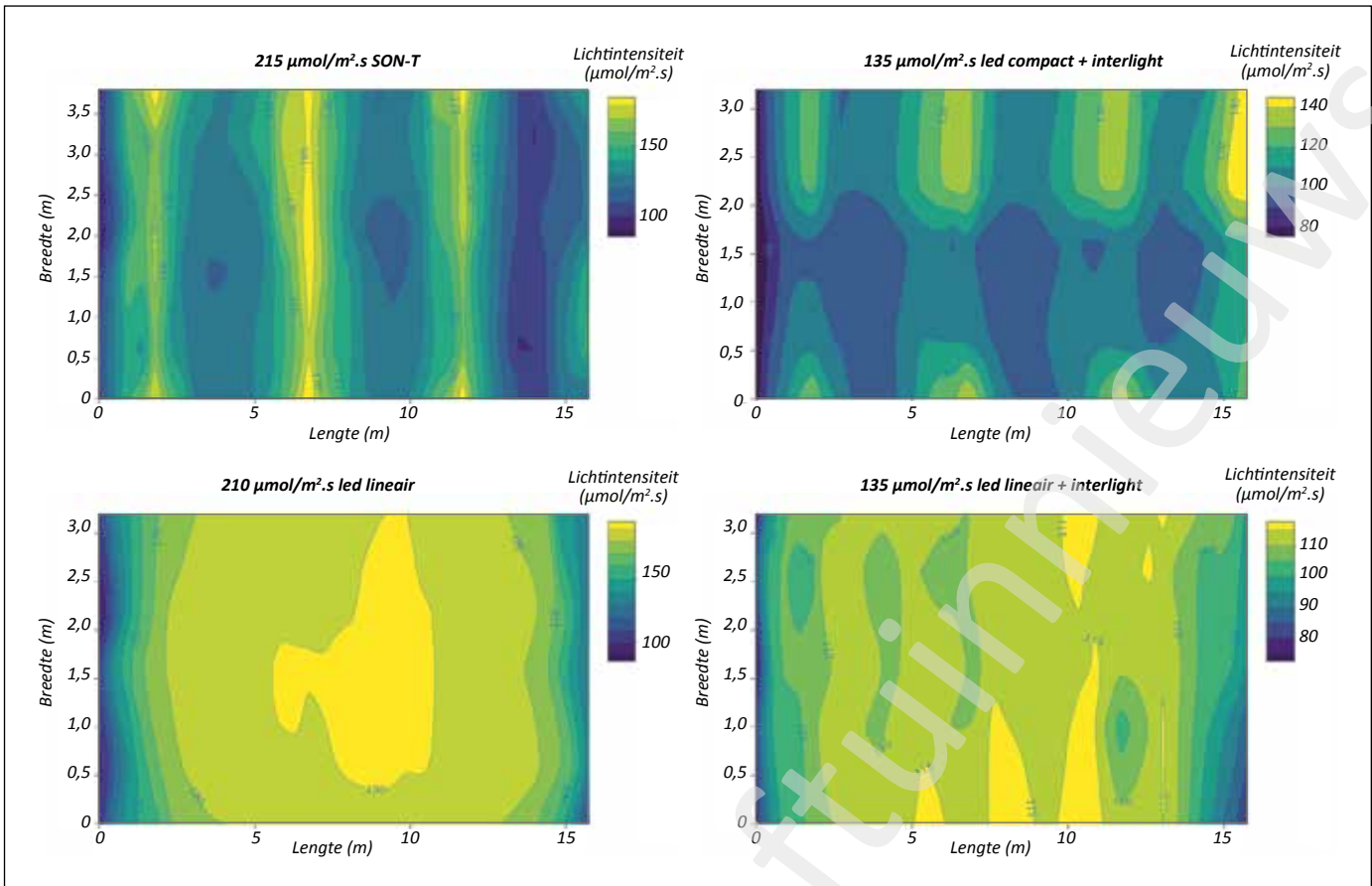
Drie opstellingen van full led vergeleken met SON-T

Twee tomatenafdelingen op PCH werden uitgerust met belichting. Zo konden we een klassiek belichtingssysteem met vier SON-T-lampen per tralie (215 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) vergelijken met een systeem met full led. In de full-led-

afdeling kregen alle planten eenzelfde hoeveelheid licht, namelijk 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$, maar op drie verschillende manieren. Een deel van de planten ontving het licht alleen van toplight modules (Philips GreenPower LED toplighting DR/W LB; lineaire modules). De andere planten ontvingen het licht deels van interlights (Philips GreenPower LED Interlighting) en deels van toplight modules. Als toplight module werden hier zowel lineaire (Philips GreenPower LED toplighting DR/W LB) als compact (Philips GreenPower LED toplighting compact DR/W LB) modules gebruikt. De interlight modules geven 75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ en de toplight modules 135 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$.



De lineaire toplight modules werden boven elke plantenrij opgehangen met c-profielen. Dat resulteert in een homogene lichtverdeling ter hoogte van de kop en een goede lichtdoordringing in het gewas. In combinatie met interlights wordt de hoogste productie behaald.



Figuur 1. - Bovenaanzicht van de lichtverdeling bovenaan het gewas. De geteste full-led-belichtingssystemen geven een homogener lichtverdeling dan het klassieke systeem met vier SON-T-lampen per tralie. Lineaire modules geven het meest homogene lichtbeeld.

De proef werd uitgevoerd op het ras Merlice (De Ruiter), geënt-getopt op de onderstam DR 0141 TX (De Ruiter). Er werd gezaaid op 30 augustus 2019 en geplant op 23 oktober. De plantafstand in de full-led-afdeling bedroeg 38 cm (3,33 stengels/m²) en de eindstengeldichtheid bedroeg 4,2 stengels/m² (1 op 4 extra stengels). In het klassieke systeem met alleen SON-T-lampen werd er op 50 cm (2,5 stengels/m²) geplant en zijn we naar 3,33 stengels/m² (1 op 3 extra stengels) gegaan. De eerste tomaten werden op 3 januari geoogst en de laatste op 23 oktober 2020.

Meest homogene lichtbeeld bovenaan het gewas met lineaire toplights

Figuur 1 toont het bovenaanzicht van het lichtbeeld in de serre ter hoogte van de kop van de planten voor de vier geteste belichtingssystemen. Hoe gelier de kleur, hoe hoger het lichtniveau. Het klassieke belichtingssysteem geeft een heterogene lichtverdeling bovenaan het gewas. Onder de lampen zijn er hoge lichtintensiteiten en tussen de lampen in zeer lage. De geteste full-led-belichtingssystemen geven een homogener horizontale lichtverdeling.

De compact ledmodules geven een gelijkmatig lichtpatroon als de SON-T-lampen, maar toch is voor maar liefst 70% van de metingen de afwijking tussen de gemeten waarden niet groter dan 20 μmol/m².s. In het klassieke SON-T-systeem is dit slechts 45%. De lineaire modules doen het nog beter dan de compact modules en geven de meest homogene lichtverdeling: meer dan 85% van de metingen valt binnen een range van 20 μmol/m².s.

Lichtdoordringing in gewas beter bij lineaire dan bij compact toplights

Om een idee te krijgen van de verticale lichtverdeling, werd op verschillende hoogtes tussen het gewas de lichtintensiteit gemeten. 210 μmol/m².s toplight geeft een betere lichtdoordringing in het gewas dan 135 μmol/m².s, zonder rekening te houden met de interlights (Figuur 2). De planten ontvangen hier op elke hoogte meer licht. Zelfs op 50 cm boven de mat, wat lager is dan het onderste blad, is er nog steeds meer licht aanwezig. Dat verschil kan niet volledig worden opgevangen door de interlights (het licht afkomstig van deze interlights wordt niet getoond op Figuur 2).

De lineaire modules zorgen voor een significant betere lichtdoordringing dan de compact modules, ondanks hetzelfde geïnstalleerde lichtniveau (135 μmol/m².s). Dat komt doordat deze lampen homogener verspreid zijn over de serre, wat ook zorgt voor de betere horizontale lichtverdeling zoals we eerder al vermelden.

8% meer productie bij combinatie lineaire led-toplights en interlights

In de winter (november tot en met eind april) ontvingen de planten met full led 1% meer licht (som van zon- en kunstlicht) dan de planten met SON-T omdat de leds iets meer gebrand hadden. Dat resulteert bij de lineaire leds in eenzelfde productie (alleen toplights) of in een 6% hogere productie (in combinatie met interlights) (Figuur 3). Het hoger aantal geoogste vruchten per m² (dankzij de hogere stengeldichtheid) compenseert in beide lichtsystemen de achterstand in zetting (1,5 tros per stengel) en het lagere vruchtgewicht. Bij de compact leds was de achterstand in zetting te groot (3 trossen per stengel minder dan in het klassieke belichtingssysteem), met een 8% lagere

winterproductie ten opzichte van het klassieke systeem als gevolg.

In de zomer is de productie in alle drie de full-led-systemen hoger dan in het klassieke systeem. De zetting verliep bij alle planten min of meer gelijk. Bij de drie belichtingssystemen onder full led werden dankzij de hogere stengeldichtheid wel aanzienlijk meer vruchten per m² geoogst ten opzichte van het klassieke belichtingssysteem. In de full-led-systemen met interlight is er in deze periode, ondanks de hogere stengeldichtheid, nauwelijks nog een verschil in vruchtgewicht met het klassieke systeem. Led-toplight blijkt niet hetzelfde positieve effect op het vruchtgewicht te hebben als interlight.

Over een heel jaar gezien hebben de planten in het full-led-systeem 4% meer licht ontvangen dan de planten in het klassieke belichtingssysteem. Bij de drie belichtingssystemen resulteert dit ook in een hogere totale productie ten opzichte van SON-T. Het meest homogene lichtbeeld (combinatie van lineaire led-toplight modules en interlights) resulteert ook in de hoogste productie, namelijk 7 kg/m² ofwel 8% meer ten opzichte van SON-T.

Planten gebruiken ledlicht even efficiënt als SON-T

De efficiëntie waarmee de planten omgaan met het licht kan worden uitgedrukt in gram tomaat geproduceerd per mol licht ontvangen.

Al het licht wordt hierbij in rekening gebracht, ook het zonlicht. Uit de proef blijkt dat planten bij de combinatie van lineaire toplights met interlights het meest efficiënt omspringen met het ontvangen licht (10,7 g/mol), hoewel dit niet significant verschillend is van het klassieke systeem (10,3 g/mol). Interlight lijkt een belangrijke functie te spelen in een full-led-systeem. Wanneer alleen toplight modules worden gebruikt, gaan de planten het minst efficiënt om met het licht (9,9 g/mol).

Tot 17% lager elektriciteitsverbruik bij full led

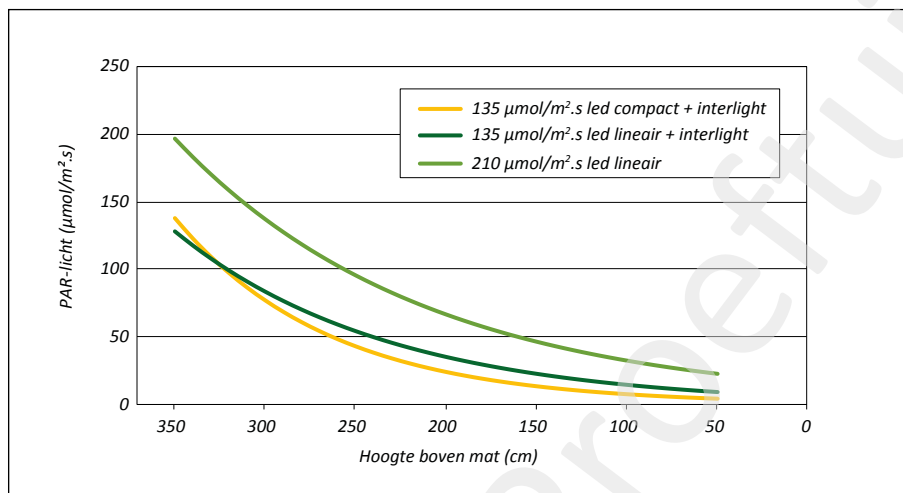
In de winterperiode (begin teelt tot en met april) is het elektriciteitsverbruik voor full led aanzienlijk lager in vergelijking met SON-T. Bij de combinatie van led-toplight en interlights wordt er 27% minder elektriciteit verbruikt. Als er alleen toplights worden gebruikt, is dit 25% minder. Het verschil tussen beide ledsystemen komt doordat er in de toplight modules een beetje wit licht zit, in tegenstelling tot bij de interlights, waardoor deze 2,9 $\mu\text{mol}/\text{W}$ produceren, terwijl dit bij de interlights 3 $\mu\text{mol}/\text{W}$ is. Het verbruik van de toplights is dus net iets hoger om eenzelfde hoeveelheid licht te produceren.

Over een heel teeltseizoen gezien wordt het verschil in het elektriciteitsverbruik tussen full led en SON-T wat kleiner, maar is het nog steeds groot (15 tot 17%). Dat komt doordat bij full led alle lampen nog worden gebruikt in de zomer en bij SON-T is dit slechts de helft van de lampen. Bovendien gingen de leds in de zomer pas uit bij een natuurlijke straling van 500 W/m², terwijl dit voor de SON-T-lampen al bij 350 W/m² was. Wanneer er alleen naar het elektriciteitsverbruik wordt gekeken, zijn leds dus veel zuiniger, zelfs als ze meer branden.

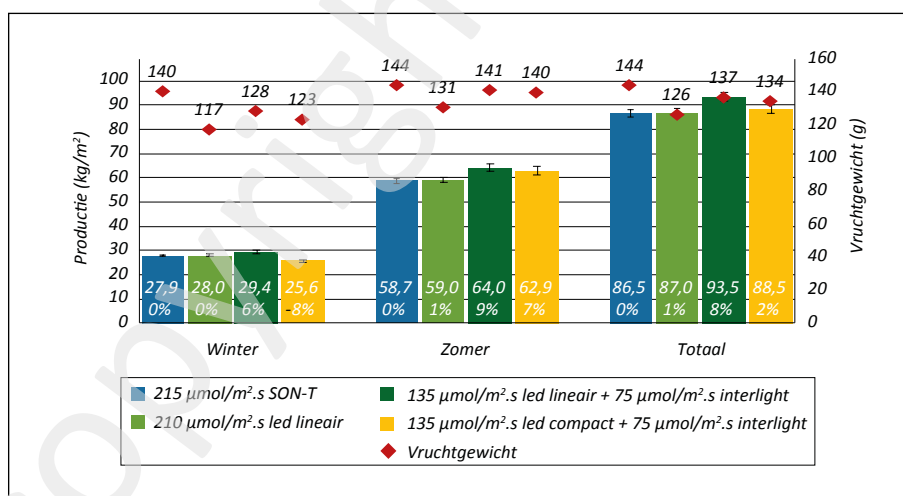
Verwarming ook belangrijk element in energieverhaal

Om het energieverbruik te vergelijken tussen full led en SON-T moet, naast het elektriciteitsverbruik, ook de verwarming in rekening worden gebracht. De minder efficiënte omzetting van elektriciteit naar licht bij SON-T-lampen zorgt immers voor extra warmte in de kas. Deze warmte wordt als stralingswarmte afgegeven en zorgt er voor dat de kop van de plant extra warmte ontvangt.

De afdelingen waarin deze proeven zijn uitgevoerd zijn relatief klein, waardoor veel warmte kan worden uitgewisseld met aangrenzende afdelingen en met de gang. Ook de bijdrage



Figuur 2. - Verticale lichtdoordringing voor de verschillende toplight modules. De planten krijgen over de hele gewashoogte meer licht bij 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ toplight. Dat wordt niet volledig opgevangen door de interlights (het licht afkomstig van deze interlights wordt niet getoond op de figuur). De lineaire modules geven de planten significant meer licht tussen het gewas dan de compact modules.



Figuur 3. - Productieresultaten in de winter, zomer en het volledige seizoen voor de verschillende belichtingssystemen (winter = november tot eind april, zomer = mei tot eind augustus). De combinatie van top- met interlight geeft de hoogste productie onder full led.



De compact toplight modules werden aan het spant opgehangen. $135 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ komt overeen met drie lampen per tralie. In combinatie met interlights wordt, na een achterstand in de winter, in totaal toch nog 2% meer productie behaald ten opzichte van het klassieke SON-T-systeem.

van zonlicht aan de verwarming kan verschillen tussen afdelingen. Deze energieverliezen en -winsten mogen uiteraard niet aan de belichting worden toegeschreven.

Andere verschillen in energieverbruik zijn wel gerelateerd aan het type belichting. Als de plant bijvoorbeeld actiever is onder ledlicht, zorgt dit voor een grotere verdamping, waardoor er meer moet worden geventileerd. Zowel door het verdampen van water, als door het afvoeren van deze vochtige lucht via ventilatie kan er in de afdelingen met ledlicht dus meer moeten worden verwarmd.

10% meer energieverbruik voor verwarming in ledafdeling

Om de verschillende experimenten eerlijk te kunnen vergelijken en een extrapolatie naar serres van commerciële grootte mogelijk te maken, hebben we alle energiestromen in kaart gebracht. Dit is gebeurd aan de hand

van temperatuur- en luchtvochtigheidsmetingen in de serre en in naburige afdelingen. De belangrijkste processen zijn de verwarming zelf, bijdrage van zonlicht aan de verwarming, bijdrage van de lampen, verliezen naar buiten, warmte-uitwisseling met naburige afdelingen, warmteverbruik door de planten voor verdamping en ventilatieverliezen. Door al deze stromen individueel in kaart te brengen, kunnen we via een correctie rekening houden met deze verschillende verliezen naar naburige compartimenten. Daarnaast wordt ook gecorrigeerd voor het verschil in warmte afkomstig van de zon. Dat leidt tot een meer accurate vergelijking tussen de verwarming onder leds en onder SON-T-lampen.

De verliezen naar de omgeving zijn over het algemeen vergelijkbaar tussen de full-led- en de SON-T-afdeling. De warmte-uitwisseling met naburige afdelingen verschilde wel: $5,6 \text{ W}/\text{m}^2$ voor led en $7,9 \text{ W}/\text{m}^2$ voor SON-T. Bovendien zijn de verliezen door ventilatie maar liefst 17%

groter onder ledlicht, wat toch een indicatie is dat de plantactiviteit sterk wordt beïnvloed door de lampkeuze.

Figuur 4 toont het gecorrigeerde energieverbruik in de wintermaanden. In de ledafdeling wordt gemiddeld $46 \text{ kWh}/\text{m}^2$ per maand verbruikt, terwijl de SON-T-afdeling slechts $41 \text{ kWh}/\text{m}^2$ nodig had. Dus om eenzelfde temperatuur aan te houden moesten we in de ledafdeling meer stoken en werd er 10% meer energie verbruikt. In april is het verschil al erg klein. In de zomer zal er dus waarschijnlijk geen verschil meer zijn in warmteverbruik tussen beide afdelingen.

Besparing elektriciteit groter dan meerkost verwarming

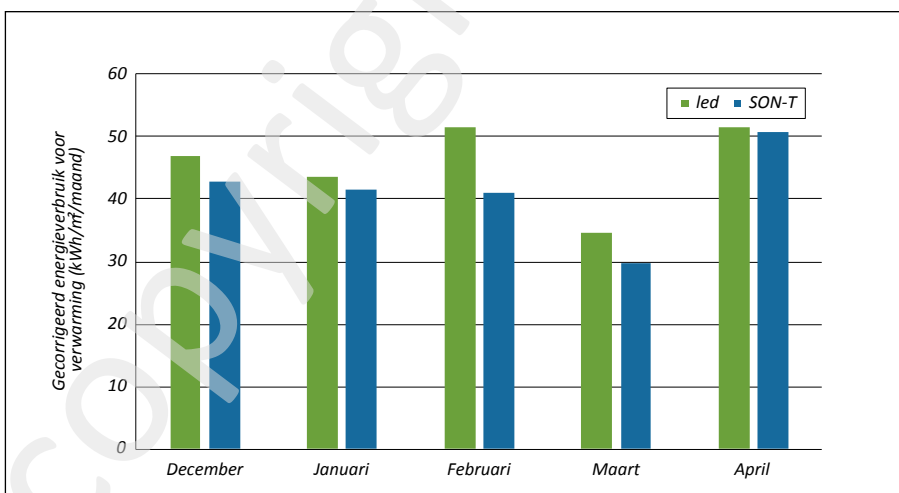
Kies je voor ledlampen, dan kan je je elektriciteitsverbruik aanzienlijk verminderen (om eenzelfde hoeveelheid licht te produceren) ten opzichte van SON-T-lampen. Het verbruik van de verwarming zal wel hoger zijn wanneer je alleen leds installeert. Over het algemeen zal deze meerkost voor de extra verwarming niet opwegen tegen de uitgespaarde elektriciteitskost, maar dat hangt natuurlijk af van je specifieke situatie.

W. Vanlommel

Proefcentrum Hoogstraten, Meerle

J. Creylman & F. De Ridder

Kenniscentrum Energie, Thomas More Kempen, Geel



Figuur 4. - Het gecorrigeerde energieverbruik voor de led- en SON-T-afdeling

Dit onderzoek werd uitgevoerd binnen het project GLITCH (Glastuinbouw Innoveert door Co-creatie met koolstofarme Hightech) dat kadert binnen het Interreg-programma Vlaanderen-Nederland, met steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling.