

Efficiënte belichtingsstrategieën met dynamische LEDs

Anja Dieleman (WUR) en Stijn Jochems (Delphy)

Workshop op het EnergiekEvent, 2 juli 2024



Inleiding

- Licht: belangrijkste factor voor groei en productie
- Winter: belichting nodig – toegenomen aandeel LED belichting
- Energiecrisis: reductie energieverbruik
- Sterk wisselende stroomprijzen door patroon van beschikbaarheid (zon, wind) en gebruik
- Belichtingsstrategie aanpassen aan wisselende stroomprijzen: dynamische belichting



Intelligente aansturing van belichting

- Reductie van energiegebruik nodig door slimmer te belichten
 - Gebruik maken van (dimbare) LEDs
 - Fysiologische kennis: wanneer wordt licht beste benut
 - Afstemmen van licht op temperatuur (en andersom)
- Samenwerking in Masterplan Licht (WUR, Delphy, Plant Lighting)
- Inventarisatie, fundamenteel onderzoek en toepassing van de kennis

Elektra besparen met LED

- ✦ Al veel elektra bespaard met omschakeling naar full-LED
- ✦ Maar ook met full-LED meerdere manieren om verder te besparen
- ✦ Deze strategieën willen we onderzoeken in het Masterplan Licht
- ✦ Voordat we daarmee beginnen: waar staan we nu?
- ✦ Praktijkinterviews & literatuuronderzoek. Interviews gedaan met:
 - Telers
 - Onderzoekers
 - Adviseurs
 - (Licht-)leveranciers
 - Veredelaars
 - Klimaatcomputer ontwikkelaars

Vraag aan de zaal:

- ✦ Welke manieren zijn er om zuiniger om te gaan met full-LED belichting?

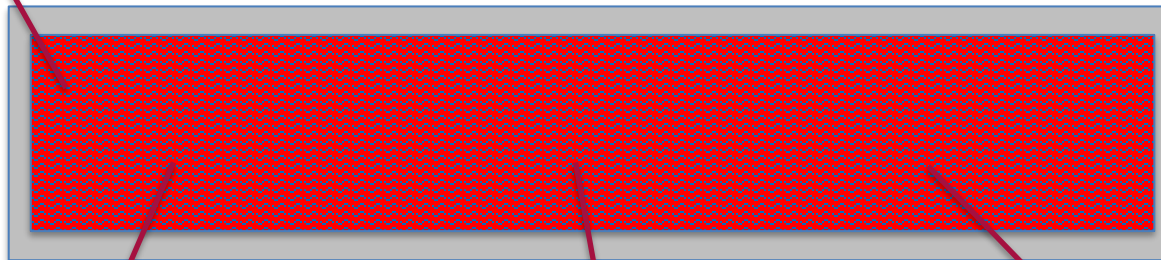
Huidige situatie – de lamp

Efficiëntie van LEDs gaan hard
(~4 $\mu\text{mol}/\text{J}$)

Bij dimmen een koeler
armatuur en nog efficiënter

Hoe hoger de intensiteit, hoe hoger
flexibiliteit!

Hoge intensiteiten LED worden
geïnstalleerd, vaak beperkt tot
subsidie eisen



Hoogste aandeel v/h spectrum (85-90%) **ROOD**
Aangevuld met **BLAUW** en **GROEN**
(opening huidmondjes, scouting, bevlieging)

Verrood in sommige gewassen
bewezen en dan vaak apart
kanaal. In andere gewassen
geen/inconsistent effect

Volgende stap: apart stuurbaar
blauw en groen

Nieuwe sensoren: PAR + Spectrum

Huidige situatie – Dynamisch belichten

- ✦ Efficiënt gebruik van zonlicht
- ✦ Minder belichtingsuren
- ✦ Dimmen
- ✦ Belichten op gewasbehoefte



✦ Lichtintegratie

Maand 1

Week 1

Dag 1

Dag 2

Dag 3

Dag 4

Dag 5

Dag 6

Dag 7

Week 2

Week 3

Week 4

Week 5

00:00 04:00 08:00 12:00 16:00 20:00

Huidige situatie – Dynamisch belichten

- ✦ Efficiënt gebruik van zonlicht
- ✦ Minder belichtingsuren
- ✦ Dimmen
- ✦ Belichten op gewasbehoefte



✦ Lichtintegratie

Maand 1															
Week 1							Week 2	Week 3	Week 4	Week 5					
Dag 1						Dag 2					Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7
00:00	04:00	08:00	12:00	16:00	20:00										

✦ Korte termijn: Daily Light Integral (DLI)

Huidige situatie – Dynamisch belichten

- ✦ Efficiënt gebruik van zonlicht
- ✦ Minder belichtingsuren
- ✦ Dimmen
- ✦ Belichten op gewasbehoefte



✦ Lichtintegratie

Maand 1												
Week 1						Week 2		Week 3		Week 4		Week 5
Dag 1						Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7	
00:00	04:00	08:00	12:00	16:00	20:00							

✦ Middellange termijn: Weekly Light Integral (WLI)

Huidige situatie – Dynamisch belichten

- ✦ Efficiënt gebruik van zonlicht
- ✦ Minder belichtingsuren
- ✦ Dimmen
- ✦ Belichten op gewasbehoefte



✦ Lichtintegratie

Maand 1															
Week 1							Week 2	Week 3	Week 4	Week 5					
Dag 1						Dag 2					Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7
00:00	04:00	08:00	12:00	16:00	20:00										

✦ Lange termijn: Monthly Light Integral (MLI)

Huidige strategie – korte termijn

✦ Lage intensiteiten:

- In de praktijk wordt teruggedimd naar ondergrens $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Nog lager kan misschien, maar moet onderzocht worden
- Temperatuur van de kas daalt, dus worden lagere temperaturen geaccepteerd (om niet te veel te stoken)
- Aanpassing nodig in irrigatie en arbeid op momenten van dimmen

✦ Hoge intensiteiten

- Afhankelijk van gewas, maar meeste gewassen kunnen hoge intensiteiten verdragen
- Bij lage intensiteiten \rightarrow 1% meer licht \approx 1% meer productie
- Bij hoge intensiteiten \rightarrow 1% meer licht $<$ 1% more productie

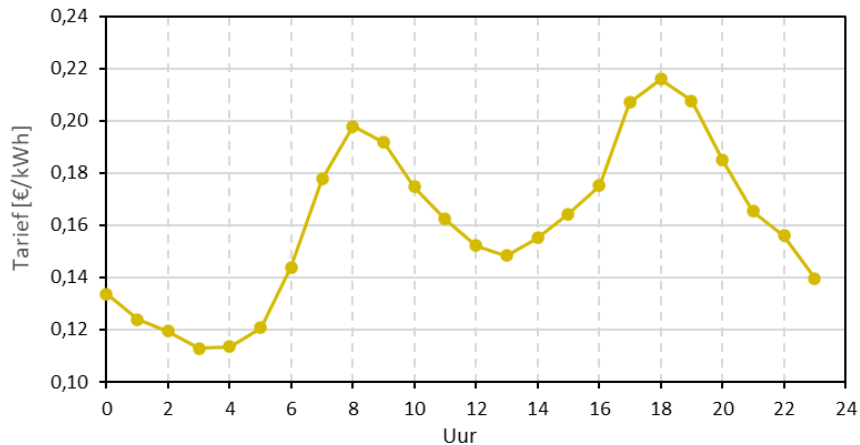
- Licht is (met name bij hoge intensiteiten) niet de limiterende factor

Huidige strategie – korte termijn

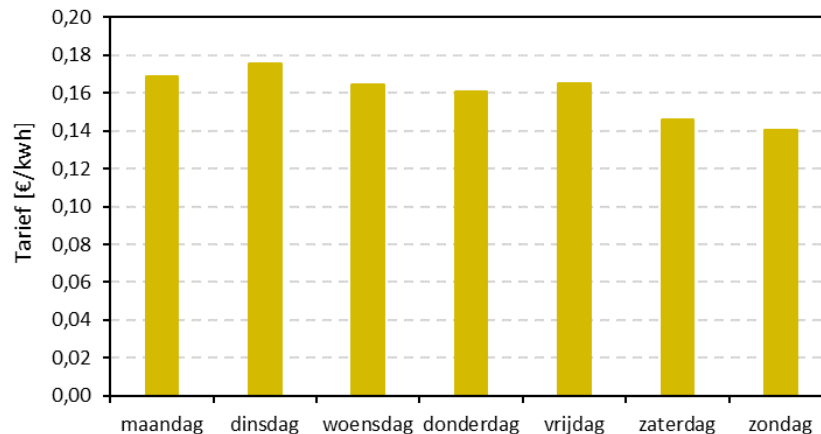
✦ Wanneer lage en hoge intensiteiten?

- In de praktijk meestal gebaseerd op elektriciteitsprijzen
- Elektriciteitsprijzen vaak hoger in ochtend en doordeweeks
- Dimmen vaak op dure uren, goedkope uren lampen aan
- Netstabiliteit en decarbonisatie van de industrie zorgt dat dit in de toekomst nog belangrijker wordt

Kosten stroom per uur



gemiddelde kosten per dag in de week



Huidige strategie – Middellange en lange termijn

- ✦ In natuurlijke omstandigheden zijn er continu wisselende omstandigheden
- ✦ Planten zijn van zichzelf flexibel en kunnen verschillen opvangen
- ✦ Als we deze flexibiliteit kunnen benutten, kunnen we de plant als batterij zien
- ✦ Afhankelijk per gewas kunnen er verschillende strategieën mogelijk zijn

Huidige strategie – Middellange en lange termijn

✦ Gedetermineerde groei

- 1 Eindproduct met duidelijke specs:
 - X dagen teeltduur
 - X gram
 - X grootte/lengte



✦ Gebalanceerde groei

- Langere oogstperiode (30-40 weken)
- Continu ontwikkeling van blad en vruchten



Veelbelovende eerste resultaten uit onderzoek
In praktijk wat ervaringen – m.n. seizoensinvloeden

Weinig ervaring – plant fysiologische
risico's

Samenvattend

- ✦ Ruwweg twee manieren om efficiënter LED-belichting in te zetten:

Vanuit de techniek	Vanuit de plant
Hogere efficacy lampen ($\mu\text{mol}/\text{J}$)	Belichten op behoefte:
Intensiteit dimmen	Lichtintegratie binnen een dag
Kleuren dimmen	Lichtintegratie binnen een week
	Lichtintegratie binnen een maand

- ✦ Uitdagingen en vragen:
 - Belichting is flexibel, maar hoe flexibel zijn de planten?
 - Hoe kan ik met LEDs het maximale uit de plant halen?

Dynamisch belichten - onderzoek

Onderzoeksvragen:

- Wat is effect van dynamisch licht op groei en productie?
- Welke plantprocessen worden beïnvloed door dynamisch licht?
- Wat is effect van frequentie van lichtwisselingen?
 - Uren, 30 minuten, minuten
- Wat is het effect van grootte van de wisselingen?
 - 0-200, 25-175, 75-125 of continu 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$



Proefopzet

- IDC LED: kas met 12 tafels met dynamisch instelbare LED modules
- Teelt van jonge tomatenplanten (Brioso)
- Meten van groei, morfologie en fotosynthese



Resultaten



Cont. 16h
100

2h-4h-2h
200/0

30 min
125/75

30 min
175/25

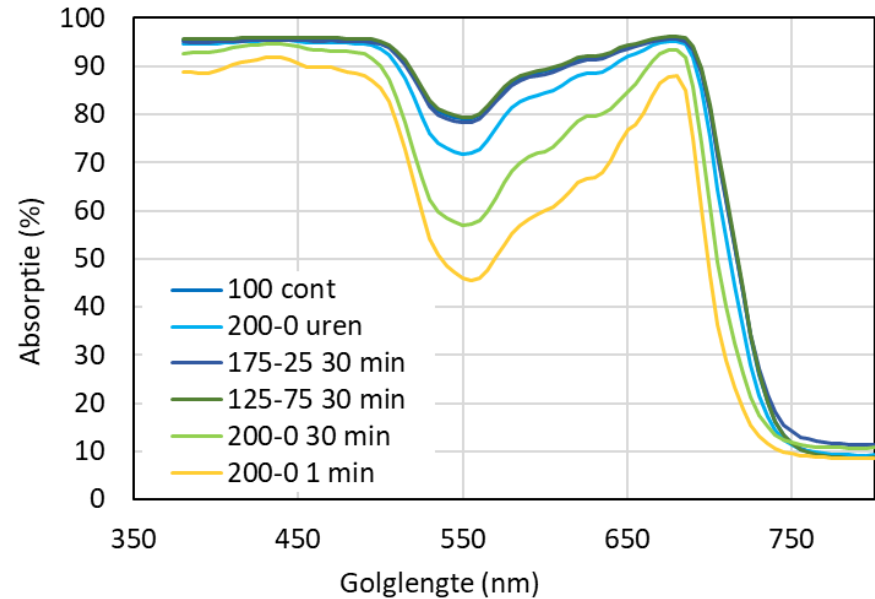
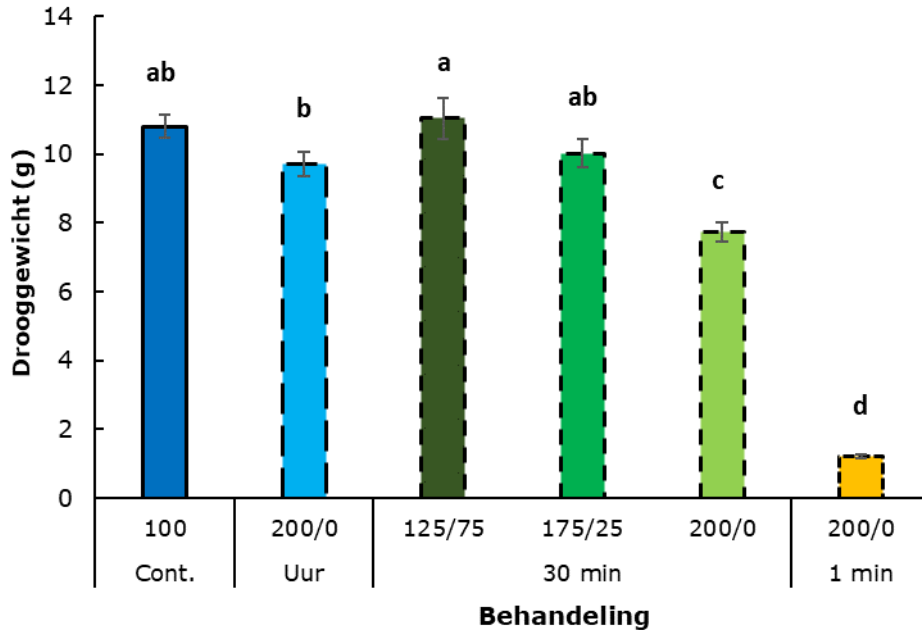
30 min
200/0

1 min
200/0



©Guido van Steekelenburg

Frequentie of grootte van lichtwisselingen?



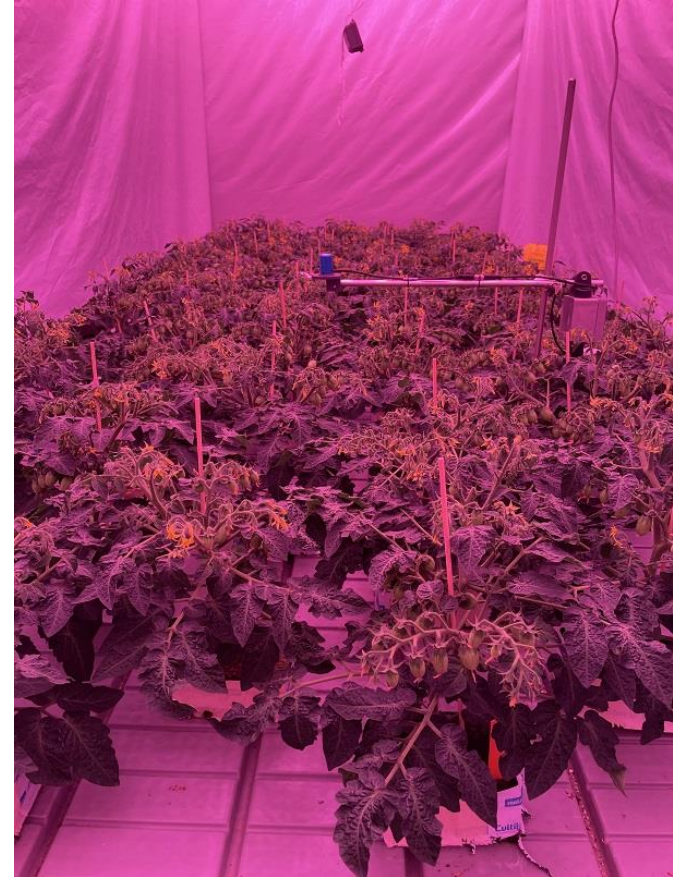
Grootte van lichtwisselingen heeft sterker effect dan frequentie

Dynamisch licht: effect op productie

- Wat is effect op vruchtdragend gewas?

Behandelingen:

- Continu 18 uur ($250 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)
- Aan/uit 30 min
- Wisselingen sterk en zwak (312/188 en 438/62)
- Natuurlijk verloop van lichtintensiteit
- Dip: natuurlijk verloop met 1 uur donker in de ochtend



Plantgewicht en productie

©Jos Paul



Dip

Natuurlijk

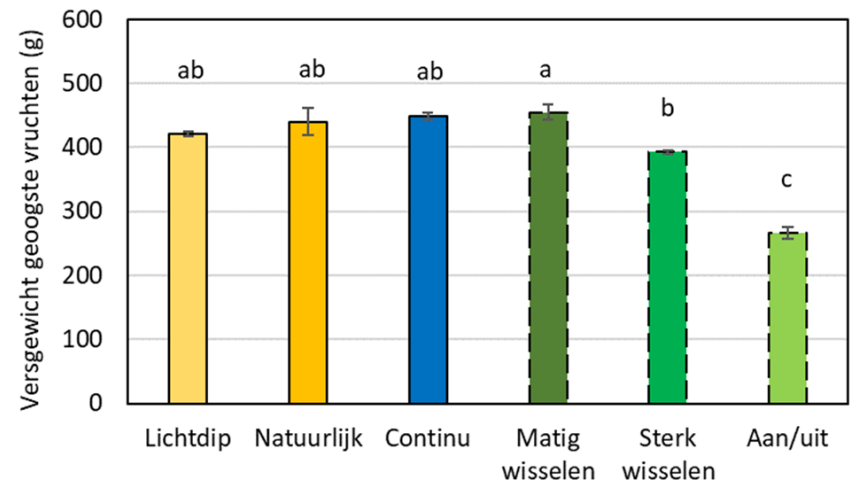
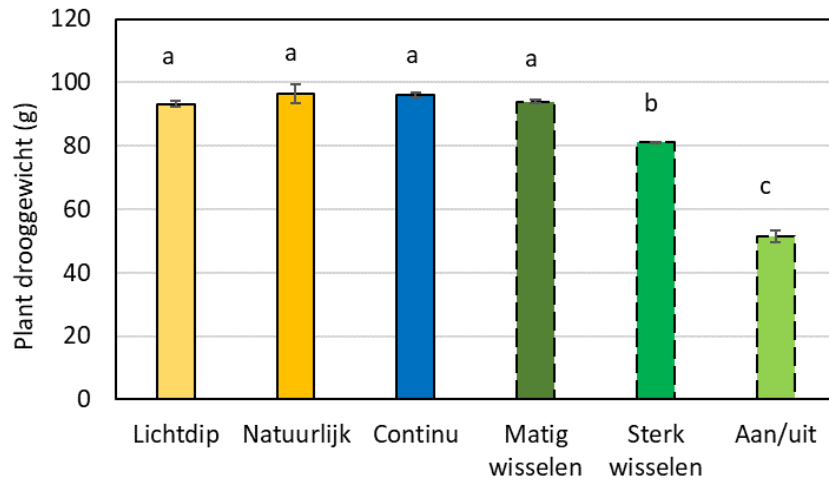
Continu

Matig wisselen

Sterk wisselen

Aan/uit

Plantgewicht en productie



MP Licht – Kasproef 2024-25 Delphy Improvement Centre

- ✦ Doel: Kennis ontwikkelen over het optimaal inzetten van belichting en warmte, en het effect daarvan op kasklimaat en plantontwikkeling
- ✦ Onderzoeksvragen:
 - Wat is het effect van dimmen van belichting op planttemperatuur?
 - En het effect op temperatuur- en vochtverdeling?
 - Hoe moet de stookstrategie worden aangepast?
 - Wat is het effect van fluctuerende lichtintensiteit, temperatuur en vocht op plantontwikkeling en assimilatenverdeling?

MP Licht – Aanpak

✦ Kasuitrusting

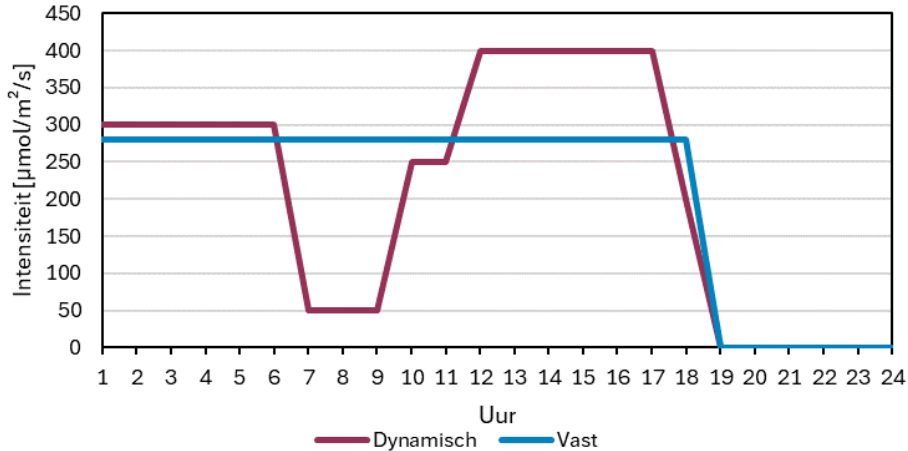
- 2x 250 m² kassen met full-LED, energie- en donkerdoek.
- Grove tros : Macxize (Axia)
- 1 kas dynamisch, 1 kas standaard belicht
- Wateropname wordt middels matgewicht bepaald

Opzet - Kasproef 2024/25

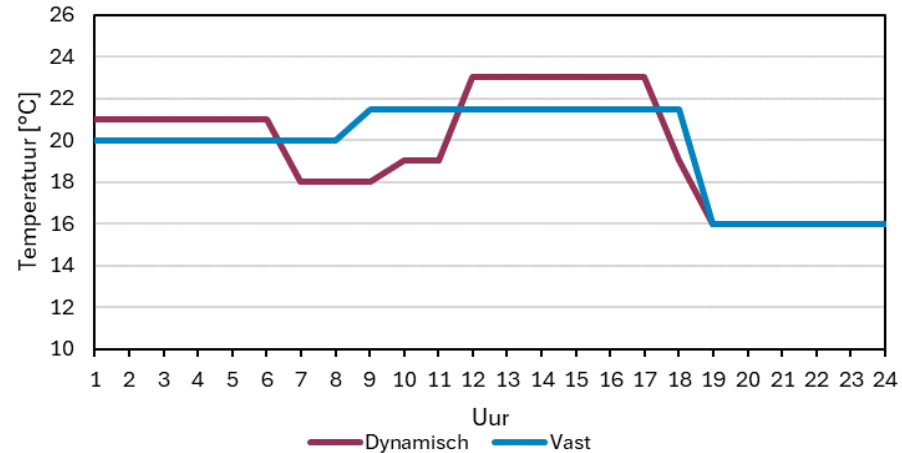
Belichting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	PAR-som
Dynamisch	300	300	300	300	300	300	50	50	50	250	250	400	400	400	400	400	200	0	0	0	0	0	0	0	18,2
Vast	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	0	0	0	0	0	0	18,1

Temperatuur	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	EtmaalT
Dynamisch	21	21	21	21	21	21	18	18	18	19	19	23	23	23	23	23	19	16	16	16	16	16	16	16	19,63
Vast	20	20	20	20	20	20	20	20	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	16	16	16	16	16	16	16	19,63

Belichtingsstrategie



Temperatuurstrategie



Conclusies

- Snelle ontwikkeling van dimbare LEDs (intensiteit en spectrum)
- Hoe die dynamische LEDs optimaal ingezet moeten worden is afhankelijk van teeltdoel en gewas
- Dynamische belichting kan worden toegepast om efficiënter om te gaan met licht, minimaal lichtniveau moet aangehouden worden
- Kennis en belichtingsstrategieën worden in het Masterplan Licht (verder) ontwikkeld

Bedankt voor jullie aandacht

Vragen?



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

