

Energie efficiënte belichtingstechnieken in hogedraad komkommer

Proefperiode: 18 januari 2019 – 17 mei 2019

Proef uitgevoerd door: Innoveins facilitair en Botany BV

Titel	Energie efficiënte belichtingstechnieken in hogedraad komkommer
Proefperiode	18 januari 2019 – 17 mei 2019
Contactgegevens	Innoveins Facilitair en Botany BV Maarten Vliex / Conny Vervoort maarten.vliex@botany.nl / conny.vervoort@botany.nl
Project	Dit onderzoek vond plaats binnen het project GLITCH. GLITCH zet in op de ontwikkeling van innovatieve energie-efficiënte en klimaatneutrale teelttechnieken en -systemen in de glastuinbouw. https://glitch-innovatie.eu/
Steunvermelding	Dit onderzoek wordt enerzijds mogelijk gemaakt met de steun van het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Anderzijds wordt het project ondersteund vanuit het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO), de Provincie Antwerpen, Het Vlaams Kabinet Omgeving, Natuur en landbouw, de provincie Limburg (NL) en het Nederlands Ministerie van Economische zaken.



1. Samenvatting / Abstract

In West-Europa groeit de interesse naar de teelt van komkommers in een hogedraad systeem. Dit systeem kan de komkommerproductie en -kwaliteit significant verbeteren gedurende het teeltseizoen. Kunstmatige belichting wordt, enkel gedurende de wintermaanden, toegepast om productie, ook in de donkere maanden, mogelijk te maken. Vroege plantingen, die de productie in november en december garanderen, hebben hoge lichtintensiteiten nodig en zijn nog niet vanzelfsprekend in deze regio. Echter, de productie van komkommers gedurende deze maanden kan wel een economisch voordeel bieden. Daarom is een proef uitgevoerd om de mogelijkheden van het inzetten van verschillende typen assimilatiebelichting vast te stellen (SON-T en LED verlichting). Daarnaast is het effect van verschillende spectra op de ontwikkeling en productie van komkommerplanten onderzocht (de invloed van verrood licht werd onderzocht). Gedurende deze proef, werden nauwelijks groei- en ontwikkelingsverschillen waargenomen tussen de verschillende lichtbehandelingen. Echter, in de laatste oogstweken werd een hogere productie gerealiseerd onder SON-T ten opzichte van LED. De resultaten laten interessante mogelijkheden zien voor het gebruik van assimilatiebelichting in de teelt van hogedraad komkommers, mits het lichtrecept en de groeicondities geoptimaliseerd worden.



2. Inhoudstafel

1. Samenvatting / Abstract	3
3. Inleiding	5
4. Proefopzet	6
4.1 Proefbeschrijving	6
4.2 Teeltgegevens	6
4.3 Beoordelingen	7
5. Resultaten en bespreking	8
5.1 Plantontwikkeling	8
5.1.1 Lengtegroei	8
5.1.2 Bladafplitsing	9
5.2 Opbrengst	12
5.2.2 Lichtefficiëntie	13
6. Conclusies	14
Bijlage I: Trial Setup	15
Bijlage II: Klimaat condities	16
Bijlage III: Bemestingschema	23



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



3. Inleiding

De tomatenproductie in West-Europa heeft een verandering doorgemaakt naar een jaarrond productie en kan daarmee de eigen markt voorzien. Dit heeft gezorgd voor de vraag van de consument naar een jaarrond aanvoer van producten van hoge kwaliteit (Hao et al., 2007). Dezelfde trend is ook zichtbaar voor de komkommerproductie. Op het moment is er nauwelijks aanvoer van komkommers van november tot februari (BelOrta, ReO, 2019). Hoewel de groei van de verse, onbewerkte groenten in de Europese markt gestopt is, zijn er mogelijkheden voor winterproductie aangezien de vraag naar niet-geïmporteerde producten stijgt (Vänninen, 2019). De start van een eigen winterproductie kan de import van komkommers vervangen. Het implementeren van belichtingssystemen in de komkommer productie liggen in lijn met de wereldwijde trend van het verlengen van de seizoenen, het verbeteren van de kwaliteit en het verbeteren van de opbrengst.

Het doel van dit onderzoek is dan ook om de potentie van verschillende belichtingstypen in de winterproductie van hogedraad komkommer te onderzoeken. Hierbij wordt het effect van LED lampen op de plantontwikkeling en productie onderzocht en vergeleken met de referentie, high pressure sodium lampen (HPS). De gevonden resultaten zijn onderdeel van het eerste onderzoeksjaar van GLITCH.



4. Proefopzet

4.1 Proefbeschrijving

Voor dit onderzoek zijn twee kascompartimenten (250 m²) gebruikt. In kascompartiment 45 werd een hybride belichtingssysteem met HPS lampen in combinatie met LED tussenbelichting gebruikt. Daarnaast zijn in compartiment twee rassen geplant (Top Vision en Hi Power). In kascompartiment 46 werd een volledig LED systeem geïnstalleerd met LED toplights en LED tussenbelichting. Daarnaast werden twee lichtspectra getest: in de linkerhelft van het compartiment was geen verrood licht aanwezig in het spectrum, in het rechter deel van het compartiment was wel verrood licht aanwezig in de toplights (11% van de lichtsom) (bijlage I). Beide kascompartimenten hadden een theoretische lichtintensiteit van 200 μmol m⁻² s⁻¹. In afdeling 45 werden 35 HPS lampen met een vermogen van 600 Watt gebruikt, in combinatie met 56 interlights van 100 Watt. In de LED afdeling werd gewerkt met 35 lampen van 200 Watt met een DR/W/LB spectrum (84% R, 7% G, 9% B) aan de linkerkant van de afdeling en met 44 lampen van 180 Watt met een DR/W/FR LB (84% R, 10% G, 6% B, 11% VR) spectrum aan de rechterkant van het compartiment. De interlights in afdeling 46 waren dezelfde als die gebruikt werden in afdeling 45.

Beide afdelingen bestonden uit 8 goten. In afdeling 45 werd op de linker 4 goten het ras Top Vision geplaatst en op de rechter 4 goten werd Hi Power geplant. Om randeffecten zoveel mogelijk uit te sluiten, werden de meetplanten geselecteerd op goot 2 en 3 en op goot 6 en 7. In afdeling 46 werd in het gehele compartiment Hi Power geplant waarbij het spectrum boven de linker 4 goten verschilde van het spectrum dat boven de rechter 4 goten was geïnstalleerd. Per behandeling werd gebruik gemaakt van 2 herhalingen, waarbij iedere herhaling bestond uit 10 planten (20 stengels).

4.2 Teeltgegevens

Komkommerplanten (*Cucumis sativus*) van twee variëteiten (Top Vision en Hi Power) werden gezaaid op 21 december 2018 bij een externe platenkweker. Op 18 januari 2019 zijn de planten van beide variëteiten vervolgens op de steenwolmatten geplaatst bij Botany B.V. De teelt werd gestart met een plantdichtheid van 1,9 plant per m² deze plantdichtheid werd verdubbeld naar een stengeldichtheid van 3,8 per m² door een tweede scheut aan te houden na het vierde blad. Klimaatomstandigheden (temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en CO₂ concentratie) werden aan elkaar gelijk gesteld in beide afdelingen (bijlage II). Temperatuur werd ingesteld op een etmaaltemperatuur van 21 °C, luchtvochtigheid werd ingesteld op 80% en CO₂ concentratie werd ingesteld op 800 ppm. De planten kregen water via een druppelirrigatiesysteem met een voedingsoplossing met een gemiddelde EC van 2,5 en een pH van 6.

Nadat de planten geplant waren op 18 januari, werd de eerste paar dagen geen assimilatiebelichting toegepast. Vanaf 21 januari werd gestart met assimilatiebelichting, de eerste dagen voor 10 uur per dag. Deze periode van bijbelichten werd iedere twee dagen verhoogd met 1 uur tot een fotoperiode van 14 uur was bereikt op 29 januari. Vanaf dit moment is de fotoperiode langzamer opgebouwd tot een maximum van 18 uur dat voor het eerst bereikt werd op 12 maart. Op het moment dat de straling van buiten hoger was dan 350 W/m²/s, gingen de toplights in beide afdelingen uit.



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

4.3 Beoordelingen

Tijdens dit onderzoek is de plantontwikkeling (lengtegroei, bladafplitsing en vruchtzetting) en opbrengst (aantal en gewicht) gemeten. Hierbij werd de plantontwikkeling wekelijks gemonitord en werd drie keer per week geoogst om inzicht te krijgen in de oogst. Aan de hand van de verkregen data kon de oogst per m² per week en de lichtefficiëntie berekend worden. Daarnaast werd de klimaatdata gekoppeld aan de plantontwikkeling.

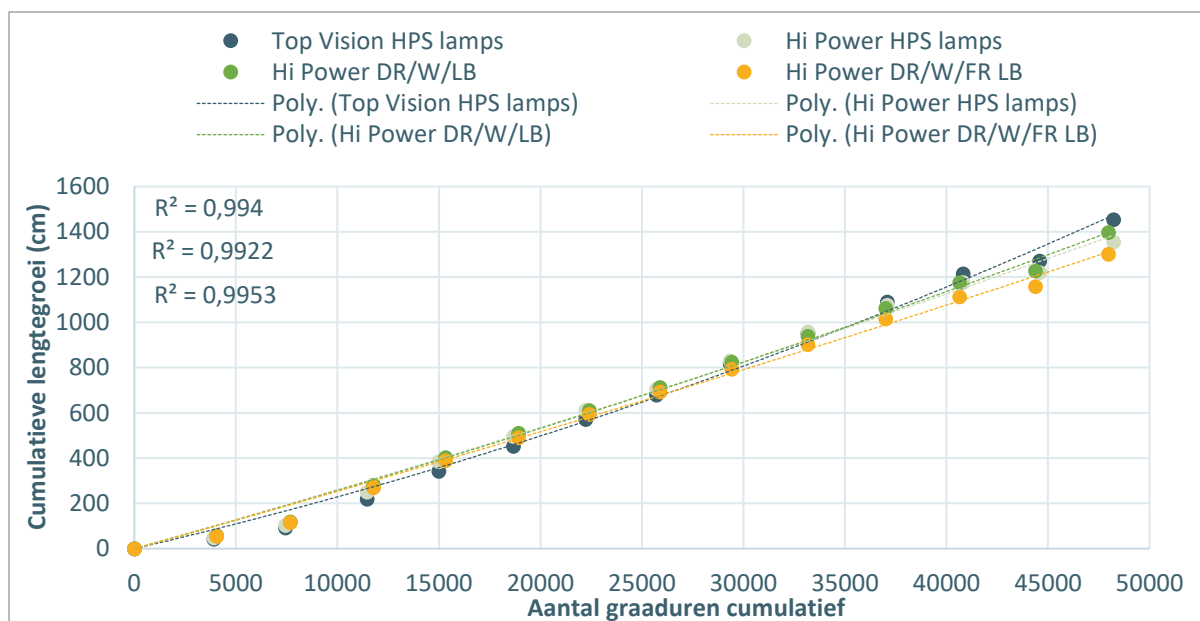
5. Resultaten en bespreking

5.1 Plantontwikkeling

Het effect van de verschillende belichtingstypen en verschillende lichtspectra op de plantontwikkeling werd in kaart gebracht. Daarnaast werd gekeken of er een verschil in plantontwikkeling bestond tussen de verschillende rassen. Voor ruwe data, zie bijlage III. Wat tijdens de teelt opviel, is dat het waterverbruik in de hybride afdeling hoger lag dan in de

5.1.1 Lengtegroei

De cumulatieve lengtegroei was de eerste drie weken significant hoger in de LED afdeling in vergelijking tot de hybride afdeling. Gedurende deze drie weken waren er geen significante verschillen tussen de spectra. Tussen de verschillende rassen werd een significant verschil in cumulatieve lengtegroei waargenomen van week 4 tot en met week 7 (tabel 5.1.1). Echter, vanaf week 8 zijn er geen significante verschillen tussen de afdelingen of rassen meer waargenomen. Hoewel de verschillen niet significant zijn, is de totale plantlengte het kortst bij de behandeling met verrood licht in het spectrum en het hoogst in de linkerkant van de LED afdeling (zonder verrood licht).



Figuur 5.1.1: Effect van lichtbehandeling en variëteit op de lengtegroei in hogedraad komkommers

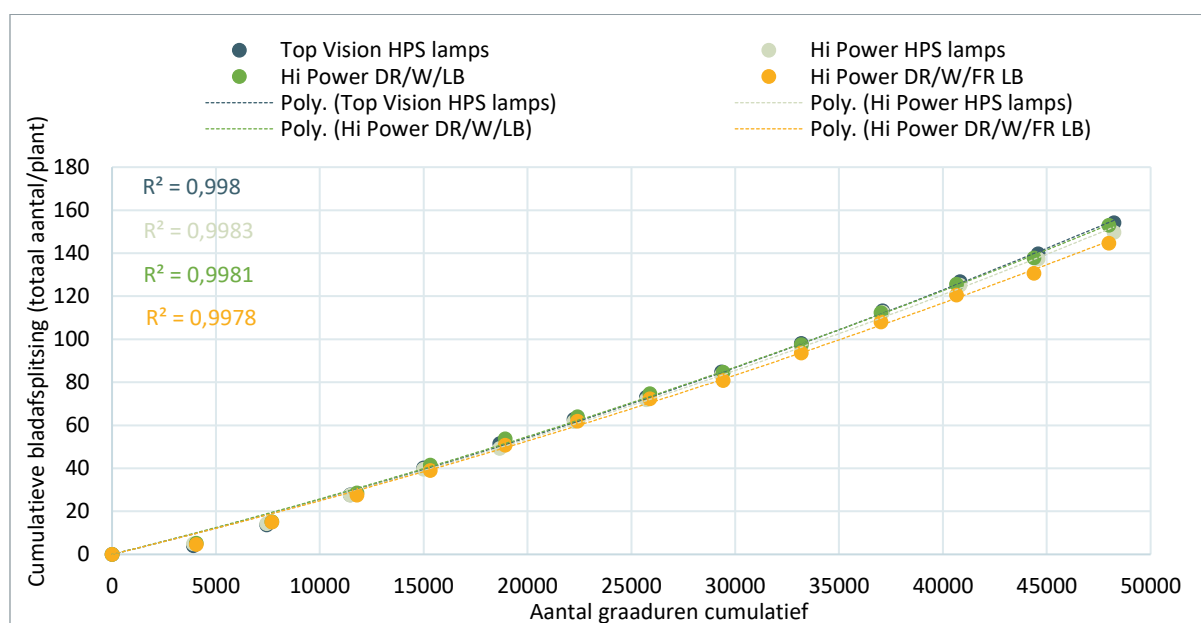
Cumulatieve lengtegroei in centimeters uitgezet tegen het cumulatieve aantal graaduren gedurende de teelt (n=20)

Tabel 5.1.1: Effect van lichtbehandeling en variëteit op de lengtegroei in hogedraad komkommers. overeenkomende letters zijn niet significant verschillend. N=20

Behandeling	29-1-2019	5-2-2019	13-2-2019	20-2-2019	27-2-2019	6-3-2019	13-3-2019
Top Vision SON-T	42.7 b	91.7 c	219.4 c	341.9 b	452.1 b	570.8	678.1
Hi-Power SON-T	47.3 b	102.2 b	250.5 b	384.6 a	496.8 ab	611.6	706.1
Hi-Power - Verrood	57.5 a	119.0 a	281.5 a	402.3 a	510.4 a	611.1	711.9
Hi-Power + Verrood	55.5 a	115.0 a	270.0 ab	388.8 a	490.4 ab	593.2	693.1
Behandeling	20-3-2019	27-3-2019	3-4-2019	10-4-2019	17-4-2019	24-4-2019	
Top Vision SON-T	816.7	952.7	1090.0	1214.4	1327.9	1453.1 a	
Hi-Power SON-T	830.3	958.0	1076.6	1176.9	1265.1	1355.3 ab	
Hi-Power - Verrood	824.2	939.5	1062.6	1174.5	1275.4	1396.8 ab	
Hi-Power + Verrood	793.6	902.0	1015.0	1113.6	1200.7	1301.2 b	

5.1.2 Bladafplitsing

De eerste vijf weken waren er enkele significante verschillen in bladafplitsing tussen de verschillende behandelingen zichtbaar (tabel 5.1.2). Echter waren deze verschillen niet consistent gedurende de weken. Na deze 5 weken werden er geen significante verschillen meer gevonden. Hoewel de verschillen niet significant zijn, werd, net als bij de lengtegroei, de laagste cumulatieve bladafplitsing gevonden in het spectrum met verrood licht.



Figuur 5.1.2: Effect van lichtbehandeling en variëteit op de bladafplitsing in hogedraad komkommers
 Cumulatieve bladafplitsing in aantallen uitgezet tegen het cumulatieve aantal graaduren gedurende de teelt (n=20)

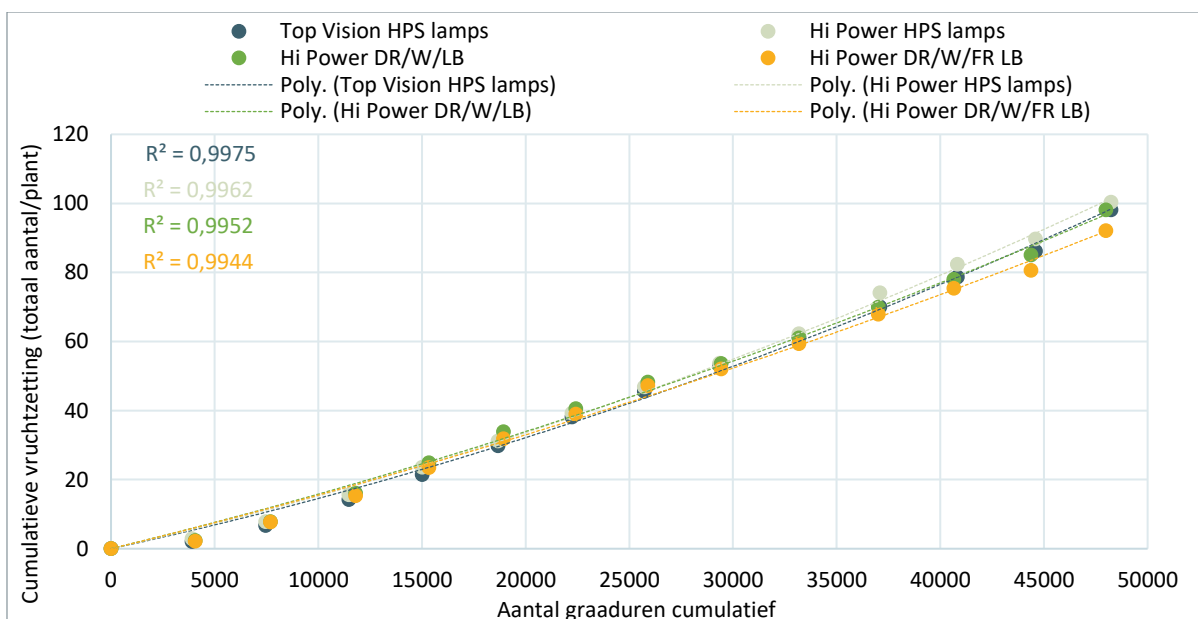
Tabel 5.1.2: Effect van lichtbehandeling en variëteit op de bladafplitsing in hogedraad komkommers. overeenkomende letters zijn niet significant verschillend. N=20

Behandeling	29-1-2019	5-2-2019	13-2-2019	20-2-2019	27-2-2019	6-3-2019	13-3-2019
Top Vision SON-T	4.0 c	13.7 c	27.6	40.2 ab	51.5 ab	62.8	73.1
Hi-Power SON-T	5.0 ab	14.3 bc	27.5	39.5 b	49.3 b	61.7	71.8
Hi-Power - Verrood	5.2 a	15.2 a	28.6	41.5 a	53.7 a	64	74.7
Hi-Power + Verrood	4.7 b	15.0 ab	27.5	39.0 b	50.7 ab	61.9	72.3

Behandeling	20-3-2019	27-3-2019	3-4-2019	10-4-2019	17-4-2019	24-4-2019
Top Vision SON-T	84.8	98.1	113.2	126.8	139.7	154.2
Hi-Power SON-T	83.4	96.7	112.5	125.2	137.3	149.8
Hi-Power - Verrood	84.6	97.5	112.4	125.6	137.8	152.6
Hi-Power + Verrood	80.8	93.7	108.0	120.6	130.7	144.6

5.1.3 Vruchtzetting

Gedurende de teelt werden er nauwelijks verschil gevonden in vruchtzetting tussen de verschillende behandelingen. Echter, ook dit verschil hield alleen gedurende de eerste vijf weken stand (tabel 5.1.3). Hoewel de verschillen niet significant zijn, werd, net als bij de lengtegroei en bladafplitsing, de laagste cumulatieve vruchtzetting gevonden in het spectrum met verrood licht



Figuur 5.1.3: Effect van lichtbehandeling en variëteit op de vruchtzetting in hogedraad komkommers
 Cumulatieve vruchtzetting in aantallen uitgezet tegen het cumulatieve aantal uren gedurende de teelt (n=20)

Tabel 5.1.3: Effect van lichtbehandeling en variëteit op de vruchtzetting in hogedraad komkommers. overeenkomende letters zijn niet significant verschillend. N=20

Behandeling	29-1-2019	5-2-2019	13-2-2019	20-2-2019	27-2-2019	6-3-2019	13-3-2019
<i>Top Vision SON-T</i>	2.1	6.7 b	14.2 c	21.4 b	29.8 b	38.2	45.6
<i>Hi-Power SON-T</i>	2.9	7.9 a	15.6 ab	23.6 a	31.2 ab	39.2	46.8
<i>Hi-Power - Verrood</i>	2.4	7.9 a	16.1 a	24.9 a	33.9 a	40.6	48.2
<i>Hi-Power + Verrood</i>	2.2	7.7 a	15.4 b	23.5 a	31.9 ab	39.0	47.3
Behandeling	20-3-2019	27-3-2019	3-4-2019	10-4-2019	17-4-2019	24-4-2019	
<i>Top Vision SON-T</i>	53.1	61.3	70.0	78.6	86.2 ab	98.2	
<i>Hi-Power SON-T</i>	53.7	62.3	74.1	82.3	89.7 a	100.4	
<i>Hi-Power - Verrood</i>	53.6	61.1	69.9	78.0	85.1 ab	98.1	
<i>Hi-Power + Verrood</i>	52.1	59.4	67.9	75.4	80.6 b	92.1	



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

5.2 Opbrengst

Tijdens deze teelt werd drie keer per week geoogst (eerste oogst op 13 februari) met een minimaal vruchtgewicht van 350 gram. Tussen de behandelingen werd geen verschil in vruchtgewicht gevonden. Het gestelde doel, van 5 kg/m²/week is in alle behandelingen behaald. Gedurende de eerste oogstweken, traden er geen grote verschillen in opbrengst op tussen de verschillende behandelingen. Echter, na 9 weken oogsten was de productie in de hybride afdeling hoger dan in de volledige LED kas. Of deze verschillen ook significant waren, kan op basis van deze proef niet geconcludeerd worden aangezien er geen herhalingen gebruikt zijn. Deze trend zette zich voort gedurende de rest van de proef. Daarnaast werd er een verschil gevonden in opbrengst tussen de verschillende spectra waarbij de opbrengst in kilogram lager lag bij het spectrum met verrood licht.

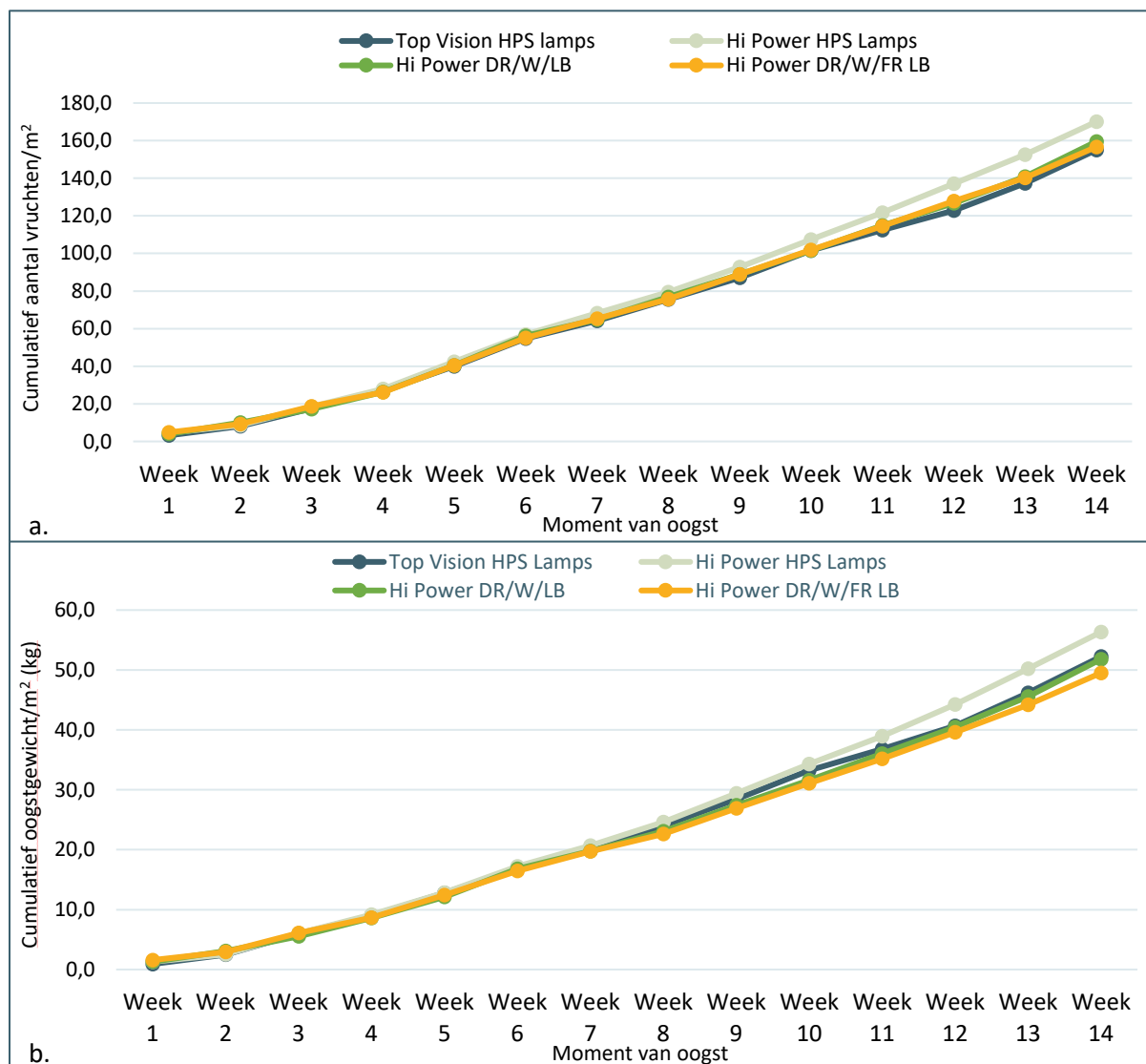


Figure 5.2.1: Effect of light treatment and cultivar on production in cucumber

Wekelijkse opbrengst per m² uitgezet tegen de week van oogst. Eerste oogstweek: 11 – 15 februari

a. Cumulative weekly number of fruits per m² (n=20)

b. Cumulative weekly weight of fruits per m² (n=20)

5.2.2 Lichtefficiëntie

Het doel was, om gedurende deze proef, een lichtefficiëntie van 25 gram per mol te bereiken aangezien dit een waarde is die in de praktijk ook gerealiseerd wordt. Over de gehele teelt gezien, is het deze lichtefficiëntie in iedere behandeling behaald. Hoewel de verschillen niet significant lijken, was de lichtefficiëntie het hoogst bij Hi Power in de hybride afdeling (31,8 gram per mol). Lichtefficiëntie bleek in deze proef het laagst te zijn in de volledige LED afdeling waar verrood licht in het spectrum zat (28,1 gram per mol).



Figure 5.2.1: Effect of light treatment and cultivar on production in cucumber

Lichtsom in mol per week uitgezet tegen het aantal geoogste grammen per mol.

a. Lichtsom per week uitgezet tegen de behaalde lichtefficiëntie

b. Gemiddelde lichtefficiëntie per behandeling gedurende de gehele proef

6. Conclusies

Op basis van de resultaten van deze proef kan geconcludeerd worden dat op dit moment, onder deze specifieke omstandigheden, HPS lampen nog niet succesvol vervangen kunnen worden door LED lampen omdat de productie onder LEDs achterblijft ten opzichte van HPS lampen. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat het ras Hi-Power de voorkeur heeft boven Top Vision gedurende de teelt aangezien Top Vision, met name in de eerste periode sterk achter bleef op Hi Power. Alhoewel de opbrengst hoger bleek in de SON-T afdeling, werden zowel de gewenste oogst ($5 \text{ kg/m}^2/\text{week}$) als de gewenste lichtefficiëntie (25 gram per mol) in iedere behandeling gehaald. Dit houdt in dat LED nog altijd de potentie heeft om HPS te vervangen in de toekomst. Omdat er slechts kleine effecten van de verschillende lichttypen op de gemeten parameters gevonden werden, onder andere vruchtzetting, gedurende deze proef, kan geconcludeerd worden dat de vruchten zich minder goed ontwikkelen onder LED licht in vergelijking met HPS. Om erachter te komen waarom vrucht abortie groter is onder LED licht zal er een vervolgteelt plaatsvinden waarbij de focus meer op het lichtspectrum zal liggen. Een andere factor waar meer aandacht aan besteed gaat worden bij de vervolgteelt is de waterhuishouding; gedurende deze proef werd waargenomen dat er meer water verbruikt werd in de hybride afdeling in vergelijking met de volledige LED afdeling, wat inhoudt dat de verdamping hoger was in de hybride kas. Dit zou een mogelijke verklaring kunnen zijn waarom de vruchtontwikkeling in het hybride compartiment beter was dan in de volledige LED afdeling.



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



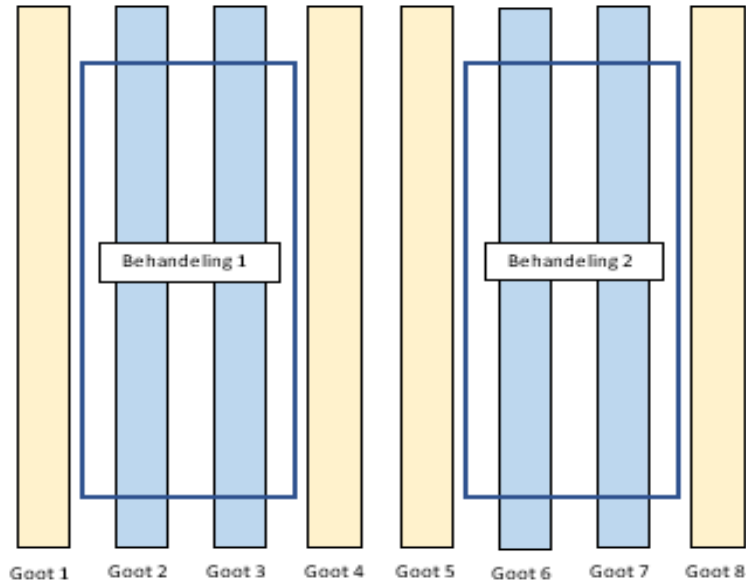
Bijlage I: Trial Setup

Afdeling 45:

Hybride belichting

Goot 1 t/m 4: Top Vision (behandeling 1)

Goot 5 t/m 8: Hi Power (behandeling 2)

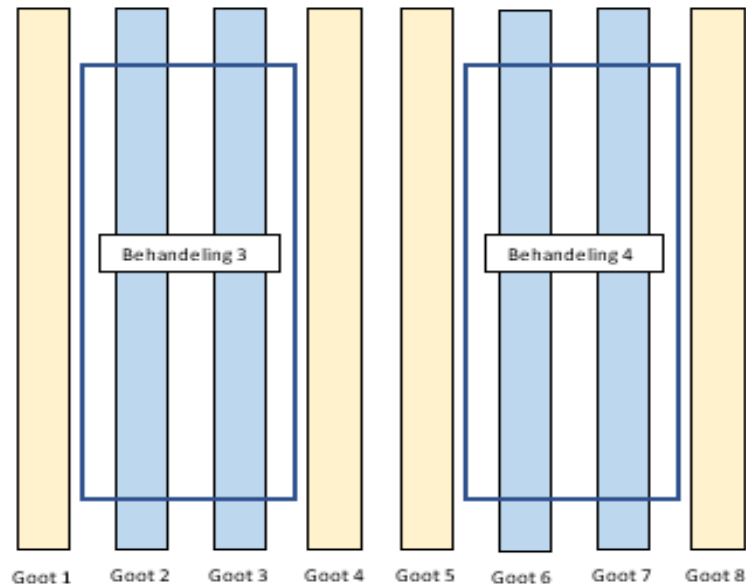


Afdeling 46:

Full LED belichting

Goot 1 t/m 4: High Power DR/W/LB (behandeling 3)

Goot 5 t/m 8: Hi Power DR/W/LB FR (behandeling 4)



Bijlage II: Klimaat condities

Datum	T 45 (°C)	T 46 (°C)	RV 45 (%)	RV 46 (%)	CO2 45 (ppm)	CO2 46 (ppm)
21-1-2019	20,2	21,4	46,7	49,8	712,6	674,4
22-1-2019	20,1	20,9	48,9	52,0	767,8	748,1
23-1-2019	20,3	21,1	53,6	58,3	801,5	766,6
24-1-2019	20,2	20,9	57,8	62,7	785,6	761,9
25-1-2019	20,4	21,0	58,4	63,8	798,3	727,9
26-1-2019	20,4	21,1	66,0	72,8	703,3	677,0
27-1-2019	20,6	21,2	65,8	72,2	645,1	623,1
28-1-2019	20,5	21,2	64,1	71,0	661,1	621,0
29-1-2019	20,8	21,5	62,6	70,2	781,0	721,2
30-1-2019	20,7	21,3	68,9	74,1	801,9	759,2
31-1-2019	21,2	21,6	69,1	73,5	848,2	780,3
1-2-2019	21,4	22,0	72,1	76,9	750,0	721,3
2-2-2019	21,2	21,8	74,1	76,8	874,2	791,7
3-2-2019	21,3	21,9	73,2	76,8	776,1	697,4
4-2-2019	20,8	21,3	76,2	78,8	810,5	752,5
5-2-2019	21,0	21,4	78,2	81,2	672,1	718,9
6-2-2019	20,9	21,4	78,9	81,9	707,5	726,3
7-2-2019	21,5	21,8	77,2	80,4	633,0	664,3
8-2-2019	21,0	21,4	78,8	82,2	677,6	697,5
9-2-2019	20,9	21,5	77,7	80,7	730,8	643,8
10-2-2019	20,9	21,4	79,2	82,6	727,5	719,7
11-2-2019	20,6	21,3	77,6	81,8	785,3	702,5
12-2-2019	20,7	20,7	77,7	82,0	794,7	680,5
13-2-2019	20,7	20,8	76,3	80,9	794,6	643,4
14-2-2019	20,9	21,2	75,0	79,0	659,8	600,5
15-2-2019	21,0	21,2	74,0	80,3	669,5	594,9
16-2-2019	21,1	21,0	74,4	80,1	645,0	577,9
17-2-2019	21,2	21,2	74,0	79,5	645,3	581,4
18-2-2019	21,3	21,1	73,7	78,1	627,3	570,1
19-2-2019	21,2	21,0	76,3	81,6	666,1	632,6
20-2-2019	21,4	20,8	76,4	83,6	627,7	608,6
21-2-2019	21,8	20,6	85,2	88,6	663,5	662,2
22-2-2019	21,5	20,9	84,4	88,6	592,6	444,3
23-2-2019	21,9	21,7	80,8	85,0	617,3	459,8
24-2-2019	21,7	21,9	80,4	85,0	584,5	471,8



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



GLITCH

25-2-2019	22,2	21,9	80,9	83,7	531,6	479,6
26-2-2019	22,1	22,1	80,5	84,4	533,4	469,2
27-2-2019	21,9	22,0	78,3	80,9	557,1	494,5
28-2-2019	21,7	21,0	79,3	82,6	653,4	563,3
1-3-2019	20,7	20,1	81,8	84,1	713,0	605,3
2-3-2019	21,4	20,8	80,5	84,3	658,3	510,5
3-3-2019	20,6	20,1	81,1	82,6	706,2	580,1
4-3-2019	20,9	20,7	78,6	81,2	711,7	574,4
5-3-2019	21,4	20,8	77,8	81,5	747,3	609,5
6-3-2019	21,5	20,9	79,8	84,3	692,6	533,3
7-3-2019	21,3	21,0	78,7	82,5	674,4	500,1
8-3-2019	21,6	21,0	79,7	82,9	736,5	581,6
9-3-2019	21,2	20,5	78,9	82,2	694,9	560,9
10-3-2019	19,8	20,1	74,2	79,6	600,2	514,6
11-3-2019	19,8	20,7	73,4	80,4	570,8	552,0
12-3-2019	20,3	20,7	73,7	79,8	382,2	535,6
13-3-2019	20,2	20,3	72,9	78,3	393,8	544,5
14-3-2019	20,3	20,2	75,6	81,5	390,3	517,9
15-3-2019	21,4	20,6	81,6	83,4	393,5	502,9
16-3-2019	22,2	20,7	80,8	83,6	415,6	531,4
17-3-2019	22,1	21,4	79,8	81,1	409,0	533,1
18-3-2019	22,2	21,7	78,5	81,2	481,9	552,4
19-3-2019	22,6	22,3	77,7	80,9	645,3	563,9
20-3-2019	22,6	21,9	78,8	83,1	615,0	524,2
21-3-2019	23,2	22,9	77,2	81,0	478,3	414,4
22-3-2019	23,4	23,0	77,2	80,6	473,6	411,9
23-3-2019	22,4	21,8	81,3	85,0	513,1	414,3
24-3-2019	23,0	22,6	78,3	80,8	505,7	447,3
25-3-2019	22,4	22,1	77,3	82,9	683,5	467,9
26-3-2019	22,5	22,2	78,7	84,2	625,9	457,3
27-3-2019	23,4	23,0	80,8	85,2	549,2	422,4
28-3-2019	23,5	23,0	80,8	85,2	548,4	421,8
29-3-2019	23,3	22,6	83,6	84,3	503,6	409,3
30-3-2019	23,5	23,1	78,4	81,1	536,2	448,4
31-3-2019	23,2	22,7	75,6	79,9	501,0	412,9
1-4-2019	22,9	22,5	79,1	82,3	537,1	423,7
2-4-2019	23,0	22,7	76,1	80,6	600,4	469,2
3-4-2019	22,2	21,3	81,2	83,7	646,7	496,8
4-4-2019	21,7	21,1	82,3	85,7	637,4	554,8



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



GLITCH

5-4-2019	21,7	21,1	82,3	85,7	637,4	554,8
6-4-2019	21,7	21,1	82,3	85,7	637,4	554,8
7-4-2019	21,7	21,1	82,3	85,7	637,4	554,8
8-4-2019	23,8	24,0	73,8	82,0	530,3	445,6
9-4-2019	22,6	22,2	76,2	81,7	553,3	413,9
10-4-2019	22,6	22,6	74,4	81,2	580,5	439,4
11-4-2019	22,6	22,7	74,8	83,0	618,4	459,9
12-4-2019	21,9	21,4	74,7	81,1	635,9	505,4
13-4-2019	22,2	21,7	74,1	80,5	699,0	548,3
14-4-2019	22,5	22,1	75,1	79,9	604,8	493,8
15-4-2019	22,5	22,5	66,6	76,7	513,7	451,8
16-4-2019	22,8	22,4	68,6	75,4	443,5	417,7
17-4-2019	22,3	22,1	76,8	81,8	470,2	417,1
18-4-2019	23,4	23,0	67,0	72,9	456,8	400,9
19-4-2019	21,2	21,0	77,0	81,8	614,6	454,9
20-4-2019	21,2	21,0	77,0	81,8	614,6	454,9
21-4-2019	21,2	21,0	77,0	81,8	614,6	454,9
22-4-2019	21,2	21,0	77,0	81,8	614,6	454,9
23-4-2019	21,2	21,0	77,0	81,8	614,6	454,9
24-4-2019	22,9	22,4	59,5	63,5	398,4	390,9
25-4-2019	22,4	22,1	75,6	80,1	467,9	414,3
26-4-2019	22,5	22,3	74,0	77,7	480,8	432,9
27-4-2019	21,9	21,5	73,4	77,6	584,1	470,5
28-4-2019	22,7	22,4	75,0	79,1	491,6	422,8
29-4-2019	22,5	22,1	71,6	75,7	523,3	444,3
30-4-2019	22,9	22,7	73,2	77,1	487,1	422,6
1-5-2019	23,1	22,6	74,0	78,9	492,8	433,5
2-5-2019	22,5	22,2	75,4	77,8	547,6	472,4
3-5-2019	22,3	21,8	75,1	78,5	493,6	446,2
4-5-2019	22,6	22,2	74,0	79,2	597,6	459,4
5-5-2019	22,5	22,2	74,1	78,1	537,4	446,3
6-5-2019	22,1	21,5	73,1	78,4	641,6	527,8
7-5-2019	23,3	22,7	74,4	78,0	489,6	436,3
8-5-2019	22,3	21,9	78,4	83,4	577,0	434,8
9-5-2019	22,6	22,4	76,3	80,0	451,2	386,0
10-5-2019	22,6	22,4	76,8	81,9	519,7	397,1
11-5-2019	23,0	22,7	72,6	77,8	493,4	408,8
12-5-2019	23,1	22,7	72,0	76,4	481,3	420,9
13-5-2019	23,7	23,0	66,9	73,5	514,2	439,8



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



14-5-2019	23,8	23,2	69,2	75,2	485,6	411,1
15-5-2019	24,0	23,3	66,8	72,8	485,4	423,1
16-5-2019	23,5	23,0	70,8	76,7	439,5	394,6
17-5-2019	21,0	20,8	81,9	85,5	470,8	448,4
18-5-2019	22,2	21,9	57,9	62,9	494,4	467,1
19-5-2019	24,0	24,1	54,5	55,1	424,3	422,9

Datum	GR (W/m2)	GR Som (J)	Licht som (mol/m2/dag) (45% transmissie)	Belichting (uur)	Licht som belichting (mol)	Totale licht som (mol)
21-1-2019	65,2	563,1	5,4	10,0	7,2	12,6
22-1-2019	21,3	184,3	1,8	10,0	7,2	9,0
23-1-2019	42,3	365,1	3,5	11,0	7,9	11,5
24-1-2019	22,4	193,5	1,9	11,0	7,9	9,8
25-1-2019	22,2	191,4	1,9	12,0	8,6	10,5
26-1-2019	13,3	114,7	1,1	12,0	8,6	9,7
27-1-2019	12,1	104,6	1,0	13,0	9,4	10,4
28-1-2019	27,1	233,8	2,3	13,0	9,4	11,6
29-1-2019	55,6	480,3	4,6	13,9	10,0	14,7
30-1-2019	19,2	165,5	1,6	14,0	10,1	11,7
31-1-2019	21,6	186,3	1,8	14,0	10,1	11,9
1-2-2019	25,9	223,9	2,2	14,0	10,1	12,2
2-2-2019	9,9	85,4	0,8	14,0	10,1	10,9
3-2-2019	67,1	579,9	5,6	14,0	10,1	15,7
4-2-2019	36,0	310,9	3,0	14,0	10,1	13,1
5-2-2019	16,7	144,3	1,4	15,0	10,8	12,2
6-2-2019	24,1	208,2	2,0	15,0	10,8	12,8
7-2-2019	51,0	440,3	4,3	15,8	11,4	15,6
8-2-2019	19,0	164,0	1,6	16,0	11,5	13,1
9-2-2019	45,6	393,8	3,8	15,6	11,2	15,0
10-2-2019	16,3	141,0	1,4	16,0	11,5	12,9
11-2-2019	58,6	506,3	4,9	15,3	11,0	15,9
12-2-2019	56,9	491,9	4,8	15,9	11,4	16,2
13-2-2019	63,1	544,8	5,3	15,8	11,4	16,6
14-2-2019	91,9	794,4	7,7	14,5	10,4	18,1
15-2-2019	98,2	848,8	8,2	14,0	10,1	18,3
16-2-2019	96,8	836,3	8,1	14,1	10,2	18,2
17-2-2019	93,5	807,9	7,8	14,6	10,5	18,3
18-2-2019	97,5	842,0	8,1	14,2	10,2	18,4





GLITCH

19-2-2019	58,3	503,7	4,9	16,7	12,0	16,9
20-2-2019	83,0	717,0	6,9	15,3	11,0	18,0
21-2-2019	45,0	388,4	3,8	16,8	12,1	15,9
22-2-2019	30,6	264,3	2,6	17,0	12,2	14,8
23-2-2019	114,1	986,0	9,5	13,0	9,4	18,9
24-2-2019	114,3	987,8	9,6	13,0	9,4	18,9
25-2-2019	127,4	1101,0	10,7	12,9	9,3	19,9
26-2-2019	112,6	972,6	9,4	13,1	9,4	18,8
27-2-2019	122,4	1057,7	10,2	12,6	9,1	19,3
28-2-2019	68,4	591,0	5,7	15,3	11,0	16,7
1-3-2019	14,7	127,3	1,2	17,0	12,2	13,5
2-3-2019	46,7	403,8	3,9	16,5	11,9	15,8
3-3-2019	18,2	157,6	1,5	17,0	12,2	13,8
4-3-2019	65,7	567,5	5,5	16,3	11,7	17,2
5-3-2019	60,9	526,0	5,1	16,1	11,6	16,7
6-3-2019	35,7	308,5	3,0	17,0	12,2	15,2
7-3-2019	91,5	790,1	7,6	14,5	10,4	18,1
8-3-2019	69,8	603,1	5,8	15,9	11,4	17,3
9-3-2019	44,0	380,2	3,7	16,8	12,1	15,8
10-3-2019	43,5	375,6	3,6	16,4	11,8	15,4
11-3-2019	104,7	904,7	8,8	15,4	11,1	19,8
12-3-2019	40,9	353,4	3,4	17,2	12,4	15,8
13-3-2019	27,0	233,1	2,3	18,0	13,0	15,2
14-3-2019	29,5	254,9	2,5	18,0	13,0	15,4
15-3-2019	30,1	260,3	2,5	18,0	13,0	15,5
16-3-2019	26,8	231,2	2,2	18,0	13,0	15,2
17-3-2019	86,3	745,6	7,2	16,0	11,5	18,7
18-3-2019	122,8	1061,0	10,3	15,1	10,9	21,1
19-3-2019	153,9	1330,1	12,9	13,3	9,6	22,4
20-3-2019	76,5	661,2	6,4	17,5	12,6	19,0
21-3-2019	83,5	721,4	7,0	12,3	8,9	15,8
22-3-2019	159,5	1378,5	13,3	11,9	8,6	21,9
23-3-2019	162,9	1407,1	13,6	18,0	13,0	26,6
24-3-2019	35,8	308,9	3,0	11,1	8,0	11,0
25-3-2019	176,7	1526,9	14,8	14,2	10,2	25,0
26-3-2019	139,9	1208,8	11,7	17,7	12,7	24,4
27-3-2019	120,7	1043,1	10,1	15,6	11,2	21,3
28-3-2019	79,5	686,9	6,6	17,0	12,2	18,9
29-3-2019	188,8	1631,2	15,8	11,0	7,9	23,7



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



GLITCH

30-3-2019	155,9	1347,1	13,0	13,1	9,4	22,5
31-3-2019	167,1	1444,1	14,0	12,3	8,9	22,8
1-4-2019	202,0	1745,6	16,9	10,6	7,6	24,5
2-4-2019	83,8	723,9	7,0	16,9	12,2	19,2
3-4-2019	68,9	595,1	5,8	17,9	12,9	18,6
4-4-2019	70,9	612,6	5,9	17,6	12,7	18,6
5-4-2019	122,4	1057,6	10,2	15,3	11,0	21,2
6-4-2019	179,1	1547,4	15,0	11,7	8,4	23,4
7-4-2019	170,6	1473,7	14,3	12,4	8,9	23,2
8-4-2019	164,3	1419,7	13,7	12,5	9,0	22,7
9-4-2019	133,6	1154,4	11,2	14,8	10,7	21,8
10-4-2019	230,7	1993,6	19,3	9,8	7,1	26,3
11-4-2019	212,9	1839,2	17,8	11,2	8,1	25,9
12-4-2019	84,7	732,1	7,1	17,5	12,6	19,7
13-4-2019	157,1	1357,2	13,1	13,8	9,9	23,1
14-4-2019	208,8	1803,8	17,5	10,3	7,4	24,9
15-4-2019	219,7	1898,5	18,4	10,6	7,6	26,0
16-4-2019	199,0	1719,7	16,6	11,1	8,0	24,6
17-4-2019	71,1	614,6	5,9	17,8	12,8	18,8
18-4-2019	225,6	1949,6	18,9	9,8	7,1	25,9
19-4-2019	231,6	2000,8	19,4	9,7	7,0	26,3
20-4-2019	234,1	2023,0	19,6	9,7	7,0	26,6
21-4-2019	233,0	2012,9	19,5	9,6	6,9	26,4
22-4-2019	233,9	2021,0	19,6	10,8	7,8	27,3
23-4-2019	198,0	1710,5	16,5	11,0	7,9	24,5
24-4-2019	177,1	1530,5	14,8	12,4	8,9	23,7
25-4-2019	120,7	1042,8	10,1	15,6	11,2	21,3
26-4-2019	132,9	1148,6	11,1	14,5	10,4	21,6
27-4-2019	106,4	919,1	8,9	16,3	11,7	20,6
28-4-2019	130,4	1126,4	10,9	16,3	11,7	22,6
29-4-2019	202,6	1750,2	16,9	12,6	9,1	26,0
30-4-2019	202,3	1748,1	16,9	12,2	8,8	25,7
1-5-2019	142,3	1229,1	11,9	15,9	11,4	23,3
2-5-2019	136,8	1182,0	11,4	14,8	10,7	22,1
3-5-2019	144,7	1249,9	12,1	15,1	10,9	23,0
4-5-2019	190,2	1643,4	15,9	13,3	9,6	25,5
5-5-2019	184,3	1592,4	15,4	12,8	9,2	24,6
6-5-2019	107,0	924,3	8,9	16,5	11,9	20,8
7-5-2019	159,7	1379,6	13,3	14,1	10,2	23,5



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



GLITCH

8-5-2019	64,1	554,2	5,4	18,0	13,0	18,3
9-5-2019	154,6	1335,5	12,9	14,8	10,7	23,6
10-5-2019	135,5	1171,1	11,3	15,4	11,1	22,4
11-5-2019	201,1	1737,6	16,8	11,6	8,4	25,2
12-5-2019	200,5	1732,6	16,8	13,3	9,6	26,3
13-5-2019	323,6	2795,7	27,0	8,5	6,1	33,2
14-5-2019	251,6	2174,0	21,0	10,4	7,5	28,5
15-5-2019	301,6	2606,2	25,2	8,2	5,9	31,1
16-5-2019	178,0	1538,0	14,9	12,8	9,2	24,1
17-5-2019	54,3	469,0	4,5	0,0	0,0	4,5
18-5-2019	197,8	1708,6	16,5	0,0	0,0	16,5
19-5-2019	207,5	1793,2	17,3	0,0	0,0	17,3



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



**Provincie
Antwerpen**



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

