



November 2003

© Platform Lichthinder

[www.platformlichthinder.nl](http://www.platformlichthinder.nl)

## Voorwoord

Dit rapport is voor zover bekend de eerste poging om de totale hoeveelheid licht die 's nachts buiten kunstmatig wordt geproduceerd te kwantificeren. Er is niet alleen gepoogd om de hoeveelheid geproduceerd licht te berekenen, maar ook het aandeel daarvan dat omhoog wordt gestraald. Dit omhoog gestraalde licht zorgt ervoor dat Nederland in een waas van licht is gehuld en dat er veel minder sterren te zien zijn dan zonder deze kunstmatige verlichting.

## Verantwoording

Dit onderzoek is gedaan door Wim Schmidt, voorzitter van het Platform Lichthinder. Hij heeft daarbij gebruikt gemaakt van zoveel mogelijk openbaar beschikbare gegevens. Vooral wat betreft de productie van licht is redelijk veel bekend. Over het deel dat direct of indirect omhoog straalt is minder bekend. Waar geen gegevens voorhanden en/of bekend waren, werden schattingen gebruikt. Deze worden in de tabellen cursief weergegeven.

Voor alle toepassingen zijn een aantal vereenvoudigingen toegepast. Er wordt gerekend met het uitgestraalde licht van de kale, nieuwe lampen zonder verliezen door bekabeling, voorschakelapparatuur, armaturen en door veroudering van de lampen. Er wordt gekeken of deze zaken in latere studies mee genomen kunnen worden.

Door verschillende deskundigen zijn er opmerkingen en/of aanvullingen aangegeven, die zo goed mogelijk verwerkt zijn. Dit onderzoek is zo nauwkeurig mogelijk uitgevoerd, maar de schrijver is zeer benieuwd naar kritiek en/of aanvullingen.

## Verlichting in Nederland

In de verlichtingskunde worden de volgende toepassingsgebieden van verlichting onderscheiden:

- openbare verlichting
- reclameverlichting
- sportverlichting
- assimilatieverlichting
- aanstraling
- terreinverlichting

## Openbare verlichting

De openbare verlichting in Nederland wordt door de drie overheidslichamen uitgevoerd: gemeentes, provincies en de Rijksoverheid. Hieronder wordt berekend hoeveel licht er geproduceerd wordt per Nederlander door deze drie overheidslagen. Voor elke Nederlander produceert zijn gemeente een hoeveelheid licht, de provincie waarin hij/zij woont idem (voor de provinciale wegen) en de Rijksoverheid voor de snelwegen. Deze drie samen geeft per Nederlander de hoeveelheid geproduceerd licht voor de openbare verlichting. Aangezien er geen gegevens voorhanden zijn voor alle gemeentes en provincies zijn respectievelijk Apeldoorn en Noord-Holland gekozen, aangezien daarvan de cijfers gepubliceerd zijn.<sup>1</sup>

	Gemeente (voorbeeld Apeldoorn)	Provincies (voorbeeld Noord- Holland)	Rijks- overheid	Totaal
Inwonersaantal	155.000	2.474.800	16.000.000	
Elektriciteits- verbruik in GWh	5,33	5,1	70	
Geïnstalleerd vermogen per inwoner in Watt	8,60	0,52	1,09	10,71
Opgeweekte lichtstroom per watt in lumen	91	120	145	
Opgeweekte lichtstroom per Nederlander in lumen	782	61	158	1002
Geschat percentage dat direct omhoog straalt	5	5	5	
Geschat percentage dat indirect via reflectie omhoog straalt	5	10	15	
Totaal lichtstroom per Nederlander dat de hemel verlicht	78	9	31	118

Tabel 1: Lichtproductie en omhoog gestraald licht door openbare verlichting

Uit de bovenstaande tabel is af te lezen dat er in totaal ruim 1000 lumen per Nederlander voor openbare verlichting geproduceerd wordt. Daarvan wordt 782 lumen in zijn gemeente geproduceerd.

Openbare verlichting is ontworpen om redelijk efficiënt de wegen te verlichten. Er wordt maar een klein deel direct omhoog gestraald. Dit wordt geschat op 5%. Indirect is er ook een bijdrage aan het omhoog gestraalde licht. Ongeveer 15% van het licht dat op een weg komt wordt alle richtingen uit omhoog gestraald. Gedeeltelijk wordt dit weer tegengehouden door obstakels zoals huizen en bomen. Er zijn veel meer obstakels in steden dan op relatief open snelwegen. We gaan ervan uit dat voor gemeentelijke-, provinciale- en Rijkswegen, respectievelijk 5, 10 en 15% van het licht, indirect omhoog gestraald wordt. Van het totaal geproduceerde licht wordt ruim 118 lumen (11%) weer omhoog gestraald en zorgt voor de halo van licht die boven steden te zien is.

## Assimilatiebelichting

In Nederland is ongeveer 10.000 hectare glastuinbouw. 17% daarvan maakt gebruik van assimilatieverlichting met een toename van ongeveer 1.6% per jaar <sup>2</sup>. Het gemiddelde elektriciteitsverbruik voor de verlichting is 36 Watt per m<sup>2</sup> in het jaar 2001. Ook dit neemt de laatste jaren toe. In 2000 was het nog 34 W per m<sup>2</sup>.

De lampen die gebruikt worden zijn over het algemeen speciaal daarvoor aangepaste hoge druk natrium lampen met hoog wattage. De efficiency van deze lampen is ongeveer 130 lumen per watt. Hiermee is de lichtproductie voor de assimilatiebelichting uit te rekenen, zoals in tabel 2 gedaan is, en ligt in de orde van 4685 lumen per Nederlander.

Wat betreft het licht dat omhoog gestraald wordt bestaat dit voor een deel uit directe verlichting en voor een deel uit reflectie op de planten en grond. De meeste gebruikte armaturen zijn erg efficiënt waarbij er geen licht direct omhoog straalt. Er zijn nog oude armaturen in omloop die een deel van het licht direct omhoog stralen. Er wordt gerekend dat 1% van het totaal geproduceerde licht direct door de zijkant (gevel) en bovenzijde omhoog gestraald wordt. De reflectie van plant en bodem omhoog wisselt zeer sterk; bij kleine planten met een witte plastic bodem kan dit 30% zijn, terwijl volwassen planten ongeveer 5 tot 7,5% reflecteren. In onderstaande tabel is gerekend met een gemiddelde van 7,5%. De reflectie en absorptie door het glas en kasconstructie wordt geschat op 30% <sup>3</sup>.

	Totaal	Per Nederlander
Verlichte oppervlakte in m2	17.000.000	1,06 m2
Totale elektriciteitsproductie met 34 Watt per m2	578 MW	36,04 Watt
Lichtstroom per watt 130 lumen	$75 * 10^9$	4685
Geschat deel dat direct omhoog straalt in lumen (1%)	$7,5 * 10^8$	46,8
Geschat deel dat via reflectie omhoog straalt in lumen (7,5%)	$56 * 10^8$	351,3
Totale lichtstroom dat de hemel bereikt in lumen (70%)	$49 * 10^8$	278

Tabel 2: Lichtproductie en omhoog gestraald licht door assimilatiebelichting (Er wordt ongeveer 3000 uur verlicht per jaar, waarvan ongeveer 20% overdag.)

## Sportvelden

Er zijn ruwweg 60.000 lichtmasten in Nederland speciaal voor sportverlichting. De situatie is over het algemeen zo dat er per mast twee lampen geïnstalleerd zijn van 2000 Watt. De lampen die gebruikt worden geven gemiddeld 100 lumen per watt. Voor de sportvelden wordt in Nederland in totaal:  $60.000 * 2 * 2.000 * 100 = 24 * 10^9$  lumen geproduceerd.

Dat betekent dat er voor sportverlichting ongeveer 1500 lumen per Nederlander geïnstalleerd is. De meeste lampen zijn redelijk goed naar beneden gericht. We gaan ervan uit dat 5% direct omhoog gestraald wordt en 10% indirect via het grasveld en niet tegengehouden wordt door omliggende bomen etc. Dat zou betekenen dat 225 lumen per Nederlander omhoog gestraald wordt, als alle sportvelden verlicht worden.

De tijd dat de sportverlichting per jaar brandt varieert sterk. Lampen in grote stadions branden maar ongeveer 100 uur per jaar, terwijl de meeste kleinere sportvelden 500 tot 700 uur verlicht worden. Een gemiddelde van 400 uur lijkt goed in de buurt te liggen <sup>4</sup>.

## Aanstraling, Reclameverlichting en Terreinverlichting

De drie overige toepassingsgebieden voor verlichting:

- Aanstraling: verlichting van gebouwen, objecten zoals kunstwerken, bruggen, meestal uit publicitaire redenen. Dat kan voor een gemeente zijn maar ook een bedrijf dat de exposure wil verhogen door haar gebouw te beschijnen.
- Reclameverlichting
- Terreinverlichting: verlichting van industrieterreinen, particuliere parkeerterreinen en bouwterreinen.

Er is over de omvang van deze onderdelen geen enkele literatuur voor Nederland en zelfs voor Europa bekend. Om toch een idee van de omvang te krijgen wordt ervan uitgegaan dat voor elke 2.500 inwoners een gebouw verlicht wordt met 10 lampen van 150W, er daarnaast 10 verlichte uithangborden van 1 m<sup>2</sup> met een luminantie van 10.000 candela/m<sup>2</sup> staan en 2 hectare terrein 's nachts verlicht wordt met 10 lux. (Er is ongeveer 9 hectare bedrijventerrein per 2500 Nederlanders<sup>5</sup>.) Alle bovengenoemde gegevens lijken aan de ruime kant.

Dit doorrekenend komen we in totaal op 140 lumen per inwoner. Stel dat er erg veel slechte verlichting staat opgesteld dan wordt in totaal 50% daarvan direct of indirect omhoog gestraald. Dit is 70 lumen per Nederlander. De verlichting brandt soms de hele nacht waarbij we van 4000 branduren uitgaan. Al deze aannames lijken aan de ruimte kant.

	Openbare verlichting	Assimilatieverlichting	Sportverlichting	Aanstraling, reclame- en terreinverlichting	Totaal
Totale productie per Nederlander in lumen	1002	4685	1500	140	7327
Percentage	13	64	20	2	

Tabel 3: Samenvatting Lichtproductie in Nederland

	Openbare verlichting	Assimilatie-verlichting	Sport-verlichting	Aanstraling, reclame- en terrein-verlichting	Totaal
Omhooggestraalde licht per Nederlander in lumen	118	287	225	70	881
Tijdsduur in uren	4000	2400	400	4000	
Omhooggestraald licht in lumenuur	472000	667200	90000	280000	1509200
Percentage	31,27	44,21	5,96	18,55	

Tabel 4: Omhoog gestraald licht in Nederland

Uit tabel 3 blijkt dat 64% van het licht in Nederland voor assimilatiebelichting wordt geproduceerd, terwijl bijna 45% van het omhoog gestraalde licht van kassen afkomstig is. Voor openbare verlichting zijn dat respectievelijk 13 en 31,3%. Assimilatiebelichting speelt dus een belangrijke rol in de verdwijnen van de sterrenhemel in Nederland. Daar wordt ook waarschijnlijk de oorzaak gevonden voor het feit dat Nederland het meest lichtvervulde land van Europa is.

Hieronder gaan we daarom dieper in op de situatie en de toekomstplannen betreffende kassen. Dit heeft ook te maken met het feit dat er bij veel mensen minder over deze vorm van verlichting bekend is.

## Assimilatiebelichting in Nederland

Assimilatiebelichting wordt in kassen gebruikt om sommige planten beter en sneller te laten groeien. Hiermee wordt de productie verhoogd en kan de kas jaarrond gebruikt worden. De assimilatiebelichting wordt vooral in Nederland voor rozen gebruikt, maar ook voor een aantal minder geteelde snijbloemen. De laatste jaren wordt er ook door groentekwekers geëxperimenteerd met assimilatiebelichting voor de productie van bijvoorbeeld komkommers en tomaten.

Er is de laatste jaren een toename in de hoeveelheid licht: zowel meer oppervlakte met belichte kassen als een hogere verlichtingssterkte in de kas. De hoeveelheid licht en daarmee ook de verbruikte energie per vierkante meter neemt langzaam toe. Op dit moment ligt het gemiddelde verbruik tussen de 34 en 36 watt per m<sup>2</sup>, met een gemiddelde verlichtingssterkte van 5000 lux per m<sup>2</sup>. Er wordt al

geëxperimenteerd met verlichtingssterktes van boven de 10.000 lux en ruim 100 watt per m<sup>2</sup>. Assimilatiebelichting brandt rond 3000 uur per jaar, waarvan 80% 's nachts. De andere 20% overdag als er te weinig licht is, vooral in de wintermaanden.

Op dit moment wordt ruim 17% van het totale glastuinbouwareaal van ongeveer 10.000 hectare verlicht. Dit neemt de laatste jaren toe met 1,6% <sup>2</sup>. LTO Nederland verwacht dat te voorzien is dat over niet al te lange tijd 50% van de kassen van assimilatiebelichting gebruik zal maken.

## Energieproductie voor assimilatiebelichting

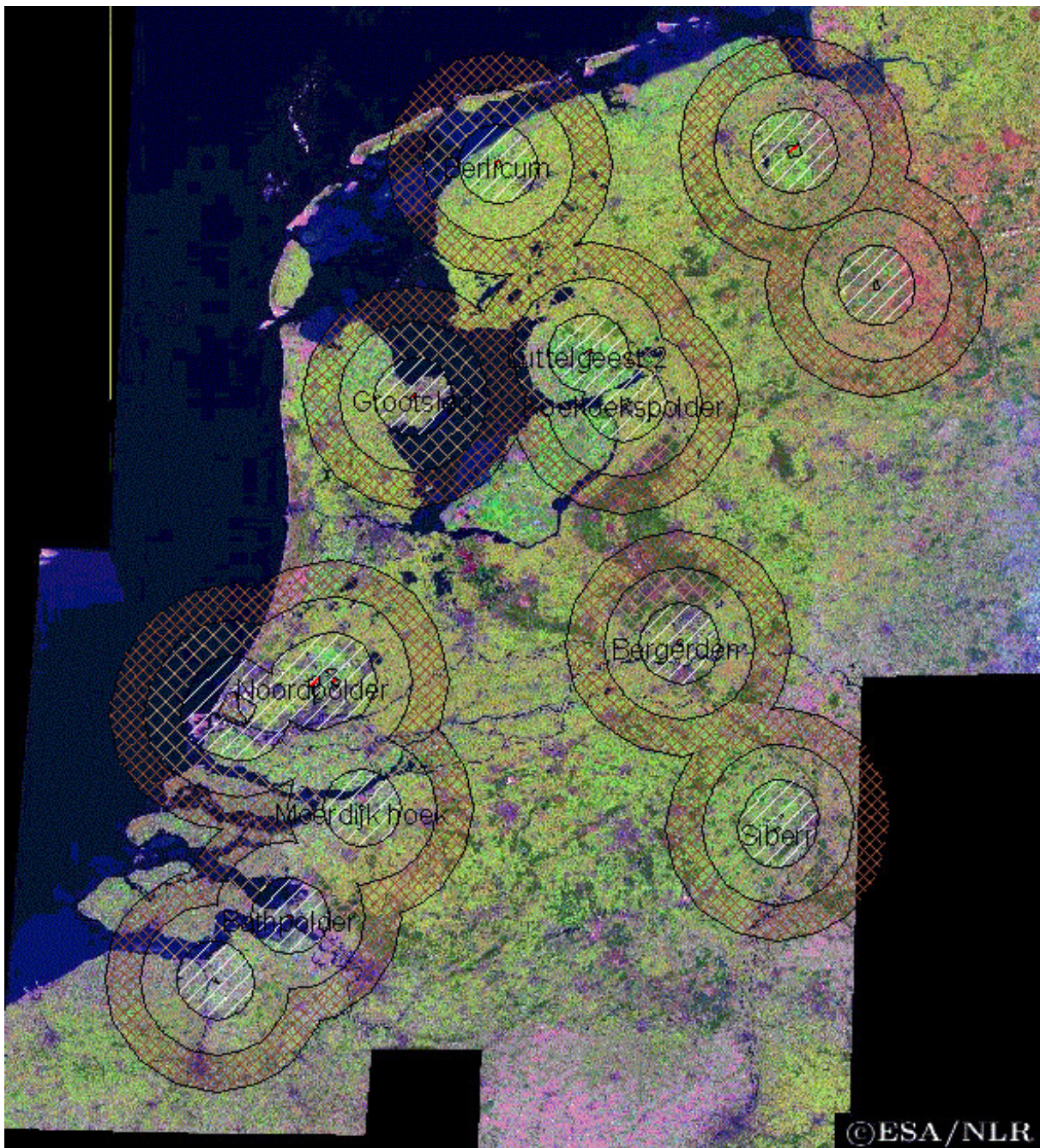
De energieproductie op de schaal van Nederland wordt uitgedrukt in Joule. Het energieverbruik van de hele sector is 134 petajoule =  $134 \cdot 10^{15}$  Joule. Dit is ongeveer 4% van het totale Nederlandse energieverbruik <sup>5</sup>. Het totale Nederlandse verbruik is in 1999 2974 PJ. Het totale energieverbruik voor het verlichten van een hectare kas is ruim 1 miljoen kWh (35 Watt maal 3000 uur maal 10.000 m<sup>2</sup>). Het totale verbruik aan belichting is omgerekend 15,3 PJ. Van het totale energieverbruik voor kassen wordt dus 11% gebruikt voor assimilatiebelichting.

## Verspreiding in Nederland

Traditioneel was de glastuinbouw vooral geconcentreerd in het Westland en rond Aalsmeer; daar is de omgeving van Venlo bijgekomen. In het Westland liggen 3500 hectare kassen, in de omgeving van Venlo 1000 hectare en rond Aalsmeer 1700 hectare. De rest van de 10.000 hectare is verspreid over het land.

Het idee is dat deze verspreid gelegen kassen geconcentreerd worden in zogenaamde concentratiegebieden. In de figuur staan de nieuwe concentratiegebieden getekend met daaromheen een cirkel van 30 kilometer. Tot zover reikt namelijk het omhoog gestraalde licht. Dat betekent dat het gebied dat in de cirkels ligt te maken gaat krijgen met lichtvervuiling door het kasgebied.





Geplande concentratiegebieden glastuinbouw

## Huidige regelingen en voorschriften glastuinbouw

Vanaf 1 april 2002 is het besluit Glastuinbouw van kracht. Hierin komen een aantal oude regelingen samen, waaronder de regeling betreffende bedekte teelt uit 1996. In dit besluit Glastuinbouw komen ook maatregelen betreffende assimilatiebelichting voor. Deze zijn hieronder integraal overgenomen.

### Paragraaf 1.5 Assimilatiebelichting en verlichting

1.5.1 De gevel van een permanente opstand waarin assimilatiebelichting wordt toegepast, is afgeschermd op een zodanige wijze dat de lichtuitstraling op een afstand van ten hoogste 10 meter van die gevel, met ten minste 95% wordt gereduceerd en de gebruikte lampen buiten de inrichting niet zichtbaar zijn.

1.5.2 Gedurende drie jaren na het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit is voorschrift 1.5.1 niet van toepassing op een permanente opstand, waarin reeds voor dat tijdstip assimilatiebelichting werd toegepast, indien door de aanwezigheid van een object of voorziening binnen 10 m afstand van een gevel van een permanente opstand waarin assimilatiebelichting wordt toegepast, de lichtuitstraling naar de verdere omgeving voor ten minste 95% wordt gereduceerd.

1.5.3 Voorschrift 1.5.2 is niet van toepassing, indien een voorziening of maatregel als bedoeld in voorschrift 1.5.1 was voorgescreven in een nadere eis of in de Wm-vergunning voor een glastuinbouwbedrijf.

1.5.4 De voorschriften 1.5.1 en 1.5.2 gelden vanaf het tijdstip van zonsondergang tot het tijdstip van zonsopgang.

1.5.5 Van 1 september tot 1 mei is de toepassing van assimilatiebelichting van 20.00 tot 24.00 uur niet toegestaan, tenzij de bovenzijde van de permanente opstand waarin assimilatiebelichting wordt toegepast op een zodanige wijze wordt afgeschermd dat de lichtuitstraling met tenminste 95% wordt gereduceerd.

1.5.6 De overige verlichting van gebouwen en open terrein van de inrichting dan wel ten behoeve van reclamedoelinden, wordt zodanig uitgevoerd dat directe lichtinstraling op lichtdoorlatende openingen in gevels of daken van woningen wordt voorkomen.

Naast de wettelijke maatregelen is er een Convenant afgesloten tussen de sector en de overheid. Dit regelt de milieutaakstelling voor de sector tot en met het jaar 2010 aangaande bijvoorbeeld energieverbruik en gewasbeschermingsmiddelen. Wat betreft lichthinder wordt in het Convenant vermeld dat de verwachting is dat er geen verdere aanscherping wat betreft de boven afscherming noodzakelijk is. "Indien zich echter nieuwe inzichten voordoen in de kwantificering, de meetmethoden en de normstelling van het begrip lichthinder, is discussie over aanpassing hiervan mogelijk." <sup>6</sup>

Bovenstaande regeling betekent dus dat de zijkant (de gevels) afgeschermd moeten worden, aangezien dat directe hinder oplevert voor omwonenden en andere naast gelegen kassen die juist geen verlichting willen. Er is al een begin gemaakt met de reductie van het licht door het kasdek, aangezien er geregeld is dat het licht tot 5% gereduceerd moet worden tussen 8 en 12 uur 's avonds. Voor de meeste tuinders betekent dat dat ze het licht uit moeten doen, aangezien ze geen voorziening hebben om het licht in die mate te verminderen. Deze reductie van 95% is echter technisch goed te doen door toepassing van zogenaamde verduisteringsschermen. Daarom gaan we hier wat dieper op in.

## Verduisteringsschermen

Op dit moment worden in de meeste kassen al verschillende vormen van afscherming aan de bovenzijde gebruikt. Zo hebben de meeste rozenkwekers doek dat het zonlicht overdag reduceert. Ook is in sommige nieuwe kassen doek geïnstalleerd dat bijna alle licht afschermt en maximaal 1% of 3% licht doorlaat. Dit worden verduisteringsschermen genoemd. Er zijn een aantal kwekers, die bij de nieuwbouw van een kas direct deze afscherming installeren. Een grote producent meldt dat de laatste jaren ongeveer 30 hectare van zijn doek afgenomen is door kwekers die verwachten dat dit ook in de toekomst verplicht zal worden.

### Nadelen bovenafscherming

- Bij de bouw van een nieuwe kas zijn de meerkosten voor verduisteringsscherm in de orde van 3% van de totale kosten. Verduisteringsscherm kost ruwweg 0,75 euro afschrijving per jaar.
- Een nadeel is dat de geopende schermen een stukje van het zonlicht tegenhouden
- Tenslotte zijn er een aantal dagen in het jaar problemen met de warmte en vochtafvoer.

### Voordelen bovenafscherming

- De kassen mogen zonder bovenafscherming niet verlicht worden tussen 20 en 24 uur. Dat geldt voor minimaal honderd nachten per jaar. Totaal wordt op die manier 400 tot 700 uur belichting gemist, wat een reductie van de opbrengst teweegbrengt. Als er wel bovenafscherming geplaatst is dan kan er wel belicht worden met meer opbrengst.
- Er is een ander voordeel dat het doek weer een deel van het licht dat nu naar buiten gestraald wordt reflecteert; deze extra lichtopbrengst ligt tussen de 3 en 10%.
- Voor rozen kwekers die rode rozen kweken is dit extra interessant aangezien twee pieken van de verkoop in de winter liggen namelijk met Kerst en Valentijn.
- In sommige nachten is er minder verwarming nodig aangezien de schermen ook warmte tegenhouden.

Het PPO en Proeftuin Zwaagdijk onderzoeken op dit moment of bovengenoemde voordelen ook economisch tegen de nadelen opwegen. Bij de moderne hogere verlichtingssterktes die de laatste jaren gebruikt worden en de huidige gasprijs lijkt het erop dat het plaatsen van bovenafscherming een meeropbrengst levert. Het PPO en Proeftuin Zwaagdijk hebben daarvoor een eerste berekening gemaakt en zouden graag dit onderzoek uitbreiden naar de praktijk.

De totale investeringskosten om de huidige kassen alle te voorzien met bovenafscherming ligt in de orde van 58 miljoen euro. Mocht het niet helemaal economische rendabel zijn om bovenafscherming te installeren zou een (klein) gedeelte hiervan toch door de overheid betaald moeten kunnen worden om de sector voor Nederland te behouden en de kwaliteit van nachtelijk Nederland te vergroten.

## Conclusies

- Voor de assimilatiebelichting wordt meer dan 4 keer zoveel licht geproduceerd als voor de Nederlandse openbare verlichting.
- Het gebruik van assimilatiebelichting neemt jaarlijks toe en de verwachting is dat in de komende jaren tot 50% van de bedrijven assimilatiebelichting gaat toepassen.
- De assimilatiebelichting vormt op dit moment ongeveer 44% van het vanuit Nederland omhooggaande licht en is daarmee in die mate verantwoordelijk voor het verdwijnen van de sterrenhemel in grote delen in Nederland.
- Als 50% van het huidige areaal aan kassen verlicht gaat worden, zelfs met de huidige verlichtingssterkte, zal dit laatste aandeel oplopen tot 70%.
- De verspreiding in Nederland van nieuwe kasgebieden veroorzaakt dat de helft van Nederland hinder zal gaan ondervinden van assimilatiebelichting.
- Er is dringend meer onderzoek gewenst naar de technische en economische haalbaarheid van bovenafscherming in kassen.

## Noten

- 1) "Evaluatie van de Openbare Verlichting in Apeldoorn", SLS 2003 en "Een Nieuwe Richting voor Wegverlichting", provincie Noord-Holland
- 2) LEI rapport 3.02.05, "Energie in de Glastuinbouw van Nederland tot en met 2001"
- 3) Persoonlijk mededeling E. van Rijssel, PPO
- 4) Alle gegevens sportverlichting: Henk Stolk, Oostendorp Sportverlichting
- 5) CBS
- 6) "Convenant Glastuinbouw en Milieu", hoofdstuk 7.1