

**TNO-rapport**

**2006-D-R0409**

**Tussenrapport Lichthinder kassen**

Datum	14 augustus 2006
Auteur(s)	Egon Janssen Johan Alferdinck Clarine van Oel Jan Ruigrok Laurens Zonneveldt
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	58
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	Produktschap Tuinbouw Mevr. J. Klap Postbus 280 2700 AG Zoetermeer
	GLAMI Dhr. A. Mellema Postbus 8242 3503 RE Utrecht
Projectnaam	Lichthinder kassen
Projectnummer	006.53379/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

## Woordenlijst

Woord	betekenis
achtergrondluminantie	luminantie (helderheid) van dat gedeelte van de hemel dat niet aangestraald wordt door de kas (in $\text{cd/m}^2$ ).
Assimilatielicht	Toepassing van kunstlicht voor de plantengroei en wordt toegepast in de tuinbouw. Het is aanvullend op het zonlicht, en bedoeld voor de verbetering van de kwaliteit en de kwantiteit van het product.
candela	SI-eenheid van lichtsterkte (symbool cd)
diffuus	In alle richtingen teruggekaatst
driehoekjes	oplichtende driehoekvormige gedeelten van de kasgevel. De kopgevel van de kas dient afgeschermd te zijn. Het bovenste gedeelte (het driehoekje) is echter praktisch niet af te schermen. 's avonds bij belichting lichten deze driehoekjes op.
emissie	uitzending
focusgroepinterview	interview met een selecte groep mensen waarover dit onderzoek gaat. Doel is om het "speelveld" te verkennen, als voorbereiding op het eigenlijke onderzoek.
fotometrie	het meten van lichtgrootheden
gloed	(oranje) lichtafschijnsel boven de kassen, veroorzaakt door vochtdeeltjes in de lucht boven de kas. Het uiterlijk van de gloed is afhankelijk van de meteorologische condities
horizontale verlichtingssterkte	verlichtingssterkte op een horizontaal vlak (bijvoorbeeld grasveld). Te bepalen door een meetcel op dit vlak te leggen. De verlichtingssterkte geeft aan of bijvoorbeeld "de krant gelezen kan worden" of dat de werkplekverlichting voldoende is.
Illuminantie	De totale invallende lichtstroom per oppervlakte-eenheid. Het gaat hierbij dus om invallend licht. Synoniem van verlichtingssterkte
lichtkegel	De kegelvormige gloed boven kassen tengevolge van de lichtuitstoot door het dek. Synoniem voor gloed
lichtspectrum	Kleurenband verkregen door de ontbinding van licht, door glazen prisma bijvoorbeeld.

lichtsterkte	Hoeveelheid licht dat een lichtbron in een bepaalde richting verlaat. In het geval van de kas wordt de lichtsterkte bepaald door de oppervlakte van de kas te vermenigvuldigen met de (gemiddelde) luminantie van dat oppervlak. De lichtsterkte wordt uitgedrukt in candela (cd).
lumen	Lichtstroom, symbool lm. Dit is een maat die aangeeft hoeveel licht een lamp verlaat.
luminantie	Een maat voor de helderheid van een oppervlak. Dit is de hoeveelheid licht die per oppervlakte-eenheid wordt uitgestraald of weerkaatst ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )
luminantiecamera	meetinstrument om luminanties en luminantieverschillen te bepalen, met behulp van foto's. Van iedere pixel in de foto wordt de lichtintensiteit bepaald
luminantiemeter	meetinstrument om de luminantie te bepalen, ook wel spotmeter genoemd. De luminantiemeter "kijkt" met een bepaalde (kleine) openingshoek naar de hemelkoepel. De luminanties in het zichtveld worden gemiddeld weergegeven in een getal.
luminantieverhouding	verhouding tussen twee luminanties. Bijvoorbeeld de verhouding tussen de luminantie van de gloed boven de verlichte kas en de luminantie van de hemel zonder verlichte kas (de achtergrond)
luxmeter	meetinstrument om de verlichtingssterkte (lx) te bepalen
strooilicht	diffuus lichtschijnsel
validatie	de geldigheid
Verlichtingssterkte (lx)	Maat voor de hoeveelheid licht dat op een vlak valt, eenheid lux, symbool lx. Ook wel uitgedrukt in $\text{lm}/\text{m}^2$
verticale verlichtingssterkte	verlichtingssterkte loodrecht bepaald, bijvoorbeeld door een luxmeter te plaatsen op een slaapkamerraam

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Beschrijving van hypothese</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Metingen en rekenmodellen</b> .....	<b>9</b>
3.1	Lichtmetingen .....	9
3.1.1	Opzet.....	9
3.1.2	Resultaten .....	10
3.2	Licht verstrooiingsmodel .....	11
3.2.1	Maximale gloed .....	12
3.2.2	Uitgangswaarden voor de berekening.....	13
3.2.3	Resultaten Licht verstrooiingsmodel .....	13
3.2.4	Validatie van het lichtverstrooiingsmodel met de lichtmetingen.....	14
3.3	3D ray tracking model .....	16
3.3.1	Opzet.....	16
3.3.2	Resultaten .....	16
3.3.3	Conclusie 3D ray tracking model .....	18
<b>4</b>	<b>Enquête</b> .....	<b>19</b>
4.1	Inleiding.....	19
4.2	Enquêteopzet.....	19
4.3	Resultaten .....	20
4.3.1	Data-analyse .....	20
4.3.2	Kenmerken van de respondenten .....	21
4.3.3	Hinder - geslacht.....	22
4.3.4	Hinder – Afstand.....	23
4.3.5	Hinder - Verbondenheid met sector.....	23
4.3.6	Hinder - Weertype .....	24
4.3.7	Hinder – tijdstip .....	24
4.3.8	Hinder – locatie.....	25
4.3.9	Hinder – overige lichtbronnen .....	25
<b>5</b>	<b>Verificatie van hypothese</b> .....	<b>26</b>
5.1	Inleiding.....	26
5.2	Analyse van de resultaten .....	26
5.3	Resultaten hypothese toetsing.....	27
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b> .....	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>Referenties</b> .....	<b>29</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Modelberekeningen	
	B Vragenlijst	
	C Locaties	

# 1 Inleiding

De lichtuitstoot van kassen is een maatschappelijk probleem. Er is de laatste jaren een snelle expansie van het aantal belichtende glastuinbouwbedrijven. Bovendien wordt het gehanteerde lichtniveau in de kas ook steeds hoger. LTO Nederland heeft TNO gevraagd om de lichthinder ten gevolge van de lichtuitstoot van kassen in kaart te brengen en meetbaar te maken. Om het effect van het assimilatie licht van de kassen op de omgeving te verkleinen is het volgende geregeld in het “Besluit Glastuinbouw” (april 2002):

- Gevelafscherming. Van zonsondergang tot het tijdstip van zonsopgang moet gevelafscherming de lichtuitstraling op een afstand van 10 meter tenminste met 95% reduceren. (Overgangperiode van 3 jaar (tot 1 april 2005)
- Van 1 september tot 1 mei zijn er van 20.00 uur tot 24.00 uur drie mogelijkheden wat de bovenafscherming betreft
  - òf er is geen schermdoek en dan mag er geen assimilatiebelichting worden gebruikt
  - òf er is een schermdoek dat 95% licht tegenhoudt en dan mag de tuinder doorgaan met belichten
  - of er is een schermdoek dat 85% tegenhoudt en dan mag de tuinder doorgaan met belichten op de voorwaarde dat hij dat de hele nacht, dus van zonsondergang tot zonsopkomst gesloten houdt.

LTO Nederland en Stichting Natuur en Milieu hebben in een convenant een traject afgesproken dat moet leiden tot terugbrengen van de emissie. Indien dit onderzoek het nut aantoont is de doelstelling dat per 1 januari 2008 alle nieuwe kassen worden uitgevoerd met een 95% afscherming van het assimilatielicht bij een maximum intensiteit van 15000 lux. Alleen als de kas volledig is afgeschermd voor lichtreductie mag er met een hogere lichtsterkte belicht worden.

In dit kader is TNO door GLAMI en het Productschap Tuinbouw gevraagd project te starten waarin onderzoek gedaan wordt naar de relatie tussen de lichtuitstoot van tuinbouwkassen en de hinder die omwonende hiervan ondervinden

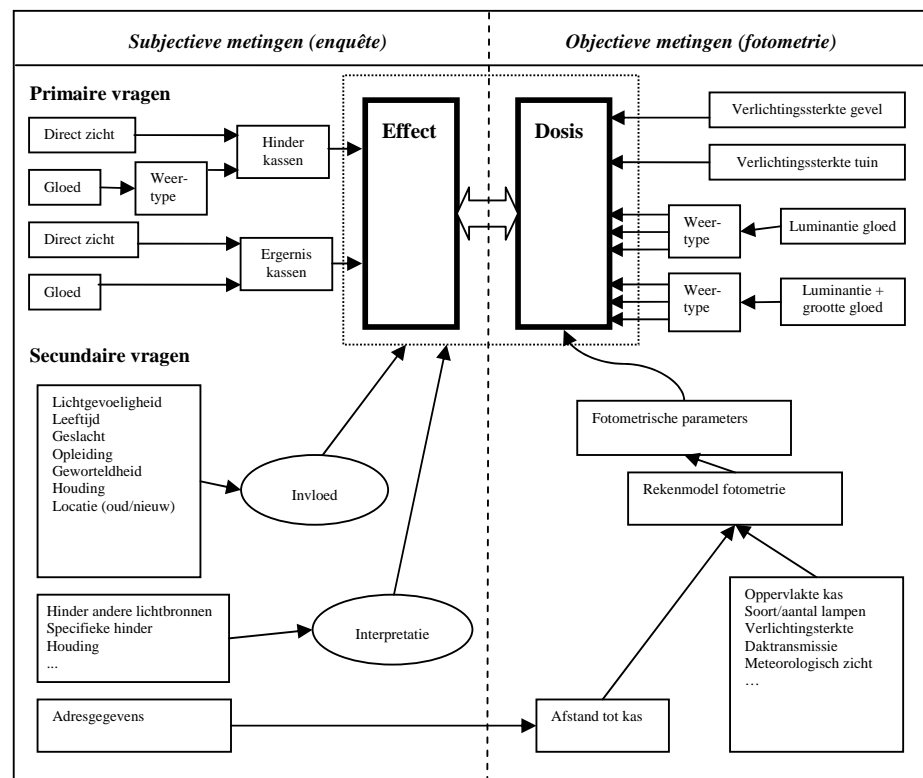
In een eerdere fase van het onderzoek is een studie gedaan naar het effect van licht op de mensen in de omgeving. In de literatuurstudie is gekeken naar resultaten van eerdere onderzoeken van de GGD Noord Limburg, TNO-IZF, RNMO en Alterra. Uit de resultaten van de eerste twee onderzoeken is gebleken dat de lichthinder afneemt als de afstand tot de kas toeneemt. Het is echter niet gelukt om een fysische meetgrootte te kunnen vinden die een relatie legt tussen het zichtbare licht en de hinder. In de onderzoeken van RNMO en Alterra is onderzoek gedaan naar de algemene hinder van licht door heel Nederland. Hieruit blijkt dat 14% van heel Nederland in enige mate hinder ondervindt van assimilatiebelichting en wordt assimilatie licht in landelijke gebieden meer hinderlijk gevonden dan in de Randstad.

Dit rapport beschrijft de tweede fase van het onderzoek. Hierin wordt de dosis-effect-relatie onderzocht. Hiervoor is eerst een hypothese opgesteld. Deze hypothese wordt getoetst door middel van lichtuitstoot metingen en hinderenquêtes.

## 2 Beschrijving van hypothese

Er zijn verschillende parameters die effect hebben op de manier waarop mensen het licht van een bepaalde bron ervaren. Niet al deze parameters zijn meetbaar. Verwacht wordt dat de verlichtingssterkte (E) en de luminantie (L) belangrijke parameters zijn. Als ergens meer licht is dan men verwacht, wordt verondersteld dat de ergernis groter zal zijn.

De mate van ergernis van een kas is niet alleen afhankelijk van het licht dat de kas uitzendt. Parameters als afstand, helderheid en bewolking bepalen in grote mate in hoeverre het licht zichtbaar is voor personen. Ook persoonlijke eigenschappen bepalen de mate van ergernis. Hierbij kan gedacht worden aan leeftijd, verbondenheid met de sector of de bezorgdheid om het milieu. De invloed van al deze parameters zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 conceptueel model voor het bepalen van de dosis effect relatie lichthinder kassen

### 2.1 Enquête

De mate van de klachten wordt gemeten in een enquête door middel van een vragenlijst. De vragenlijst bevat primaire en secundaire vragen. Bij de primaire vragen wordt gevraagd naar de hinder en ergernis van de omwonenden m.b.t. kasverlichting. Deze vragen zijn uitgesplitst naar de condities. Er wordt gevraagd naar de klachten over het licht dat direct van de kas komt, en waarbij de kas dus zichtbaar is. Daarnaast wordt er

gevraagd naar de hinder van en ergernis over de gloed boven de kas. Bij de hinder van de gloed wordt verder uitgesplitst naar verschillende weertypen (helder, mist, bewolkt). Dat levert dus minstens zes variabelen op die de lichthinder (effect) beschrijven.

De basisstructuur van de vragenlijst is zo, dat er eerst algemene en vrij globale vragen worden gesteld met betrekking tot de woonomgeving, gevolgd door meer gerichte vragen over de beleving van de woonomgeving, geur, geluid, en licht. Pas aan het eind zullen vragen worden gesteld die heel specifiek ingaan op de hinder van kaslicht. De meeste vragen zullen gesloten meerkeuzevragen zijn.

Om vergelijking met ander onderzoek mogelijk te maken zullen de hinder en ergernis van de primaire vragen worden gescoord op een beoordelingsschaal. Er zal een 5-puntsschaal (1 = helemaal niet, 5 = heel erg) gebruikt worden. Ook zal er een 10-puntsschaal worden gebruikt.

De secundaire vragen hebben betrekking op parameters die mogelijk een invloed hebben op de mate van de klachten. Zo is bijvoorbeeld te verwachten dat een hoge mate van geworteldheid leidt tot minder klachten en een nieuwe kassenlocatie tot meer klachten. Verder kunnen de secundaire vragen over houding (milieu) en gedrag (slapen, gordijnen) helpen met de interpretatie van de dosis-effect-relatie. Zie ook paragraaf hypothesen.

Uit eerder TNO-onderzoek naar lichthinder van kassen met bijna 400 respondenten bleek dat het verband tussen de lichthinder en gloed *nét* significant te zijn en gebaseerd op een beperkt aantal respondenten (van Bergem-Jansen & Vos, 1991; Vos & van Bergem-Jansen, 1995). Daarom is in het huidige onderzoek gekozen voor meer respondenten. In eerste instantie zullen minstens 500 respondenten (2 locaties met elk 250 respondenten) worden betrokken bij de enquête. Als dit geen statistisch significant effect oplevert zal dit aantal in een volgende fase uitbreidt worden naar 750. Rond elke kaslocaties zullen potentiële respondenten gezocht worden. Hierbij zal rekening gehouden met een goede verdeling van het aantal respondenten over de verschillende doses. Er wordt verondersteld dat de dosis afneemt met de toenemende afstand tussen woning en kas. Bij inspecties van de kaslocaties zal per locatie gekozen worden voor een maximale afstand tot de kas. Daarna zal er rond de kas een aantal zones met een minimum en maximum afstand worden gedefinieerd waarin naar een gelijk aantal respondenten gestreefd zal worden. Als er bijvoorbeeld 5 verschillende dosiszones worden gedefinieerd dan zal er per kaslocatie gestreefd worden naar  $250/5 = 50$  respondenten per zone.

Enquêtes kunnen schriftelijk, telefonisch of mondeling (*face-to-face*) worden afgenomen. Bij veel onderzoek naar de hinder van geur en geluid wordt gebruik gemaakt van het telefonisch ondervragen van de omwonenden (TLO = telefonisch leefbaarheidonderzoek). Het nadeel van schriftelijk en telefonisch enquêteren is dat het aantal weigeringen met 70 tot 75% groot is. Bij mondelinge enquêtes wordt het aantal weigeringen geschat op slechts 3% tot 5%. Een groot aantal weigeringen kan met name bij relatief dunbevolkte gebieden leiden tot te weinig geënquêteerden. Omdat daarnaast de kosten van mondeling enquêteren slechts ongeveer een kwart hoger zijn dan van telefonisch enquêteren is bij het huidige onderzoek gekozen voor mondeling enquêteren. De enquêteurs gaan bij de omwonenden op bezoek en leggen hen een vragenlijst voor. De adressen van de potentiële geënquêteerden zijn geselecteerd op verschillende afstanden van de kassencomplexen die in onderzoek zijn.

## 2.2 Fotometrie

Op de woonlocaties van de geënquêteerden zal de waarde van een aantal fotometrische parameters worden bepaald waarvan wordt verwacht wordt dat ze een potentiële voorspeller zijn van de lichtklachten. Voor woonlocaties dicht bij de kas kan de hoeveelheid licht dat op de gevel en in de tuin valt een goede voorspeller zijn van de lichthinder. Dit kan gemeten worden in termen van verlichtingssterkte (in lx). Daarnaast zou de luminantie (in  $\text{cd/m}^2$ ) van de (zij)kant van de kas een maat een geschikte parameter kunnen zijn. Op grotere afstand zal de gloed boven de kas de belangrijkste factor zijn. Hiervan zal de luminantie ( $\text{cd/m}^2$ ) en grootte (mogelijk in termen van ruimtehoek, sr) gemeten worden. Waarschijnlijk zullen er minstens vijf variabelen zijn die een maat zijn voor de lichtemissie van de kas, de dosis.

## 2.3 Analyse

Het onderzoek zal een verzameling getallen opleveren voor de variabelen die de dosis en het effect beschrijven. Alle dosis variabelen zullen worden gecorreleerd met alle effect variabelen. De resultaten zullen statistisch worden getoetst. Hierbij wordt nagegaan wat de kans (p) is dat een gevonden correlatie op toeval berust. Als p kleiner is dan 0,05 is de correlatie statistisch significant.

Verwacht wordt dat de mate van hinder gecorreleerd kan worden aan het licht dat mensen zien. Om dit te onderzoeken, is de luminantie en lichtsterkte op verschillende afstanden tot een kas gemeten. Ook is er een model gemaakt dat deze waarde voor verschillende situaties kan berekenen.

De hypothese is dat de ervaren hinder van de omwonenden gecorreleerd kan worden aan het kas licht dat vanaf hun woning zichtbaar is. Deze hypothese wordt getoetst door de resultaten van de enquête te vergelijken met de resultaten van de lichtmetingen.



## 3 Metingen en rekenmodellen

Voor het berekenen van de lichtuitstoot van kassen is uitgegaan van twee methoden,

1. een licht verstrooiingsmodel,
2. een 3D- ray tracking model.

Bij het eerste model is uitgegaan van het model van Van Bergem en Vos (1991, 1995) dat voor deze studie is uitgebreid. Bij het tweede model is een computerprogramma 'Radiance' gebruikt, waarmee willekeurige verlichtingssituaties kunnen worden berekend en gevisualiseerd (Larson & Shakespeare, 1998). De resultaten van beide methoden zijn gevalideerd aan de hand van lichtmetingen. Hierna worden achtereenvolgens de lichtmetingen en beide methoden besproken.

### 3.1 Lichtmetingen

Om de intensiteit van het licht in kassengebieden te meten, zijn op twee verschillende locaties lichtmetingen gedaan. Dit waren kassengebieden in Menaldum en Stompwijk. Deze gebieden zijn gekozen omdat beide gebieden goed geïsoleerd zijn van andere lichtbronnen, zodat het grootste deel van het licht echt afkomstig zou zijn van de assimilatiebelichting van de kassen. Het was ook van belang dat er genoeg woningen in het kassengebied stonden. Dit is van belang om voldoende mensen te kunnen enquêteren over de ervaren lichthinder van het kassengebied en van andere lichtbronnen.

#### 3.1.1 *Opzet*

Voor het meten van de verlichting op de twee locaties is dezelfde procedure gebruikt. In totaal zijn er 5 verschillende metingen gedaan:

1. Horizontale verlichtingssterkte
2. Verticale verlichtingssterkte
3. Horizontale luminantie
4. Verticale luminantie
5. Luminantie 15 graden boven de horizon.

Om deze metingen te doen zijn 2 verschillende meetopstellingen gebruikt. De verlichtingssterkte is gemeten met een Luxmeter. Hiermee wordt gemeten hoeveel licht er op een bepaald vlak valt. Dit is gedaan voor een horizontaal en een verticaal vlak. De luminantie zijn gemeten met een luminantiecamera. Deze camera maakt foto's met verschillende belichtingstijden van hetzelfde beeld. Door deze foto's te combineren en te analyseren, kan er een plaatje gevormd worden waarop de luminantie (helderheid) is af te lezen van ieder pixel op de foto.

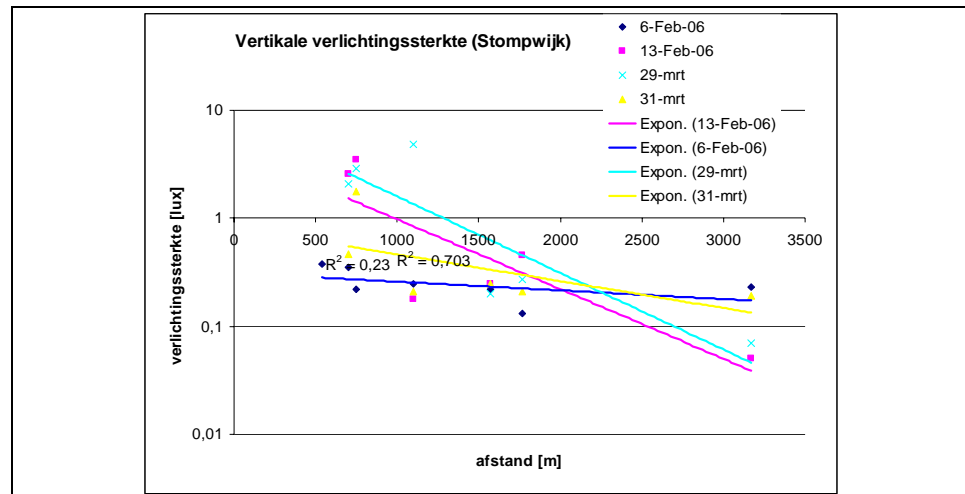
In plaats van de luminantie camera is ook een digitale spiegelreflex camera gebruikt. In dat geval zijn foto's gemaakt met verschillende sluitertijden. Wanneer deze foto's worden geanalyseerd met de juiste software kunnen de luminanties op de foto afgelezen worden.

Deze metingen zijn op verschillende afstanden tot de kas uitgevoerd, hierbij was het van belang dat er een vrij zicht op de kassen was. Door te meten op verschillende afstanden kan gekeken worden of er een afstandsrelatie is met de lichtdosis. Ook kunnen de resultaten van deze metingen gekoppeld worden aan de resultaten van de enquête, waarbij mensen worden geïnterviewd die op verschillende afstanden tot het

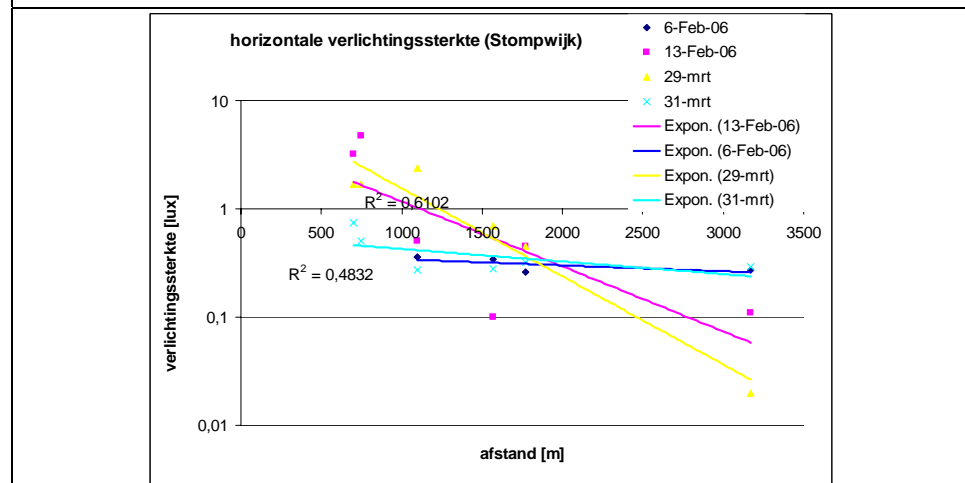
kassen gebied wonen. Deze metingen worden meerdere malen uitgevoerd, zodat bijvoorbeeld ook de invloeden van het weer kunnen worden bekeken.

### 3.1.2 Resultaten

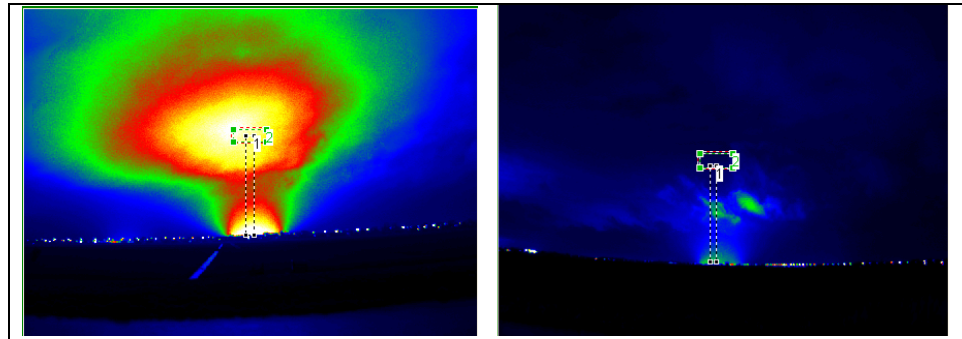
In de figuren 2 en 3 is te zien dat zowel de horizontale als de verticale verlichtingssterkte sterk kan variëren per dag. Dit heeft veel te maken met de weerscondities zoals het meteorologisch zicht en de aan- of afwezigheid van wolken. Ook de luminanties gemeten met de luminantiecamera zijn erg afhankelijk van weerscondities. Vooral de invloed van bewolking is duidelijk te zien. De wolken fungeren als een soort deken die als een spiegel het licht weerkaatsen naar de omgeving van de kassen. (zie Figuur 4)



Figuur 2 De verticale verlichtingssterkte voor verschillende afstanden tot de kassen in Stompwijk.



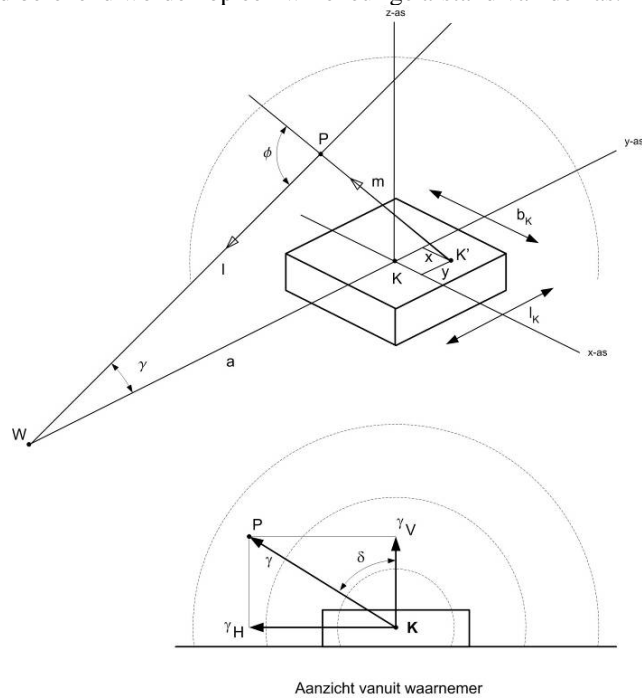
Figuur 3 De horizontale verlichtingssterkte voor verschillende afstanden tot de kassen in Stompwijk.



Figuur 4: twee luminantie foto's van stompijk op 1100 m. van de kas. Beide foto's zijn op een andere dag genomen. Het is duidelijk te zien dat de reflectie van de wolken in de eerste foto een groot effect heeft op de verlichting van de hemel.

### 3.2 Licht verstrooiingsmodel

Er is uitgegaan van een bestaand kasmodel voor de berekening van de lichtuitstoot van kassen (van Bergem & Vos, 1991; Vos & van Bergem, 1995). In dit model wordt de luminantie van de gloed voor een bepaalde hoek recht boven de kas berekend, waarbij de kas beschouwd wordt als een puntbron. Dit model is zodanig uitgebreid dat de luminantie van de gloed op een willekeurige plek aan de hemel berekend kan worden. Daarnaast wordt de kas beschouwd als een rechthoek. Verder kan de verlichtingssterkte t.g.v. de gloed berekend worden op een willekeurige afstand van de kas.



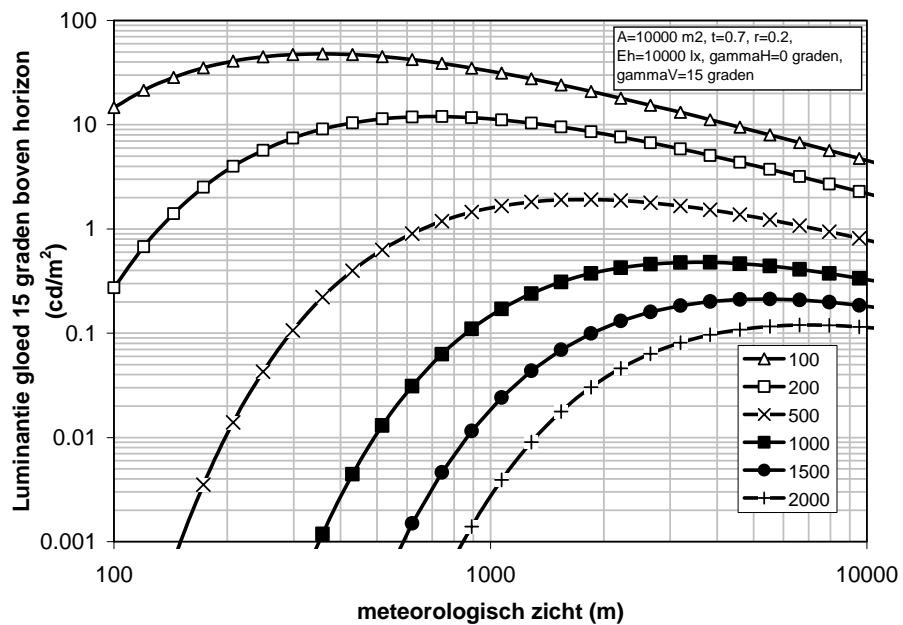
Figuur 5: Schematische voorstelling van de geometrie voor de berekening van de luminantie van de gloed van een kas (K). W = waarnemer.

In Figuur 5 is schematisch weergegeven hoe het licht van de kas verstrooid wordt in de lucht en door de waarnemer (W) waargenomen wordt. Het licht dat in punt K' de kas wordt uitgestraald, kruist de zichtlijn van de waarnemer in punt P. Een deel van het licht in dit punt wordt verstrooid in de richting van de waarnemer. Door de atmosfeer wordt het licht verzwakt over langs de lijnen 'm' (K'P) en 'l' (PW). Deze verstrooiing en verzwakking is afhankelijk van het meteorologisch zicht; als het zicht slecht is dan is de verzwakking en verstrooiing groot.

De waargenomen luminantie is te berekenen door alle bijdragen van het verstrooide licht langs de zichtlijn 'l' te sommeren voor het licht vanuit elk punt in de kas. Door alle bijdragen van iedere zichthoek aan de verticale en horizontale verlichting op te tellen kunnen ook de verticale en horizontale verlichtingssterkte ( $E_v$  en  $E_h$ ) berekend worden.

### 3.2.1 Maximale gloed

De luminantie van de gloed is afhankelijk van het zicht. Als het zicht goed is, dan zal er weinig licht in de atmosfeer verstrooid worden en zal de luminantie van de gloed laag zijn. Als het zicht slechter wordt, zal de luminantie van de gloed hoger worden. Aan de andere kant wordt de gloed wel minder goed zichtbaar, doordat het licht op lijn 'l' meer verstrooid wordt. Dit effect is weergegeven in figuur 3. Hierin is voor verschillende afstanden de gloed op 15 graden uitgezet tegen het meteorologische zicht. Hieruit blijkt dat er een bepaald optimum bestaat waarbij de luminantie van de gloed het hoogst is, dit wordt de 'worst case' luminantie ( $L_{wc}$ ) genoemd. Het blijkt bij een gegeven waarnemingsafstand dat dit maximum optreedt als het zicht 3,5 maal de waarnemingsafstand is. Dit is te zien in Figuur 6.



Figuur 6: Luminantie van de gloed op 15 graden boven de horizon als functie van het meteorologisch zicht en de afstand tot de kas. De kas is beschouwd als een puntbron.

### 3.2.2 *Uitgangswaarden voor de berekening*

In deze rapportage zijn met het licht verstrooiingsmodel de emissies berekend van twee kaslocaties, Stompwijk en Menaldum. De uitgangswaarden voor deze berekeningen zijn weergegeven in Tabel 1. Hiervoor is de werkelijke situatie wat vereenvoudigd. Per locatie zijn de kassen (8 in Stompwijk, 2 in Menaldum) met hun oppervlakte, verlichtingssterkte en dektransmissie omgerekend naar elk één kas. De oppervlakte is gelijk aan de totale oppervlakte per locatie. De waarde van de verlichtingsterkte en transmissies zijn berekend door de individuele waarden te wegen met de oppervlakte. De kassen worden vierkant verondersteld (breedte = lengte).

Tabel 1. Parameters van de kassen die gebruikt zijn in de berekeningen. Luminantie van kas (van boven af gezien)  $L_{kas} = r.t.E_h/\pi$ . Lichtsterkte van de kas  $I_{kas} = A.L_{kas}$ .

Locatie	Totale oppervlakte A (m <sup>2</sup> )	Verlichting sterkte in kas E <sub>h</sub> (lx)	Transmissie bovendeck t	Reflectie gewas r	Kas-breedte b <sub>k</sub> (m)	Kas-lengte l <sub>k</sub> (m)	Luminantie kas L <sub>kas</sub> (cd/m <sup>2</sup> )	Lichtsterkte kas I <sub>kas</sub> (Mcd)
Stompwijk	140500	6149	0,348	0,07	375	375	47,7	6,7
Menaldum	8000	4800	0,238	0,07	89,4	89,4	25,5	0,20

Voor de twee kaslocaties (Stompwijk en Menaldum) zijn de emissies berekend in termen van luminantie van de gloed (15 graden boven de kas) en verticale verlichtingssterkte t.g.v. de gloed ter plekke van de waarnemer.

De berekeningen zijn uitgevoerd als functie van de afstand en het zicht (V<sub>m</sub>). Er zijn drie zichtcondities bekeken.

- Mist, V<sub>m</sub> = 500 m.
- Helder weer, V<sub>m</sub> = 10.000 m.
- Meest ongunstige zichtconditie met maximale gloed op alle afstanden. V<sub>m</sub> = 3,5 x afstand.

Om vergelijkingen met de bij de enquêtes gebruikte afstandszones (0-500, 500-1000, 1000-1500, 1500-2000, >2000m) mogelijk te maken, zijn ook emissies berekend voor het midden van deze zones (250, 750, 1250, 1750, 2250 m).

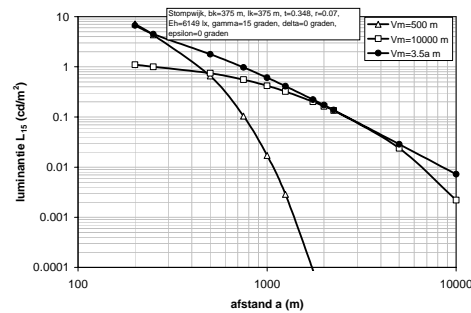
### 3.2.3 *Resultaten Licht verstrooiingsmodel*

De resultaten van de berekeningen met het analytisch model (Formule 1) zijn weergegeven in Figuur 7: t/m Figuur 10.

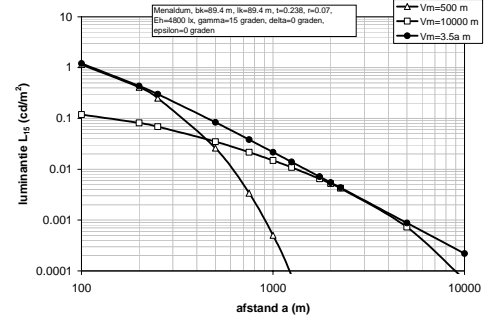
Het blijkt dat op korte afstand van de kas (a < 500 m) de luminantie van de gloed het grootst is bij mist (V<sub>m</sub>=500 m). Op grotere afstanden van de kas is de luminantie van de gloed niet meer zichtbaar bij mist en is de gloed alleen goed zichtbaar bij helder weer. Zoals te verwachten, is dit effect voor de luminantie van de gloed en de afgeleide waarde hiervan, de verticale verlichtingssterkte, precies hetzelfde.

De berekende waarden zijn voor Stompwijk ongeveer een factor 33 hoger dan voor Menaldum. Dat is gelijk aan de verhouding tussen de lichtsterkten van de kassen op de twee locaties (Tabel 1). De lichtsterkte van de kas, die direct evenredig is met de horizontale verlichtingsterkte in de kas, de reflectie van het gewas, de transmissie van het bovendeck, en de oppervlakte van de kas, is dus een belangrijke parameter voor het beschrijven van de lichtuitstoot.

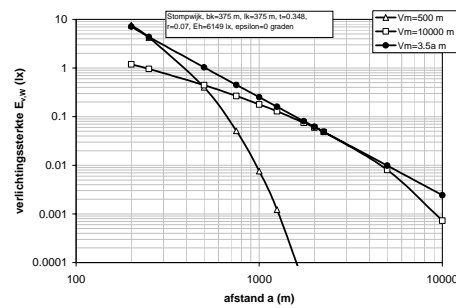
Figuur 7: Luminantie van de gloed ( $\text{cd/m}^2$ ) op 15 graden boven de kas in *Stompwijk* als functie van afstand.



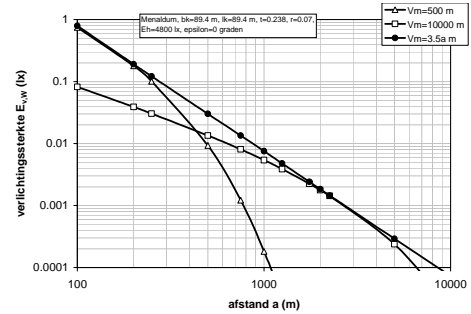
Figuur 8: Luminantie van de gloed ( $\text{cd/m}^2$ ) op 15 graden boven de kas in *Menaldum* als functie van afstand.



Figuur 9: Verticale verlichtingssterkte t.g.v. de gloed ter plekke van de waarnemer ( $\text{lx}$ ) bij de kas in *Stompwijk* als functie van afstand.

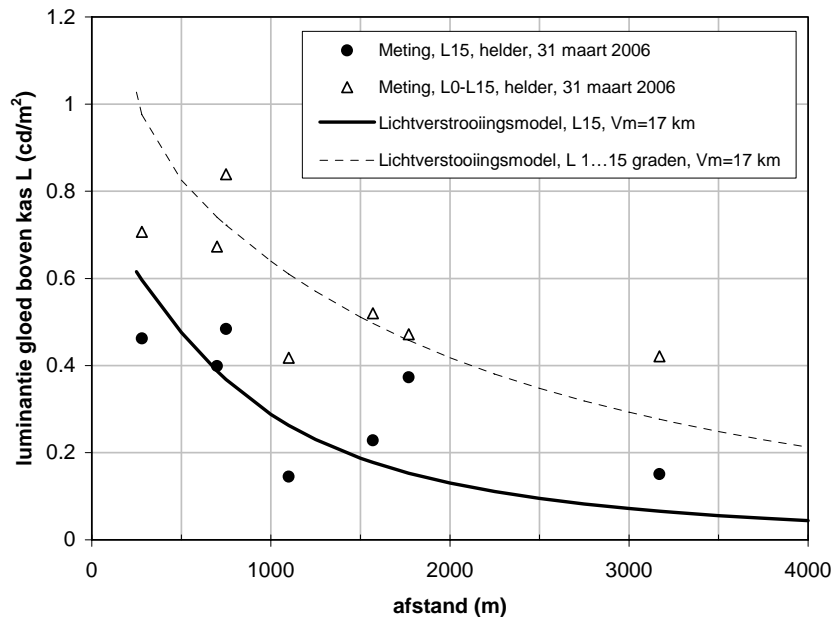


Figuur 10: Verticale verlichtingssterkte t.g.v. de gloed ter plekke van de waarnemer ( $\text{lx}$ ) bij de kas in *Menaldum* als functie van afstand.



### 3.2.4 Validatie van het lichtverstrooiingsmodel met de lichtmetingen

Om het model te valideren met behulp van de lichtmetingen zijn de parameters van het model geoptimaliseerd, zodat het model zoveel mogelijk de metingen benadert. De metingen zijn uitgevoerd op 31 maart, dit was een onbewolkte nacht met een zicht van 17 km. Er is gekozen voor een onbewolkte nacht, aangezien het lichtverstrooiingsmodel geen rekening houdt met de bewolking. In Figuur 11 zijn de resultaten te vinden. De lichtmetingen zoals uitgevoerd met de luminantie camera zijn in dit figuur weergegeven met de punten. De resultaten van het lichtverstrooiingsmodel zijn weergegeven met de lijnen. Bij beide is de luminantie gemeten op twee verschillende manieren: de gemiddelde waarde van 0 tot 15 graden en de luminantie bij 15 graden boven de kas.



Figuur 11: De gemeten luminantie van de gloed boven de kas op verschillende afstand van de kaslocatie in Stompwijk, voor 15 graden en nul tot 15 graden boven de kas. De lijnen geven de luminanties volgens het lichtverstrooiingsmodel. Het was helder weer met een meteorologisch zicht van 17 km.

Het blijkt dat de krommes van het lichtverstrooiingsmodel redelijk door de meetpunten lopen. Er zit een behoorlijke spreiding in de meetpunten. De gemeten waarden lopen niet continu af naar lagere waarden bij toenemende afstand, zoals het model wel voorspelt. Het (lineaire) verband tussen de gemeten gloed en het model is marginaal significant ( $p < 0.10$ ). Natuurlijk vergt validatie van het lichtverstrooiingsmodel dat een dergelijke vergelijking op een groot aantal lichtmetingen is gebaseerd. Daar het niet de opzet van het onderzoek was om het lichtverstrooiingsmodel te valideren en de gevonden associaties tussen de gemeten luminanties en voorspelde luminanties marginaal significant waren, mag vooralsnog geconcludeerd worden dat het lichtverstrooiingsmodel voldoende betrouwbaar is om luminanties bij helder weer te berekenen.

Tabel 2. Resultaten van de statistische regressieanalyse. Als  $p < 0,05$  is de correlatie statistisch significant.

Verband	Correlatie r	kans p
L15 en model	0,68	0,09
L0-L15 en model	0,70	0,08

#### Opmerkingen

- Door beperkingen van het lichtverstrooiingsmodel is het niet mogelijk om de luminantie op nul graden te berekenen. Daarom is het gemiddelde berekend van de luminantie voor hoeken ( $\gamma$ ) van 1, 5, 10 en 15 graden.
- Door meer metingen uit te voeren en te analyseren, zou een significante relatie tussen de gemeten gloed en het model gevonden kunnen worden. Het bleek moeilijk om voldoende metingen aan de gloed te doen, omdat enkel bij

onbewolkte condities gemeten moet worden voor de validatie van het lichtverstrooiingsmodel. Deze condities zijn schaars.

### 3.3 3D ray tracking model

Voor het 3D ray tracking model is gebruikt gemaakt van het computerprogramma Radiance. In dit programma wordt een model gemaakt van het kassengebied en de omgeving waarin ook de verschillende lichtbronnen worden gemodelleerd. Hierna kan het programma berekenen hoe alles verlicht wordt. Hierbij wordt rekening gehouden met bijvoorbeeld reflectie op voorwerpen of deeltjes in de lucht. Dit wordt gedaan door vanuit de verschillende bronnen de lichtstralen te volgen.

Als resultaten geeft het programma plaatjes van het kassen gebied. Van zo'n plaatje kan de luminantie van iedere pixel bepaald worden. Deze luminanties kunnen worden gebruikt om de verschillende situaties met elkaar te vergelijken.

#### 3.3.1 *Opzet*

In het 3D ray tracking model zijn de kassen in het gebied gemodelleerd als platte vlakken met ieder een eigen breedte, lengte en lichtsterkte. De locatie van de kassen is ontleend aan een Autocad kaart van de gemeente. Deze modellering verschilt met het lichtverstrooiingsmodel omdat daarin alle kassen gemodelleerd waren als één vierkante kas met een gemiddelde verlichtingssterkte. Buiten de kassen om zijn geen andere voorwerpen of gebouwen gemodelleerd.

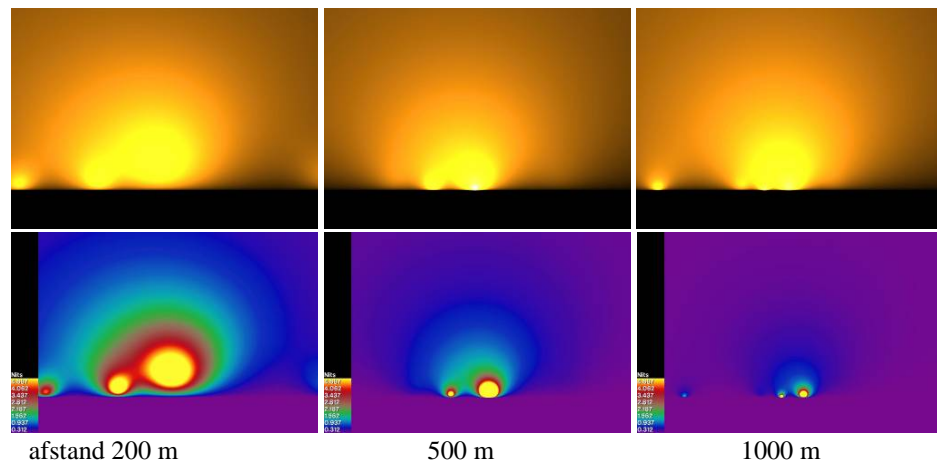
De afstand en het meteorologische zicht kunnen worden gevarieerd. Hierdoor kunnen op verschillende afstanden tot de kas en bij verschillende weercondities de luminanties gemeten worden. Een belangrijk verschil met het lichtverstrooiingsmodel is dat hierbij ook een wolkende gemodelleerd kan worden. Uit de meting is al naar voren gekomen dat dit een grote invloed kan hebben op de gemeten lichtuitstoot. Er is geprobeerd om met het 3D ray tracking model dit effect te benaderen.

Voor deze analyse zijn 3 verschillende situaties bekeken: Helder weer (zicht 17 km) heilig weer (zicht 2000 m) en mist (zicht 500 m). Tevens is er gekeken naar een situatie met hoge bewolking met daaronder helder zicht (zicht 17 km). Voor al deze situaties zijn de plaatjes gemaakt van verschillende afstanden tot de kas. Deze plaatjes worden gebruikt voor het verder analyseren van de gegevens.

#### 3.3.2 *Resultaten*

Uit de plaatjes die zijn gegenereerd met de licht simulatie blijkt dat de conclusies die getrokken zijn aan de hand van het lichtverstrooiingsmodel kunnen worden onderschreven. Zo is duidelijk te zien dat de luminantie van een bepaald punt afneemt de afstand tot de kas toeneemt. Hieronder zijn de resultaten te zien voor de locatie Stompwijk bij een zicht van 2000 m.

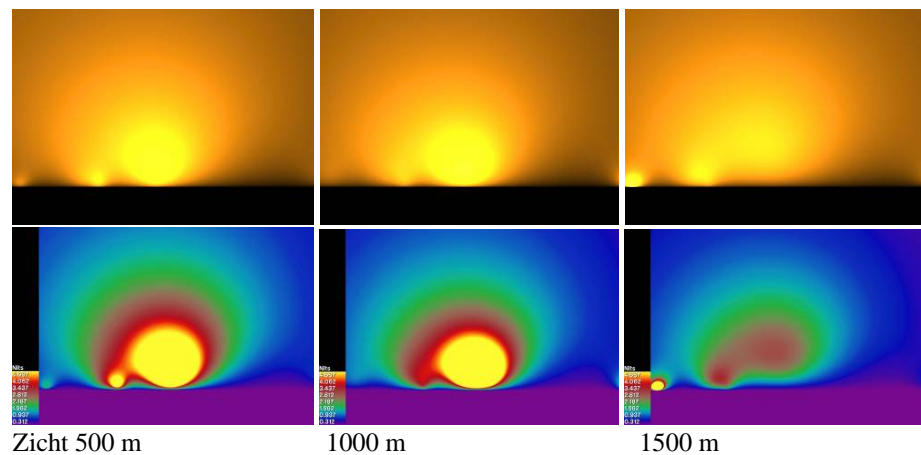




Figuur 12: Resultaten van de 3D ray tracking simulatie van de locatie Stompwijk. Alle 8 belichtende kassen in Stompwijk zijn meegenomen. Waarnemingspunt is op 2000 meter. De bovenste plaatjes zijn visualisaties, de onderste zijn luminantieplaatjes, waarbij iedere luminantie (helderheid) wordt weergegeven met een aparte kleur.

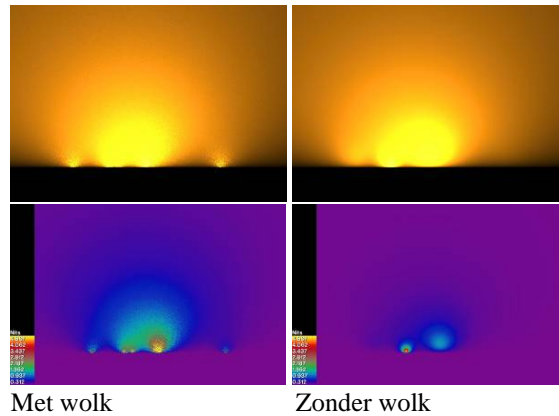
Hoewel de luminantie waarden niet vergeleken kunnen worden met de waarden van het lichtverstrooiingsmodel lijkt de afname in luminantie overeen te komen met de trend uit het andere model.

In de onderstaande figuren zijn drie visualisaties gemaakt bij verschillend meteorologisch zicht. Alle drie de plaatjes zijn op een afstand van 200 meter tot de kas.



Figuur 13: Ray tracking simulaties van Stompwijk. Alledrie de plaatjes zijn op 200 meter van de kas. Het meteorologisch zicht wordt gevarieerd (500, 1000 en 1500m).

Uit de simulaties waarbij een wolk boven het kassengebied is gemodelleerd, blijkt dat de luminanties veel hoger liggen dan wanneer deze wolk er niet is. De verklaring hiervan is dat deze wolk een groot deel van het licht reflecteert. Het licht wordt dan alsnog meegenomen.



Figuur 14: Ray tracking simulaties van Stompwijk bij bewolkt en onbewolkt weer (afstand tot de kas 500m). Te zien is dat door de reflectie van de wolk de luminanties boven het kassengebied toenemen.

### 3.3.3 Conclusie 3D ray tracking model

Doordat het 3D ray tracking model gedetailleerder is dan het lichtverstrooiingsmodel is het niet mogelijk om de luminanties van de twee verschillende modellen met elkaar te vergelijken. Wel wordt de trend uit het lichtverstrooiingsmodel bevestigd door het 3D ray tracking model.

Het voordeel van het 3D ray tracking model is dat het meer in detail kan treden. Ook het feit dat wolken gemodelleerd kunnen worden, blijkt een groot voordeel te zijn. Op dit moment is het model nog niet gevalideerd aan de hand van praktijkmetingen. Dit is gecompliceerd aangezien er diverse typen bewolking zijn en de situatie continu verandert.

## 4 Enquête

### 4.1 Inleiding

Het doel van de enquêtes is om klachten van omwonenden van kassen over de lichtemissie te inventariseren. Deze klachten zullen worden vergeleken met de mate van lichtemissies om na te gaan of er een direct verband bestaat tussen de hoeveelheid licht dat op de woning van de respondent valt en de klachten. Door op verschillende afstanden van de kas te enquêteren, zijn de klachten verzameld over een breed bereik van lichtemissies.

### 4.2 Enquêteopzet

De enquêtes werden mondeling afgenomen door het enquêtebureau Analyse te Amstelveen. Er is geënuquêteerd rond twee kaslocaties in Stompwijk (Zuid-Holland) en Menaldum (Friesland). Per locaties werden 250 respondenten geïnterviewd. Het interview duurde ongeveer 30 minuten. De gebruikte vragenlijst is opgenomen in bijlage B.

Voor het onderzoek is de omgeving van de kaslocaties verdeeld in 5 afstandszones van 0-500 m, 500-1000 m, 1000-1500 m, 1500-2000 m en verder dan 2000 m. De adressen van de respondenten werden zodanig geselecteerd, dat het aantal respondenten zoveel mogelijk gelijk was verdeeld over de vier zones binnen een straal van 2 km rond de kaslocatie. Dat betekent dat in het ideale geval in elke zone ruim 60 respondenten zouden moeten voorkomen. In Tabel 3 staan het aantal respondenten dat werkelijk is geïnterviewd. Voor de kaslocatie in Menaldum was het moeilijk om voldoende respondenten te vinden in zone 4. Daarom zijn buiten deze zone op meer dan 2 km maar minder dan 2,5 km van de kas ook enquêtes uitgevoerd.

Tabel 3. Aantal respondenten in de verschillende zones op de kaslocaties.

Zone	Afstand (m)	Stompwijk	Menaldum	Totaal
1	0 - 500	40	39	79
2	500 - 1000	67	121	188
3	1000 - 1500	91	30	121
4	1500 - 2000	53	4	57
5	2000 -2500	0	55	55
	Totaal	251	249	500

Per kaslocatie werden de enquêtes binnen een week afgenomen. Bij de kaslocatie in Stompwijk is geïnterviewd van 9 t/m 13 januari 2006 en in Menaldum van 16 t/m 20 januari 2006.

## 4.3 Resultaten

### 4.3.1 Data-analyse

De resultaten van de enquêtes werden als volgt geanalyseerd. Voor elke conditie werd het aantal respondenten geteld dat zich

1. Een "beetje" of meer gehinderd of geërgerd en
2. "Erg" of meer gehinderd of geërgerd voelde.

De percentages van deze twee groepen wordt steeds in de figuren vermeld.

De schaal die gebruikt is in vraag D5 (Hinder van het licht van het kassengebied) en D6 (ergert zich aan het licht van het kassengebied) loopt van 1 t/m 6 (1 = helemaal niet, 5 = heel erg, 6 = niet van toepassing). Binnen de groep van "een beetje of meer" gehinderd of geërgerd vallen alle antwoorden van 2 of hoger. Binnen de groep van "erg of meer" gehinderd of geërgerd vallen alle antwoorden van 4 of hoger.

De schaal die gebruikt is in vraag D1 (Hinder van het licht van het kassengebied) en D2 (ergert zich aan het licht van het kassengebied) loopt van 0 t/m 11 (0 = helemaal niet of , 10 = heel erg, 11 = niet van toepassing). Om een goede vergelijking mogelijk te maken met de 5-punts schaal van vraag D5 en D6 en de resultaten van het vorige TNO-onderzoek waar ook een 5-punts schaal is gebruikt (van Bergem & Vos, 1991; Vos & van Bergem, 1995), vallen alle antwoorden van 2,5 of hoger binnen de groep van een "beetje of meer" gehinderd of geërgerd en alle antwoorden van 7,5 of hoger binnen de groep van "erg of meer" gehinderd of geërgerd. Hierbij is telkens de gemiddelde waarde genomen tussen respectievelijk 2 en 3 of hoger, en 7 en 8 of hoger.

De "niet van toepassing" antwoorden zijn buiten de analyses gehouden.

De resultaten zijn statistisch getoetst. Hierbij wordt de kans (p) berekend dat gemeten verschillen op toeval berusten. Als p gelijk of kleiner is dan 0,05 dan wordt resultaat als reëel beschouwd en is het statistisch significant.

Op een aantal resultaten is een chi-kwadraat test uitgevoerd. Hierbij wordt het aantal respondenten (bijvoorbeeld: die zich "erg" gehinderd voelen) in verschillende condities (bijvoorbeeld: op twee locaties) vergeleken met het verwachte aantal respondenten als er geen verschil zou zijn.

Voor de analyse van het verband tussen de lichtuitstoot en de antwoorden van de respondenten is de associatie bepaald tussen de logaritme van de lichtuitstoot en de gerapporteerde hinder of ergernis. Voor elke kaslocatie wordt per zone de lichtuitstoot bepaald. Dit zijn de waarden die horen bij de afstanden 250, 750, 1250, 1750 en 2250 m uit 3.2.2. De lichtuitstoot is op een logaritmische schaal gezet omdat het visuele systeem over het algemeen reageert op de logaritme van de stimulus en de stimulus-respons functie de vorm  $y = f(\log x)$  heeft (Zie ook van Bergem & Vos, 1991). Voor het berekenen van de correlatiecoëfficiënt is uitgegaan van het oorspronkelijke antwoord op de vraag, met uitzondering van de 'niet van toepassing' categorie. Er zijn dus geen antwoordcategorieën samengevoegd. Omdat de antwoordcategorieën wel een rangorde laten zien, maar niet op een metrische schaal (interval of ratioschaal) worden gemeten, is de Spearman rangcorrelatiecoëfficiënt ( $r_s$ ) berekend. Daarnaast is berekend hoe groot de kans is dat er een significant verband is tussen lichtuitstoot en de

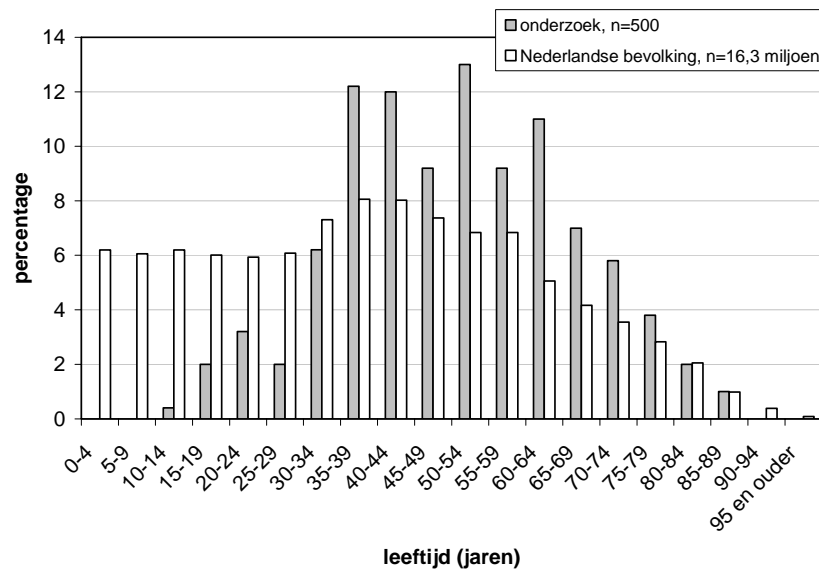
subjectieve hinder of ergernis van de respondenten. In dat geval is de p-waarde groter dan 0,05.

#### 4.3.2 Kenmerken van de respondenten

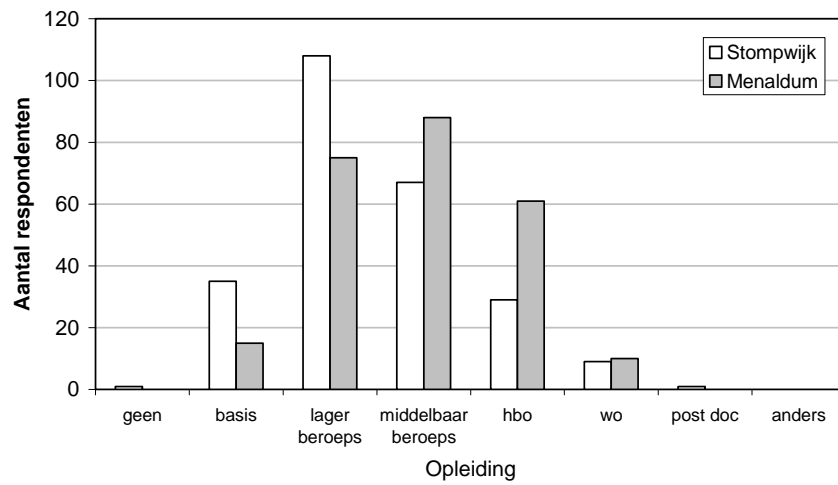
In Tabel 4 zijn het aantal respondenten van het onderzoek vermeld, uitgesplitst naar locatie en geslacht. In Figuur 15 is de leeftijd van de respondenten vergeleken met die van de Nederlandse bevolking (CBS, 2005). Het opleidingsniveau van de respondenten is weergegeven in Figuur 16.

Tabel 4. Aantal geënquêteerde mannen en vrouwen bij de kaslocaties.

Geslacht	Stompwijk	Menaldum	Totaal
Man	96	95	191
Vrouw	155	154	309
Totaal	251	249	500

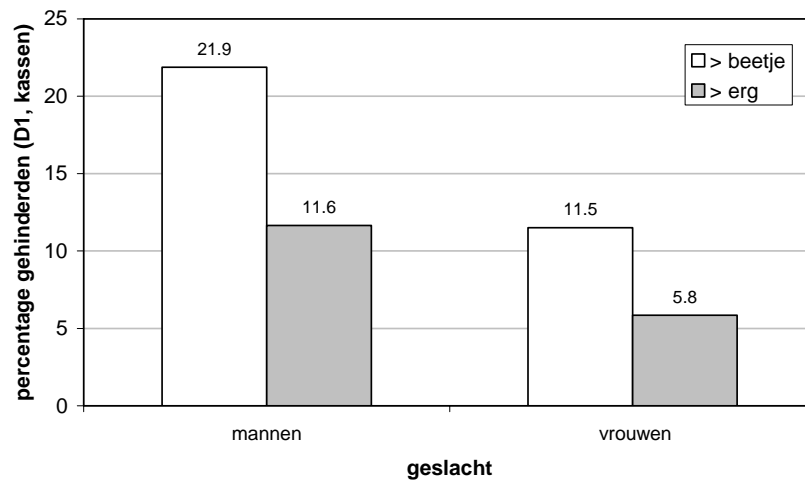


Figuur 15: Leeftijd van de respondenten van het huidige onderzoek vergeleken met de bevolking van Nederland (CBS, 2005).



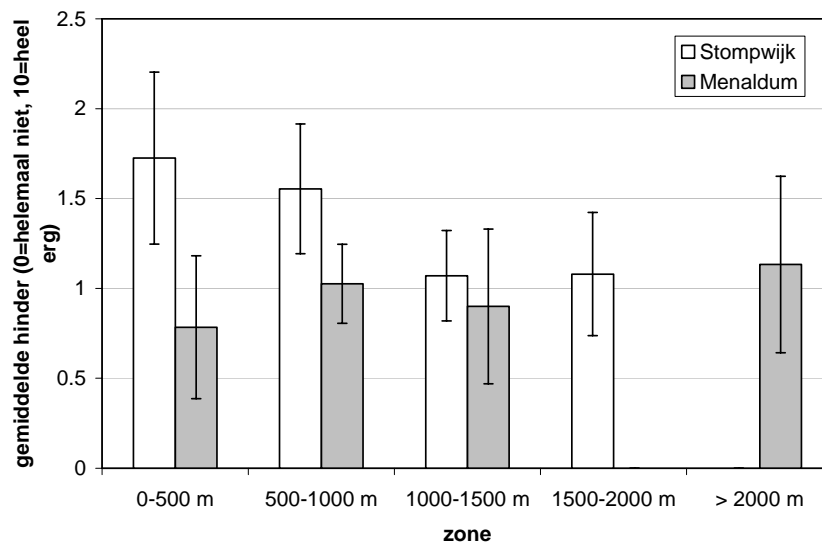
Figuur 16: Opleidingniveau van de respondenten in kaslocaties.

#### 4.3.3 Hinder - geslacht



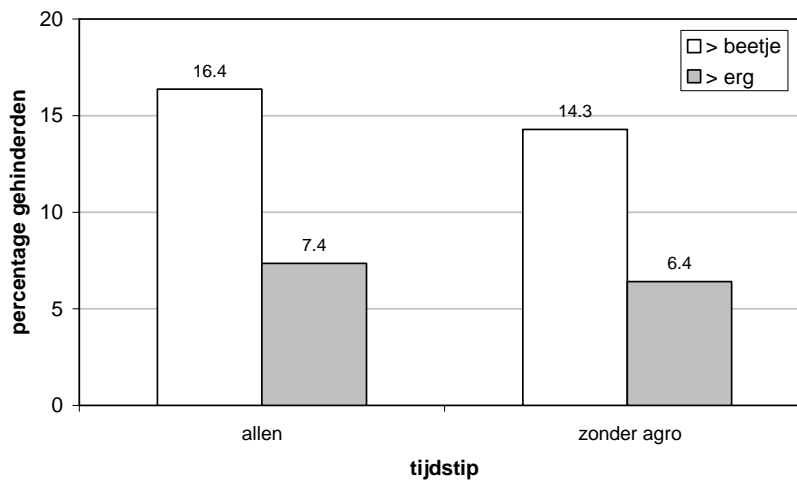
Figuur 17: Hinder als functie van geslacht. Verschil is significant ( $p < 0,037$ ).

#### 4.3.4 Hinder – Afstand



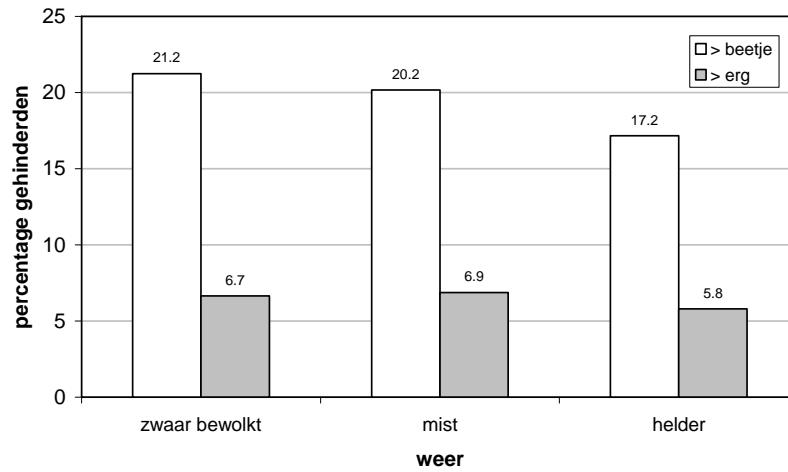
Figuur 18: Gemiddelde hinder van kassen als functie van de afstand (zone). De spreidingsmaten zijn de standaardfouten (SEM). Geen significant effect van afstand.

#### 4.3.5 Hinder - Verbondenheid met sector



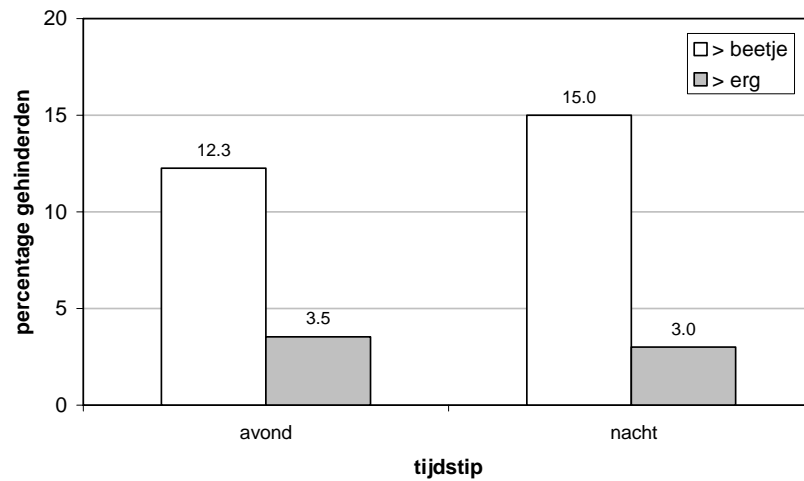
Figuur 19: Hinder van kassen op voor alle respondenten en respondenten zonder connectie met de agrarische sector (Vraag D1). Verschil is niet significant ( $p > 0.46$ ).

#### 4.3.6 Hinder - Weertype



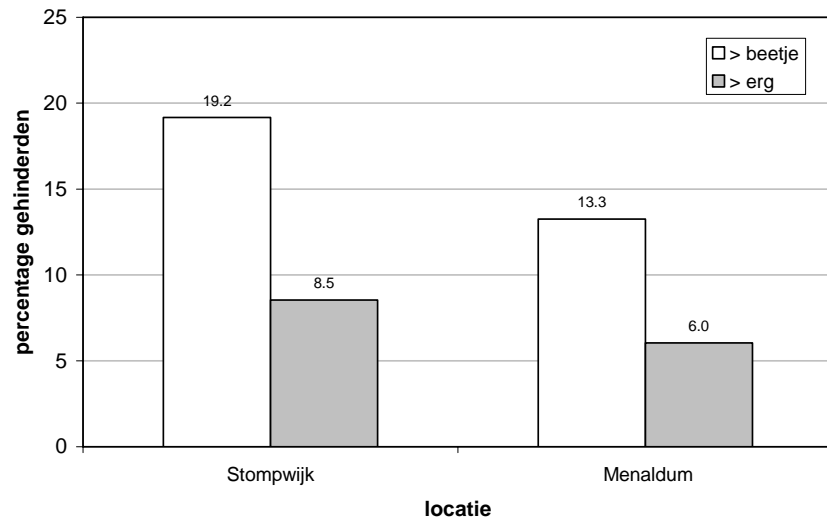
Figuur 20: Hinder van kassen bij verschillende weertypen (Vraag D6). Verschil is niet significant ( $p > 0.34$ ).

#### 4.3.7 Hinder - tijdstip

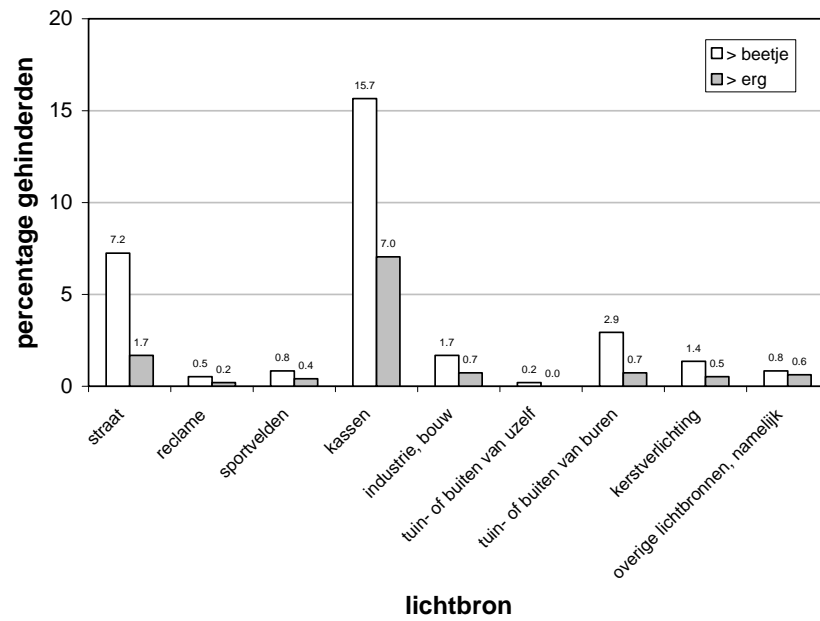


Figuur 21: Hinder van kassen op verschillende tijdstippen (Vraag D5). Verschil is niet significant ( $p > 0.55$ ).



4.3.8 *Hinder – locatie*

Figuur 22: Hinder van kassen vergeleken voor twee kaslocaties (Vraag D1). Verschil is niet significant ( $p > 0.12$ ).

4.3.9 *Hinder – overige lichtbronnen*

Figuur 23: Hinder van kassen vergeleken met andere lichtbronnen (Vraag D1).

## 5 Verificatie van hypothese

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt gekeken of er een correlatie bestaat tussen de fotometrische parameters die zijn onderzocht in hoofdstuk 3 (verlichtingssterkte en luminantie) en de hinder die mensen ondervinden als gevolg van assimilatielicht van kassen. Om deze hypothese te toetsen worden de resultaten van de metingen en de enquête geanalyseerd om te kijken of er enig verband bestaat tussen de fotometrische parameters en de vragen naar lichthinder.

### 5.2 Analyse van de resultaten

Voor het vaststellen van een eventuele relatie tussen de lichtemissie van de kas en de mate van hinder op verschillende afstanden van de kas als gevolg van die lichtemissie, wordt de verlichtingssterkte ( $E_v$ ) en de luminantie op  $15^\circ$  hoogte ( $L_{15}$ ) gecorreleerd met de hinderscores uit de enquêtes. Voor beide parameters is er gekeken naar de hoogste waarde die op de desbetreffende plaats voor kan komen, de “Worst Case” waarde. Dit is gedaan omdat uit de resultaten van de enquête naar voren is gekomen dat mensen de situatie waarbij er veel hinder is onthouden, zonder dat ze deze situatie specifiek kunnen herinneren. De “worst case” situatie is de situatie waarin het zicht 3,5 maal de afstand tot de kassen is.

In tabel 5 is een overzicht gegeven van de gevonden correlaties (Spearman rangcorrelatiecoëfficiënt,  $r_s$ ) tussen de verlichtingssterkte respectievelijk de luminantie en 6 verschillende vragen die zijn gebruikt om de klachten van de omwonenden na te gaan.

Tabel 5. De spearman-rang correlatie  $r_s$  tussen de verschillende maten voor de lichtemissie ( $L_{15}$  (luminantie) en  $E_v$  (verlichtingssterkte)) en de hinder of ergernis van de respondenten (hele groep (N=499), met familie/vrienden in agrarische sector (met agro, N=269), zonder familie/vrienden agrarische sector (zonder agro, N=230)) bij verschillende weertypen (worst case = zicht = 3,5 a). Voor de significante correlaties ( $p < 0.05$ ) zijn de waarden vet gedrukt.

Vraag	Omschrijving		$L_{15,wc}$	$E_v,wc$	$L_{15,wc}$	$E_v,wc$	$L_{15,wc}$	$E_v,wc$
			Hele groep	Hele groep	Met agro	Met agro	Zonder agro	Zonder agro
D1-d	hinder, algemeen	r =>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	0.09	0.09	0.12	0.12
		p =>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	0.18	0.18	0.09	0.09
D2-d	ergernis, algemeen	r =>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05
		p =>	0.50	0.50	0.68	0.68	0.47	0.47
D5-g	licht in woning of tuin, avond	r =>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	0.06	0.06
		p =>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	0.44	0.44
D5-h	licht in woning of tuin, nacht	r =>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	0.12	0.12	0.07	0.07
		p =>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	0.07	0.07	0.32	0.32
D6-f	Hinder van gloed bij helder weer	r =>	-0.03	-0.03	-0.06	-0.06	-0.02	-0.02
		p =>	0.49	0.49	0.37	0.37	0.77	0.77
D6-l	Ergernis door gloed bij helder weer	r =>	-0.06	-0.06	-0.10	-0.10	0.01	0.01
		p =>	0.18	0.18	0.10	0.10	0.89	0.89

### 5.3 Resultaten hypothese toetsing

Uit de resultaten van tabel 5 blijkt dat er een statistisch significante correlatie is tussen de lichtuitstoot en de algemene vraag over hinder (D1), waarin de kassen met andere lichtbronnen vergeleken worden. De associatie tussen de lichtuitstoot van de betreffende kassencomplexen en de ervaren hinder van omwonenden is nog enigszins sterker voor de vragen over het licht in de tuin en woning in de avond en nacht (D5-g, D5-h).

Er blijkt geen relatie te bestaan tussen de hinder of de ergernis als gevolg van de gloed bij helder weer. Voor het vaststellen van een dosis-effect relatie voor lichthinder kan dus het beste gevraagd worden naar de algemene hinder van kaslicht (D1) of meer specifiek naar de hinder van kaslicht 's avonds (D5-g) of 's nachts (D5-h). Wel moet geconstateerd worden dat het om vrij zwakke dosis-effect relaties gaat, met correlaties tussen de 0.10 en 0.17. De beste vraag voor het vaststellen van een dosis-effect relatie is vooralsnog de vraag naar hinder van kaslicht in de avonduren, omdat deze vraag de hoogste correlaties en dus de sterkste relatie met de lichtuitstoot heeft ( $r_s = 0.13$ ).

De associaties tussen lichtuitstoot en ervaren hinder of ergernis worden ook gevonden indien er voor de vragen naar ervaren hinder of ergernis een aantal antwoordcategorieën worden samen gevoegd. Als de associaties apart worden berekend voor degenen met familie of vrienden die in de agrarische sector of bij de veiling werken (n=269), dan levert dat grotendeels vergelijkbare resultaten op. Opmerkelijk is dat er geen enkele relatie tussen lichtuitstoot en ervaren hinder of ergernis wordt gevonden bij mensen zonder familie of vrienden in de agrarische sector of de veiling (n=230).

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies:

1. Er is een zwakke relatie tussen hinder en de afstandsgerelateerde fotometrische parameters
2. De relatie tussen mate van lichtuitstoot en hinder is duidelijker wanneer er specifiek gevraagd wordt naar hinder 's avonds of 's nachts
3. De relatie tussen mate van lichtuitstoot en hinder lijkt vooral aanwezig bij mensen met familieleden of vrienden die werkzaam zijn in de agrarische sector of de veiling. Zonder 'agro-connectie' is er geen relatie tussen lichtuitstoot en ervaren hinder
4. Het weer heeft geen effect (zwaar bewolkt, mist, helder) op de resultaten van de enquête.
5. De locatie heeft geen effect (Stompwijk, Menaldum)
6. Er is een verschil in de mate van hinder die mannen en vrouwen ondervinden. Mannen klagen ongeveer twee keer zo veel als vrouwen
7. 25 % van de ondervraagden zegt last te hebben van lichthinder van omliggende kassen

### Aanbevelingen:

1. Voor Fase 3 wordt aanbevolen om de hypothese van de dosis-effect relatie aan te passen. Met name wordt een wijziging voorgesteld van de te meten fotometrische grootheden. In plaats van de helderheid van de gloed van de kassen gezien vanuit de woning zou de helderheid van de lichtkegel boven de kassen gemeten kunnen worden en worden afgezet tegen de donkerte van de betreffende locatie. Op deze manier wordt per kaslocatie een contrast ten opzichte van de achtergrond bepaald.
2. Er wordt aanbevolen om een extra enquête te houden in een nieuwe locatie. Gekozen dient te worden voor een geïsoleerde locatie waar afscherming wordt toegepast. Te denken valt aan Someren.
3. Het lijkt erop dat veel omwonenden gepolariseerd zijn, of men ergert zich aan de kassen of niet. In de enquête kan een extra afsluitende vraag worden opgenomen om te achterhalen of de lichtuitstoot wel de belangrijkste hinder/ergernis oplevert. Wellicht dat men principieel tegen het kassencluster is en dat de aanwezigheid van de lichtkegel hen er vaker aan herinnert.

## 7 Referenties

- CBS (2005). *Statistisch Jaarboek 2005*. Voorburg: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).
- Larson, G.W. & Shakespeare, R. (1998). *Rendering with Radiance. The art and science of lighting visualization*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers.
- Middleton, W.E.K. (1952). *Vision through the atmosphere*. Toronto: University of Toronto Press.
- van Bergem-Jansen, P.M. & Vos, J. (1991). *Hinder van assimilatiebelichting* (TNO-rapport IZF 1991 C-23). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Vos, J. & van Bergem-Jansen, P.M. (1995). *Greenhouse lighting side-effects: Community reaction*. *Lighting Research and Technology*, 27, (1), 45-51.

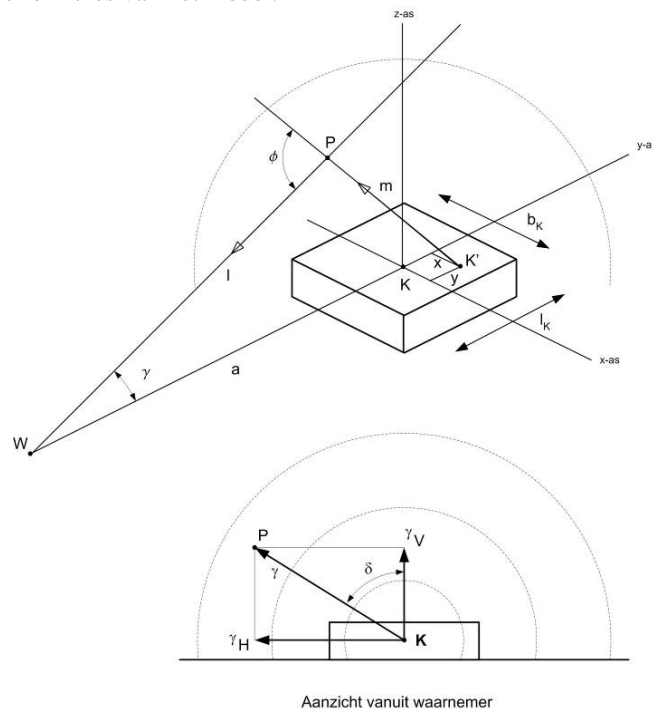
## A Modelberekeningen

### A.a Inleiding

Deze bijlage bevat de afleidingen van de formules voor de berekening van de lichtuitstoot van kassen. Er is uitgegaan van een bestaand kasmodel (van Bergem & Vos, 1991; Vos & van Bergem, 1995) voor de luminantie van de gloed recht boven de kas, waarbij de kas beschouwd wordt als een puntbron. Dit model is zodanig uitgebreid dat de luminantie van de gloed op een willekeurige plek aan de hemel berekend kan worden. Daarnaast wordt de kas beschouwd als een rechthoek. Verder kan de verlichtingssterkte t.g.v. de gloed berekend worden op een willekeurige afstand van de kas.

### A.b Formules

In Figuur 24 staat de schematische voorstelling van de kas (K) en de waarnemer (W) op afstand  $a$  van het midden van de kas. De aangegeven afstanden en hoeken worden gebruikt in de formules van het model.



Figuur 24: Schematische voorstelling van de geometrie voor de berekening van de luminantie van de gloed van een kas (K). W = waarnemer.

### A.c Oude model (kas als puntbron)

Het eerder voorgestelde kasmodel van Vos en Van Bergem (1991) ziet er als volgt uit<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> In Vos & Van Bergem (1995) is formule (1) foutief vermeld ( $-3lm/V_m$  i.p.v.  $-3l/V_m$ ).

$$L = \int_{l=0}^{l=\infty} \frac{I_{kas}(\beta)}{m^2} e^{-3m/V_m} \frac{3}{4\pi V_m} f(\phi) e^{-3l/V_m} dl \quad (1)$$

Het gaat er van uit dat de kas beschouwd kan worden als een puntbron in K met een lichtsterkte  $I_{kas}$ . De lichtsterkte van de kas wordt beschreven met de formule:

$$I_{kas} = \frac{t.r.E_h.A.\cos(\beta)}{\pi} \quad (2)$$

Hierin is:

$L$  = luminantie van de gloed op een hoek  $\gamma$  boven de kas ( $cd/m^2$ ).

$I_{kas}$  = lichtsterkte kas (cd).

$t$  = transmissie van het bovendeck van de kas.

$r$  = reflectie van de planten in de kas.

$E_h$  = horizontale verlichtingssterkte in de kas (lx).

$A$  = oppervlakte van de kas ( $m^2$ )

$\beta$  = hoek van de straal  $m$  (lijnstuk KP) en de normaal op de kas.

$f(\phi)$  = verstrooiingsfunctie van de atmosfeer (Middleton, 1952)

$V_m$  = meteorologisch zicht (m)

De lengte  $m$  is afhankelijk van de afstand tot de kas  $a$ , de lengte  $l$  en de hoek  $\gamma$ .

$$m = \sqrt{a^2 + l^2 - 2la\cos(\gamma)} \quad (3)$$

De hoek van  $m$  met de normaal op de kas is gelijk aan:

$$\beta = \arccos\left[\frac{l\sin(\gamma)}{m}\right] \quad (4)$$

De hoek tussen de straal  $m$  en de zichtlijn  $l$  is:

$$\phi = 180 - \arccos\left[\frac{l - a\cos(\gamma)}{\sqrt{a^2 + l^2 - 2la\cos(\gamma)}}\right] = 180 - \arccos\left[\frac{1 - a\cos(\gamma)}{m}\right] \quad (5)$$

#### A.d Nieuwe model

Bij het nieuwe model wordt rekening gehouden met de afmetingen van de kas. De kas wordt nu niet beschouwd als een puntbron maar als een rechthoekig lichtend vlak. Vanuit elk deel van de kas straalt het licht naar punt P waar het licht verstrooid wordt richting de waarnemer W. Hiervoor moet de term

$$\frac{I_{kas}(\beta)}{m^2} e^{-3m/V_m} \quad (6)$$

In formule (1) vervangen worden door:

$$\int_{y=-\frac{l_K}{2}}^{y=\frac{l_K}{2}} \int_{x=-\frac{b_K}{2}}^{x=\frac{b_K}{2}} \frac{t.r.E_h \cos(\beta) e^{-\frac{3m}{V_m}}}{\pi m^2} dx dy \quad (7)$$

Hierbij wordt geïntegreerd over het totale oppervlak van de kas met een breedte  $b_K$  en een lengte  $l_K$ . De totale formule wordt nu:

$$L = \frac{3trE_h}{4\pi^2V_m} \int_{l=0}^{l=\infty} \int_{y=-\frac{l_K}{2}}^{y=\frac{+l_K}{2}} \int_{x=-\frac{b_K}{2}}^{x=\frac{+b_K}{2}} \frac{\cos(\beta)e^{\frac{-3m}{V_m}}}{m^2} dx dy e^{\frac{-3l}{V_m}} f(\varphi) dl \quad (8)$$

Hierin is:

- L = luminantie van de gloed op een hoek  $\gamma$  boven de kas ( $\text{cd/m}^2$ ).
- t = transmissie van het bovendeck van de kas.
- r = reflectie van de planten in de kas.
- $E_h$  = horizontale verlichtingssterkte in de kas (lx).
- $V_m$  = meteorologisch zicht (m).
- $b_K$  = breedte van de kas (m).
- $l_K$  = lengte van de kas (m).
- x = positie op de kas in x-richting (breedte)
- y = positie op de kas in y-richting (lengte)
- a = afstand van de waarnemer (W) tot het midden van de kas (K) (m).

Om ook de luminantie te kunnen berekenen in een andere richting dan recht boven de kas wordt er een rotatiehoek  $\delta$  ingevoerd. Hierdoor wordt een punt dus bepaald door de twee hoeken  $\gamma$  en  $\delta$  die opgesplitst kunnen worden in de horizontale hoek  $\gamma_H$  en verticale hoek  $\gamma_V$  en als volgt samenhangen:

$$\begin{aligned} \gamma &= \arccos[\cos(\gamma_H) \cdot \cos(\gamma_V)] \\ \delta &= \arccos\left[\frac{\sin(\gamma_V)}{\sin(\gamma)}\right] \\ \text{omgekeerd :} \\ \gamma_H &= \arctan[\sin(\delta) \cdot \tan(\gamma)] \\ \gamma_V &= \arcsin[\cos(\delta) \cdot \sin(\gamma)] \end{aligned} \quad (9)$$

Hierin is:

- $\delta$  = rotatiehoek om y-as van vlak WKP (graden)
- $\varepsilon$  = rotatiehoek van de kas om z-as (graden)
- $\gamma_V$  = verticale hoek tussen blikrichting en kas (elevatie in graden).
- $\gamma_H$  = horizontale hoek tussen blikrichting en kas (azimut in graden).

## A.e Verlichtingssterkte

De verlichtingssterkte t.g.v. van de gloed kan als volgt berekend worden. Van de hele hemel wordt een sommatie gemaakt van het product van de luminantie en de ruimtehoek-elementjes ( $Ld\omega$ ). Voor horizontale verlichtingssterkte komt dit tot uiting in de volgende formule:

$$E_h = \int_{\gamma_H=-180^\circ}^{\gamma_H=+180^\circ} \int_{\gamma_V=0^\circ}^{\gamma_V=+90^\circ} L(\gamma_H, \gamma_V) \cdot \sin(\gamma_V) \cdot \cos(\gamma_V) \cdot d\gamma_V \cdot d\gamma_H \quad (10)$$

Voor verticale verlichtingssterkte geldt de formule:

$$E_v = \int_{\gamma_H=-90^\circ}^{\gamma_H=+90^\circ} \int_{\gamma_V=0^\circ}^{\gamma_V=+90^\circ} L(\gamma_H, \gamma_V) \cdot \cos^2(\gamma_V) \cdot \cos(\gamma_H) \cdot d\gamma_V \cdot d\gamma_H \quad (11)$$



De luminantie van de gloed  $L(\gamma_H, \gamma_V)$  is een functie van de horizontale hoek  $\gamma_H$  en de verticale hoek  $\gamma_V$  en kan berekend worden met formule (8).

Opmerkingen:

- Bij de horizontale verlichtingssterkte wordt geïntegreerd over de hele hemelkoepel (halve bol). Bij de verticale verlichtingssterkte wordt geïntegreerd over de halve hemelkoepel (kwart bol).
- Als de luminantie van de hemelkoepel constant zou zijn (niet afhankelijk van de horizontale en verticale hoek) dan zou de horizontale verlichtingssterkte gelijk zijn aan  $E_h = \pi L$  en de verticale verlichtingssterkte  $E_v = 0,5\pi L$ .

## A.f Benaderingen

### A.f.1 Luminantie gloed

Waarschijnlijk is het zinnig om uit te gaan van de maximale gloed luminantie die op een bepaalde afstand kan optreden. In dat geval zal de luminantie berekend moeten worden bij een zicht van 3,5 maal de waarnemingsafstand. In Figuur 16: zijn de resultaten te zien. Het blijkt dat deze maximale luminantie (*worst case*)  $L_{wc}$  op een bepaalde hoogte boven de kas goed te beschrijven is met de volgende formule (kwadratenwet + correctie).

$$L_{wc}(\gamma_V) = \frac{c_1 E_h b_K l_K tr}{a^2 + l_K b_K} \quad (12)$$

Merk op dat de formule overgaat in de kwadratenwet ( $L_{wc}$  is evenredig met  $1/\text{afstand}^2$ ) als de kas relatief klein is t.o.v. de afstand.

De factor  $c_1$  varieert met de verticale hoek  $\gamma_V$  (De horizontale hoek  $\gamma_H$  is nul). De kwadratenwet geeft afwijkingen als de afstand kleiner wordt dan ongeveer 4 keer de kasgrootte. De luminantie wordt dan overschat. In formule (12) is de correctie afhankelijk van de verhouding tussen de grootte van de kas en de afstand. De maximale afwijking van de benaderingsformule (12) t.o.v. formule (8) is ongeveer 5%.

Tabel 1. Constante c als functie van  $\gamma_V$ .

$\gamma_V$ (graden)	$c_1$
1	0.92385
2	0.455571
5	0.16072
10	0.06437
15	0.034307
20	0.020617
30	0.008937
40	0.004462
60	0.001493
80	0.000675
90	0.000496

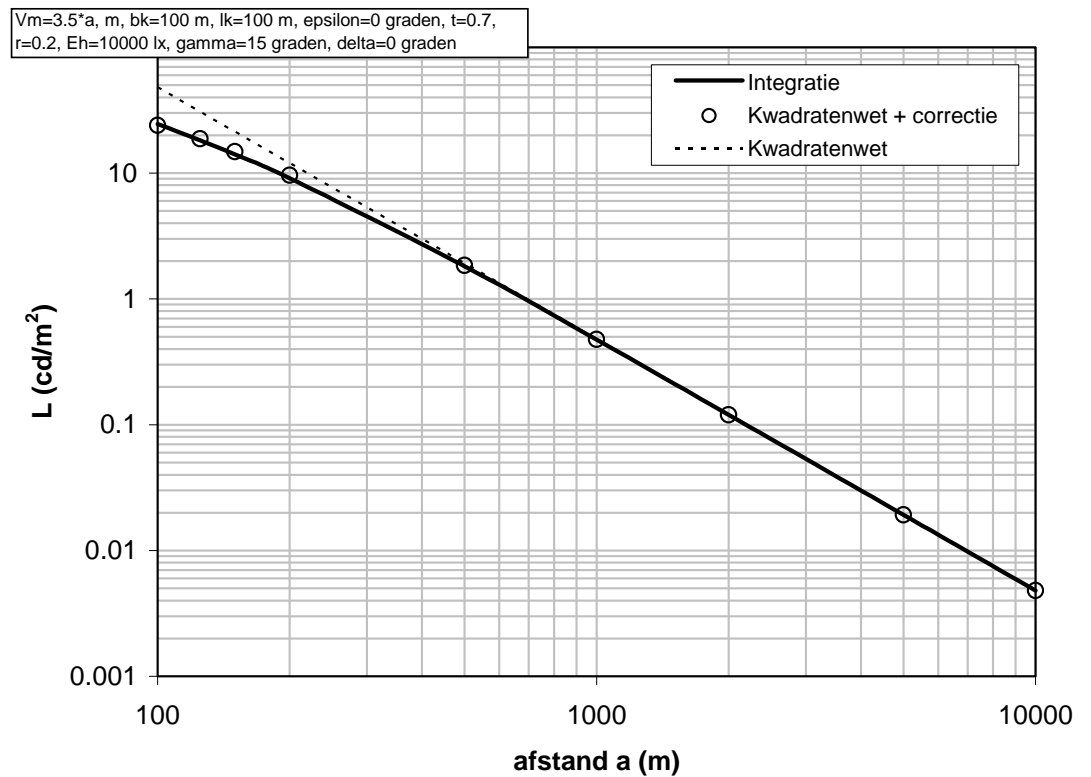
## A.g Verlichtingssterkte

De verticale verlichtingssterkte ter plekke van de waarnemer ( $E_{v,w}$  in lx), gemeten in de richting van de kas kan worden benaderd met de volgende formule:

$$E_{v,w} = \frac{c_2 E_h b_K l_K t r}{a^2} \quad (13)$$

Ook deze formule is afgeleid uit de resultaten van de berekening van de luminantie van de gloed L met formule (8) en (11). Merk op dat de formule voldoet aan de kwadratenwet ( $E \sim 1/a^2$ ).

De waarde voor  $c_2$  is 0.0118. Hierbij is de gloed van de totale hemelkoepel tussen de waarnemer en de kas betrokken bij de berekening. In de praktijk staan er meestal huizen of bomen tussen de waarnemer en de kas. In dat geval zou het onderste deel van de hemel niet mee moeten tellen. Als de onderste 5 graden van de hemelkoepel niet betrokken worden bij de berekeningen is de verticale verlichtingssterkte ongeveer 30% minder. Bij 10 graden is dat ongeveer 60% minder.



Figuur 25 Luminantie van de gloed ( $\text{cd/m}^2$ ) als functie van afstand  $a$  waarbij het zicht steeds gelijk is aan 3,5 maal de afstand. De berekeningen zijn uitgevoerd met de integratie van formule (1), met de kwadratenwet (puntbron), en met een kwadratenwet plus correctie.

## B Vragenlijst

1 - Zuid-Holland

2 - Friesland

**Interviewer: Noteer de volgende gegevens:**

Volgnummer	
Straat	
Huisnummer	
Plaats	
Datum	

Introductie:

**Goedemorgen/middag/avond, mijn naam is ... van het marktonderzoekbureau Analyse in Amstelveen. Wij voeren in opdracht van TNO een onderzoek uit naar de beoordeling van de woonomgeving. Mag ik u in verband hiermee een aantal vragen stellen? Het gesprek duurt ongeveer 30 minuten. Wij verzekeren u dat de gegevens anoniem verwerkt worden.**

A Interviewer: Kruis aan (bij weigering doorvragen en reden noteren)

- 1 1<sup>ste</sup> keer niet thuis
- 2 2<sup>de</sup> keer niet thuis
- 3 3<sup>de</sup> keer niet thuis
  
- 4 geen tijd
- 5 geen zin
- 6 ziek
- 7 spreekt de taal niet
- 8 anders, namelijk \_ \_ \_ \_ \_
  
- 9 gesprek toegestaan

B Noteer het geslacht

- 1 man (40%)
- 2 vrouw (60%)

C Noteer soort huis

- 1 flat of etagewoning (begane grond)
- 2 flat of etagewoning (hogere verdieping)
- 3 tussenwoning in een rij
- 4 hoekwoning van een rij
- 5 twee onder één kap
- 6 vrijstaand
- 7 anders

Selectie respondent:

**Interviewer: *Neem het gesprek af bij degene die***

- *als eerste jarig is en dan tenminste 19 jaar of ouder wordt en*
- *minstens één maand hier woont.*

***Is deze persoon niet beschikbaar, ga dan door met degene die daarna als eerste jarig is en aan deze voorwaarden voldoet, enz.***

D Noteer beschikbaarheid geschikte respondent

- 1 niet beschikbaar => einde gesprek
- 2 wel beschikbaar

E Interviewer: Als gesprek niet is toegestaan en respondent beschikbaar: noteer tijdstip van het begin van het gesprek:

.....

## B.a Algemeen

Vragen in dit onderdeel betreffen de huidige situatie.

**A1** Wat is uw geboortedatum?

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ /19 \_\_\_\_

**A2** Noteer het geslacht

1 man

2 vrouw

**A3** Wat is uw burgerlijke staat?

1 gehuwd, duurzaam samenwonend

2 alleenstaand

**A4** Hoeveel leden telt uw huishouden, inclusief uzelf? ..... personen

**A5** Als uw huishouden ook uit thuiswonende kinderen bestaat, hoeveel van hen vallen dan in de volgende leeftijdsklassen?

aantal

**a** jonger dan 4 jaar .....

**b** 4 tot en met 12 jaar .....

**c** 13 tot en met 18 jaar .....

**d** 19 jaar of ouder .....

**A6** In welk land bent u geboren?

1 Nederland

2 anders, namelijk .....

**A7** Wat is de hoogste opleiding die u heeft afgemaakt? (*Interviewer: Toon kaart A7*)

**s.v.p. slechts één antwoord aankruisen**

- 1 geen opleiding
- 2 basisschool, lagere school
- 3 algemeen vormend en lager beroepsonderwijs: bv. VMBO, MAVO, MULO
- 4 algemeen vormend en beroepsonderwijs: MBO, HAVO, VWO, VHBO, HBS
- 5 hoger beroepsonderwijs als HBO, kandidaats en bachelors WO
- 6 wetenschappelijk onderwijs (universiteit)
- 7 Postdoctoraal onderwijs
- 8 anders, namelijk .....

**A8** Welke omschrijving is op u het meest van toepassing? (*Interviewer: Toon kaart A8*)

**(s.v.p. slechts één antwoord aankruisen)**

- 1 ik heb een volledige (betaalde) werkring, 32 uur of meer per week
- 2 ik heb een parttime (betaalde) werkring, tussen 20 en 32 uur per week
- 3 ik heb een parttime (betaalde)werkring, minder dan 20 uur per week
- 4 ik ben fulltime huisvrouw/huisman
- 5 ik ben gepensioneerd/met de VUT
- 6 ik volg onderwijs/studeer
- 7 ik ben werkloos/werkzoekend
- 8 ik ben invalide/arbeidsongeschikt
- 9 anders, namelijk .....

**A9** Ergert u zich aan de geluiden in uw dagelijkse omgeving (thuis, op het werk, elders)? (*Interviewer: Toon kaart A9*)

	Helemaal											Heel erg
	niet											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

**A10** Hoe tevreden bent u over uw huis? (*Interviewer: Toon kaart A10*)

- 1 zeer tevreden
- 2 tamelijk tevreden
- 3 een beetje tevreden
- 4 neutraal
- 5 een beetje ontevreden
- 6 tamelijk ontevreden
- 7 zeer ontevreden

**A11** Hoe tevreden bent u over het wonen in deze omgeving? (*Interviewer: Toon kaart A10*)

- 1 zeer tevreden
- 2 tamelijk tevreden
- 3 een beetje tevreden
- 4 neutraal
- 5 een beetje ontevreden
- 6 tamelijk ontevreden
- 7 zeer ontevreden

**A12** Sinds wanneer woont u in deze buurt of wijk? (bv sinds maart 2000)

.....(maand) ..... jaar

**A13** Sinds wanneer woont u in dit huis? (bv sinds maart 2000)

.....(maand) ..... jaar

**A14** Is dit huis een: (*Interviewer: Toon kaart A14*)

- 1 huurhuis
- 2 eigen huis (koophuis)
- 3 anders

**A15** Wanneer is uw huis gebouwd? (*Interviewer: Toon kaart A15*)

- 1 vóór 1980
- 2 1980 of later
- 3 weet niet

**A16** Bent u in deze omgeving opgegroeid?

- 1 ja
- 2 nee

**A17** Hoe vaak bent u gemiddeld per week 's avonds weg van huis (of van de directe omgeving van uw huis)? (*Interviewer: Toon kaart A17*)

- 1 minder dan 1 keer per week
- 2 1 keer per week
- 3 2 t/m 3 keer per week
- 4 4 t/m 5 keer per week
- 5 meer dan 5 keer per week

## B.b Gezondheid

**B1** Wat vindt u, over het algemeen genomen, van uw gezondheid de afgelopen 12 maanden? (*Interviewer: Toon kaart B1*)

- 1 uitstekend
- 2 zeer goed
- 3 goed
- 4 matig
- 5 slecht

**B2** Wilt u het antwoord kiezen dat het beste weergeeft hoe juist of onjuist u de volgende uitspraken voor uzelf vindt (over de afgelopen 12 maanden) (*Interviewer: Toon kaart B2*)

**a** Ik lijk gemakkelijker ziek te worden dan anderen.

- 1 volkomen juist
- 2 grotendeels juist
- 3 weet ik niet
- 4 grotendeels onjuist
- 5 volkomen onjuist

**b** Ik ben net zo gezond als andere mensen die ik ken.

- 1 volkomen juist
- 2 grotendeels juist
- 3 weet ik niet
- 4 grotendeels onjuist
- 5 volkomen onjuist

**c** Ik verwacht dat mijn gezondheid achteruit zal gaan.

- 1 volkomen juist
- 2 grotendeels juist
- 3 weet ik niet
- 4 grotendeels onjuist
- 5 volkomen onjuist

**d** Mijn gezondheid is uitstekend.

- 1 volkomen juist
- 2 grotendeels juist
- 3 weet ik niet
- 4 grotendeels onjuist
- 5 volkomen onjuist



**B3** Hoe goed vindt u dat u over het algemeen slaapt? (*Interviewer: Toon kaart B3*)

Heel erg slecht												Heel erg goed
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**B4** Heeft u problemen met horen? (*Interviewer: Toon kaart B4*)

- 1 ja
- 2 een beetje
- 3 nee

**B5** Heeft u problemen met zien? (*Interviewer: Toon kaart B4*)

- 1 ja
- 2 een beetje
- 3 nee



- C4** Hoe bezorgd bent u, dat het geluid van wegverkeer, zoals dat in de omgeving van uw huis voorkomt, tot gezondheidsklachten leidt? (*Interviewer: Toon kaart C4*)

Helemaal niet bezorgd												Heel erg bezorgd
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

- C5** Wilt u het antwoord kiezen dat het beste weergeeft hoe juist of onjuist u de volgende uitspraak voor uzelf vindt. (*Interviewer: Toon kaart C5*)

Ik ben gevoelig voor geluid.

- 1 volkomen juist  
 2 grotendeels juist  
 3 weet ik niet  
 4 grotendeels onjuist  
 5 volkomen onjuist



**D3** Hoe tevreden bent u met de donkerte in en bij uw huis?*Interviewer: Eventueel “donkerte” vervangen door “duisternis”.**(Interviewer: Toon kaart D3)*

Helemaal niet tevreden											Heel erg tevreden
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

**D4** Hoe bezorgd bent u, dat het nachtelijke verlichting, zoals dat in de omgeving van uw huis voorkomt, tot gezondheidsklachten leidt?*(Interviewer: Toon kaart D4)*

Helemaal niet bezorgd											Heel erg bezorgd
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

**D5** Licht dat in uw woning of tuin valt**Interviewer: Er is hier sprake van 2 periodes:**

- 's Avonds na zonsondergang, d.w.z. 's avonds na zonsondergang tot middernacht
- Na middernacht, d.w.z. na middernacht tot en met vroeg in de ochtend

a. Hoe hinderlijk vindt u het licht van straatlantaarns dat 's avonds na zonsondergang in uw woning of tuin valt? *(Interviewer: Toon kaart D5a)*

- 1 helemaal niet hinderlijk
- 2 een beetje hinderlijk
- 3 redelijk hinderlijk
- 4 erg hinderlijk
- 5 heel erg hinderlijk
- 6 niet van toepassing

b. Hoe hinderlijk vindt u het licht van straatlantaarns dat na middernacht in uw woning of tuin valt? *(Interviewer: Toon kaart D5a)*

- 1 helemaal niet hinderlijk
- 2 een beetje hinderlijk
- 3 redelijk hinderlijk
- 4 erg hinderlijk
- 5 heel erg hinderlijk
- 6 niet van toepassing

- c. Hoe hinderlijk vindt u het licht van etalages, reclameborden dat's avonds na zonsondergang in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- d. Hoe hinderlijk vindt u het licht van etalages, reclameborden dat na middernacht in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- e. Hoe hinderlijk vindt u verlichting van sportvelden, tennisbanen dat 's avonds na zonsondergang in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- f. Hoe hinderlijk vindt u verlichting van sportvelden, tennisbanen dat na middernacht in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- g. Hoe hinderlijk vindt u verlichting van kassen dat 's avonds na zonsondergang in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing

- h. Hoe hinderlijk vindt u verlichting van kassen dat na middernacht in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- i. Hoe hinderlijk vindt u industrie of bouwlicht dat 's avonds na zonsondergang in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- j. Hoe hinderlijk vindt u industrie of bouwlicht dat na middernacht in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- k. Hoe hinderlijk vindt u tuin- of buitenverlichting dat 's avonds na zonsondergang in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- l. Hoe hinderlijk vindt u tuin- of buitenverlichting dat na middernacht in uw woning of tuin valt? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing

*Interviewer: indien wat anders is genoemd bij vraag D2, vul in*

m. Hoe hinderlijk vindt u *het licht van .....* dat 's avonds na zonsondergang in uw woning of tuin valt? (**Interviewer: Toon kaart D5a**)

- 1 helemaal niet hinderlijk
- 2 een beetje hinderlijk
- 3 redelijk hinderlijk
- 4 erg hinderlijk
- 5 heel erg hinderlijk
- 6 niet van toepassing

n. Hoe hinderlijk vindt u *het licht van .....* dat na middernacht in uw woning of tuin valt? (**Interviewer: Toon kaart D5a**)

- 1 helemaal niet hinderlijk
- 2 een beetje hinderlijk
- 3 redelijk hinderlijk
- 4 erg hinderlijk
- 5 heel erg hinderlijk
- 6 niet van toepassing

**D6** *Interviewer: het gaat in onderstaande vragen om de **gloed** en niet om het direct zichtbare licht van de lichtbronnen (lampen van sportvelden, kassen)*  
(**Interviewer: Toon kaart D5a**)

a. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van straatverlichting bij zwaar bewolkt weer? (**Interviewer: Toon kaart D5a**)

- 1 helemaal niet hinderlijk
- 2 een beetje hinderlijk
- 3 redelijk hinderlijk
- 4 erg hinderlijk
- 5 heel erg hinderlijk
- 6 niet van toepassing

b. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van straatverlichting bij mist? (**Interviewer: Toon kaart D5a**)

- 1 helemaal niet hinderlijk
- 2 een beetje hinderlijk
- 3 redelijk hinderlijk
- 4 erg hinderlijk
- 5 heel erg hinderlijk
- 6 niet van toepassing

c. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van straatverlichting bij helder weer? (**Interviewer: Toon kaart D5a**)

- 1 helemaal niet hinderlijk
- 2 een beetje hinderlijk
- 3 redelijk hinderlijk
- 4 erg hinderlijk
- 5 heel erg hinderlijk
- 6 niet van toepassing



- d. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van kassen bij zwaar bewolkt weer? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- e. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van kassen bij mist? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- f. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van kassen bij helder weer? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- g. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van industrie en bouwlicht bij zwaar bewolkt weer? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- h. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van industrie en bouwlicht bij mist? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk
  - 6 niet van toepassing
- i. Hoe hinderlijk vindt u de gloed van industrie en bouwlicht bij helder weer? (*Interviewer: Toon kaart D5a*)
- 1 helemaal niet hinderlijk
  - 2 een beetje hinderlijk
  - 3 redelijk hinderlijk
  - 4 erg hinderlijk
  - 5 heel erg hinderlijk

- 6 niet van toepassing

**Interviewer: De volgende 3 vragen gaan over ergernis en niet over hinder.**

j. In welke mate *ergert* u zich aan de gloed van kassen bij zwaar bewolkt weer? (*Interviewer: Toon kaart D6j*)

- 1 helemaal niet  
 2 een beetje  
 3 redelijk  
 4 erg  
 5 heel erg  
 6 niet van toepassing

k. In welke mate *ergert* u zich aan de gloed van kassen bij mist? (*Interviewer: Toon kaart D6j*)

- 1 helemaal niet  
 2 een beetje  
 3 redelijk  
 4 erg  
 5 heel erg  
 6 niet van toepassing

l. In welke mate *ergert* u zich aan de gloed van kassen bij helder weer? (*Interviewer: Toon kaart D6j*)

- 1 helemaal niet  
 2 een beetje  
 3 redelijk  
 4 erg  
 5 heel erg  
 6 niet van toepassing

**D7** Wilt u het antwoord kiezen dat het beste weergeeft hoe juist of onjuist u de volgende uitspraak voor uzelf vindt. (*Interviewer: Toon kaart D7*)

Ik ben gevoelig voor licht?

- 1 volkomen juist  
 2 grotendeels juist  
 3 weet ik niet  
 4 grotendeels onjuist  
 5 volkomen onjuist

## B.e Kassen

**E1** *Interviewer: het gaat in onderstaande vragen om de maatregelen in verband met gloed of direct licht van kassen en niet vanwege andere bronnen*

a. Hoe vaak komt het voor dat u vanwege de gloed of direct licht van de kassen, problemen heeft met inslapen? (*Interviewer: Toon kaart E1*).

- 1 nooit
- 2 zelden
- 3 soms
- 4 geregeld
- 5 vaak
- 6 altijd
- 7 niet van toepassing

b. Hoe vaak komt het voor dat u vanwege de gloed of direct licht van de kassen, de gordijnen van de slaapkamer dicht doet? (*Interviewer: Toon kaart E1*).

- 1 nooit
- 2 zelden
- 3 soms
- 4 geregeld
- 5 vaak
- 6 altijd
- 7 niet van toepassing

c. Hoe vaak komt het voor dat u vanwege de gloed of direct licht van de kassen, uw hobby niet kunt uitoefenen? (*Interviewer: Toon kaart E1*).

- 1 nooit
- 2 zelden
- 3 soms
- 4 geregeld
- 5 vaak
- 6 altijd
- 7 niet van toepassing

d. Hoe vaak komt het voor dat u vanwege de gloed of direct licht van de kassen, ergens anders in huis gaat zitten of slapen? (*Interviewer: Toon kaart E1*).

- 1 nooit
- 2 zelden
- 3 soms
- 4 geregeld
- 5 vaak
- 6 altijd
- 7 niet van toepassing

e. Hoe vaak komt het voor dat u vanwege de gloed of direct licht van de kassen, last hebt van dieren die reageren op het licht? (*Interviewer: Toon kaart E1*).

- 1 nooit
- 2 zelden
- 3 soms
- 4 geregeld
- 5 vaak
- 6 altijd
- 7 niet van toepassing

**E2** *Interviewer: laat de persoon telkens kiezen voor een van de twee antwoorden die het best aangeeft hoe de gloed van de kassen wordt ervaren.*

*Vindt u de gloed van de kassen:*

- |                   |                               |                                |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| a. Hinderlijk     | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| b. Irritant       | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| c. Storend        | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| d. Ergerlijk      | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| e. Frustrerend    | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| f. Afschuwelijk   | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| g. Onbelangrijk   | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| h. Beklemmend     | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| i. Hinderlijk     | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| j. Lelijk         | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| k. Gemakkelijk    | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| l. Geruststellend | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| m. Veilig         | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| n. Mooi           | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |
| o. Helder         | 1 <input type="checkbox"/> ja | 2 <input type="checkbox"/> nee |

**E3** Door het licht van kassen heb ik verduisteringsgordijnen nodig. (*Interviewer: Toon kaart E3*)

- 1 volkomen juist
- 2 grotendeels juist
- 3 weet ik niet
- 4 grotendeels onjuist
- 5 volkomen onjuist

**E4** Ik eet bij voorkeur biologische producten. (*Interviewer: Toon kaart E3*)

- 1 volkomen juist
- 2 grotendeels juist
- 3 weet ik niet
- 4 grotendeels onjuist
- 5 volkomen onjuist

- E5** Ik let erg op gezondheidsaspecten van voeding. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E6** Ik koop wel eens producten bij de wereldwinkel. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E7** Bij de aanschaf van mijn meubelen denk ik erbij na of deze van makkelijk afbreekbaar materiaal zijn gemaakt. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E8** Als ik op vakantie ben, probeer ik producten te kopen die door de lokale bevolking zijn gemaakt. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E9** Ik koop met regelmaat een straatkrant (*Eventuele toelichting interviewer: blad voor daklozen*). (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist

- E10** Voordat ik iets weggooi, sta ik er altijd bij stil of het nog kan worden hergebruikt. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E11** Apparaten die veel stroom verbruiken (zoals een afwasmachine, waterbed en droger) koop ik niet. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E12** Elke dag doe ik wel iets voor het milieu. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E13** Ik werk het liefst voor een organisatie die zich inzet voor maatschappelijke verbetering. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist
- E14** Door het van kassen afkomstig licht zou ik een aanklacht willen indienen. (*Interviewer: Toon kaart E3*)
- 1 volkomen juist
  - 2 grotendeels juist
  - 3 weet ik niet
  - 4 grotendeels onjuist
  - 5 volkomen onjuist

**E15** Het licht van kassen is voor mij aanleiding te gaan verhuizen. (*Interviewer: Toon kaart E3*)

- 1 volkomen juist  
 2 grotendeels juist  
 3 weet ik niet  
 4 grotendeels onjuist  
 5 volkomen onjuist

**E16** Het licht van kassen moet je op de koop toenemen als je in de winter verse snijbloemen wilt hebben. (*Interviewer: Toon kaart E3*)

- 1 volkomen juist  
 2 grotendeels juist  
 3 weet ik niet  
 4 grotendeels onjuist  
 5 volkomen onjuist

**E17** Het licht van kassen moet je op de koop toenemen als je in de winter verse groenten wilt hebben. (*Interviewer: Toon kaart E3*)

- 1 volkomen juist  
 2 grotendeels juist  
 3 weet ik niet  
 4 grotendeels onjuist  
 5 volkomen onjuist

**E18** Ik koop in de regel seizoensgebonden groente.

- 1 ja  
 2 nee

**E19** Volgens de huidige regels en afspraken mogen tuinders hun de kasverlichting 's avonds tussen 20:00 uur en 24:00 uur niet inschakelen, tenzij er bovenin een niet-doorlatend scherm is aangebracht. Bent u hier mee eens? (*Interviewer: Toon kaart E19*)

1 - Ja

2 - Nee, de kasverlichting mag nooit zichtbaar zijn

3 - Nee, maar ik stel andere tijden voor (met eventueel meer dan 1 periode), namelijk:

Periode met licht uit	Van (uur)	Tot (uur)
1		
2		

4 - anders, namelijk: .....

**E20** Heeft u eerste of tweedegraads familieleden die in de agrarische sector of bij de veiling werken?

- 1 ja, namelijk ..... (aantal) familieleden
- 2 nee

**E21** Heeft u vrienden die in de agrarische sector of bij de veiling werken?

- 1 ja, namelijk ..... (aantal) vrienden
- 2 nee

## **B.f AFSLUITING**

*Hartelijk dank voor uw medewerking.*

### **F Einde gesprek.**

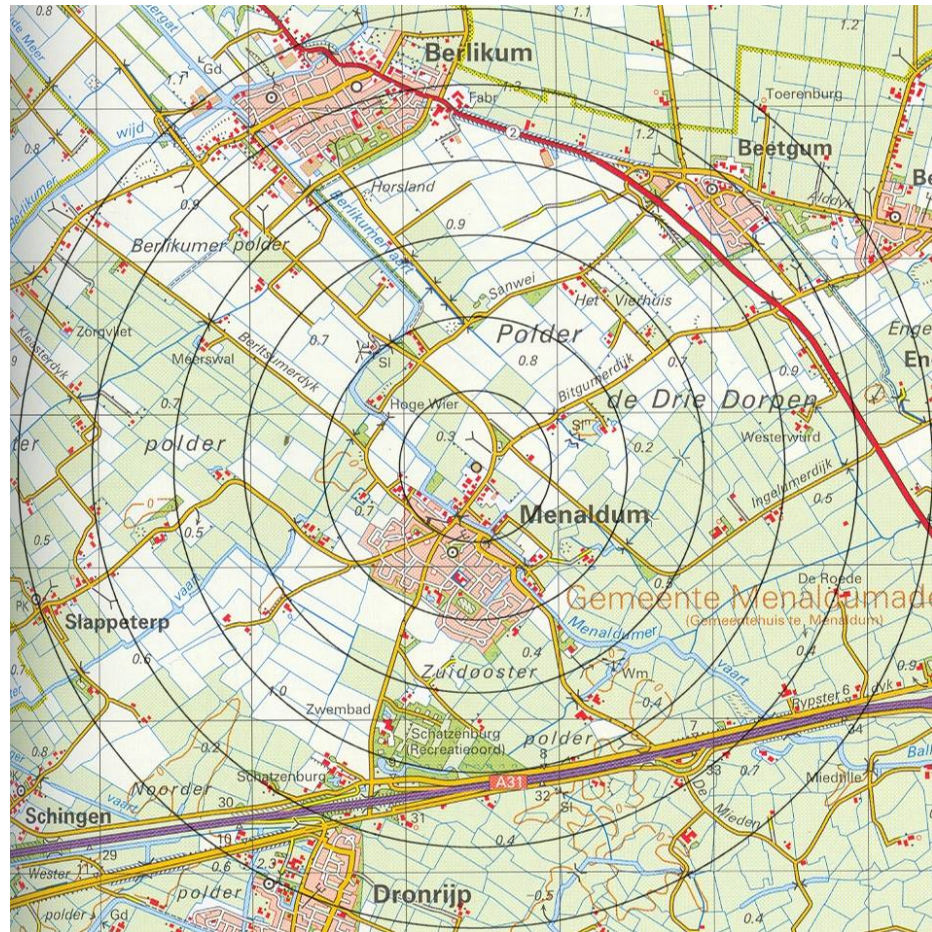
**Interviewer: Noteer tijdstip van het einde van het gesprek: .....**



## C Locaties



Figuur 26: Kaart van het kassengebied bij Stompwijk. De verlichte kas bevindt zich in het centrum en de zones zijn verdeeld in een stralen olopend met 500 m.



Figuur 27: Kaart van het kassengebied bij Menaldum. De verlichte kas bevindt zich in het centrum en de zones zijn verdeeld in een stralen oplopend met 500 m.