

**TNO-rapport**

**2003-BC-R0001**

**Energie-geïntegreerd ontwerpen van  
tuinbouwkassen III - Eindrapportage**

Datum 8 maart 2005

Auteur(s) Ir. E.G.O.N. Janssen  
Ir. C.A. van Bentum  
Ing. H. 't Hart  
Ir. J. Oldengarm

Exemplaarnummer

Oplage 15

Aantal pagina's 56

Aantal bijlagen 8

Opdrachtgever Produktschap Tuinbouw  
Mevr. A. Jolman  
Postbus 280  
2700 AG Zoetermeer

Ministerie van LNV  
Leo Oprel  
Postbus 482  
6710 BL Ede

Projectnaam Energie III

Projectnummer 006.24145.01.01

**Produktschap  Tuinbouw**



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 onderzoekopdrachten 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.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>5</b>
1.1	Beschikbare rekenmodules .....	6
<b>2</b>	<b>Eenduidige input parameters.....</b>	<b>7</b>
2.1	Inleiding .....	7
2.2	Nieuwe omhullingsmaterialen .....	7
2.2.1	Probleemstelling .....	7
2.2.2	Resultaten .....	7
2.2.3	Conclusie .....	8
2.3	Veroudering van materialen.....	8
2.3.1	Achtergrond .....	8
2.3.2	Probleemstelling .....	8
2.3.3	Resultaten .....	9
2.3.4	Reflectie witte coating .....	9
2.3.5	Conclusie .....	9
2.4	Meetmethoden lichttransmissie .....	9
2.4.1	Achtergrond .....	9
2.4.2	Probleemstelling .....	10
2.4.3	Hoekafhankelijke diffuse lichttransmissie .....	10
2.4.4	Inpassing in de bestaande rekenmethodieken .....	11
2.4.5	Relatie berekeningen en metingen .....	12
2.4.6	Conclusie .....	12
<b>3</b>	<b>Scherming.....</b>	<b>13</b>
3.1	Achtergrond en probleemstelling.....	13
3.2	Werkzaamheden.....	13
3.2.1	U-waarde.....	13
3.2.2	Lichtonderschepping.....	14
3.2.3	Inpassing scherming bij breedkap en Venlo lichtapplicaties .....	15
3.2.4	Lichtapplicatie breedkapkassen .....	15
3.3	Conclusie .....	15
<b>4</b>	<b>Breedkapkassen .....</b>	<b>16</b>
4.1	Inleiding .....	16
4.2	Werkzaamheden.....	16
4.3	Excel methodiek licht en Productie-energie .....	16
4.3.1	Achtergrond .....	16
4.3.2	Probleemstelling .....	17
4.3.3	Lichtapplicatie breedkapkassen .....	17
4.3.4	Conclusie .....	18
4.4	MathCad U-waarde.....	18

<b>5</b>	<b>Insectengaas.....</b>	<b>20</b>
5.1	Achtergrond .....	20
5.2	Doelstelling.....	20
5.3	Meetopstelling en uitvoering .....	20
5.4	Resultaten .....	21
5.5	Invloed van insectengaas op binnenklimaat kas .....	23
5.5.1	Van doorlaat naar ventilatie .....	23
5.5.2	Van ventilatie naar kasklimaat.....	24
5.6	Simulatie met een eenvoudig kasmodel.....	24
5.7	Conclusies.....	26
<b>6</b>	<b>Geïsoleerde profielen .....</b>	<b>28</b>
6.1	Achtergrond .....	28
6.2	Probleemstelling .....	28
6.3	Resultaten .....	28
6.4	Bepaling $U_{\text{in}}$ -waarde in de MathCad applicatie voor geïsoleerde profielen.....	31
6.5	Conclusies.....	32
<b>7</b>	<b>Jaarverbruik en rentabiliteit .....</b>	<b>33</b>
7.1	Inleiding .....	33
7.2	Beschouwde energiebesparende opties.....	33
7.3	Bepaling rentabiliteit.....	34
7.4	Uitgangspunten berekeningsprogramma gasverbruik.....	34
7.5	Resultaten rentabiliteitsberekeningen .....	36
7.6	Conclusies.....	37
<b>8</b>	<b>Implementatie in Groen Label Kas systematiek .....</b>	<b>38</b>
8.1	Inleiding.....	38
8.2	Achtergrond .....	38
8.2.1	Licht.....	38
8.2.2	U-waarde.....	40
8.3	Implementatievoorstel .....	41
8.3.1	Lichtonderschepping.....	42
8.3.2	U-waarde.....	46
<b>9</b>	<b>Kennisoverdracht.....</b>	<b>48</b>
9.1	Inleiding.....	48
9.2	Kennissysteem CASTA/Kassenbouw.....	48
9.3	Training systeemleveranciers.....	48
9.4	Publicaties m.b.t. Energie III .....	48
9.5	Workshop 3 juni 2004.....	49
9.6	Overzicht rekentools .....	49
9.7	Flyer .....	49

<b>10</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen.....</b>	<b>50</b>
10.1	Eenduidige input parameters.....	50
10.2	Scherming.....	50
10.3	Breedkapkassen.....	51
10.4	Insectengaas.....	52
10.5	Geïsoleerde profielen.....	52
10.6	Jaarverbruik en rentabiliteit.....	53
10.7	Implementatie in Groen Label Kas systematiek.....	54
<b>11</b>	<b>Nader onderzoek.....</b>	<b>55</b>
11.1	Optimaal kasdek.....	55
11.2	Energie efficiënt ventileren.....	55
11.3	Keuze instrument voor de tuinder (Energie IV).....	55
11.4	Rentabiliteit (Energie IV).....	55
11.5	Rekenmethodiek voor de bepaling van de lichtonderschepping (Energie IV).....	55
<b>12</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>56</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Lichtonderschepping breedkapkas	
	B U-waarde breedkapkas	
	C Foto's meetopstelling insectengaas	
	D Drukverschil over luchtraam bij toepassing insectengaas	
	E Rentabiliteitsberekeningen voor Venlo kas, breedkap kas en varianten	
	F Nieuwe criteria voor Groen Label Kas-certificaat	
	G Uitnodiging workshop	
	H Flyer	

# 1 Inleiding

In het project 'Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen I' (looptijd van november 1995 tot en met juni 1998), in het vervolg aangeduid met Energie I, zijn door TNO Bouw vier Energie-indicatoren ontwikkeld voor enkelglas gedekte kasdeksystemen (exclusief luchtramen). De Energie-indicatoren lichtdoorlatendheid, U-waarde, productie-energie en ventilatieopening zijn ontwikkeld om het energieverbruik en de lichttoetreding van een tuinbouwkas te beoordelen en daardoor de energie-efficiency te vergroten. In het vervolgtraject 'Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen II' (looptijd van mei 1998 tot en met december 2000) in het vervolg aangeduid met Energie II, zijn de gebruiksmogelijkheden van de vier Energie-Indicatoren vergroot door de opname van gevelsystemen en luchtramen van Venlo kassen. Bovendien wordt nu de mogelijkheid geboden om door toepassing van alternatieve omhullingsmaterialen, energiezuinigere kasconcepten te ontwerpen. De resultaten hebben in belangrijke mate bijgedragen tot de ontwikkeling van tools waarmee het optimaliseren van de energiehuishouding en lichttoetreding in een tuinbouwkas mogelijk is. Met de ontwikkelde rekenmethodieken en computerprogramma's zijn de kassenbouwers, de systeemleveranciers, leveranciers van omhullingsmaterialen, adviesbureaus en tuinders in staat Energie-geïntegreerd te ontwerpen.

In de praktijk blijkt echter dat een objectieve vergelijking tussen verschillende energiebesparende maatregelen niet altijd mogelijk is. Dit wordt veroorzaakt door de invoerwaarden in de rekenmethodieken. De invoer kan gebaseerd zijn op metingen, die door gebruik van verschillende methoden kunnen afwijken, en op vaste waarden, waardoor het effect van een maatregel onvoldoende tot uiting kan komen. In dit project 'Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen III', aangeduid als Energie III, worden de vaste inputparameters reflectie en lichtdoorlatendheid nader uitgewerkt. Tevens wordt de meetmethode om de lichtdoorlatendheid van het omhullingsmateriaal te bepalen, gestandaardiseerd. Behalve het verbeteren van de huidige programmatuur is het belangrijk om de aansluiting met de markt te bewaren. Recente ontwikkelingen op het gebied van scherming, insectengaas en geïsoleerde profielen worden in Energie III opgenomen in de Energie-Indicatoren. Om de voordelen van Energie-geïntegreerd ontwerpen beter tot uitdrukking te laten komen, zullen de rekenmethodieken van de Energie-indicatoren in dit project afgestemd worden met de Groen Label Kas systematiek. In Energie III wordt tevens de breedkapkas in de Energie-indicatoren geïmplementeerd, waardoor dit type kas op energetisch gebied hetzelfde niveau kan bereiken als de Venlo kas. De tuinder is hiermee in staat een eerlijke afweging te maken tussen beide kassystemen.

Het project Energie III is met name gericht op het kwantificeren van de effecten van de energiebesparende maatregelen. Dankzij de objectieve complete energetische diagnose zullen tuinders beter in staat zijn te kiezen voor energiezuinige alternatieven. Het stelt energiebewuste aanbieders van kassystemen in staat om betere producten te ontwikkelen en aantoonbaar energiebewust te opereren in de markt. Het project zal helpen om de implementatie van energiezuinige maatregelen te stimuleren. Hiermee zal het bijdragen aan het realiseren van de energiedoelstellingen van de Nederlandse glastuinbouw en daarmee aan het energiezuinige imago van de Nederlandse glastuinbouw bij overheid en consument.

Het voorliggende rapport beschrijft de resultaten van het in opdracht van Productschap Tuinbouw en het Ministerie van LNV door TNO Bouw uitgevoerde project Energie III. Het project resulteert in deze rapportage en in een aantal rekenmethodieken. De opgebouwde kennis in het rapport is vrij beschikbaar voor de branche. De vertaling van deze kennis in rekenmethodieken worden tegen kostprijs aangeboden aan de belanghebbende bedrijven. Hiertoe kan contact worden opgenomen met Egon Janssen, telefoon 015 276 3473.

Het project Energie III bestaat uit de acht volgende deelonderwerpen, de resultaten van ieder deelonderwerp zijn in de volgende hoofdstukken weergegeven.

Eenduidige input parameters	(Hoofdstuk 2)
Scherming	(Hoofdstuk 3)
Breedkapkassen	(Hoofdstuk 4)
Insectengaas	(Hoofdstuk 5)
Geïsoleerde profielen	(Hoofdstuk 6)
Jaarverbruik en rentabiliteit	(Hoofdstuk 7)
Implementatie in Groen Label Kas systematiek	(Hoofdstuk 8)
Kennisoverdracht	(Hoofdstuk 9)

### 1.1 Beschikbare rekenmodules

Behalve dit rapport zijn er ook rekenmodules verkrijgbaar bij TNO Bouw, waarin de opgebouwde kennis handzaam verpakt is voor de eindgebruiker. Hieronder is per bedrijfscategorie weergegeven welke modules er beschikbaar zijn. Voor meer informatie kunt u contact opnemen met Egon Janssen (015 276 3473). De modules gemarkeerd met (GLK) zijn benodigd om de berekeningen voor de GLK systematiek te kunnen maken.

#### Tuinder

*Flyer Groen Label Kas – IDT 2004 (opgenomen in de bijlage van dit rapport)*

In deze flyer staat beschreven hoe de tuinder maximaal profijt kan behalen van de Energie-Indicatoren in het traject voorafgaand aan nieuwbouw.

#### Systeemleverancier

*IDT Methode kasomhulling (aparte modules voor Venlo en Breedkap) (GLK)*

Met deze module is het mogelijk de lichtonderschepping en U-waarde van het kasdek te bepalen. Alle kasdekprofielen kunnen eenmalig worden ingevoerd in de profielendatabase. Vervolgens kunnen met enkele handelingen kasdekken worden samengesteld met profielen uit de database met de gewenste luchtraamconfiguratie. De uitvoer resulteert in een uitvoerblad voor de lichtberekening en een rapport voor de U-waarde berekening. Deze kunnen verstrekt worden aan de tuinder.

*Uitbreiding “Scherming en geïsoleerde profielen” (GLK)*

Deze uitbreiding op de IDT methode kasomhulling maakt het mogelijk om ook scherming en geïsoleerde profielen mee te nemen in de U-waarde berekening.

#### Kassenbouwer

*CASTA Module “4 Energie-Indicatoren”*

*IDT Methode onderbouw breedkap*

## 2 Eenduidige input parameters

### 2.1 Inleiding

De rekenmethodieken van de vier Energie-indicatoren zijn inmiddels geaccepteerd door de markt. Door de markt zijn in het verleden echter kanttekeningen geplaatst bij enkele invoerparameters van de rekenmethodiek, zoals reflectie en lichtdoorlatendheid van materialen. Om tot een complete objectieve vergelijking tussen verschillende energiebesparende maatregelen te komen, is het noodzakelijk uit te gaan van eenduidig vastgestelde waarden voor de parameters die fungeren als input voor de rekenmethodieken. In dit hoofdstuk worden enkele gehanteerde aannamen en invoerparameters, die gebruikt zijn in de rekenmethodieken van de Energie-Indicatoren nader geanalyseerd.

### 2.2 Nieuwe omhullingsmaterialen

#### 2.2.1 Probleemstelling

De huidige kas kan nog op diverse punten worden verbeterd. Met bijvoorbeeld uitgekende coatings kunnen nog betere omhullingen worden ontwikkeld. Ook door toepassing van alternatieve omhullingsmaterialen kan verdere energiebesparing worden gerealiseerd zonder afbreuk te doen aan de lichtintensiteit in de kas. Een voorbeeld van een dergelijk materiaal is het door General Electric en A&F ontwikkelde zigzag dek. In het kader van energie III is gekeken naar de mogelijkheid om alternatieve omhullingsmaterialen op te nemen in de rekenmethodieken van de energie-indicatoren.

#### 2.2.2 Resultaten

De rekenmethodiek voor de bepaling van de Energie-Indicatoren is geschikt gemaakt voor alternatieve omhullingsmaterialen. Het omhullingsmateriaal speelt een rol bij de energie-indicator lichtdoorlatendheid, productie-energie en U-waarde.

In de tot nu gebruikte rekenmethode om de lichtdoorlatendheid van het kasdek te bepalen was het niet mogelijk om verschillende omhullingsmaterialen te vergelijken. Een van de uitgangspunten voor het bepalen van de lichtdoorlatendheid is namelijk de relatie tussen de diffuse lichttransmissie en de dekhelling. Voor het omhullingsmateriaal glas is deze relatie afgeleid uit metingen en opgenomen in de lichtberekeningen. Voor de andere materialen is deze relatie echter onbekend. Met behulp van Radiance, een softwarepakket dat is gebaseerd op Raytracking, is voor glas een relatie afgeleid voor de diffuse lichttransmissie en de dekhelling [4]. Doordat met een model is gewerkt, kan voor elk willekeurig omhullingsmateriaal de relatie tussen de diffuse lichttransmissie en de dekhelling bepaald worden. Op dit moment is alleen GLK glas beschikbaar, wat het huidige standaardglas vervangt. Wanneer een ander omhullingsmateriaal in het dek wordt toegepast, zal het verschil in kasgeometrie tot uiting komen in andere roedeafstanden, andere profielen en dergelijke. De manier van invoeren is gelijk aan die van GLK glas. Er is wel een verschil in invoer als gehard glas in een luchtraam toegepast wordt. Er zijn dan geen zijstijlen en tussenstijlen aanwezig. Bij de keuze voor gehard glas wordt dit automatisch aangepast. Omdat het glas dikker is dan standaardglas (5 mm i.p.v. 4 mm) wordt in de lichtberekening wel een kleine lichtreductie berekend. Een tweede beperkte lichtreductie komt van het rubbertje dat de

oplegging van de ruit op de roe verzorgt. Het deel dat boven de roe uitkomt moet in het programma ingevoerd worden als zijstijl. Het deel dat in de roe geklikt zit, hoeft niet meegenomen te worden.

De productie-energie is een minder gebruikte Energie-indicator. Op basis van literatuurgegevens kan de productie-energie van andere materialen bepaald worden. De U-waarden van enkel glas, gecoat enkel glas, dubbele beglazing in een schuin vlak, dubbele beglazing in een verticaal vlak en een kunststof kanaalplaat zijn opgenomen in de rekenmethodiek. Voor andere standaard vlakke materialen is de U-waarde eenvoudig te bepalen. Van veel kanaalplaten is de U-waarde bekend en bij de leverancier opvraagbaar.

### 2.2.3 Conclusie

De tuinder heeft de mogelijkheid om verschillende omhullingsmaterialen te vergelijken op basis van productie-energie en U-waarde. Voor de energie-indicator lichtdoorlatendheid is het in principe mogelijk om verschillende omhullingsmaterialen te vergelijken. Het model is al voorhanden en de diffuse transmissie van nieuwe omhullingsmaterialen kan op aanvraag van leveranciers vrij eenvoudig bepaald worden. Samen met de rentabiliteitsberekeningen in hoofdstuk 0 is het mogelijk het optimale kasdek materiaal te kiezen.

Er is evenwel nog niet bekeken in hoeverre de rekenmethode voor de lichtdoorlatendheid geschikt is om voor niet-vlakke materialen, zoals het zigzagdek en gewalst glas de lichtdoorlaat te bepalen. Hierdoor is het op dit moment niet mogelijk het recent ontwikkelde Zigzag-kasdek te kiezen als omhullingsmateriaal. In het kader van het GLAMI voorstel "Energie optimaal kasdek" is een dergelijke ontwikkeling wel gewenst.

## 2.3 Veroudering van materialen

### 2.3.1 Achtergrond

In de rekenmethode voor de bepaling van de lichtonderschepping van de kasconstructie wordt rekening gehouden met de reflectie van de diverse materialen. In het programma wordt ieder profiel bij de invoer opgedeeld in lagen. Van iedere laag wordt bekeken hoeveel opvallend licht de kas in reflecteert (vormfactor). Vervolgens wordt er, afhankelijk van het materiaal van de laag, de lichtwinst verdisconteerd. Er kan gekozen worden uit verzinkt staal, aluminium en wit gecoat.

### 2.3.2 Probleemstelling

Met name bij het materiaal aluminium treedt tijdens blootstelling aan de buitenlucht een oxidatieproces op, waardoor het materiaal van nieuw blinkend, transformeert naar mat en dof. In de berekeningsmethode wordt de reflectiecoëfficiënt van nieuw aluminium aangehouden. In het kader van Energie III is achterhaald wat de achteruitgang van de reflectiecoëfficiënt is als gevolg van de oxidatie. Opgemerkt wordt dat, net als bij het kasdek, vervuiling buiten beschouwing is gelaten. Er wordt verondersteld dat de constructie net als het kasdek regelmatig gereinigd wordt, in ieder geval tijdens de teeltwissel.



### 2.3.3 Resultaten

Hieronder zijn proefresultaten gegeven van door A&F uitgevoerde reflectiemetingen aan nieuw en oud aluminium:

Tabel 2.1 Reflectiecoëfficiënt nieuw en verweerd aluminium

Proefstuk	Reflectiecoëfficiënt [%]
Aluminium niet verweerd	63%
Aluminium verweerd	53%

Uitgangspunten:

- Metingen zijn uitgevoerd in het golflengtegebied 400-700 nm (zichtbaar licht)
- Gepresenteerde waarden zijn gemiddelden
- Er is uitgegaan van diffuus licht
- Metingen zijn uitgevoerd op de spectrofotometer, type Perkin-Elmer, type Lambda 19

### 2.3.4 Reflectie witte coating

De exacte reflectie van witte coating in het PAR gebied verschilt per kleur en samenstelling. In de IDT berekening is uitgegaan van een conservatieve waarde van 70%, die door praktisch alle witte coatings gehaald wordt. Het is goed mogelijk dat de werkelijk toegepaste coating een betere reflectiecoëfficiënt heeft, metingen door TNO aan witte kasgoten hebben reflectiecoëfficiënten gehaald tot 91%. Vanwege de (on)controleerbaarheid en het geringe effect van de reflectiefactor is gekozen om de reflectiefactor in het IDT programma niet variabel te maken.

### 2.3.5 Conclusie

In de huidige rekenmethodiek wordt gerekend met een reflectiecoëfficiënt voor aluminium van 45%. Deze waarde komt redelijk overeen met de waarde voor verweerd aluminium. Bijstelling van de waarde van 45% naar 53 % is overwogen, maar op basis van de volgende redenen niet uitgevoerd:

- Het is onduidelijk hoeveel spreiding er in de reflectiecoëfficiënt metingen zit. Er zijn slechts twee proefstukken gemeten. Op basis van eerder uitgevoerde reflectiemetingen wordt een spreiding orde grootte 10% als normaal geacht.
- Er ontstaat een verschil tussen eerdere rekenresultaten en nieuwe resultaten, bovendien zijn de eerdere resultaten gevalideerd aan de hand van praktijkmetingen.
- Alleen de reflectiecoëfficiënt van aluminium aanpassen levert mogelijk een verschil in uitgangspunten op met de reflectiecoëfficiënten van de andere materialen.

## 2.4 Meetmethoden lichttransmissie

### 2.4.1 Achtergrond

Voor de bepaling van de lichtonderschepping van de kasconstructie wordt gebruik gemaakt van de IDT methode. Als input voor deze methode wordt de lichttransmissie waarde van het omhullingsmateriaal (glas, kunststof, folie) gebruikt. In de berekeningsmethode wordt een loodrechte transmissie ingevoerd, en voor standaard glas wordt dan -aan de hand van de dekhelling- de diffuse transmissie bepaald. Voor andersoortige materialen (gecoat glas, kanaalplaten, etc) geldt deze formule niet en moeten dus zowel de loodrechte als de diffuse transmissie ingevoerd worden.

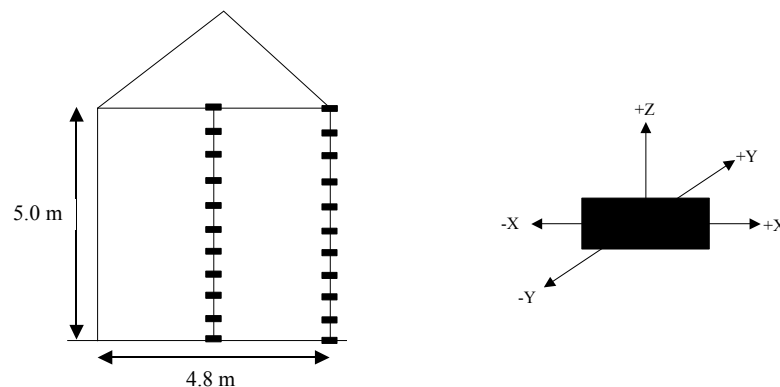
### 2.4.2 Probleemstelling

Na een beschouwing van de beschikbare meetmethoden voor de bepaling van de diffuse lichttransmissie blijkt dat de uitgangspunten en resultaten onaanvaardbaar uiteenlopen. Om een objectieve vergelijking te kunnen maken tussen verschillende omhullingsmaterialen in het kasdek dient de diffuse lichttransmissie voor alle materialen gecorrigeerd te zijn voor de dekhelling. In de huidige IDT methodiek is voor glas de relatie tussen de dekhelling en de diffuse lichttransmissie gebaseerd op metingen, waardoor deze relatie niet bruikbaar is voor de andere materialen. Aanbevolen wordt in een vervolgtraject een eenduidige meetmethode voor diffuus licht te bepalen.

### 2.4.3 Hoekafhankelijke diffuse lichttransmissie

Met behulp van het softwarepakket Radiance kan de relatie tussen de dekhelling en de diffuse transmissie in kaart worden gebracht. Een omschrijving van de methode staat in [12]. Voor glas wordt op basis van een 3D model een nieuwe relatie afgeleid tussen de dekhelling en de diffuse transmissie. De manier waarop de relatie is afgeleid kan gebruikt worden om ook voor ander omhullingsmaterialen een dergelijke relatie af te leiden. Hiervoor kan hetzelfde 3D model gebruikt worden.

Uitgangspunt van de berekening is een kas met kapbreedte van 4800 mm, een vakmaat van 4800 mm en een kolomhoogte van 5 m. Er wordt een oppervlak van 24 m x 24 m bekeken om randeffecten uit te schakelen. Onder de nok en onder goot zijn 11 meetsensoren aangebracht. Deze bevinden zich op gelijke afstand van een 0,5 m over een hoogte van 5 m. De kas wordt verondersteld geheel van glas te zijn, om zuiver de invloed van het glas te bepalen. Als verdeling van de lichtintensiteit van de hemelkoepel is een "CIE overcast sky" aangehouden, waarbij de lichtintensiteit van verticale stralen drie maal zo groot is als de lichtintensiteit van horizontale stralen. De bodemreflectie van de kas wordt constant verondersteld op 20%.

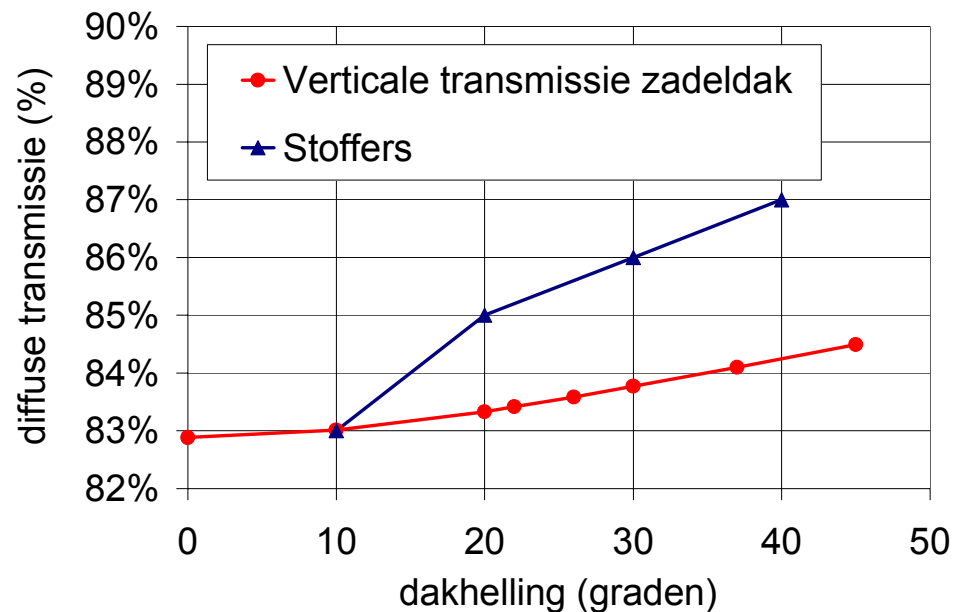


Figuur 2.1 - Plaatsing meetsensoren in de kas(links) en de vijf kijkrichtingen van een meetsensor

De lichtintensiteit die in de kas wordt gemeten, wordt gebruikt om de diffuse transmissie te bepalen. Er worden twee metingen verricht, een zonder kas en een met kas. De diffuse transmissie wordt bepaald door de 'lichtmeting met kas' te delen door de 'lichtmeting zonder kas'. De sensoren kunnen in vijf richtingen kijken (vier kanten horizontaal en een verticaal). Aangezien de verticale richting goed aansluit bij een meting met een meetcel zoals die nu in kassen gebeurt, is gekozen om het gemiddelde

van de gemeten lichtintensiteiten van de sensoren van deze richting te nemen als invoer. Als in de toekomst meer bekend is over de optimale lichtverdeling over de plant kunnen de richtingsafhankelijke gegevens nader bestudeerd worden.

De diffuse transmissie van GLK glas is voor verschillende dekhellingen uitgezet in figuur 2.2.



Figuur 2.2 - Diffuse lichttransmissie zadeldak zonder dakconstructie vergeleken met Stoffers [11]

De met Radiance gevonden relatie is vergeleken met een onderzoek van Stoffers [11] uit 1968. In beide gevallen leidt een grotere dekhelling tot een hogere diffuse transmissie. De afwijking tussen beide grafieken kan onder andere worden verklaard door een andere weging van het licht in de hemelkoepel.

#### 2.4.4 Inpassing in de bestaande rekenmethodieken

Enkele systeemleveranciers beschikken over een door TNO ontwikkelde software tool om de lichtdoorlatendheid van kasdekken te bepalen. Dit programma heet "IDT methode" (IMAG/DLVTNO). Dit programma is een verbeterde halve omtrek methode, en neemt behalve de omtrek van een profiel ook de reflectie van het materiaal, de vorm van het profiel en de lichtverdeling mee. Met de lichtverdeling wordt onderscheid gemaakt tussen de hoeveelheid licht die op een verticaal vlak valt en de hoeveelheid licht die op een horizontaal vlak valt. Het programma kan op de volgende wijze gebruikt worden:

- Optimaliseren van het profielontwerp van kasdekprofielen als goten, roede, e.d.
- Ontwerpen van een kasdek met minimale lichtonderschepping
- Variëren van het omhullingsmateriaal (bijvoorbeeld glas, gecoat glas, kunststof kanaalplaten, etc.)

In de 2004 versie van het programma is de hierboven beschreven rekenmethode voor de bepaling van de lichtdoorlaat van het glas opgenomen. Dit betekent concreet dat oude

IDT berekeningen niet meer vergeleken kunnen worden met nieuwe berekeningen. Kenmerken van de nieuwe methode zijn:

- Betere aansluiting bij de praktijk door uit te gaan van diffuus licht
- Het standaardmateriaal glas kan eenvoudig worden vergeleken met andere omhullingsmaterialen.
- Nieuwe omhullingsmaterialen kunnen op verzoek van de leverancier door TNO worden toegevoegd aan het programma.

#### 2.4.5 *Relatie berekeningen en metingen*

De IDT lichtmethode is gevalideerd met behulp van lichtmetingen. Hieruit volgt dat verschillen tussen systemen vergelijkbaar zijn voor wat betreft meting of berekening. Aangezien metingen beïnvloed worden door lichtomstandigheden en inrichting van de kas (folie, gewas, etc.) is een één op één vergelijking van de waardes niet mogelijk.

#### 2.4.6 *Conclusie*

- Toepassing van de nieuw afgeleide relatie in de 2004 versie van de IDT methode biedt de mogelijkheid meerdere omhullingsmaterialen met elkaar te vergelijken.
- Uitgaande van diffuus licht geldt dat naarmate de dekhelling toeneemt er meer licht in de kas valt. Het verschil bij dekhellingen tussen de 0 en 45 graden is echter minder groot dan in 1968 door Stoffers bepaald. Dit heeft onder andere te maken met de keuze voor een CIE overcast sky waar een verdeling voor het diffuse licht in zit, waarbij de lichtintensiteit van verticale stralen drie maal zo groot is als de lichtintensiteit van horizontale stralen.

De huidige ontwikkelingen op het gebied van energie richten zich voornamelijk op het verbeteren van bestaande kasconcepten. De hier afgeleide meetmethode voor de lichttransmissie biedt de mogelijkheid om ook alternatieve kasvormen te beoordelen op het energieverbruik. Om in de toekomst grote energiebesparingen mogelijk te maken is het zoeken naar een ideale kasvorm welhaast onvermijdelijk. De methode kan in dit proces een goede ondersteuning zijn.

## 3 Scherming

### 3.1 Achtergrond en probleemstelling

In de tuinbouw wordt steeds vaker scherming toegepast. Scherming is een goede manier om energie te besparen (er wordt een stilstaande luchtlaag gecreëerd) bij minimale afname van de lichttransmissie van de kas en relatief lage meerkosten.

In de praktijk zal een tuinder die nieuwbouw gaat plegen de mogelijkheid van een glaskas met of zonder scherm vergelijken met een kas met kunststof omhulling. In het kader van het project Energie III worden de rekenmethodieken uitgebreid met de mogelijkheid om scherming mee te nemen. Hiertoe zijn de rekenmethoden voor de bepaling van de U-waarde en de lichtonderschepping uitgebreid.

### 3.2 Werkzaamheden

#### 3.2.1 U-waarde

Door TNO Bouw is een Mathcad applicatie ontwikkeld waarmee het voor systeemleveranciers mogelijk is om de U-waarde van een kasdeksysteem te bepalen. De applicatie maakt gebruik van een profielendatabase die door de gebruiker zelf gevuld kan worden. Vanwege de definitie van U-waarde resulteert de applicatie in een warmtestroom per vierkante meter omhulling. In de uitvoer is ook het aantal vierkante meter omhulling vermeld, zodat inzicht wordt verkregen in de prestaties van de kas als geheel.

In het project Energie III is de MathCad applicatie voor de bepaling van de U-waarde van de kas uitgebreid met energieschermen. De volgende typen schermen kunnen worden berekend in het model:

- vlakscherm
- gevel(rol)scherm
- dek(rol)scherm

Met de MathCad applicatie is het mogelijk om het scherm te combineren met een al dan niet geïsoleerde kasomhulling. De rekenmethodiek is zodanig opgebouwd dat eenvoudig nieuwe schermdoekmaterialen ingevoerd kunnen worden. A&F heeft metingen verricht aan enkele veelvoorkomende schermdoeken van Ludvig Svensson. Met behulp van deze metingen zijn schermgegevens bepaald die in de Mathcad-applicatie U-waarde gebruikt worden. Van de volgende doeken zijn de gegevens bekend:

- XLS 10 (compleet polyester, geen aluminium of gaten)
- XLS 13 (combinatie aluminium en polyester)
- XLS 14 (combinatie aluminium en polyester)
- XLS 15 (combinatie aluminium en polyester)
- XLS 16 (combinatie aluminium en polyester)

- XLS 17 (combinatie aluminium en polyester)
- XLS 18 (combinatie aluminium en polyester)
- XLS Obscura AB+BB (aluminium bovenzijde, zwart polyester onderzijde)
- SLS 10 Ultra Plus (compleet PE, geen aluminium of gaten)

In overleg met Ludvig Svensson zijn deze doeken opgenomen in de Mathcad-applicatie

### 3.2.1.1 Validatie

De applicatie voor de U-waarde is gevalideerd met de door A&F uitgevoerde berekeningen. De resultaten komen in grote lijnen overeen, het door TNO ontwikkelde model houdt beter rekening met de convectie in de spouw en de invloed van de kasdekprofielen op de U-waarde. In de applicatie is het mogelijk om voor het dekscherm en het gevelscherm verschillende doeken te kiezen.

### 3.2.2 Lichtonderschepping

Het Excel programma voor de bepaling van de lichtonderschepping is aangepast zodat ook kassen met een energiescherm doorgerekend kunnen worden. Op deze manier wordt de tuinder geïnformeerd met enerzijds de verminderde lichtdoorlaat en anderzijds de verbeterde U-waarde van de kas. Voor Maurice Kassenbouw is het lichtprogramma uitgebreid met een module voor de ZON-kas met geïntegreerd scherm. Hieronder is een schermafdruck van het Lichtprogramma voor de ZON kas weergegeven:

## LICHTTRANSMISSIE ONDERBOUW ZONKAS

### Invoer

Project	: Lichtberekeningen volgens de IMAG-DLV-TNO methode (IDT)	
Kapbreedte	: 4500 mm	
Tralielengte	: 8000 mm	
Tralieliggerhoogte, incl. scherm	: 434 mm	
Kolomhoogte vanaf fundatie	: 5000 mm	
Vakmaat	: 8000 mm	
Type kasdek	: <b>Voorbeeldkasdek met glasbreedte 1333 mm 2-ruits luchtramen, 1200 mm diep</b>	
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm	
Reflectie verzinkt staal	: 20. %	standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. %	standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. %	standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. %	standaard 50%

### Berekening

PROFIEL	LICHTOND.	OPPERVLAKTE BEHANDELING
Koppelstaaf, C28x50x28, incl. mechaniek as	: 1.16%	verzinkt staal
Bovenrand tralie; 50x30, onder goot, incl. scherm	: 2.14%	verzinkt staal
Diagonale tralie; 16 mm	: 0.26%	verzinkt staal
Onderrand tralie; 50x30	: 0.93%	verzinkt staal
Kolommen; koker 120 x 50 mm	: 0.50% +	verzinkt staal
Lichtonderschepping onderbouw	: <b>4.98 %</b>	
Lichtonderschepping kasdek	: <b>21.1%</b>	
incl. (loodrechte) lichttransmissie van standaard glas (90%)		
lichtdoorlaat kas :	<b>73.9 %</b>	

Figuur 3.1 - Voorbeeld van een lichtberekening van een ZON kas met geïntegreerd energiescherm.

### 3.2.3 *Inpassing scherming bij breedkap en Venlo lichtapplicaties*

De lichtonderschepping van het scherm wordt bepaald door extra lagen toe te voegen in het IDT lichtprogramma met daarin de schermonderdelen als schermraden, scherpakket en schermprofiel. Dit gebeurt in de Excel applicatie voor het kasdek. Het definiëren van de lagen gebeurt door TNO, terwijl het vullen van de database gebeurt door de gebruikers van het lichtprogramma of door TNO. Voor de inpassing in de Groen Label systematiek (zie hoofdstuk 0) is gekozen om de lichtonderschepping van het scherm niet mee te nemen. Het scherm blijft in het puntensysteem losgekoppeld van de lichtonderschepping van het dek, om verwarring te voorkomen.

### 3.2.4 *Lichtapplicatie breedkapkassen*

Voor de lichtapplicatie Breedkapkassen is in eerste instantie gekozen om in één Excel applicatie de complete Breedkapkas te berekenen. Op de Energie III workshop (3 juni 2004 te Delft) is aangegeven dat ook bij de Breedkapkas er een onderscheid zal zijn tussen kasdekleverancier en onderbouw leverancier. Zo zullen de systeemleveranciers het kasdek berekenen en de kassenbouwers de onderbouw. In de definitieve versie zal deze scheiding worden aangebracht in de Excel applicatie (een versie voor Breedkapdekken en een versie voor Breedkaponderbouw).

## 3.3 **Conclusie**

- De tuinder kan op met behulp van de MathCad applicatie eenvoudig de U-waarde van verschillende kasvarianten, al dan niet met scherm, laten berekenen door de kassenbouwer / toeleverancier. In combinatie met rentabiliteitsberekeningen zoals uitgevoerd in hoofdstuk 7 is het mogelijk te bepalen welk scherm of omhullingsmateriaal leidt tot het laagste energieverbruik en wat de verschillen in besparing zijn. Samen met de lichtdoorlatendheid van de kasvarianten kan de tuinder dan een afgewogen keuze maken voor het toepassen van een bepaald soort schermdoek of kasomhullingsmateriaal.
- De systeemleveranciers en de kassenbouwers zijn de partijen die de berekeningen kunnen maken met de IDT software. Er zijn aparte lichtprogramma's voor breedkap en Venlo kassen, alsmede voor onderbouw en kasdek. Het U-waarde programma bestaat uit één versie voor Venlo en Breedkap.
- In de lichtapplicaties kan ook scherming worden opgenomen, voor de GLK systematiek is het scherm echter buiten beschouwing gelaten.
- Vanwege de gunstigere luchtsbouw bij een dekrolscherm isoleert dit beter dan een vlakscherm. Voor de isolatie van luchtsbouwen hanteert TNO een programma dat speciaal ontwikkeld is voor de utiliteitsbouw. Berekeningen geven aan dat een spouw van nul tot enkele centimeters breedte beter gaat isoleren, wordt de spouw nog breder dan daalt de isolatiewaarde door steeds groter wordende convectie in de spouw.

## 4 Breedkapkassen

### 4.1 Inleiding

Traditionele breedkapkassen hebben een relatief klein marktaandeel en zijn tijdens de stormachtige ontwikkeling van het Venlo kastype relatief onderbelicht gebleven. Voor sommige teelten en teeltmethoden levert een breedkapkas echter een beter beheersbaar klimaat dan de Venlo kas. De ontwikkelde rekenmethodieken voor de Energie-Indicatoren van Venlo kassen zijn in principe ook toepasbaar op de breedkapkas [1]. Door de rekenmethodieken verder uit te breiden kan een inhaalslag gemaakt worden op energetisch gebied, teneinde de productontwikkeling van de breedkapkas ook een nieuwe impuls te geven.

### 4.2 Werkzaamheden

Voor een snelle opname van de rekenmethodieken is het wenselijk dat de Energie-Indicatoren voor de meest gangbare breedkapkassen berekend kunnen worden. De Energie-Indicatoren 'lichtdoorlatendheid', 'Productie-energie' en 'U-waarde' zullen in dit project beschikbaar komen voor de breedkapkassen. Voor de Energie-Indicator 'lichtdoorlatendheid' is een nieuwe Excel applicatie licht ontwikkeld die zowel de onderbouw als het dek kan berekenen. De Energie-Indicator 'Productie-energie' wordt net als bij een Venlo kasdek in de Excel applicatie licht bepaald. De Excel rekenmethodiek wordt aangeboden aan de diverse leveranciers van breedkapkassen, zodat zij zelfstandig de lichtonderschepping kunnen bepalen en de methodiek ook kunnen gebruiken bij productontwikkeling.

De MathCad applicatie voor de U-waarde is omgebouwd zodat ook breedkapkassen berekend kunnen worden. In de applicatie kan gekozen worden voor beide kastypen, er is geen aparte versie benodigd. De ventilatieopening van de breedkapkas tenslotte kan met het programma CASTA/Kassenbouw bepaald worden. Hieronder worden de werkzaamheden verder toegelicht.

### 4.3 Excel methodiek licht en Productie-energie

#### 4.3.1 Achtergrond

De uitgangspositie van de huidige lichtapplicatie is de geometrie van een standaard Venlo-kas. De lichtdoorlatendheid wordt berekend door voor elk profiel apart de eigenschappen te berekenen en op basis van deze resultaten de lichtdoorlatendheid van het gehele kasdek te bepalen. Ten behoeve van een nauwkeurige bepaling van de profieleigenschappen wordt een profiel opgedeeld in een aantal lagen, ook wel trapezia genoemd. Per trapezium kunnen de volgende eigenschappen opgegeven worden:

- Afmetingen
- Vormfactor (eigenschap bepaald door geometrie)
- Percentage openingen
- Positie ten opzichte van het glas

De reflectiecoëfficiënt, die samenhangt met het materiaal, wordt per profiel gekozen. De som van de lichtonderscheppingen van de trapezia bepaald samen met de lengtes van de profielen en de positie ten opzichte van andere profielen, de lichtonderschepping



van een profiel. De lichtonderschepping van het kasdek wordt berekend door de lichtonderschepping van de individuele profielen te combineren met de gegevens van de kas.

#### 4.3.2 *Probleemstelling*

De huidige Excel applicatie licht is alleen geschikt voor het berekenen van Venlo kassen. Dit type kas is volgens een vast stramien opgebouwd, waardoor het mogelijk is verschillende systemen onderling te vergelijken. Om de applicatie geschikt te maken voor het berekenen van lichttransmissies van breedkapdekken zijn een aantal wijzigingen nodig in de opbouw van de applicatie. Gecombineerd met deze wijzigingen zijn een aantal parameters nader bekeken. Tegelijkertijd is beoogd de functionaliteit van de applicatie te vergroten. Een uitgebreide beschrijving van de wijzigingen is terug te vinden in [2].

#### 4.3.3 *Lichtapplicatie breedkapkassen*

Voor de breedkapkassen is een aparte applicatie gemaakt, die gebaseerd is op de huidige applicatie voor Venlo kasdekken. Voordat de nieuwe applicatie gemaakt is, zijn de uitgangspunten van de huidige applicatie, ontwikkeld in het project Energie II [1], nader bekeken. Naar aanleiding daarvan is de applicatie op de volgende punten uitgebreid:

- Flexibele laagstructuur met 10 lagen en 10 profielen per laag, met de mogelijkheid om 10 extra profielen op te nemen.
- Invoer materiaaleigenschappen per trapezium mogelijk.
- Uitbreiding beschaduwing met asymmetrische profielen.
- Roedelengte en glaslengte eenduidig gedefinieerd.
- Opdruk lengte afhankelijk van maximale openingshoek luchtraam.
- Doorlopende luchting mogelijk.
- Toepassen van gehard glas in luchtramen.

Vervolgens is voor de breedkap-applicatie een vergelijkbaar vast stramien opgezet als voor de Venlo-applicatie. De applicatie verschilt op de volgende punten:

- Gordingen en steunregels als extra profielen tussen onderbouw (breedkapspant en kolommen) en dek.
- Ander luchtraam mechaniek (tandheugels met wringas in plaats van opdrukstangen)

De eigenschappen van de profielen zijn gelijk aan de Venlo-applicatie. De profielen die gebruikt kunnen worden, zijn onderbracht in een profielendatabase, die uitgebreid kan worden door de leveranciers. De berekening van de lichtonderschepping is gebaseerd op de IDT-methode die gebruikt is in de Venlo-applicatie.

#### 4.3.4 Conclusie

Met behulp van de Excel applicatie is de lichtonderschepping bepaald van de volgende breedkapkassen:

Tabel 4.1 Lichtonderschepping breedkapkas

Kastype <sup>1</sup>	Luchting	LO <sup>2</sup> dek	LO <sup>2</sup> kas
		[%]	[%]
6,40 m Breedkap	1,20m tweezijdig lucht	28,9	32,0
9,60 m Breedkap	1,20m tweezijdig lucht	27,5	30,3
12,8 m Breedkap	1,20m tweezijdig lucht	26,8	29,8
2 x 3,20 m Venlo	1,0 m tweeruits lucht	25,1	27,9
2 x 4,80 m Venlo	1,0 m tweeruits lucht	23,2	26,3

Toelichting:

1. De gebruikte profielen en de berekeningen zijn opgenomen in bijlage A
2. LO = lichtonderschepping

Geconcludeerd kan worden dat de breedkapkas meer licht onderschept dan een vergelijkbare Venlo kas. Dit komt voornamelijk door de relatief kleine glasafmetingen in de breedkapkas en stapeling van diverse profielen. Naar aanleiding van de rekengereedschappen uit Energie I en II is bij de Venlo kas echter een spectaculaire verbetering uitgevoerd. De huidige Breedkap rekenmethodiek maakt het ook voor de bouwers van breedkapkassen mogelijk om een verbetering uit te voeren. Op basis van de eerste sommen met de lichtapplicatie (zie tabel 4.1) lijkt een verbetering tot het niveau van de Venlo kas mogelijk. Om dit niveau te bereiken zullen de verbeterpunten van een breedkapkas in kaart moeten worden gebracht. Tevens zal de markt bekend moeten raken met de applicatie en haar mogelijkheden. Een eerste aanzet hiertoe vindt plaats in een afsluitende workshop. Met behulp van een case study wordt aan leveranciers en kassenbouwers de mogelijkheid geboden om kennis te maken met de mogelijkheden van de lichtapplicatie voor breedkapkassen. De workshop wordt in meer detail besproken in het hoofdstuk Kennisoverdracht (hoofdstuk 9).

#### 4.4 MathCad U-waarde

De MathCad applicatie voor de bepaling van de U-waarde is omgebouwd zodat ook breedkapkassen berekend kunnen worden. Dit is gebeurd door de specifieke breedkapgeometrie te verwerken in de applicatie. Hieronder staan de rekenresultaten weergegeven van voorbeeldberekeningen:

Tabel 4.2 U-waarde breedkapkas

Kastype <sup>1</sup>	Luchting	U-waarde kas [W/m <sup>2</sup> K]	U-waarde kas met scherm <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> K]
6,40 m breedkap	1,20 m tweezijdig lucht	7,47	4,34
9,60 m breedkap	1,20 m tweezijdig lucht	7,38	4,06
12,80 m breedkap	1,20 m tweezijdig lucht	7,33	3,90
2 x 3,20 m Venlo	1,0 m tweeruits lucht	7,21	4,64
2 x 4,80 m Venlo	1,20 m tweeruits lucht	7,22	4,51

Toelichting:

1. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in bijlage B
2. Volledig polyester scherm

Op basis van de voorbeeldberekeningen kan geconcludeerd worden dat de breedkap een iets hogere U-waarde heeft dan de Venlo kas. Nadere beschouwing leert dat de U-waarden van de transparante delen van de dekken nagenoeg gelijk zijn. Als de profielen meegenomen worden, worden de verschillen groter. Bij een breedkap zijn per oppervlak meer profielen aanwezig en hierdoor zal meer warmte-uitwisseling plaatsvinden. Hoe groter de overspanning hoe gunstiger de U-waarde van de breedkapkas wordt.

Met behulp van deze rekenmethodiek kunnen tuinders afwegen welk kastype het energiezuinigst is op het gebied van warmtedoorgang. Zowel voor de breedkapkas als voor een Venlo kas kunnen energiebesparende maatregelen, zoals scherming en geïsoleerde profielen (zie hoofdstuk 6), vergeleken worden in de methodiek. Hierdoor heeft de tuinder de mogelijkheid om een afgewogen keuze te maken tussen de verschillende energiebesparende maatregelen.

## 5 Insectengaas

### 5.1 Achtergrond

De laatste jaren neemt het gebruik van insectengaas in luchtramen toe. Voordelen van insectengaas zijn met name het buiten of binnen houden van insecten, waardoor de ziektedruk op het gewas afneemt. Verder wordt de luchtstroming in de kas gelijkmatiger, aangezien de luchtstroom door een “diffusor” geleid wordt.

In Breedkapkassen wordt insectengaas relatief meer toegepast dan in Venlo kassen. Dit komt voornamelijk doordat in Breedkapkassen doorgaans doorlopende luchtramen worden toegepast die eenvoudig zijn te voorzien van insectengaas. Sinds enkele jaren wordt doorlopende lucht ook op Venlo toegepast, vaak in combinatie met insectengaas. Voor traditionele Venlo luchtramen zijn zogenaamde cassettesystemen in de handel, die om het luchtraam gemonteerd worden. De markt voor toeleveranciers van insectengaas bestaat uit enkele grote spelers en enkele kleinere bedrijven. Er worden verschillende gazen aangeboden, er is variatie in maaswijdte, draaddikte en opvouwmechaniek (baleinen, stiksels, etc.).

In Energie II is een rekenmodule ontworpen voor het bepalen van de ventilatieopening van een luchtraam. Deze module is opgenomen in het computerprogramma CASTA/Kassenbouw en kan worden gebruikt voor zowel breedkapkassen als Venlo kassen. Met de rekenmodule kunnen onder andere tweeruitsluchtramen worden vergeleken met eenruits “ver open” luchtramen of doorlopende luchtramen. De invloed van het insectengaas is echter niet opgenomen in deze module.

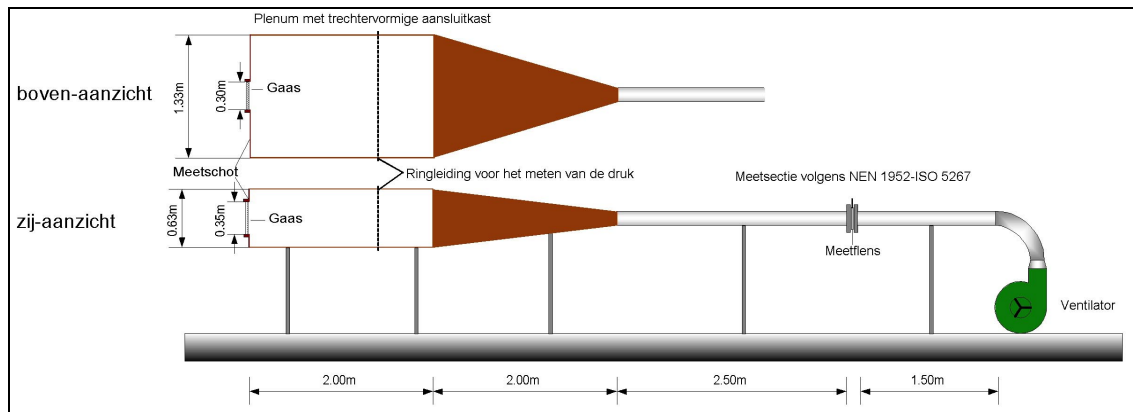
Voor de tuinder met nieuwbouwplannen is de invloed van het insectengaas op de doorstroming van de luchtramen van groot belang. In het nieuwbouwstadium kan de verminderde doorstroming namelijk nog gecompenseerd worden door te kiezen voor een groter luchtraam.

### 5.2 Doelstelling

Doelstelling van het onderdeel insectengaas in Energie III is het testen van veelvoorkomende insectengaassoorten teneinde de reductiefactoren voor de doorstroming te bepalen. Hierbij wordt het gaas inclusief baleinen, stiksels, vouwen en dergelijke in de proefopstelling opgenomen. Er wordt gebruik gemaakt van nieuw gaas, vervuiling van het gaas wordt dus niet meegenomen in de test. De bepaalde reductiefactoren kunnen vervolgens op verzoek van de leverancier worden opgenomen in het programma CASTA/Kassenbouw. In het kader van Energie III zijn 8 verschillende gazen beproefd.

### 5.3 Meetopstelling en uitvoering

Voor het bepalen van de ventilatiereductie bij gebruik van insectengaas in een ventilatieopening is gebruik gemaakt van de meetopstelling van TNO Bouw voor het bepalen van de capaciteit van ventilatievoorzieningen. In Figuur 5.1 is deze opstelling afgebeeld.



Figuur 5.1 - Meetopstelling voor het bepalen van de ventilatiereductie bij gebruik van insectengazen.

De insectengazen zijn bevestigd in een meetopening in het meetschot van de meetopstelling. De insectengazen zijn zodanig in de meetopstelling aangebracht dat de gebruikssituatie zo veel mogelijk wordt benaderd. In de foto hieronder is de meetopening afgebeeld.



Figuur 5.2 - Bevestiging van een Holland Gaas in het meetschot.

De volumestroom door de meetopening wordt bepaald met behulp van de meetsectie zoals afgebeeld in Figuur 5.1. Hierbij is het gemeten drukverschil over de meetflens een maat voor de volumestroom. Het drukverschil over de meetopening wordt bepaald met behulp van de afgebeelde ringleiding.

#### 5.4 Resultaten

Om de ventilatiereductie van de insectengazen te bepalen, zijn de druk-volumestroom karakteristieken gemeten van de meetopening (zie Figuur 5.1) en de insectengazen in de meetopening. In tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van de gemeten insectengazen en de positionering van de gazen in de meetopening.

Tabel 5.1 Overzicht van de gemeten insectengazen en de positionering daarvan in de meetopening

Type insectengaas <sup>1</sup>	Vouwhoek [graden]	Gaasoppervlak <sup>2</sup> [cm <sup>2</sup> ]	Positionering vouwen in meetopening
Valeron 0,8x0,8 dubbele draad	90	1485	Horizontaal
Valeron 0,22x0,8 dubbele draad	90	1485	Horizontaal
Markies Venlo 0,8x0,8 enkele draad	109	1225/1289 <sup>3</sup>	Verticaal
Markies Venlo 0,28x0,8 enkele draad	109	1225/1289 <sup>3</sup>	Verticaal
Markies Breedkap 0,8x0,8 enkele draad	Geen vouwen	1050	-
Markies Breedkap 0,28x0,8 enkele draad	Geen vouwen	1050	-
Holland-gaas 0,75x0,75 dubbele draad	90	1485	Horizontaal
Holland-gaas 0,66x0,66 enkele draad	90	1485	Horizontaal

Toelichting:

1. Oppervlakte meetopening 1050 cm<sup>2</sup>.
2. Gaasoppervlak in gestrekte toestand.
3. Het type insectengaas Markies Venlo kon niet in de meetopening bevestigd worden volgens de gebruikssituatie. Het gaasoppervlak en de meetresultaten zijn daarvoor gecorrigeerd.

Voor de volumestroom door een ventilatievoorziening als functie van het drukverschil geldt de volgende vergelijking:

[NEN 1087; *Ventilatie van gebouwen, Bepalingsmethoden voor nieuwbouw*; NEN, december 2001]:

$$q_v = C \cdot (\Delta P)^n \quad (5.1)$$

Waarin:

$$\begin{aligned} C &= \text{capaciteit van de ventilatievoorziening bij 1 Pa} && [\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{Pa}^n)] \\ \Delta P &= \text{totaal drukverschil over de ventilatievoorziening} && [\text{Pa}] \\ n &= \text{stromingsexponent} && [-] \end{aligned}$$

Met behulp van de meetresultaten en vergelijking 1 zijn de  $C$ -waarden en de  $n$ -waarden van de insectengazen in de meetopening afgeleid. De  $C$ -waarde van een ventilatievoorziening is de volumestroom door de ventilatieopening bij een drukverschil van 1 Pa over de opening.

Met behulp van de  $C$ -waarde van de meetopening en de  $C$ -waarden van de insectengazen in de meetopening is het doorlaatpercentage berekend van de gazen bij een drukverschil van 1 Pa. Dit drukverschil wordt bepaald door wind, thermiek en wervelingen. Voor een luchtraam is 1 Pa een representatief drukverschil (dit is zelfs aan de hoge kant). In bijlage D is dit representatieve drukverschil afgeleid met behulp van door TNO ontwikkelde simulatiemodellen [15],[16]. De doorlaatpercentages zijn vermeld in tabel 5.2. Het doorlaatpercentage geeft aan hoeveel de volumestroom in de

meetopening beperkt wordt door het toepassen van het insectengaas. De daadwerkelijke ventilatiereductie wordt beïnvloed door meerdere factoren dan alleen de doorlaat. Deze worden besproken in paragraaf 5.5.

Tabel 5.2 Doorlaatpercentage van de volumestroom door de gemeten insectengazen

Type insectengaas	d draad <sup>2</sup> (ketting) [mm]	d draad <sup>2</sup> (inslag) [mm]	C [dm <sup>3</sup> /(s·Pa <sup>n</sup> )]	n [-]	Doorlaat <sup>4</sup> [%]
Meetopening zonder gaas			96,3	0,49	100
Valeron 0,8x0,8 dubbele draad	0,50 <sup>3</sup>	0,25	52,2	0,57	54,2
Valeron 0,22x0,8 dubbele draad	0,50 <sup>3</sup>	0,25	36,8	0,61	38,2
Markies Venlo 0,8x0,8 enkele draad	0,25	0,25	51,4	0,57	53,4
Markies Venlo 0,28x0,8 enkele draad	0,25	0,20	28,9	0,64	30,0
Markies Breedkap 0,8x0,8 enkele draad	0,25	0,25	43,2	0,60	44,8
Markies Breedkap 0,28x0,8 enkele draad	0,25	0,20	30,5	0,62	31,7
Holland-gaas 0,75x0,75 dubbele draad	0,50 <sup>2</sup>	0,25	57,5	0,56	59,8
Holland-gaas 0,66x0,66 enkele draad	0,25	0,25	57,7	0,59	59,9

Toelichting:

1. In de tabel zijn de opgegeven maaswijdtes weergegeven. Tijdens de test bleek dat er in enkele gevallen verschil zit tussen de opgegeven maaswijdte en de werkelijke maaswijdte.
2. De ketting van de draad is de draad in de lengterichting van het gaas. De inslag is de draad in de breedterichting, deze loopt evenwijdig aan de vouwen of steunbuisjes.
3. Dubbele draad 2 x 0,25 mm toegepast.
4. Doorlaatpercentage van de volumestroom bij een drukverschil van 1 Pa, niet te interpreteren als ventilatiereductie.

## 5.5 Invloed van insectengaas op binnenklimaat kas

De resultaten in tabel 5.2 kunnen niet rechtstreeks gebruikt worden om de dimensie van het luchtraam te bepalen. Het insectengaas beïnvloedt namelijk ook het klimaat in de kas. Een reductie in ventilatie ter plaatse van het luchtraam hoeft niet te betekenen dat de planten in dezelfde mate deze reductie ervaren. In diverse onderzoeken en artikelen [7],[8],[10] is dit inmiddels aangetoond.

### 5.5.1 Van doorlaat naar ventilatie

Een verkleining van de doorlaat tot bijvoorbeeld 50% betekent tot maximaal een halvering van de ventilatie. De werkelijke reductie hangt samen met het aandeel van thermiek in de drijvende krachten voor ventilatie. Bij gelijkblijvende warmtelast zou een halvering van de ventilatie namelijk een sterke stijging van de binnentemperatuur veroorzaken. Dit geldt vooral als ventilatie een dominante post is in de totale warmteafvoer, zoals bij kassen het geval is. De hogere binnentemperatuur zorgt dan

voor meer thermiek. Hierdoor wordt op zijn beurt de natuurlijke ventilatie weer bevorderd. Uit eerdere simulatieberekeningen van de kasventilatie (zie paragraaf D.2) blijkt dat de invloed van thermiek beperkt is. De kasventilatie is dus bijna evenredig met de doorlaat.

### 5.5.2 *Van ventilatie naar kasklimaat*

De temperatuur in de kas is de resultante van een aantal warmtestromen. Ventilatie is één van de posten in de totale warmtebalans van een kas. De andere posten zijn:

- Transmissie ofwel de afkoeling van het glas aan de langsstromende buitenlucht. Het gebruik van schermen beïnvloedt deze post. Een bijzondere variant treedt op bij het gebruik van daksproeiers. In dat geval koelt het glas af aan het langsstromende water;
- Stralingsuitwisseling, waarbij in de eerste plaats wordt gedacht aan levering van warmte door de zon. In de nacht treedt (enigszins) het omgekeerde effect op als het relatief warme kasdek straalt naar de koudere hemel;
- Accumulatie in met name de bodem (als de maximale zonbelasting optreedt is de bodemtemperatuur nog achtergebleven bij de temperatuur van de kaslucht);
- Verdamping van vocht. Verdamping van kleine hoeveelheden water vergt al veel warmte. Dat water zal via de bladeren van de planten verdampen en uit de bodem (vooral als die nat is gespreoid). Bij koudere weersomstandigheden geldt het omgekeerde en zorgt condensatie van vocht uit de lucht voor het vrijkomen van de (eerder geleverde) verdampingswarmte;
- Koeling of verwarming door een installatie. Koeling is met name bij het gesloten kasconcept een optie.

Met name in de zomer wordt ventilatie beschouwd als een belangrijke, zo niet de belangrijkste mogelijkheid om overtollige zonnearmte af te voeren. Hierop is de capaciteit van de luchtramen afgestemd. Juist bij maximaal geopende ramen zorgt het insectengaas echter voor een belangrijke beperking van de doorlaat. (Bij minder ver geopende ramen is dit anders. Met name het gaasoppervlak van harmonicagaas is dan al snel zoveel groter dan de doorlaat van het geknepen luchtraam, dat de weerstand van het gaas ondergeschikt wordt).

Als door (verminderde) ventilatie minder warmte kan worden afgevoerd, zullen de andere posten dit deels compenseren. De opwarming van de kas zal dus zeker niet omgekeerd evenredig zijn met de ventilatie. Als ventilatie echter de belangrijkste vorm van warmteafvoer is, kan van beperking van de ventilatie echter wel een sterke invloed op de kastemperatuur worden verwacht.

In het kasklimaat is vocht een andere belangrijke grootheid. Ventilatie is ook voor regulatie van de luchtvochtigheid in de kas van groot belang.

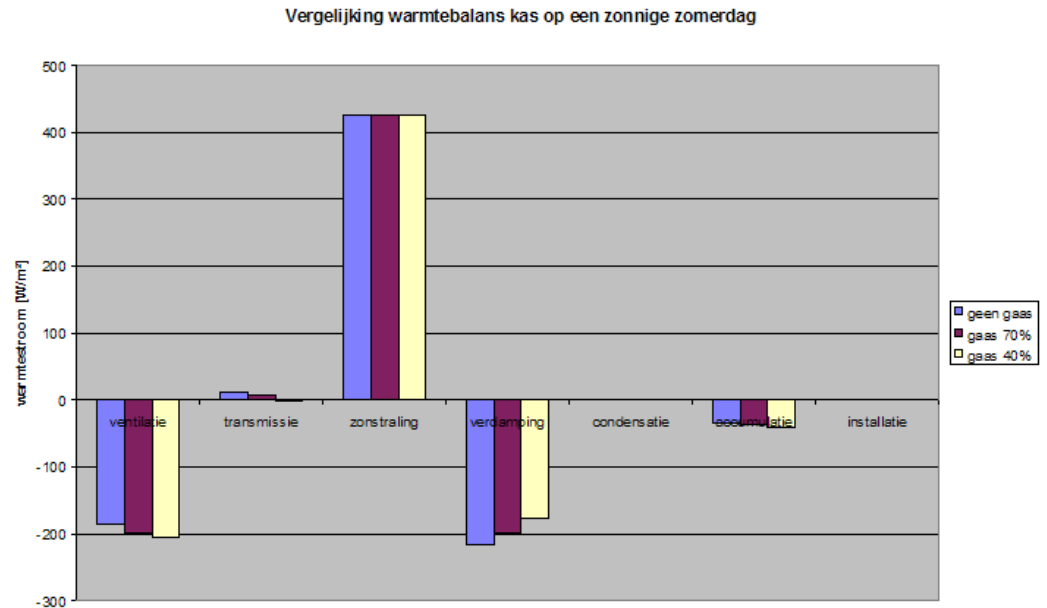
Evenals voor warmte geldt voor vocht dat ventilatie niet de enigste invloedsfactor is. In de vochtbalans speelt in de zomer met name de verdamping door de planten zelf een belangrijke rol. In koudere perioden komt daar de mogelijkheid bij om vocht af te voeren via condensatie aan met name het koelere glas.

## 5.6 **Simulatie met een eenvoudig kasmodel**

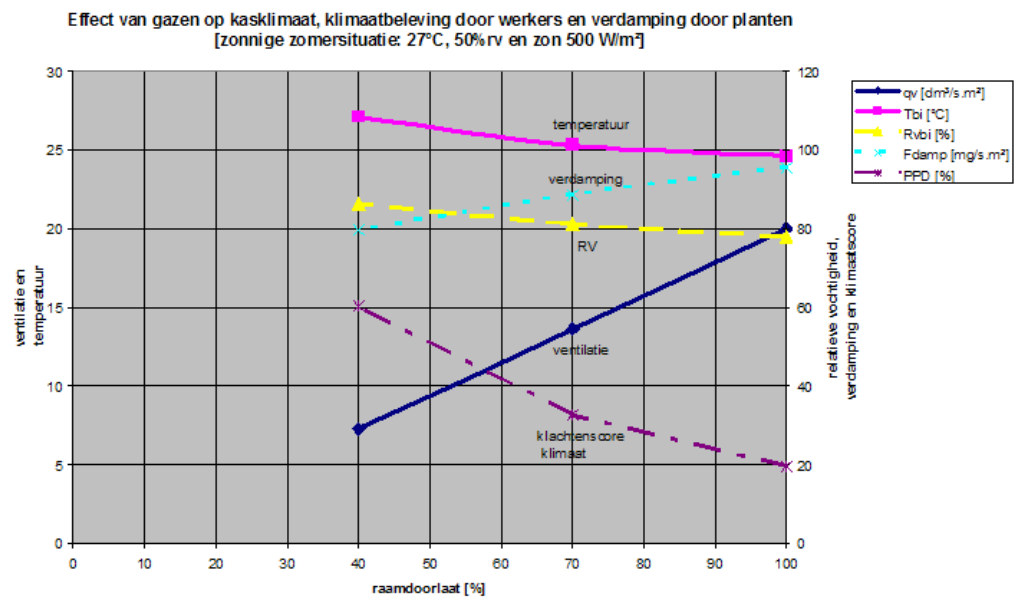
De interactie tussen voornoemde warmte- en vochtposten is complex. Daarom is gebruik gemaakt van een eenvoudig simulatiemodel dat door TNO is ontwikkeld. Daarmee is globaal het resulterend klimaat in de kas voorspeld bij ongehinderde doorlaat van de kasramen (= 100%) en door gaas tot 70% resp. 40% beperkte doorlaat.



Er is gerekend voor een representatieve zonnige zomerdag met een buitentemperatuur van 27°C en 50% RV, gemiddelde windcondities en een zoninstraling van 500 W/m<sup>2</sup> (gemiddelde voor een aantal uren in de middag). Als (vocht producerend) gewas is uitgegaan van chrysanten in alle voorkomende groeistadia. De warmtebalans voor de drie opties is weergegeven in figuur 5.3. Figuur 5.4 toont een samenvatting van de effecten op het klimaat.



Figuur 5.3 - Verdeling van warmtestromen bij verschillende varianten gas



Figuur 5.4 - Effecten van verkleining van de raamdoorlaat door gazen

Het blijkt dat vermindering van de doorlaat tot 70% slechts voor een stijging van 0,7 K in kasttemperatuur zorgt (ten opzichte van de kasttemperatuur bij ongehinderde ventilatie). De relatieve luchtvochtigheid stijgt slechts 3,3%.

Als de doorlaat tot 40% wordt verkleind is de stijging 2,5 K respectievelijk 8,4% RV.

In het laatste geval komt de kasttemperatuur rond de buitentemperatuur uit. In de andere gevallen ligt de kasttemperatuur duidelijk lager dan de buitentemperatuur. Het sterke temperen van de kasttemperatuur, ondanks de bezonning, is aan de grote warmteonttrekking voor vochtverdamping in de kas toe te schrijven. Het gaat dan echter slechts om de voelbare kasttemperatuur. De latente warmte in de kaslucht is wel sterk toegenomen.

Figuur 5.3 laat tevens zien dat verdamping van vocht door de planten een warmtestroom vergt die in dezelfde orde van grootte ligt als de warmtestroom die met ventilatie wordt afgevoerd. Beide zijn dus belangrijk voor de warmtehuishouding.

Figuur 5.4 laat zien dat de vochtproductie van de planten bij doorlaatbeperking zelfs iets afneemt. Met andere woorden, de plant wordt dan minder belast (er is een fysieke grens aan de productie van vocht door de planten, die wordt bepaald door de sapstromen, die door het wortelstelsel kunnen worden aangevoerd). Sommige tuinders ventileren in de zomer om deze reden bewust niet maximaal. Het kan een verklaring zijn voor de goede resultaten met het smoren van de loeframen, zoals door de vertegenwoordigers van Huisman genoemd.

Tegenover de positieve kanten staan ook negatieve. Ze worden vooral veroorzaakt door het hoog oplopen van de relatieve vochtigheid.

Bij een relatieve luchtvochtigheid van meer dan 86% (voorspelde waarde bij de variant met 40% doorlaat) is het aannemelijk dat op de wat koelere plaatsen onderin het gewas een microklimaat ontstaat met relatieve luchtvochtigheid boven 90% (als lokaal de temperatuur daalt, stijgt daar de RV). Het is bekend dat het schimmelrisico dan hoog wordt, vooral als dit langer aanhoudt.

Een tweede nadelig effect van de hoog oplopende luchtvochtigheid betreft een verslechtering van het thermisch klimaat (de arbeidsomstandigheden) voor de werkers. Met behulp van de klimaatbeoordeling volgens NEN-ISO 7730 is berekend dat een sterke toename van het aantal ontevreden is te verwachten. In de berekening is verdisconteerd dat naast een stijging van de temperatuur en vochtigheid minder verkoelende luchtbeweging in de kas overblijft. Figuur 5.4 toont ook deze trend.

## 5.7 Conclusies

- Geconcludeerd kan worden dat de door TNO ontwikkelde testopstelling relatief eenvoudig verschillende insectengazen kan doormeten op luchtdoorlaat. Door het gaas toe te passen in de werkelijke verschijningsvorm is de test een goede representatie van de werkelijkheid.
- Het doorlaatpercentage van de 8 geteste gazen varieert tussen de 30,0 en 59,9%. Op basis van de gemeten percentages is het mogelijk de gazen onderling te vergelijken.
- Het is zeker niet zo dat een beperking van de doorlaat van luchtramen door insectengas een evenredige verslechtering van het kasklimaat veroorzaakt. De huidige ervaringen omtrent een gering effect van toepassing van gazen op de kasttemperatuur worden door onze simulatieberekeningen globaal onderschreven. Zelfs enig positief effect ten aanzien van de belasting (uitdroging) van planten bij warmte, vooral als de loeframen worden getemperd, lijkt te kunnen worden verklaard.

- Daar staat tegenover dat een toename van het schimmelrisico ten gevolge van de doorlaatbeperking is te verwachten. Ook op de arbeidsomstandigheden (het klimaat) wordt een duidelijk negatieve invloed verwacht.
- Optimalisatie van gazen is zeker mogelijk, waarbij naar een optimum hoek van het gaas kan worden gezocht, in combinatie met het gaastype (maaswijdte versus draaddikte)
- Een verdere optimalisatie is mogelijk door het gaas anders te vouwen.

## 6 Geïsoleerde profielen

### 6.1 Achtergrond

In het kasdek fungeren de profielen als koudebruggen. In eerder onderzoek (Energie I en II) is de omvang bepaald van deze koudebruggen voor ongeïsoleerde stalen en aluminium profielen. De laatste jaren komen steeds meer geïsoleerde profielen op de markt, enerzijds uit het oogpunt van energiebesparing en anderzijds uit oogpunt van minder condens en een betere luchtdichtheid van het kasdek.

### 6.2 Probleemstelling

Uitbreiding van de rekenmethodieken van de Energie-indicatoren, met name de U-waarde, voor toepassing van geïsoleerde profielen is zeer gewenst. Immers, door kwantificering van de energetische voordelen zullen tuinders, kassenbouwers en systeemleveranciers toepassing van geïsoleerde profielen kunnen meenemen in de integrale afweging van nieuwbouw of verbouw van kassen en nieuwe energiezuinige ontwikkelingen gestimuleerd worden. In dit deelonderzoek wordt de energiebesparing door het toepassen van geïsoleerde profielen gekwantificeerd.

### 6.3 Resultaten

In samenwerking met Boal Systemen BV zijn thermische berekeningen uitgevoerd met het FEM programma Therm 5.1 voor een aantal kasprofielen. De varianten van de profielen zijn doorgerekend met verschillende type voorzieningen teneinde vast te stellen wat het isolerend effect is van een dergelijke toevoeging.

#### **De onderzochte roedevarianten zijn:**

- Standaard Boal roede type B50179 (zie figuur 6.1)
- Standaard Boal roede type B50179, met een PVC afstripping direct op de aluminium roede, zonder luchtkamer tussen strip en roede.
- Standaard Boal roede type B50179, met een PVC afstripping direct op de aluminium roede, met luchtkamer tussen strip en roede.
- Standaard Boal roede type B50179, met thermische onderbreking in de beide verticale roedewanden onder het glas
- Standaard Boal roede type B50179, met thermische onderbreking in de verticale roedewand tussen het glas
- Standaard Boal roede type B50179, met thermische onderbreking in de verticale roedewand tussen het glas en een oplegrubber voor het glas
- Standaard Boal roede type B50179, met een PVC afstripping direct op de aluminium roede, met luchtkamer tussen strip en roede. De afstripping loopt door rondom het glas.

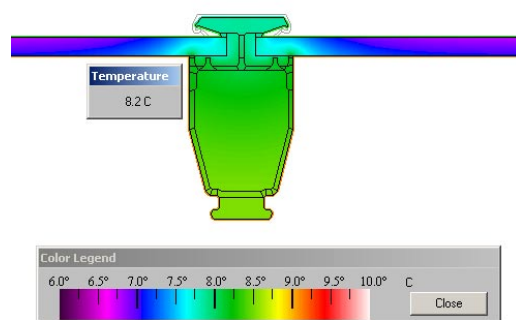
#### **De onderzochte aluminium gootvarianten zijn:**

- Standaard Boal goot type B50235 (zie figuur 6.2)
- Standaard Boal goot type B50235, waarvan de bovenzijde volledig is afgestript met een PVC strip, direct liggend op het aluminium.

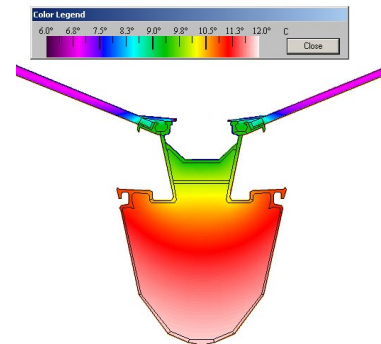
- Standaard Boal goot type B50235, waarvan de bovenzijde volledig is afgestript met een PVC strip, liggend op het aluminium, met luchtlaagje tussen het aluminium en PVC.
- Standaard Boal goot type B50235, waarvan de bovenzijde volledig is afgestript met een PVC deksel, die horizontaal de beide glasopleggingen verbindt, waardoor een grote luchtkamer ontstaat, tussen goot en strip.
- Standaard Boal goot type B50235, thermisch onderbroken in de verticale gootwanden direct onder het glas.

#### De onderzochte stalen gootvariant is:

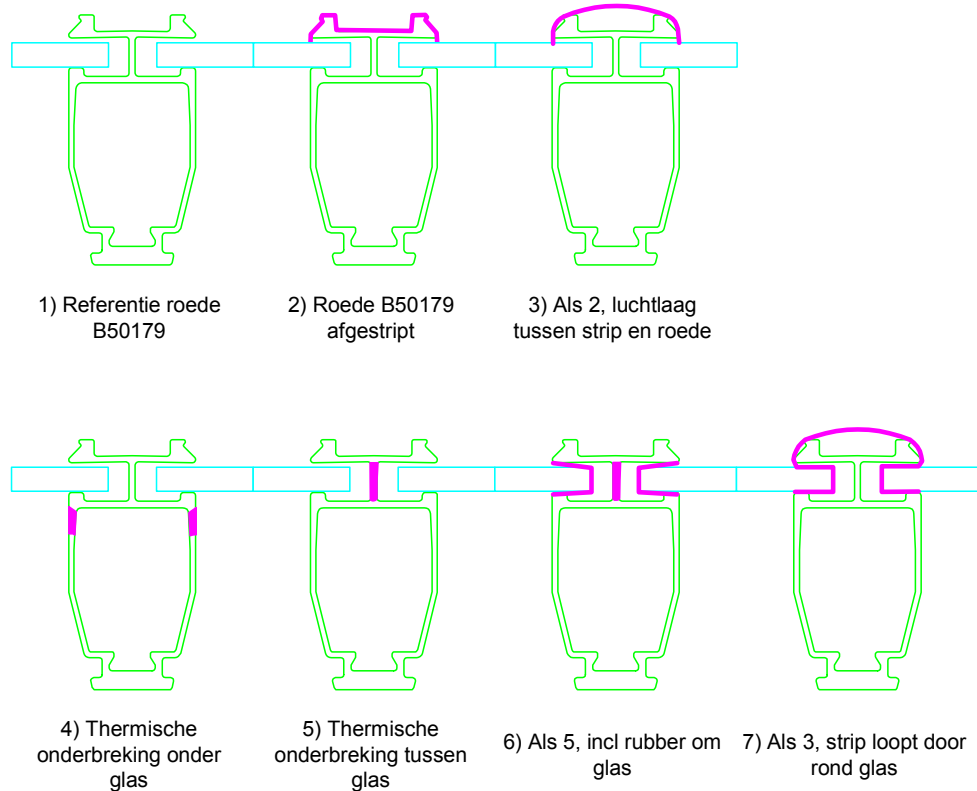
- Stalen goot (dient als referentie)



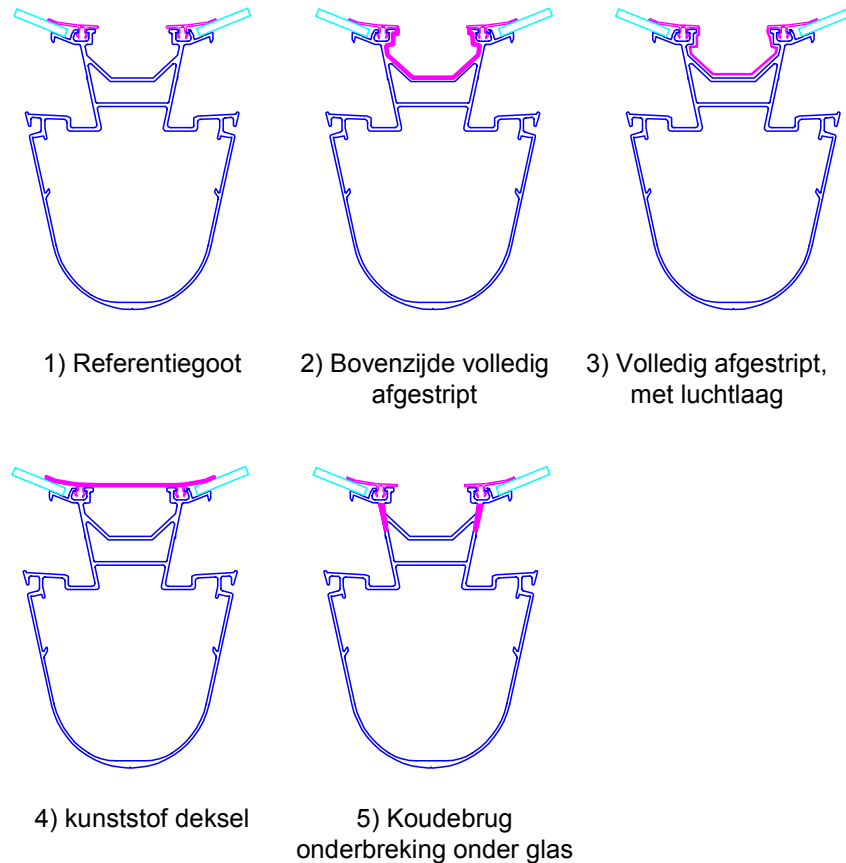
Figuur 6.1 - Roede B50179



Figuur 6.2 - Goot B50235



Figuur 6.3 - Overzicht van de energie besparende opties voor de roede



Figuur 6.4 - Overzicht van de energie besparende opties voor de goot

De varianten resulteren in een aantal  $U_{lin}$ -waarden. Deze zijn opgenomen in tabel 6.1, tabel 6.2 en tabel 6.3.

**Opmerkingen bij de tabellen 6.1 t/m 6.3:**

- De opgegeven temperatuur is de laagste oppervlaktetemperatuur op het profiel aan de binnenzijde vlak onder het glas. Hoe hoger de temperatuur, des te kleiner wordt de kans op condensatie en des te beter isoleert het profiel. Opgemerkt wordt dat alle varianten nog een koudebrug zijn t.o.v. het glas, aangezien alle waarden voor de  $U_{lin}$  positief zijn.
- $U_{lin}$  (uitgedrukt in W/m.K) is de lineaire U-waarde voor het profiel, geldend voor de hier aangenomen randcondities en met  $U_{glas} = 7.05$  [W/m<sup>2</sup>.K].  $U_{lin}$  volgt uit de formule  $q = A * U_{glas} + L * U_{lin}$  [W/K], waarin A de oppervlakte van het glas is en L de lengte van de profielen behorende bij hetzelfde glasoppervlak
- $\Delta U_{lin}$  geeft de vermindering van het warmteverlies ten opzichte van de referentie.

Tabel 6.1 Roede B50179

Variant	Omschrijving	Temperatuur	$U_{lin}$	$\Delta U_{lin}$
		Zie opm.1	Zie opm.2	Zie opm.3
1	referentie	8.2	0.375	0.000
2	als 1, met pvc afscherming	8.6	0.352	0.023
3	als 2, met luchtlaag	9.2	0.288	0.087
4	als 1, thermisch onderbroken (onder)	6.2	0.064	0.312
5	als 1, thermisch onderbroken (midden)	10.1	0.217	0.158
6	als 5, met extra onderbreking bij oplegging	11.5	0.127	0.249
7	als 3, pvc loopt door rondom glas	9.4	0.274	0.102

Tabel 6.2 Goot B50235

Variant	Omschrijving	Temperatuur	$U_{lin}$	$\Delta U_{lin}$
		Zie opm.1	Zie opm.2	Zie opm.3
1	referentie	11.0	1.187	0.000
2	als 1, met extra pvc goot (zonder lucht)	11.3	0.977	0.211
3	als 2, met luchtlaag (volledig)	11.9	0.713	0.474
4	als 1, met pvc deksel	12.8	0.315	0.872
5	als 1, thermische onderbreking	14.7	0.183	0.984

Tabel 6.3 Stalen goot

Variant	Omschrijving	Temperatuur	$U_{lin}$	$\Delta U_{lin}$
		Zie opm.1	Zie opm.2	Zie opm.3
1	referentie	7.1	2.056	0.000

#### 6.4 Bepaling $U_{lin}$ -waarde in de MathCad applicatie voor geïsoleerde profielen

In de MathCad applicatie is de warmtegeleiding door kasprofielen gemodelleerd met een eendimensionale warmtestroomterm. Aanpassingen van het profiel die de warmtegeleiding beïnvloeden zijn daarom niet goed in MathCad te modelleren. Daarvoor is een rekenmodel als Therm nodig die het tweedimensionale karakter van de warmtestromen door een kasprofiel beter in beeld kan brengen. Teneinde met behulp van MathCad toch een schatting te kunnen maken van het effect van isolerende maatregelen bij een profiel is de volgende aanpak gevolgd:

1. Bepaal  $U_{lin,0,T}$  van een (referentie) profiel met behulp van Therm
2. Bepaal  $U_{lin,a,T}$  van aangepaste profiel met behulp van Therm
3. Bepaal de reductiefactor, zijnde  $U_{lin,0,T} / U_{lin,a,T}$
4. Bepaal  $U_{lin,0,M}$  van het zelfde profiel met behulp van MathCad, waarbij de voor de warmtegeleidingcoëfficiënt ( $\lambda$ ) de werkelijke waarde voor aluminium wordt genomen.

5. Bepaal  $U_{\text{lin},0,M}$  van het aangepast profiel met behulp van MathCad door iteratief met een equivalente warmtegeleidingcoëfficiënt ( $\lambda_{\text{eq}}$ ) te variëren tot dezelfde reductiefactor is verkregen als bij stap 3.
6. De aldus verkregen equivalente warmtegeleidingcoëfficiënt ( $\lambda_{\text{eq}}$ ) wordt in de MathCad gebruikt om de  $U_{\text{lin}}$  te bepalen van geïsoleerde profielen.

De berekende waarden voor  $U_{\text{lin},0,T}$  en  $U_{\text{lin},a,T}$  corresponderen met de  $U_{\text{lin}}$  waarden als gegeven in de tabellen 6.1 en 6.2. De stappen 1 tot en met 6 zijn uitgevoerd voor alle isolatie opties als besproken bij de tabellen 6.1 en 6.2. Dit levert een aantal waarden op voor  $\lambda_{\text{eq}}$  die in de MathCad applicatie zijn gekoppeld aan de keuzes die men kan maken voor de diverse isolatie opties.

## 6.5 Conclusies

- Uit de resultaten blijkt dat kunststof afschermingen (afstrippen van profielen) beter presteren als men de extra kunststoflagen zodanig ontwerpt dat het contactvlak met het aluminium zo klein mogelijk wordt. De extra luchtlaag die op deze wijze ontstaat heeft een gunstig effect op de isolerende werking van het totale profiel. Opgemerkt wordt dat dit voordeel verdwijnt als de luchtkamer vol (condens)water komt te staan. Een goede detaillering is dus belangrijk.
- De berekeningen tonen verder aan dat een volledige koudebrugonderbreking (net zoals bij kozijnen in de utiliteitsbouw) een gunstiger effect hebben op de U-waarde en het temperatuurverloop over de goot.
- Bij de aluminium goten blijkt een kunststof deksel een behoorlijke reductie van de U-waarde op te leveren.
- Tenslotte blijkt dat een rubberetje ter plaatse van de glasoplegging ook gunstig is voor de U-waarde en temperatuurverloop over de goot. Bij de roede kan dit rubber geïntegreerd worden met de afstripping van de roede.

De tuinder kan met deze rekenmethodiek de energiebesparing van geïsoleerde profielen op waarde schatten. De beoordeling wordt nog beter als ook gekeken wordt naar de reductie in gasverbruik, zoals gebeurd is in hoofdstuk 7. Hier worden namelijk ook de effecten meegenomen die de maatregelen hebben op andere energie-indicatoren. De kostenbesparing die optreedt door de reductie van gasverbruik kan dan uitgezet worden tegen de kosten van de verschillende energiebesparende maatregelen en het eventuele inkomstenverlies door bijvoorbeeld lichtreductie. Dit levert een compleet beeld van het effect van een energiebesparende maatregel.



## 7 Jaarverbruik en rentabiliteit

### 7.1 Inleiding

In Energie III worden van diverse energie besparende opties de vier Energie-Indicatoren bepaald. De vier Energie Indicatoren zijn Lichtonderschepping, U-waarde, Ventilatie-opening en Productie-energie. Voor de tuinder is met name de rentabiliteit van een investering van belang. De rentabiliteit kan de tuinder bepalen aan de hand van de initiële investering, de mogelijke subsidies, de rente en de (beoogde) winst in opbrengst en vermindering van het energieverbruik. In dit hoofdstuk worden van de energiebesparende opties uit Energie III gegevens afgeleid waarmee de tuinder de rentabiliteit kan bepalen. De onderhoudskosten die eventueel nodig zijn als gevolg van gedane extra investeringen zijn niet meegenomen in de rentabiliteitsberekening.

### 7.2 Beschouwde energiebesparende opties

De energie besparende opties worden vergeleken met de referentiekas. Dit is een Venlo kas met de volgende eigenschappen:

Kapbreedte	4,0 m
Vakmaat	5,0 m
Dekhelling	22 graden
Poothoogte	5,0 m
Tralieliggeroverspanning	8,0 m
Kasafmeting (l x b)	200 x 200 m
Ruitbreedte	1,25 m
Luchting	tweeruits luchting 1,2 m diep

De referentiekas heeft aluminium profielen van diverse leveranciers.

De referentie breedkapkas ziet er als volgt uit:

Kapbreedte	12,8 m
Vakmaat	4,5 m
Dekhelling	25 graden
Poothoogte	5,0 m
Kasafmeting (l x b)	128 x 90 m
Ruitbreedte	1,125 m
Luchting	tweezijdig doorlopend lucht 1,8 m diep

De referentiekas heeft aluminium profielen van diverse leveranciers.

De beschouwde energie besparende opties zijn:

1. Energiescherm
  - a. Polyester (boven/onder, geen gaten)
  - b. Aluminium bovenzijde, zwarte onderzijde
  - c. Half Aluminium, half polyester, onderzijde polyester
  - d. PE (boven/onder, geen gaten)
2. Kunststof kasdek
3. Geïsoleerde profielen (excl. luchtraam)
  - a. Geïsoleerde roede
  - b. Geïsoleerde goot
  - c. Zowel goot als roede geïsoleerd

#### 4. breedkapkas

- a. 12,80 m glas, zonder scherm
- b. 12,80 m glas, met polyester rolscherm
- c. 12,80 m PMMA, zonder scherm
- d. 12,80 m PMMA, met polyester rolscherm

ad 1:

Uitgegaan wordt van vier veelvoorkomende typen energieschermen. De exacte gegevens kunnen per schermleverancier verschillen. De lichtdoorlatendheid van de schermdoeken is bepaald op 78% voor optie a, 3% voor optie b, 40% voor optie c en 81% voor optie d. De percentages zijn afgeleid leverancierspecificaties [6]. Bij ontbrekende waarden zijn schattingen aangehouden.

Ad 2:

De referentiekas wordt in dit geval uitgerust met een PMMA kasdek en gevel met een plaatdikte van 16 mm. Voor de lichtdoorlatendheid van het PMMA dek is gebruik gemaakt van lichtgetallen van een eerdere versie van de IDT-methode, omdat de relatie tussen de dekhelling en de diffuse transmissie nog niet bekend is voor PMMA. Hoewel een geringe invloed op de uitkomsten te verwachten is, zullen de conclusies niet wijzigen.

Ad 3:

Uitgegaan wordt van roede variant 6 en goot variant 4 (zie tabel 6.1 en tabel 6.2). Dit zijn de meest relevante opties om de profielen te isoleren. Bij de roede wordt er een koudebrug onderbreking toegepast tussen het glas en wordt het glas in een rubber gemonteerd. Bij de goot wordt een pvc deksel toegepast.

Ad 4:

Er is gekozen voor een standaard breedkapkas met een kapbreedte van 12,80 m. Aangezien er nog geen complete systemen zijn ingevoerd in de profielendatabase is het een "referentie breedkapkas" met profielen van verschillende leveranciers. Er zijn alternatieven opgenomen met glasomhulling en kunststof PMMA dek en gevel, met en zonder energiescherm. Opgemerkt wordt dat n.a.v. Energie III de markt nog een optimalisatieslag kan uitvoeren met de breedkapkas.

### 7.3 Bepaling rentabiliteit

Teneinde van de Energie-Indicatoren van een energie besparende optie te komen tot een rentabiliteit wordt de volgende methode gehanteerd:

- 1 Van de energie besparende optie worden de relevante Energie-Indicatoren bepaald, dit zijn meestal de lichtonderschepping en de U-waarde.
- 2 Vervolgens wordt de U-waarde omgerekend naar een gasbesparingspotentieel. Hiervoor wordt een apart berekeningsprogramma gebruikt, zie paragraaf 7.4.
- 3 In de tabel in paragraaf 7.5 worden tenslotte de parameters weergegeven waarmee de tuinder de rentabiliteit kan bepalen.

### 7.4 Uitgangspunten berekeningsprogramma gasverbruik

Ludvig Svensson BV heeft een programma ontwikkeld waarin de stookbehoefte van een kas met en zonder scherm kan worden bepaald. Deze stookbehoefte wordt

uitgedrukt in m<sup>3</sup>/ha/uur. Omdat met het programma beoogd wordt een vergelijking te maken tussen verschillende schermdoeken is gekozen voor een vaste teelt (komkommer) en een vaste kasgeometrie (de lichtdoorlatendheid en U-waarde). TNO Bouw heeft het programma uitgebreid met variabele U-waarde en lichtdoorlatendheid om verschillende energiebesparende opties te kunnen vergelijken. Het programma houdt in de uitgebreide vorm rekening met de volgende aspecten:

- Binnenklimaat
- Buitenklimaat
- U-waarde kas
- Lichtdoorlatendheid kas
- Ketelrendement
- Schermregime
- Gewasomvang

Het programma houdt geen rekening met:

- Oriëntatie kas
- Vochtregelingen op het scherm en luchtraam
- Schermkieren
- Condensatie
- Stoken voor CO<sub>2</sub> in de zomer

De basis van het programma is het bepalen van de stookbehoefte. Deze wordt bepaald door:

$$\text{stookbehoefte} = \text{warmteverlies} + \text{warmtevraag} - \text{warmte-instraling}$$

Het warmteverlies wordt bepaald door het temperatuurverschil tussen de kas en zijn omgeving. Het verlies wordt berekend door het temperatuurverschil te vermenigvuldigen met de U-waarde van de kas. Het temperatuurverschil hangt af van het stookregime en het klimaat buiten de kas. Het stookregime wordt ingevoerd door de gebruiker en wordt vastgelegd door de gewenste nacht- en dagtemperatuur in te voeren en het tijdstip waarop van nacht- op dagtemperatuur wordt overgegaan. Stookverhogingen bij lage instraling zijn eveneens opgenomen. Het temperatuurverloop van het buitenklimaat over de dag wordt bepaald met de gemiddelde minimum- en maximumtemperatuur per maand [3]. Uitgaande van een minimum temperatuur bij zonsopgang en een maximum temperatuur om 16:00 kan een curve geformeerd worden die het temperatuurverloop over de dag representeert. Voor elke dag van de maand is hetzelfde temperatuurverloop aangehouden.

De warmtevraag ontstaat door verdamping. De verdamping hangt af van de instraling in de kas, het soort gewas en het groeistadium. Voor een volgroeide komkommerplant is een lineaire relatie af te leiden tussen verdamping en instraling. De gegevens hiervoor zijn afkomstig van proefstation Naaldwijk.

De straling van de zon zorgt voor een warmte-instraling die de stookbehoefte reduceert. De instraling is bepaald met behulp van de klimaatgegevens. Met behulp van een lichtintensiteitsfactor, die bepaald wat de gemiddelde lichtinval over een jaar is, en de lichtdoorlatendheid van het schermdoek, gemeten door de fabrikant, wordt de instraling in de kas berekend. De gegevens over de lichtintensiteit zijn afkomstig van het proefstation Naaldwijk. Het scherm wordt dichtgetrokken als een (opgegeven) buitentemperatuur bereikt is. Het is ook mogelijk om bij extreme koude buiten, ook overdag het scherm dicht te trekken.

Het programma gaat uit van een gemiddeld jaar en maakt geen onderscheid in dagen in een maand. Elke dag in een maand is daardoor hetzelfde. Extreme dagen kunnen ingevoerd worden door de lichtintensiteit te verlagen of te verhogen. Het invoeren van een ander gewas is moeilijker. De gebruiker kan de verdamping van een plant ten opzichte van een volgroeide plant invoeren. Door de verdamping van een willekeurig gewas te relateren aan de komkommerplant is een nieuw percentage verdamping in te voeren. Een andere mogelijkheid is om de relatie tussen instraling en verdamping voor het andere gewas af te leiden en op te nemen in het programma.

## 7.5 Resultaten rentabiliteitsberekeningen

In onderstaande tabel staan de parameters waarmee de rentabiliteit van de energie besparende opties kan worden bepaald. Van de opties is het verschil in lichtonderschepping met de referentiekas weergegeven, waarmee de tuinder een inschatting kan maken van het effect op de productie. Daarnaast wordt het effect op het gasverbruik weergegeven. Hierbij wordt eveneens een verschil weergegeven met de referentie. De rentabiliteitsberekeningen zijn opgenomen in bijlage D.

Bij de U-waarde berekening wordt behalve convectie ook rekening gehouden met straling, hierdoor is er meer warmteverlies en loopt de U-waarde verder op. Hierdoor wordt ook het verschil bepaald tussen dek en gevel. Als je alleen convectie beschouwt isoleert een gevel minder goed, vanwege de opstijgende lucht langs de gevel. Door ook straling mee te nemen scoort de gevel per saldo beter dan het dek, omdat de gevel slechts een halve koude hemelkoepel “ziet”. Voor de U-waarde berekening worden de standaard condities uit NEN 2697 gehanteerd met een buitentemperatuur van 4 graden en een stralingstemperatuur van  $-1$  graad Celsius.

Tabel 7.1 Parameters rentabiliteit **Komkommer**

nr	Optie	LO <sup>1</sup> [%]	U <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> / K]	Gasverbruik [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar]	Lichtverlies [%]	Gas besparing [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar]
0	Referentiekas Venlo	26,2	7,42	59,8	-	-
1a	Schermbly polyester	27,4	4,50	48,8	1,2	11,0
1b	Verduisteringscherm Alu/zwart	28,3	2,86	43,2	2,1	16,6
1c	Halfverduistering alu / polyester	27,8	3,80	46,5	1,6	13,3
1d	PE scherm	27,3	4,78	49,9	1,1	9,9
2	PMMA dek en gevel	36,4	3,61	29,3	10,2	30,5
3a	Geïsoleerde goot	26,2	7,31	58,8	0	1,0
3b	Geïsoleerde roede	26,2	7,40	59,6	0	0,2
3c	Geïsoleerde goot en roede	26,2	7,28	58,5	0	1,3
4a	Breedkap 12,8m glas zonder scherm	31,3	7,34	60,4	5,1	-0,6
4b	Breedkap 12,8m glas met polyester scherm	32,1	3,90	47,4	5,9	12,4
4c	Breedkap 12,8 m PMMA zonder scherm	40,0	3,63	29,9	13,8	29,9
4d	Breedkap 12,8 m PMMA met polyester scherm	40,8	2,74	26,8	14,6	33,0

Toelichting:

1. LO = Lichtonderschepping bepaald met de IDT methode (Excel Lichtapplicatie), voor PMMA is van een eerdere versie gebruik gemaakt.
2. U = U-waarde bepaald met de IDT methode (Mathcad U-waarde applicatie)

## 7.6 Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat een scherm de meeste energie bespaart en het minste lichtverlies oplevert. Een beter isolerend dek zoals PMMA platen, levert een hogere energiebesparing op, maar leidt ook tot meer lichtverlies. Het isoleren van profielen in een kas met glasdek is weinig zinvol met het oog op energiebesparing. Een breedkap kas verbruikt zonder scherm evenveel energie als de Venlo kas. Als er echter een scherm wordt aangebracht, dan komt dit type wat gunstiger uit de hoek. Het lichtverlies bij het toepassen van een scherm is laag, omdat een rolscherm goed geïntegreerd kan worden in de gordingen. Nadeel is wel dat een breedkap zelf al wat minder licht doorlaat. Met behulp van de ontwikkelde lichtapplicatie voor breedkap kassen kan dit effect wellicht teniet worden gedaan. Het toepassen van een PMMA dek heeft een grotere besparing tot gevolg en meer lichtverlies. Een combinatie van scherm met geïsoleerd dek is vanuit energieoogpunt het beste, maar het lichtverlies is aanzienlijk.

## 8 Implementatie in Groen Label Kas systematiek

### 8.1 Inleiding

De systematiek voor het Groen Label Kas certificaat (GLK) kent punten toe aan bepaalde energiezuinige opties in de kas. Hieronder vallen extra smalle goten, alternatieve omhullingsmaterialen, toepassing WKK, etc.

Een koppeling tussen de GLK systematiek en de Energie-Indicatoren (EI) is om de volgende redenen gewenst:

- GLK gebruikt een globale methode om de lichtonderschepping van profielen (bijv de goot) te bepalen. EI verrekent effecten van reflectie en beschaduwning. Hierdoor zijn de EI waarden nauwkeuriger dan de GLK waarden. In de praktijk ontstaat hierdoor onduidelijkheid.
- Koppeling tussen EI en GLK betekent een vereenvoudiging voor de gebruiker, immers bij de berekening met CASTA/Kassenbouw volgen de GLK punten automatisch in de uitvoer.
- Door koppeling zal de positie van beide methoden verbeteren, door verwijzing en afstemming.
- De GLK systematiek kent momenteel nog geen puntentoekenning op basis van een U-waarde berekening. Dit kan ook overgenomen worden d.m.v. koppeling met de Mathcad applicatie U-waarde.
- Door koppeling met de GLK zal er een continue vraag van tuinders om Energie-Indicatoren op gang komen, hierdoor blijft het onderwerp actueel.

### 8.2 Achtergrond

#### 8.2.1 Licht

In de huidige Groen Label Kas wordt de ‘halve-omtrek-methode’ gebruikt om de lichtonderschepping van de goot te bepalen. Een vergelijking van goten op basis van deze methode sluit niet aan op de praktijk, aangezien er geen rekening wordt gehouden met de reflectie van het materiaal (aluminium, witte coating) en de vorm van de goot. Het toepassen van de ‘halve-omtrek-methode’ leidt derhalve tot een verkeerde productontwikkeling. Verder wordt enkel naar de goot gekeken, en niet naar het kasdek als geheel. In tabel 8.1 en tabel 8.2 zijn enkele oriënterende IDT lichtberekeningen weergegeven van diverse kastypen, op basis van een fictieve profielset van diverse leveranciers.

Er zijn aparte berekeningen gemaakt voor venlo kassen (tabel 8.1) en breedkap kassen (tabel 8.2). De ontwikkeling van deze twee kassen is anders verlopen. De venlokas is sterk ontwikkeld op zo min mogelijke lichtonderschepping. De breedkapkas is op dit vlak veel minder ver doorontwikkeld.

Tabel 8.1 Indicatieve lichtberekeningen Venlo dek

<b>Venlo dek</b>						
kasdekprofielen: diverse leveranciers						
kolomhoogte 5 m						
tweeruits luchting 1200 mm diep						
aluminium goot						
dekhelling 21 graden						
Kapmaat [mm]	Vakmaat [mm]	Ruitbreedte [mm]	Gootbreedte [mm]	Roedeafmetingen b x h	[mm]	LO dek <sup>1</sup> [%]
3200	4500	1125	105	23 x 41		25,5
3200	4500	1125	140	23 x 41		26,3
4000	4500	1125	105	23 x 41		24,4
4000	4500	1125	140	23 x 41		25,0
4000	5000	1250	105	23 x 41		24,1
4000	5000	1250	140	23 x 41		24,7
4000	5000	1667 <sup>2</sup>	105	23 x 45		23,1
4000	5000	1667 <sup>2</sup>	140	23 x 45		23,7
4800	4500	1125	105	23 x 41		23,6
4800	4500	1125	140	23 x 41		24,2

Toelichting:

1. Lichtonderschepping volgens IDT 2004 methode
2. Eenruits luchting

Voor het bepalen van de basiseis kan gesteld worden dat een kas met een kapmaat van 3,2 meter niet meer aan de huidige moderne maatstaven voldoet. Op basis hiervan zou gekozen kunnen worden voor een lichtdoorlatendheid van 75% als basiseis.

Tabel 8.2 Indicatieve lichtberekeningen Breedkap dek

<b>Breedkap dek</b>						
kasdekprofielen: diverse leveranciers						
inclusief gording 100x40 mm ivm beschaduwings stapelprofiel en gording						
kolomhoogte 5 m						
tweezijdig doorlopend lucht 1700 mm diep						
aluminium smalle goot, stalen brede goot						
dekhelling 25 graden						
Kapmaat [mm]	Vakmaat [mm]	Ruitbreedte [mm]	Gootbreedte [mm]	Roedeafmetingen b x h	[mm]	LO dek <sup>1</sup> [%]
6400	4500	1125	136	35 x 40		29,9
6400	4500	1125	178	35 x 40		30,4
9600	4500	1125	136	35 x 40		28,9
9600	4500	1125	178	35 x 40		29,2
12800	4500	1125	136	35 x 40		28,4
12800	4500	1125	178	35 x 40		28,6

Toelichting:

1. Lichtonderschepping volgens IDT 2004 methode

Als opmerking dient geplaatst dat bij de berekening de gording is meegenomen. Deze kan of bij het dek of bij de onderbouw worden gerekend. Om de ontwikkeling zo veel mogelijk te stimuleren is de gording meegenomen bij de lichtonderscheppings-

berekening. Voor het bepalen van de basiseis kan gesteld worden dat een moderne breedkapkas 12,8 meter kapmaat heeft. Alle ontwikkelingen zijn hierop gebaseerd. Als de basiseis op 71% wordt gesteld, vallen de kleinere kapmaten af, behalve een kleinere kapmaat met breder glas en smalle(re) goot.

### 8.2.2 *U-waarde*

Momenteel worden aan bepaalde energiebesparende opties voor het kasdek punten toegekend. Hierbij zijn vaste combinaties gedefinieerd zoals enkel scherm, gecoat glas, gecoat glas met enkel scherm, etc. Op deze manier zijn de meest voorkomende situaties benoemd, resulterend in een lijst met mogelijkheden en bijbehorend puntenaantal. Er zijn echter twee bezwaren aan deze methode:

- 1 Het is een middel voorschrift, dat wil zeggen dat nieuw innovatieve oplossingen niet beloond worden in de puntentelling, net zo min als niet voorkomende combinaties.
- 2 Er wordt geen onderscheid gemaakt in de diverse fabrikaten van de energiebesparende opties. Zo hebben eerdere metingen en berekeningen aangetoond dat er grote verschillen zitten in de U-waarde van verschillende typen kunststof kanaalplaten en schermdoeken. Ook dit wordt niet beloond in de systematiek.

In tabel 8.3 zijn indicatieve U-waarde berekeningen weergegeven van enkele combinaties van omhullingsmateriaal en scherming, gebruik makend van een profielset van diverse leveranciers.



Tabel 8.3 Indicatie U-waarden voor complete kasdekken

<b>Venlo kas</b>			
kasafmeting 200 x180 m met 4,0 meter kap en 4,5 meter vakmaat			
kolomhoogte 5 m en dekhelling 21 graden			
tweeruits luchting 1200 mm diep			
kasdekprofielen: diverse leveranciers			
		Standaard gevel	Gevel identiek aan dek
GLK Artikel	Omschrijving	U-waarde kas [m <sup>2</sup> KW] <sup>1,2</sup>	U-waarde kas [m <sup>2</sup> KW] <sup>1,2</sup>
	Referentiekas met enkel glas zonder scherm	7,42	7,42
4,14	Kasdek voorzien van isolerend gecoat glas	6,38	6,32
4,15	Kasdek voorzien van enkel scherm	4,50	4,30
4,16	kasdek voorzien van dubbelwandige niet flexibele kunststof plaat of dubbel glas	3,88	3,61
4,17	kasdek voorzien van isolerend gecoat glas met dekscherm	4,19	3,96
4,18	dubbel dekscherm	ntb <sup>4</sup>	ntb
4,19	kasdek voorzien van dubbelwandige niet flexibele kunststof plaat of dubbel glas met enkel dekscherm	3,22	2,90
4,20	kasdek voorzien van dubbelwandige niet flexibele kunststof plaat of dubbel glas met dubbel dekscherm	ntb	ntb
4,21	Gevel voorzien van isolerend gecoat glas, enkel scherm, dubbel glas, dubbel beglaasd of dubbelwandige niet flexibele plaat	zie kolom 'Gevel identiek aan dek'	

Toelichting:

1. Volgens IDT 2004 methode
2. De U-waarden zijn bepaald als gewogen gemiddelde van het aantal m<sup>2</sup> kasdek en gevel. De eerste kolom is een standaard glasgevel, de tweede kolom betreft een gevel van hetzelfde materiaal als het dek.
3. Lichte stookteelt
4. ntb = niet te bepalen met het huidige U-waarde programma

Scherming levert een probleem op bij de doorrekening, omdat de IDT-methode uitgaat van een statische situatie op basis van NEN-normen. Het toepassen van dubbele of drievoudige schermen is niet door te rekenen.

### 8.3 Implementatievoorstel

In eerste instantie is een voorstel ingediend bij Milieukeur om het artikel over de goten te vervangen door een gewijzigd artikel waarin de IDT methode wordt gehanteerd. Naar aanleiding van overleg in de begeleidingscommissie is echter vastgesteld dat er behoefte is aan opname van het gehele kasdek in de methode, mits dit de aanvraagprocedure niet bemoeilijkt. Aangezien de IDT lichtberekeningen door de toeleveranciers van de kasdekken kunnen worden gemaakt, betekent deze werkwijze een vereenvoudiging van de aanvraagprocedure. Vanuit Milieukeur bestaat er ook de wens om de U-waarde berekening mee te nemen in de GLK systematiek. Ook hiervoor is de bestaande rekenmethodiek aangedragen. Hieronder zijn de betreffende artikelen weergegeven.

### 8.3.1 *Lichtonderschepping*

Door toepassing van grotere glasmaten in het dek, lichtere profielen, andere constructies en mogelijk andere voorzieningen is de lichtdoorlatendheid van de kas te verbeteren. Meer lichtopbrengst levert meer productie per m<sup>2</sup> en derhalve een energiebesparing per eenheid product. Het is mogelijk lichtwinst te behalen door middel van toepassing van lichtere (kleinere) de kroeden en goten, en andere mogelijke opties. Tot nu toe werd alleen de goot als onderdeel beoordeeld als basiseis, onafhankelijk van hoeveel lichtwinst werd behaald met de overige onderdelen van het dek. Het is mogelijk via de berekeningsmethode van TNO (IDT 2004) nauwkeurig vast te stellen hoeveel de lichttransmissie van het totale dek bedraagt (zie literatuur TNO). Bij het ontwikkelen en verder implementeren van de IDT-berekeningsmethode is gebleken, dat de onderschepping van het licht door de goot, berekend volgens de halve omtrek-methode niet toereikend is; immers de lichtreflectie, die een aanzienlijke rol speelt bij het bepalen van de totale lichtdoorlatendheid, werd geheel buiten beschouwing gelaten.

Iedere systeemleverancier (= circa 6 of 7 stuks) laat via tekeningen van zijn (diverse) systemen de constructiewaarde vaststellen (via TNO). Door invoering van deze systemen in het berekeningsprogramma IDT 2004 is eenvoudig vast te stellen hoeveel de lichttransmissie van het dek bedraagt. Het eerste jaar zal TNO deze “invoeren” in het berekeningsprogramma en een lijst opstellen die geraadpleegd kan worden. Bij “verdachte” afwijkingen in de praktijk kunnen via steekproeven (door TNO) controles worden uitgevoerd. En –indien tekening(en) van het profiel voorhanden zijn – kunnen de concurrenten, die ook met IDT 2004 werken elkaar controleren (= sociale concurrerende controle). In offerte en realisatie moet het dek voldoen aan de beschrijving die is geleverd bij berekening van de IDT-waarde. Door het vaststellen van een basiseis voor lichtdoorlatendheid, worden energiebesparende dekken die minder lichtdoorlatend zijn niet toegelaten. Dit is ongewenst. Daardoor kunnen dekken die onvoldoende lichtdoorlatend zijn, maar wel energie besparen worden uitgezonderd.

#### **Voorstel aanpassing basiseisen**

- Titel aanpassen naar “Lichtdoorlatendheid dekconstructie”.
- Lichtdoorlatendheid venlodek volgens IDT-methode bij venlokassen minimaal 75%
- Lichtdoorlatendheid breedkapdek volgens IDT-methode bij breedkapkassen minimaal 71% inclusief gording.
- Zorgen voor afspraken met TNO over het berekenen van de IDT waarden.
- Zorgen voor afspraken over het verspreiden van de lijst met eigenschappen van dekken.
- Uitzondering voor energiebesparende dekken die minstens 5% energie besparen (exclusief scherming).

In tabel 8.4 zijn de definitieve basiseisen voor de lichtonderschepping volgens de GLK criteria 2005 opgenomen.

Tabel 8.4 Basiseisen lichtonderschepping GLK criteria 2005

<b>Schema basiseisen</b>					
<b>Zwaar</b>	<b>Licht</b>	<b>Eis</b>	<b>Actie bij controle voorlopig certificaat</b>	<b>Actie bij controle oplevering</b>	<b>Actie bij periodieke controle</b>
1.2	2.2	<p>Lichtdoorlatendheid complete dek gemeten volgens IDT 2004 methode ontwikkeld door TNO.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voor Venlo kassen minimaal 75,0 %</li> <li>- Voor Breedkap kassen (inclusief gording) minimaal 71,0 %</li> </ul> <p>Kasdekken die zonder scherming 5% verbetering van de U-waarde kunnen scoren ten opzichte van de referentie (volgens IDT methode, bijlage 7), zijn vrijgesteld van deze basiseis.</p>	In de aanbidding controleren of de eisen daarin zijn verwerkt. Uit de aanbidding moet blijken dat gegevens over lichtdoorlatendheid zijn gebaseerd op IDT-berekening.	Controleren of wordt voldaan aan de eisen.	<p>Minimaal in jaar 3, 6 en 9</p> <p>Controleren of nog wordt voldaan aan de eisen.</p>

**Voorstel nieuwe keuzemaatregel: Hogere lichttoetreding in de kas**

Voor verklaring, zie basiseis 1.2 / 2.2

Een hogere lichtdoorlatendheid van het dek geeft een hogere productie en een hogere zonbenutting. Dit verlaagt het aandeel primaire energie. Een verbetering van de lichtdoorlatendheid van dek kan gestaffeld gestimuleerd worden in twee stappen. Dit is een verbetering van minimaal 1% of een verbetering van minimaal 2%. Dit is gelijk voor zowel venlo als breedkap.

De tabel bij de basiseis laat voor de venlokas zien dat een verbetering van 1% goed haalbaar is. Voor een verbetering van 2% moet meer gebeuren. Voor de breedkapkas is een verbetering van 1% ook haalbaar. Een verbetering van 2% is alleen haalbaar bij voldoende ontwikkeling. Dit moet dan ook een stimulans zijn om de breedkapkas verder te ontwikkelen m.b.t. lichtdoorlatendheid.

Met dezelfde hoeveelheid energie wordt 1 % lichtwinst omgezet in 1 % productie; dit draagt dus aanzienlijk bij aan energie-efficiëntieverbetering. Overige verbeteringen, die alleen leiden tot beter benutting van de energie zonder productieverhoging worden met 1 punt op 1% energiebesparing gewaardeerd. De lichtwinst die verder gevraagd wordt is behoorlijk zwaar. Te zien is dat niet snel aan de maximale punten zal worden toegekomen (tabel lichtdoorlatendheid bij basiseis). Om dit toch te stimuleren wordt een verhoging van de punten in vergelijking met de voorgaande jaren voorgesteld.

**Voorstel**

Verlaging van de lichtonderschepping van totale dek met minimaal 1 % ; 2 punten.

Verlaging van de lichtonderschepping van totale dek met minimaal 2 % ; 4 punten.

In tabel 8.5 is de definitieve keuzemaatregel opgenomen volgens de GLK criteria 2005.

Tabel 8.5 Keuzemaatregel lichtonderschepping GLK criteria 2005

<b>Schema Keuzemaatregel</b>						
<b>Zwaar</b>	<b>Licht</b>	<b>Eis</b>	<b>Actie bij controle voorlopig certificaat</b>	<b>Actie bij controle oplevering</b>	<b>Actie bij periodieke controle</b>	<b>Punten</b>
3.11	4.13	<p>Extra lichtdoorlatendheid dek boven de minimale eis van 1.2 en 2.2 gemeten volgens IDT2004 methode ontwikkeld door TNO.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij Venlo kassen minimaal 75,0 %.</li> <li>• Voor Breedkap kassen (inclusief gording) minimaal 71,0 %.</li> </ul>	<p>In de aanbieding controleren of de eisen daarin zijn verwerkt Dit dient te worden aangetoond middels een IDT-berekening.</p>	<p>Controle of aan de eisen wordt voldaan.</p>	<p>Idem als bij oplevering Minimaal in jaar 3, 6 en 9</p>	<p><b>2 punten per % extra lichtdoorlatendheid tot max. 4 punten</b></p> <p>respectievelijk 72,0 tot 73,0%, 76,0 tot 77,0% 2 punten en 73,0 tot 74,0%, 77,0 tot 78,0% 4 punten</p>

### 8.3.2 *U-waarde*

Het is mogelijk energie te besparen door middel van toepassing van dubbelwandige dek- en gevelplaten, dubbelwandige goten, dan wel afgestripte goten en andere mogelijke opties.

Tot nu toe werden dek- en gevelisolatiematerialen als één keuzemaatregel beoordeeld, onafhankelijk van hoeveel energie werd bespaard. Een dubbelwandige plaat van 10 mm werd met hetzelfde aantal punten beoordeeld als een driedubbele plaat van bijv. 16 mm. Het is mogelijk via de berekeningsmethode van TNO (IDT 2004) nauwkeurig vast te stellen hoeveel de U-waarde van de totale kas bedraagt (zie bijlage TNO). Dit is goed te beoordelen voor toepassingen die continu in de kas aanwezig zijn in dezelfde status. Dit geldt voor afstripping, coating, dubbele beglazing etc. voor zowel dek als gevel. Scherming is afhankelijk van het verbruik en laat zich moeilijker in een stationaire berekening vatten.

#### **Voorstel aanpassing keuzemaatregel**

Het voorstel is de nummer 3.13 t/m 3.25 en 4.14 t/m 4.19 te vervangen voor het volgende:

Puntenaantal wordt bepaald door de relatieve verbetering in % ten opzichte van een zelfde kas met normaal glas (ongestript). Ook de gevel wordt meegenomen in de berekening. De berekening wordt gedaan met behulp van de IDT methode door TNO ontwikkeld en bepaald de U-waarde van de kas. De puntenverdeling voor de verschillende gewasgroepen is gebaseerd op het huidige GLK-schema:

- Zware stook: per 3% verbetering van de U-waarde 1 punt
- Lichte stook: per 2% verbetering van de U-waarde 1 punt
- Zware stook 13 punten aftrek ter compensatie van verplicht enkelscherm
- Bij toepassing van 1 extra scherm, lichte stook 3 punten, zware stook 4 punten
- Bij toepassing van 2 extra schermen, lichte stook 6 punten, zware stook 8 punten

Afronding van het puntenaantal naar het eerste bovenliggende gehele cijfer.

De puntenwaardering voor het tweede scherm wordt behoorlijk ingekrompen. Daarentegen wordt de waardering voor het eerste scherm verhoogd.

Twee schermen op 1 dradenbed met onafhankelijke sturing worden gezien als gelijk aan 1 scherm, waarbij het scherm met de beste energiebesparingswaarde kan worden gebruikt in de berekening. De schermen kunnen namelijk nooit beiden gesloten zijn. Doordat er twee schermen zijn in plaats van één is het wel waarschijnlijk dat het aantal schermuren hoger wordt. Hier wordt nu geen onderscheid voor gemaakt. Dit maakt de bepaling nog verder ingewikkeld.

De specifieke eisen voor tomaat vervallen en tomaat kan onder zware stook worden geschaard. Door de liberalisering van de energiemarkt wordt het scherm in de tomatenteelt al behoorlijk gestimuleerd.

De definitieve keuzemaatregel voor de GLK criteria 2005 is opgenomen in tabel 8.6. Afronding van het puntenaantal op gehele cijfers (criterium: 0,5 punt of meer is afgerond 1 punt; zie bijlage 7 van GLK criteria).

Tabel 8.6 Keuzemaatregel U-waarde GLK criteria 2005

<b>Schema Keuzemaatregel</b>						
<b>Zwaar</b>	<b>Licht</b>	<b>Eis</b>	<b>Actie bij controle voorlopig certificaat</b>	<b>Actie bij controle oplevering</b>	<b>Actie bij periodieke controle</b>	<b>Punten</b>
3.13	4.15	<p>Verbetering van de U-waarde van de complete kas gemeten volgens IDT2004 methode ontwikkeld door TNO of erkend gelijkwaardige methode.</p> <p>Referentie U-waarde (=Ur-waarde)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Venlokas 7,42 W/m<sup>2</sup>K</li> <li>• Breedkas 7,33 W/m<sup>2</sup>K</li> </ul> <p>Voor zware stook dient vanwege de extra basiseis aan de dekken een standaard correctie (standaard eerste binnenscherm) toegepast te worden. Een tweede en een derde scherm levert (cumulatief) extra punten op. Voor berekening zie bijlage 7.</p>	<p>Controle of aan de eisen kan worden voldaan. Aandachtspunten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IDT-berekening.</li> <li>• Schermtype</li> </ul>	<p>Controle of aan de eisen wordt voldaan. Aandachtspunten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IDT-berekening</li> <li>• Schermtype</li> </ul>	<p>Minimaal in jaar 3, 6 en 9 Idem als bij oplevering</p>	<p>Zie bijlage 7</p> <p>Bij 3.13 1 punt per 3% verbetering U-waarde 2e scherm 4 punten, 3e scherm 4 punten verhoging van de berekende punten (cumuleerbaar)</p> <p>Bij 4.15 1 punt per 2% verbetering U-waarde 2e scherm 3 punten, 3e scherm 3 punten verhoging van de berekende punten (cumuleerbaar)</p>

## 9 Kennisoverdracht

### 9.1 Inleiding

Een belangrijke factor bij het introduceren van nieuwe rekenmethodieken voor Energiebesparing in kassen is de kennisoverdracht. De (toekomstige) gebruikers van de rekenmethodieken worden in hun bedrijfsproces belast met een extra taak, namelijk het bepalen van de Energie-Indicatoren van kassen. De gebruikers van de rekenmethodieken bestaan voornamelijk uit kassenbouwers, systeemleveranciers en adviseurs. De volgende factoren zijn van belang voor toepassing van de rekenmethodieken in de praktijk:

- Een gebruiksvriendelijke rekenmethodiek, snel resultaat
- Kennisoverdracht, voor waardevolle resultaten
- Vraag genereren door tuinders te stimuleren om te vragen naar resultaten

Door de rekenmethodieken te leveren met gevulde profielendatabases wordt tegemoet gekomen aan punt 1 en 2. Door de koppeling met de GLK systematiek wordt punt 3 ingevuld. In het kader van kennisoverdracht zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

### 9.2 Kennissysteem CASTA/Kassenbouw

Het kennissysteem binnen het programma CASTA/Kassenbouw is bijgewerkt met de nieuwe inzichten uit het project. Het programma CASTA/Kassenbouw heeft een grote gebruikersgroep van circa 50 bedrijven, waardoor deze manier van kennisoverdracht breder is dan enkel te richten op de bedrijven die de methodieken zelf gebruiken.

### 9.3 Training systeemleveranciers

Door middel van training on the job wordt uitleg van de rekenmethodieken gecombineerd met het doorrekenen van nieuwe producten en systemen. In het kader van het project Energie III zijn de volgende sessies gehouden:

- Training Boal Systemen BV, m.b.t. bepaling lichtgetallen van kasdeksystemen (voorjaar 2003)
- Training Maurice Kassenbouw BV, m.b.t. bepaling lichtgetallen van kassen van het ZON type (kas van de toekomst principe) (zomer 2003)
- Training Ferral Systems BV, m.b.t. bepaling lichtgetallen van kasdeksystemen (najaar 2003)
- Training Dalsem Tuinbouwprojecten BV, m.b.t. bepaling lichtgetallen van kasdeksystemen (voorjaar 2004)
- Training Alkupro Aluminium / Kunststof Prod. BV, m.b.t. bepaling lichtgetallen van kasdeksystemen en U-waarde berekeningen van volledige kassystemen (begin 2005)
- Training Prins Dokkum BV, m.b.t. bepaling lichtgetallen van kasdeksystemen en U-waarde berekeningen van volledige kassystemen (begin 2005)

### 9.4 Publicaties m.b.t. Energie III

Om de vraag om Energie-Indicatoren vanuit de tuinder op gang te brengen worden de volgende artikelen gepland in de vakbladen Groenten en Fruit en Bloemisterij:

- Artikel over de IDT lichtberekeningsmethode



- Artikel over de geïsoleerde profielen
- Artikel over insectengaas
- Artikel over rentabiliteit

### 9.5 Workshop 3 juni 2004

Teneinde de gebruikers van de nieuwe rekenmethodieken te laten kennis maken met de mogelijkheden voor het optimaliseren op energiegebruik is er een afsluitende workshop gehouden op 3 juni bij TNO Bouw. Tijdens de workshop zijn systeemleveranciers en bouwers van breedkapkassen uitgenodigd om enkele optimalisaties uit te voeren met de nieuwe software. Op deze manier leert men enerzijds omgaan met de software en anderzijds leert men van elkaar over Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen. Er is een apart rapport verschenen waarin de resultaten van de workshop zijn opgenomen. In bijlage F is de uitnodigingsbrief voor de workshop opgenomen. De workshop kende het volgende programma:

#### **Programma**

De workshop werd gehouden op donderdagmiddag 3 juni 2004. Het programma was als volgt:

13:00 Ontvangst met koffie  
13:15 Presentatie resultaten Energie III  
13:35 Uitleg mogelijkheden programmatuur  
14:15 Pauze  
14:30 Case study  
15:45 Overdracht energie-indicatoren naar tuinders  
16:00 Discussie  
16:30 Borrel

### 9.6 Overzicht rekentools

De volgende rekentools zijn in het kader van Energie III ontwikkeld en of aangepast:

- Excel applicatie Lichtonderschepping Venlo
- Excel applicatie Lichtonderschepping Breedkap
- Excel applicatie Lichtonderschepping Zon kas
- Mathcad applicatie U-waarde, incl breedkap, scherming en geïsoleerde profielen
- CASTA/Kassenbouw, module ventilatieopening

### 9.7 Flyer

Een belangrijk onderdeel van de kennisoverdracht is de flyer voor de tuinder. In deze flyer wordt duidelijk gemaakt welke berekeningen de tuinder kan opvragen en wat hij hiermee kan. De flyer is in bijlage H opgenomen.

## 10 Conclusies en aanbevelingen

### 10.1 Eenduidige input parameters

- De reflectiecoëfficiënt van aluminium loopt door het verweringsproces iets terug, echter niet dusdanig veel dat met een aangepaste coëfficiënt gerekend hoeft te worden. Vervuiling heeft een groter effect, niet alleen op aluminium maar ook op glas.
- Toepassing van de nieuw afgeleide relatie in de 2004 versie van de IDT methode biedt de mogelijkheid meerdere omhullingsmaterialen met elkaar te vergelijken.
- Uitgaande van diffuus licht geldt dat naarmate de dekhelling toeneemt er meer licht in de kas valt. Het verschil bij dekhellingen tussen de 0 en 45 graden is echter minder groot dan in 1968 door Stoffers bepaald. Dit heeft onder andere te maken met de keuze voor een CIE overcast sky waar een verdeling voor het diffuse licht in zit, waarbij de lichtintensiteit van verticale stralen drie maal zo groot is als de lichtintensiteit van horizontale stralen.

De huidige ontwikkelingen op het gebied van energie richten zich voornamelijk op het verbeteren van bestaande kasconcepten. De hier afgeleide meetmethode voor de lichttransmissie biedt de mogelijkheid om ook alternatieve kasvormen te beoordelen op het energieverbruik. Om in de toekomst grote energiebesparingen mogelijk te maken is het zoeken naar een ideale kasvorm welhaast onvermijdelijk. De methode kan in dit proces een goede ondersteuning zijn.

### 10.2 Scherming

De tuinder kan op met behulp van de MathCad applicatie U-waarde eenvoudig de U-waarde van verschillende kasvarianten, al dan niet met scherm, laten berekenen door de kassenbouwer / toeleverancier. In combinatie met rentabiliteitsberekeningen zoals uitgevoerd in hoofdstuk 7 is het mogelijk te bepalen welk scherm of omhullingsmateriaal leidt tot het laagste energieverbruik en wat de verschillen in besparing zijn. Samen met de lichtdoorlatendheid van de kasvarianten kan de tuinder dan een afgewogen keuze maken voor het toepassen van een bepaald soort schermdoek of kasomhullingsmateriaal.

### 10.3 Breedkapkassen

Met behulp van de Excel applicatie is de lichtonderschepping bepaald van de volgende breedkapkassen:

Tabel 10.1 Lichtonderschepping breedkapkas

Kastype <sup>1</sup>	Luchting	LO <sup>2</sup> dek [%]	LO <sup>2</sup> kas [%]
6,40 m Breedkap	1,20m tweezijdig lucht	28,9	32,0
9,60 m Breedkap	1,20m tweezijdig lucht	27,5	30,3
12,8 m Breedkap	1,20m tweezijdig lucht	26,8	29,8
2 x 3,20 m Venlo	1,0 m tweeruits lucht	25,1	27,9
2 x 4,80 m Venlo	1,2 m tweeruits lucht	23,2	26,3

Toelichting:

1. De gebruikte profielen en de berekeningen zijn opgenomen in bijlage A
2. LO = lichtonderschepping

Geconcludeerd kan worden dat de breedkapkas meer licht onderschept dan een vergelijkbare Venlo kas. Dit komt voornamelijk door de relatief kleine glasafmetingen in de breedkapkas en stapeling van diverse profielen. Naar aanleiding van de rekengereedschappen uit Energie I en II is bij de Venlo kas echter een spectaculaire verbetering uitgevoerd. De huidige Breedkap rekenmethodiek maakt het ook voor de bouwers van breedkapkassen mogelijk om een verbetering uit te voeren. Op basis van de eerste sommen met de lichtapplicatie (zie tabel 4.1) lijkt een verbetering tot het niveau van de Venlo kas mogelijk. Om dit niveau te bereiken zullen de verbeterpunten van een breedkapkas in kaart moeten worden gebracht. Tevens zal de markt bekend moeten raken met de applicatie en haar mogelijkheden.

Tabel 10.2 U-waarde breedkapkas

Kastype <sup>1</sup>	Luchting	U-waarde kas [W/m <sup>2</sup> K]	U-waarde kas met scherm <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> K]
6,40 m breedkap	1,20 m tweezijdig lucht	7,49	4,77
9,60 m breedkap	1,20 m tweezijdig lucht	7,39	4,60
12,80 m breedkap	1,20 m tweezijdig lucht	7,34	4,51
2 x 3,20 m Venlo	1,0 m tweeruits lucht	7,21	4,64
2 x 4,80 m Venlo	1,20 m tweeruits lucht	7,22	4,51

Toelichting:

1. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in bijlage B
2. Volledig polyester scherm

Op basis van de voorbeeldberekeningen kan geconcludeerd worden dat de breedkap een iets hogere U-waarde heeft dan de Venlo kas. Nadere beschouwing leert dat de U-waarden van de transparante delen van de dekken nagenoeg gelijk zijn. Als de profielen meegenomen worden, worden de verschillen groter. Bij een breedkap zijn per oppervlak

meer profielen aanwezig en hierdoor zal meer warmte-uitwisseling plaatsvinden. Hoe groter de overspanning hoe gunstiger de U-waarde van de breedkapkas wordt.

#### 10.4 Insectengaas

- Geconcludeerd kan worden dat de door TNO ontwikkelde testopstelling relatief eenvoudig verschillende insectengazen kan doormeten op luchtdoorlaat. Door het gaas toe te passen in de werkelijke verschijningsvorm is de test een goede representatie van de werkelijkheid.
- Het doorlaatpercentage van de 8 geteste gazen varieert tussen de 30,0 en 59,9%. Op basis van de gemeten percentages is het mogelijk de gazen onderling te vergelijken.
- Het is zeker niet zo dat een beperking van de doorlaat van luchtramen door insectengaas een evenredige verslechtering van het kasklimaat veroorzaakt. De huidige ervaringen omtrent een gering effect van toepassing van gazen op de kastemperatuur worden door onze simulatieberekeningen globaal onderschreven. Zelfs enig positief effect ten aanzien van de belasting (uitdroging) van planten bij warmte, vooral als de loeframen worden getemperd, lijkt te kunnen worden verklaard.
- Daar staat tegenover dat een toename van het schimmelrisico ten gevolge van de doorlaatbeperking is te verwachten. Ook op de arbeidsomstandigheden (het klimaat) wordt een duidelijk negatieve invloed verwacht.
- Optimalisatie van gazen is zeker mogelijk, waarbij naar een optimum hoek van het gaas kan worden gezocht, in combinatie met het gaastype (maaswijdte versus draaddikte)
- Een verdere optimalisatie is mogelijk door het gaas anders te vouwen.

#### 10.5 Geïsoleerde profielen

- Uit de resultaten blijkt dat kunststof afschermingen (afstrippen van profielen) beter presteren als men de extra kunststoflagen zodanig ontwerpt dat het contactvlak met het aluminium zo klein mogelijk wordt. De extra luchtlaag die op deze wijze ontstaat heeft een gunstig effect op de isolerende werking van het totale profiel. Opgemerkt wordt dat dit voordeel verdwijnt als de luchtkamer vol (condens)water komt te staan. Een goede detaillering is dus belangrijk.
- De berekeningen tonen verder aan dat een volledige koudebrugonderbreking (net zoals bij kozijnen in de utiliteitsbouw) een gunstiger effect hebben op de U-waarde en het temperatuurverloop over de goot.
- Bij de aluminium goten blijkt een kunststof deksel een behoorlijke reductie van de U-waarde op te leveren.
- Tenslotte blijkt dat een rubbertje ter plaatse van de glasoplegging ook gunstig is voor de U-waarde en temperatuurverloop over de goot. Bij de roede kan dit rubber geïntegreerd worden met de afstripping van de roede.

## 10.6 Jaarverbruik en rentabiliteit

In de onderstaande tabel staan de resultaten van de jaarverbruiksberekeningen weergegeven zoals besproken in hoofdstuk 7.

Tabel 10.3 Parameters rentabiliteit **Komkommer**

nr	Optie	LO <sup>1</sup> [%]	U <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> / K]	Gasverbruik [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar]	Lichtverlies [%]	Gas besparing [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar]
0	Referentiekas Venlo	26,2	7,42	59,8	-	-
1a	Schermbeschermer polyester	27,4	4,50	48,8	1,2	11,0
1b	Verduisteringsschermbeschermer Alu/zwart	28,3	2,86	43,2	2,1	16,6
1c	Halfverduistering alu / polyester	27,8	3,80	46,5	1,6	13,3
1d	PE scherm	27,3	4,78	49,9	1,1	9,9
2	PMMA dek en gevel	36,4	3,61	29,3	10,2	30,5
3a	Geïsoleerde goot	26,2	7,31	58,8	0	1,0
3b	Geïsoleerde roede	26,2	7,40	59,6	0	0,2
3c	Geïsoleerde goot en roede	26,2	7,28	58,5	0	1,3
4a	Breedkap 12,8m glas zonder scherm	31,3	7,34	60,4	5,1	-0,6
4b	Breedkap 12,8m glas met polyester scherm	32,1	3,90	47,4	5,9	12,4
4c	Breedkap 12,8 m PMMA zonder scherm	40,0	3,63	29,9	13,8	29,9
4d	Breedkap 12,8 m PMMA met polyester scherm	40,8	2,74	26,8	14,6	33,0

Toelichting:

1. LO = Lichtonderschepping bepaald met de IDT methode (Excel Lichtapplicatie), voor PMMA is van een eerdere versie gebruik gemaakt.
2. U = U-waarde bepaald met de IDT methode (Mathcad U-waarde applicatie)

Geconcludeerd kan worden dat een scherm de meeste energie bespaart en het minste lichtverlies oplevert. Een beter isolerend dek zoals PMMA platen, levert een hogere energiebesparing op, maar leidt ook tot meer lichtverlies. Het isoleren van profielen in een kas met glasdek is weinig zinvol met het oog op energiebesparing. Een breedkap kas verbruikt zonder scherm meer energie dan de Venlo kas. Als er echter een scherm wordt aangebracht, dan komt dit type weer wat gunstiger uit de hoek. Het lichtverlies bij het toepassen van een scherm is laag, omdat een rolschermbeschermer goed geïntegreerd kan worden in de gordingen. Nadeel is wel dat een breedkap zelf al wat minder licht doorlaat. De ontwikkelde lichtapplicatie voor breedkap kassen kan dit effect wellicht teniet doen. Het toepassen van een PMMA dek heeft een grotere besparing tot gevolg en meer lichtverlies. Een combinatie van scherm met geïsoleerd dek is vanuit energieoogpunt het beste, maar het lichtverlies is aanzienlijk.

### **10.7 Implementatie in Groen Label Kas systematiek**

TNO Bouw heeft aan de stichting Milieukeur voorgesteld om de berekeningsmethode voor de lichtonderschepping en de U-waarde van het kasdek op te nemen in de GLK systematiek, ter vervanging van het artikel over de lichtonderschepping van de goot. Door het voorgestelde plan van aanpak worden de volgende doelen bereikt:

- Grotere acceptatie van de vier Energie-Indicatoren
- Betere beoordeling in de GLK systematiek
- Minder onduidelijkheid in de markt door het naast elkaar bestaan van verschillende systemen.

## 11 Nader onderzoek

### 11.1 Optimaal kasdek

Met behulp van de ontwikkelde rekenmethode voor de bepaling van de lichtonderschepping van de omhulling kan de kasdekvorm geoptimaliseerd worden. Samen met het voorstel voor de uitbreiding van de lichtmeetmethode vormt dit het voorstel “optimaal kasdek”

### 11.2 Energie efficiënt ventileren

Naar aanleiding van de insectengaasproeven is het onderzoeksvoorstel energie efficiënt ventileren samengesteld teneinde het energieverbruik van de ventilatie te minimaliseren. Dit gebeurt door raamconstructies of ventilatievoorzieningen te ontwerpen die efficiënter vocht kunnen afvoeren uit de kas.

### 11.3 Keuze instrument voor de tuinder (Energie IV)

De in het kader van Energie III ontwikkelde rekentools zijn erg gericht op de kassenbouwer en toeleverancier, om de tuinder te kunnen voorzien van objectieve informatie over een bepaald kasconcept. Om de tuinder te motiveren om te kiezen voor een energetisch gunstig kasconcept ligt het echter meer voor de hand om een tool voor de tuinder op te stellen die aan de hand van enkele vragen een “top 5” van mogelijke kasconcepten genereert die optimaal lijken voor de tuinder. Deze top 5 kan de tuinder ondersteunen bij het maken van de keuze voor een kasconcept. Vanzelfsprekend dient dit naadloos aan te sluiten bij de huidige rekentools, zodat de kassenbouwers en toeleveranciers eenvoudig de Energie-Indicatoren kunnen bepalen van (een gedeelte van) de top 5.

### 11.4 Rentabiliteit (Energie IV)

De koppeling van de Energie-Indicatoren aan een rentabiliteitstool biedt tuinders mogelijkheden om ontwerpkeuzes te onderbouwen met een integrale uitspraak over de rentabiliteit van de energie besparingsoptie. Op basis van ervaringen met de huidige ontwerptools blijkt dat het voor de tuinder moeilijk is om de verschillende Energie-Indicatoren te combineren tot één eindoordeel, is het rendabel of niet. Door de inpassing van een rentabiliteitstool in de rekentools wordt op een uniforme manier een uitspraak gedaan over de rentabiliteit van een energiebesparende optie.

### 11.5 Rekenmethodiek voor de bepaling van de lichtonderschepping (Energie IV)

Automatisch gegenereerde profieleigenschappen. Het vullen van de profielendatabase met kasdekprofielen is vrij bewerkelijk. Gemiddeld is er 4-8 uur nodig om een kasdek in te voeren in de database. Vervolgens kunnen er “met een druk op de knop” berekeningen mee worden gemaakt. Een tweede probleem is de eenduidigheid van regels voor het invoeren van profielen, er is een zekere ervaring benodigd om profielen te kunnen invoeren. Gedacht wordt aan een automatische module die op basis van een Autocad tekening het profiel invoert in de database.

## 12 Referenties

- [1] TNO-rapport 2001-CON-LBC-R7005 “Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen II (alternatieve omhullingssystemen, implementatie in de praktijk) - Werkdocument”
- [2] TNO-rapport 2003-BC-R0059 “Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen III - Werkdocument”
- [3] Weatherbase: Historical weather for Rotterdam, Netherlands. <http://www.weatherbase.com>
- [4] TNO-rapport TPD-HWM-RPT-90-057 “Berekeningen aan zonneboilers met kunststof afdekkingen; theoretische achtergrond”
- [5] TNO-rapport TPD-HWM-RPT-89-912.013 “Bepaling van de hoekafhankelijke optische eigenschappen van een ongecoat en een gecoat monster tuinbouwglas (type hortiplus)”
- [6] Svensson productspecificatie, <http://www.svensson.nl>
- [7] Houter, B. en J.C. Bakker. (ca. 1990). Invloed van verminderde ventilatie door gaas in de luchtramen op temperatuur (simulatie).
- [8] Holsteijn, G.P.A. van. (1990). Grotere ramen en groter gaasoppervlak compenseren ventilatieverlies. Weekblad groenten en Fruit, 24. 40-41.
- [9] Sase, S., L.L. Christianson. (1990). Screening greenhouses - Some engineering considerations. ASAE Paper no. NABEC 90-201
- [10] Reader discussiemiddag insekten-arme teelt in kassen (1991).
- [11] Stoffers J.A. 1968. Licht en dakhelling van warenhuizen. Instituut voor Tuinbouwtechniek, Wageningen, Mededelingen van de Directie Tuinbouw 31, 1 (jan), 17-21
- [12] TNO-rapport 2004-BC-R0060 “Optimaal kasdek – Rapportage Mid Term Review”
- [13] Phaff, J.C. et al. (1980). Onderzoek naar de gevolgen van het openen van één raam op het binnenklimaat van een kamer. Delft, IMG-TNO rapport C 448
- [14] Wells and Hoxey 1980). Measurements of wind loads on full-scale glasshouses. Coventry, AIVC Airbase #587, Journal of wind engineering and industrial aerodynamics 6, p139-167.
- [15] Knoll, B. en J.C. Phaff. (1996). De Cp-Generator. Een eenvoudige methode voor bepaling van winddrukken. Delft, TNO Bouw, publicatie in Bouwfysica vol. 7 no. 4.
- [16] Phaff, J.C. en B. Knoll (2000). Computerprogramma voor simulatie en regeling van ventilatie ‘TNOregel’. Delft, TNO Bouw, (vertrouwelijk) rapport 2000-GI-LK-R034.



## Bijlagen

### **A Lichtonderschepping breedkapkas**

- A.1 Lichtonderschepping 6,40 m breedkap
- A.2 Lichtonderschepping 9,60 m breedkap
- A.3 Lichtonderschepping 12,80 m breedkap
- A.4 Lichtonderschepping 2 x 3,20 m Venlo
- A.5 Lichtonderschepping 2 x 4,80 m Venlo

### **B U-waarde breedkapkas**

- B.1 U-waarde 6,40 m breedkap
- B.2 U-waarde 9,60 m breedkap
- B.3 U-waarde 12,80 m breedkap
- B.4 U-waarde 2 x 3,20 m Venlo
- B.5 U-waarde 2 x 4,80 m Venlo

### **C Foto's meetopstelling insectengaas**

### **D Drukverschil over luchtraam bij toepassing insectengaas**

- D.1 Drukverschil over ventilatieopening
- D.2 Representatief drukverschil

### **E Rentabiliteitsberekeningen voor Venlo kas, breedkap kas en varianten**

- E.1 Optie 0 Referentiekas Venlo
- E.2 Optie 1a Scherm polyester
- E.3 Optie 1b Verduisterings scherm Alu / zwart
- E.4 Optie 1c Halfverduistering alu / polyester
- E.5 Optie 1d PE scherm
- E.6 Optie 2 PMMA dek en gevel
- E.7 Optie 3a Geïsoleerde goot
- E.8 Optie 3b Geïsoleerde roede
- E.9 Optie 3c Geïsoleerde goot en roede
- E.10 Optie 4a Breedkap 12,80 m glas zonder scherm
- E.11 Optie 4b Breedkap 12,80 m glas met polyester scherm
- E.12 Optie 4c Breedkap 12,80 m PMMA zonder scherm
- E.13 Optie 4d Breedkap 12,80 m PMMA met polyester scherm

### **F Nieuwe criteria voor Groen Label Kas-certificaat**

### **G Uitnodiging workshop**

### **H Flyer**

## **A Lichtonderschepping breedkapkas**

## **A.1 Lichtonderschepping 6,40 m breedkap**

# TRANSMISSIE BREEDKAP-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)

Fabrikant	: Diverse leveranciers
Kastype	: breedkap
Profieldatabase	: ProfielbreedkapDEK.xls
Kapbreedte	: 6400 mm
Vakmaat	: 4500 mm
Roede afstand	: 1125 mm
Gehard luchtraam	: nee
Type luchtraam	: Dubbelzijdig doorlopend
Luchtraam diepte	: 1200 mm
Aantal heugels per zijde	: 2 x
Aantal gordingen per zijde	: 1 x
ML gording	: nee
Dakhelling	: 25.0°

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	: 35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm
transmissie diffuus	: 82.04 % Luchtraam: 82.04 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	: 0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	: 20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. % standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. % standaard 50%

## Berekening

Sommatie lichtonderschepping:	
GLK glas Breedkap IDT 2004 4mm	: 16.72 %
Nok B5353 B50158; tweezijdig scharnier	: 1.56 %
Luchtraamroede	: 1.35 %
Dorpel	: 2.87 %
Dakroede	: 0.00 %
Roeden; onder luchtraamroedes	: 0.00 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	: 2.01 %
Steunregel	: 0.00 %
Gording 80x32mm	: 1.04 %
Luchtmechaniek; tandheugels 25x30mm	: 0.35 %
Luchtmechaniek; buis	: 0.65 %
Goot B50115	: 2.31 %
lichtonderschepping :	28.9 %

Oppervlak per profiel		Lengte per vak	Gewicht kasdek	
Alu	Staal		Alu	Staal
		4500 mm	2753 kg/m <sup>3</sup>	7850 kg/m <sup>3</sup>
1	0	9600 mm	0.012 kg	0.000 kg
1	0	9600 mm	0.026 kg	0.000 kg
1	0	9000 mm	0.025 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	15200 mm	0.042 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
0	1	9000 mm	0.000 kg	0.071 kg
0	219	5257 mm	0.000 kg	9.038 kg
113	0	9000 mm	2.791 kg	0.000 kg
1	0	4500 mm	0.012 kg	0.000 kg

Gewichten per vak	2.9 kg	9.1 kg
Gewichten per m <sup>2</sup>	0.1 kg/m <sup>2</sup>	0.3 kg/m <sup>2</sup>

Lichtonderschepping dek	: 28.9 %
GLK basiseis	: voldoet
Punten keuzemaatregel	: 0.0

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid [kg/m <sup>2</sup> ]	Energie inhoud [MJ/kg]	Productie energie [MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.3	32	10.1
Aluminium	0.1	137	13.8
Glas (0.972 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	9.7	21	204.1
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>228.0</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma.  
De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergelijken met metingen in

# TRANSMISSIE BREEDKAP-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

		Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)
Fabrikant	:	Diverse leveranciers
Kastype	:	breedkap
Profiel database	:	ProfielbreedkapONDERBOUW.xls
Kapbreedte	:	6400 mm
Vakmaat	:	4500 mm
Roede afstand	:	1125 mm
Gehard luchtraam	:	nee
Type luchtraam	:	Dubbelzijdig doorlopend
Luchtraam diepte	:	1200 mm
Aantal heugels per zijde	:	2 x
Aantal gordingen per zijde	:	2 x
ML gording	:	nee
Dakhelling	:	25.0°

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	:	35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	:	1500 mm
transmissie diffuus	:	28.9 % Luchtraam: 28.9 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	:	0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	:	20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	:	45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	:	70. % standaard 70%
Lichtverdeling	:	50. % standaard 50%

## Berekening

### Sommatie lichtonderschepping:

Dek	:	28.90 %
Bovenrand;50x25 wit gecoat	:	0.69 %
Diagonaal; rond 16 wit	:	0.22 %
Spantverticaal; strip 50x10 wit	:	0.07 %
Onderrand;50x25 wit gecoat	:	0.68 %
Spanthanger rond 12 wit	:	0.07 %
Spanttrekker; rond 16 wit	:	0.24 %
Kolom;120x60 wit gecoat	:	0.58 %
Bovenrand; 50x25mm verzinkt	:	0.42 %
Horizontaal; rond16 VZ	:	0.10 %
Nok	:	0.00 %
Roe	:	0.00 %
Dorpel	:	0.00 %
Dakroede	:	0.00 %
Steunregel	:	0.00 %
Gording	:	0.00 %
Goot	:	0.00 %
Roeden; onder luchtraamroedes	:	0.00 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	:	0.00 %
Luchtmechaniek; tandheugels 25x30mm	:	0.00 %
Luchtmechaniek; buisas	:	0.00 %
lichtonderschepping :		32.0 %

Oppervlak per profiel		Lengte per vak	Gewicht kasdek	
Alu	Staal		Alu	Staal
			2753 kg/m3	7850 kg/m3
0	1	6984 mm	0.000 kg	0.055 kg
0	1	11761 mm	0.000 kg	0.092 kg
0	1	2125 mm	0.000 kg	0.017 kg
0	1	6984 mm	0.000 kg	0.055 kg
0	1	4477 mm	0.000 kg	0.035 kg
0	1	6341 mm	0.000 kg	0.050 kg
0	1	3500 mm	0.000 kg	0.027 kg
0	1	2400 mm	0.000 kg	0.019 kg
0	1	2175 mm	0.000 kg	0.017 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
0	1	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
0	219	mm	0.000 kg	0.000 kg
113	0	mm	0.000 kg	0.000 kg

Lichtonderschepping dek	:	28.9 %	Gewichten per vak	0.0 kg	0.4 kg
Lichtonderschepping onderbouw	:	3.1 %	Gewichten per m2	0.0 kg/m <sup>2</sup>	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Lichtonderschepping kas	:	<b>32.0 %</b>			
GLK baseis	:	<b>voldoet</b>			
Punten keuzemaatregel	:	<b>0.0</b>			

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid [kg/m <sup>2</sup> ]	Energie inhoud [MJ/kg]	Productie energie [MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.0	32	0.4
Aluminium	0.0	137	0.0
Glas ( 0.972 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	9.7	21	204.1
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>204.5</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma.  
De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergeleken met metingen in de kas zijn niet zonder meer mogelijk

## **A.2 Lichtonderschepping 9,60 m breedkap**

# TRANSMISSIE BREEDKAP-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)

Fabrikant	: Diverse leveranciers
Kastype	: breedkap
Profieldatabase	: ProfielbreedkapDEK.xls
Kapbreedte	: 9600 mm
Vakmaat	: 4500 mm
Roede afstand	: 1125 mm
Gehard luchtraam	: nee
Type luchtraam	: Dubbelzijdig doorlopend
Luchtraam diepte	: 1200 mm
Aantal heugels per zijde	: 2 x
Aantal gordingen per zijde	: 2 x
ML gording	: nee
Dakhelling	: 25.0°

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	: 35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm
transmissie diffuus	: 82.04 % Luchtraam: 82.04 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	: 0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	: 20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. % standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. % standaard 50%

## Berekening

Sommatie lichtonderschepping:	
GLK glas Breedkap IDT 2004 4mm	: 16.89 %
Nok B5353 B50158; tweezijdig scharnier	: 1.04 %
Luchtraamroede	: 0.90 %
Dorpel	: 1.92 %
Dakroede	: 0.00 %
Roeden; onder luchtraamroedes	: 0.00 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	: 2.47 %
Steunregel	: 0.67 %
Gording 80x32mm	: 1.41 %
Luchtmechaniek; tandheugels 25x30mm	: 0.24 %
Luchtmechaniek; buis	: 0.44 %
Goot B50115	: 1.55 %
lichtonderschepping :	27.5 %

Oppervlak per profiel		Lengte per vak	Gewicht kasdek	
Alu	Staal		Alu	Staal
		4500 mm	2753 kg/m <sup>3</sup>	7850 kg/m <sup>3</sup>
1	0	9600 mm	0.012 kg	0.000 kg
1	0	9600 mm	0.026 kg	0.000 kg
1	0	9000 mm	0.025 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	27808 mm	0.077 kg	0.000 kg
1	0	9000 mm	0.025 kg	0.000 kg
0	1	18000 mm	0.000 kg	0.141 kg
0	219	5257 mm	0.000 kg	9.038 kg
113	0	9000 mm	2.791 kg	0.000 kg
1	0	4500 mm	0.012 kg	0.000 kg

Gewichten per vak	3.0 kg	9.2 kg
Gewichten per m <sup>2</sup>	0.1 kg/m <sup>2</sup>	0.2 kg/m <sup>2</sup>

Lichtonderschepping dek	: 27.5 %
GLK basiseis	: voldoet
Punten keuzemaatregel	: 2.0

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid [kg/m <sup>2</sup> ]	Energie inhoud [MJ/kg]	Productie energie [MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.2	32	6.8
Aluminium	0.1	137	9.4
Glas (0.976 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	9.8	21	205.0
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>221.2</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma.  
De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergelijken met metingen in

# TRANSMISSIE BREEDKAP-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)

Fabrikant	: Diverse leveranciers
Kastype	: breedkap
Profiel database	: ProfielbreedkapONDERBOUW.xls
Kapbreedte	: 9600 mm
Vakmaat	: 4500 mm
Roede afstand	: 1125 mm
Gehard luchtraam	: nee
Type luchtraam	: Dubbelzijdig doorlopend
Luchtraam diepte	: 1200 mm
Aantal heugels per zijde	: 2 x
Aantal gordingen per zijde	: 2 x
ML gording	: nee
Dakhelling	: 25.0°

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	: 35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm
transmissie diffuus	: 27.5 % Luchtraam: 27.5 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	: 0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	: 20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. % standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. % standaard 50%

## Berekening

### Sommatie lichtonderschepping:

Dek	: 27.50 %
Bovenrand;50x25 wit gecoat	: 0.70 %
Diagonaal; rond 16 wit	: 0.18 %
Spantverticaal; strip 50x10 wit	: 0.05 %
Onderrand;50x25 wit gecoat	: 0.69 %
Spanthanger rond 12 wit	: 0.07 %
Spanttrekker; rond 16 wit	: 0.25 %
Kolom;140x80 wit gecoat	: 0.47 %
Bovenrand; 50x25mm verzinkt	: 0.28 %
Horizontaal; rond16 VZ	: 0.06 %
Nok	: 0.00 %
Roe	: 0.00 %
Dorpel	: 0.00 %
Dakroede	: 0.00 %
Steunregel	: 0.00 %
Gording	: 0.00 %
Goot	: 0.00 %
Roeden; onder luchtraamroedes	: 0.00 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	: 0.00 %
Luchtmechaniek; tandheugels 25x30mm	: 0.00 %
Luchtmechaniek; buisas	: 0.00 %
lichtonderschepping :	30.3 %

Oppervlak per profiel		Lengte per vak	Gewicht kasdek	
Alu	Staal		Alu	Staal
			2753 kg/m3	7850 kg/m3
0	1	10493 mm	0.000 kg	0.082 kg
0	1	13522 mm	0.000 kg	0.106 kg
0	1	2125 mm	0.000 kg	0.017 kg
0	1	10493 mm	0.000 kg	0.082 kg
0	1	6715 mm	0.000 kg	0.053 kg
0	1	9541 mm	0.000 kg	0.075 kg
0	1	3500 mm	0.000 kg	0.027 kg
0	1	2400 mm	0.000 kg	0.019 kg
0	1	2175 mm	0.000 kg	0.017 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
0	1	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
0	219	mm	0.000 kg	0.000 kg
113	0	mm	0.000 kg	0.000 kg

Lichtonderschepping dek	: 27.5 %	Gewichten per vak	0.0 kg	0.5 kg
Lichtonderschepping onderbouw	: 2.8 %	Gewichten per m2	0.0 kg/m <sup>2</sup>	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Lichtonderschepping kas	: <b>30.3 %</b>			
GLK baseis	: <b>voldoet</b>			
Punten keuzemaatregel	: <b>2.0</b>			

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid [kg/m <sup>2</sup> ]	Energie inhoud [MJ/kg]	Productie energie [MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.0	32	0.4
Aluminium	0.0	137	0.0
Glas ( 0.981 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	9.8	21	206.1
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>206.4</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma. De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergeleken met metingen in de kas zijn niet zonder meer mogelijk



### **A.3 Lichtonderschepping 12,80 m breedkap**

# TRANSMISSIE BREEDKAP-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)

Fabrikant	: Diverse leveranciers
Kastype	: breedkap
Profieldatabase	: ProfielbreedkapDEK.xls
Kapbreedte	: 12800 mm
Vakmaat	: 4500 mm
Roede afstand	: 1125 mm
Gehard luchtraam	: nee
Type luchtraam	: Dubbelzijdig doorlopend
Luchtraam diepte	: 1200 mm
Aantal heugels per zijde	: 2 x
Aantal gordingen per zijde	: 3 x
ML gording	: nee
Dakhelling	: 25.0°

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	: 35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm
transmissie diffuus	: 82.04 % Luchtraam: 82.04 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	: 0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	: 20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. % standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. % standaard 50%

## Berekening

Sommatie lichtonderschepping:	
GLK glas Breedkap IDT 2004 4mm	: 16.97 %
Nok B5353 B50158; tweezijdig scharnier	: 0.78 %
Luchtraamroede	: 0.68 %
Dorpel	: 1.45 %
Dakroede	: 0.00 %
Roeden; onder luchtraamroedes	: 0.00 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	: 2.70 %
Steunregel	: 1.00 %
Gording 80x32mm	: 1.60 %
Luchtmechaniek; tandheugels 25x30mm	: 0.18 %
Luchtmechaniek; buis	: 0.33 %
Goot B50115	: 1.16 %
lichtonderschepping :	26.8 %

Oppervlak per profiel		Lengte per vak	Gewicht kasdek	
Alu	Staal		Alu	Staal
		4500 mm	2753 kg/m3	7850 kg/m3
1	0	9600 mm	0.012 kg	0.000 kg
1	0	9000 mm	0.026 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.025 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	40417 mm	0.111 kg	0.000 kg
1	0	18000 mm	0.050 kg	0.000 kg
0	1	27000 mm	0.000 kg	0.212 kg
0	219	5257 mm	0.000 kg	9.038 kg
113	0	9000 mm	2.791 kg	0.000 kg
1	0	4500 mm	0.012 kg	0.000 kg

Gewichten per vak	3.0 kg	9.2 kg
Gewichten per m2	0.1 kg/m <sup>2</sup>	0.2 kg/m <sup>2</sup>

Lichtonderschepping dek	: 26.8 %
GLK basiseis	: voldoet
Punten keuzemaatregel	: 4.0

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid [kg/m <sup>2</sup> ]	Energie inhoud [MJ/kg]	Productie energie [MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.2	32	5.1
Aluminium	0.1	137	7.2
Glas (0.978 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	9.8	21	205.5
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>217.8</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma.  
De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergelijken met metingen in

# TRANSMISSIE BREEDKAP-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)

Fabrikant	: Diverse leveranciers
Kastype	: breedkap
Profiel database	: ProfielbreedkapONDERBOUW.xls
Kapbreedte	: 12800 mm
Vakmaat	: 4500 mm
Roede afstand	: 1125 mm
Gehard luchtraam	: nee
Type luchtraam	: Dubbelzijdig doorlopend
Luchtraam diepte	: 1200 mm
Aantal heugels per zijde	: 2 x
Aantal gordingen per zijde	: 2 x
ML gording	: nee
Dakhelling	: 25.0°

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	: 35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm
transmissie diffuus	: 26.8 % Luchtraam: 26.8 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	: 0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	: 20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. % standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. % standaard 50%

## Berekening

### Sommatie lichtonderschepping:

Dek	: 26.80 %
Bovenrand;60x30 wit gecoat	: 0.86 %
Diagonaal; rond 20 vz	: 0.25 %
Spantverticaal; strip 60x10 wit	: 0.04 %
Onderrand;60x30 wit gecoat	: 0.84 %
Spanthanger rond 12 wit	: 0.07 %
Spanttrekker; rond 20 wit	: 0.31 %
Kolom;140x80 wit gecoat	: 0.35 %
Bovenrand; 50x25mm verzinkt	: 0.21 %
Horizontaal; rond16 VZ	: 0.05 %
Nok	: 0.00 %
Roe	: 0.00 %
Dorpel	: 0.00 %
Dakroede	: 0.00 %
Steunregel	: 0.00 %
Gording	: 0.00 %
Goot	: 0.00 %
Roeden; onder luchtraamroedes	: 0.00 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	: 0.00 %
Luchtmechaniek; tandheugels 25x30mm	: 0.00 %
Luchtmechaniek; buisas	: 0.00 %
lichtonderschepping :	29.8 %

Oppervlak per profiel		Lengte per vak	Gewicht kasdek	
Alu	Staal		Alu	Staal
			2753 kg/m3	7850 kg/m3
0	1	14024 mm	0.000 kg	0.110 kg
0	1	15489 mm	0.000 kg	0.122 kg
0	1	2100 mm	0.000 kg	0.016 kg
0	1	14024 mm	0.000 kg	0.110 kg
0	1	8953 mm	0.000 kg	0.070 kg
0	1	12729 mm	0.000 kg	0.100 kg
0	1	3500 mm	0.000 kg	0.027 kg
0	1	2400 mm	0.000 kg	0.019 kg
0	1	2175 mm	0.000 kg	0.017 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
0	1	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
1	0	mm	0.000 kg	0.000 kg
0	219	mm	0.000 kg	0.000 kg
113	0	mm	0.000 kg	0.000 kg

Lichtonderschepping dek	: 26.8 %	Gewichten per vak	0.0 kg	0.6 kg
Lichtonderschepping onderbouw	: 3.0 %	Gewichten per m2	0.0 kg/m <sup>2</sup>	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Lichtonderschepping kas	: <b>29.8 %</b>			
GLK baseis	: <b>voldoet</b>			
Punten keuzemaatregel	: <b>4.0</b>			

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid [kg/m <sup>2</sup> ]	Energie inhoud [MJ/kg]	Productie energie [MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.0	32	0.3
Aluminium	0.0	137	0.0
Glas ( 0.986 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	9.9	21	207.0
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>207.4</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma.  
De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergeleken met metingen in de kas zijn niet zonder meer mogelijk

## **A.4 Lichtonderschepping 2 x 3,20 m Venlo**

# TRANSMISSIE VENLO-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)

Fabrikant	: Leverancier
Kastype	: Venlo
Profiel database	: Profielvenlo.xls
Kapbreedte	: 3200 mm
Vakmaat	: 4500 mm
Roede afstand	: 1250 mm
Roede lengte	: 1651 mm
Glaslengte	: 1661 mm
Gehard luchtraam	: nee
Luchtraam diepte	: 1000 mm
Luchtraam breedte (aantal ruiten)	: 2 x
Aantal opdrukstangen	: 2 x
Gemiddelde lengte opdrukkers	: 1580 mm
Gemiddelde diameter opdrukstangen	: 19 mm
Verlaging trek-duw buis	: 60 mm
Dakhelling	: 21.0°
Maximale openingshoek luchtraam	: 42.0°
Omhullingsmateriaal	: GLK glas Venlo IDT 2004 4mm

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	: 35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm
transmissie diffuus	: 82.78 % Luchtraam: 82.78 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	: 0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	: 20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. % standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. % standaard 50%

## Berekening

Sommatie lichtonderschepping:	
GLK glas Venlo IDT 2004 4mm	: 16.17 %
Nok xxxx	: 0.47 %
Scharnier xxxx ; incl. nok; enkelzijdig	: 0.81 %
Zijstijl xxxx	: 0.35 %
Tussenstijl xxxx	: 0.19 %
Orpel xxxx	: 0.98 %
Roe xxxx	: 1.41 %
Roeden; onder zijstijl en tussenstijl	: 0.17 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	: 0.40 %
Nokklem	: 0.03 %
Luchtmechaniek; opdrukkers	: 0.27 %
Goot xxxx	: 3.83 %
lichtonderschepping :	25.1 %

Oppervlak per profiel	Lengte per vak		Gewicht kasdek	
	Alu	Staal	Alu	Staal
			2753 kg/m3	7850 kg/m3
1	0	2000 mm	0.006 kg	0.000 kg
1	0	2500 mm	0.007 kg	0.000 kg
1	0	2000 mm	0.006 kg	0.000 kg
1	0	1000 mm	0.003 kg	0.000 kg
1	0	2500 mm	0.007 kg	0.000 kg
1	0	6936 mm	0.019 kg	0.000 kg
1	0	3000 mm	0.008 kg	0.000 kg
1	0	1954 mm	0.005 kg	0.000 kg
0	13	720 mm	0.000 kg	0.076 kg
82	0	3160 mm	0.718 kg	0.000 kg
1	0	4500 mm	0.012 kg	0.000 kg

Gewichten per vak	0.8 kg	0.1 kg
Gewichten per m2	0.1 kg/m <sup>2</sup>	0.0 kg/m <sup>2</sup>

Lichtonderschepping dek : 25.1 %

GLK basiseis : voldoet niet

Punten keuzemaatregel : 0

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid	Energie inhoud	Productie energie
	[kg/m <sup>2</sup> ]	[MJ/kg]	[MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.0	32	0.2
Aluminium	0.1	137	7.5
Glas ( 1.038 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	10.4	21	218.1
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>225.7</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma.

De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergelijken met metingen in de kas is niet zonder meer mogelijk

Bedrijf: TNO  
Project:  
Bestand: Venlo onderbouw 3200.ckd

---

Controleberekening:  
(CASTA/Kassenbouw versie 2.30)

## L I C H T O N D E R S C H E P P I N G

---

### Kasgegevens:

- Kastype : Venlo-warenhuis
  - Overspanning (l) : 6.40 m (2 \* 3.20 m)
  - Vakmaat (v) : 4.50 m
  - Kolomhoogte (h) : 5.00 m
  - Kasdekleverancier : Systeemleverancier
  - Type kasdekomhulling : GLK glas Venlo IDT 2004 4 mm
- 

De lichtdoorlatendheid van het kasdek is bepaald met de IDT methode (IMAG/DLV/TNO). Deze IDT methode is gebaseerd op de "verbeterde 1/2-omtrekmethode" (zie voor een omschrijving van de IDT methode TNO rapport 96-CON-R1584).

In CASTA/Kassenbouw wordt de lichtonderschepping van de onderbouw van de kas berekend. De lichtonderschepping van het kasdek wordt als een percentage lichtonderschepping ingevoerd. Het percentage kan door de betreffende systeemleverancier geleverd worden.

De lichtdoorlaat van (een standaard middenveld van) de gehele kas wordt door CASTA/Kassenbouw berekend. De berekende lichtonderschepping van de onderbouw wordt gecombineerd met de gegeven lichtonderschepping van het kasdek. De aan het kasdek gekoppelde TNO-referentie refereert naar een brief-rapportage van de door TNO Bouw geautoriseerde lichtberekening van het kasdek. De juistheid van de lichtgegevens kan met behulp van dit document aangetoond worden.

De lichtonderscheppingsresultaten van het onderzoek dienen uitsluitend ter vergelijking van de lichtonderschepping van de verschillende typen Venlo-warenhuizen. De absolute lichtonderschepping kan in de praktijk afwijken van de berekende waarden. (Afhankelijk van vervuiling, condens en weersomstandigheden)

Er is geen rekening gehouden met eventuele lichtonderscheppende installaties in de kas zoals verwarmingsinstallatie, schermingsinstallatie, gewasbevestigingsmiddelen en dergelijke.

Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO Bouw in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting STOREKA. Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO Bouw (tel.: 015-2842328).

## 0 SAMENVATTING

### 0.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:

- Lichtdoorlatendheid kas
    - Onderbouw en kasdek gecombineerd : 72.1 % bij diffuus licht.
  - Lichtonderschepping kasdek:
    - Kasdek, inclusief 90% glas en luchtraam : 25.1 %
  - Lichtonderschepping onderbouw:
    - Berekend met CASTA/Kassenbouw : 2.8328 %
- Samengesteld uit de volgende onderdelen:
- Luchtingsbuis 0.4813 %
  - Bovenrand tralieligger 0.7401 %
  - Drukdiagonaal tralieligger 0.1121 %
  - Trekdiagonaal tralieligger 0.0959 %
  - Onderrand tralieligger 0.8485 %
  - Binnenkolom 0.5548 %

### 0.2 Eindconclusie(s):

- Lichtdoorlatendheid kas : 72.1 %.

### 0.3 Mededelingen/opmerkingen:

- Met behulp van de resultaten van de lichtberekening, uitgevoerd volgens de IDT-methode, kan de lichtdoorlatendheid van verschillende kastypen en verschillende kasdekken met elkaar vergeleken worden. In de praktijk kan de lichtdoorlaat van de kas maximaal ca. 1% afwijken.
- De IDT-methode gaat uit van diffuus licht bij een ideaal "egaal bewolkte lucht". Resultaten van lichtmetingen kunnen in de praktijk afwijken doordat er gemeten wordt bij niet 100% "diffuus" daglicht. Bovendien gaat de lichtberekening uit van 'schoon' glas met een lichtdoorlaat van 90%. Tijdens de praktijkmetingen kunnen verder effecten zoals vuil, condens, of bijvoorbeeld een oliefilm op het glas de meting beïnvloeden.
- Er is geen rekening gehouden met lichtonderscheppende installaties in de kas zoals verwarmingsinstallatie, schermingsinstallatie, gewasbevestigings-middelen e.a. Deze installaties kunnen de lichtdoorlaat negatief beïnvloeden.
- Voor de constructieve controle van de onderbouw van de kas wordt verwezen naar de sterkte-onderdelen van CASTA/Kassenbouw. Met deze onderdelen van CASTA/Kassenbouw kan met name de in deze berekening toegepaste binnenkolom en tralieligger gedimensioneerd en gecontroleerd worden. Voor informatie over de constructieve controle berekening wordt verwezen naar de betreffende systeemleverancier.

Project : Blad 3  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.30  
Onderdeel: Berekening Lichtonderschepping Versie: 1.01  
Bedrijf : TNO Serienummer: 634555200

## 1 INVOERGEGEVENS

### 1.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Venlo-warenhuis
- Overspanning (l) : 6.40 m (2 \* 3.20 m)
- Vakmaat (v) : 4.50 m
- Kolomhoogte gevel : 5.00 m
- Kaslengte (L) : 100.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (X-richting): 10

### 1.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 21.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Spanthoogte (hspant) : 400 mm
- Spantverlaging (vspant) : 150 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 1250 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzig): 750 mm

### 1.3 Kolommen:

- Oppervlakte behandeling : verzinkt staal
- Profiel : RHBK140\*80\*3.0
- Staalsoort kolommen : FeE275 (Fe430)
- Lengte kolom : 5000 mm

### 1.4 Gegevens van de tralieliggers:

- Oppervlakte behandeling : verzinkt staal
- Bovenrand (br) : RHBK50\*25\*2.0 (Staalsoort: FeE235)
- Onderrand (or) : C50\*25\*8.5\*2.5 (Staalsoort: FeE235)
- richting : (open zijde naar omlaag)
- Aantal diagonalen per kap : 10
- Drukdiagonalen (dd) : RD14.0 (Staalsoort: FeE235)
- Trekdiagonalen (td) : RD12.0 (Staalsoort: FeE235)

### 1.5 Gegevens van het luchtmechaniek:

- Type luchtmechaniek : rail
- Oppervlakte behandeling : verzinkt staal
- Luchttingsbuis profiel : RB27\*2.3 mm
- Randafstand bovenrand tralie : 25 mm

### 1.6 Gegevens van de omhulling:

- Leverancier kasdek : Systeemleverancier
- Omhullingsysteem : GLK glas Venlo IDT 2004 4 mm
- Type Goot : Goot xxx
- Type roede : Roede xxx
- Type nok : Profiel xxx
- Type Luchtraam : 2 ruiten
- Aantal ruiten : 2
- Luchtraamdiepte : 1000 mm
- Lichtonderschepping : 25.1 %
- TNO referentienummer : 2003-CON-LBC-B1



## **A.5 Lichtonderschepping 2 x 4,80 m Venlo**

# TRANSMISSIE VENLO-KAS

Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004

## Invoer

Lichtberekening kasdek volgens de 'IDT methode' (IMAG/DLV/TNO)

Fabrikant	: <b>Leverancier</b>
Kastype	: <b>Venlo</b>
Profiel database	: <b>Profielvenlo.xls</b>
Kapbreedte	: <b>4800 mm</b>
Vakmaat	: <b>4500 mm</b>
Roede afstand	: <b>1250 mm</b>
Roede lengte	: <b>2508 mm</b>
Glaslengte	: <b>2518 mm</b>
Gehard luchtraam	: <b>nee</b>
Luchtraam diepte	: <b>1000 mm</b>
Luchtraam breedte (aantal ruiten)	: <b>2 x</b>
Aantal opdrukstangen	: <b>2 x</b>
Gemiddelde lengte opdrukkers	: <b>1780 mm</b>
Gemiddelde diameter opdrukstangen	: <b>19 mm</b>
Verlaging trek-duw buis	: <b>60 mm</b>
Dakhelling	: <b>21.0°</b>
Maximale openingshoek luchtraam	: <b>42.0°</b>
Omhullingsmateriaal	: <b>GLK glas Venlo IDT 2004 4mm</b>

## Overige gegevens

Percentage gerecycled aluminium	: 35. % (bron: rapport "Aluminium bouwt duurzaam, 1992)
Lichtmeting vanaf fundatiehoogte	: 1500 mm
transmissie diffuus	: 82.78 % Luchtraam: 82.78 %
Reductie lichtinval tgv gehard raam	: 0. % nvt
Reflectie verzinkt staal	: 20. % standaard 20%
Reflectie aluminium	: 45. % standaard 45%
Reflectie witcoating	: 70. % standaard 70%
Lichtverdeling	: 50. % standaard 50%

## Berekening

Sommatie lichtonderschepping:	
GLK glas Venlo IDT 2004 4mm	: 16.42 %
Nok xxxx	: 0.32 %
Scharnier xxxx ; incl. nok; enkelzijdig	: 0.54 %
Zijstijl xxxx	: 0.24 %
Tussenstijl xxxx	: 0.13 %
Dorpel xxxx	: 0.66 %
Roe xxxx	: 1.43 %
Roeden; onder zijstijl en tussenstijl	: 0.12 %
Roeden; onder het luchtraam uitsteekt	: 0.61 %
Nokklem	: 0.02 %
Luchtmechaniek; opdrukkers	: 0.17 %
Goot xxxx	: 2.56 %
lichtonderschepping :	23.2 %

Oppervlak per profiel		Lengte per vak	Gewicht kasdek	
Alu	Staal		Alu	Staal
			2753 kg/m3	7850 kg/m3
1	0	2000 mm	0.006 kg	0.000 kg
1	0	2500 mm	0.007 kg	0.000 kg
1	0	2000 mm	0.006 kg	0.000 kg
1	0	1000 mm	0.003 kg	0.000 kg
1	0	2500 mm	0.007 kg	0.000 kg
1	0	10535 mm	0.029 kg	0.000 kg
1	0	3000 mm	0.008 kg	0.000 kg
1	0	4525 mm	0.012 kg	0.000 kg
0	13	720 mm	0.000 kg	0.076 kg
82	0	3560 mm	0.808 kg	0.000 kg
1	0	4500 mm	0.012 kg	0.000 kg

Gewichten per vak	0.9 kg	0.1 kg
Gewichten per m2	0.0 kg/m <sup>2</sup>	0.0 kg/m <sup>2</sup>

Lichtonderschepping dek : **23.2** %

GLK basiseis : **voldoet**

Punten keuzemaatregel : **2**

Bepaling productie energie kasdek			
Materiaal	Hoeveelheid	Energie inhoud	Productie energie
	[kg/m <sup>2</sup> ]	[MJ/kg]	[MJ/m <sup>2</sup> ]
Staal	0.0	32	0.1
Aluminium	0.0	137	5.7
Glas ( 1.049 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	10.5	21	220.4
<b>Totale productie energie kasdek</b>			<b>226.1</b>

Dit programma is door TNO Bouw ontwikkeld en geleverd aan BEDRIJF. TNO is op geen enkele wijze aansprakelijk voor de invoergegevens die BEDRIJF toepast in het programma.

De resultaten zijn bedoeld om onderling te vergelijken met resultaten van andere aanbieders, vergelijken met metingen in de kas is niet zonder meer mogelijk

Bedrijf: TNO  
Project:  
Bestand: Venlo onderbouw 3200.ckd

---

Controleberekening:  
(CASTA/Kassenbouw versie 2.30)

## L I C H T O N D E R S C H E P P I N G

---

### Kasgegevens:

- Kastype : Venlo-warenhuis
  - Overspanning (l) : 9.60 m (2 \* 4.80 m)
  - Vakmaat (v) : 4.50 m
  - Kolomhoogte (h) : 5.00 m
  - Kasdekleverancier : Systeemleverancier
  - Type kasdekomhulling : GLK glas Venlo IDT 2004 4 mm
- 

De lichtdoorlatendheid van het kasdek is bepaald met de IDT methode (IMAG/DLV/TNO). Deze IDT methode is gebaseerd op de "verbeterde 1/2-omtrekmethode" (zie voor een omschrijving van de IDT methode TNO rapport 96-CON-R1584).

In CASTA/Kassenbouw wordt de lichtonderschepping van de onderbouw van de kas berekend. De lichtonderschepping van het kasdek wordt als een percentage lichtonderschepping ingevoerd. Het percentage kan door de betreffende systeemleverancier geleverd worden.

De lichtdoorlaat van (een standaard middenveld van) de gehele kas wordt door CASTA/Kassenbouw berekend. De berekende lichtonderschepping van de onderbouw wordt gecombineerd met de gegeven lichtonderschepping van het kasdek. De aan het kasdek gekoppelde TNO-referentie refereert naar een brief-rapportage van de door TNO Bouw geautoriseerde lichtberekening van het kasdek. De juistheid van de lichtgegevens kan met behulp van dit document aangetoond worden.

De lichtonderscheppingsresultaten van het onderzoek dienen uitsluitend ter vergelijking van de lichtonderschepping van de verschillende typen Venlo-warenhuizen. De absolute lichtonderschepping kan in de praktijk afwijken van de berekende waarden. (Afhankelijk van vervuiling, condens en weersomstandigheden)

Er is geen rekening gehouden met eventuele lichtonderscheppende installaties in de kas zoals verwarmingsinstallatie, schermingsinstallatie, gewasbevestigingsmiddelen en dergelijke.

Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO Bouw in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting STOREKA. Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO Bouw (tel.: 015-2842328).

## 0 SAMENVATTING

### 0.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:

- Lichtdoorlatendheid kas
    - Onderbouw en kasdek gecombineerd : 73.7 % bij diffuus licht.
  - Lichtonderschepping kasdek:
    - Kasdek, inclusief 90% glas en luchtraam : 23.2 %
  - Lichtonderschepping onderbouw:
    - Berekend met CASTA/Kassenbouw : 3.1314 %
- Samengesteld uit de volgende onderdelen:
- Luchttingsbuis 0.4972 %
  - Bovenrand tralieligger 1.0054 %
  - Drukdiagonaal tralieligger 0.1152 %
  - Trekdiagonaal tralieligger 0.0862 %
  - Onderrand tralieligger 1.0503 %
  - Binnenkolom 0.3771 %

### 0.2 Eindconclusie(s):

- Lichtdoorlatendheid kas : 73.7 %.

### 0.3 Mededelingen/opmerkingen:

- Met behulp van de resultaten van de lichtberekening, uitgevoerd volgens de IDT-methode, kan de lichtdoorlatendheid van verschillende kastypen en verschillende kasdekken met elkaar vergeleken worden. In de praktijk kan de lichtdoorlaat van de kas maximaal ca. 1% afwijken.
- De IDT-methode gaat uit van diffuus licht bij een ideaal "egaal bewolkte lucht". Resultaten van lichtmetingen kunnen in de praktijk afwijken doordat er gemeten wordt bij niet 100% "diffuus" daglicht. Bovendien gaat de lichtberekening uit van 'schoon' glas met een lichtdoorlaat van 90%. Tijdens de praktijkmetingen kunnen verder effecten zoals vuil, condens, of bijvoorbeeld een oliefilm op het glas de meting beïnvloeden.
- Er is geen rekening gehouden met lichtonderscheppende installaties in de kas zoals verwarmingsinstallatie, schermingsinstallatie, gewasbevestigings-middelen e.a. Deze installaties kunnen de lichtdoorlaat negatief beïnvloeden.
- Voor de constructieve controle van de onderbouw van de kas wordt verwezen naar de sterkte-onderdelen van CASTA/Kassenbouw. Met deze onderdelen van CASTA/Kassenbouw kan met name de in deze berekening toegepaste binnenkolom en tralieligger gedimensioneerd en gecontroleerd worden. Voor informatie over de constructieve controle berekening wordt verwezen naar de betreffende systeemleverancier.

## 1 INVOERGEGEVENS

### 1.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Venlo-warenhuis
- Overspanning (l) : 9.60 m (2 \* 4.80 m)
- Vakmaat (v) : 4.50 m
- Kolomhoogte gevel : 5.00 m
- Kaslengte (L) : 100.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (X-richting): 10

### 1.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 21.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Spanthoogte (hspant) : 400 mm
- Spantverlaging (vspant) : 150 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 1250 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzig): 750 mm

### 1.3 Kolommen:

- Oppervlakte behandeling : verzinkt staal
- Profiel : RHBK140\*80\*3.0
- Staalsoort kolommen : FeE275 (Fe430)
- Lengte kolom : 5000 mm

### 1.4 Gegevens van de tralieliggers:

- Oppervlakte behandeling : verzinkt staal
- Bovenrand (br) : RHBK60\*30\*3.0 (Staalsoort: FeE235)
- Onderrand (or) : C60\*30\*8.5\*3.5 (Staalsoort: FeE235)
- richting : (open zijde naar omlaag)
- Aantal diagonalen per kap : 10
- Drukdiagonalen (dd) : RD16.0 (Staalsoort: FeE235)
- Trekdiagonalen (td) : RD12.0 (Staalsoort: FeE235)

### 1.5 Gegevens van het luchtmechaniek:


- Type luchtmechaniek : rail
- Oppervlakte behandeling : verzinkt staal
- Luchttingsbuis profiel : RB27\*2.3 mm
- Randafstand bovenrand tralie : 25 mm

### 1.6 Gegevens van de omhulling:

- Leverancier kasdek : Systeemleverancier
- Omhullingsysteem : GLK glas Venlo IDT 2004 4 mm
- Type Goot : Goot xxx
- Type roede : Roede xxx
- Type nok : Profiel xxx
- Type Luchtraam : 2 ruiten
- Aantal ruiten : 2
- Luchtraamdiepte : 1000 mm
- Lichtonderschepping : 23.2 %
- TNO referentienummer : 2003-CON-LBC-B1

## **B U-waarde breedkapkas**

## **B.1 U-waarde 6,40 m breedkap**

 Fri Feb 11 11:01:05 2005

# U-WAARDE KAS

 Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004  
 U-waarde berekening kas volgens 'IDT methode'

## Invoer

Fabrikant = LEVERANCIER  
 Kastype = "Breedkap"  
 Teeltype = "Lichte stook"  
 Vakmaat = 4.5 m  
 Kapmaat = 6.4 m  
 Aantal vakken = 40  
 Aantal kappen = 15  
 Kolomhoogte = 5 m  
 Hoogte fundering = 0.3 m  
 Roeloos dek = "nee"  
 Roedeafstand = 1.125 m  
 Luchting = "2 zijdig doorlopend"  
 Gehard luchtraam = "nee"  
 Luchtraambreedte = 4  
 Aantal gordingen = 1  
 Dekhelling = 25 deg

## Profielen

Nok = "nok bkap 2z"  
 Scharnier = "scharn 2z bkap"  
 Zijstijl = "zijstijlbreedkap"  
 Tussenstijl = "tstijlbreedkap"  
 Dorpel = "dorpelbreedkap"  
 Roede = "roe breedkap"  
 Regel = "voorbeeld"  
 Stijl = "voorbeeld"  
 Stapelprofiel = "stapelprofielbreedkap"  
 Goot = "B50115"

## Overige gegevens

Omhullingsmateriaal kasdek = "Enkel glas"  
 Omhullingsmateriaal gevel = "Enkel glas"  
 Soort dekscherm = "Rolscherm"  
 Dekscherm = "XLS 10 / XLS 10 Firebreak"  
 Soort gevelscherm = "Geen scherm"  
 Gevelscherm = "nvt"  
 Geisoleerde roede = "nee"  
 Roedeisolatie = "nvt"  
 Geisoleerde goot = "nee"  
 Gootisolatie = "nvt"

## Berekening

U-waarde transparant deel van het kasdek:

Zonder scherm	Met scherm
$U_{\text{transp.kasdek}} = 7.11 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{kasdek.met.scherm}} = 3.47 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$

U-waarde transparant deel van de gevel:

$U_{\text{transp.gevel}} = 6.01 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{gevel.met.scherm}} = 0.00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van het kasdek  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{dek}} = 7.68 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{dek.s}} = 4.04 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van de gevel  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{gevel}} = 6.32 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{gevel.s}} = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	--

 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek +gevel, inclusief de profielen):

$U_{\text{kas}} = 7.47 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{kas.s}} = 4.34 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	---

## Groen Label Kas

Waarde tbv Groen-Label Kas-certificaat:  
 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek + gevel, inclusief de profielen en scherm)

$$U_{\text{kas.s}} = 4.34 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

Aantal GLK punten


$$\text{GLKpunt} = 20$$

Totaal aantal energieschermen

$$\text{Aantalscherm} = 1$$



## **B.2 U-waarde 9,60 m breedkap**

 Fri Feb 11 11:01:05 2005

# U-WAARDE KAS

 Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004  
 U-waarde berekening kas volgens 'IDT methode'

## Invoer

Fabrikant = LEVERANCIER  
 Kastype = "Breedkap"  
 Teeltype = "Lichte stook"  
 Vakmaat = 4.5 m  
 Kapmaat = 9.6 m  
 Aantal vakken = 40  
 Aantal kappen = 15  
 Kolomhoogte = 5 m  
 Hoogte fundering = 0.3 m  
 Roeloos dek = "nee"  
 Roedeafstand = 1.125 m  
 Luchting = "2 zijdig doorlopend"  
 Gehard luchtraam = "nee"  
 Luchtraambreedte = 4  
 Aantal gordingen = 2  
 Dekhelling = 25 deg

## Profielen

Nok = "nok bkap 2z"  
 Scharnier = "scharn 2z bkap"  
 Zijstijl = "zijstijlbreedkap"  
 Tussenstijl = "tstijlbreedkap"  
 Dorpel = "dorpelbreedkap"  
 Roede = "roe breedkap"  
 Regel = "voorbeeld"  
 Stijl = "voorbeeld"  
 Stapelprofiel = "stapelprofielbreedkap"  
 Goot = "B50115"

## Overige gegevens

Omhullingsmateriaal kasdek = "Enkel glas"  
 Omhullingsmateriaal gevel = "Enkel glas"  
 Soort dekscherm = "Rolscherm"  
 Dekscherm = "XLS 10 / XLS 10 Firebreak"  
 Soort gevelscherm = "Geen scherm"  
 Gevelscherm = "nvt"  
 Geisoleerde roede = "nee"  
 Roedeisolatie = "nvt"  
 Geisoleerde goot = "nee"  
 Gootisolatie = "nvt"

## Berekening

U-waarde transparant deel van het kasdek:

*Zonder scherm*

$$U_{\text{transp.kasdek}} = 7.11 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Met scherm*

$$U_{\text{kasdek.met.scherm}} = 3.35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

U-waarde transparant deel van de gevel:

$$U_{\text{transp.gevel}} = 6.01 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U_{\text{gevel.met.scherm}} = 0.00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

 Gemiddelde U-waarde van het kasdek  
 (dus inclusief de profielen):

$$U_{\text{dek}} = 7.54 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

$$U_{\text{dek.s}} = 3.78 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

 Gemiddelde U-waarde van de gevel  
 (dus inclusief de profielen):

$$U_{\text{gevel}} = 6.27 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

$$U_{\text{gevel.s}} = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek +gevel, inclusief de profielen):

$$U_{\text{kas}} = 7.38 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

$$U_{\text{kas.s}} = 4.06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

## Groen Label Kas

Waarde tbv Groen-Label Kas-certificaat:  
 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek + gevel, inclusief de profielen en scherm)

$$U_{\text{kas.s}} = 4.06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$


Aantal GLK punten

$$\text{GLKpunt} = 22$$

Totaal aantal energieschermen

$$\text{Aantalscherm} = 1$$

### **B.3 U-waarde 12,80 m breedkap**

 Fri Feb 11 11:01:05 2005

# U-WAARDE KAS

 Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004  
 U-waarde berekening kas volgens 'IDT methode'

## Invoer

Fabrikant = LEVERANCIER  
 Kastype = "Breedkap"  
 Teeltype = "Lichte stook"  
 Vakmaat = 4.5 m  
 Kapmaat = 12.8 m  
 Aantal vakken = 40  
 Aantal kappen = 15  
 Kolomhoogte = 5 m  
 Hoogte fundering = 0.3 m  
 Roeloos dek = "nee"  
 Roedeafstand = 1.125 m  
 Luchting = "2 zijdig doorlopend"  
 Gehard luchtraam = "nee"  
 Luchtraambreedte = 4  
 Aantal gordingen = 3  
 Dekhelling = 25 deg

## Profielen

Nok = "nok bkap 2z"  
 Scharnier = "scharn 2z bkap"  
 Zijstijl = "zijstijlbreedkap"  
 Tussenstijl = "tstijlbreedkap"  
 Dorpel = "dorpelbreedkap"  
 Roede = "roe breedkap"  
 Regel = "voorbeeld"  
 Stijl = "voorbeeld"  
 Stapelprofiel = "stapelprofielbreedkap"  
 Goot = "B50115"

## Overige gegevens

Omhullingsmateriaal kasdek = "Enkel glas"  
 Omhullingsmateriaal gevel = "Enkel glas"  
 Soort dekscherm = "Rolscherm"  
 Dekscherm = "XLS 10 / XLS 10 Firebreak"  
 Soort gevelscherm = "Geen scherm"  
 Gevelscherm = "nvt"  
 Geisoleerde roede = "nee"  
 Roedeisolatie = "nvt"  
 Geisoleerde goot = "nee"  
 Gootisolatie = "nvt"

## Berekening

U-waarde transparant deel van het kasdek:

Zonder scherm	Met scherm
$U_{\text{transp.kasdek}} = 7.11 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{kasdek.met.scherm}} = 3.28 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$

U-waarde transparant deel van de gevel:

$U_{\text{transp.gevel}} = 6.01 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{gevel.met.scherm}} = 0.00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van het kasdek  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{dek}} = 7.47 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{dek.s}} = 3.64 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van de gevel  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{gevel}} = 6.24 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{gevel.s}} = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	--

 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek + gevel, inclusief de profielen):

$U_{\text{kas}} = 7.33 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{kas.s}} = 3.9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	--

## Groen Label Kas

Waarde tbv Groen-Label Kas-certificaat:  
 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek + gevel, inclusief de profielen en scherm)

$$U_{\text{kas.s}} = 3.9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$


Aantal GLK punten

$$\text{GLKpunt} = 23$$

Totaal aantal energieschermen

$$\text{Aantalscherm} = 1$$

## **B.4 U-waarde 2 x 3,20 m Venlo**

 Fri Feb 11 11:01:05 2005

# U-WAARDE KAS

 Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004  
 U-waarde berekening kas volgens 'IDT methode'

## Invoer

Fabrikant = LEVERANCIER  
 Kastype = "Venlo"  
 Teeltype = "Lichte stook"  
 Vakmaat = 4.5 m  
 Kapmaat = 3.2 m  
 Aantal vakken = 40  
 Aantal kappen = 15  
 Kolomhoogte = 5 m  
 Hoogte fundering = 0.3 m  
 Roeloos dek = "nee"  
 Roedeafstand = 1.125 m  
 Luchting = "niet doorlopend"  
 Gehard luchtraam = "nee"  
 Luchtraambreedte = 2  
 Aantal gordingen = 1  
 Dekhelling = 21 deg

## Profielen

Nok = "nok B5566"  
 Scharnier = "B5396 en B5566"  
 Zijstijl = "B5392"  
 Tussenstijl = "B5443"  
 Dorpel = "B5507 en B5567"  
 Roede = "B50051"  
 Regel = "voorbeeld"  
 Stijl = "voorbeeld"  
 Stapelprofiel = "geen"  
 Goot = "B50115"

## Overige gegevens

Omhullingsmateriaal kasdek = "Enkel glas"  
 Omhullingsmateriaal gevel = "Enkel glas"  
 Soort dekscherm = "Vlakscherm"  
 Dekscherm = "XLS 10 / XLS 10 Firebreak"  
 Soort gevelscherm = "Geen scherm"  
 Gevelscherm = "nvt"  
 Geisoleerde roede = "nee"  
 Roedeisolatie = "nvt"  
 Geisoleerde goot = "nee"  
 Gootisolatie = "nvt"

## Berekening

U-waarde transparant deel van het kasdek:

Zonder scherm	Met scherm
$U_{\text{transp.kasdek}} = 7.19 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{kasdek.met.scherm}} = 3.95 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$

U-waarde transparant deel van de gevel:

$U_{\text{transp.gevel}} = 6.01 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{gevel.met.scherm}} = 0.00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van het kasdek  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{dek}} = 7.46 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{dek.s}} = 4.22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van de gevel  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{gevel}} = 6.38 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{gevel.s}} = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	--

 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek + gevel, inclusief de profielen):

$U_{\text{kas}} = 7.21 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{kas.s}} = 4.64 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	---

## Groen Label Kas

Waarde tbv Groen-Label Kas-certificaat:  
 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek + gevel, inclusief de profielen en scherm)

$$U_{\text{kas.s}} = 4.64 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$


Aantal GLK punten

$$\text{GLKpunt} = 19$$

Totaal aantal energieschermen

$$\text{Aantalscherm} = 1$$

## **B.5 U-waarde 2 x 4,80 m Venlo**

 Fri Feb 11 11:01:05 2005

# U-WAARDE KAS

 Rekenmethode Energie-Indicatoren versie 2004  
 U-waarde berekening kas volgens 'IDT methode'

## Invoer

Fabrikant = LEVERANCIER  
 Kastype = "Venlo"  
 Teeltype = "Lichte stook"  
 Vakmaat = 4.5 m  
 Kapmaat = 4.8 m  
 Aantal vakken = 40  
 Aantal kappen = 15  
 Kolomhoogte = 5 m  
 Hoogte fundering = 0.3 m  
 Roeloos dek = "nee"  
 Roedeafstand = 1.125 m  
 Luchting = "niet doorlopend"  
 Gehard luchtraam = "nee"  
 Luchtraambreedte = 2  
 Aantal gordingen = 1  
 Dekhelling = 21 deg

## Profielen

Nok = "nok B5566"  
 Scharnier = "B5396 en B5566"  
 Zijstijl = "B5392"  
 Tussenstijl = "B5443"  
 Dorpel = "B5507 en B5567"  
 Roede = "B50051"  
 Regel = "voorbeeld"  
 Stijl = "voorbeeld"  
 Stapelprofiel = "geen"  
 Goot = "B50115"

## Overige gegevens

Omhullingsmateriaal kasdek = "Enkel glas"  
 Omhullingsmateriaal gevel = "Enkel glas"  
 Soort dekscherm = "Vlakscherm"  
 Dekscherm = "XLS 10 / XLS 10 Firebreak"  
 Soort gevelscherm = "Geen scherm"  
 Gevelscherm = "nvt"  
 Geisoleerde roede = "nee"  
 Roedeisolatie = "nvt"  
 Geisoleerde goot = "nee"  
 Gootisolatie = "nvt"

## Berekening

U-waarde transparant deel van het kasdek:

Zonder scherm	Met scherm
$U_{\text{transp.kasdek}} = 7.19 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{kasdek.met.scherm}} = 3.95 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$

U-waarde transparant deel van de gevel:

$U_{\text{transp.gevel}} = 6.01 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$U_{\text{gevel.met.scherm}} = 0.00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van het kasdek  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{dek}} = 7.42 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{dek.s}} = 4.18 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	---

 Gemiddelde U-waarde van de gevel  
 (dus inclusief de profielen):

$U_{\text{gevel}} = 6.35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{gevel.s}} = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	--

 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek +gevel, inclusief de profielen):

$U_{\text{kas}} = 7.22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$	$U_{\text{kas.s}} = 4.51 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$
---	---

## Groen Label Kas

Waarde tbv Groen-Label Kas-certificaat:  
 Gemiddelde U-waarde van de kas als geheel  
 (dus kasdek + gevel, inclusief de profielen en scherm)

$$U_{\text{kas.s}} = 4.51 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

Aantal GLK punten

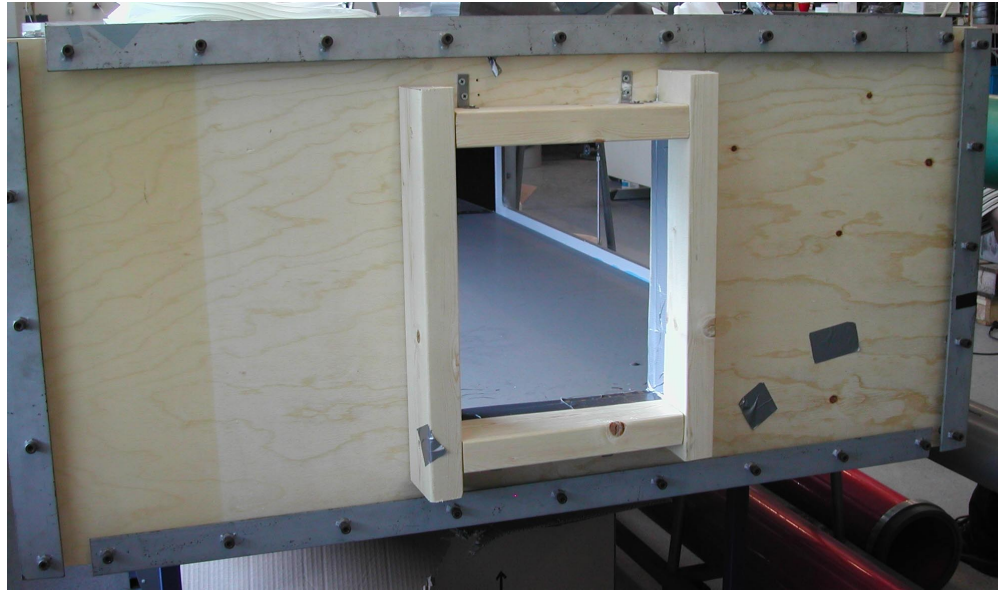
$$\text{GLKpunt} = 20$$

Totaal aantal energieschermen

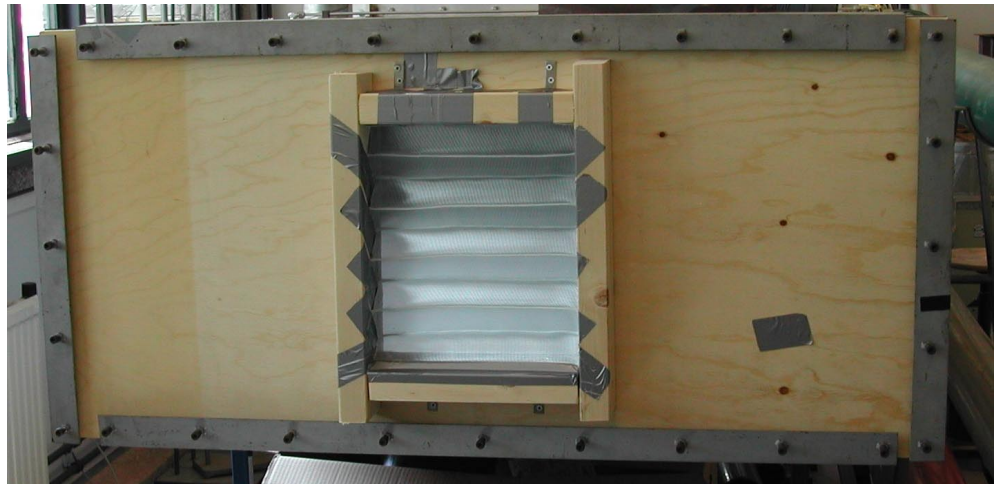
$$\text{Aantalscherm} = 1$$



## C Foto's meetopstelling insectengas



Figuur 1. Meetopening in meetschot voor de bevestiging van insectengazen.



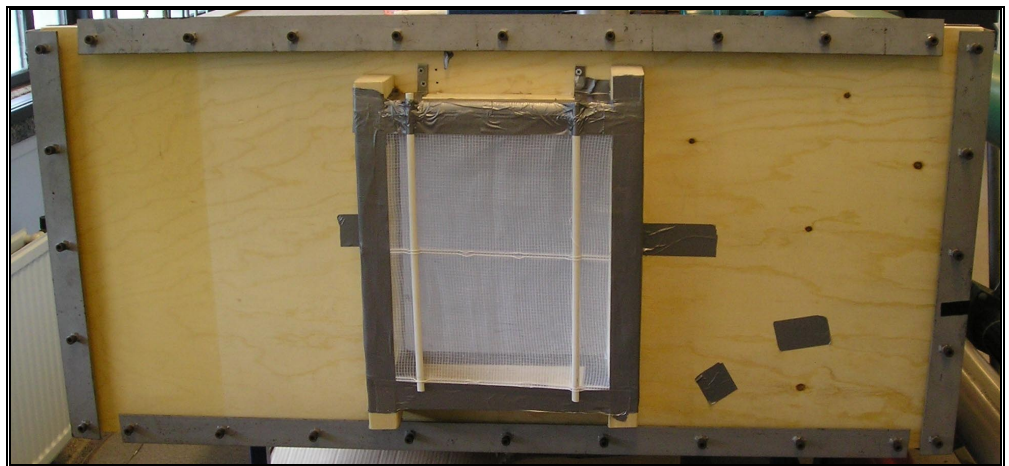
Figuur 2. Bevestiging van een Valeron-gas in het meetschot.



Figuur 3. Bevestiging van een Holland Gaas in het meetschot.



Figuur 4. Bevestiging van een Markies Venlo-gaas in het meetschot.



Figuur 5. Bevestiging van een Markies Breedkap-gaas in het meetschot.

## D Drukverschil over luchtraam bij toepassing insectengaas

### D.1 Drukverschil over ventilatieopening

Het drukverschil over een ventilatieopening wordt bepaald door:

- wind
- thermiek
- wervelingen

Wind botst tegen naar de wind gekeerde (gevels en) dakelementen en veroorzaakt daarop een overdruk. Wind stroomt over of langs van de wind gekeerde elementen en veroorzaakt daar onderdruk. De over- en onderdrukken zijn evenredig met de windsnelheid in het kwadraat en afhankelijk van een vormfactor, de remming van de wind aan het aardoppervlak en belemmering door omringende obstakels. Die combinatie van factoren wordt uitgedrukt in een fractie van de volle stuwdruk van de wind ( $C_p$ ). In formule:

$$\Delta p_w = C_p \times \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_w^2 \quad (12.1)$$

waarin:

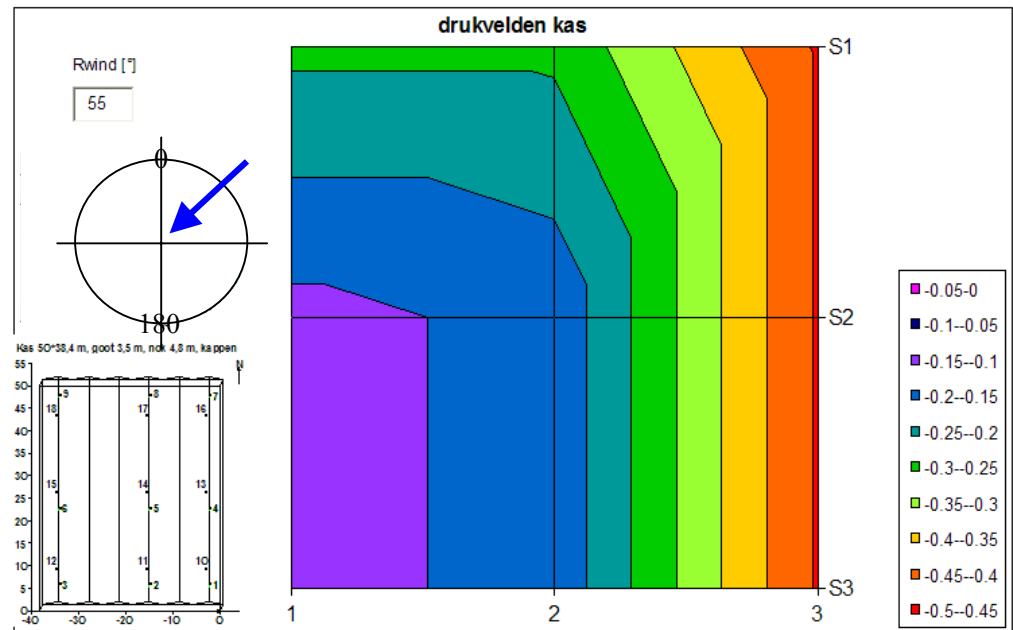
$\Delta p_w$  = drukverschil over een ventilatieopening t.g.v. wind [Pa]

$C_p$  = dimensieloze drukcoëfficiënt [-]

$\rho$  = soortelijke massa van lucht (ca 1,25 kg/m<sup>3</sup>, afhankelijk van de temperatuur)

$v_w$  = meteorologische windsnelheid [m/s]

Voor een juiste interpretatie dienen de winddrukfactoren  $C_p$ , als functie van de windrichting, voor een verscheidenheid aan ramen te worden bepaald. Behalve de posities van de ramen in het kasdek bepalen de vorm en afmetingen van de ramen, de kasgrootte en omringende obstakels de uiteindelijke winddrukfactoren. Voorheen vond een dergelijke bepaling van windinvloeden via windtunnelonderzoek plaats. Tegenwoordig kan echter voor een vereenvoudigde bepaling gebruik worden gemaakt van  $C_p$ -Generator, een door TNO ontwikkeld simulatiemodel [15]. Voor een kleine voorbeeldkas zijn  $C_p$ -waarden berekend. Figuur 12.1 laat het  $C_p$ -verloop zien.



Figuur 12.1 - Cp-verloop voor een kleine voorbeeldkas

De hoogste onderdrukken treden op in de randzone die het meest naar de wind is gekeerd. Dit wordt veroorzaakt door de loslaatwervel bovendaks na passage van de loefgevel.

Het tweede aspect dat een drukverschil veroorzaakt is thermiek. Warme lucht zet uit. Dezelfde luchtmassa neemt bij warmte een vergroot volume in en heeft dus een lagere soortelijke massa ( $\rho$ ). Een kolom warme lucht in een kas oefent binnen op een laag gelegen opening dus een lagere druk uit dan de vergelijkbare koudere luchtkolom buiten. Het verschil noemt men het thermisch drukverschil. Het is recht evenredig met het temperatuurverschil tussen binnen en buiten en met de hoogte van de warmere luchtkolom tussen de onderste en bovenste openingen. In formule:

$$\Delta p_{th} = \frac{\partial \rho}{\partial t} \times g \times \Delta h \times \Delta t \quad (12.2)$$

waarin:

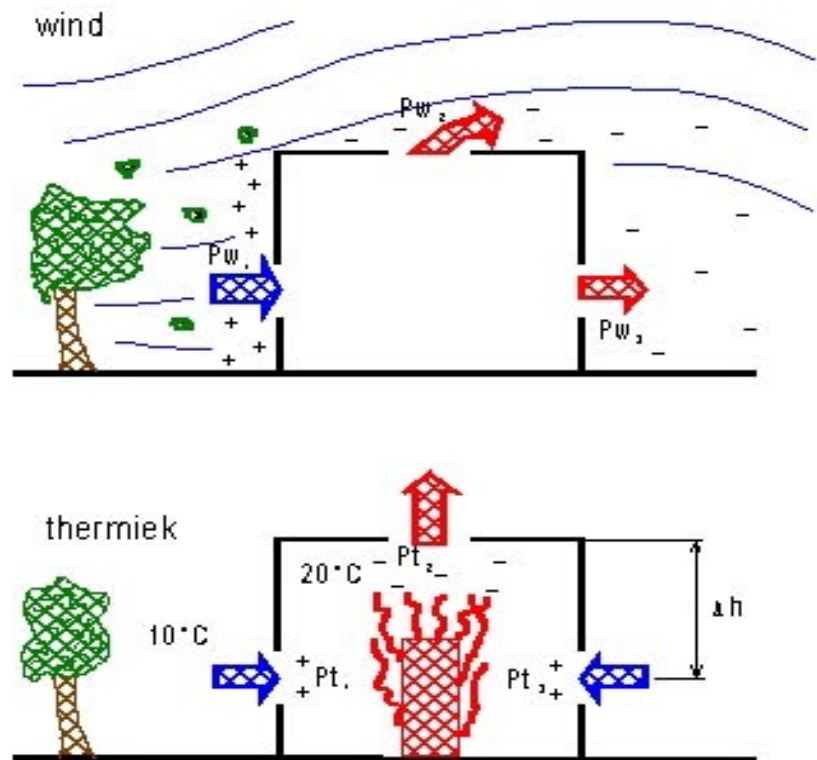
$\Delta p_{th}$  = drukverschil over een ventilatieopening t.g.v. thermiek [Pa]

$\delta \rho / \delta t$  = verandering van de soortelijke massa van lucht als functie van de temperatuur  $t$  [ rond omgevingstemperatuur  $\approx 1 / (1,6 \times t + 212)$  kg/m<sup>3</sup>.K]

$g$  = versnelling van de zwaartekracht [ca. 9,81 m/s<sup>2</sup>]

$\Delta h$  = hoogteverschil tussen laag en hoog gelegen ventilatieopeningen [m]

$\Delta t$  = temperatuurverschil tussen binnen en buiten [K]



Figuur 12.2 - Wind en thermiek veroorzaken drukverschillen, waardoor natuurlijke ventilatie ontstaat.

Een derde effect dat voor natuurlijke ventilatie zorgt zijn luchtwervelingen. Ze ontstaan door turbulentie van de omgevingslucht. Ook bij windstil weer en isotherme omstandigheden zorgt dit effect voor uitwisseling, bijvoorbeeld ten gevolge van lokale temperatuurverschillen door verschillen in beschaduwing en afkoeling onder invloed van de thermische massa. Luchtwervelingen zorgen met name in grote openingen voor (enige) uitwisseling omdat niet dezelfde lucht naar binnen wervelt als naar buiten. Normaliter is dit effect ondergeschikt. Bij kassen kan het vanwege de beperkte drukverschillen echter significant zijn. Een empirische formule voor de gemiddelde uitwisselingsnelheid in een raamopening waarover geen drukverschil staat is afgeleid door Phaff [13]. Ze luidt:

$$v_{\text{turb}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{(0,001 \cdot v_w^2 + 0,0035 \cdot h_r \cdot \Delta t + p_{\text{turb}})} \quad (12.3)$$

waarin:

$v_{\text{turb}}$  = gemiddelde turbulente uitwisselingsnelheid in de raamopening [m/s]

$h_r$  = (verticaal gemeten) hoogte van de raamopening [m]

$p_{\text{turb}}$  = turbulentiefactor [ in dit geval ca.  $0,01 \text{ m}^2/\text{s}^2$  ]

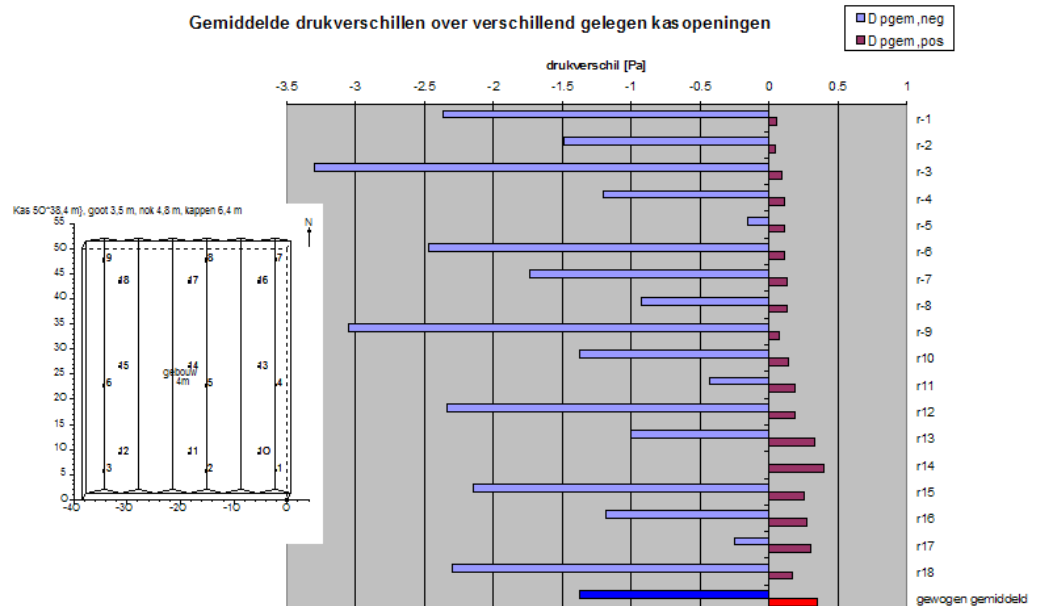
Als wind en/of thermiek een dusdanig drijvende kracht vormen dat een eenduidig drukverschil over de opening ontstaat, wordt de turbulente uitwisseling onderdrukt. De uitkomst van formule (5.3) wordt dan gereduceerd. Globaal kan worden gesteld dat de uitwisseling door turbulentie kan worden verwaarloosd als door een eenduidig drukverschil een zelfde of grotere luchtstroom ontstaat als berekend volgens formule (5.3).

## D.2 Representatief drukverschil

Voor een representatieve ventilatieberekening gaat het er om het drukverschil te bepalen dat representatief is voor het luchttransport tussen de gemiddelde toevoerramen en de gemiddelde afvoerramen. Om dit te bepalen is gebruik gemaakt van een simulatieberekening van de ventilatie. Hiervoor is een door TNO ontwikkeld ventilatiemodel gebruikt, dat naast wind en thermiek tevens de voornoemde luchtuitwisseling door wervelingen meeneemt [16]. Afhankelijk van de externe winddrukken en thermische drukverschillen bij de kasramen, alsmede de doorlaten van de verschillende kasramen lost het model de binnendruk op waarbij de som van de ingaande luchtstromen gelijk is aan die van de uitgaande.

Er zijn met het model ventilatieberekeningen uitgevoerd voor een scala aan representatieve weerscondities. De uitkomsten zijn gewogen naar kans van voorkomen. Op deze wijze zijn voor de 18 gesimuleerde groepen kasramen de gemiddelde positieve en negatieve drukverschillen afgeleid, waardoor toevoer en afvoer plaatsvinden. Figuur 12.3 toont het resultaat.

In de grafiek zijn tevens de naar verschillende raamgrootte gewogen gemiddelde over- en onderdruk weergegeven. Het blijkt dat de gemiddelde onderdruk  $-1,37$  Pa bedraagt en de gemiddelde overdruk  $0,34$  Pa. Rekening houdend met het feit dat het gemiddelde kasraam ca. 36% van de tijd afvoert en 64% van de tijd toevoert, komt het gemiddelde absolute drukverschil op  $0,71$  Pa. Dit drukverschil treedt op bij gemiddelde weerscondities. Het is echter gebruikelijk natuurlijke ventilatiesystemen op matige weerscondities te ontwerpen, zodat daarbij al de gewenste ventilatiecapaciteit wordt gehaald. Bij meer gematigde weerscondities is het drukverschil over het gemiddelde kasraam kleiner.



Figuur 12.3 - Gemiddelde drukverschillen over de verschillende groepen kasramen en gewogen gemiddelde voor de hele kas

Het berekende drukverschil is een gemiddelde. Voor een ventilatieontwerp waarmee 85% van de tijd de ventilatiecapaciteit kan worden gehaald, wordt aanbevolen een waarde van 0,25 Pa over een kasraam als ontwerpdrukverschil aan te houden. Dit is gebaseerd op het verband tussen de grootte van het gemiddelde absolute drukverschil over het gemiddelde kasraam en de kans dat dit drukverschil nog wordt onderschreden. Het aanbevolen drukverschil is een kwart van het veel gebruikte ontwerpdrukverschil van 1 Pa. Amerikaans onderzoek [9] hanteert zelfs nog hogere drukverschillen, dit komt waarschijnlijk doordat hierbij is uitgegaan van een kleinere kas, waarbij de randeffecten een aanzienlijke invloed hebben. In het onderzoek naar de ventilatiereductie wordt 1 Pa als uitgangspunt genomen.

## **E      Rentabiliteitsberekeningen voor Venlo kas, breedkap kas en varianten**



## **E.1 Optie 0 Referentiekas Venlo**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Max buitentemp dag	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
Min buitentemp nacht	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondorgang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Stooktemp dag	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Stooktemp voornacht	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Stooktemp nanacht	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Scherm voornacht dicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Scherm nanacht dicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Scherm overdag dicht bij °C	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →  mJ/jaar

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Tijdstip licht aan	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tijdstip licht uit	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Lampen uit boven L.I. buiten	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
Belichtingsniveau	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
Percentage electr. via eigen WKK	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	9.89	8.33	6.81	5.02	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	6.06	8.89	59.95

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	9.89	8.33	6.81	5.02	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	6.06	8.89	59.95

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6

## **E.2 Optie 1a Scherm polyester**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondergang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →  mJ/jaar

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	7.32	6.24	5.26	4.13	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	4.94	5.95	48.79

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	7.32	6.24	5.26	4.13	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	4.94	5.95	48.79

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	98 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	69.3	104.7	176.6	228.9	275.7	283.1	284.4	255.7	196.7	141.1	82.4	45.3	2143.8

### **E.3 Optie 1b Verduisteringscherm Alu / zwart**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondergang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)



**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	5.92	5.13	4.41	3.65	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	4.35	4.75	43.16

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	5.92	5.13	4.41	3.65	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	4.35	4.75	43.16

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	80 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	66.3	100.5	173.0	225.0	272.3	279.6	280.8	252.6	194.2	139.3	80.0	22.5	2086.2

## **E.4 Optie 1c Halfverduistering alu / polyester**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondergang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	6.73	5.77	4.90	3.92	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	4.69	5.48	46.45

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	6.73	5.77	4.90	3.92	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	4.69	5.48	46.45

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	90 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	67.8	102.7	174.9	227.1	274.2	281.6	282.8	254.3	195.6	140.3	81.2	33.7	2116.2

## **E.5 Optie 1d PE scherm**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Max buitentemp dag	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
Min buitentemp nacht	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondorgang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Stooktemp dag	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Stooktemp voornacht	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Stooktemp nanacht	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Schermdicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Schermdicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Schermdicht bij °C	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachregime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →  mJ/jaar

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Tijdstip licht aan	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tijdstip licht uit	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Lampen uit boven L.I. buiten	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
Belichtingsniveau	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
Percentage electr. via eigen WKK	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	7.57	6.44	5.41	4.21	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.05	6.22	49.85

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.49	6.94	5.10	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.82	8.60	59.78
Met scherm	7.57	6.44	5.41	4.21	3.20	1.88	1.30	1.56	2.58	4.43	5.05	6.22	49.85

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	102 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	69.5	104.9	176.9	229.3	276.1	283.5	284.8	256.1	197.0	141.2	82.5	46.3	2148.0

## **E.6 Optie 2 PMMA dek en gevel**



1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Max buitentemp dag	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
Min buitentemp nacht	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondergang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Stooktemp dag	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Stooktemp voornacht	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Stooktemp nanacht	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Scherm voornacht dicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Scherm nanacht dicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Scherm overdag dicht bij °C	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Tijdstip licht aan	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tijdstip licht uit	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Lampen uit boven L.I. buiten	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
Belichtingsniveau	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
Percentage electr. via eigen WKK	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	4.71	3.86	3.20	2.47	1.67	1.08	0.83	0.98	1.49	2.34	2.59	4.08	29.30
Met scherm	4.71	3.71	3.07	2.39	1.67	1.08	0.83	0.98	1.49	2.34	2.83	4.36	29.46

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	4.71	3.86	3.20	2.47	1.67	1.08	0.83	0.98	1.49	2.34	2.59	4.08	29.30
Met scherm	4.71	3.71	3.07	2.39	1.67	1.08	0.83	0.98	1.49	2.34	2.83	4.36	29.46

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	63 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	63 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	61.2	92.4	155.1	200.8	241.5	248.0	249.1	224.0	172.3	123.6	72.5	45.5	1886.1
Met scherm	61.2	92.4	155.1	200.8	241.5	248.0	249.1	224.0	172.3	123.6	72.5	45.5	1886.1

## **E.7 Optie 3a Geïsoleerde goot**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondergang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachregime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →  mJ/jaar

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.73	8.34	6.80	5.01	3.15	1.86	1.29	1.54	2.54	4.35	5.70	8.46	58.77
Met scherm	9.73	8.19	6.67	4.93	3.15	1.86	1.29	1.54	2.54	4.35	5.94	8.75	58.94

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.73	8.34	6.80	5.01	3.15	1.86	1.29	1.54	2.54	4.35	5.70	8.46	58.77
Met scherm	9.73	8.19	6.67	4.93	3.15	1.86	1.29	1.54	2.54	4.35	5.94	8.75	58.94

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	131 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	131 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6

## **E.8 Optie 3b Geïsoleerde roede**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondorgang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.86	8.46	6.91	5.08	3.19	1.88	1.30	1.56	2.57	4.41	5.80	8.57	59.60
Met scherm	9.86	8.30	6.79	5.01	3.19	1.88	1.30	1.56	2.57	4.41	6.03	8.86	59.77

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.86	8.46	6.91	5.08	3.19	1.88	1.30	1.56	2.57	4.41	5.80	8.57	59.60
Met scherm	9.86	8.30	6.79	5.01	3.19	1.88	1.30	1.56	2.57	4.41	6.03	8.86	59.77

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6



## **E.9 Optie 3c Geïsoleerde goot en roede**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Max buitentemp dag	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
Min buitentemp nacht	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondergang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Stooktemp dag	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Stooktemp voornacht	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Stooktemp nanacht	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
Scherm voornacht dicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Scherm nanacht dicht bij °C	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Scherm overdag dicht bij °C	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachregime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →  mJ/jaar

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Tijdstip licht aan	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tijdstip licht uit	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Lampen uit boven L.I. buiten	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
Belichtingsniveau	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
Percentage electr. via eigen WKK	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.69	8.30	6.76	4.98	3.14	1.85	1.28	1.54	2.53	4.33	5.67	8.42	58.49
Met scherm	9.69	8.15	6.63	4.91	3.14	1.85	1.28	1.54	2.53	4.33	5.91	8.72	58.66

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.69	8.30	6.76	4.98	3.14	1.85	1.28	1.54	2.53	4.33	5.67	8.42	58.49
Met scherm	9.69	8.15	6.63	4.91	3.14	1.85	1.28	1.54	2.53	4.33	5.91	8.72	58.66

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	130 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	130 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6
Met scherm	71.1	107.3	179.9	233.0	280.3	287.8	289.1	260.0	199.9	143.4	84.1	52.8	2188.6

## **E.10 Optie 4a Breedkap 12,80 m glas zonder scherm**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondorgang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachregime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →  mJ/jaar

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.55	7.12	5.19	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	5.91	8.59	60.42
Met scherm	9.89	8.40	6.99	5.11	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	6.14	8.88	60.59

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.55	7.12	5.19	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	5.91	8.59	60.42
Met scherm	9.89	8.40	6.99	5.11	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	6.14	8.88	60.59

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	66.1	99.9	167.5	216.9	260.9	267.9	269.1	242.0	186.1	133.5	78.3	49.2	2037.4
Met scherm	66.1	99.9	167.5	216.9	260.9	267.9	269.1	242.0	186.1	133.5	78.3	49.2	2037.4

## **E.11 Optie 4b Breedkap 12,80 m glas met polyester scherm**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondorgang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →  mJ/jaar

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)



## Gasgebruik

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.55	7.12	5.19	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	5.91	8.59	60.42
Met scherm	6.87	5.93	5.16	4.06	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	4.83	5.37	47.38

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	9.89	8.55	7.12	5.19	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	5.91	8.59	60.42
Met scherm	6.87	5.93	5.16	4.06	3.25	1.91	1.32	1.58	2.61	4.50	4.83	5.37	47.38

## Gewenste contractcapaciteit per ha per uur

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	133 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	92 m <sup>3</sup> /uur.ha

## Groeilicht, mJ/maand

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	66.1	99.9	167.5	216.9	260.9	267.9	269.1	242.0	186.1	133.5	78.3	49.2	2037.4
Met scherm	64.8	97.9	165.2	214.1	257.9	264.8	266.0	239.2	183.9	131.9	77.0	42.4	2005.0

## **E.12 Optie 4c Breedkap 12,80 m PMMA zonder scherm**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/ K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/ K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondorgang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachtre regime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

8.1 Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

[Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan](#)

## Gasgebruik

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	4.83	3.98	3.27	2.52	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.63	4.17	29.93
Met scherm	4.83	3.83	3.14	2.45	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.87	4.45	30.09

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	4.83	3.98	3.27	2.52	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.63	4.17	29.93
Met scherm	4.83	3.83	3.14	2.45	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.87	4.45	30.09

## Gewenste contractcapaciteit per ha per uur

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	65 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	65 m <sup>3</sup> /uur.ha

## Groeilicht, mJ/maand

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	57.8	87.2	146.3	189.4	227.9	234.0	235.0	211.3	162.5	116.6	68.4	42.9	1779.4
Met scherm	57.8	87.2	146.3	189.4	227.9	234.0	235.0	211.3	162.5	116.6	68.4	42.9	1779.4

## **E.13 Optie 4d Breedkap 12,80 m PMMA met polyester scherm**

1. Vul hier in wat de diffuse lichtdoorlatendheid schermdoek. Vul hier ook in wat het gemiddelde instralingsniveau in als percentage van wat maximaal haalbaar is. Het langjarig gemiddelde voor Nederland bedraagt 35%.

1.1 Lichtintensiteit, percentage van max

1.2 Lichtdoorlatendheid doek (%)

2. Vul hier het ketelrendement (op bovenwaarde) in alsmede een eventuele lichtverhoging van de dagtemperatuur

2.1 Ketelrendement (op bovenwaarde)

2.2 Lichtverhoging temperatuur  °C per 100 W/m<sup>2</sup>

3. Geef hier aan wat de verdamping van het gewas is als percentage van wat een volgroeid gewas verdampt. Een net aangeplant gewas zal bijvoorbeeld maar 10% verdampen van een volgroeid gewas. Wat hier ingevuld wordt hoeft niet meer dan een inschatting te zijn

3.1 Verdamping (% van max)

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60

4. Vul hier de gemiddelde maximum en minimum buitentemperaturen in per maand

4.1 Max buitentemp dag

4.2 Min buitentemp nacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
4.1	4	5	8	11	16	18	20	21	17	13	9	6
4.2	0	0	2	3	7	11	13	12	10	7	4	2

5. Vul hier in wat de U-waarde is van de kas met getrokken scherm en de kas zonder scherm.

5.1 U-waarde kas  [W/m<sup>2</sup>/K]

5.2 U-waarde kas met scherm  [W/m<sup>2</sup>/K]

6. Geef hier het stook regime weer; voornacht loopt van zonsondorgang tot 24.00 uur, nanacht loopt vanaf 24.00 uur tot zonsopkomst

6.1 Stooktemp dag

6.2 Stooktemp voornacht

6.3 Stooktemp nanacht

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
6.2	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6.3	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

6a. Geef hier aan onder welke buitentemperatuur het scherm dicht gaat

6.1 Scherm voornacht dicht bij °C

6.2 Scherm nanacht dicht bij °C

6.3 Scherm overdag dicht bij °C

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
6.1	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
6.3	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

7. Wanneer gaat de dagtemperatuur in?  
Vanaf welk lichtniveau geldt 's morgens het dagregime (zie 6.3) en vanaf welk niveau geldt 's middags weer het nachregime (zie 6.1)? Het programma rekent nu uit hoeveel groeilicht er in totaal per jaar de kas binnenkomt.

7.1 Dagtemp gaat in  uur voor zon op

7.2 Scherm 's morgens open bij  W/m<sup>2</sup> →

7.3 Scherm 's middags dicht bij  W/m<sup>2</sup> →

8. Wat is de lichttransmissie van het kasdek?

8.1 Lichttransmissie kas(dek)

Lichttransmissie kas(dek) met scherm

9. Als er sprake is van assimilatiebelichting wat is dan het gehanteerde belichtingsniveau? En wat zijn de belichtingstijden gedurende de maanden van het jaar? Boven welk lichtniveau buiten (W/m<sup>2</sup>) gaan de lampen uit? Hoeveel procent van de benodigde electriciteit wordt opgewekt met eigen WKK?

9.1 Tijdstip licht aan

9.2 Tijdstip licht uit

9.3 Lampen uit boven L.I. buiten

9.4 Belichtingsniveau

9.5 Percentage electr. via eigen WKK

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
9.1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9.2	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
9.3	250	250	250	200	200	200	200	200	250	250	250	250
9.4	<input type="text" value="0"/> W/m <sup>2</sup>											
9.5	<input type="text" value="100%"/>											

Klik hier om naar de uitkomst van de berekening te gaan

**Gasgebruik**

Ketel, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	4.83	3.98	3.27	2.52	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.63	4.17	29.93
Met scherm	4.05	3.21	2.67	2.18	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.53	3.64	26.81

WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Met scherm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ketel + WKK, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	4.83	3.98	3.27	2.52	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.63	4.17	29.93
Met scherm	4.05	3.21	2.67	2.18	1.70	1.10	0.85	1.00	1.51	2.37	2.53	3.64	26.81

**Gewenste contractcapaciteit per ha per uur**

Hierbij is uitgegaan van voldoende capaciteit om bij het gemiddelde weer, zoals dat is ingevoerd bij 4.1 en 4.2, de ingestelde temperatuur te halen, die is ingevoerd bij 6.1, 6.2 en 6.3. Tevens is uitgegaan van de aanwezigheid van een warmte opslag tank

Gewenste max cap per ha per uur	
Zonder scherm	65 m <sup>3</sup> /uur.ha
Met scherm	54 m <sup>3</sup> /uur.ha

**Groeilicht, mJ/maand**

Voor een heel jaar is doorgerekend wat de totale hoeveelheid groeilicht is, met en zonder scherm, uitgedrukt in MJ per m<sup>2</sup> per maand en per jaar

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	jaar
Zonder scherm	57.8	87.2	146.3	189.4	227.9	234.0	235.0	211.3	162.5	116.6	68.4	42.9	1779.4
Met scherm	56.5	85.4	144.0	186.7	224.8	230.9	231.9	208.5	160.4	115.0	67.2	37.0	1748.1

## **F Nieuwe criteria voor Groen Label Kas-certificaat**



# Groen Label Kas

December 2004

## Groen Label Kas

### Dienstverlenend aan de glastuinbouw

Stichting Milieukeur beheert sinds 1999 de criteria voor Groen Label Kas (GLK). De medewerkers van Stichting Milieukeur fungeren als ondersteuning van het speciale College van Deskundigen voor Groen Label Kas. In dit College wordt door 6 vertegenwoordigers vanuit de kassenbouwpraktijk, agrarische belangenbehartiging, onderzoek en overheid zorgvuldig gewerkt aan het oplossen van vragen over de criteria. Een onafhankelijke voorzitter leidt de vergaderingen. De laatste vijf jaar zijn er bij het College van Deskundigen een kleine driehonderd vragen uit de praktijk langsgesproken. Er zijn daarnaast ook twee herzieningsprocedures doorlopen.

### Herziening 2004

Dit najaar is een hoorzitting gehouden voor de herziening van de criteria Groen Label Kas waar betrokkenen vanuit de praktijk opmerkingen en inbreng hebben geleverd. Begin december 2004 zullen de definitieve criteria worden vastgesteld. In de loop van december zullen de nieuwe criteria worden gepubliceerd en ontvangen alle betrokken organisaties het verslag van de hoorzitting en de beantwoording van de vragen.

### Bouwen aan een duurzame glastuinbouw

Een Groen Label Kas is een tuinbouwkas die voldoet aan de eisen die zijn geformuleerd in de zogenoemde 'Maatlat Groen Label Kas'. Deze maatlat is een bijlage in de Regeling groenprojecten en de MIA-regeling (Milieu-investeringsaftrek). In de maatlat staan eisen op het gebied van besparing van energie, nutriënten, water- en gewasbescherming en vermindering van lichthinder. Voor alle teelten gelden basis-eisen die verplicht zijn. Er is een onderscheid aangebracht in eisen voor 'zware stookteelt' en 'lichte of hete luchtteelt'. Naast de basiseisen moet er per type stook een verplichte hoeveelheid punten (in een keuzesysteem) behaald worden. In de regelingen wordt aangegeven hoeveel punten men voor een bepaalde regeling nodig heeft. Soms worden hier ook aanvullende voorwaarden gesteld. De actuele criteria zijn te downloaden via internet: [www.groenlabelkas.nl](http://www.groenlabelkas.nl).



Daar staat tevens een document waarin de controle-systeematiek nader is uitgewerkt.

### Procedure

Om gebruik te kunnen maken van de Regeling groenprojecten, de MIA- en VAMIL-regeling is een Groen Label Kas-certificaat vereist. Er zijn twee certificatie-instellingen waar u terecht kunt voor een dergelijk certificaat. Indien u meer informatie wilt over de te volgen procedure en de bij Groen Label Kas betrokken organisaties, dan kunt u een brochure opvragen bij het secretariaat van Stichting Milieukeur, telefoon: 070-3586300

### Aanmelden voor een Groen Label Kas-certificaat

Onderstaande certificatie-instellingen certificeren Groen Label Kassen:

ECAS:

de heer A.J.W. van der Veer  
tel.: 071-3315781  
[a.vd.veer@ecas.nl](mailto:a.vd.veer@ecas.nl)  
[www.ecas.nl](http://www.ecas.nl)

SGS:

mevrouw K. van Houten  
tel.: 0181-693333  
[karin\\_van\\_houten@sgs.com](mailto:karin_van_houten@sgs.com)  
[www.sgs.nl](http://www.sgs.nl)

## Inhoud

Groen Label Kas

1

Nieuwe criteria voor Groen Label Kas-certificaat

2

## Nieuwe criteria voor Groen Label Kas-certificaat

**De glastuinbouw levert een belangrijke bijdrage aan de Nederlandse economie, het is een voor Nederland gezichtsbepalende bedrijfstak. Ook is het een sector waar op milieugebied veel kan worden bereikt. In die zin is de vermindering van de milieubelasting door de glastuinbouw, waar Stichting Milieukeur een belangrijke rol bij speelt, een 'success story' op milieugebied.**

Ongeveer 10% van de glastuinbouwbedrijven in Nederland (ruim 900 van de circa 10.000 glastuinbouwkassen in Nederland) beschikt over een Groen Label Kas-certificaat. Toch is er nog veel te doen. Met Herman Docters van Leeuwen, projectleider agro/food bij Stichting Milieukeur, bespreken we de tussenstand.

'Het Groen Label Kas-project heeft, in vergelijking met andere projecten waar wij bij betrokken zijn, het grote voordeel dat er een belangrijke fiscale winst mee is te behalen. De criteria van de Groen Label Kas maken deel uit van door de overheid vastgestelde regelingen, zoals de Milieu Investerings Aftrek (MIA) en de VAMIL, de Willekeurige Afschrijving Milieu Investerings. Die fiscale voordelen krijgt men, als tuinder, als men beantwoordt aan de Groen Label Kas-criteria. Iets dergelijks geldt voor de Regeling groenprojecten. Financiële instellingen die Groenfonds op de markt brengen, fondsen die investeren in 'groene' projecten, kunnen de beleggers fiscale voordelen bieden. Een project dat beantwoordt aan de Groen Label Kas-criteria valt 'automatisch' onder de Groenregeling. In de praktijk zijn de laatste jaren 70% van de projecten waarvoor de Groenregeling geldt, Groen Label Kas-projecten.'

### Doelvoorschriften

De criteria voor het Groen Label Kas-certificaat zijn allereerst basiseisen, die betrekking hebben op het energiegebruik, nutriënten (fosfaat en stikstof), gewasbescherming en waterverbruik. De basiseisen zijn uitgewerkt in voorschriften voor de bouw van de kassen, op basis waarvan het GLK-certificaat kan worden toegekend. Daarnaast zijn er zogenaamde keuzecriteria, die extra 'punten' opleveren, bijvoorbeeld als men beschikt over bepaalde apparatuur. Ook het voorkomen van licht-hinder door het afschermen van assimilatiebelichting is hierin een onderdeel. Er moet een minimum aantal punten worden gehaald om het certificaat Groen Label Kas te behalen. De overheid kan in haar milieuregelingen aanvullende voorwaarden opnemen ten aanzien van het aantal punten of kasonderdelen. 'Het streven is uiteindelijk te komen tot doelvoorschriften', vertelt Docters van Leeuwen. 'In de herziening van dit jaar wordt daar al een goede aanzet voor gegeven. Er worden nu bijvoorbeeld basiseisen voor lichtdoorlatendheid (I-waarde) en isolatiewaarden (U-waarde) opgenomen. Het zijn indirecte maatstaven voor energiebesparing, die de huidige basiseisen aan kasdekken en kasgevels vervangen.'

'Een ander nieuw criterium wordt gesteld aan energie-intensieve kassen. Voor energie-intensieve kassen wordt een eis voorgesteld, waarbij 15% minder energie nodig is ten opzichte van warmte uit een ketel en/of elektriciteit uit een elektriciteitscentrale met een bepaald standaardrendement. In de praktijk betekent dit dat er uitgegaan moet worden van (een combinatie van) duurzame energie of warmtekrachtkoppeling (WKK) of restwarmte van elektriciteitscentrales of industrie.

Aan een WKK worden verder aanvullende eisen gesteld. WKK's zijn weliswaar efficiënt waar het gaat om het gebruik van primaire energiebronnen, maar het verbrandingsproces leidt wel tot uitstoot van methaan, dat als broeikasgas vele malen schadelijker is dan CO<sub>2</sub>. Daarnaast komt ook NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub> vrij. CO<sub>2</sub> kan vaak nuttig in de teelt worden ingezet. Om de uitstoot van rookgassen te beperken zijn hiervoor eisen uitgewerkt. Naar verwachting betekent dit in de praktijk dat meestal een rookgasreiniger moet worden ingezet als de WKK draait. Er zijn hierbij overigens wel een aantal aandachtspunten: door een verplichte rookgasreiniger bij gebruik van WKK's zou het gebruik van afval-CO<sub>2</sub> van de industrie door de glastuinbouw door een lagere implementatiegraad minder interessant kunnen worden. Verder is in een aantal gevallen de CO<sub>2</sub> niet altijd nuttig aan te wenden (indien het gewas geen CO<sub>2</sub> behoefte heeft of er meerdere WKK's op een bedrijf zijn). Deze vragen zullen bij de laatste vergaderingen van het College uitgebreid worden behandeld.

### Water

Een ander nieuw criterium heeft betrekking op de ondergrondse (water)leidingen die worden gebruikt voor beregening in kassen. Binnen het stelsel van de GLK wordt het gebruik van leidingen die zijn gemaakt van PE (in plaats van PVC) beloond. Het is duidelijk dat bij PE-leidingen in de praktijk minder lekkages optreden. Een ander nieuw criterium, op het gebied van watermanagement, heeft betrekking op de aanwezigheid van natrium (zeg maar zout) in het water. Als er minder natrium voorkomt in het water dat de tuinder gebruikt, dan is het minder snel nodig om het water te lozen. Daarom levert het gebruik van technologie die natrium verwijdert uit drainagewater extra 'punten' op voor het GLK-certificaat.

### Kosten en baten

Docters van Leeuwen: 'Wat het GLK-systeem gemeen heeft met de andere sectoren waar Stichting Milieukeur werkzaam is, is het feit dat we werken voor en met voorlopers, een voorhoede binnen een sector. Met het grote voordeel van de fiscale regelingen, waardoor de extra investeringen die een tuinder moet doen om in aanmerking te komen voor een GLK-certificaat, worden gecompenseerd. Voor de tuinder geldt – net zoals voor elke ondernemer – bij het doorvoeren van innovaties ten behoeve van een milieusparende bedrijfsvoering uiteindelijk één belangrijke afweging: de kosten tegenover de baten. Zoals gezegd, dankzij verschillende fiscale maatregelen van de overheid krijgt de Groen Label Kas een flinke duw in de rug. De budgetten voor de MIA-regeling zijn voor aankomend jaar ruimer dan voorgaande jaren. Om vast te stellen hoe die afweging uitvalt, doet het Landbouw Economisch Instituut (LEI) onderzoek naar de economische aspecten in relatie met de investeringen die voor Groen Label Kas nodig zijn. Op basis van dit onderzoek wordt een nieuw puntenniveau opgezet.'

## **G      Uitnodiging workshop**



Retouradres: Postbus 49, 2600 AA Delft

Kassenbouw Vink + Veenman BV  
T.a.v. Ing. H.L.M. Veenman  
Constructieweg 3  
2421 LN Nieuwkoop  
2 4 2 1 L N

Bouwconstructies  
Van Mourik Broekmanweg 6  
Postbus 49  
2600 AA Delft

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

T 015 276 30 00

F 015 276 30 16

**Onderwerp**

Workshop 'Energie III'

**Datum**

30 maart 2004

**Onze referentie**

2004-BC-B0119 /BMC

**E-mail**

C.vanBentum@bouw.tno.nl

Geachte heer Veenman,

**Doorkiesnummer**

(015) 27 63463

Graag nodigen wij u uit voor de workshop 'Energie III' op 3 juni 2004 bij TNO Bouw. De workshop wordt gegeven in het kader van het project 'Energie III' dat in opdracht van het productschap Tuinbouw en het ministerie van LNV is uitgevoerd door TNO Bouw.

**Doorkiesfax**

(015) 27 63016

Het onderzoek is een vervolg van het project 'Energie II' waarin de basis is gelegd voor de huidige rekenmethodieken van energie-indicatoren. Het project 'Energie III' speelt vooral in op de marktontwikkelingen van de laatste jaren op energiegebied. Zo is het mogelijk om in de huidige programmatuur de U-waarde van een kas met geïsoleerde profielen te bepalen. Ook is de toepassing van insectengaas en schermdoeken geïmplementeerd in de rekenmethodieken. Met behulp van de energie-indicator 'ventilatieopening' zal in het programma CASTA/Kassenbouw het ideale formaat luchtraam met insectengaas gekozen kunnen worden. Voor Breedkap kassen is een inhaalslag gemaakt op het gebied van lichtdoorlatendheid. Ook voor dit type kas kan nu bepaald worden wat de lichttransmissie van de gehele constructie is.

**Bijlage(n)**

Programma  
Inschrijfformulier

**Kopie aan**

ing. H. 't Hart  
L.P.M. van der Knaap  
ir. E.G.O.N. Janssen

Tijdens de workshop worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd en wordt de mogelijkheid geboden om kennis te maken met de nieuwe mogelijkheden van de rekenmethoden voor het bepalen van de energie-indicatoren. Met behulp van een case study wordt een kas beoordeeld op de aspecten lichtdoorlatendheid, U-waarde, ventilatiecapaciteit en kosten. In de case study wordt gebruik gemaakt van verschillende programma's die door TNO Bouw ontwikkeld zijn. De programmatuur is bij een aantal bedrijven inmiddels in gebruik genomen.

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, zoals gedeponneerd bij de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Haaglanden; de Algemene Voorwaarden zullen op verzoek worden toegezonden.

Voor de aanmelding van deelnemers van Kassenbouw Vink + Veenman BV (maximaal 2 per bedrijf) kunt u gebruik maken van bijgevoegd inschrijfformulier. Vanwege het beperkt aantal plaatsen (circa 20) raden wij u aan snel te reageren.

Hoogachtend,

Ir. C.A. van Bentum



**Datum**  
30 maart 2004

**Onze referentie**  
2004-BC-B0119 /BMC

**Blad**  
2/4

## **Workshop 'Energie III'**

### **Achtergrond**

De overheid stimuleert het bouwen van energiezuinige en energie-efficiënte kassen met bijvoorbeeld ontwikkelingskredieten en groenfinanciering. Voor een tuinder kan een energiezuinige kas op termijn een kostenbesparing betekenen. Om als leverancier in te kunnen spelen op deze ontwikkelingen is het noodzakelijk de energieprestatie van een kas te kunnen kwantificeren. TNO Bouw heeft hiervoor in het verleden vier energie-indicatoren ontwikkeld:

#### **1 Lichtdoorlatendheid**

#### **2 U-waarde**

#### **3 Ventilatieopening**

#### **4 Productie-energie**

De vier energie-indicatoren zijn rapportcijfers die met onafhankelijke en betrouwbare rekenmethodieken ondersteund worden en waarmee de consequenties van verschillende uitvoeringen te bepalen zijn. Met de vier energie-indicatoren bent u in staat om energiezuinige producten te ontwikkelen en kunt u aantoonbaar energiebewust opereren op de markt.

De workshop is met name bedoeld om het gebruik van de vier energie-indicatoren door middel van een praktijkvoorbeeld toe te lichten. Met behulp van een case study worden de effecten van energiezuinige maatregelen gekwantificeerd. Ontwikkelingen als scherming, alternatieve omhullingsmaterialen, het toepassen van insectengaas en gebruik van geïsoleerde profielen worden nadrukkelijk in beeld gebracht. In de case study wordt naar keuze een Venlo-kas of een breedkapkas geoptimaliseerd voor lichtdoorlatendheid, U-waarde, ventilatiecapaciteit en kosten. De case study maakt gebruik van de door TNO Bouw ontwikkelde programmatuur.

In de workshop komt ook de bekendheid van de energie-indicatoren bij de tuinder aan bod. De voordelen van de energie-indicatoren zullen het grootst zijn als de tuinder bereid is er mee te werken. In de workshop zal besproken worden op welke wijzen de energie-indicatoren aan de tuinders worden overgedragen.

De workshop 'Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen III' wordt gegeven met het doel de deelnemers in staat te stellen eenvoudige toepassingen zelfstandig en betrouwbaar uit te voeren. Naast de benodigde theoretische achtergrondkennis zal daarom veel aandacht worden besteed aan het gebruik van de programmatuur.



**Datum**

30 maart 2004

**Onze referentie**

2004-BC-B0119 /BMC

**Blad**

3/4

**Programma**

De workshop wordt gehouden op donderdagmiddag 3 juni 2004. Het programma is als volgt:

13:00 Ontvangst met koffie  
13:15 Presentatie resultaten Energie III  
13:35 Uitleg mogelijkheden programmatuur  
14:15 Pauze  
14:30 Case study  
15:45 Overdracht energie-indicatoren naar tuinders  
16:00 Discussie  
16:30 Borrel

**Locatie**

De cursus wordt gehouden in het gebouw van TNO Bouw, Mourik van Broekmanweg 6 te Delft.

**Materiaal**

Na de workshop ontvangen de deelnemers een syllabus met achtergrondinformatie en het oefenmateriaal. Tijdens de workshop zijn een aantal computers met de benodigde programmatuur beschikbaar.

**Aantal deelnemers en inschrijvingen**

Om een goede begeleiding van de cursisten te waarborgen zal het aantal deelnemers worden beperkt tot 24. Inschrijving vindt plaats in de volgorde van aanmelding.

**Kosten**

De prijs voor het volgen van de workshop bedraagt €150,- (excl. BTW) per persoon. De kosten van verversingen en de syllabus zijn hierbij inbegrepen. U kunt u opgeven middels bijgevoegd inschrijfformulier. Dit formulier gaarne vóór 1 mei 2004 inleveren. Na ontvangst van uw inschrijfformulier ontvangt u uiterlijk 10 mei 2004 bericht van ons over uw eventuele deelname. Tevens ontvangt u dan – mits uw deelname bevestigd kan worden – informatie over het programma, de route en de precieze locatie.

**Betaling**

Na het verzenden van uw bevestiging zenden wij een factuur, welke binnen 15 dagen na factuurdatum dient te worden voldaan. De workshop wordt uitgevoerd onder de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO d.d. 1 mei 2003, waarvan u een exemplaar kunt aanvragen.



**Datum**  
30 maart 2004

**Onze referentie**  
2004-BC-B0119 /BMC

**Blad**  
4/4

## **Inschrijfformulier workshop 'Energie III'**

Data: 3 juni 2004  
Plaats: TNO Bouw, van Mourik Broekmanweg 6 te Delft

Naam bedrijf: Kassenbouw Vink + Veenman BV  
Constructieweg 3  
2421 LN Nieuwkoop  
Tel: (0172) 57 47 50  
Fax: (0172) 57 47 54

Wij verzoeken u onderstaande medewerkers van onze onderneming in te schrijven als deelnemer aan deze workshop.

Naam deelnemer 1: \_\_\_\_\_

Naam deelnemer 2: \_\_\_\_\_

De deelnamekosten zijn €150,- x \_\_ deelnemer(s) = € \_\_\_\_\_ (excl. BTW) .

Handtekening:

U wordt verzocht dit formulier zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk op 1 mei 2004 per post of per fax te verzenden aan:

TNO Bouw  
t.a.v. Secretariaat Bouwconstructies  
Postbus 49  
2600 AA Delft  
Fax: (015) 276 30 16

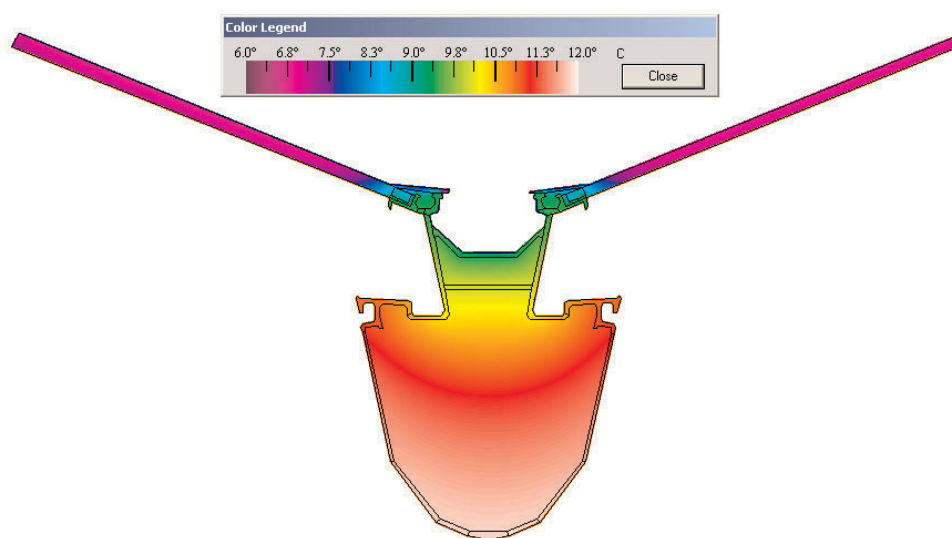
Mocht u naar aanleiding van dit formulier nog vragen hebben dan kunt u ons telefonisch bereiken op (015) 276 34 63 of per e-mail op [C.vanBentum@bouw.tno.nl](mailto:C.vanBentum@bouw.tno.nl).

# **H     Flyer**



IDT methode 2004

# Groen Label Kas



## Energie Indicatoren

TNO heeft in het project "Energie-geïntegreerd ontwerpen van tuinbouwkassen" vier energie-indicatoren ontwikkeld waarmee het mogelijk is om energiebesparende maatregelen voor Venlo kassen en Breedkap kassen op waarde te kunnen schatten. De energie-indicatoren zijn: lichtdoorlatendheid, U-waarde, productie-energie en ventilatie-opening. Afgelopen jaar zijn de energie-indicatoren uitgebreid met alternatieve omhullingsmaterialen, scherming, geïsoleerde profielen en insectengaas. Deze uitbreidingen zijn beschreven in het rapport Energie III. Dit rapport is te downloaden via [www.tuinbouw.nl](http://www.tuinbouw.nl).

## Groen Label Kas

De systematiek voor het Groen Label Kas certificaat (GLK) kent punten toe aan bepaalde energiezuinige opties in de kas. Hieronder vallen alternatieve omhullingsmaterialen,

toepassing WKK, etc. In de criteria voor 2005 zijn de energie-indicatoren lichtdoorlatendheid en U-waarde opgenomen. Met behulp van de door TNO ontwikkelde IDT methode 2004 kan bepaald worden wat de lichtdoorlatendheid van het kasdek en de U-waarde van de gehele kas zijn. De hoeveelheid lichtbesparing en de U-waarde verbetering bepalen hoeveel punten er voor beide opties gescoord worden. Informatie over de Groen Label Kas is te vinden op [www.groenlabelkas.nl](http://www.groenlabelkas.nl).

## GLK punten voor Lichtdoorlatendheid en U-waarde

Voor een aantal gangbare kastypen staan in deze flyer richtwaarden voor de lichtdoorlatendheid van het kasdek en U-waarde van de gehele kas. De tabellen zijn bedoeld als indicatie voor verschillende energiezuinige opties en er kunnen geen rechten aan ontleend worden. Voor de precieze getallen kunt u terecht bij de toeleveranciers. Deze zijn in

bezit van de juiste software om de exacte getallen te kunnen berekenen.

## Hoe om te gaan met de lichtdoorlatendheid en U-waarde?

1. Ondernemer of adviseur vraagt bij kassenbouwer een offerte aan en geeft daarbij aan welke energiezuinige optie hij van plan is te kiezen. Voor een realistische offerte is het noodzakelijk aan te geven welk schermdeek gebruikt gaat worden. Om vooraf een inschatting te kunnen maken tussen verschillende energiezuinige opties kan de ondernemer gebruik maken van de hieronder vermelde tabellen.
2. Kassenbouwer vraagt indien nodig bij systeemleverancier de benodigde gegevens op:
  - Lichtdoorlatendheid kasdek volgens IDT methode 2004;
  - U-waarde kas volgens IDT methode 2004.
3. Kassenbouwer brengt offerte uit met:
  - CASTA berekening;
  - Lichtdoorlatendheid kasdek volgens IDT methode 2004.
  - U-waarde kas volgens IDT methode 2004.
4. Ondernemer kiest voor een bepaalde kas en vraagt een (voorlopig) GLK certificaat aan. Hiervoor moeten van de IDT methode 2004 het uitvoerblad van de lichtberekening en het uitvoerblad (pagina 9) van de U-waarde berekening overlegd worden. Als er wijzigingen zijn opgetreden in de afmetingen of in het dek- en schermdeektype, moeten er nieuwe berekeningen gemaakt worden door de kassenbouwer.

**Lichtdoorlatendheid**

De lichtonderschepping van het kasdek geeft aan welk deel van het licht door de kasdek wordt onderschept. Bij de berekening van de lichtonderschepping volgens de IDT methode 2004 worden de eigenschappen van elk profiel eerst apart berekend. Vervolgens wordt met de (diffuse) lichtonderschepping van het toegepaste omhullingsmateriaal de lichtonderschepping en de lichtdoorlatendheid van het complete kasdek berekend.

**Groen Label Kas****Basiseis**

Venlo kassen 75%, Breedkap kassen 71%.

**Vrijstelling**

Kasdekken die zonder scherming 5% verbetering van de U-waarde scoren.

**Keuzemaatregel**

2 Punten per % verhoging, tot maximaal 4 punten.

**Algemene opmerkingen over lichtdoorlatendheid**

1. Fabrikaat van het kasdek heeft invloed op de lichtdoorlatendheid.
2. Voor het bepalen van de lichtdoorlatendheid is een middenveld, dus exclusief de randen van de kop- en zijgevels, het uitgangspunt.
3. In de lichtberekening hoeven profielen die aan het dek worden bevestigd, zoals profielen voor insectengaas, scherming en assimilatie niet meegenomen te worden.
4. Alternatieve omhullingsmaterialen kunnen via de leverancier van het omhullingsmateriaal door TNO worden ingevoerd. De diffuse transmissie wordt m.b.v. een model bepaald om meetongelijkheden te voorkomen.

**Venlo kas<sup>1</sup>**

Kapmaat [mm]	Vakmaat [mm]	Ruitbreedte [mm]	Gootbreedte [mm]	Roede [mm]	Licht dek <sup>2</sup> [%]	GLK punten
3200	4500	1125	smal	laag	74,5	voldoet niet
3200	4500	1125	breed	laag	73,7	voldoet niet
4000	4500	1125	smal	laag	75,6	0
4000	4500	1125	breed	laag	75,0	0
4000	5000	1250	smal	laag	75,9	0
4000	5000	1250	breed	laag	75,3	0
4000	5000	1667 <sup>3</sup>	smal	hoog	76,9	2
4000	5000	1667 <sup>3</sup>	breed	hoog	76,3	2
4800	4500	1125	smal	laag	76,4	2
4800	4500	1125	breed	laag	75,8	0

Toelichting:

1. Kaseigenschappen: dekhelling 21 graden, kolomhoogte 5 m, tweeruits luchting 1200 mm diep, aluminium goot.
2. Lichtdoorlatendheid kasdek volgens IDT 2004 methode.
3. Eenruits luchting.

**Breedkap kas<sup>1</sup>**

Kapmaat [mm]	Vakmaat [mm]	Ruitbreedte [mm]	Gootbreedte [mm]	Roede [mm]	Licht dek <sup>2</sup> [%]	GLK punten
6400	4500	1125	smal	breed	70,1	voldoet niet
6400	4500	1125	breed	breed	69,6	voldoet niet
9600	4500	1125	smal	breed	71,1	0
9600	4500	1125	breed	breed	70,8	voldoet niet
12800	4500	1125	smal	breed	71,6	0
12800	4500	1125	breed	breed	71,4	0

Toelichting:

1. Kaseigenschappen: dekhelling 25 graden, inclusief gording 100x40 mm, kolomhoogte 5 m, tweezijdig doorlopende lucht, 1700 mm diep, aluminium smalle goot, stalen brede goot.
2. Lichtdoorlatendheid kasdek volgens IDT 2004 methode.

### U-waarde

De U-waarde van een kas geeft aan hoeveel energie er nodig is om een bepaald temperatuurverschil tussen de binnen- en buitenzijde van de kas te handhaven. De warmteoverdracht tussen binnen en buiten vindt plaats door convectie, straling en geleiding. De U-waarde wordt uitgedrukt in  $W/m^2K$ . Hoe lager de U-waarde is, des te energiezuiniger is de kas.

### Groen Label Kas

#### Referentie

Venlo kassen  $7,42 W/m^2K$ , Breedkap kassen  $7,33 W/m^2K$ .

#### Keuzemaatregel lichte stook

1 Punt per 2% U-waarde verbetering.

#### Keuzemaatregel zware stook

1 Punt per 3% U-waarde verbetering minus 13 punten; minimum is 0 punten.

#### Schermlichte stook

2e Scherm 3 punten, 3e scherm 6 punten.

#### Schermezware stook

2e Scherm 4 punten, 3e scherm 8 punten.

### Algemene opmerkingen over U-waarde

1. Fabrikaat van het kasdek heeft invloed op de U-waarde.
2. Het toepassen van een geïsoleerde kolomvoet ( $U_{\text{fundatie}} = 2,62 W/m^2K$ ) leidt bij de Venlo kas tot een U-waarde van  $7,42 W/m^2K$  en bij de Breedkap kas tot een U-waarde van  $7,33 W/m^2K$ . De invloed is zo gering, omdat de oppervlakte in verhouding tot het glasoppervlak erg klein is.
3. De kasgrootte heeft invloed op de U-waarde, omdat het de verhouding dekgevel aanpast. Een grotere kas heeft een hogere U-waarde. Voor de Venlo kas en de Breedkap kas resulteren kasgroottes van  $250m \times 240m$  respectievelijk  $225m \times 256m$  in U-waarden van  $7,44 W/m^2K$  en  $7,39 W/m^2K$ .
4. De poothoogte heeft eveneens invloed op de U-waarde. Een hogere poot leidt tot een relatief groter aandeel geveloppervlak. De gevel heeft in het algemeen een lagere U-waarde dan het dek. Doordat de U-waarde wordt uitgedrukt per  $m^2$  omhulling, is de totale U-waarde van de kas lager.

Verhoging van de poot met 0,5 m leidt tot een U-waarde van  $7,41 W/m^2K$  voor de Venlo kas en  $7,32 W/m^2K$  voor de Breedkap kas.

5. Afronding van het puntenaantal op gehele cijfers (criterium: 0,5 punt of meer is afgerond 1 punt).

### Venlo kas<sup>1</sup>

Omhulling	Scherms	Geïsoleerde profielen	U-waarde <sup>2</sup> [ $W/m^2K$ ]	GLK punten lichte stook	GLK punten zware stook
enkel glas	-	-	7,42	0	0
isolerend gecoat glas	-	-	6,32	7	0
dubbelwandige niet flexibele kunststof plaat	-	-	3,61	26	4
enkel glas	RV controle, compleet PE	-	4,44	20	0
enkel glas	zonreflectie, compleet polyester	-	4,15	22	2
enkel glas	zonreflectie, ¼ alu, ¼ polyester	-	3,86	24	3
enkel glas	zonreflectie, ½ alu, ½ polyester	-	3,45	27	5
enkel glas	zonreflectie, ¾ alu, ¾ polyester	-	2,99	30	7
enkel glas	daglengte controle, alu top, zwart onder	-	2,52	33	9
isolerend gecoat glas	RV controle, compleet PE	-	3,74	25	4
dubbelwandige niet flexibele kunststof plaat	RV controle, compleet PE	-	2,93	30	7
enkel glas	-	geïsoleerde goot <sup>2</sup>	7,40-7,31	0-1	0
enkel glas	-	geïsoleerde roede <sup>3</sup>	7,42-7,38	0	0
enkel glas	-	geïsoleerde goot en roede <sup>4</sup>	7,39-7,26	0-1	0

#### Toelichting:

1. Kaseigenschappen: dekhelling 22 graden, kolomhoogte 5 m, tweeruits luchting 1200 mm diep, aluminium goot, vakmaat 5000 mm, kapmaat 4000 mm, kasgrootte 200 m x 200 m,  $U_{\text{fundatie}} = 3,86 W/m^2K$ .
2. Laagste U-waarde is met PVC deksel, hoogste U-waarde bij thermische onderbreking.
3. Laagste U-waarde is bij thermische onderbreking in het midden, hoogste U-waarde bij PVC afscherming zonder luchtlaag.
4. Combinaties van opties uit 2 en 3 die leiden tot laagste U-waarde en hoogste U-waarde.

## TNO Ruimte en Infrastructuur

Breedkap kas<sup>1</sup>

Omhuiling	Scherf	Geïsoleerde profielen	U-waarde <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> K]	GLK punten lichte stook	GLK punten zware stook
enkel glas	-	-	7,33	0	0
isolerend gecoat glas	-	-	6,30	7	0
dubbelwandige niet flexibele kunststof plaat	-	-	3,64	25	4
enkel glas	RV controle, compleet PE	-	3,76	24	3
enkel glas	zonreflectie, compleet polyester	-	3,43	27	5
enkel glas	zonreflectie, ¼ alu, ¼ polyester	-	3,18	28	6
enkel glas	zonreflectie, ½ alu, ½ polyester	-	2,82	31	8
enkel glas	zonreflectie, ¾ alu, ¾ polyester	-	2,40	34	9
enkel glas	daglengte controle, alu top, zwart onder	-	1,97	37	11
isolerend gecoat glas	RV controle, compleet PE	-	3,08	29	6
dubbelwandige niet flexibele kunststof plaat	RV controle, compleet PE	-	2,70	32	8
enkel glas	-	geïsoleerde goot <sup>2</sup>	7,33-7,30	0	0
enkel glas	-	geïsoleerde roede <sup>3</sup>	7,33-7,30	0	0
enkel glas	-	geïsoleerde goot en roede <sup>4</sup>	7,32-7,26	0	0

## Toelichting:

1. Kaseigenschappen: dekhelling 25 graden, kolomhoogte 5 m, doorlopende tweezijdige luchting 1700 mm diep, aluminium goot, vakmaat 4500 mm, kapmaat 12800 mm, kasgrootte 180 m x 128 m,  $U_{\text{fundatie}} = 3,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
2. Laagste U-waarde is met PVC deksel, hoogste U-waarde bij thermische onderbreking.
3. Laagste U-waarde is bij thermische onderbreking in het midden, hoogste U-waarde bij PVC afscherming zonder luchtlaag.
4. Combinaties van opties uit 2 en 3 die leiden tot laagste U-waarde en hoogste U-waarde.

Bezoekadres  
Van Mourik Broekmanweg 6  
2628 XE Delft

Postadres  
Postbus 49  
2600 AA Delft

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

Informatie  
Ir. E.G.O.N. Janssen  
T 015 276 34 73  
F 015 276 30 16