



Bouw en Installaties  
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

# Concept

**TNO-rapport**

## GreenRoad



BosVariant  
Ruseschans 31  
2728 HD Zoetermeer

[www.bosvariant.info](http://www.bosvariant.info)

T 079 352 19 98  
F 079 320 07 97

Datum 4 juli 2006

Auteur(s) ir. C.W. J. (Willem) Bos van Bosvariant ScheppingsStrategen  
ing. H. (Hans) 't Hart van TNO Bouw en Ondergrond  
ir. E.G.O.N. (Egon) Janssen van TNO Bouw en Ondergrond  
ir. J. (Jan) Ruigrok van TNO Bouw en Ondergrond

met medewerking van:

ing. Th. (Theo) Eeuwes van Ideeewes Innovatie in de praktijk  
ir R.M.L. (Mirjam) Nelisse van TNO Bouw en Ondergrond  
ing B. (Bas) Knoll van TNO Bouw en Ondergrond  
Dr. F. (Frans) Paap van TNO Bouw en Ondergrond

Exemplaarnummer  
Oplage  
Aantal pagina's 71  
Aantal bijlagen  
Opdrachtgever  
Projectnaam  
Projectnummer

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

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

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

© 2006 TNO

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Voorwoord .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Kassenbouw algemeen .....</b>	<b>5</b>
2.1	Bouwtechniek .....	5
2.2	Venlo kas .....	6
2.3	Breedkap kas .....	7
2.4	Kwaliteit .....	8
2.5	Duurzaamheid .....	10
2.6	Kas over een snelweg .....	10
<b>3</b>	<b>De constructie.....</b>	<b>12</b>
3.1	Constructietypen .....	12
3.2	Verkeerstechnische eisen .....	13
3.3	Constructie van de onderbouw .....	14
3.4	Constructie van het glasdek .....	15
3.5	Bouwmethode .....	16
3.6	Onderhoudsfase .....	17
3.7	Prijstelling .....	19
<b>4</b>	<b>Inpasbaarheid .....</b>	<b>22</b>
4.1	Belevingsaspecten vanuit de omgeving .....	22
4.2	Autobelevings aspecten .....	22
4.3	Akoestische aspecten.....	23
4.4	Inpassing in niet-rechte wegenprofielen .....	24
<b>5</b>	<b>Klimaat.....</b>	<b>26</b>
5.1	Ventilatie-sytemen .....	26
5.2	Luchtverontreiniging (smog).....	26
5.3	Rook.....	29
5.4	Extreme warmte .....	30
5.5	Aanbevelingen .....	32
<b>6</b>	<b>Veiligheid bij calamiteiten.....</b>	<b>34</b>
6.1	Systeem-analyse .....	34
6.2	Brand.....	34
6.3	Aanrijdingen .....	37
6.4	Overige bedreigingen .....	37
6.5	Regelgeving, normen en richtlijnen .....	39
6.6	Risico-profiel GreenRoad.....	39
6.7	Uitwerking veiligheid in GreenRoad .....	40
<b>7</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen.....</b>	<b>43</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Artistieke impressies	
	B Casta normberkeneningen	
	C Offertes Venlokas en Breedkap kas	

# 1 Voorwoord

Luchtvervuiling en geluidshinder van autoverkeer zijn belangrijke maatschappelijke onderwerpen. De lokale verbetering van de luchtkwaliteit en de geluidsbelasting is een lastige problematiek waaraan doorgaans grote kosten verbonden zijn.

Stil asfalt en geluidsschermen zijn dure opties met soms een beperkt resultaat. Tunnels en overkluizingen worden slechts in uitzonderlijke gevallen toegepast.

Vele kilometers aan snelweg doorkruisen de steden en het landschap. De grenzen van de groei aan de snelwegen lijken te zijn bereikt, zelfs beperkte uitbreiding met spitsstroken komt niet echt van de grond.

## **GreenRoad**

GreenRoad © biedt een mogelijke uitweg uit het dilemma van enerzijds meer behoefte aan mobiliteit en anderzijds minder beschikbare ruimte voor het verkeer en de aantasting van de leefomgeving. GreenRoad is een planconcept van Bosvariant ScheppingsStrategen in samenwerking met Ideeewes Innovatie in de praktijk..

GreenRoad past in het kader van het overkappen van wegen die tot doel heeft de luchtkwaliteit langs wegen te verbeteren.

Het concept GreenRoad © is daarbij het uitgangspunt. Het oer-Hollandse product van de tuinbouwkas staat aan de basis van dit concept. Kassen zijn verrassend bescheiden in prijsstelling ten opzichte van veel andere voorkomende bouwvormen, en bieden wellicht ook andere interessante voordelen in het wegverkeer.

Het concept GreenRoad © voorziet erin om de kwalitatieve kenmerken van tuinbouwkassen in combinatie met de positieve prijsstelling te implementeren in een glazen wegoverkapping die op geëigende plaatsen en trajecten toe te passen is.

Door de decennialange ervaring met het bouwen van standaardkassen en de grote mate van optimalisatie kunnen de kosten zeer beperkt zijn. In principe zijn kassen al te bouwen voor een prijs minder dan 50 euro per vierkante meter kasoppervlak.

Naast de beoogde scherpe prijsstelling lijken er andere voordelen verbonden te zijn aan een kaskap over de weg waarbij gedacht wordt aan het met eenvoudige middelen realiseren van veiligheid, ventilatie en verlichting.

Door de transparantie en het beschutte karakter zal verder het rijcomfort van de weggebruiker op hoog niveau kunnen staan. En door de klassieke vertrouwde Hollandse uitstraling kan ook de omgevingsbeleving wellicht meer dan anders bij andere overkappingen positief uitvallen.

Aan de kas als kap kunnen in principe ook geheel andere nevenvoordelen verbonden zijn waarbij wordt gedacht aan de warmterugwinning van zoninstraling in de kas en eventueel aan de "kwekersteelt" van planten of andere organismen die binnen of buiten langs de wand of het dak groeien. Het oogmerk kan ook beperkt zijn tot een natuurlijke en semi-transparante aankleding van de kas.

Ook zuivering van de lucht kan als interessant nevenaspect worden beschouwd.

**Onderzoek**

De in dit rapport uitgevoerde studie dient meer inzicht te geven in de noodzakelijke en wenselijke aanpassingen om de tuinbouwkas te laten voldoen aan de normen, regels en beleidslijnen die gelden voor tunnels en wegen. Ook gerechtvaardigde bijstelling van de eisen kan tot de aanbevelingen van de studie behoren.

In de studieopdracht is ook gevolg gegeven een case-studie:

- Uitwerken van de constructie van een overkapping van een referentie-weg;
- Aantonen hoe is te voldoen aan de eisen die gesteld worden aan veiligheid
- Beschrijven van oplossingen die worden geboden voor additionele aspecten
- Globaal ramen van de kosten van 1000 m overkapping van de referentie-weg, waarbij de aanleg en het onderhoud aan de orde moeten komen.

Voor de referentie-weg is uitgegaan van een snelweg met twee keer drie rijstroken en vluchtstrook

## 2 Kassenbouw algemeen

Nederland is voorloper op het gebied van kassen waarbij het areaal aan kassen in totaal circa 10.000 ha beslaat. Kassen die bestemd zijn voor telen van groenten, bloemen, fruit, potplanten en boomkwekerijgewassen en dergelijke.

Er worden in Nederland hoofdzakelijk twee typen kassen gebouwd met glas als omhullingsmateriaal: de zogeheten Venlokassen en de Breedkapkassen.

Daarnaast zijn er enkele minder voorkomende types als tunnelkassen, boogkassen en cabrioletkassen.

Binnen deze twee verschillende kastypen zijn veel keuzes mogelijk waarbij zowel de Venlo kas als de Breedkapkas beiden continu in ontwikkeling zijn. Daarbij is te denken aan het toepassen van grotere glasmaten, het vergroten van de vakmaten, het verhogen van de poothoogte, kunststofbedekking, het toenemend gebruik van aluminium, en voorzieningen voor het aanbrengen van energieschermen. En vooral aan toepassen van nieuwe compacte constructie-elementen om maximale licht-doorlatendheid te bereiken.

### 2.1 Bouwtechniek

Aanvankelijk werden kassen gebouwd met een houten onderbouw en dek, ijzeren roeden en goten met kleine, over elkaar geschoven, ingekitte gevel- en dekruiten. Het luchtmechaniek bestond uit een trekdradensysteem of een buismechanisme. Het hemelwater werd vanaf het dek direct in het open water geloosd. Vergeleken met de huidige eisen waren deze kassen laag, donker en tochtig, en vroegen ook veel onderhoud. Het realiseren van gelijkmatig klimaat in deze kassen was een groot probleem.

Tegenwoordig bestaat de onderbouw uit elementen van verzinkt staal. Dat geldt voor de kolommen, liggers en spanten. Glasroeden, nokken en omrandingen van luchtramen bestaan veelal uit aluminium legeringen. Voor de goten kan de teler kiezen uit staal of aluminium.

De ruiten in het dek worden vierzijdig opgelegd op de glasroeden, de goot en de nok. De ruiten in de gevel zijn vierzijdig afgedekt met rubberen of PVC-strips. In de gevel wordt veelal enkel glas en soms tweemaal enkel glas toegepast.

Het hemelwater wordt in bassins opgevangen (zie figuur 1). Ook condensvocht aan de binnenkant van de dekruiten wordt opgevangen en centraal afgevoerd.

Het luchtmechaniek is met behulp van trek- en duwstangen betrouwbaarder en preciezer geworden.

Daarnaast heeft de kas van vandaag een grotere luchtinhoud, door een sterk toegenomen kolomhoogte. De moderne kas is lichter en dichter en vergt aanzienlijk minder onderhoud. Ook is een gelijkmatig klimaat veel beter te realiseren.

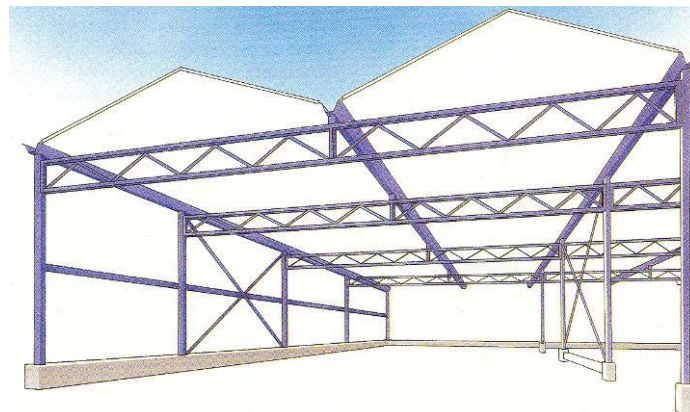


Figuur 1 – Hemelwaterafvoer: In de huidige kassen wordt al het regenwater opgevangen en afgevoerd naar een bassin.

## 2.2 Venlo kas

Het meest gebouwde type is de Venlo kas, ook wel het Venlo warenhuis genoemd. Op een onderbouw van kolommen met horizontale liggers en dragende goten wordt het dek gemonteerd, bestaande uit de roeden, het glas en de nok. De roeden komen bij de nok samen.

De Venlo kas wordt constructief ook wel aangeduid met plat-dekconstructie vanwege de horizontale staalliggers waarop een zwevend dek van zelfdragende aluminium glaskappen gemonteerd is. (Zie figuur 2)



Figuur 2 –Venlo kas: Onderstel met tralieliggers waarop een dek is gemonteerd.

De kapbreedte was vroeger gestandaardiseerd op 3,20 meter die steeds van goot naar goot liep. Traditioneel bij de Venlo kas stond een rij kolommen onder elke goot. Nu staan echter kolommen om de andere goot. Een tralieligger draagt de tussenliggende goot zodat de helft van de kolommen komt te vervallen. De overspanning is daardoor vergroot tot 6,40 meter met meer teelt- en werkruimte, en ook de lichthoeveelheid in de kas is groter door minder lichtonderscheppende constructiedelen.

Deze ontwikkeling heeft zich dankzij zwaardere constructies verder doorgezet tot aan een overspanning van 8 meter. Momenteel worden ook Venlo kassen met overspanningen van 9,60 meter (2 x 4,80) en 12 meter (3 x 4,00) gebouwd. En zelfs een overspanning van 12,80 meter (3 x 4,24) komt voor. Het ziet ernaar uit dat deze vraag naar grotere overspanningen verder doorzet in de toekomst vanwege toenemende mechanisatie in de kas.

Ook de afstand tussen de kolommen in de richting evenwijdig aan de goot is in de loop der jaren steeds verder vergroot. Vroeger was deze vakmaat nog 3,00 meter. Sinds de invoering van glas met een breedte van 1,00 meter en meer is de vakmaat 4,50 of 5,00 meter geworden.

De traditionele standaardruit in het Venlo-dek van 0,73 meter breed en 1,65 meter lang is niet meer gewenst. Nu wordt hoofdzakelijk glas gebruikt met een breedte van 1,125 of 1,25 of 1,67 meter. De lengte is vergroot naar 2,08 of 2,14 meter bij een 4,00 meter kap en ongeveer 2,50 meter bij een 4,80 meter kap.

Bij een vakmaat van 5,00 meter wordt standaard glas gebruikt met een breedte van 1,25 meter. Bij standaard glas van 4 mm dik is de maximale haalbare breedte 1,67 meter.

Ook de goothoogte is in de loop van de tijd aangepast. Venlo kassen hebben nu standaard een poothoogte van ca 5,00 meter. Een hoogte van 6,00 meter is al geen uitzondering meer voor de groenteteelt.

De wens naar grotere vakmaten en overspanningen is met name ingegeven door de behoefte aan grotere vrije werkruimte voor mechanisatie, de geautomatiseerde grondbewerking, de teelthandelingen, het oogsten en het intern transport.

Schaalvergroting leidt tot vermindering van het aantal bouwelementen per vierkante meter met alle voordelen van dien. Door het gebruik van grotere ruiten, een betere vormgeving en integratie van bouwelementen kan de lichtdoorlatendheid van de kas toenemen.

Een nieuwe ontwikkeling is het inzetten van Cabriolet-kassen. Het gehele dek gaat daarbij open met de goot als scharnierpunt. Hierdoor ontstaat een buitenklimaat in de kas dat bijvoorbeeld gewenst wordt bij het afharden van kool- of perkplanten of voor buitenplanten bij tuincentra.

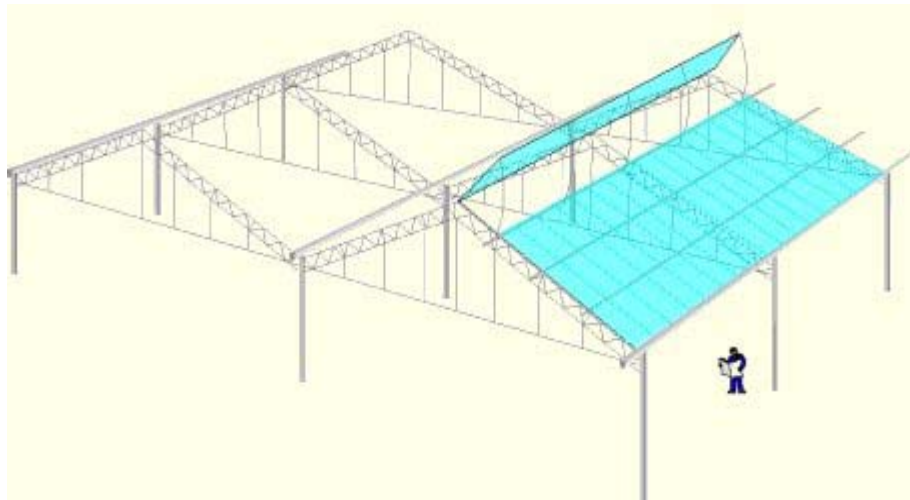
### **2.3 Breedkap kas**

De constructie van een Breedkap kas bestaat normaal uit stalen schuine spanten, uitgevoerd als portaalspant of vakwerkspant of tralieliggerspant met trekstang.

Op deze schuine spanten zijn gordingen bevestigd die samen met de goot zorgen voor het dragen van de glasroeden en het glas.

In tegenstelling tot de Venlo kas heeft de Breedkap kas meerdere ruiten tussen de goot en de nok.

De goten zijn gemaakt van staal of aluminium, en de glasroeden en de nok van aluminium. Gordingen worden vanwege de geringere lichtonderschepping gemaakt van staal.



Figuur 3 – Breedkap kas: Kasconstructie waarbij het dek met schuine spanten is uitgevoerd.

De overspanning van de spanten is in het algemeen gestandaardiseerd op maten met een kapbreedte van 8,00 meter, 9,60 meter en 12,80 meter.

Ook bij de Breedkap kas is het gebruik van glas breder dan 1,00 meter standaard geworden met maten van 1,75 x 1,125 meter of 1,75 x 1,50 meter.

Ten opzichte van een Venlo kas heeft een Breedkap kas wel een wat grotere lichtonderschepping.

Een Breedkap kas heeft bij gelijke kolomhoogte wel een grotere luchtinhoud dan van een Venlo kas dat klimatologische voordelen kan opleveren.

Ook de specifieke doorlopende nokbeluchting kan een belangrijke rol spelen bij de keuze voor dit kastype. Bij dit beluchtingssysteem is het insectengaas eenvoudiger te plaatsen, zodat de kas insectenvrij kan worden gemaakt.

## 2.4 Kwaliteit

De werkelijke kwaliteit van een kas komt vooral tot uiting onder extreme situaties zoals stormen.

In Nederland ondervonden kassen grote stormschade in het begin van de jaren zeventig en in januari en februari 1990. Niet alle schade die als gevolg van deze stromen optrad, is te wijten aan een gebrek aan kwaliteit. De stormen die soms aanwakkerden tot orkaankracht, waren daarvoor te extreem. Wel is duidelijk geworden waar de zwakke plekken in de constructie van de kassen zaten.

De stormschade aan kassen begin jaren zeventig had vooral betrekking op de onderbouw (staalconstructie) en de bevestiging van het dek en de gevel daaraan. Daarbij valt te denken aan de onvoldoende sterke verbinding tussen onderbouw en fundering en de kwalitatief onvoldoende constructies van gordingen en glasroeden.

Bij de orkaan van januari 1990 is de onderbouw van moderne kassen over het algemeen stormbestendig gebleken. De stormschade had in 1990 vooral betrekking op de omhulling van tuinbouwkassen. Zoals het gebruik van te grote ruiten op windbelaste plekken en het ontbreken van voldoende verbindingen in het kasdek.



De stormschade in de jaren zeventig is de aanleiding geweest tot het scheppen van een minimale kwaliteitsbodem. De minimale technische eisen waaraan een kas moet voldoen om de kans op schade aanvaardbaar klein te maken.

Honderd procent zekerheid eisen ten aanzien van het schadevrij blijven van een kas is in tuinbouwland niet verstandig. De constructie zou dan onnodig zwaar moeten worden uitgevoerd en daardoor te duur worden.

Tegen lagere kosten, zeker op langere termijn gezien, kan de teler beter een goede schadeverzekering afsluiten.

Nieuwe ontwikkelingen die de kwaliteit van kassen verhogen, zijn keurmerken voor nieuw gebouwde kassen. Met kassenbouwers worden afspraken gemaakt over de nauwkeurigheid van bouwen en de wijze van controle.

#### Kwaliteitstoetsing

De "kwaliteitsbodem" heeft gestalte gekregen in de norm NEN 3859 Tuinbouwkassen, constructieve eisen die in juni 1978 is verschenen.

In 1989 is begonnen met de aanpassing van deze norm aan nieuwe technieken en ontwikkelingen. Bovendien zijn de ervaringen die opgedaan zijn na de stormen in 1990 verwerkt in de nieuwe norm. Deze inspanningen hebben in 1996 geresulteerd in de NEN 3859 2e druk.

Inmiddels is er een Europese kassenbouwnorm beschikbaar, waarvan een vertaling is opgenomen in het Nederlandse Bouwbesluit, NEN 3859 3<sup>e</sup> druk.

In deze norm is te vinden:

- een beschrijving van het toepassingsgebied en de algemene bepalingen;
- de verschillende soorten belastingen op de kas met de belastingcombinaties en de veiligheidsfactoren;
- voorschriften voor de toegepaste materialen;
- toelaatbare vervormingen, verplaatsingen en maatafwijkingen.

#### Rekenprogramma's

Tegenwoordig is er ook het CASTA/kassenbouw computerprogramma waarmee kassenbouwers, toeleveringsbedrijven, adviseurs en verzekeraars zelf controleren of de materialen en de constructie aan de NEN 3859 2e druk voldoen.

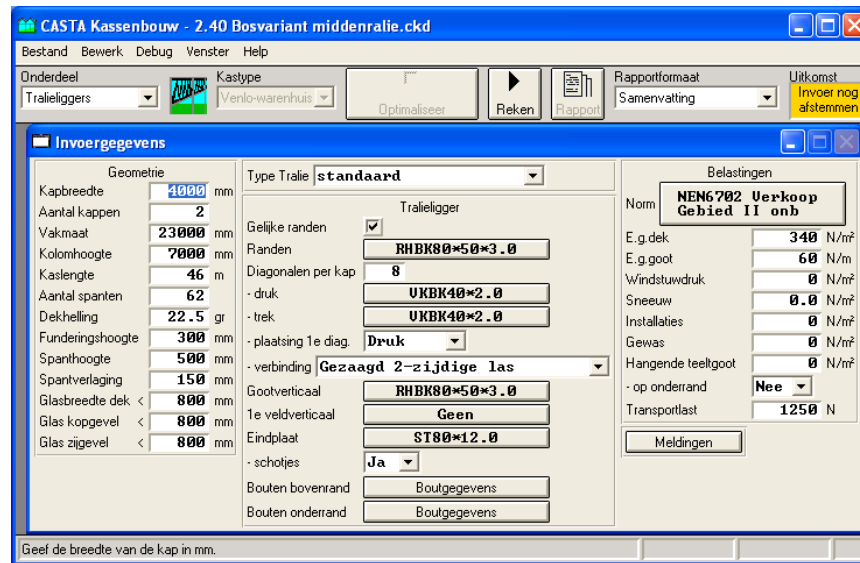
Dit CASTA programma is ontwikkeld bij TNO-Bouw en Ondergrond in nauwe samenwerking met de branche en de verzekeraar Interpolis (Hagelunie).

Met CASTA kan voor diverse onderdelen van de kas worden berekend of voldaan wordt aan de norm.

Het gaat hierbij om berekeningen van de onderbouw die wordt gebouwd met stalen standaardprofielen. Met het programma zijn de volgende onderdelen te berekenen:

- kolommen en poeren;
- kruisschoorvakken, inclusief fundering;
- traliespanen;
- kop- en zijgevels, inclusief fundering.

Een samenvatting van de berekeningen die met dit programma zijn gemaakt, dient onderdeel te zijn van de offerte van de kassenbouwer.



Figuur 4 – Casta Kassenbouw: Software programma om de kwaliteit van een ontwerp van een kasconstructie te toetsen.

De omhulling van glasroeden en de goten variëren per kassenbouwer sterk in uitvoering. Sterkteberekeningen hiervoor maakt de kassenbouwer of de leverancier van het kasdeksysteem met een ander computerprogramma.

Voor deze berekeningen is door TNO een MathCad applicatie ontwikkeld.

Van een klein aantal onderdelen waaronder kasdekverbindingen is het effectiever om experimenteel onderzoek uit te voeren. Deze worden in het laboratorium van TNO op sterkte getest.

## 2.5 Duurzaamheid

De technische levensduur van kassen is 40 jaar of meer. Door innovaties in energiebesparing, lichtopbrengst en teeltklimaat blijft de bedrijfseconomische levensduur beperkt tot circa 20 jaar. Jaarlijks wordt dan ook circa 5% van het areaal vervangen. Door deze sterke vervangingsvraag en de groeiende exportorders is de kassenbouw in Nederland een stevige bedrijfstak.

Naast innovaties op het gebied van de kasconstructie is er momenteel ook veel onderzoek gaande naar een compleet nieuw kasconcept van de gesloten kas. In dit systeem wordt de zomerse zoninstraling niet meer via de luchtramen afgevoerd, maar opgeslagen in ondergrondse waterlagen. In de winter wordt deze warmte gebruikt om de kas te verwarmen.

## 2.6 Kas over een snelweg

In de kassenbouw wordt al jaren gewerkt aan het minimaliseren van emissies, ook bij de standaardkassen. Het lijkt dan ook geen onlogische stap te zijn om kassen als een glazen stulp over een snelweg heen te plaatsen daar waar de emissie van de uitlaatgassen van het autoverkeer niet gewenst is. Uitlaatgassen zouden in de toekomst zelfs kunnen worden opgevangen en gefilterd.

Het bouwen van een kas over een bestaande weg is vanzelfsprekend niet bepaald alledaags te noemen.

De overspanningen bij brede snelwegen zijn beduidend groter, tevens moeten er diverse aanpassingen worden gedaan om het comfort en de veiligheid van de weggebruikers te kunnen garanderen.

In de volgende hoofdstukken wordt op deze en andere aspecten nader ingegaan.

### 3 De constructie

De constructieve opzet van GreenRoad komt in dit hoofdstuk aan de orde waarbij de kasconstructie behandeld wordt en de wijze waarop aanpassingen gedaan zijn om het concept mogelijkwerijs te laten voldoen aan de gestelde eisen en aan de veronderstelde richtlijnen.

In de volgende hoofdstukken wordt een verdergaande verdieping gegeven over de specifieke aspecten van de inpasbaarheid in de omgeving, de klimaatbeheersing, en de veiligheid bij calamiteiten.

Voor GreenRoad is een eigen programma van eisen opgesteld dat mede afgeleid is van deze aspecten. Dit programma van eisen bevat naast een basisprogramma, ook een aantal optionele voorzieningen.

#### 3.1 Constructietypen

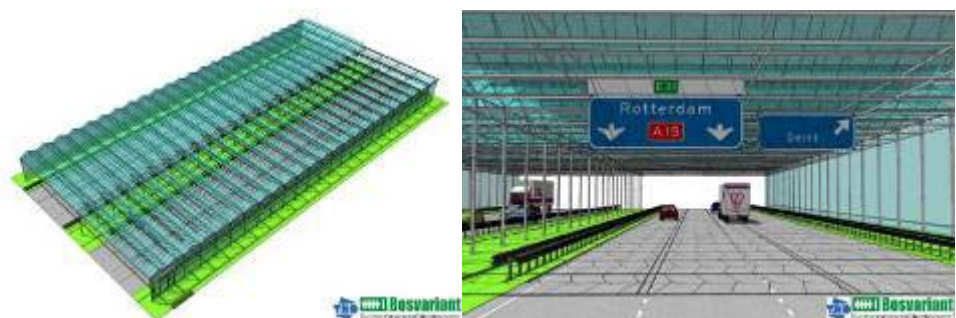
De twee meest voorkomende kastypes in de tuinbouwsector zijn als uitgangspunt gekozen voor de studie: de Venlo kas en de Breedkap kas.

De Breedkap kas leent zich door de grote schuine spantconstructie uitstekend voor een kap waarbij de lange zijgevels evenwijdig lopen aan de weg. Bij een snelweg ontstaat een tweebeukige kap waarbij elke weghelft door één spant overdekt wordt. (zie figuur 5)

De tweede optie is de Venlo kas die uit een groot aantal smalle kappen bestaat die loodrecht op de rijrichting staan en die gedragen worden door horizontale liggers dwars over de weg. (zie figuur 6)



Figuur 5 – Artist impression van de Breedkap kas. Links een bovenaanzicht van de kas en rechts een impressie van de binnenkant van de kas.

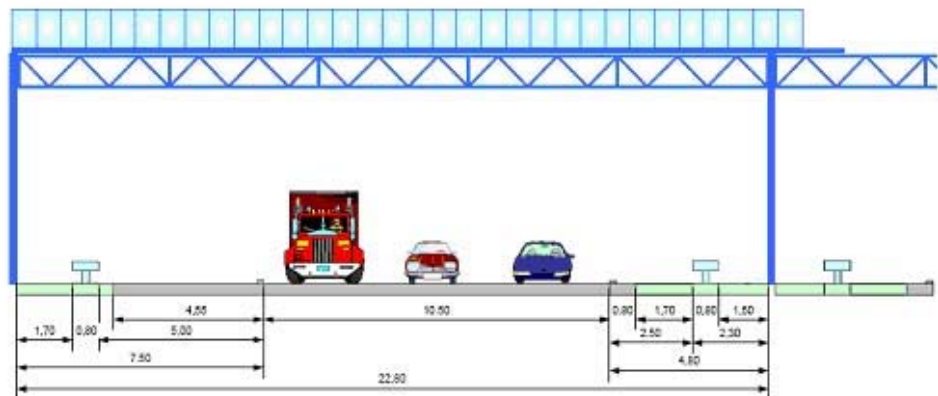


Figuur 6 – Artist impression van de Venlo kas. Links een bovenaanzicht van de kas en rechts een impressie van de binnenkant van de kas.

In dit rapport worden beide opties uitgewerkt zodat de relatieve voor- en nadelen van beide concepten tot uiting komen.

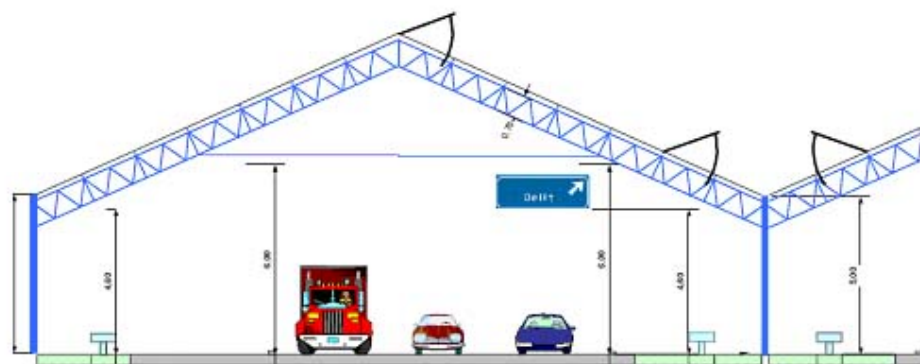
### 3.2 Verkeerstechnische eisen

Aan een overkapping van een driebaansweg zijn eisen door RWS gesteld ten aanzien van de vrije profielruimte. In figuur 7 is aangegeven hoe deze profielruimte in horizontale richting tot stand is gekomen. In grote lijnen is een minimale breedte van ongeveer 23 meter noodzakelijk per rijhelft.



Figuur 7 – Bemating van een driebaansweg inclusief vluchtstrook en bermen. De minimale breedte van de kas bedraagt 22,80 m

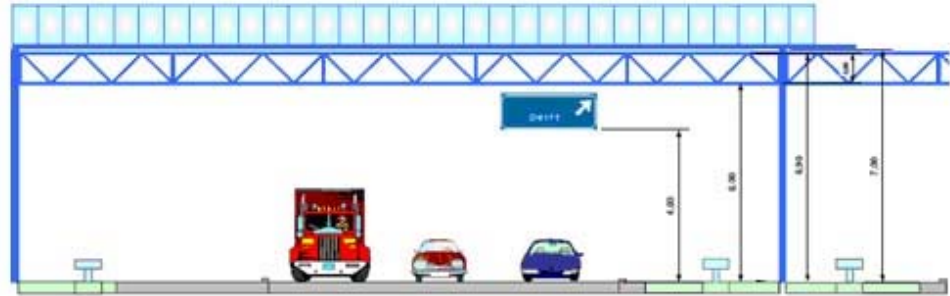
In de hoogterichting leidt de vrije profielruimte tot het volgende plaatje. Een standaard vrachtwagen heeft een maximale hoogte van 4 meter dat bij een snelweg leidt tot een gewenste obstakelvrije zone van 4,60 meter. Vanwege bewegwijzering is door RWS verzocht een minimale hoogte boven het wegdek aan te houden van 6,00 meter.



Figuur 8 – Een Breedkap kas met hoogtemeting. De spanttrekker is hoger dan 6,00 m. geplaatst. Hierdoor is overal boven het weggedeelte de vrije hoogte 6.00 m. Hierdoor blijft 1.40 m. beschikbaar voor matrixborden.

Bij een Breedkap kas loopt het spant schuin omhoog naar het midden van de rijhelft, zodat volstaan kan worden met lagere kolommen. De minimale hoogte van

4,60 m ter plaatse van de vangrail is maatgevend wat leidt tot een kolomlengte van 5,00 m. Boven de weg is de minimale hoogte van 6,00 m dan ook beschikbaar. Een voorbeeld is te zien in figuur 8.



Figuur 9 – Venlokas met hoogtebemating. De kolomen van de kas zijn 7.00 m hoog. De tralieligger begint op een hoogte van 6,00 m. De matrix borden moeten hoger geplaatst worden dan 4,60 m.

Een Venlo kas heeft in tegenstelling tot een Breedkap kas over de gehele breedte van de kas dezelfde hoogte. De vrije hoogte moet minimaal 6,00 m zijn. Bij een constructiehoogte voor de tralieligger van 90 cm bedraagt de totale kolomhoogte dan 7,00m. Zie ook figuur 9.

### 3.3 Constructie van de onderbouw

Voor het ontwerp en de constructie van tuinbouwkassen geldt de NEN norm 3859. Bij productiekassen worden minder zware eisen gesteld dan voor utiliteitsbouw. Er wordt bijvoorbeeld ontworpen op een maximale windsnelheid van 27,00 m/s en een sneeuwlast van 700 N/m<sup>2</sup>. Zwaardere eisen zouden bij productiekassen niet opwegen tegen de mogelijke vermindering aan reparatiekosten bij schade. Tevens wordt ervan uitgegaan dat er geen mensen aanwezig zijn in tuinbouwkassen tijdens de extreme wind of sneeuwbelastingen.

Anders dan een productiekas wordt een kas over de weg (GreenRoad) onder alle weerscondities intensief gebruikt, zodat gevaar voor weggebruikers niet ondenkbeeldig zou zijn bij schade door extreme belastingen.

Om deze reden is gekozen voor toepassing van de zwaardere norm NEN 6702 Technische grondslagen voor bouwconstructies. Deze norm wordt in Nederland gehanteerd bij het bepalen van belastingen op constructies.

In bijlage B zijn de resultaten van de constructieberekeningen gegeven die zijn uitgevoerd met het softwareprogramma Casta Kassenbouw van TNO. Dit pakket voert controle berekeningen voor kasconstructies uit waarmee aangetoond kan worden dat de gebruikte profielen voldoen aan de gestelde norm. De staalconstructie is doorgerekend voor wat betreft de sterkte van de profielen van de kolommen, de spanten en de tralieliggers onder de goot.

Tabel 1 – Constructieprofielen van de twee type kassen.

profiel	Venlo kas	Breedkap kas
kolom	Hoogte: 6.90 m Kokerprofiel: 200x200, 6mm	Hoogte: 5.00 m Kokerprofiel: 200x200, 6 mm
Spant over weg	Lengte: 23,00 m Hoogte: 900 mm Bovenrand: 160x80, 6 mm Onderrand: 160x80, 6 mm Diagonalen: 40x40, 4 mm	Lengte: 23,00 m Hoogte: 700 mm Bovenrand: 140x80, 4 mm Onderrand: 140x80, 4 mm Diagonalen: 40x40, 2 mm
Spant evenwijdig aan weg	Lengte: 4,00 m Hoogte: 500 mm Bovenrand: 80x50, 3 mm Onderrand: 80x50, 3 mm Diagonalen: 40x40, 2 mm	Lengte: 4,00 m Hoogte: 500 mm Bovenrand: 80x50, 3 mm Onderrand: 80x50, 3 mm Diagonalen: 40x40, 2 mm
Gordingen	Om de 4,50 m Kokerprofiel: 100x50, 3 mm	om de 2,00 m Kokerprofiel: 120x40, 2,5 mm

### 3.4 Constructie van het glasdek

Typerend probleem voor kassen is het risico op glasbreuk. Door allerlei oorzaken kunnen kasruiten breken. Daarbij valt te denken aan ruitbreuk door mankementen, hagelbuien, sneeuwbelasting of vandalisme.

In de tuinbouwsector wordt een bepaald risico op glasbreuk geaccepteerd omdat de bescherming ertegen financieel niet opweegt tegen het risico op herstel. In de tuinbouwsector wordt normaal niet-gehard vensterglas toegepast met een dikte van 4 mm. De profielen zijn op deze dikte toegesneden. Ook gehard glas vindt echter steeds meer toepassing vanwege de grotere sterkte. Daarnaast is een goed geïsoleerd hard kunststofdek ook in opmars.

Het uitgangspunt bij GreenRoad is echter dat glasbreuk en met name vallend glas tot onaanvaardbare risico's kan leiden voor wegverkeer. Vallend glas kan schade geven aan auto's waarbij te denken valt aan de lak of de banden. Maar ook kan het vallend glas leiden tot schrikreacties met alle gevolgen van dien.

Verkennd onderzoek is gedaan naar verschillende oplossingen op welke wijze is te voldoen aan de gestelde uitgangspunten. De vermelde bedragen zijn richtprijzen exclusief montage:

- Vensterglas (niet-gehard glas) ca 5 euro/m<sup>2</sup>  
Standaard floatglas heeft als nadeel dat het glas bij breuk in scherpe punten naar beneden valt wat een onaanvaardbaar risico voor mensen oplevert;
- Gehard glas ca 15 euro/m<sup>2</sup>  
Voordeel van gehard glas is de ca driemaal grotere sterkte dan van standaard floatglas. Bij breuk valt het glas uiteen in kleine stukjes waardoor directe letselschade bijna uitgesloten is.  
De vele brokstukjes kunnen echter schrikreacties oproepen dat risico geeft op verkeersonveiligheid. Ook vormen de brokstukjes een wegobstakel.
- Standaard glas met folie (achteraf gekleefd) ca 20 euro/m<sup>2</sup>  
Bij glasbreuk zal het glas blijven hangen in de roeden vanwege de folie die de scherven bij elkaar houdt. Bij het reguliere onderhoud kan de ruit vervangen worden. Er blijft echter een risico dat de volledige ruit naar beneden kan vallen.

- Gehard glas met folie (achteraf gekleefd) ca 30 euro/m<sup>2</sup>  
Bij glasbreuk zal de folie vermoedelijk niet in staat zijn de kleine brokstukjes van het geharde glas bij elkaar te houden. Het glas valt dan toch naar beneden, al of niet in brokstukjes of aan elkaar gekleefd in de folie.
- Half-gehard glas met folie (achteraf gekleefd) ca 30 euro/m<sup>2</sup>  
Hybride glassoort is het half-geharde glas dat sterker is dan standaard glas, maar niet uiteen valt in hele kleine brokstukjes. Ook bij deze oplossing blijft het risico bestaan op een volledige ruitval uit de sponning.
- Gelamineerd glas (autoclaaf) ca 35 euro/m<sup>2</sup>  
Gelaagd glas of gelamineerd glas bestaat uit een dubbele glasruit waartussen een folie is aangebracht. In geval van breuk blijft het glas hangen. Ook is de kans op tweezijdige glasbreuk aanmerkelijk kleiner. Veelal betreft het een pvb-folie (polyvinylbutyral 0,38 mm) die onder hoge druk in een autoclaaf versmolten worden met twee lagen glas. De minimale dikte is 6 mm (2 x 3mm).
- Polycarbonaat platen ca 35 euro/m<sup>2</sup>  
Dubbelwandige polycarbonaat platen zijn voldoende brandvertragend om te mogen voldoen aan dektoepassingen. Deze platen zijn praktisch onbreekbaar. Wel kunnen ze gevoelig zijn voor (optische) deukjes bij zware hagelbuien. De platen zijn wel vrij slap waardoor bredere opleggingen zijn vereist om te voorkomen dat de platen uit de oplegging waaien bij extreme wind.

Géén van deze oplossingen voldoen volledig aan de gestelde voorwaarde dat er geen enkel risico mag optreden voor het wegverkeer voor wat betreft schrikreacties dan wel directe auto- of letselschade.

Vandaar dat de keuze bij GreenRoad gemaakt is voor een stalen vangnet of rooster dat onder het kasdek wordt gemonteerd. Ook in bepaalde Duitse tuinwinkelcentra wordt een stalen RVS-vangnet onder het glaskasdek voorgeschreven om alle eventualiteiten uit te schakelen. De meerprijs bedraagt ca 15-20 euro per m<sup>2</sup>.

Dit RVS-stalen vangnet of verzinkte stalen rooster dient grotere stukken glas en andere delen van de glaskap bovenin de kas op te vangen. Voor de maaswijdte kan gedacht worden aan 20 - 40 mm.

In combinatie met een stalen vangnet/rooster lijkt het meest voor de hand liggende glastype te zijn, standaard vensterglas met folie.

De folie zorgt ervoor dat de ruit bij breuk in de sponning blijft zitten. In de meest extreme vorm dat de ruit uit de sponning valt, zorgt het stalen vangnet/rooster voor de opvang van de aan elkaar gekleefde glasscherven.

Het stalen net/rooster dient zo dicht mogelijk tegen het glasdek aangebracht te zijn om de valschade te beperken. Bevestiging dient te gebeuren aan de dragende staalconstructie zodanig dat alle onderdelen van de glaskap (glas, aluminium) door het net/rooster zijn op te vangen.

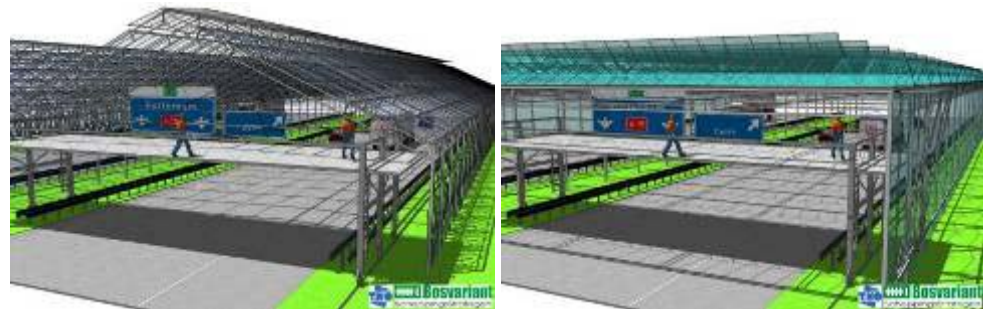
### 3.5 Bouwmethode

Bij de bouw van een kap over een bestaande weg dient het wegverkeer zo min mogelijk gehinderd te worden.

Bij tuinbouwkassen wordt vaak gebruik gemaakt van mobiele wendbare wagens die gewaswerkzaamheden mogelijk maken evenals reparaties aan het dak.



Bij het GreenRoad concept is uiteindelijk geopteerd voor een mobiel portaal dat de breedte van een spant heeft, dus in dit geval één volledige weghelft overspant. Een illustratie is hiervan te zien in figuur 10.



Figuur 10 – Een werkportaal geplaatst in de breedkap (links) en Venlovariant (rechts) van de GreenRoad. Tijdens het gebruik kan het verkeer gewoon onder het portaal door rijden

Gedacht wordt aan twee mobiele portalen per weghelft. Bij de opbouw van de kas kan dan één portaal gebruikt worden voor de aanvoer van onderdelen vanuit een centraal aanrijpunt. Het andere portaal kan gebruikt worden voor het opbouwen van de kas.

De opbouw van de GreenRoad vindt spant voor spant plaats waarbij eerst de gehele staalconstructie voor beide wegdelen wordt opgebouwd. In een volgende fase wordt het kasdek met aluminiumroeden en glas aangebracht.

De twee werkportalen per weghelft dienen na de opbouw gebruikt te worden voor het onderhoud van de kas. Daarnaast kunnen ze worden ingezet bij het herstellen van eventuele schade na een (kleine) calamiteit.

Om de constructiehoogte van de kas beperkt te houden kan gedacht worden aan inklapbare verkeersborden waaronderdoor het werkportaal kan rijden.

Op dit moment zijn werkzaamheden boven in gebruik zijnde rijstroken verboden. De reikwijdte van dit verbod heeft echter haar grenzen. Op kruisende viaducten over de snelweg heen wordt vanouds ook gewerkt, bijvoorbeeld voor onderhoud aan het wegdek of de brugleuning.

Een mobiel werkportaal over de weg lijkt in deze context mogelijk bespreekbaar, voorzover gegarandeerd kan worden dat het wegverkeer geen risico loopt. Daartoe kan gedacht worden aan verbrede platforms met vangnetten links en rechts om doorvallen van gereedschap en hulpmiddelen te voorkomen.

### 3.6 Onderhoudsfase

Gedurende de levensfase van de GreenRoad dient periodiek onderhoud gepleegd te worden. Daartoe behoort het schoonmaken van de ruiten, maar ook vervangen van een ruit of zelfs reparatie van een constructiedeel.

Ook bij onderhoud is gehele of gedeeltelijke wegafsluiting niet wenselijk. Ook hier kunnen de mobiele werkportalen geheel of deels uitkomst bieden om veiligheid te bieden voor het wegverkeer en de wegwerkers.

De verschillende onderhoudstaken worden hier in meer detail beschreven.

### Ruiten wassen

Eén van de meest voorkomende onderhoudstaken in een tuinbouwkas is wassen van de ruiten. Voor tuinbouwkassen is bewassing van groot belang. Vervuilde ruiten laten minder licht door dat ten koste gaat van de gewasgroei.

De ruiten worden schoongemaakt met een semi-automatische dekwasser die veelal rustend op de goten over het kasdek heenrijdt. Twee grote borstels op dit karretje nemen ieder een rij ruiten voor hun rekening. Hierdoor is het wassen van de ramen snel en goedkoop uit te voeren. Voorbeeld van de dekwasser is te zien in figuur 11.



Figuur 11 – Dekwasser voor het schoonmaken van de ramen van een kas.

Bij de kaskap over de weg zal de problematiek voor wat betreft de vervuiling en de noodzaak tot bewassing anders liggen.

Mogelijk zijn de ruiten door de vervuiling van het verkeer het meest vervuild aan de binnenzijde van de kas. Voor het schoonmaken van de ruiten aan de binnenkant bestaan er nog geen speciale systemen. Vooralsnog wordt gedacht aan het schoonspuiten met hogedruksputten vanaf de onderzijde.

Mogelijk kan deze handeling worden gedaan vanaf het mobiele werkportaal op zodanige wijze dat het verkeer hiervan geen daadwerkelijke hinder ondervindt.

Overigens is het de vraag of schoonsputten werkelijk voordelen heeft, en niet tot het uiterste beperkt zou moeten blijven. Vervuiling van de ruiten heeft namelijk ook een zonerend effect dat begunstigend werkt op het beoogde klimaat onder de kap.

### Ruiten kalken

In de zomer wordt voor een gedeelte van de tuinbouwkassen afhankelijk van het soort gewas, overgegaan tot het bespuiten van ruiten met kalk. Met het doel te voorkomen dat de temperatuur in de kas te hoog oploopt. Voor het opspuiten van de kalk wordt veelal dezelfde kar gebruikt als voor het wassen. De dekkar spuit dan een wateroplossing met kalk op de ruiten waarbij de kalk in de oplossing bezinkt en zich hecht aan de ruit dat zorgt voor een lichtwerende laag. Na de zomer kan de kalklaag met dezelfde dekwasser er ook gemakkelijk vanaf gewassen worden.

Voor de GreenRoad kan hetzelfde principe gebruikt worden om de temperatuur in de kas te reduceren. Gekalkte ruiten kunnen esthetische bezwaren oproepen.

In paragraaf 5.3. wordt verder ingegaan op het klimaat in de kas waarbij een aantal alternatieven beschouwd worden om te hoge temperaturen in de kas te beperken.

### Ruiten vervangen

In het geval van ruitbreuk door bijvoorbeeld hagelschade, vandalisme of spontane glasbreuk, dienen beschadigde ruiten van het kasdek vervangen te worden.

Bij tuinbouwkassen geschiedt dit veelal van buitenaf. Hierbij wordt de nieuwe ruit via de dekwagen naar de juiste positie gereden om geplaatst te worden. Bij het GreenRoad concept kan de ruit van zowel binnenuit als buitenaf geplaatst worden. Van binnenuit dient wel rekening gehouden te worden met het stalen net of rooster dat afhankelijk van de constructie, tijdelijk gedemonteerd dient te worden.

#### Constructiedelen vervangen/repareren

Bij beschadiging van de draagconstructie of het aluminiumdek dient het wegverkeer zo min mogelijk oponthoud te ondervinden. In dit geval kan overwogen worden om de constructie tijdelijk te verstevigen. Met het serviceportaal zijn op een later tijdstip dan de beschadigde delen van de kas te vervangen. Hierdoor ondervindt het verkeer minimale hinder van de werkzaamheden.

### 3.7 Prijsstelling

Voor beide kastypes, de Venlo kas en de Breedkap kas zijn offertes aangevraagd en uitgebracht. Deze offertes geven een indicatie van de kosten die verbonden zijn aan de GreenRoad. De prijsstelling heeft zich beperkt tot de kasconstructie met uitzondering nog van diverse beveiligingshulpmiddelen.

Bij deze prijsstelling is voorlopig uitgangspunt dat de montage kan plaatsvinden over een nieuwe snelweg c.q. voor verkeer afgesloten snelweg.

Andere kosten van wegdekverharding, bewegwijzering, matrixborden e.d. zijn ook niet meegenomen. Verwacht wordt dat deze kosten vergelijkbaar of goedkoper zijn dan de kosten voor de aanleg van een gewone snelweg.

Aparte kosten voor portalen voor bewegwijzering en matrixborden vervallen zelfs. De vermelde bedragen zijn exclusief BTW.

#### Venlo kas

De kosten van de Venlo kas zijn begroot op 5.725.000 euro voor 1 km lengte. Dat komt omgerekend neer op een bedrag van 125 euro per vierkante meter.

De kosten incl. montage zijn als volgt te specificeren:

Venlo kas	post	opmerkingen
Heiwerk	75.000	houten palen, voorbehoud sonderingen
Fundering	191.000	betongevelbalk, poeren middenberm
Staalconstructie	2.805.150	zie tabel elders
Dek, luchtramen, goten	1.069.500	alu. deksysteem Revox
Glas, incl beglazen	1.226.550	gehard glas 4 mm
Servicerail	48.500	tbv glazenwaskar aan buitenzijde
Luchtmechaniek	184.900	doorlopende luchtramen, diep 1m
Vluchtdeuren	13.000	40 stuks
Hemelwaterafvoeren	110.500	incl. graafwerk leidingen
<b>totaal</b>	<b>5.724.100</b>	<b>(afgerond: 5.725.000)</b>

Voor meer informatie wordt verwezen naar bijlage C1 waar de betreffende offerte voor de Venlo-kas van de kassenbouwer Dalsem uit Den Hoorn is opgenomen.

**Breedkap-kas**

De richtprijs van de Breedkapkas is begroot op 7.000.000 euro voor 1 km lengte. Dat komt omgerekend neer op een bedrag van 155 euro per vierkante meter.

De richtkosten incl. montage zijn als volgt te specificeren

Breedkap kas	post	opmerkingen
Heiwerk	260.000	stelpost, voorbehoud sonderingen
Fundering	200.000	beton gevelbalk, poeren middenberm
Staalconstructie	3.580.000	zie tabel elders
Dek, luchtramen, goten	1.240.000	alu deksysteem Boeters
Glas, incl beglazen	1.474.000	gehard glas 4 mm
Servicerail	nvt	tbv glazenwaskar aan buitenzijde
Luchtmechaniek	162.000	doorlopend nokluchtingsysteem
Vluchtdeuren	44.000	40 stuks
Hemelwaterafvoeren	40.000	stelpost
<b>totaal</b>	<b>7.000.000</b>	

Voor meer informatie wordt verwezen naar bijlage C2 waar de betreffende offerte voor de Breedkap-kas van de kassenbouwer Boeters uit De Lier is opgenomen.

**Aanvullende voorzieningen**

In de beide bovenstaande begrotingen van de Venlo-kas en Breedkap-kas zijn de volgende voorzieningen buiten beschouwing gelaten:

- **veiligheid:** extra veiligheidsvoorzieningen: glas met folie, een stalen vangnet of rooster, een verhoogde vangrail, blusmiddelen, en detectie-apparaat.
- **werkbaarheid:** mobiele werkportalen (binnen en buitenzijde) en de daarvoor ook noodzakelijke grotere vrije hoogte in de kas.
- **binnenklimaat:** voorzieningen voor verbetering binnenklimaat: binnen- of buitenzonwering, mechanische ventilatie, vernevelingsapparatuur, warmtecollectie
- **verkeersgeleiding:** verlichtingsapparatuur, matrixborden, bewegwijzering etc

Voor bepaalde (veiligheids)voorzieningen zijn aanvullende begrotingen opgesteld.

**Staalkolom versteviging**

- kolommen (200 x 200 x 6 mm) na plaatsing volstorten met beton  
meerprijs (per kolom 85 euro) 65.000
- kolommen inpakken met PVC-buis gevuld met grind  
meerprijs (per kolom 450 euro) 350.000

**Beglazings alternatieven**

- glas met veiligheidsfolie (offerte Venlo-kas)  
niet-gehard glas, Security-film 100 micron, heldere uitvoering  
meerprijs (ca 17,5 euro per m2 tov gehard glas) 1.100.000
- gelamineerd glas (offerte Breedkap-kas)  
2 lagen glas 3 mm sandwich, folie 0,70 mm, hoge druk  
meerprijs (ca 17,5 euro per m2 tov gehard glas) 1.100.000

- gelamineerd glas (offerte Venlo-kas) 2 lagen glas 1,9 mm sandwich, pvb-folie 0,38 mm, hoge druk meerprijs (ca 21 euro per m2 tov gehard glas)	1.300.000
- kunststof beplating (offerte Venlo-kas) polycarbonaat, 4 mm dik, brandklasse B1 D1B4102 meerprijs (ca 17,5 euro per m2 tov gehard glas)	1.100.000
- kunststofbeplating (offerte Breedkap-kas) polycarbonaat, 16 mm dik, kanaalplaat meerprijs (ca 22,5 euro per m2 tov gehard glas)	1.400.000
<b>Scheidingswand tussen rijrichtingen</b> gevelsysteem, gehard glas, 1.000 m lengte, deuren 20 st meerprijs	ca 350.000
<b>Stalen vangnet onder kap</b> vangnet, RVS, maaswijdte 40 x 40 mm (offerte Breedkap-kas) meerprijs (ca 12 euro per m2)	ca 550.000

## 4 Inpasbaarheid

In dit hoofdstuk worden een aantal aspecten beschreven die te maken hebben met de inpasbaarheid van de kaskap daarbij valt te denken aan de beleving vanuit de omgeving en de weggebruiker. Maar ook aan de wijze waarop een kas in staat is diverse wegprofielen te overkappen.

### 4.1 Belevingsaspecten vanuit de omgeving

GreenRoad is een concept voor een lichte kap over de weg die bedoeld is om de leefkwaliteit van omwonenden van een (snel)weg te verbeteren.

In eerste instantie is de glaskap bedoeld voor de verbetering van de luchtkwaliteit van de omwonenden. Bij een gesloten kap kan de vervuilde lucht uitsluitend nog een uitweg vinden bij de tunnelmonden die zich buiten de bebouwde omgeving kunnen bevinden.

Door deze wegoverkapping kan ook de geluidshinder voor omwonenden verbeterd worden. Ook in natuurrijke gebieden kan de GreenRoad wellicht uitkomst bieden. Daarbij valt te denken aan stiltegebieden.

Door de klassieke Hollandse uitstraling kan de kas wellicht ook visueel positief uitvallen in de bebouwde omgeving en in de agrarische kasrijke Randstad, mede gelet op de voordelen op het gebied van akoestiek en luchtkwaliteit.

Door gehele of gedeeltelijke ingraving, bijvoorbeeld in het oosten of zuiden van het land, kan de weg nog meer aan het oog onttrokken worden. Een horizontaal kasdek sluit de weg dan als een lichte kap af. Daarbij kan verwezen worden naar de A2 in Maastricht.

Tenslotte is de kas aan de buitenzijde ook aan te kleden met natuurlijke entourage van plantenmateriaal. Daarbij valt te denken aan heggenrank, hop, of de klassieke hедера. Voor de gevel kan nog gedacht worden aan miscanthus (olifantengras) of aan een groenblijvende bamboe in de winter.

### 4.2 Autobelevings aspecten

Voor autobestuurders kan het rijden in een GreenRoad om bepaalde gewenning vragen. Ook de eerste betontunnels hebben ongetwijfeld dat gewenningsbeeld bij veel rijders opgeroepen.

In principe lijkt een glaskap over de weg tot minder nieuwe gewenning behoeven te lijden dan de eerste betontunnel. Een eerste indruk van een lichte kap over de weg kan men al opdoen bij de nieuwe hoge transparante geluidsschermen langs de A16 bij Breda, evenals bij de al wat oudere halve transparante luifel bij Dordrecht.

De glazen bescherming zal tot een betere wegkwaliteit leiden waarbij de autorijder niet meer gehinderd wordt door regenbuien, hagel, sneeuw, gladheid of rukwinden. De verkeersveiligheid is hiermee gediend.

Gewaakt moet worden voor een zorgvuldige overgang van binnen naar buiten en omgekeerd, met name bij extreme weerssituaties buiten.

Anders dan bij betontunnels lijkt een glaskap toch de grootste nadelen van de abrupte overgang te ontberen. Ook de ruimte onder een glazen kap oogt visueel als daglicht waardoor geen sprake behoeft te zijn van een overgang.

Zonreflecties en lichtreflecties zijn een aandachtspunt bij de in- en uitgang van de GreenRoad. Door het toepassen van diffuserend omhulingsmateriaal in combinatie met een fijnmazig rooster wordt een rustig lichtbeeld gecreëerd voor automobilisten. Dit is van belang aangezien bepaalde mensen (bijvoorbeeld epilepsie patiënten) gevoelig zijn voor snel wisselende luminanties (helderheden).

Bij onverwarmde tuinbouwkassen kan er ochtendcondens ontstaan. Tegen het koele kasdek kan 's ochtends de vochtige lucht beslaan en een lichte motregen veroorzaken. Voor de verkeersveiligheid behoeft dit geen problemen op te leveren. Door de dakhelling voldoende steil te kiezen (minimaal 22 graden) stroomt de condens via het glas naar de goot of het stapelprofiel. Hier kan het worden opgevangen met in de glastuinbouw gangbare condensgoten.

Door het broeikas-effect en de interne warmtebron zal er binnen de glazen wegkap, zonder verdere mitigerende maatregelen, een beduidend warmer klimaat heersen dan in de buitenlucht.

#### **4.3 Akoestische aspecten**

Behalve de beoogde verbetering van de luchtkwaliteit kan ook de geluidshinder voor de omgeving gereduceerd worden met een lichte kap over de weg.

##### Schermwering

Voor de gebruikelijke afschermingen van verkeersgeluid spelen de schermhoogte en afstand tot de weg een belangrijke rol bij de geluidsreductie. Daarbij is het uitgangspunt dat de bijdrage van het geluid door het scherm zelf verwaarloosbaar is ten opzichte van het geluid dat over het scherm heen de ontvanger bereikt.

Bij een scherm van 5 tot 6,5 meter hoog langs de weg zou een geluidsafscherming van circa 15 dB(A) te verwachten zijn. Deze situatie is te vergelijken met een kas waarvan het dak volledig openstaat, en waarvan slechts de gevels resterend.

De geluidsisolatie van het scherm zelf zou dan 25 dB(A) moeten zijn om het directe geluid door het scherm heen niet van significante invloed te laten zijn op het geluid dat over het scherm heengaat.

In het algemeen wordt dan de eis gesteld dat het scherm minimaal 40 kg/m<sup>2</sup> weegt indien geen nadere akoestische gegevens bekend zijn. Voor glas is te volstaan met 10 kg/m<sup>2</sup> wat overeenkomt met 4 mm dikte.

##### Kapomhulling

Bij een lichte kap over een weg is echter sprake van een volledige omhulling van de weg. In dat geval is de schermhoogte niet meer relevant. Maatgevend is dan de geluidsisolatie van de totale constructie en het geluidsniveau nabij de bron binnen de omhulling.

Op basis van een indicatieve berekening is het volgende resultaat in te schatten.

In de situatie met een omhulling zal het geluidsniveau nabij de bron binnen de lichte kap vanwege interne reflectie met circa 6 dB(A) toenemen ten opzichte van de situatie met alleen een scherm.

Deze toename van het geluidsniveau binnen de lichte kap ligt in dezelfde orde van grootte bij de gangbare soorten asfalt van DAB en ZOAB, gelet op de belangrijke lage frequentie van het vrachtverkeer.

Ook het al of niet geopend zijn van 5 tot 10 % van de dakramen heeft slechts een beperkte invloed op het geluidsniveau binnen de lichte kap. Het geluidsniveau zal dan met 1 tot hooguit 2 dB(A) weer kunnen dalen.

Voor een verdere reductie van het geluidsniveau binnen de kap zal veel aanvullend absorberend materiaal nodig zijn.

De geluidsisolatie van de kasomhulling hangt in gesloten toestand van de kap af van het toegepaste materiaal van dak en wand. Voor het autowegverkeer valt te denken aan een geluidsisolatie van 27 dB(A) bij 4 mm glas en 28 dB(A) bij 6 mm glas. Bij een plaat van 10 kg/m<sup>2</sup> komt deze geluidsisolatie op 26 dB(A). En bij een gelamineerd glas van 3-1-3 mm stijgt de geluidsisolatie waarde naar 29 dB(A).

Deze isolatiewaarden liggen onafhankelijk van de precieze laagdikte relatief dicht bij elkaar.

Daarbij wordt steeds uitgegaan van een volledig gesloten kierdichte constructie. In het geval dat slechts 1 % van de constructie open is vanwege kieren en dergelijke daalt de geluidsisolatie ongeacht de isolatiewaarde van de rest van de omhulling af tot 20 dB(A).

Op grond van de voorgaande twee aspecten (toename geluidsniveau in de kas en de geluidsisolatie van de omhulling) kan de geluidsreductie door de gesloten kas per saldo worden ingeschat op circa 20 tot 25 dB(A) afhankelijk van de toegepaste materialen en de wijze van uitvoering in vergelijking met de situatie zonder enige vorm van afscherming.

#### In ventilatiestand

Bij geopende dakramen zal de geluidsisolatie van het kasdek afnemen. Bij een extreme situatie van 15 % te openen ramen zal de geluidsisolatie van het dak afnemen tot 10 - 15 dB(A) afhankelijk van de precieze uitvoering en vormgeving.

De totale geluidsreductie van de kas neemt dan af tot 15 - 20 dB(A).

Onder de meest ongunstige omstandigheden zal de geluidsreductie in dit uiterste geval gelijk of wat slechter zijn dan bij uitsluitend verticale schermen.

Een geluidsreductie van minimaal 15 dB(A) voor de GreenRoad in vergelijking met de situatie zonder enige vorm van afscherming lijkt als ondergrens redelijkshalve te kunnen worden aangehouden.

## **4.4 Inpassing in niet-rechte wegenprofielen**

De horizontale wegverschuivingen (afwijking rechte weg) zijn in principe ook met een glaskap te volgen.

De gedachte is een kas over een weg op te splitsen in zelfstandige segmenten van maximaal 250 tot 500 meter lengte. Ook tuinbouwkassen worden standaard niet langer dan enkele honderden meters gebouwd vanwege thermische bewegingen.

Bij (flauwe) bochten kan gekozen worden voor kortere segmentlengtes.

Tussen de segmenten kan een harmonica profiel worden aangebracht van een ander materiaal dan glas.

Een andere optie is een glazen achterzetwand of voorzetwand die voorlangs of achterlangs de segmenten geplaatst wordt.



Ook bij hellingen kan een dergelijke werkwijze gevolgd worden. Daarbij wordt het volgende segment steeds een meter (of meer) hoger dan wel lager geplaatst dan het voorgaande segment.

Uitgangspunt bij het GreenRoad concept is de eenvoud waarbij zoveel mogelijk aangesloten dient te worden bij de gebruikelijke kasbouw. Rechte stukken, zonder schuine beëindigingen behoren binnen dat conceptuele kader.

## 5 Klimaat

Voor de klimaatbeheersing binnen de lichte kap over de weg zijn drie belangrijke aspecten te onderscheiden:

- luchtverontreiniging door rijdend en stilstaand autoverkeer;
- toxische stoffen door brand en andere calamiteiten;
- warmtebelasting door het autoverkeer en de zon.

Deze drie aspecten laten zich onder de termen smog, rook en warmte benoemen die hierna besproken worden. Eerst wordt kort ingegaan op de gebruikelijke wijze van klimaatbeheersing in tunnels.

### 5.1 Ventilatie-sytemen

Mechanische ventilatie in de langsrichting naar de tunnelmonden is de gebruikelijke voorziening bij moderne tunnels om smog en rook af te voeren, met name in geval van calamiteiten. Om deze reden zijn deze ventilatie-systemen slechts zelden in bedrijf dat niet ten goede komt aan de bedrijfszekerheid. Het systeem vraagt ook een groot geïnstalleerd elektrisch vermogen.

Mechanische langsventilatie is in principe ook goed toepasbaar bij GreenRoad. Het concept van de tuinbouwkas laat zich echter ook goed lenen voor natuurlijke ventilatie via te openen dakramen die immers tot de standaard-uitrusting behoren. Voor de klimaatbeheersing heeft de analyse zich in eerste instantie geconcentreerd op de wijze waarop natuurlijke ventilatie via dakramen soelaas kan bieden.

Uiteraard wordt onderkend dat een overkapping over een snelweg tot doel heeft om de kwaliteit van lucht en geluid te verbeteren voor de omgeving.

Een overkapping met beperkte openingen die gedurende beperkte tijd open staan, kan in veel situaties echter nog steeds de luchtkwaliteit aanmerkelijk verbeteren. Daarbij kan in overweging genomen worden dat de dakramen zich op hogere en grotere afstand van de bebouwde omgeving bevinden. Door deze configuratie is een sterkere verdunning van de bronemissie te verwachten dan in de wegsituatie zonder overkapping.

### 5.2 Luchtverontreiniging (smog)

De meest belastende verkeerssituatie voor wat betreft Smogvorming is tijdens het filerijden. In de meest extreme situatie van filerijden in twee richtingen zijn er circa 600 auto's te verwachten onder 1 km tunnelkap.

Zonder enige filevorming zou de maximale verkeersintensiteit circa 2.000 auto's per rijstrook zijn. Bij een gemiddelde snelheid van 90 km/h passen dan circa 120 auto's in 1 km tunnelkap.

In normale bedrijfssituaties zorgt de (rij)wind in de tunnel dat de schadelijke gassen naar buiten worden geventileerd. Voor de rijwind kan een snelheid van 2 meter per seconde worden aangehouden in geval van gescheiden rijrichtingen.

In het geval van een file verslechtert de situatie aan twee kanten: meer auto's die meer gassen uitstoten, en het wegvallen van de rijwind vanwege het stilstaande verkeer. De concentratie vervuilde lucht zal toenemen.

Mechanische langsventilatie naar de tunnelmonden of natuurlijke ventilatie via te openen dakramen kan de concentratie verdunnen.

#### Maximale CO-concentratie

De uitlaatgassen van dit autoverkeer zijn bij langdurige blootstelling en te hoge concentraties schadelijk voor de gezondheid van de weggebruiker.

In deze analyse is het gas koolmonoxide CO aangehouden als kritische component voor de gezondheid van de weggebruikers op korte termijn conform de werkwijze bij parkeergarages.

De maximaal toelaatbare CO concentratie is afhankelijk van de blootstellingsduur, zodat géén absoluut getal is aan te geven om niet schadelijk te kunnen zijn voor de gezondheid.

Volgens de Arbo-wet is een MAC-waarde (maximaal aanvaardbare concentratie) van 25 ppm CO toegestaan bij een maximale verblijfsduur van 8 uur. Bij een blootstelling van slechts 15 minuten bedraagt de maximale concentratie 120 ppm.

Files zullen ongetwijfeld korter duren dan 8 uur, maar automobilisten kunnen al een werkdag in een bedrijf achter de rug hebben waarin men reeds blootgesteld is aan de maximale waarden. Om deze praktische reden is veiligheidshalve uitgegaan van de MAC-waarde van 25 ppm behorende bij een normale bedrijfssituatie van 8 uur. Deze waarde is destemee op haar plaats daar de concentraties in de overkapping sterk kunnen verschillen afhankelijk van de lokale meetplek.

#### Ventilatie-berekeningen

Uitgangspunt in deze analyse is een file in één rijrichting.

Aan de wegzijde van de file is er nauwelijks stuwsnelheid van de stilstaande auto's. Van de rijdende auto's aan de andere zijde is de verdringingsimpuls berekend met de rijnsnelheid, het frontale oppervlak en de Cw-waarde van de auto's. Over de beide richtingen tezamen is de gemiddelde stuwsnelheid berekend op 0,4 m/s.

Natuurlijke ventilatie via te openen dakramen is het uitgangspunt in deze analyse om de concentratie beneden het gewenste niveau te brengen.

Uit de eerste indicatieve berekeningen blijkt dat 5 tot 10 % ventilatieramen in de kap al voldoende is om beneden de MAC-waarde te blijven.

Voor een goede werking van de natuurlijke ventilatie is het wel van belang dat de te openen ramen op twee verschillende hoogten zitten ten behoeve van voldoende thermische aandrijfkracht. Ook de auto's zijn een thermische bron.

Bij de Breedkap kas is hieraan uitvoering te geven door een strook ventilatieramen in de nok en een tweede strook ventilatieramen bij de goot. Hierdoor ontstaat een hoogteverschil van circa 3 tot 4 meter.

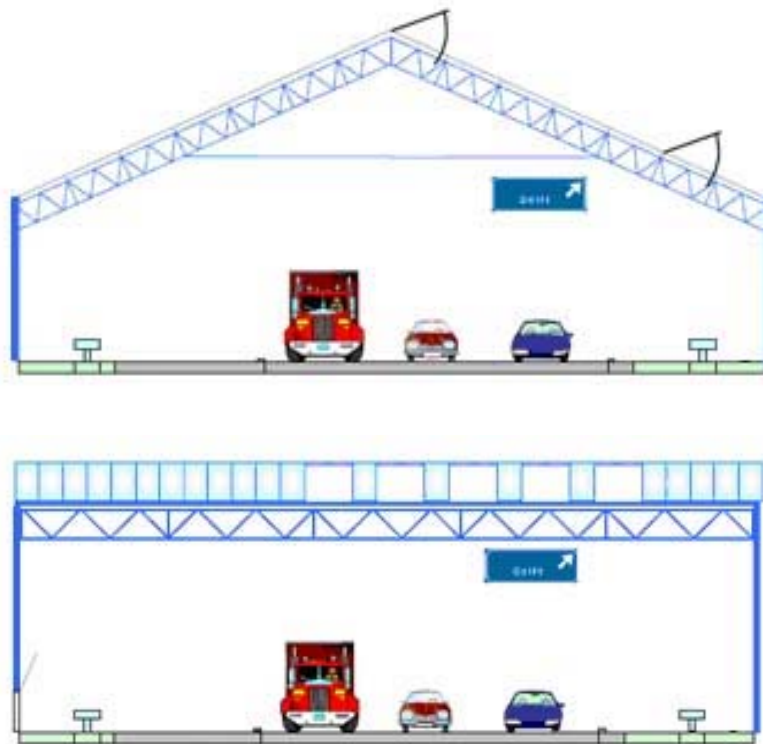
Bij een standaard uitvoering van de ramen (1,75 m lengte) bedraagt de totale hoeveelheid ventilatieopeningen dan ruim 25 % van het dakvlak. Indien slechts één zijde van het dakvlak voorzien wordt van ramen bedragen de openingen circa 12 %. In dat geval kan gekozen worden voor het dakvlak dat verderweg gelegen is van de bebouwing en zich boven de middenberm bevindt.

Het principe van de Venlo kas leent zich niet voor het maken van ventilatieramen op twee hoogtes in het kasdek. Bij de Venlo kas kan echter geopteerd worden voor

het toepassen van ventilatieroosters in de gevel die in noodgevallen zorgen voor de thermische aandrijfkracht.

Door speciale schakeling van de ramen kan de luchtvervuiling voor de omgeving mogelijk redelijk beperkt blijven. Daarbij wordt dan rekening gehouden met de specifieke situatie van de bebouwde omgeving, in relatie tot de lokale weerssituatie en de windrichting.

In eerste instantie worden bijvoorbeeld de stroken ramen geopend die nabij de middenberm (op grootste afstand van bebouwing) gelegen zijn. In tweede instantie worden de dakramen geopend die nabij de zijbermen liggen. En in de derde fase worden bijvoorbeeld pas de ramen geopend aan de zijgevel.



Figuur 12 – Voorbeeld van de ventilatie ramen in de GreenRoad.

Boven de Breedkap kas met twee stroken ventilatieramen op twee hoogtes. Onder de Venlo kas met 8% ventilatie ramen in de kap en in de gevel een beluchtingsrooster dat kan worden gesloten. De middenberm bevindt zich aan de rechterzijde van de afbeeldingen.

Naar gelang de omstandigheden van de lokale situatie kan uiteraard ook gekozen worden voor mechanische langsventilatie naar de tunnelmonden, bijvoorbeeld in het geval dat de files gedurende een groot deel van de dag te verwachten zijn en de luchtkwaliteit dermate kritisch is dat ventilatie via dakramen niet voldoende acceptabel is.

### 5.3 Rook

In geval van brand is het hoofdzaak om de rook tijdig en voldoende af te voeren. In tunnels is hiervoor veelal de beschikking over mechanische langsv ventilatie die de rook in de rijrichting afvoert naar de tunnelmond.

Voor de lichte kaskap over de weg lijkt het meer voor de hand te liggen om de al aanwezige ventilatieramen te benutten voor de afvoer van de rook.

#### Rookafvoer

Rook afkomstig van brand is altijd warmer dan lucht en stijgt op naar het plafond. Door afkoeling bij het dak kan de rook over een zekere lengte langzaam uitzakken naar beneden. Uitzakkende rook is gevaarlijk voor vluchtende mensen vanwege desoriëntatie bij het vinden van de uitgang en dreigend verstikkingsgevaar.

Bij winkelcentra met atria en dergelijke wordt een vuistregel van 50 meter afstand aangehouden waarbinnen de rook moet kunnen ontsnappen voordat gevaar dreigt voor uitzakken. Deze regel geldt voor afgesloten ruimten met weinig turbulentie.

Bij een glaskap over een weg mag worden aangenomen dat veelal sprake is van een lichte luchtverplaatsing als gevolg van rijwind of meteo-wind. Deze waarde kan oplopen tot 2 meter per seconde of meer. Deze luchtverplaatsing kan turbulentie geven in de dwarsrichtingen waardoor al op kortere afstand risicovolle vermenging van rook mogelijk is met lagere luchtlagen.

Veiligheidshalve wordt voor de kaskap gekozen voor een afstand van 35 meter waarbinnen de rook door natuurlijke afvoer voldoende verdund moet zijn. Na deze afstand is er kans op uitzakken van de rook.

Bij mechanische ventilatie in de richting van de tunnelmonden is er uiteraard sprake van een ander mechanisme. Dat blijft hier buiten beschouwing.

#### Rookschermen

Een rooklaag kan enkele meters dik zijn. In winkelcentra worden lange ruimten wel half-hoog gecompartmenteerd met hangende schotten aan het dak. Tussen deze schotten blijft de rook tegen het plafond hangen dat ongecontroleerde verspreiding over grotere afstanden dient te voorkomen. In een lang gebouw kan immers elders onverwachte onderdruk zijn, waardoor de rook haar eigen weg gaat zoeken in plaats van de dichtstbijzijnde openingen.

Voor schouwburgen bestaan zogeheten rookschermen, die veelal uitgevoerd zijn in de vorm van rolgordijnen die de ruimten bij brand half-hoog compartimenteren.

Ook bij een kaskap zou gekozen kunnen worden voor een rookscherm (doek) dat in en onder een spant h.o.h 35 meter wordt gehangen. Dit rookscherm van enkele meters hoogte kan uitrolbaar zijn of permanent ingehangen worden. Het verkeer kan ongehinderd blijven doorrijden daar deze schermen boven het vrije wegprofiel hangen vlak onder de dakconstructie.

De eerste berekeningen geven aan dat een dergelijk scherm niet noodzakelijk is. Optioneel kan een dergelijk scherm overwogen worden.

#### Ventilatie-berekening

Voor een veel voorkomende kleine autobrand van 5 MW is een rookberekening gemaakt waarbij voor de thermische aandrijfkraft uitgegaan is van een smeulende brand van slechts 10 % van deze waarde.

Het smeulende beginstadium van een brand is maatgevend voor het rookgevaar. In een later stadium van de brand is de thermische aandrijving voldoende groot om de rook snel af te voeren via de geopende ramen. Datzelfde geldt ook bij grotere branden van 20 MW die zich éénmaal per 2-3 jaar al kan voordoen in tunnels. Het beginstadium is ook dan maatgevend voor het rookrisico in het geval sprake is van natuurlijke ventilatie op korte afstand.

Uit deze indicatieve berekening blijkt binnen de vooralsnog gestelde maximale afstand van 35 meter dat de rook al voldoende af te voeren is bij een aantal te openen ramen van circa 8 % van het dakoppervlak.

Bij de Breedkap kas en de Venlo kas wordt het percentage van 8 % al ruimschoots behaald. Ventilatie-openingen van 15 tot 20 % liggen meer voor de hand bij deze systemen. Aanvullende optie is het aanbrengen van rookschermen bovenin de kas.

#### 5.4 Extreme warmte

Bij zoninstraling kan het binnenklimaat van een kas sterk opgewarmd worden als gevolg van het bekende broeikas-effect. Niet alleen de zoninstraling, maar ook het autoverkeer zelf is een warmtebron van betekenis bij een kas over een weg.

##### Warmtebelasting

Filevorming geeft de meest extreme situatie voor de warmtebelasting vanwege het wegverkeer.

Aangehouden is een éénzijdige file met 600 auto's in één rijrichting en een rijdende stroom auto's van 120 auto's in de andere rijrichting over een kilometer lengte onder de kaskap. Bij een motorbelasting van 10 kW per auto bedraagt de piek in de spijtstijd dan 170 W/m<sup>2</sup>. Over de dag heen varieert de warmtebelasting tussen 72 en 170 W/m<sup>2</sup> met een gemiddelde warmtebelasting van 133 W/m<sup>2</sup>.

Voor de zonnearmte is het meteorologische jaar 1964 april-september aangehouden waarbij de warmtebelasting maximaal 870 W/m<sup>2</sup> bedraagt.

Voor enkelglas is de zontoetredingsfactor ZTA = 0,8. In geval van buitenzonwering is een ZTA = 0,3 aangehouden die in werking treedt indien de warmtebelasting groter is dan 200 W/m<sup>2</sup>.

##### Normstelling

De klimaatbeheersing binnen de kap kan op gespannen voet staan met het doel om de overkapping zoveel mogelijk gesloten te houden.

De volgende twee uitgangspunten zijn denkbaar:

- beperkte situaties met ramen open en hogere temperaturen in de kas;
- groter aantal situaties met ramen open en lagere temperaturen in de kas.

In een eerste verkenning is een temperatuur van 16 graden in de kas aangehouden waarboven de ramen proportioneel geopend werden. In dat geval bleken de ramen gedurende de helft van de zomerperiode geopend te zijn, ook in combinatie met een buitenzonwering. Dit uitgangspunt biedt onvoldoende perspectief.

Als uitgangspunt is uiteindelijk een acceptabele temperatuur van 25 graden in de kas aangehouden, ongeacht het buitenklimaat. Boven deze temperatuur worden de ramen geopend. Deze norm lijkt acceptabel daar de temperatuur in de auto's zelf ook tenminste 20 graden is. Het verschil is dan niet meer dan 5 graden.

Ook een normstelling van 30 graden zou in principe nog bespreekbaar moeten zijn, gelet op het maximale verschil in temperatuur van 10 graden tussen het autoklimaat en het kasklimaat.

#### Ventilatie-berekening

De berekeningen zijn uitgevoerd met het één-zone ventilatiemodel "Aida" waaraan warmtebuffers zijn toegevoegd voor de eerste orde schatting van het thermisch gedrag. Deze buffers zorgen voor uitdemping en verschuiving van de warmtepiek.

De ventilatie- en warmtebalans voor een representatief meteobestand van uur tot uur wordt met het model berekend waaruit het verloop van de binnentemperatuur in de beschouwde periode resulteert in relatie tot de actuele buitentemperatuur van het meteorologische jaar 1964 april-september.

Het regelgedrag van ventilatievoorzieningen en zonwering is te modelleren waarna de regelstrategie is te optimaliseren.

Voor de warmtebuffering van de grond is (ter indicatie) een gemiddelde opname in de bodem van 21 W/m<sup>2</sup> aan te houden en voor de warmteafgifte 33 W/m<sup>2</sup>.

Uitgangspunt in deze analyse is een file in één rijrichting.

Aan de wegzijde van de file is er nauwelijks stuwsnelheid van de stilstaande auto's. Van de rijdende auto's aan de andere zijde is de verdringingsimpuls berekend met de rijnsnelheid, het frontale oppervlak en de C<sub>w</sub>-waarde van de auto's. Over de beide richtingen tezamen is de gemiddelde stuwsnelheid berekend op 0,4 m/s.

Het aërodynamisch oppervlak van de gezamenlijke tunnelmonden is 280 m<sup>2</sup> dat een stuwstroom geeft van 56 m<sup>3</sup>/s.

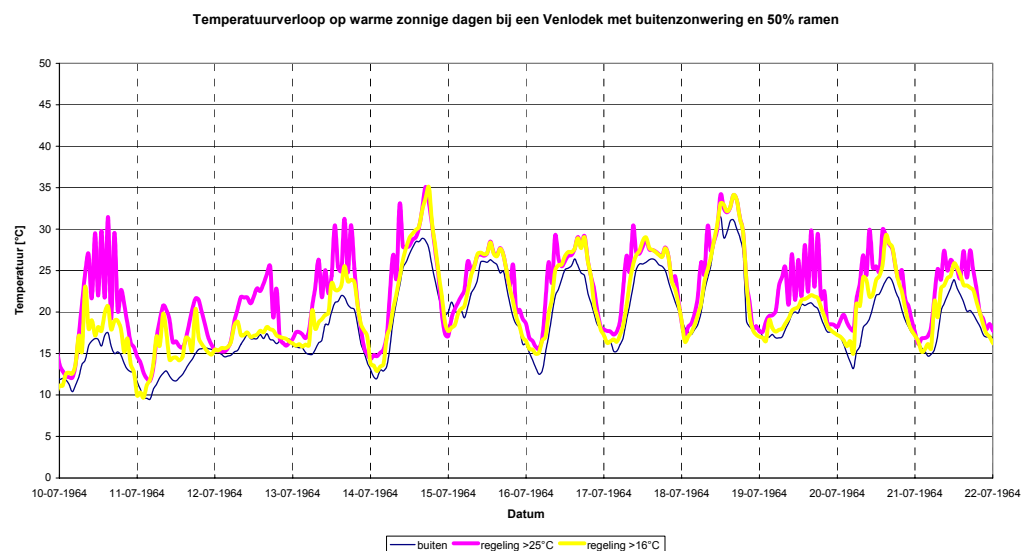


Figure 13 – Temperatuuroverloop warme periode afhankelijk van regelregime

Het toegepaste regelregime voor de ventilatie is van grote invloed op de frequentie waarin de ramen zich openen en op de optredende binnentemperaturen.

In de simulatieberekening is een regelband van 25-28 graden aangehouden waarin de ramen proportioneel geopend worden. Voor acceptabele temperaturen is verder uitgegaan van een uitvoering met buitenzonwering en 50 % te openen ramen.

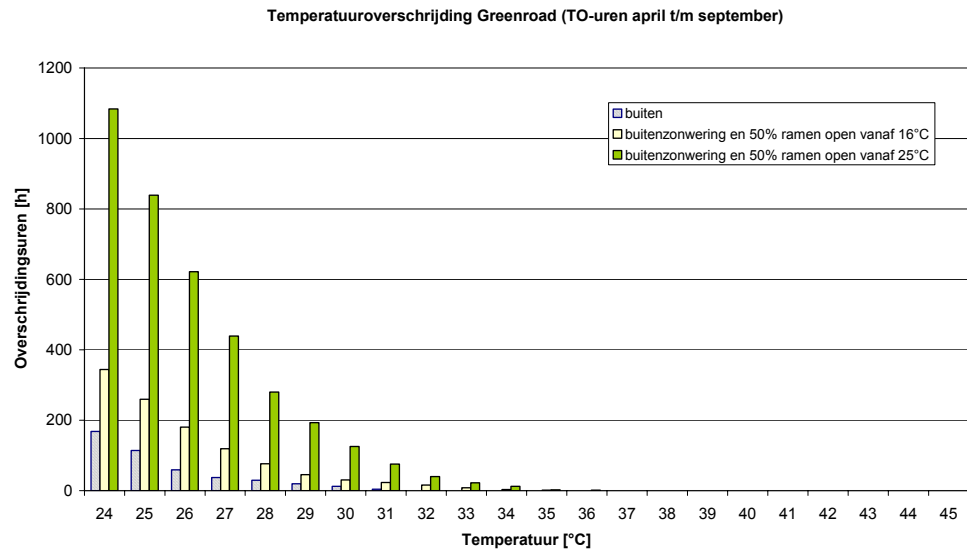


Figure 14 – Temperatuuroverschrijdingsuren afhankelijk van het regelregime (ter vergelijking zomerperiode = 4392 uren, jaar = 8760 uren)

Op basis van dit regelregime blijken de ramen zich te openen gedurende 20 % van de zomerperiode. Op jaarbasis betekent dit een frekwentie van 10 %. Verder worden gedurende circa 7 % van het jaar er binnentemperaturen verwacht hoger dan 26 graden en circa 1,4 % van het jaar liggen de temperaturen hoger dan 30 graden. Deze extreme temperaturen blijven acceptabel voor de gebruiksfunctie met een korte verblijfsduur.

## 5.5 Aanbevelingen

Het GreenRoad concept kan voor wat betreft de warmtebelasting gedurende 90 % van het jaar zorgdragen voor volledige afscherming van de omgeving van drukke weggedeelten voor schadelijke emissies en lawaai.

Om de binnentemperaturen onder de overkapping te kunnen beheersen, wordt wel toepassing aanbevolen van buitenzonwering en een vergroot percentage te openen ramen van circa 50 % van het dak.

Deze ventilatiemogelijkheden zijn ruim voldoende om uitlaatgassen alsmede rook en warmte bij brand voldoende af te voeren. Een ventilatiepercentage van 8-10 % te openen dakramen is daartoe al toereikend.

In geval van een grote mate van filevorming op de snelweg kan een langdurige ventilatie echter niet altijd aanvaardbaar zijn vanwege een mogelijk te grote mate van uitstoot van emissie. In dat geval zal een mechanische ventilatie meer op haar plaats zijn voor de afvoer van de uitlaatgassen.

Deze mechanische ventilatie is dan ook inzetbaar voor de afvoer van overtollige warmte via de tunnelmonden. Natuurlijke ventilatie via de te openen dakramen kan dan sterk beperkt worden.



Zonder mechanische ventilatie en natuurlijke ventilatie via de te openen dakramen kan de warmtebelasting van het autoverkeer door het jaar heen juist voldoende worden afgevoerd via transmissie, bodembuffering en rijwind.

Voor de zonbelasting dienen aanvullende maatregelen getroffen te worden. Aan de ene kant kan gekozen worden voor een systeem dat gericht is op sterke mitigering van de warmtebelasting. Daarbij kan gedacht worden aan buitenzonwering dat ook in een natuurlijke begroeiingsvorm denkbaar is. Afhankelijk van de lichteisen die de omgeving stelt, kan aanvullend gekozen worden voor mechanische en/of natuurlijke ventilatie via dakramen. Verder kan koeling nagestreefd worden door bijvoorbeeld verneveling of verdamping van water in de kas.

Een geheel andere insteek is de warmtebelasting onder de kap te collecteren en te kiezen voor een warmteterugwinningssysteem. Het GreenRoad concept past dan in het nieuwe plaatje van de kas als energiebron. Daarbij wordt ondermeer gedacht aan de collectie van warmte uit het asfalt. De koelcapaciteit van deze collector ligt naar verwachting in dezelfde orde van grootte als de zonbelasting. Nadere studie is noodzakelijk naar de methoden en optimalisatie van deze mogelijkheden om de zonnearmte (en autowarmte) te genereren.

## 6 Veiligheid bij calamiteiten

Voor het analyseren van de gevaren bij calamiteiten is gebruik gemaakt van de reeds opgedane kennis op het gebied van tunnelveiligheid.

Gestart wordt met een systeem-analyse over de risico's van het lichte kasconcept waarna een aantal risico's apart worden beschouwd.

### 6.1 Systeem-analyse

In essentie kan het GreenRoad systeem beschreven worden als een overkapping van een nieuwe of bestaande weg met een tuinbouwkas.

Vanwege het besloten karakter dient het GreenRoad systeem te voldoen aan de eisen die worden gesteld aan tunnels en overkappingen van wegen.

Derhalve zullen de veiligheidseisen strenger zijn dan die aan de open weg worden gesteld.

Bij de systeem-analyse zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Van toepassing is wegverkeer, en niet rail- en of metroverkeer;
- Alle gevaarlijke stoffen zijn toegestaan, en dus categorie 0 classificatie;
- Interne veiligheid wordt beschouwd tijdens de gebruiksfase;
- Veiligheid tijdens bouw/sloop/herstelfases zijn buiten beschouwing gelaten;
- Externe veiligheid is buiten beschouwing gelaten;
- Analyse gevolgen voor mensen in de constructie en voor de constructie zelf;
- Milieuschade en economische vervolgschade buiten beschouwing gelaten.

De volgende gevaren worden onderscheiden die zijn te identificeren als gevolg van een ongeval of opzettelijke acties (terroristische aanslag, vandalisme, etcetera):

- Brand
- Mechanische impact (botsingen en dergelijke)
- Explosies
- Vrijkomen van toxische stoffen

Over het algemeen wordt brand als maatgevend scenario gezien.

De reden hiervoor is dat explosies en het vrijkomen van toxische stoffen minder vaak plaatsvinden dan brand. Aanrijdingen gebeuren wel vaker, maar hebben over het algemeen beperkte gevolgen vergeleken bij de potentiële gevolgen van brand.

Ook aanrijdingen worden echter als apart maatgevend scenario hier behandeld.

### 6.2 Brand

Brand van buitenaf kan plaatsvinden als gevolg van een verkeersaanrijding met de constructie of door vandalisme.

Evenals bij mechanische impact is de toegankelijkheid te beperken door middel van een hekwerk of een sloot, waardoor de kans op brand aan de buitenzijde van de constructie beperkt wordt.

Brand van binnenuit kan ontstaan als gevolg van een aanrijding, een ongeval met brandbare stoffen of door kortsluiting in technische installaties.

Ongevallen met brandbare stoffen hebben de grootste kans om uit te groeien tot een grote brand. Bij brand ontstaan hoge temperaturen en rookvorming. Met name

in besloten constructies, zoals GreenRoad, kan dit tot gevaarlijkere situaties leiden. Om de risico's te kunnen beperken dienen maatregelen te worden genomen die brand voorkomen of de gevolgen beperken.

#### Preventieve maatregelen

Het niet laten plaatsvinden van brand als gevolg van ongevallen met gevaarlijke stoffen en botsingen is haast onmogelijk. De kans kan echter worden beperkt door bijvoorbeeld de volgende maatregelen:

- inhaalverbod voor vrachtwagens;
- afgescheiden rijbaan voor vrachtwagens, met een barriër;
- snelheidscontrole.

#### Signalering

Indien desondanks een brand ontstaat, is het belangrijk deze brand in een vroeg stadium te detecteren, zodat actie kan worden ondernomen.

Detectie kan plaatsvinden op verschillende manieren, bijvoorbeeld:

- stilstanddetectie van een voertuig met automatische melding aan operator;
- temperatuur, rookdetectie, etc. die fysische verschijnselen van brand detecteren;
- detectie via hulppost, met automatisch signaal naar operator;
- detectie via intercom in een hulppost

#### Bestrijding

Na detectie kunnen diverse acties worden ondernomen. In eerste instantie is de aandacht gericht op bestrijding om zo mogelijk de brand te blussen of de omvang ervan te beperken.

Hiertoe is in tunnels elke 50 meter voorzien in een hulppost met daarin een handbrandblusser, een slanghaspel en een intercom.

Naast handmatige blussing is het ook mogelijk om een automatisch blussysteem te installeren in tunnels. Hierover is veel discussie. Naast de voordelen van een snelle activering van de installatie en daarmee beperken of blussen van de brand, zijn er ook nadelen.

Mogelijke, maar vaak nog niet nader onderzochte, nadelen zijn het verstoren van de stratificatie (rooklaag onder het plafond) en het ontstaan van hete vochtige lucht die schadelijker voor de mens is dan hete droge lucht. Met het verstoren van de stratificatie wordt het vluchten bemoeilijkt door de slechte luchtkwaliteit en het slechte zicht.

#### Vluchtveiligheid

Indien de brand niet onder controle wordt gekregen, is het zaak om de ontruiming van de aanwezigen in gang te zetten.

Met name de aanwezigheid van rook kan tot op grote afstand van de brand de evacuatie belemmeren. Het is daarom zaak om de GreenRoad zo snel mogelijk rookvrij of rookarm te krijgen. Dit kan door middel van geforceerde ventilatie of wellicht door het openen van grote ruitoppervlakten.

Indien overwogen wordt om ventilatie d.m.v. geopende ruiten toe te passen, dient wel rekening te worden gehouden met de snelheid van detectie van de brand in combinatie met de tijdsduur van het volledig geopend zijn van de ruiten.

De benodigde capaciteit volgt uit berekeningen waarbij rekening dient te worden gehouden met natuurlijke windrichtingen en –snelheden.

Tevens zou de mogelijkheid van een brand in de staart van een file moeten worden onderzocht in combinatie met de beste ventilatie-strategie in dat geval. Het hoge plafond biedt verder ruimte voor rookberging en daarmee tijdwinst.

#### Scheiding rijbanen

Een belangrijk punt van aandacht is nog de scheiding tussen de beide rijbanen. In tunnels in Nederland worden deze altijd gescheiden uitgevoerd. Redenen hiervoor zijn de beperking van het invloedsgebied bij ongevallen en brand. Rook kan niet op de andere rijbaan terecht komen en daar bestuurders beïnvloeden.

Tevens is de natuurlijke luchtstroom altijd met de rijrichting mee dat het ventileren vergemakkelijkt. Bij een open constructie zal er meer turbulentie optreden waardoor de rook zich over beide rijbanen kan verspreiden. Gewenste stratificatie is in een dergelijke situatie niet te verwachten.

Bij een lichte kap over de weg waarin rook snel een uitweg kan vinden via de dakramen, is een scheiding van de rijbanen niet per definitie noodzakelijk. Het achterwege laten van de scheiding heeft als voordeel dat de rook zich ook sneller kan verdunnen, en dat hulpdiensten ook vanuit de andere rijrichting adequaat hulp kunnen bieden.

#### Evacuatie

Naast het verbeteren van de fysieke omstandigheden dienen mensen tot evacuatie te worden aangezet.

Hiervoor zijn meerdere systemen beschikbaar, zoals gesproken boodschappen in de tunnels of via de radio, een geluidssignaal, activeren van nooduitgangsborden, et cetera.

Bij daadwerkelijke evacuatie moet rekening worden gehouden met loopafstanden. In afgezonken tunnels is elke 100m voorzien in een vluchtdeur naar de andere tunnelbuis.

In het GreenRoad concept is voorzien in metalen vangrails of betonbarriers aan weerszijden van de rijbaan. Om ontvluchten aan de zijkanten te faciliteren, dienen vluchtdeuren in de zijkanten te worden gemaakt waarbij toegang wordt geboden via voorzieningen in vangrails of barriers, zoals treden of bij voorkeur sparingen.

#### Schade

De frequentie en de omvang van de brand bepaalt mede de aanvaardbare schade die de constructie kan leiden. Bij grotere branden is schade aan de constructie onvermijdelijk.

Met name glasbreuk is een risico waarmee rekening moet worden gehouden voor zowel vluchtende mensen als hulpverleners. Er zijn diverse mogelijkheden om dat risico te beperken, bijvoorbeeld door toepassing van een coating, een stalen net of speciaal explosie- en/of brandveilige beglazing.

Met name bij toepassing van een gaasnet moet rekening worden gehouden met schoonmaak, onderhoud en vervanging.

#### Hulpdiensten

Tot slot dient de inzet van hulpdiensten te worden beschouwd die uiteraard de kap goed moeten kunnen benaderen. Niet ondenkbeeldig is dat er een file achter de brand is ontstaan. Bovendien moet rekening worden gehouden met de inzet van de brandweer en hun benaderingswijze van de brand.

Bij benadering van de brand vanuit de andere buis in het geval dat tussen de rijbanen er een scheiding wordt aangebracht, is de afstand tot de brand klein. Nadeel is dat de andere buis wel moet zijn vrijgemaakt van verkeer.

Bovendien moeten er op regelmatige afstanden vluchtdeuren in de scheidingswand zijn aangebracht. De andere buis moet bij voorkeur vrij blijven van rook, waarin bijvoorbeeld door middel van overdruk kan worden voorzien.

In het geval er geen scheiding tussen de rijbanen is aangebracht, dient de brand stroomopwaarts van de brand te worden benaderd. In dat geval moet backlayering van rook (terugslaan van rook) ten allen tijde worden voorkomen.

Backlayering kan voorkomen worden door geforceerde ventilatie met voldoende capaciteit. Dit fenomeen van backlayering is gevaarlijk voor zowel aanwezigen in de file achter de brand als de hulpverleners.

Tevens moet rekening worden gehouden met voldoende bluswater voor de brandweer, en voldoende ruimte voor het opstellen van voertuigen, en bijvoorbeeld een tent voor de hulpverleners.

De inzet van hulpdiensten is daarmee vergelijkbaar met die van tunnels.

### 6.3 Aanrijdingen

#### Mechanische impact van buitenaf

Mechanische impact van buitenaf waarbij te denken valt aan aanrijdingen, stenen gooien en omgewaaide bomen, kan het gevolg zijn van een ongeval of door opzet.

Aanrijdingen en omgewaaide bomen zijn eenvoudig te verhinderen door het nemen van maatregelen, aan de kopse zijden en de zijkanten van de constructie. Per slot van rekening kan een bestuurder de macht over het stuur verliezen vlak voor de nadering van de kopse zijde van de kap.

Tegen vandalisme zoals het gooien van stenen en andere voorwerpen, het spuiten van graffiti en dergelijke, dienen eveneens maatregelen te worden genomen. Hierbij kan gedacht worden aan een hekwerk of sloot, wat mensen en voorwerpen op afstand moet houden. Hierbij neemt de systeemgrens dus enigszins toe.

#### Mechanische impact van binnenuit

Mechanische impact van binnenuit wordt met name veroorzaakt door bestuurders die de macht over het stuur kwijtraken of door botsingen tussen voertuigen. Deze voorvallen kunnen uiteraard gevolgen hebben voor de betrokken personen (letselschade en overlijden), maar ook voor de constructie (aanrijdschade).

Indien een auto of vrachtwagen tegen de kolommen van de constructie aanrijdt, kan een deel van de constructie instorten. Dit kan voorkomen worden door een vangrail te plaatsen langs de weg zodat de kans kleiner is dat er auto's tegen de kolommen botsen.

### 6.4 Overige bedreigingen

#### Explosies

Explosies kunnen plaatsvinden door ongevallen of aanslagen met gevaarlijke stoffen. Zonder additionele maatregelen is de kans groot dat de constructie wordt beschadigd of zelfs instort.

Bestaande tunnels worden niet of nauwelijks op explosies gedimensioneerd. Om het in de GreenRoad extra aanwezige gevaar van glassplinters te beperken of te voorkomen kan gebruik worden gemaakt van een beschermende folielaag op het

glas (of gelaagd glas). Verder kan gaas onder de ruiten worden toegepast om ruiten op te vangen die in zijn geheel uit de sponningen komen.

Doordat de situatie in de GreenRoad – mede ingegeven door het wegvallen van de ruiten – meer lijkt op de open weg situatie dan op de tunnelsituatie, zullen de omstandigheden voor mensen bij een explosie beter zijn dan in een tunnel.

#### Toxische stoffen

Het vrijkomen van toxische stoffen kan gebeuren door een ongeval of aanslag met gevaarlijke stoffen.

Huidige tunnels worden hierop niet ontworpen in die zin dat er speciale detectie, preventie of mitigerende maatregelen zouden worden genomen.

In alle tunnels wordt wel ventilatie toegepast wat uiteraard een positief effect heeft op de aanwezigheid en concentratie van de toxische stoffen.

In de GreenRoad bestaat er ook de mogelijkheid tot ventileren door bijvoorbeeld de ventilatie ramen te openen.

#### Vervanging en/of onderhoud

Wanneer de GreenRoad in gebruik is genomen, zullen regelmatig vervangings-, onderhouds-, schoonmaakwerkzaamheden of inspecties plaatsvinden. Ook in het geval een gaasnet wordt toegepast, verdient de conflictering met de mogelijkheden voor vervanging en onderhoud aandacht.

In principe zijn dergelijke werkzaamheden verboden bij onderlangs rijdend verkeer. Dit verbod kent echter betrekkelijke grenzen. Ook bij kruisende viaducten over de snelweg worden onderhoudsactiviteiten ondernomen aan de bovenzijde van deze viaducten.

Van overheidswege zullen mogelijk eisen worden gesteld aan de frequentie en duur van het buiten bedrijf zijn van de constructie waarop het onderhoudsregime dient te zijn aangepast.

Een voldoende breed en beveiligd mobiel werkportaal kan bij GreenRoad mogelijk uitkomst bieden.

#### Overige risico's

De systeemgrens van de kap wordt bepaald door de omtrek en hoogte van de kas en het wegdek aan de onderzijde.

De kopse kaszijden waar het verkeer de constructie in en uit rijdt, vormen niet direct aangrijpingspunten voor externe gevaren anders dan aanrijdingen.

De zijkanten van de constructie liggen echter direct aanpalend aan de omgeving, als bebouwing, wegen of weiland. Deze zijden zijn gevoelig voor externe invloeden zoals vandalisme (stukgooien van ruiten, graffiti, etc.).

Vanwege de hoogte van de constructie zal de bovenkant van de GreenRoad niet direct gevoelig zijn voor opzettelijke acties door mensen.

Verder dienen trillingen door zwaar verkeer meegenomen te worden die aanleiding kunnen geven tot lostrillen van bouten en moren of tot scheurvorming in glas of andere constructiedelen. Denk hierbij ook aan resonantie van de constructie door de trillingen.

Bij de hoogte van de opbouw dient naast de beschreven doorrijdhoogte rekening te worden gehouden met opname van ventilatoren, matrix-bebording, veiligheidsnetten, et cetera.

## 6.5 Regelgeving, normen en richtlijnen

GreenRoad is geen standaardconstructie die eenvoudig is in te passen in één van de Bouwbesluit categorieën. Desondanks dient de kap te voldoen aan de eisen die worden gesteld voor besloten ruimten over de weg zoals tunnels en overkappingen.

Er is in 2004 een Europese directive verschenen die eisen voorschrijft aan tunnels voor wat betreft de veiligheid. In Nederland wordt wetgeving voorbereid die deze Europese directive vertaalt in Nederlandse eisen. In dit stadium is verder nog weinig bekend over de precieze eisen.

Indien sommige eisen niet geheel toepasbaar voor een lichte kap worden geacht, zouden aanpassingen door de wetgever kunnen worden geëist. Deze eisen kunnen naar verwachting lichter, maar wellicht ook zwaarder zijn dan de eisen gesteld aan reguliere tunnels.

Opvallende verschillen zijn uiteraard de brandwerendheidseis aan reguliere tunnels, die naar verwachting niet toepasbaar op de GreenRoad wordt geacht.

Aan de andere kant zijn er nu geen eisen met betrekking tot het voorkomen van vallend glas, en het is niet ondenkbeeldig dat hiervoor een aanvullende eis wordt opgesteld om de veiligheid te garanderen.

## 6.6 Risico-profiel GreenRoad

Veiligheid is geen absoluut gegeven. De relativiteit komt tot uitdrukking in de risico-combinatie van kans op een gebeurtenis (voorval) en de mate van schade voor mens en/of materie.

Tenminste twee relevante scenario's zijn te onderscheiden:

- A Veel voorkomende, kleinschalige gebeurtenissen of voorvallen
- B Incidenteel voorkomende, grootschalige gebeurtenissen of voorvallen

De kleine voorvallen zijn waarschijnlijke en dagelijks herkenbare gebeurtenissen die in het algemeen slechts tot kleine schade zullen leiden. Ook grote schade is echter niet uitgesloten indien niet tijdig en adequaat ingegrepen wordt.

De grote voorvallen komen in het algemeen voort uit een opeenstapeling van elk op zich redelijk waarschijnlijke gebeurtenissen waarbij de kans op het zich gezamenlijk voordoen echter weer uiterst onwaarschijnlijk is. Afhankelijk van de wijze van voorzieningen zullen deze afzonderlijke voorvallen slechts tot kleine schades leiden, hoewel dus hele grote schades niet geheel uit te sluiten zijn.

De twee scenario's A en B kunnen als volgt verder geclassificeerd worden voor wat betreft de vervolgschade voor mensenletsel, economische fileschade en schade aan de overkapping.

	schade	mensenletsel	fileschade	constructie
A	veel voorkomend, kleinschalig	geen	geen	toegestaan
B	incidenteel, grootschalig	geen	toegestaan	toegestaan

Het eerste uitgangspunt bij GreenRoad is dat mogelijk mensenletsel als gevolg van de kap over de weg zoveel mogelijk dient te worden voorkomen.

Op het vlak van mensenlevens en letselschade wordt zoveel mogelijk in "zero tolerance" gedacht voor het extra risico als gevolg van de kap over de weg. De normale veiligheidsrisico's voor deelname aan het algemene wegverkeer zijn in dat opzicht uiteraard wel aanvaardbaar.

Het tweede uitgangspunt bij GreenRoad is dat het wegverkeer zoveel mogelijk ongehinderd doorgang moet kunnen blijven vinden.

De economische schade door filevorming vanwege kleine of grote dreigende calamiteiten of reparatiewerkzaamheden is al snel een veelvoud van de werkelijke kapkosten. Voorvallen die tot filevorming hadden geleid bij standaard wegvakken, worden uiteraard wel toelaatbaar geacht.

Uitsluitend bij uitzonderlijke voorvallen kan een verhoogde kans op fileschade onder een kap mogelijk worden geaccepteerd.

Het derde uitgangspunt bij GreenRoad is dat de lichte glaskap over de weg niet bestand behoeft te zijn tegen elk denkbaar voorval.

Deze zienswijze is anders dan bij betonnen tunnels en viaducten waar de zware segmenten robuust worden uitgevoerd opdat schade aan de constructie slechts in uitzonderlijke situaties zal optreden. Dit geldt met name indien er kans is op grote vervolgschade door bijvoorbeeld lekkage van tunnels of instorten van viaducten.

Bij de lichte kap over de weg is echter gekozen voor een denkwijze van toelaatbare degradatie van de constructie die snel en eenvoudig herstelbaar is. Deze aanpak is erop gericht om de constructiekosten beperkt te houden, bij de nieuwbouw maar ook bij vervanging van onderdelen. Herstel is dan een realistische werkwijze.

De vervolgschade door mensenletsel of constructieschade is verder te mitigeren door te kiezen voor een zichzelf opofferende constructie bij een ernstig voorval.

Daarbij wordt gedacht aan segmentering van de constructie waarbij delen afbreken die bij een calamiteit te zwaar belast worden, zonder de rest van de constructie met zich mee te slepen.

Bij brand kan bijvoorbeeld één spant direct onder de brandhaard bezwijken, terwijl de spanten ernaast onvervormd blijven door toepassing van breek- of smeltpouten.

In plaats van brandwerendheid van 30 minuten voor de constructie kan bijvoorbeeld ook uitgegaan worden van een gradueel ontwerp waarbij de glasruiten al vrij snel springen zodat rook en warmte uitweg kan vinden.

## **6.7 Uitwerking veiligheid in GreenRoad**

Tijdens een calamiteit is het van belang dat er voldoende vluchtcapaciteit is, zodat iedereen binnen een gestelde tijd naar buiten kan.

Bij een brand is de beschikbare vluchttijd mede afhankelijk van de rookontwikkeling. Wanneer deze rook in korte tijd de overkapping vult, is het voor de mensen bijna onmogelijk de uitgang te vinden. Hiermee is in het ontwerp rekening gehouden door de rook binnen een afstand van 35 meter te kunnen afvoeren via de dakramen.

Voor de vluchtroutes kan overwogen worden om de vluchtdeuren te plaatsen op elke 25 meter in plaats van de gebruikelijke 50 of 100 meter. De vluchtdeuren staan gelijk in verbinding met de buitenzijde van de constructie.

In de GreenRoad zijn ook voorzieningen getroffen om kleine branden te blussen. Hierbij kan gedacht worden aan een schuimblusser en een blushaspel. Wanneer de



brand niet op tijd geblust kan worden is het noodzakelijk dat de brandweer ter plaatse kan komen. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de vluchtstrook of door de brand van de tegengestelde rijrichting te benaderen. Wanneer beide opties niet mogelijk zijn zou het ook mogelijk moeten zijn om de brand van de zijkant te benaderen.

Ook wordt gedacht aan de optie van het mobiele werkportaal dat inzetbaar is bij de bestrijding van de brandhaard.

Een ander risico bij brand is vallend glas dat door opwarming kan barsten. Voor de temperatuurontwikkeling in de kas is brekend glas gunstig doordat de warmte kan ontsnappen. Brekend glas geven echter gevaarlijke situaties op de grond. Hiervoor kan een stalen vangnet ook uitkomst bieden.

Bij een uitslaande brand kan de staalconstructie plaatselijk worden aangetast of bezwijken. In dat geval zou de GreenRoad tijdelijk te verstevigen moeten zijn voor snel vernieuwd weggebruik.

Met behulp van de werkportalen kan daarna begonnen worden aan het vervangen van beschadigde onderdelen, zonder dat het verkeer veel hinder ondervindt. Door de standaardisatie is vervanging van kasonderdelen eenvoudig te doen.

Aanrijding van een voertuig met de constructie is een ander risico dat beperking verdient. Bijvoorbeeld door de kolommen extra te beschermen waarbij gedacht wordt aan bescherming met een PVC-buis gevuld met grind die de impact kan opvangen.

Voor het geval dat er toch een vrachtwagen over de vangrail/barrier schiet en een kolom omverrijdt, mag niet de gehele constructie kunnen instorten. Daartoe zijn breekbouten denkbaar die afbreken bij te grote kracht. Hiermee kan een soort domino-effect van de instortende constructie worden voorkomen.

Voorkoming van aanrijdingen van kolommen is echter nog beter door het gebruik van een vangrail. De standaard vangrail is echter niet geschikt voor het keren van vrachtwagens.

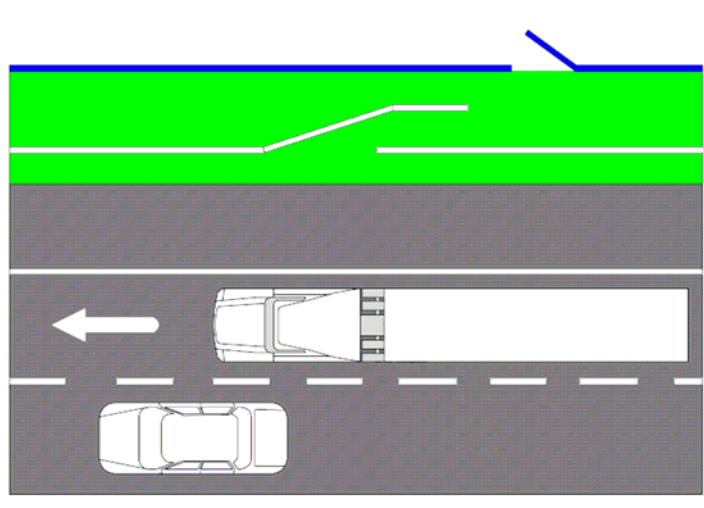
Alternatief zijn betonnen barriers die ook wel gebruikt worden bij wegafzettingen of in tunnels. Een nadeel van betonnen barriers is het niet meegeven bij een botsing, zoals een stalen vangrail wel doet. Hierdoor kan er bij de inzittenden van een auto ernstigere letselschade ontstaan.

Een ander alternatief voor de standaard vangrail is de Superrail. Door een hogere uitvoering is het minder waarschijnlijk dat een vrachtwagen bij een botsing over de vangrails kantelt en alsnog de kolommen van de kas beschadigt.



Figuur 15 - barriers en vrachtwagen vangrail

In beide gevallen vormen de afschermingen van vangrails ook een opstapel voor vluchtende mensen. Vluchten is te vergemakkelijken door bijvoorbeeld om de 50 m een overlapping te maken tussen twee delen. In de vrije ruimte tussen de delen kunnen mensen vluchten zonder te behoeven te klimmen. Ook kan een trap over de vangrails de vluchtroute vergemakkelijken, hoewel dit minder ideaal is.



Figuur 16 – Voorbeeld van een vluchtweg tussen twee vangrails delen

## 7 Conclusie en aanbevelingen

Uit de verkennende studie naar het GreenRoad concept blijkt dat een snelweg voor een relatief laag bedrag is te overkappen.

Voor de Venlo kas bedraagt de basisprijs circa 125 euro per m<sup>2</sup>, excl. BTW en voor de Breedkap-kas is een richtbedrag begroot van 155 euro per m<sup>2</sup>, excl. BTW.

De totaalprijs voor een lichte kap incl. montage van 1 km lengte ligt daarmee tussen 5.725.00 en 7.000.000 euro, excl. BTW.

Hierboven komen extra voorzieningen voor het waarborgen van de veiligheid, te weten met beton gevulde staalkolommen, gehard glas met folie of gelamineerd glas en een stalen vangnet die tezamen begroot worden op circa 35 tot 40 euro per m<sup>2</sup>, excl. BTW. Ofwel een bedrag van 1.600.000 tot 1.800.000 miljoen euro voor de kap van 1 km lengte.

Buiten beschouwing zijn hierbij gebleven de aanvullende veiligheidsvoorzieningen, zoals blusmiddelen en detectie-apparatuur.

Ook de mobiele werkportalen (binnen en buitenzijde) zijn buiten de scope gebleven die ook leiden tot een beperkte grotere vrije hoogte in de kas.

Voorzieningen voor verbetering van het binnenklimaat zijn nog niet gespecificeerd, zoals binnen- of buitenzonwering, mechanische ventilatie, vernevelingsapparatuur of warmtecollectie uit het asfalt.

De GreenRoad kan een duidelijk positief effect hebben op de omgeving vanwege de verbetering van de luchtkwaliteit. Ook in het geval dat de dakramen in bepaalde situaties en gedurende bepaalde tijden open zouden gaan.

Ook de geluidsoverlast is per saldo te reduceren met minimaal 15 dB(A) waarbij is rekening gehouden met een geluidstoename binnen de kas van circa 6 dB(A).

Voor het comfort van de weggebruikers dienen bepaalde maatregelen getroffen te worden waarbij de nadruk ligt op smog, warmtebelasting en rookafvoer.

In stilstaande verkeersfile-situaties kan de maatgevende concentratie CO te hoog oplopen. Mechanische ventilatie of beperkte natuurlijke ventilatie via dakramen kan de waarden beneden de toelaatbare norm houden.

Natuurlijke ventilatie kan in geval van brand ook zorgen voor voldoende rookafvoer binnen een uiterst aanvaardbare afstand van 35 meter.

De warmtebelasting van verkeersfiles is zonder ventilatie via de dakramen in het algemeen af te voeren via rijwind en transmissie en warmtebuffering in de bodem.

De zonbelasting leidt echter zonder verdergaande maatregelen al snel tot te hoge temperaturen onder de kap. Buitenzonwering is een maatregel om het klimaat binnen redelijke grenzen te houden. Ook verneveling binnen de kas kan hieraan als koelbron een bijdrage geven.

Een geheel andere aanbeveling is de warmtebelasting te benutten door middel van een warmterugwinningssysteem. Daarbij wordt gedacht aan warmtecollectie uit het asfalt.

Calamiteiten door aanrijdingen en brand zijn niet geheel uit te sluiten. In dat geval dient gezorgd te worden voor een veilige en snelle vluchtweg. De lichte kap over de weg biedt adequate oplossingen. Vluchtdeuren om de 25 meter zijn eenvoudig aan te brengen. Ook kan het mobiele werkportaal uitkomst bieden bij de bestrijding van de brand dan wel het tijdelijk intact houden van de constructie.

Het behoud van de volledige constructie is in geval van calamiteiten van redelijk ondergeschikt belang. De kans op een calamiteit is uiterst gering. Vervanging van beschadigde onderdelen lijkt efficiënter te zijn dan een te robuuste uitvoering.

In de verdere stappen van de haalbaarheidsstudie naar de toepassing van het GreenRoad concept voor een kas over de weg verdienen verschillende punten in het bijzonder nog nader onderzoek:

- Zwaar vrachtverkeer kan ongewenste trillingen veroorzaken in de kasconstructie. De mogelijke schadelijke effecten dienen te worden onderzocht.
- Te hoog beladen vrachtwagens kunnen aanzienlijke (gevolg)schade aanrichten. Mogelijke signaleringssystemen en sterke (voor)portalen aan beide ingangszijden verdienen nadere overweging te zijn in een risico-analyse.
- Van stalen vangnetten en roosters voor het opvangen van glasscherven e.d dient de juiste plaatsing en bevestigingswijze ook nader onderzoek, mede in verband met de gevolgen voor het onderlangs rijdend wegverkeer.
- Vrachtwagen bestendige vangrails dienen gevolgen van aanrijdingen voldoende te mitigeren. Nadere studie is gewenst naar de optimale uitvoering.
- Kleinschalige autobranden kunnen destructief zijn voor de constructie. De wijze waarop deze destructie lokaal kan blijven, verdient nader onderzoek.
- Niet-rechte wegprofielen (horizontaal en vertikaal) zijn door segmentering van rechte stukken kas te overkappen. De precieze constructie en aansluitingswijze dienen nader punt van onderzoek te zijn.
- Smog, rook en warmtebelasting zijn belangrijke parameters voor het comfort en de veiligheid van weggebruikers. Met name de klimaatbeheersing verdient een nadere afweging van de optimale mogelijkheden.
- Het mobiele werkportaal binnen de kapkas lijkt een verscheidenheid aan opties te bieden om het wegverkeer ongehinderd doorgang te laten vinden. Dat geldt bij de bouw, het onderhoud en calamiteiten-bestrijding. Nadere studie hiernaar is gewenst voor wat betreft de specifieke mogelijkheden.
- Diverse glassoorten zijn functioneel denkbaar voor de overkapping van de kas waarbij de aandacht met name gericht is op de veiligheid voor de weggebruikers. De specifieke voor- en nadelen verdienen een nadere overweging.
- De aankleding van de kas aan de buitenzijde met beplanting kan begunstigd werken op het binnenklimaat in de kas (zontoetreding) en de kas van buiten af ook een meer aantrekkelijk aanzicht geven. Nadere studie is wenselijk naar de optimale beplantingsmogelijkheden.



## **A    Artistieke impressies**

## A.1 Venlokas



Figure 17



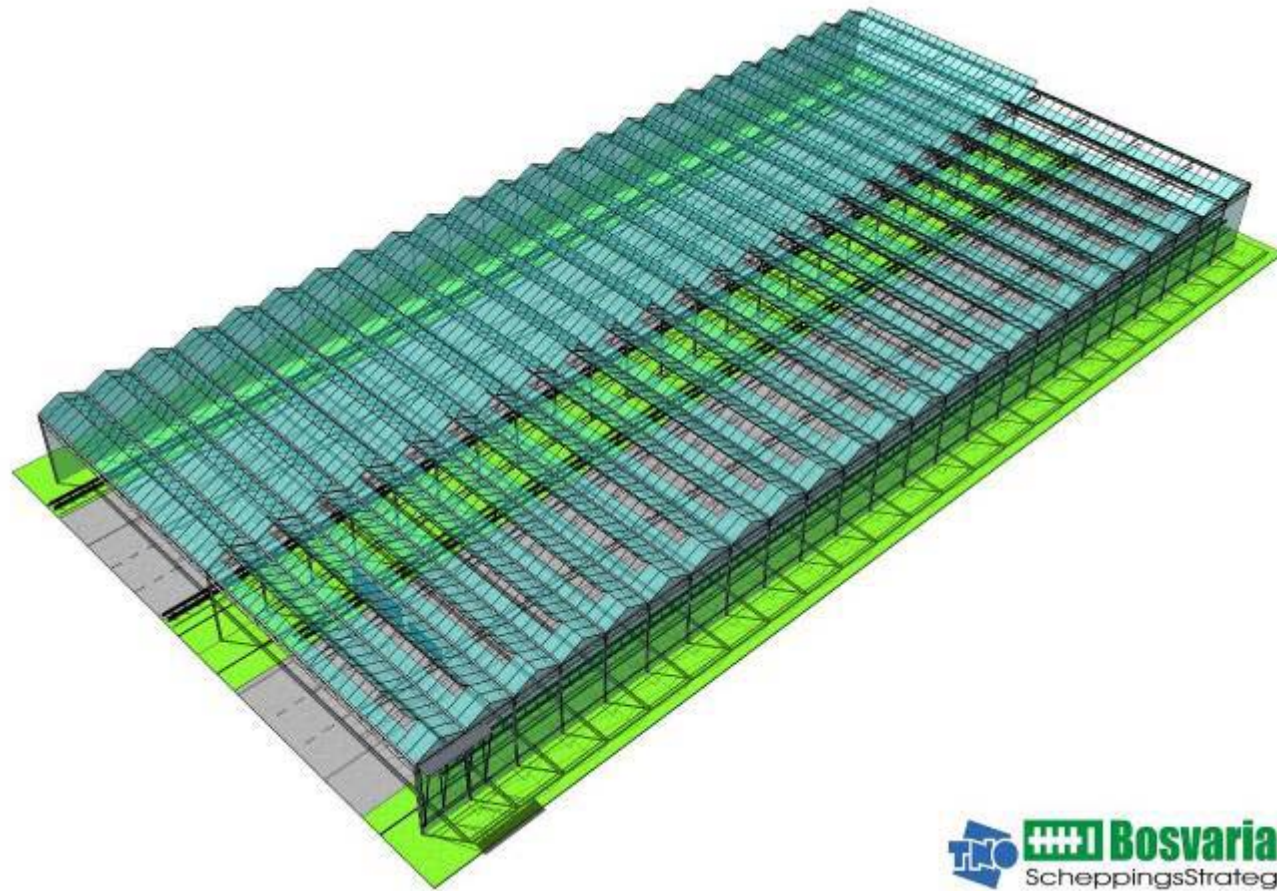


Figure 18



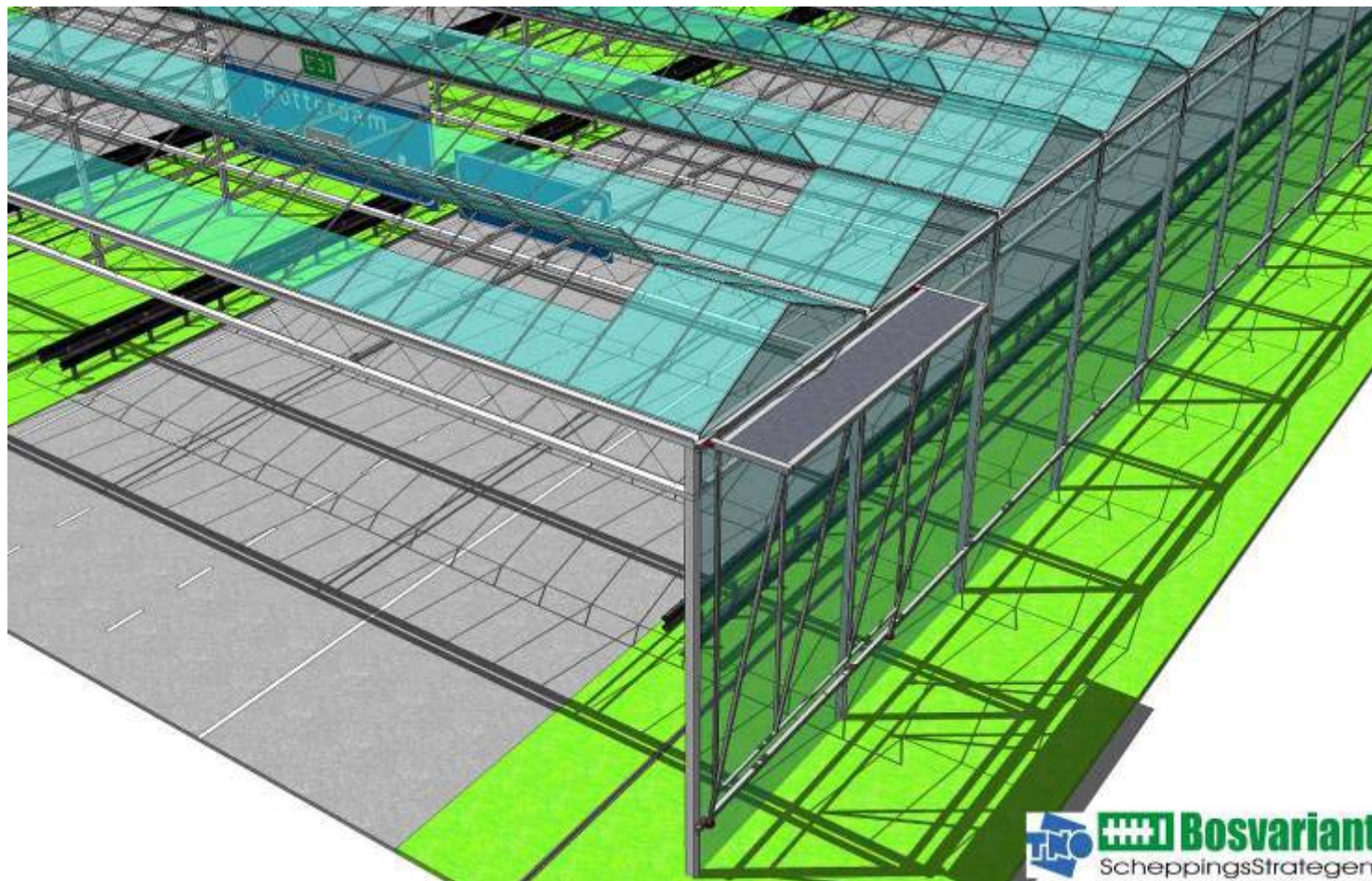


Figure 19

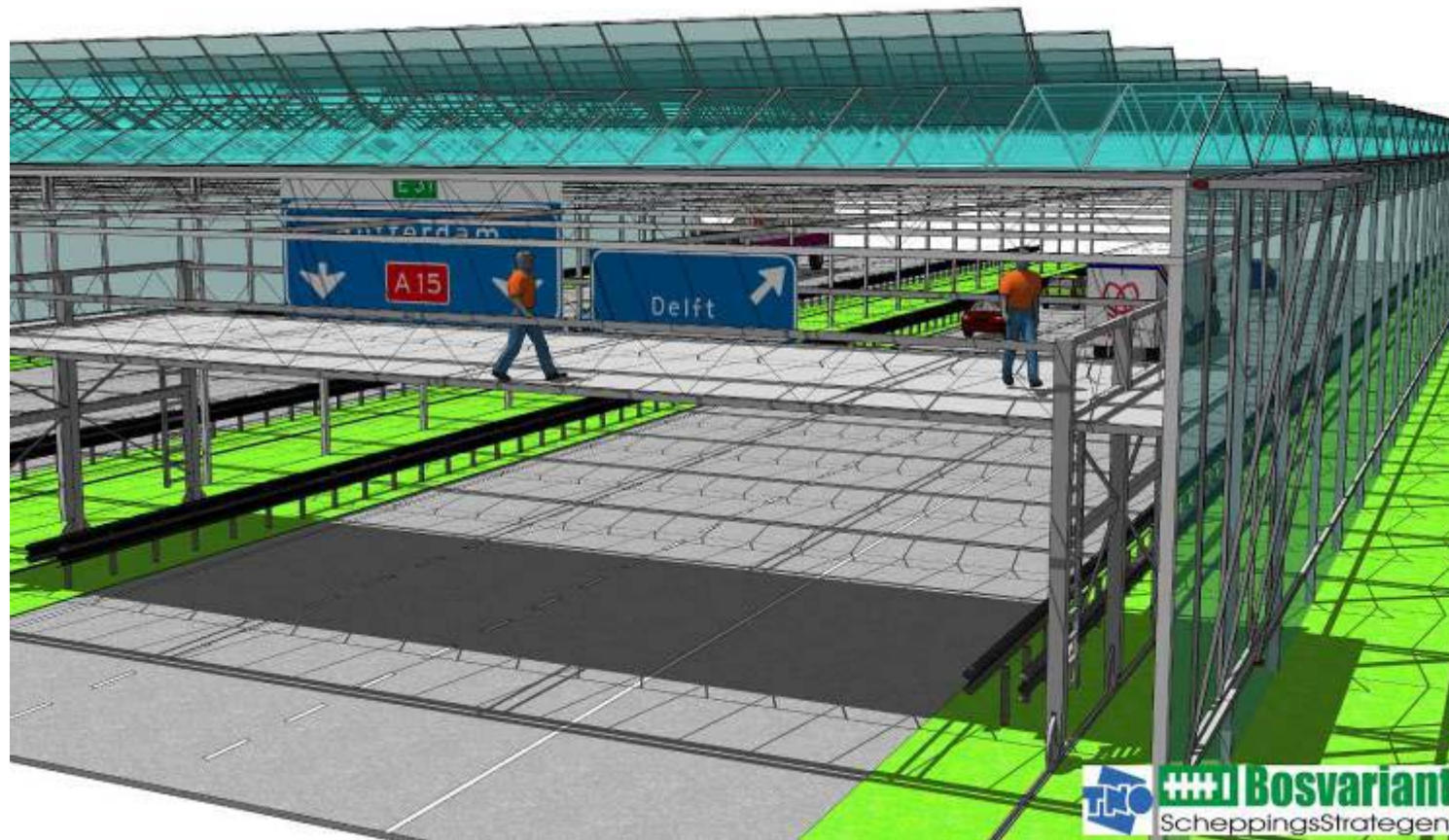


Figure 20



## A.2 Breedkap kas



Figure 21

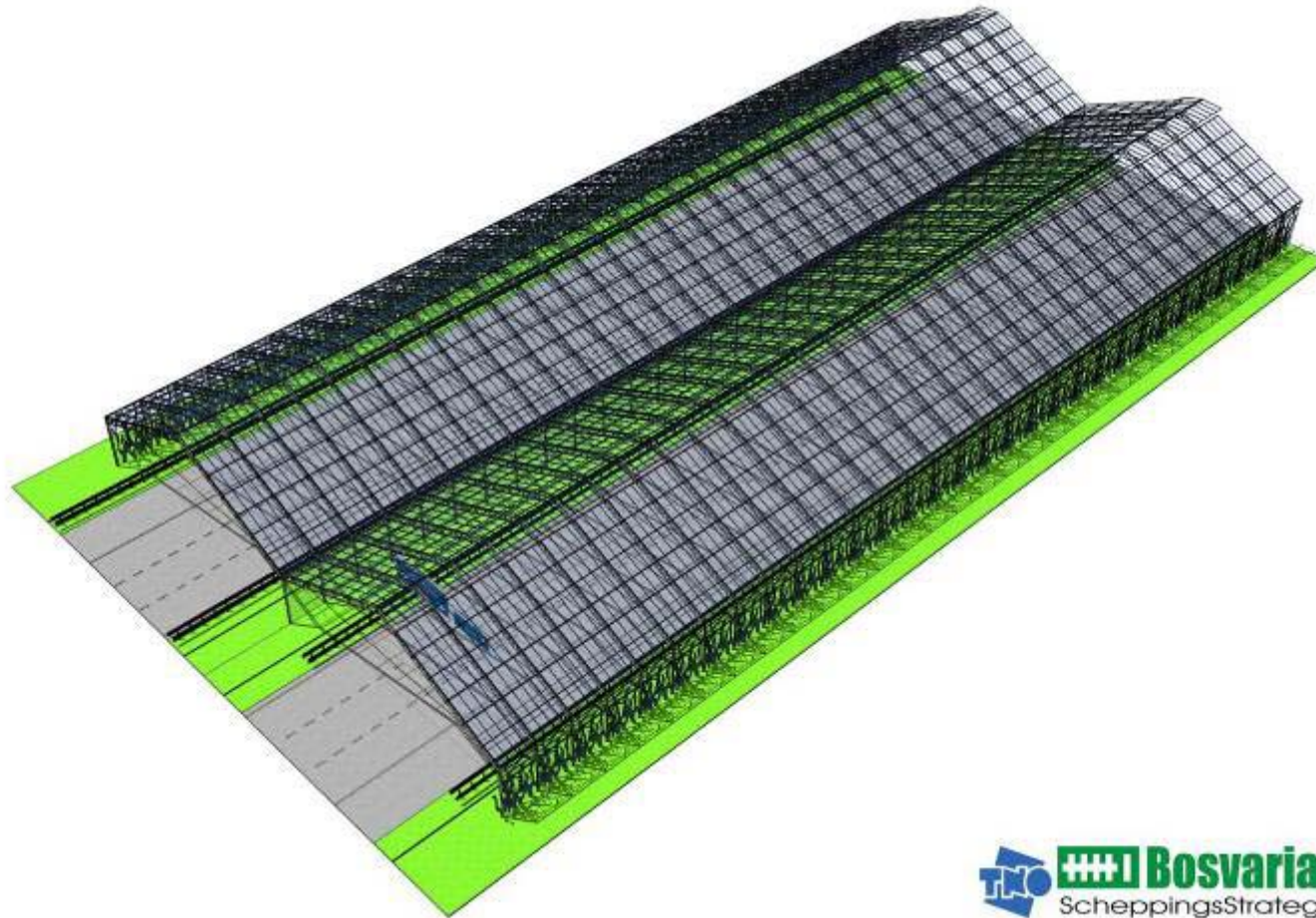


Figure 22



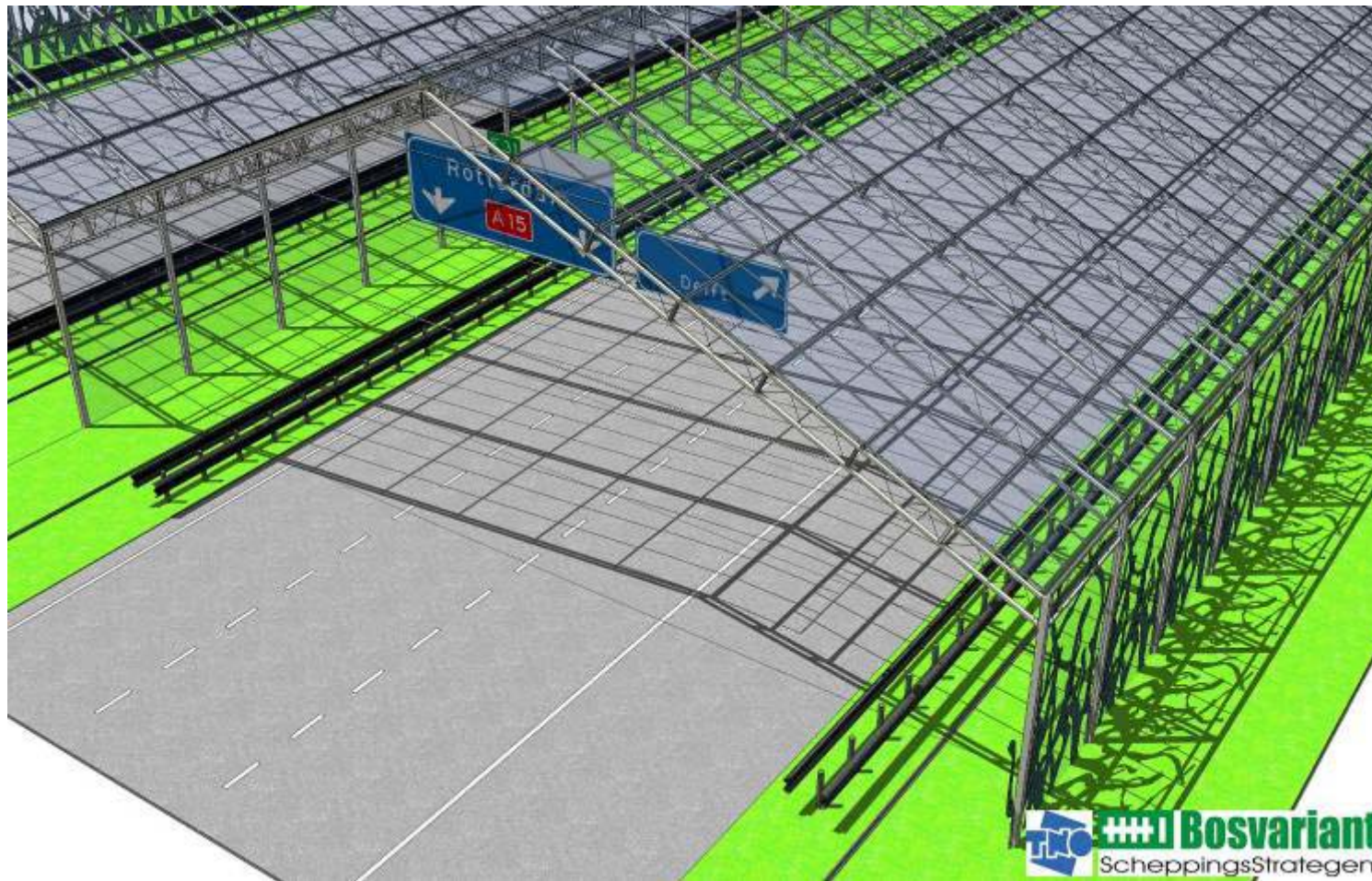


Figure 23

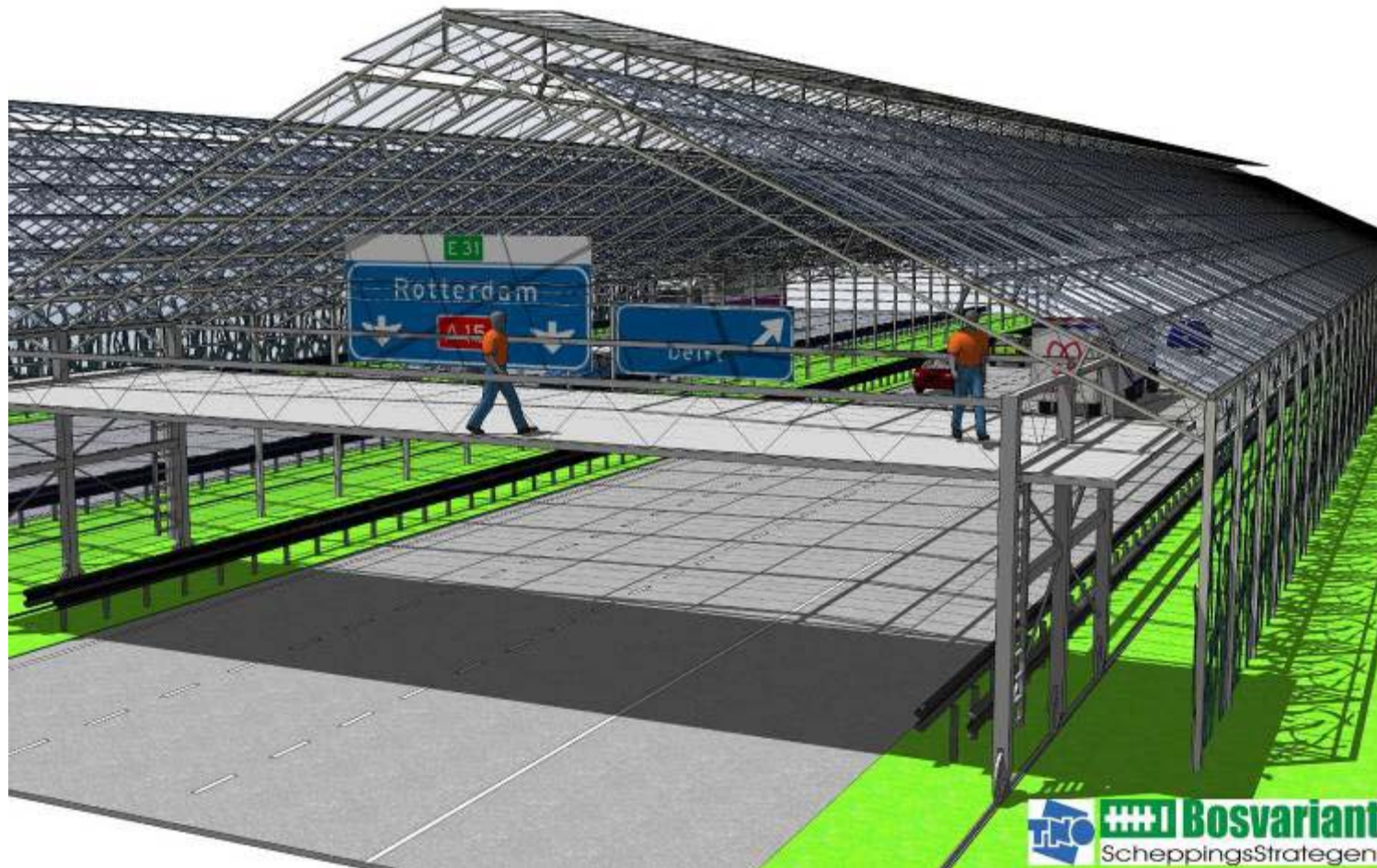


Figure 24

## B Casta normberkeningen

Dinsdag 2 mei 2006 - 15:37

-----  
 Bedrijf: PC Jan Ruigrok  
 Project:  
 Bestand: 2.40 Bosvariant Tralie onder goot + kolom.ckd  
 -----

Controlerekening:  
 (CASTA/Kassenbouw versie 2.40.B)

K O L O M M E N  
 van  
 T R A L I E L I G G E R O N D E R G O O T  
 -----

### Kasgegevens:

- Kastype : Venlo-warenhuis  
 - Overspanning (l) : 4.00 m (1 \* 4.00 m)  
 - Tralieligger onder de goot: 23.00 m (4 \* 5.8 m)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 2 (y-richting TOG)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 62 (x-richting)  
 - Vakmaat (v) : 5.75 m  
 - Kolomhoogte (h) : 7.00 m  
 - Spanthoogte (hspant) : 900 mm  
 - Spantverlaging (vspant) : 150 mm  
 - Funderingstype : geen funderingsberekening (n.t.z.)  
 -----

De navolgende controle-berekening van de kolommen van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN6700 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50
  - Voor tuincentra, verkooppriimte, bedrijfsruimten etc.
  - Windbelasting volgens Gebied II, onbebouwd (zie Tabel 10, NEN6702)

De controle berekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig de Nederlandse normen:

- NEN 6770: "TGB 1990 Staalconstructies. Basiseisen en basisrekenregels voor overwegend statisch belaste constructies", inclusief:
  - \* NEN 6771 "Stabiliteit"
  - \* NEN 6772 "Verbindingen"
  - \* NEN 6773 "Basiseisen, rekenregels en beproevingen voor overwegend statisch belaste dunwandige koudgevormde profielen en geprofileerde platen"

Het Bouwbesluit 2005 verwijst naar de norm voor tuinbouwkassen NEN3859; "Ontwerp en constructie. Tuinbouwkassen voor de commerciële teelt van planten en gewassen". Deze norm geeft eisen voor de sterkte, stijfheid, stabiliteit en duurzaamheid van lichte industrie functies zijnde tuinbouwkassen voor de commerciële productie van planten en gewassen, onafhankelijk van het materiaal, inclusief de fundering. Tevens beschrijft het document de bepalingmethoden waarmee kan worden getoetst of aan de eisen is voldaan.

Voor een toelichting op de berekening van de kolommen wordt verwezen naar TNO Bouw rapport: BI-89-116\* "Rekenregels voor de dimensionering van de kolommen van Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen volgens NEN 3859", Delft/1989.

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.: 015-2763460).



Project : Blad 2  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
Onderdeel: Kolommen TOG - controleberekening - Versie: 1.03  
Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

## 0 SAMENVATTING

### 0.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten: (Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)

In spanrichting:

- Kolommen:

- Stabiliteit (B.C.1) :  $108.1 \text{ N/mm}^2 < 261.9 \text{ N/mm}^2$ , dus: voldoet.
- Sterkte (B.C.1) :  $36.1 \text{ N/mm}^2 < 261.9 \text{ N/mm}^2$ , dus: voldoet.
- Stijfheid (B.C.4) :  $11.4 \text{ mm} < 80.0 \text{ mm}$ , dus: voldoet.

- Kantelstabiliteit fundatie : geen controleberekening uitgevoerd.

In gootrichting:

- Kolommen:

- Stabiliteit (B.C.1) :  $124.1 \text{ N/mm}^2 < 261.9 \text{ N/mm}^2$ , dus: voldoet.
- Sterkte (B.C.2) :  $108.8 \text{ N/mm}^2 < 261.9 \text{ N/mm}^2$ , dus: voldoet.
- Stijfheid (B.C.4) :  $65.3 \text{ mm} < 80.0 \text{ mm}$ , dus: voldoet.

- Kantelstabiliteit fundatie : geen controleberekening uitgevoerd.

### 0.2 Eindconclusie(s):

- De kolommen voldoen qua sterkte/stabiliteit/stijfheid bij alle berekende belastingcombinaties.

- Kolommen RHBK200\*200\*6.0 (FeE235 (Fe360)) : voldoen

- De fundatie is niet gecontroleerd !

### 0.3 Mededelingen/opmerkingen:

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50

- Onderzochte belastingcombinaties:

- B.C.1: Eigen gewicht + perm. installaties + sneeuw
- B.C.2: Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
- B.C.4: Eigen gewicht + gewas + perm. installaties + wind + onderdruk

- Een eventuele gatverzwakking in de kolom ter plaatse van de onderrand van de tralieligger, bijvoorbeeld voor de doorvoer van kabels of draden, is niet in rekening gebracht. Dit kan de toepassing van een grotere wanddikte noodzakelijk maken.

- Voor de controle van de fundatie van de gevelkolommen wordt verwezen naar de onderdelen kop- en zijgevels. Met deze onderdelen van CASTA Kassenbouw kan de gevelfundatie gedimensioneerd en gecontroleerd worden.

- Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de spantkolom onder het onderdeel zijgevels.



Project : Blad 3  
 Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
 Onderdeel: Kolommen TOG - controleberekening - Versie: 1.03  
 Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 63455200

## 1 INVOERGEGEVENS

### 1.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Venlo-warenhuis  
 - Overspanning (l) : 4.00 m (1 \* 4.00 m)  
 - Vakmaat (v) : 5.75 m  
 - Kolomhoogte gevel : 7.00 m  
 - Kaslengte (L) : 46.0 m  
 - Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (X-richting): 62

### 1.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 22.5 graden  
 - Funderingshoogte (fh) : 300 mm  
 - Funderingstype : geen funderingsberekening (n.t.z)  
 - Spanthoogte (hspant) : 500 mm  
 - Spantverlaging (vspant) : 150 mm  
 - Glasbreedte dek (bd) : 800 mm  
 - Glaslengte dek : 2111 mm  
 - Glas kopgevelstrook : 400 mm  
 - Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm  
 - Glasbreedte zijgevel (bzg): 800 mm

### 1.3 Geometrie van de tralieligger onder de goot (TOG):

- Overspanning : 23.00 m. (4 \* 5.8 m)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 2 (nsp)  
 - Spanthoogte : 900 mm  
 - Spantverlaging : 150 mm  
 - Stabiliteit gootrichting : door spanten TOG.  
 - Stabiliteit spanrichting : door Kolommen KAS.  
 - Bovenrand (br) : RHBK160\*80\*6.0 (Staalsoort: FeE275 (Fe430))  
 - Onderrand (or) : RHBK160\*80\*6.0 (Staalsoort: FeE275 (Fe430))

### 1.4 Kolommen:

- Profiel : RHBK200\*200\*6.0  
 - Staalsoort kolommen : FeE235 (Fe360)  
 - Lengte kolom : 7000 mm  
 - richting : loodrecht op de goot

### 1.5 Gegevens van de fundering van de binnenkolommen:

- Niet ter zake

### 1.6 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:

- Dek (qdek) : 130 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Goot (Qgoot) : 60 N/m  
 - Spant (Fspant) : 1229 N  
 - E.g.liggerTOG : 12017 N

### 1.7 Belastingen:

De belastingen zijn berekend volgens:

- windstuwdruk (qwind) : 801 N/m<sup>2</sup> dekoppervlak  
 (N.B.: Eff. kashoogte:  $H = 0.300 + 7.000 + 0.25 * 4.000 * \tan 23^\circ = 7.714$  m)

- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 560.0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Installaties : 70 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Hangende teeltgoot : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Installaties totaal : 70 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Gewasbelasting (qgewas) : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak

Dinsdag 2 mei 2006 - 15:35

-----  
 Bedrijf: PC Jan Ruigrok  
 Project:  
 Bestand: 2.40 Bosvariant kopgevel.ckd  
 -----

Controleberekening:  
 (CASTA/Kassenbouw versie 2.40.B)

## K O P G E V E L S

-----  
 Kasgegevens:

- Kastype : Venlo-warenhuis  
 - Overspanning (l) : 4.00 m (1 \* 4.00 m)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 62 (x-richting)  
 - Vakmaat (v) : 4.00 m  
 - Kolomhoogte (h) : 7.00 m  
 - Funderingstype : geen funderingsberekening (n.t.z)  
 -----

De navolgende controle-berekening van de kopgevels van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN6700 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50
  - Voor tuincentra, verkoopruimte, bedrijfsruimten etc.
  - windbelasting volgens Gebied II, onbebouwd (zie Tabel 10, NEN6702)

De controle berekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig de Nederlandse normen:

- NEN 6770: "TGB 1990 Staalconstructies. Basiseisen en basisrekenregels voor overwegend statisch belaste constructies", inclusief:
  - \* NEN 6771 "Stabiliteit"
  - \* NEN 6772 "Verbindingen"
  - \* NEN 6773 "Basiseisen, rekenregels en beproevingen voor overwegend statisch belaste dunwandige koudgevormde profielen en geprofileerde platen"
- NEN 6720: "TGB 1990 Voorschriften Beton. Constructieve eisen en rekenmethoden"

Het Bouwbesluit 2005 verwijst naar de norm voor tuinbouwkassen NEN3859; "Ontwerp en constructie. Tuinbouwkassen voor de commerciële teelt van planten en gewassen". Deze norm geeft eisen voor de sterkte, stijfheid, stabiliteit en duurzaamheid van lichte industrie functies zijnde tuinbouwkassen voor de commerciële productie van planten en gewassen, onafhankelijk van het materiaal, inclusief de fundering. Tevens beschrijft het document de bepalingmethoden waarmee kan worden getoetst of aan de eisen is voldaan.

Voor een toelichting op de berekening van de kopgevels wordt verwezen naar TNO Bouw rapport: BI-92-0063\* "Rekenregels voor de draagconstructie van kop- en zijgevels van Venlowarenhuizen en Breedkapkassen", Delft/1992.

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.: 015-2763460).

Project : Blad 2  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
Onderdeel: Kopgevels - controleberekening - Versie: 1.03  
Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

## 0 SAMENVATTING

0.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:  
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)

Kopgevel:

- Gootkolom:
    - Stabiliteit (B.C.4) : 114.9 N/mm<sup>2</sup> < 261.9 N/mm<sup>2</sup>, dus: voldoet.
    - Stijfheid (B.C.4) : 18.0 mm < 25.0 mm, dus: voldoet.
    - Gootsteun (B.C.1) : 5951E9 Nmm<sup>2</sup> > 210E9 Nmm<sup>2</sup>, dus: voldoet.
  - Gordingen:
    - Sterkte (B.C.4) : 266.5 N/mm<sup>2</sup> < 275.0 N/mm<sup>2</sup>, dus: voldoet.
    - Stijfheid (B.C.4) : 9.4 mm < 25.0 mm, dus: voldoet.
- Randfundering:  
- Kopgevelfundatie : geen controleberekening uitgevoerd.

0.2 Eindconclusie(s):

- De kopgevels voldoen qua sterkte/stabiliteit/stijfheid bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Gootkolom (RHBK200\*200\*6.0 mm) (FeE235) : voldoet
  - Gordingen (U90\*40\*2.50 mm) (FeE275) : voldoen
- De kopgevelfundatie is niet gecontroleerd!

Project : Blad 3  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
Onderdeel: Kopgevels - controleberekening - Versie: 1.03  
Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

### 0.3 Mededelingen/opmerkingen:

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: Eigen gewicht + perm. installaties + sneeuw
    - B.C.2: Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
    - B.C.4: Eigen gewicht + gewas + perm. installaties + wind + overdruk
- De hoekkolommen zijn niet apart gecontroleerd. Lokale effecten zoals bijvoorbeeld het toepassen van gewasdraadbogen kunnen extra belastingen veroorzaken (zie TNO-rapport BI-92-0063\*).
- Als gevolg van uitzetting en krimp van de kopgevels door temperatuurswisselingen kan het bij relatief brede kassen ( $\pm 180$  m) nodig zijn over een relatief grote lengte extra "small" glas in de beide uiteinden van de kopgevels toe te passen. Het precieze aantal is afhankelijk van de gordingafstand, de glasafmetingen en de speling van het glas. Het onderdeel CASTA/Tuinbouwglas geeft een advies over de positie van de schoren over de precieze glasinulling van de gevels, berekend aan de hand van de Europese Kassenbouwnorm EN13031.

Project : Blad 4  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
Onderdeel: Kopgevels - controleberekening - Versie: 1.03  
Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

## 1 INVOERGEGEVENS

### 1.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Venlo-warenhuis
- Overspanning (l) : 4.00 m (1 \* 4.00 m)
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 7.00 m
- Kaslengte (L) : 46.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (X-richting): 62

### 1.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 22.5 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Funderingstype : geen funderingsberekening (n.t.z)
- Spanthoogte (hspant) : 900 mm
- Spantverlaging (vspant) : 150 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 800 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzig): 800 mm

### 1.3 Gegevens van de kopgevels:

- Gootkolom (gk) : RHBK200\*200\*6.0 (Staalsoort: FeE235)
- Kopgevelgordingen (kgg) : U90\*40\*2.50 (Staalsoort: FeE275)
  - Max. h.o.h. afstand : 1585 mm
  - Min. lengte per stuk : 8000 mm (doorgaande ligger )
- Eindvakmaat (ve) : 4000 mm
- Stijfheid eindgoot (EIeg) : 249.0 kNm<sup>2</sup>

### 1.4 Gegevens van de fundering van de kopgevels:

- Niet ter zake

### 1.5 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:

- Dek (qdek) : 130 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 60 N/m
- Spant (Fspant) : 12000 N

### 1.6 Belastingen:

De belastingen zijn berekend volgens:

- windstuwdruk (qwind) : 801 N/m<sup>2</sup> dekoppervlak  
(N.B.: Eff. kashoogte:  $H = 0.300 + 7.000 + 0.25 * 4.000 * \tan 23^\circ = 7.714$  m)
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 560.0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Installaties totaal : 70 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak

Project : Blad 5  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
Onderdeel: Kopgevels - controleberekening - Versie: 1.03  
Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

#### 1.7 Belastingen op de kopgevels:

- Gevel (qgevel) : 130 N/m<sup>2</sup> geveloppervlak
- E.g.leidingen (+ inhoud) : 250 N/m
  - Uitkraging v.d. console : 150 mm
  - Plaats van de console : 1000 mm (onder de goot)
- Er is bij de berekening van de kopgevels geen rekening gehouden met:
  - Gewasdraden.
  - Schermdraden.
  - Trekdraden voor de hijsverwarming.
  - Regenleidingdraden.
  - Spandraden voor het ophangen van de belichting.

Dinsdag 2 mei 2006 - 15:35

-----  
 Bedrijf: PC Jan Ruigrok  
 Project:  
 Bestand: 2.40 Bosvariant middenralie.ckd  
 -----

Controleberekening:  
 (CASTA/Kassenbouw versie 2.40.B)

T R A L I E L I G G E R S

-----  
 Kasgegevens:

- Katype : Venlo-warenhuis  
 - Overspanning (l) : 8.00 m (2 \* 4.00 m)  
 - Vakmaat (v) : 23.00 m  
 - Kolomhoogte (h) : 7.00 m  
 - Spanthoogte (hspant) : 500 mm  
 - Spantverlaging (vspant) : 150 mm  
 -----

De navolgende controle-berekening van de tralieligger van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN6700 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst.2 art.21 t/m 24):

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50
- Voor tuincentra, verkoopruimte, bedrijfsruimten etc.
- windbelasting volgens gebied II, onbebouwd (zie Tabel 10, NEN6702)

De controle berekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig de Nederlandse normen:

- NEN 6770: "TGB 1990 Staalconstructies. Basiseisen en basisrekenregels voor overwegend statisch belaste constructies", inclusief:
  - \* NEN 6771 "Stabiliteit"
  - \* NEN 6772 "Verbindingen"
  - \* NEN 6773 "Basiseisen, rekenregels en beproevingen voor overwegend statisch belaste dunwandige koudgevormde profielen en geprofileerde platen"

Het Bouwbesluit 2005 verwijst naar de norm voor tuinbouwkassen NEN3859; "Ontwerp en constructie. Tuinbouwkassen voor de commerciële teelt van planten en gewassen". Deze norm geeft eisen voor de sterkte, stijfheid, stabiliteit en duurzaamheid van lichte industrie functies zijnde tuinbouwkassen voor de commerciële productie van planten en gewassen, onafhankelijk van het materiaal, inclusief de fundering. Tevens beschrijft het document de bepalingmethoden waarmee kan worden getoetst of aan de eisen is voldaan.

Voor een toelichting op de berekening van de tralieliggers voor venlo-warenhuizen wordt verwezen naar TNO Bouw rapport: .....

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.: 015-2763460).

Project : Blad 2  
 Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
 Onderdeel: Tralieliggers - controleberekening - Versie: 1.07  
 Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

## 0 SAMENVATTING

0.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:  
 (Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)

- Stijfheid (B.C.3) : doorbuiging = | 11.8|mm < 32.0 mm: voldoet.
- Bovenrand:
  - uit het vlak (3) :  $\sigma = |-239.9| \text{ N/mm}^2 < 276.6 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - in het vlak (3) :  $\sigma = |-207.1| \text{ N/mm}^2 < 276.6 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - doorsnede (3) :  $\sigma = |-183.6| \text{ N/mm}^2 < 276.6 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
- Onderrand:
  - uit het vlak (3) :  $\sigma = |-207.8| \text{ N/mm}^2 < 276.6 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - in het vlak (3) :  $\sigma = |-144.7| \text{ N/mm}^2 < 276.6 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - doorsnede (3) :  $\sigma = 174.3 \text{ N/mm}^2 < 276.6 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
- Drukdiagonalen:
  - druk (B.C.3) :  $N_{ddiagd} = |-45148| \text{ N} < 81327 \text{ N}$ : voldoet.
  - trek (B.C.1) :  $N_{ddiagt} = 0 \text{ N} < 51938 \text{ N}$ : voldoet.
- Trekdiagonalen:
  - druk (B.C.1) :  $N_{tdiagd} = |-0| \text{ N} < 81327 \text{ N}$ : voldoet.
  - trek (B.C.3) :  $N_{tdiagt} = 45148 \text{ N} < 51938 \text{ N}$ : voldoet.
- Gootverticaal:
  - druk (B.C.3) :  $N_{max} = 40692 \text{ N} < 201532 \text{ N}$ : voldoet.
  - veerstijfheid(1) :  $k_{oormin} = 0.0 \text{ N/mm} < 6141.6 \text{ N/mm}$ : voldoet.
- Bouten eindplaten:
  - bovenste (B.C.3) :  $F_{i,max} = 67592 \text{ N} < 90432 \text{ N}$ : voldoet.
  - onderste (B.C.1) :  $F_{i,max} = 0 \text{ N} < 48557 \text{ N}$ : voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven (3) :  $F_{t,max} = 64583 \text{ N} < 134472 \text{ N}$ : voldoet.
  - pons onder (1) :  $F_{t,max} = 0 \text{ N} < 107290 \text{ N}$ : voldoet.
  - buiging boven(3) :  $M_{eindpl} = 807.3 \text{ Nm} < 1057.5 \text{ Nm}$ : voldoet.
  - buiging onder(1) :  $M_{eindpl} = 0.0 \text{ Nm} < 676.8 \text{ Nm}$ : voldoet.

## 0.2 Eindconclusie(s):

- De tralieliggers voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK80\*50\*3.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoet
  - Onderrand (RHBK80\*50\*3.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoet
  - Drukdiagonalen (VKBK40\*2.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoen
  - Trekdiagonalen (VKBK40\*2.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoen
  - Gootverticaal (RHBK80\*50\*3.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoet
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (M16-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (M12-8.8): voldoen
  - Eindplaten met schotjes (ST80\*12.0 mm): voldoen  
 (zonder onderlegringen)



Project : Blad 3  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
Onderdeel: Tralieliggers - controleberekening - Versie: 1.07  
Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

### 0.3 Mededelingen/opmerkingen:

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: Eigen gewicht + perm. installaties + sneeuw
    - B.C.2: Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
    - B.C.3: Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + perm.installaties
    - B.C.4: Eigen gewicht + gewas + perm. installaties + wind + overdruk
- De lasverbindingen tussen eindplaat en boven- resp. onderrand zijn niet gecontroleerd. Dit kan de toepassing van (grotere) schotjes alsnog noodzakelijk maken.
- Bij de stabiliteitsberekeningen van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralie wordt uitgegaan van specifieke stabiliteitsvoorzieningen ter plaatse van de zwevende goten (zie paragraaf 4.2 en 5.2 van hoofdstuk 6, 7, 8 en 9).
- In de berekeningen wordt uitgegaan van een adequate krachtsinleiding van de verticale belastingen in de bovenrand van de tralieligger, zowel bij opwaartse alsook bij neerwaartse belasting.
- Uit experimenteel onderzoek is gebleken, dat de werkelijke doorbuiging van de tralieligger 20% tot 100% groter is dan berekend, ten gevolge van lokale vervormingen ter plaatse van de diagonaal-aansluitingen. Onder normale omstandigheden is dit echter niet maatgevend.

Project : Blad 4  
 Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
 Onderdeel: Tralieliggers - controleberekening - Versie: 1.07  
 Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

## 1 INVOERGEGEVENS

### 1.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Venlo-warenhuis
- Overspanning (l) : 8.00 m (2 \* 4.00 m)
- Vakmaat (v) : 23.00 m
- Kolomhoogte gevel : 7.00 m
- Kaslengte (L) : 46.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (X-richting): 62

### 1.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 22.5 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Spanthoogte (hspant) : 500 mm
- Spantverlaging (vspant) : 150 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 800 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzg): 800 mm

### 1.3 Gegevens van de tralieliggers:

- Bovenrand (br) : RHBK80\*50\*3.0 (Staalsoort: FeE235)
- Onderrand (or) : RHBK80\*50\*3.0 (Staalsoort: FeE235)
- Aantal diagonalen per kap : 8
- Drukdiagonalen (dd) : VKBK40\*2.0 (Staalsoort: FeE235)
- Trekdiagonalen (td) : VKBK40\*2.0 (Staalsoort: FeE235)
- Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
- Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las
- Gootverticaal (gv) : RHBK80\*50\*3.0 (Staalsoort: FeE235)
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST80\*12.0 met schotjes (Staalsoort: FeE235)
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M16-8.8
  - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm
  - Plaatsing bout (4) boven de bovenrand < 25 mm
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M12-8.8
  - Plaatsing bout (1) onder de onderrand niet aanwezig.
  - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm

### 1.4 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:

- Dek (qdek) : 340 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 60 N/m
- Spant (Fspant) : 1255 N

### 1.5 Belastingen:

De belastingen zijn berekend volgens:

- windstuwdruk (qwind) : 0 N/m<sup>2</sup> dekoppervlak  
 (N.B.: Er is een andere -lagere- waarde voor de windstuwdruk ingevuld)  
 (N.B.: Eff. kashoogte:  $H = 0.300 + 7.000 + 0.25 * 4.000 * \tan 23^\circ = 7.714$  m)
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 0.0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 (N.B.: Er is een andere -lagere- waarde voor de sneeuwbelasting ingevuld)
- Installaties : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Installaties totaal : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak
- Gewassen op onderrand : nee
- Transportlast (Ftrlast) : 1250 N - positie "1e veld"
- Puntlast onderbouw (Fpunt): 1000 N (geconcentreerde verticale belasting)

Dinsdag 2 mei 2006 - 15:36

-----  
 Bedrijf: PC Jan Ruigrok  
 Project:  
 Bestand: 2.40 Bosvariant Tralie onder goot + kolom.ckd  
 -----

Controlerekening:  
 (CASTA/Kassenbouw versie 2.40.B)

-----  
 T R A L I E L I G G E R S O N D E R G O O T  
 -----

Kasgegevens:

- Kastype : Venlo-warenhuis  
 - Overspanning (l) : 4.00 m (1 \* 4.00 m)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 62 (x-richting)  
 - Tralieligger onder de goot: 23.00 m (4 \* 5.8 m)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 2 (y-richting TOG)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 62 (x-richting)  
 - Vakmaat (v) : 5.75 m  
 - kolomhoogte (h) : 7.00 m  
 - Spanthoogte (hspan) : 900 mm  
 - Spantverlaging (vspant) : 150 mm  
 -----

De navolgende controle-berekening van de tralieligger van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN6700 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst.2 art.21 t/m 24):

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50
  - Voor tuincentra, verkoopruimte, bedrijfsruimten etc.
  - windbelasting volgens Gebied II, onbebouwd (zie Tabel 10, NEN6702)

De controle berekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig de Nederlandse normen:

- NEN 6770: "TGB 1990 Staalconstructies. Basiseisen en basisrekenregels voor overwegend statisch belaste constructies", inclusief:
  - \* NEN 6771 "Stabiliteit"
  - \* NEN 6772 "Verbindingen"
  - \* NEN 6773 "Basiseisen, rekenregels en beproevingen voor overwegend statisch belaste dunwandige koudgevormde profielen en geprofileerde platen"

Het Bouwbesluit 2005 verwijst naar de norm voor tuinbouwkassen NEN3859; "Ontwerp en constructie. Tuinbouwkassen voor de commerciële teelt van planten en gewassen". Deze norm geeft eisen voor de sterkte, stijfheid, stabiliteit en duurzaamheid van lichte industrie functies zijnde tuinbouwkassen voor de commerciële productie van planten en gewassen, onafhankelijk van het materiaal, inclusief de fundering. Tevens beschrijft het document de bepalingsmethoden waarmee kan worden getoetst of aan de eisen is voldaan.

Voor een toelichting op de berekening van de tralieliggers voor venlo-warenhuizen wordt verwezen naar TNO Bouw rapport: .....

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.: 015-2763460).

Project : Blad 2  
 Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
 Onderdeel: Tralieliggers onderdeel goot - controleberekening - Versie: 1.07  
 Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

## 0 SAMENVATTING

0.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:  
 (Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)

- Stijfheid (B.C.1) : doorbuiging = | 28.1|mm < 32.0 mm: voldoet.
- Bovenrand:
  - uit het vlak (1) :  $\sigma = |-187.2| \text{ N/mm}^2 < 331.7 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - in het vlak (1) :  $\sigma = |-90.6| \text{ N/mm}^2 < 331.7 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - doorsnede (1) :  $\sigma = 150.1 \text{ N/mm}^2 < 331.7 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
- Onderrand:
  - uit het vlak (1) :  $\sigma = |-186.4| \text{ N/mm}^2 < 331.7 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - in het vlak (1) :  $\sigma = |-148.8| \text{ N/mm}^2 < 331.7 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
  - doorsnede (1) :  $\sigma = |-151.2| \text{ N/mm}^2 < 331.7 \text{ N/mm}^2$ : voldoet.
- Drukdiagonalen:
  - druk (B.C.1) :  $N_{ddiagd} = |-77872| \text{ N} < 141779 \text{ N}$ : voldoet.
  - trek (B.C.2) :  $N_{ddiagt} = 32146 \text{ N} < 92413 \text{ N}$ : voldoet.
- Trekdiagonalen:
  - druk (B.C.1) :  $N_{tdiagd} = |-38846| \text{ N} < 141779 \text{ N}$ : voldoet.
  - trek (B.C.1) :  $N_{tdiagt} = 77872 \text{ N} < 92413 \text{ N}$ : voldoet.
- Tralieververticaal:
  - druk (B.C.1) :  $N_{max} = 27212 \text{ N} < 609901 \text{ N}$ : voldoet.
  - veerstijfheid(2) :  $k_{oormin} = 121.9 \text{ N/mm} < 11229. \text{ N/mm}$ : voldoet.
- Bouten eindplaten:
  - bovenste (B.C.1) :  $F_{i,max} = 216538 \text{ N} < 352800 \text{ N}$ : voldoet.
  - onderste (B.C.2) :  $F_{i,max} = 174409 \text{ N} < 282240 \text{ N}$ : voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven (1) :  $F_{t,max} = 212128 \text{ N} < 253965 \text{ N}$ : voldoet.
  - pons onder (2) :  $F_{t,max} = 173670 \text{ N} < 253965 \text{ N}$ : voldoet.
  - buiging boven(1) :  $M_{eindpl} = 2651.6 \text{ Nm} < 5181.8 \text{ Nm}$ : voldoet.
  - buiging onder(2) :  $M_{eindpl} = 2170.9 \text{ Nm} < 3807.0 \text{ Nm}$ : voldoet.

## 0.2 Eindconclusie(s):

- De tralieliggers voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK160\*80\*6.0 mm) (FeE275 (Fe430)): voldoet
  - Onderrand (RHBK160\*80\*6.0 mm) (FeE275 (Fe430)): voldoet
  - Drukdiagonalen (VKBK40\*4.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoen
  - Trekdiagonalen (VKBK40\*4.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoen
  - Tralieververticaal (RHBK160\*80\*5.0 mm) (FeE235 (Fe360)): voldoet
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (M20-10.9): voldoen
    - Bij de onderrand (M20-8.8): voldoen
  - Eindplaten met schotjes (ST200\*18.0 mm): voldoen  
 (zonder onderlegringen)

Project : Blad 3  
Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
Onderdeel: Tralieliggers onder goot - controleberekening - Versie: 1.07  
Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

### 0.3 Mededelingen/opmerkingen:

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:

- Nederlandse norm NEN6702 1/50
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: Eigen gewicht + perm. installaties + sneeuw
    - B.C.2: Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
    - B.C.3: Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + perm.installaties
    - B.C.4: Eigen gewicht + gewas + perm. installaties + wind + overdruk
- De lasverbindingen tussen eindplaat en boven- resp. onderrand zijn niet gecontroleerd. Dit kan de toepassing van (grotere) schotjes alsnog noodzakelijk maken.
- Bij de stabiliteitsberekeningen van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralie wordt uitgegaan van specifieke stabiliteitsvoorzieningen ter plaatse van de zwevende goten (zie paragraaf 4.2 en 5.2 van hoofdstuk 6, 7, 8 en 9).
- In de berekeningen wordt uitgegaan van een adequate krachtsinleiding van de verticale belastingen in de bovenrand van de tralieligger, zowel bij opwaartse alsook bij neerwaartse belasting.
- Uit experimenteel onderzoek is gebleken, dat de werkelijke doorbuiging van de tralieligger 20% tot 100% groter is dan berekend, ten gevolge van lokale vervormingen ter plaatse van de diagonaal-aansluitingen. Onder normale omstandigheden is dit echter niet maatgevend.

Project : Blad 4  
 Programma: CASTA Kassenbouw, van/door TNO Bouw Versie: 2.40.B  
 Onderdeel: Tralieliggers onder goot - controleberekening - Versie: 1.07  
 Bedrijf : PC Jan Ruigrok Serienummer: 634555200

## 1 INVOERGEGEVENS

### 1.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Venlo-warenhuis  
 - Overspanning (l) : 4.00 m (1 \* 4.00 m)  
 - Vakmaat (v) : 5.75 m  
 - Kolomhoogte gevel : 7.00 m  
 - Kaslengte (L) : 46.0 m  
 - Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (X-richting): 2

### 1.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 22.5 graden  
 - Funderingshoogte (fh) : 300 mm  
 - Spanhoogte (hspant) : 500 mm  
 - Spantverlaging (vspant) : 150 mm  
 - Glasbreedte dek (bd) : 800 mm  
 - Glasbreedte kopgevel (bkg) : 800 mm  
 - Glasbreedte zijgevel (bzg) : 800 mm

### 1.3 Geometrie van de tralieligger onder de goot (TOG):

- Overspanning : 23.00 m. (4 \* 5.8 m)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 2 (nsp)  
 - Spanhoogte : 900 mm  
 - Spantverlaging : 150 mm  
 - Stabiliteit gootrichting : door spanten TOG.  
 - Stabiliteit spanrichting : door kolommen KAS.  
 - Kolom : RHBK200\*200\*6.0

### 1.4 Gegevens van de tralieligger onder de goot (TOG):

- Overspanning : 23.00 m. (4 \* 5.8 m)  
 - Aantal gekoppelde spanten : 2  
 - Stabiliteit gootrichting : door TOG.  
 - Bovenrand (br) : RHBK160\*80\*6.0 (Staalsoort: FeE275)  
 - Onderrand (or) : RHBK160\*80\*6.0 (Staalsoort: FeE275)  
 - Aantal diagonalen per kap : 10  
 - Drukdiagonalen (dd) : VKBK40\*4.0 (Staalsoort: FeE235)  
 - Trekdiagonalen (td) : VKBK40\*4.0 (Staalsoort: FeE235)  
 - Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal  
 - Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las  
 - Tralieververticaal (gv) : RHBK160\*80\*5.0 (Staalsoort: FeE235)  
 - Strip in eerste veld : geen  
 - Eindplaat (ep) : ST200\*18.0 met schotjes (Staalsoort: FeE235)  
 - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M20-10.9 (dubbel uitgevoerd)  
 - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm  
 - Plaatsing bout (4) boven de bovenrand < 25 mm  
 - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M20-8.8 (dubbel uitgevoerd)  
 - Plaatsing bout (1) onder de onderrand niet aanwezig.  
 - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm

### 1.5 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:

- Dek (qdek) : 130 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Goot (Qgoot) : 60 N/m  
 - Spant (Fspant) : 1229 N

### 1.6 Belastingen:

De belastingen zijn berekend volgens:

- Windstuwdruk (qwind) : 801 N/m<sup>2</sup> dekoppervlak  
 (N.B.: Eff. kashoogte:  $H = 0.300 + 7.000 + 0.25 * 4.000 * \tan 23^\circ = 7.714\text{m}$ )  
 - Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 560.0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Installaties : 70 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Hangende teeltgoot : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Installaties totaal : 70 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Gewasbelasting (qgewas) : 0 N/m<sup>2</sup> grondoppervlak  
 - Gewassen op onderrand : nee  
 - Transportlast (Ftrlast) : 1250 N - positie "1e veld"  
 - Puntlast onderbouw (Fpunt) : 1000 N (geconcentreerde verticale belasting)

## **C Offertes Venlokas en Breedkap kas**

## Dalsem Tuinbouwprojecten B.V.

Woudseweg 9  
2635 CG DEN HOORN  
Nederland

Telefoon (0)15-2695800  
Telefax (0)15-2695888  
Service (0)15-2695899 (24 uur)  
E-mail: [info@dalsem.nl](mailto:info@dalsem.nl)  
Bank: Rabobank Den Hoorn  
Rekening nr. 1468.04.074

Bosvariant ScheppingsStrategen  
T.a.v. Ir. W. Bos  
Ruseschans 31  
2728 HD ZOETERMEER  
Tel.nr. : 06 - 21506500  
E-mail : [bosvariant@wxs.nl](mailto:bosvariant@wxs.nl)

Uw ref. :  
Onze ref. : JM/jm

Den Hoorn, 25 april 2006

Geachte heer Bos,

Naar aanleiding van het aangename onderhoud d.d. 4 april jl. met onze medewerker, de heer J. Moerman, en de heren H. 't Hart en J. Ruigrok van T.N.O. alsmede uw aanvullende E-mail d.d. 11 april jl. hebben wij het genoegen u geheel vrijblijvend een voorstel aan te bieden voor het leveren en bouwen van een wegoverkapping (zgn. GreenRoad), gebaseerd op het principe van een tuinbouwkas.

### **Specificatie algemeen:**

Kastype	: 23,00m <sup>1</sup> goottraliebouw met 4,00m <sup>1</sup> Venlo dek.
Fundatie	: Betonvoet.
Poothoogte	: 6,90m <sup>1</sup> (fundatie tot goot)
Vrije hoogte	: ca. 6,00m <sup>1</sup> (maaiveld tot onderzijde tralie)
Kolom afm.	: Diverse.
Goottype	: FeBOX goot.
Dek	: Systeem ReVoX 213,6 x 75cm.
Dekglas type	: Europees gehard glas.
Luchtramen	: éénzijdig doorlopende nokluchting 100cm.
Mechaniek	: Spant-railmechaniek.
Oppervlakte	: totaal ca. 46.080,00m <sup>2</sup> , grondoppervlak.
Bouwplaats	: binnen een straal van 50km vanaf Delft
Bouwtijd	: nader te bepalen.

De staalconstructie en de fundatie zijn, voor zover mogelijk, in overeenstemming met de NEN 6702 1/50 gebied 2 onbebouwd en het Casta programma, versie 2.30.A. (door TNO berekend)



## Afmetingen

### 1.1.1 Sectie 1.

Breed : 4x 62 kappen                      à 4,00m<sup>1</sup>                      = 992,00m<sup>1</sup>

Lang : 2 goottraliës                      à 23,00m<sup>1</sup>                      = 46,00m<sup>1</sup>

De hierboven omschreven afmetingen zijn hart-op-hart maten.

Totaal oppervlak h.o.h. staalconstructie,                      = 45.632,00m<sup>2</sup>

Totaal grondoppervlak buitenkant fundering,                      ca. 46.080,00m<sup>2</sup>

### 1.1.2 Inleiding 1.

Tijdens de bouwperiode plaatst Dalsem voor haar rekening op het bouwterrein een magazijncontainer, schaftkeet en toilet t.b.v. eigen personeel.

Tijdens de bouwperiode wordt het bouwterrein regelmatig door ons opgeruimd m.b.t. afval uit door ons aangevoerde bouwstoffen, in door de opdrachtgever te verzorgen afvalcontainers.

Eventueel chemisch afval uit door ons aangevoerde bouwstoffen wordt apart door ons afgevoerd.

### 1.1.3 Inleiding 2.

Voor de berekeningen van de fundatie en de staalconstructie is, voor zover mogelijk gebruik gemaakt van het Casta programma, te weten versie 2.30.A.

Met nadruk wijzen wij u er op dat de grondsoort is aangenomen en niet gebaseerd op een aan ons overhandigd sonderingsrapport en funderingsadvies.

#### Uitgangspunten van het Casta-programma voor dit voorstel:

Grondsoort                      : Klei, zwak zandig, matig vast.

Sneeuwbelasting                      : 560N/m<sup>2</sup>.

Installatiebelasting                      : 70N/m<sup>2</sup>

Windstuwdruk                      : 801N/m<sup>2</sup>

### **3.1.1 Betonvoet.**

Afmetingen betonvoet hoogte x breedte = 40 x 30cm.

De betonvoet wordt uitgevoerd met 2 x 2 staven ø12mm, verdeelt in de hoogte en breedte. De voet wordt uitgevoerd in stortbeton, kwaliteit B25. Indien de voet hoger wordt ontstaat er een meerprijs per 5cm hoger van EUR 15,00 per strekkende meter.

De voet wordt 10cm verdiept aangebracht (inclusief graafwerk) en om de maximaal 40,00m<sup>1</sup> voorzien van een rechte dilatatie.

### **3.1.2 Pulspalen.**

Niet opgenomen. De betonvoet wordt direct geplaatst op de betonopzetters. Zie hiervoor de post kleefpalen.

### **3.2.1 Middenpalen.**

De middenpalen worden h.o.h. 4,00m<sup>1</sup> gesteld in een boorgat, ø80cm, diep 100cm met 300L gietbeton, kwaliteit B25.

De middenpalen zijn voorzien van ingestorte ankerbouten en worden gesteld op de hoogte van de voet.

In de poeren worden 2 wapeningsnetjes 150 x 150 x 6mm, diameter ca. 52cm aangebracht.

### 3.3.1 Heipalen.

De fundatie zal worden geplaatst op kleefpalen, welke ter plaatse van de randfundering zijn voorzien van betonopzetters. Uitgegaan is van:

#### Middenpalen:

- aantal	: 252st
- paallengte hout	: 11,00m <sup>1</sup>
- puntdiameter	: ø13
- betonopzetters	: geen
- te heien tot op	: 100cm onder het maaiveld
- grondwaterstand	: 80cm onder het maaiveld
- wapeningspennen	: ø12mm in de paalkop geslagen

#### Gevels:

- aantal	: 560st
- paallengte hout	: 10,00m <sup>1</sup>
- puntdiameter	: ø13
- betonopzetters	: ø28cm, lengte 2,00m <sup>1</sup> (bruto)
- in de gevels h.o.h.	: 2,40m <sup>1</sup>
- aan te brengen tot op	: 15cm onder het maaiveld
- grondwaterstand	: 80cm onder het maaiveld
- wapeningspen	: oplanger gesneld en de paalwapening gekoppeld aan wapening van de voet.

De kleefpalen zijn aangenomen volgens de bovenvermelde gegevens en niet gebaseerd op een aan ons overhandigd sonderingrapport en funderingsadvies.

Dalsem Tuinbouwprojecten B.V. is op geen enkele wijze aansprakelijk voor schade, ontstaan naar aanleiding van onjuiste of niet verstrekte gegevens betreffende de bodemgesteldheid.

### **Inleiding staalconstructie**

Tenzij anders vermeld wordt de staalconstructie opgebouwd uit staalprofielen uit staalkwaliteit Fe360.

#### **4.1.1 Middenkolommen. (lengte 6,90m<sup>1</sup>)**

De middenkolommen worden uitgevoerd in kokerprofiel, afm. 200 x 200 x 6mm.

De middenkolommen worden om de 4,80m<sup>1</sup> resp. 23,00m<sup>1</sup> geplaatst op de betonpalen. De verankering aan de palen gebeurt middels verzinkte bouten en moeren, met sluitringen.

#### **4.1.2 Kopgevelkolommen. (lengte 6,90m<sup>1</sup>)**

De kopgevelkolommen worden uitgevoerd in kokerprofiel, afm. 200 x 200 x 6mm, welke geplaatst worden om de 4,00m<sup>1</sup> in de kopgevels.

De kopgevelkolommen worden aan de onderzijde voorzien van een voetplaat waarmee de kolommen middels chemische ankers vastgezet worden op de betonvoet.

Voor het door derden ophangen van het installaties zijn de kopgevelkolommen met 2 aangelaste consoles uitgevoerd. Plaats en afmeting worden na opdracht overlegd.

#### **4.2.1 Spanten 23,00m<sup>1</sup> onder de goot**

Samengesteld tralie vakwerkspant, uitvoering:

- lengte : 23.000mm (2x 11.500mm gekoppeld)
- hoogte : 900mm
- bovenrand kokerprofiel : 160 x 80 x 6mm
- onderrand kokerprofiel : 160 x 80 x 6mm
- diagonalen kokerprofiel : 40 x 40 x 4mm
- gootverticaal : 160 x 80 x 6mm
- koppelplaten plat met schotjes : 200 x 18mm
- bouten : 3 x 2 M20-10.9

De tralieliggers worden verlaagd, onder de goot gemonteerd.

#### 4.2.2 Spanten 4,00m<sup>1</sup> tussen de middenkolommen en de kopgevelkolommen

Samengesteld tralie vakwerkspant, uitvoering:

- lengte : 4.000mm
- hoogte : 500mm
- bovenrand kokerprofiel : 80 x 50 x 3mm
- onderrand kokerprofiel : 80 x 50 x 3mm
- diagonalen kokerprofiel : 40 x 40 x 2mm
- koppelplaten plat met schotjes : 80 x 12mm
- bouten : 3 x M16-8.8

De tralieliggers worden verlaagd tussen de midden\_ en de kopgevelkolommen gemonteerd. Totaal 3 rijen van 248st.

#### 4.2.3 Liggers 4,00m<sup>1</sup> tussen de tralies

Om de 23,00m<sup>1</sup> spanten te stabiliseren worden er h.o.h. ca. 4,50m<sup>1</sup> tussen zowel de boven\_ als de onderregel kokerprofielen afm. 100 x 50 x 3mm geleverd en gemonteerd. Totaal 10 rijen van 248st. (onder en boven)

#### 4.3.2 Gevelgordingen.

FleX-gevels

Gordingen uitgevoerd in U-profiel (Fe 430)

- standaard gording : 90 x 40 x 2,5mm.
- aantal in de kopgevels : 5st per kopgevel van 4,00m<sup>1</sup>.

#### 4.4.1 Kopgevel kruisschoren.

De bij punt 4.2.2. omschreven tralies van 4,00 tussen de gevelkolommen verzorgen de schoring van de kopgevels.

#### 4.4.2 Windverbanden.

Windverbanden worden horizontaal gemonteerd tussen de goten.

Aantal: 5st per tralie om de 100m<sup>1</sup>.

Uitvoering windverband : - rondijzer 10mm.

- voorzien van koppelplaat en spanwartels M12.

#### 4.6.1 Servicerails

Aan één kopgevelzijde wordt over een lengte van totaal 4x ca. 248,50m<sup>1</sup> een bovenrail uit kokerprofiel, afm. 120 x 60 x 3mm en een onderrail uit kokerprofiel, afm. 50 x 30 x 2mm geleverd en gemonteerd.

De bovenrails wordt in U-profielen aan de goot gemonteerd en de onderrails wordt h.o.h. 2,00m<sup>1</sup> m.b.v. speciale beugels middels chemische ankers aan de voet vastgezet.

### **Opmerkingen:**

**Alle spanwartels hebben dichtgelaste ogen.**

**Alle materialen, welke gebruikt worden voor de onderbouw, zijn volbad thermisch verzinkt volgens NEN-EN-ISO 1461.**

**Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt.**

#### **4.6.1 FeBOX goten.**

De overkapping wordt uitgevoerd met de compacte stalen FeBOX goot, opgebouwd uit hoogwaardig verzinkt bandstaal en is met een hoogwaardige corrosiewering behandeld en afgewerkt met een witte, duurzame polyestercoating. Het hemelwater loopt over de goot. Door plaatsing van een eindbak met schotje kan het water niet over de kopgevel stromen.

Het condenswater wordt in de onderste kamer van de goot opgevangen en door de goot naar de kopgevel getransporteerd. Hier wordt het samen met het hemelwater afgevoerd.

De buitenste goten bij de buitenzijden worden voorzien van een verhoogd waterkeringprofiel.

De eindgoten aan één kopgevelzijde van de overkappingen zijn voorzien van een speciale railconsole (gepoedercoat) t.b.v. de servicerails.

Dalsem levert een standaard inspectiekar (skimodel)

#### **5.1.1 ReVoX dek.**

Aluminium normdek, systeem ReVoX, type 4,00m<sup>1</sup> Venlo, dekhelling 22,5°.

Het dek wordt samengesteld uit aluminium profielen zoals nokken, dakhoekroeden en tapse glasroeden, **fabrieksmatig afgestript met witte kunststof afdekstrip, voorzien van doorlopende stootrand**, met een breedte van 23mm een hoogte van 51,5mm.

De roeden worden gemonteerd voor de glasmaat 213,6 x 75cm en worden bij de goot uitgevoerd met een zgn. roedefixatieclip voor een exacte positionering van de roede, conform de NEN 3859 3<sup>e</sup> druk.

Het dek voldoet aan de Nederlandse Bouwnorm NEN 3859, 3<sup>e</sup> druk.

Het dek wordt gemonteerd met:

- aluminium 3-bouts nokschoorplaat voor momentvaste verbinding van de roeden onderling bij de nok.
- nokfixatie ter plaatse van de kopgevels met een dubbele nokvanger.
- lage nok

### 5.2.1 Gevels.

De FleX-gevels worden samengesteld uit aluminium profielen zoals voetregels, glasroeden en stapelprofielen met afdichting tegen de gording. De glasroeden zijn geschikt voor enkel glas met een breedte van maximaal 80cm. De hoeken worden afgewerkt met een aluminium zetwerk.

### 5.3.1 Deuren

Gemaakt van aluminium en gemonteerd in de gevels.  
4 x 10st vluchtdeurtjes, afm. ca. 0,90 x 2,20m<sup>1</sup> (bxh)

### 6.1.1 Luchtramen.

8x 62st doorlopende luchtramen, lengte ca. 18,00m<sup>1</sup>, diep 100cm.

De luchtramen zijn aan 3 zijden voorzien van een rubber afdichtingprofiel en worden aan één zijde van de nok bevestigd.

### 6.4.1 Mechaniek. (zwaaihoek 44°)

De aandrijving van de luchtramen gebeurt door middel van spant-railmechaniek gemonteerd boven de kniktraliën van 4,00m<sup>1</sup>

- trek-duwbuis : ø32 x 1,5mm sendzimir verzinkte buis.
- opdrukstangen : verzinkte buis ø32mm.
- geleiding : klemrailconsoles, met hoogwaardige kunststof rollen.  
aantal : 3st per 4,00m<sup>1</sup> kap.

### 6.5.1 Aandrijving. (zwaaihoek 44°)

De trek-duwbuizen worden aangedreven door buisassen en tandbanen, welke boven de spanten en zo dicht mogelijk onder de goot worden gemonteerd. In het tandwielhuis is tevens een lagerring aangebracht voor de tegenlucht aandrijf-as 5/4". Het aandrijven van de assen gebeurt door motorreductoren.

- luchtgroepen : totaal 12 luchtgroepen. (3 per overkapping)
- buisas : 5/4" x 2,5mm gegalvaniseerde buis. (gelast aangeleverd)
- tandbaantype : Ridder TRN1000-5K.  
aantal : totaal 12 x 10st.
- motoren kas : Ridder RW605.  
aantal : 12st.

De motoren zijn voorzien van kettingkoppelingen, ingebouwde eind\_ en noodstop schakelaar, exclusief terugmeldpotentiometers en elektrische aansluitingen.

### 7.1.1 Dekglas.

- Smalle dekruiten over het gehele dek,  
behalve ter plaatse van de luchtramen                      afm. 2136 x 750mm
- Glas in de luchtramen    afm. 1000 x 750mm
- Onder de luchtramen    afm. 1151 x 750mm

Glas            dikte            : 4mm, tolerantie  $\pm 5\%$   
                  origine        : Europees gehard glas  
Lichttransmissie        :  $89 \pm 0,5\%$  fabriekstolerantie

Het dekglas wordt in de aluminium dekroeden geschoven en d.m.v. een witte slagvaste hoogwaardig kunststof gootrand aan de goot bevestigd.

### 7.2.1 Helder gevelglas.

- In de kopgevels enkel glas    breed max. 800mm
- De kopgevelhoeken de eerste 4,00m<sup>1</sup>                                      breed max. 400mm

De lengte van het glas is in overeenstemming met de gordingafstand.

Glas            dikte            : 4mm tolerantie  $\pm 5\%$   
                  origine        : Europees gehard glas  
Lichttransmissie        :  $89 \pm 0,5\%$  fabriekstolerantie

Wij zijn er vanuit gegaan dat er bij de gevels voldoende vrije ruimte beschikbaar is om de gevels op een veilige manier te beglazen.

Het gevelglas wordt op de aluminium gevelroeden bevestigd d.m.v. aluminium tussenregels. De gevelroeden worden afgedekt met witte kunststof strip. De aansluiting op de fundatie wordt verkregen middels aan de onderzijde van de voetregel ingetrokken zwart rubber. De stapelprofielen zijn voorzien van een inwendig Moos-rubber en worden na het beglazen niet verder afgedekt.

### Noot: Glas.

Bij oplevering zal worden vastgesteld hoeveel ruiten er i.v.m. breuk vervangen dienen te worden. Het vervangen van deze ruiten is voor rekening van Dalsem Tuinbouwprojecten B.V. De na de oplevering optredende glasbreuk is voor rekening van de opdrachtgever.



### **8.1.1 Hemelwater afvoer (berekend met 100L neerslag per m<sup>2</sup> per uur)**

Per gootlengte naar beide zijden van de overkapping af te voeren.

De afvoer geschiedt vanaf de goot, middels aan de buitenzijde gemonteerde afvoerbakken en witte p.v.c. standpijpen ø125mm, klasse **41**, (4x gebeugeld), aan te sluiten op in te graven p.v.c. afvoerleiding met oplopende diameter 200 - 250 - 315mm, klasse **41**, naar de hoeken van de 4 overkappingen en vanaf daar naar de op maximaal 5,00m<sup>1</sup> afstand gelegen sloten.

Daar waar van toepassing worden de verzamelleidingen voorzien van de benodigde beluchters.

### **8.3.1 Graafwerk.**

De machinale graaf\_ en grondwerken t.b.v. de afvoerleidingen zijn opgenomen. Totaal is uitgegaan van:

- 2.000m<sup>1</sup> graafwerk langs de gevels t.b.v. een leiding met een maximale diameter van ø315mm, gronddekking 35cm bij ø315mm

Het weer dichten van de sleuven na het aanbrengen van de leidingen.

### **Prijsvoorstel**

Prijsvoorstel voor de te leveren en te bouwen 4st Greenroad overkappingen, als omschreven, met een totaal grondoppervlak van 46.080,00m<sup>2</sup>.

#### Prijssamenstelling.

Heiwerk (onder voorbehoud sonderingen)	EUR	75.000,00
Fundering	EUR	191.000,00
Constructie inclusief goten en dek + bouwen	EUR	3.896.100,00
Servicerail + montage	EUR	48.500,00
Glas + beglazen + luchtramen + vluchtdeuren	EUR	1.403.000,00
Hemelwaterafvoer inclusief graafwerk afvoerleidingen	EUR	110.500,00
Totaalprijs, exclusief B.T.W.	EUR	5.724.100,00

#### Opmerking 1:

In bovenstaande totaalprijs is rekening gehouden met de, door de glasfabrieken, per 1 november 2004 doorgevoerde en laatstelijk per 1 mei a.s. te wijzigen energietoeslag voor de fabricage van glas i.v.m. de sterk gestegen olieprijs. Deze energietoeslag wordt per 3 maanden opnieuw bekeken en zonodig gewijzigd.

#### Opmerking 2:

Met nadruk wijzen wij u er op dat dit voorstel voornamelijk is gebaseerd op en uitgevoerd met standaard materialen voor tuinbouwkassen.

De fundering en constructie zijn m.b.v. het Casta programma door TNO berekend. Met eventueel aanvullende en/of afwijkende eisen t.o.v. de TNO berekeningen is in dit voorstel geen rekening gehouden.

## Alternatieven

### **10.1 Kolommen volstorten met beton.**

De kolommen, afm. 200 x 200 x 6mm, worden na plaatsing vol gestort met beton.

Meerprijs, exclusief B.T.W. EUR 65.000,00

### **10.2 Tussenkopgevel.**

Het leveren en plaatsen van een tussenkopgevel, lengte 4x 248,00m<sup>1</sup>, als scheiding tussen beide weggedelen. De tussenkopgevel wordt uitgevoerd als buitenkopgevel, d.w.z. de gordingen, het aluminium systeem en het glas zijn geprojecteerd aan één zijde van de kolommen.

De heipalen worden voorzien van een betonopzetter.

In de tussenkopgevel zijn 4x 5st vluchtdeurtjes opgenomen. De luchting wordt links en rechts van de voorzien van een aparte aandrijving. Totaal worden er 12st motoren extra geleverd en gemonteerd.

Meerprijs, exclusief B.T.W. EUR 339.600,00

### **10.3 Gescheiden waterafvoer.**

Het water uit de goot (in de tuinbouwsector aangeduid als condenswater) wordt gescheiden van het water op de goot (in de tuinbouwsector aangeduid als hemelwater) afgevoerd middels een aluminium semileiding ø50mm, per set van 8st goten aangesloten middels een aluminium zakleiding bovengronds en p.v.c. ondergronds op een aparte p.v.c. verzamelleiding ø160mm, klasse 41, (8 x 250m<sup>1</sup>) tot de hoeken van de Greenroad overkappingen.

Meerprijs, exclusief B.T.W. EUR 39.300,00

### **10.4 Speciaal glas.**

De Greenroad overkappingen wordt uitgevoerd met speciaal glas, te weten .....

Meerprijs, exclusief B.T.W. EUR p.m.

### **10.5 Roosters.**

De Greenroad overkappingen worden voorzien van een demontabel gaassysteem, uitgevoerd met .....

Meerprijs, exclusief B.T.W. EUR p.m.

### **Algemene voorwaarden**

Op alle offertes, op alle opdrachten en op alle met ons gesloten overeenkomsten zijn van toepassing de ALGEMENE VOORWAARDEN van Dalsem Tuinbouwprojecten B.V., welke voorwaarden zijn gedeponereerd op 4 maart 2003 onder nummer 23/2003 bij de Arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage, die hierbij worden ingesloten.

- Voor de volledigheid wijzen wij U erop dat alle staanders (inclusief de kop\_ en zijgevel staanders) verankerd zijn.
- De staalconstructie is thermisch verzinkt en voldoet aan de norm NEN-EN-ISO 1461.
- Dalsem Tuinbouwprojecten B.V. behoudt zich het recht voor technische wijzigingen ter verbetering van het product zonder bijkomende kosten en zonder kennisgeving toe te passen.
- Mondelinge afspraken, gemaakt na het uitbrengen van deze offerte, zijn uitsluitend geldig wanneer deze door middel van een opdrachtbevestiging bekrachtigd worden.
- De juiste maatvoering en oppervlakte worden bepaald in het meetrapport van de uitvoerder. Eventuele afwijkingen t.a.v. de afmetingen worden verrekend.

### **Leveringsvoorwaarden**

Het bouwterrein dient in verband met de eisen van de arbeidsinspectie, zowel in als op de grond, geheel vrij te zijn van obstakels, zoals verwarmingsbuizen, elektraleidingen, e.d.

Franco zover gereden kan worden met behulp van de opdrachtgever bij het lossen van het transportmiddel. Indien nodig materiaal naar de bouwplaats brengen.

Wij zijn er vanuit gegaan dat alle door ons uit te voeren werkzaamheden met de in deze kassenbouw gebruikelijke funderings\_, bouw\_ en beglaasmachines kan worden uitgevoerd. Het zonodig extra inhuren van speciale machines zal, tenzij anders overéengekomen, aan U worden doorberekend.

Er dient voldoende verhard terrein aanwezig te zijn voor het opslaan van onze materialen. Na het lossen van het glas dient de opdrachtgever het glas af te dekken tegen nat worden.

Alle, na afloop van onze werkzaamheden, niet verwerkte materialen op de bouwplaats blijven eigendom van de aannemer.

De fundering wordt in goede staat opgeleverd, Dalsem Tuinbouwprojecten B.V. neemt echter geen enkele verantwoording voor de draagkracht van de grond.

### **Opmerking fundatie**

Wij zijn uitgegaan van een goede draagkracht van de grond. De in deze offerte omschreven fundatie is conform de gestelde eisen als genoemd in het TNO rapport nr. BI-87-02 en Casta programma, versie 2.30.A.

Van bovenstaande fundatie wordt, eveneens op risico van de opdrachtgever, alleen afgeweken indien een te maken sonderingrapport en/of funderingsadvies anders bepaald en/of op verzoek van de opdrachtgever.

### **V&G plan.**

Indien gewenst verstrekt Dalsem Tuinbouwprojecten B.V. t.b.v. het V&G plan “Uitvoeringsfase” aan de opdrachtgever of aan de door hem aangestelde veiligheidscoördinator de benodigde informatie over de werkwijze van de diverse door ons, t.b.v. de overkapping, uit te voeren werkzaamheden en verrichtingen op de bouwplaats.

### **Niet in dit voorstel opgenomen**

Het gebruik en de huur van rijplaten, indien de terreinomstandigheden dit vragen.  
Het afvoeren van de verpakkingsmaterialen en de glaskisten.

### **Betalingsvoorwaarden**

Nader te bepalen.

De in dit voorstel genoemde prijzen zijn gebaseerd op de huidige lonen, materialen, koersen e.d., mocht in één van deze factoren een wijziging ontstaan dan behouden wij het recht voor onze prijzen dienovereenkomstig te wijzigen.

### **Verzekering**

De opdrachtgever dient het bouwwerk te verzekeren tegen alle mogelijke schade inclusief diefstal bij aanvang bouwen.

### **Diversen**

Licht\_ en krachtstroom, evenals water dienen op het terrein aanwezig te zijn en zijn voor rekening van de opdrachtgever.

### **Bij droogte**

De eventuele betonwerken zonodig nat te houden door de opdrachtgever. Er kan geen reclame worden gemaakt op krimp\_ en/of kruipscheuren.

### **Bij vorst**

Eventueel afdekken van werk en/of materialen door de opdrachtgever te verzorgen

Vertrouwende u hiermede van dienst te zijn geweest, verblijven wij,

Hoogachtend,

Dalsem Tuinbouwprojecten B.V.  
Den Hoorn.

Bijlage: Leveringsvoorwaarden Dalsem Tuinbouwprojecten B.V.

Bosvariant ScheppingsStrategen  
T.a.v. Willem Bos  
Ruseschans 31  
2728 HD ZOETERMEER

onze referentie        10475-116598

De Lier, 20 juni 2006

Mijne heren,

Hierbij hebben wij het genoegen u, geheel vrijblijvend, onze richtprijs voor de levering en bouw van een nieuwe kas over de weg (GreenRoad) te doen toekomen.

Op de navolgende pagina's treft u de specificaties aan van het project zoals door u is aangevraagd.

Indien u nog vragen heeft of nadere informatie wenst kunt u te allen tijde contact met ons opnemen.

Op al onze leveringen en diensten zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden van de AVAG, gedeponereerd ter griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage d.d. 19 augustus 1994 onder nummer 139/1994. Een exemplaar wordt u op verzoek kosteloos toegezonden.

Boeters Glastuinbouwprojecten B.V. is ingeschreven in het handelsregister van de Kamer van Koophandel Haaglanden onder nummer 27227676.

Wij vertrouwen erop u hiermede een gunstige aanbieding te doen en zien uw reactie met belangstelling tegemoet.

Hoogachtend,

**BOETERS GLASTUINBOUWPROJECTEN B.V.**

Eric F.G.A. van der Klauw



## ALGEMENE PROJECTGEGEVENS

### Kastype en Afmetingen per blok van 250 m lang

Kastype	Breedkapkas 23,00 m
Dekhelling	25°
Kolomhoogte	5,00 m
Vakmaat	4,00 m
Afmetingen	2 kappen, 23,00 m breed en 250,00 m lang
Oppervlakte	11.500 m <sup>2</sup>

### Gevels

Kopgevels	2x 46,00 m, de kopgevels eindigen met kolom en spant.
Buitenzijgevels	2x 250,00 m.

### Behandeling staal

De stalen onderdelen worden verzinkt volgens NEN-EN-ISO 1461.

### Norm

De kas is berekend en in overeenstemming met NEN6702 tuincentra norm "Gebied II onbebouwd", veiligheidsklasse 3.  
Voor de constructie is gebruik gemaakt van door TNO gemaakte berekeningen. Daar waar de informatie ontoereikend was hebben wij een aanname gedaan.

## FUNDERING

### Heiwerkzaamheden

Betonnen penopzetters  $\varnothing$  31x300 cm tot ca. maaiveld.  
De palen onder alle kolommen.

### Randfundering

De randfundering bestaat uit een vaste voet, 30 cm breed en gemiddeld 40 cm hoog, van gietbeton.  
Per ca. 40 m een rechte dilatatie van 20 mm Tempex.

### Betonpalen spantkolom

Op de heipaal wordt een PVC-koker geplaatst en opgestort met beton. De opstorting wordt voorzien van voldoende ankers om de kolommen te kunnen plaatsen.

### Betonkwaliteit

Gietbeton B25.

### Wapening

FeB500, tenzij anders vermeld.

Wapennetjes worden toegepast bij boorgaten groter dan  $\varnothing$  60 cm.

Extra poerwapening wordt tevens toegepast indien de poerhoogte groter is dan 2x de diameter van de poer.



## ONDERBOUWCONSTRUCTIE

<b>Kolommen</b>	koker 200x200x6 mm. T.b.v. de afvoer van het hemelwater zullen een aantal kolommen uitgevoerd worden als afvoerkolom met onderuitlaat.
<b>Traliespanten</b>	
Spanhoogte	70 cm
Bovenrand	koker 140x80x4 mm
Onderrand	koker 140x80x5 mm
Gordingverticaal	koker 140x80x6 mm
Diagonalen	koker 40x40x2 mm, gezaagd, driezijdig gelast, vier per gordingveld
Trekstang	Ø 25 mm ter hoogte van de tweede gording
<b>Goottralieliggers</b>	
Functie	Aanrijd beveiliging. De goottralieliggers zorgen tevens voor de schoorwerking in de gootrichting.
Positie	De tralieliggers in de gootrichting tussen alle kolommen, 15 cm onder de goot.
Spanhoogte	50 cm.
Lengte	4,00 m
Bovenrand	koker 80x50x3 mm
Onderrand	koker 80x50x3 mm
Diagonalen	koker 40x40x2 mm, gezaagd, tweezijdig gelast
<b>Goten</b>	
Type	Stalen goot type ACS, 2,5 mm dik
Opmerkingen	De goot wordt voorzien van een aluminium afdekkap De goten worden geheel wit gepoedercoat
<b>Gevelgordingen</b>	U-40x90x40x2,5 mm, 3 rijen, uitsluiten in de zijgevels
<b>Dekgordingen</b>	U-40x120x40x2,5 mm, ter plaatse van luchtramen in het dek een aluminium kokergording. 12 rijen per kap.
<b>Schoren</b>	
Windverband	Ø 10 mm, gemonteerd in twee vakken per kap.
Windverband schoorbalk	Ø 57x2,6 mm

## ALUMINIUM SYSTEMEN

<b>Deksysteem</b>	Aluminium deksysteem, fabrikaat Boeters, geschikt voor gelaagd glas 6,7 mm dik. Totaal vier rijen doorlopende, per kap één rij vanuit de nok en één rij boven de middenberm. De luchtraamdiepte is ongeveer 180 cm. Het glas wordt mede door gebruik van dwarsprofielen aan alle zijden ondersteund en ingeklemd met witte hostalit afdekstrippen. De nok wordt geheel afgerubberd. Voor de bevestiging van de de kroeden wordt gebruik gemaakt van RVS-bouten en borgmoeren.
-------------------	--



**Gevelsysteem zijgevels**

Aluminium gevelsysteem, type Excellent, geschikt voor enkelglas.  
Het glas wordt geplaatst op neopreenblokjes en wordt mede door gebruik van stapelprofielen aan alle zijden ondersteund en ingeklemd met witte hostalit afdekstrippen.  
Bij de dichtstbijzijnde gording onder goothoogte sluiten de stapelprofielen tegen de gording aan.  
Bij de voetregel wordt zwart rubber toegepast.

**KASBEDEKKING****Dek  
Zijgevels**

Gelaagd glas 3.3.2 met een breedte van h.o.h. 75 cm.  
Gelaagd glas 3.3.2 met een breedte van h.o.h. 75 cm.

**LUCHTMECHANIEK****Mechaniek**

Direct aangedreven doorlopend nokluchtingssysteem.  
TU11 tandheugelaandrijvingen die zijn geplaatst op een buisas.  
Deze buisas wordt direct aangedreven door een motor.

**Aandrijving  
Lagerplaatjes  
Assen  
Motoren**

Glijlagerplaat met zelfsmerende sinterbronzen lagerring.  
Buis 33,7x2,5 mm.  
Per blok 16 stuks

**HEMELWATERAFVOER****Stelpost**

In de richtprijs is een stelpost van € 10.000,00 per blok opgenomen.

**DEUREN****Vluchtdeuren**

Totaal 10 vluchtdeuren per blok. Per zijgevel per 50 m één deur.



## PRIJSSPECIFICATIE

**Prijs** De richtprijs voor bovenomschreven project bedraagt per blok  
€ 2.000.000,00  
De richtprijs bij een totale lengte van 1000 m bedraagt € **8.000.000,00**

Bovenstaande prijzen zijn gebaseerd op  
LMI \$ 2600,- / ton aluminium 3-months seller.

Alle bedragen zijn exclusief B.T.W.

### Meer- en minderprijzen

Gehard glas 4 mm gehard glas in plaats van gelaagd glas.  
De minderprijs hiervoor bedraagt € **23,17/m2 kasoppervlakte**

Polycarbonaatplaten 16 mm heldere polycarbonaatplaten in plaats van gelaagd glas.  
De minderprijs hiervoor bedraagt € **5,00/m2 kasoppervlakte.**

Vangnet, RVS, maaswijdte 40x40 mm  
De meerprijs hiervoor bedraagt € **12,00/m2 kasoppervlakte.**

Kolommen voorzien van aanrijdbeveiling door middel van “inpakken” met PVC buis met grind.  
De meerprijs hiervoor bedraagt € **450,00 per kolom.**

Kolomhoogte 6 meter i.p.v. 5 De meerprijs hiervoor bedraagt € **18,00/m2 kasoppervlakte.**

### Facturering en betalingsvoorwaarden

- 10% bij aanvang fundering;
- 20% bij de aanvang van de onderbouwconstructie;
- 20% bij het aanvang aluminium levering;
- 20% bij de aanvang van beglazen;
- 20% bij dek glasdicht;
- 5% bij de eerste opnemings, of als het werk eerder in gebruik wordt genomen, bij ingebruikneming;
- 5% bij oplevering, of als het werk eerder in gebruik wordt genomen, bij ingebruikneming;
- Betaling van deze facturen dient te geschieden binnen 5 dagen na factuurdatum.
- Bij overschrijding van de betalingstermijn wordt een rentevergoeding in rekening gebracht van 10% per jaar.

### De prijzen zijn, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld, inclusief:

- Levering van materialen
- Montage
- Het vrijmaken van de kas van glasresten en overtollige materialen. De opdrachtgever dient hiervoor containers ter beschikking te stellen die in de kas geplaatst dienen te worden.
- Het verzamelen van glaskisten op een door de opdrachtgever aan te wijzen plaats in of in de directe nabijheid van de kas.
- De premiekosten van de door ons afgesloten bouwverzekering.



**De prijzen zijn, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld, exclusief:**

- B.T.W.
- Alle materiaalleveringen en werkzaamheden die niet in de projectspecificatie zijn opgenomen.
- Alle benodigde hak- en breekwerkzaamheden
- Alle grond- en graafwerkzaamheden
- Kosten voor bouwwater en bouwstroom
- Elektrische aansluitingen en schakelkasten
- Alle kosten voor aanpassingen aan de constructie, alsmede reparaties die voortvloeien uit zaken die zich, tenzij door ons veroorzaakt, tijdens en na de bouw voordoen.
- Alle kosten gerelateerd aan glasbreuk, tenzij door ons veroorzaakt, tijdens de bouw en ná de technische oplevering.
- Licht, (kracht)stroom, water en sanitaire voorzieningen. Deze dienen op de bouwplaats aanwezig te zijn.
- Wijzigingen in prijsbepalende factoren als lonen, materiaalprijzen, koersen etc. Mocht in een van deze factoren een wijziging ontstaan dan behouden wij ons het recht voor onze prijzen dienovereenkomstig te herzien.

**Bouwterrein**

- Het bouwterrein dient vlak en volkomen vrij van boven- en ondergrondse materialen ter beschikking te worden gesteld.
- De materialen dienen van de losplaats naar de bouwplaats machinaal vervoerd en ingereden te kunnen worden.
- Het bouwterrein dient toegankelijk en begaanbaar te zijn voor bouw- en beglaasmachines en indien van toepassing heismachines.
- Het bouwterrein dient voorzien te zijn van de nodige afsluitbare opslagplaatsen voor materiaal, gereedschap en andere zaken.