

Van Mourik Broekmanweg 6  
Postbus 49  
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00

F +31 88 866 30 10

wegwijzer@tno.nl

## TNO-rapport

060-DTM-2011-00222

### Vooronderzoek Floating Roses



Datum 25 januari 2011

Auteur(s) Leonard Baart de la Faille (TNO)  
Jan-Willem Cirkel (Flynth)  
Daan Cornelissen (Tauw)  
Arie de Gelder (WUR)  
Hans 't Hart (TNO)  
Wim van Kampen (W. van Kampen rozenkwekerij)  
Peter Minnema (Dura vermeer)  
Frank Olieman (kwekerij de Rozenhof)  
Jibbe Poppen (Tauw)  
Jan Ruigrok (TNO)  
Björn Sinnema (Advin)  
Paul Snel (Advin)

Financiers   
Projectnummer 034.22073  
Aantal pagina's 114 (incl. bijlagen)  
Aantal bijlagen 4

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke 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 belanghebbenden is toegestaan.

## Samenvatting

Dit rapport beschrijft het vooronderzoek naar een drijvende rozenkas van 4,5 hectare, uitgevoerd door een consortium van partijen. In het vooronderzoek is een conceptontwerp gemaakt voor kas en drijflichaam en is de financieel economische haalbaarheid uitgewerkt.

De aanleiding tot het realiseren van drijvende kassen is meervoudig ruimtegebruik. Er is steeds meer behoefte aan wateropslag en aan ruimte voor glastuinbouw in een druk bezet gebied. Het pilotproject Floating Roses is een innovatief concept dat beide functies combineert. Het concept is uitgewerkt in een waterberging in de Voorafschepolder, inclusief inpassing in het landschap.

Het pilotproject Floating Roses is een modern rozenbedrijf waarvan de kas van 4,5 hectare is gerealiseerd op een drijflichaam. De bedrijfsvoering is state-of-the-art met teelt op mobiele teeltgoten en centrale verwerking via een transportband. Er worden geen risicovolle innovaties in toegepast die zich nog niet bewezen hebben. Het klimaat in de kas is geoptimaliseerd voor rozenteelt. De teelt van rozen op een betonnen ondergrond is nieuw, net als het gebruik van gewasventilatie waarmee op dit moment de eerste proeven worden uitgevoerd. Om een te droog klimaat te voorkomen als gevolg van de betonvloer, worden onder het gewas sproeiers aangebracht. De opslag van gietwater van Floating Roses vindt ondergronds plaats. Het water van de plas waarin Floating Roses drijft, kan niet gebruikt worden als gietwater, omdat aan de pilot een onderzoeksprogramma is gekoppeld dat onderzoek doet naar de waterkwaliteit onder drijvende bouwwerken. De benodigde hemelwater opvang buffer kan op verschillende manieren worden gerealiseerd: bijvoorbeeld in zakken langs het drijflichaam of in een meer traditioneel bassin. Het gebruik van het drijflichaam voor het herbergen van de warmtebuffer van de WKK is onderzocht, maar is op korte termijn niet toepasbaar.

Het drijflichaam is gebaseerd op EPS met een betonnen vloer. Om sneller te kunnen bouwen en kosten te reduceren is een nieuw concept uitgewerkt waar geen betonnen balken meer worden ingestort, zoals tot nu toe gebruikelijk. Het EPS wordt aan onder en bovenzijde voorzien van een glasvezellaag die het geheel voldoende stijfheid geeft om beton te kunnen storten. Op het drijflichaam is een Venlokas gebouwd. In het vooronderzoek is de invloed van de bouw op een flexibele ondergrond onderzocht. De kas moet op punten worden aangepast, maar komt grotendeels overeen met een kas die op het land wordt gebouwd. De bouw op een drijflichaam dwingt tot een aangepaste bouwmethode. De snelheid van bouwen ligt daardoor lager dan normaal.

De totale investeringen om Floating Roses te realiseren bedragen, op basis van schatting van de bedrijven uit de klankbordgroep, inclusief aankoop van de grond en inrichting van de waterberging 32,8 Miljoen euro. Het drijflichaam vormt met 7,8 Miljoen euro de grootste kostenpost. De realisatie van een vergelijkbaar rozenbedrijf op land kost volgens de referentiebegroting 18,5 Miljoen euro. Om een realiseerbare businesscase voor Floating Roses op te stellen is het pilotproject opgedeeld in een aantal pakketten die in een aantal scenario's door verschillende partijen te financieren zijn. In het rapport is één scenario uitgewerkt, waarbij de tuinders alleen de exploitatie dragen. Uitgangspunt is dat de exploitatie van Floating Roses winstgevend moet zijn. Een gezonde marge is nodig om fluctuaties in de omzet te kunnen opvangen. Binnen de exploitatie ontstaat dan ruimte voor jaarlijkse huur- of leasebijdrage van drijflichaam en/of kas van 800.000 euro.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>5</b>
1.1	Achtergrond.....	5
1.2	Waterkwaliteit.....	6
1.3	Floating Roses vooronderzoek.....	7
1.4	Specificaties en Randvoorwaarden.....	7
1.5	Leeswijzer.....	8
<b>2</b>	<b>Het concept Floating Roses.....</b>	<b>9</b>
2.1	Het bedrijf Floating Roses.....	9
2.2	De bouw van Floating Roses.....	11
2.3	Risico's.....	12
2.4	De businesscase.....	13
<b>3</b>	<b>Ontwerp, toetsing en bouwwijze van het Drijflichaam.....</b>	<b>14</b>
3.1	Uitgangspunten Drijflichaam.....	14
3.2	Varianten drijflichaam.....	15
3.3	Constructieve uitwerking voorkeursvariant FlexBase Light.....	19
3.4	Materiaalaspecten.....	29
3.5	Uitvoeringsaspecten.....	29
3.6	Randoplossing.....	34
3.7	Meerpalen en brug.....	35
<b>4</b>	<b>Ontwerp, toetsing en bouwwijze van kas.....</b>	<b>37</b>
4.1	Uitgangspunten.....	37
4.2	Kasconstructie.....	38
4.3	Bouwmethode.....	45
<b>5</b>	<b>Teelt.....</b>	<b>54</b>
5.1	Kasopbouw met Venlo-dek.....	54
5.2	Lichtdoorlatendheid.....	54
5.3	Installatie van twee bovenschermen.....	54
5.4	Assimilatiebelichting van 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .....	54
5.5	CO <sub>2</sub> rond de 1000 ppm.....	54
5.6	Teeltsysteem met mobiele goten en verwerking op centrale punten.....	55
5.7	Verwarming in buizen onder teeltsysteem.....	55
5.8	Ontvochtiging en dakberegening.....	55
5.9	Dakberegening.....	56
5.10	Klimaat.....	56
5.11	Gewasbescherming via centrale punten voor bespuitingen.....	58
5.12	Watergift vanuit regen- en drainopvang.....	58
5.13	Vermijden van risicovolle ontwikkelingen.....	58
5.14	Onderhoud van de kas.....	58
5.15	Diffuus Glas.....	59
5.16	Integratie van systemen.....	59
5.17	Klimaattechnische risico's voor Floating Roses.....	61
<b>6</b>	<b>Wateropslag Floating Roses.....</b>	<b>62</b>
6.1	Warmtebuffer.....	62
6.2	Hemelwateropvang.....	62

6.3	Systeemconcepten.....	67
<b>7</b>	<b>Financieel-economische haalbaarheid .....</b>	<b>69</b>
7.1	Drijvende kassen en gebiedsontwikkeling.....	69
7.2	Investerings Floating Roses.....	71
7.3	Financiering .....	73
<b>8</b>	<b>Inpassing in het landschap .....</b>	<b>79</b>
8.1	Locatie .....	79
8.2	Inpassing in het landschap .....	80
<b>9</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen.....</b>	<b>84</b>
<b>10</b>	<b>Referenties .....</b>	<b>86</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Watertechnische randvoorwaarden	
	B Variantenstudie Drijflichaam	
	C 3D model Floating Roses	
	D Referentiebegroting Rozenkwekerij	

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Nederland heeft een wereldwijd een grote naam op het gebied van watermanagement. De oplossingen voor de uitdagingen die klimaatverandering op dit gebied opwerpt, worden hier ontwikkeld en getest en worden wereldwijd toegepast. Nederland is ook leidend als tuinbouwland. In de succesvolle tuinbouwsector worden innovaties vaak sneller en succesvoller toegepast dan in andere sectoren. Zowel tuinbouwproducten als tuinbouwkennis zijn belangrijke exportproducten. De Provincie Zuid Holland nam het initiatief om watermanagement en tuinbouw bijeen te brengen en ontwikkelde het concept Floating Roses; een drijvende rozenkas van 4,5 hectare.

Drijvende kassen maken het mogelijk twee functies te combineren op dezelfde vierkante meters: glastuinbouw en waterberging. Aan dit soort meervoudig ruimtegebruik is steeds meer behoefte, want de ruimte in Nederland is beperkt terwijl de vraag naar locaties voor wonen, werken en recreëren toeneemt. De komende jaren zal extra ruimte voor waterberging worden ingericht, wat ten koste gaat van de ruimte die beschikbaar is op het land. Door aan deze waterbergingsgebieden een extra economische functie te geven kan het eenvoudiger worden om die ruimte voor water te creëren [1].

In 2005 is de eerste drijvende kas ter wereld gerealiseerd bij FloraHolland in Naaldwijk. Deze kas, de Demo Drijvende Kas, is een demonstratiemodel van ongeveer 600 m<sup>2</sup>. De volgende stap in de ontwikkeling van de drijvende kas is een pilotproject op commerciële schaal: de drijvende rozenkwekerij van 45.000 m<sup>2</sup> Floating Roses.

De provincie Zuid Holland nam het initiatief tot vorming van de stuurgroep drijvende kas. De stuurgroep deed een oproep aan ondernemers om met ideeën te komen en de rozenkwekers Frank Olieman en Wim van Kampen kwamen met het meest veelbelovende idee; Floating Roses. Door de stuurgroep zijn drie werkgroepen gedefinieerd: de werkgroep inrichting, de werkgroep onderzoeksprogramma waterkwaliteit en de werkgroep Floating Roses. Een beschrijving van het onderzoeksprogramma waterkwaliteit en de gevolgen hiervan voor Floating Roses is opgenomen in Bijlage A. De werkgroep Floating Roses heeft het initiatief genomen tot het vooronderzoek dat in dit rapport is beschreven. Onder leiding van de werkgroep is een consortium gevormd met 8 partijen, elk met hun eigen specialisme, dat het vooronderzoek uitvoert. Het consortium bestaat uit de volgende partijen:

- Advin
- Dura Vermeer
- Flynth adviseurs en accountants
- Frank Olieman (kwekerij de Rozenhof)
- Tauw
- TNO
- Wim van kampen (Rozenkweker)
- WUR

De inpassing in het landschap is in opdracht van het consortium door Mecanoo Architecten uitgevoerd.

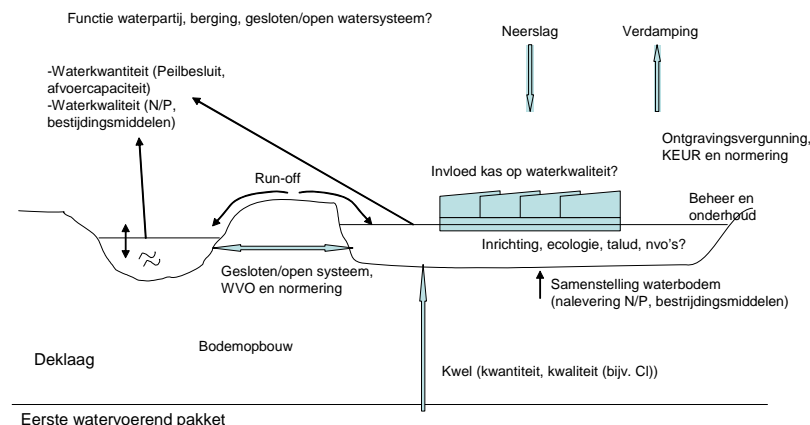
Het vooronderzoek is mogelijk gemaakt door financiële bijdragen van:

- Productschap Tuinbouw
- Rabobank
- Interpolis-Achmea Agro (lid klankbordgroep)
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
- Provincie ZuidHolland
- Gakon (lid klankbordgroep)
- BE De Lier (lid klankbordgroep)
- Frans van Zaal (lid klankbordgroep)
- Flexbase (lid klankbordgroep)
- Wilk van der Sande (lid klankbordgroep)
- A&N Luiten (lid klankbordgroep)
- Hordijk Bouw (lid klankbordgroep)

Het onderzoek is begeleid door een technische klankbordgroep. De bedrijven in de klankbordgroep hebben een belangrijke inhoudelijke bijdrage geleverd aan het onderzoek. Zij hebben er bovendien op toegezien dat een maakbaar concept is ontworpen en hebben een inschatting gemaakt van de kosten.

## 1.2 Waterkwaliteit

Niet eerder werd een dergelijk groot wateroppervlak afgedekt. Het water onder de kas is afgesloten van zuurstoftoevoer uit de atmosfeer. Er is niet bekend wat dit betekent voor de waterkwaliteit van het water onder een drijvende kas en de aangrenzende watersystemen. Voorkomen moet worden dat het beeld van Floating Roses wordt bepaald door blauwalg en kroos. Door de stuurgroep drijvende kas is een aparte werkgroep in het leven geroepen, die een hiernaar een apart onderzoek zal uitvoeren. In het vooronderzoek wordt rekening gehouden met het toekomstige onderzoek naar de waterkwaliteit. In Bijlage A is een beschrijving van deze proef en de eisen die hieruit voortvloeien aan Floating Roses opgenomen



Figuur 1.1 Waterkwaliteit drijvende kassen

### 1.3 Floating Roses vooronderzoek

Het project Vooronderzoek Floating Roses onderzoekt de mogelijkheden van de realisatie van een drijvende kas. Het bouwt voort op eerder ontwikkelde ideeën rondom de drijvende kas en is een gezamenlijk initiatief van overheden en bedrijfsleven. De probleemstelling is als volgt: ontwikkel een totaal concept voor een drijvende rozenkwekerij met een kas van 4,5 hectare. Maak hierbij optimaal gebruik van het feit dat de kas drijft en gebruik voor de inrichting van het bedrijf de nieuwste technieken. Toets dit concept zowel op technische als economische haalbaarheid.



Figuur 1.2: Impressie Floating Roses

Het vooronderzoek richt zich op de afwijkingen tussen een drijvend bedrijf en een bedrijf op land. De delen die gelijk zijn, worden niet uitgebreid behandeld. Enerzijds moet aangetoond worden dat het technisch mogelijk is om Floating Roses te realiseren en anderzijds moet van de kosten bepalende onderdelen een prijs kunnen worden geschat. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de expertise van de leden van de klankbordgroep. Omdat Floating Roses binnen enkele jaren gerealiseerd moet worden, wordt uitgegaan van de laatste, maar wel bewezen technologie.

### 1.4 Specificaties en Randvoorwaarden

De eerste fase van het vooronderzoek bestond uit het opstellen van randvoorwaarden en uitgangspunten voor de conceptvorming van de drijvende kas. In deze fase zijn de kaders neergezet waarbinnen de vervolgfase wordt uitgevoerd. De belangrijkste randvoorwaarden en uitgangspunten zijn hieronder opgenomen.

Het vooronderzoek vindt plaats in een groter kader. Bestuurlijke randvoorwaarden worden daarom vanuit provincie, gemeenten en waterschappen opgelegd. Belangrijk is dat het een tijdelijk experiment van 15 jaar betreft, dat bijdraagt aan het onderzoek naar mogelijkheden voor 'bouwen op het water': duurzaam en multifunctioneel ruimtegebruik. Na afloop van het experiment moet het drijflichaam herbruikbaar zijn voor een ander functie. Het moet mogelijk zijn om de waterkwaliteit te monitoren zoals beschreven in Paragraaf 1.2 en Bijlage A.

Er wordt in het vooronderzoek uitgegaan van bewezen technologie. Om de risico's beheersbaar te houden, wordt geen innovatie op innovatie gestapeld. Het betreft immers

een commercieel productiebedrijf dat binnen enkele jaren gerealiseerd moet worden. Randvoorwaarde voor de realisatie van Floating Roses is dat een sluitende businesscase wordt gepresenteerd. Om dezelfde reden moet het bedrijf verzekeraar zijn. Het huidige bedrijf de Rozenhof van Frank Olieman is, zowel technisch als bedrijfseconomisch als referentie rozenteeltbedrijf van 5 hectare genomen. Risicovolle innovaties die zich nog niet in de praktijk hebben bewezen, zoals bijvoorbeeld LED verlichting of volledig gesloten teelt, worden niet in dit onderzoek uitgewerkt.

Naast drijvende kassen zijn andere combinaties van tuinbouw en waterberging mogelijk [2]. Het vooronderzoek beperkt zich tot een drijvende kas. De kas staat op een drijflichaam, de overige gebouwen (bijvoorbeeld de bedrijfsruimte) niet. Een kas is door zijn relatief lage en gelijkmatig verdeelde belasting bij uitstek geschikt voor bouw op een drijflichaam. Het technische gedeelte van het onderzoek beperkt zich tot drijflichaam en kas, inclusief de verbinding met de vaste wal. Vertrekpunt voor het onderzoek is de bestaande drijflichaamconstructie van EPS met beton. Aangezien de kosten van het drijflichaam de belangrijkste post vormen in de meerkosten ten opzicht van traditionele bouw, wordt het drijflichaam zo goedkoop mogelijk gemaakt en wordt bijvoorbeeld de bouwmethode van de kas hierop aangepast.

Vanwege de lage prijs en de hoge lichtdoorlaat is een Venlokas het uitgangspunt voor de kas. De kas moet voldoen aan alle bestaande wetgeving, met name het besluit glastuinbouw en de bouwregelgeving en moet voldoen aan de criteria voor groenlabelkassen. Daarbij zijn toekomstige aanpassingen in de regelgeving meegenomen, zoals quotering van de CO<sub>2</sub> uitstoot, lichtverontreiniging en het omgaan met bijvoorbeeld herinjectie van brijn.

De provincie Zuid Holland heeft het afgelopen jaar naar een geschikte locatie voor Floating Roses gezocht. In rapport dit is inpassing in de toekomstige waterberging in de Voorafschse polder uitgewerkt. Dit gebied wordt herontwikkeld voor glastuinbouw en recreatie. Floating Roses is geschetst, daar waar in het plan een piekberging komt te liggen. Deze locatie stelt vooral voorwaarden aan de manier van bouwen en aan de inpassing in het landschap. Het betreft een immers een zichtlocatie die vanaf de nieuwe provinciale weg N470 goed zichtbaar is.

## 1.5 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de resultaten van het vooronderzoek Floating Roses. Tijdens het onderzoek zijn diverse opties en mogelijkheden onderzocht die in een later stadium niet wenselijk zijn gebleken. Om het rapport leesbaar te houden zijn niet alle overwegingen in het rapport opgenomen, maar alleen de belangrijkste. Hetzelfde geldt voor de uitgevoerde berekeningen. De opgedane kennis gaat uiteraard niet verloren. Bent u geïnteresseerd in achterliggende kennis of berekeningen, dan kunt u contact opnemen met de auteurs van het rapport.

Het vooronderzoek is uitgevoerd in verschillende werkpakketten. Elk werkpakket levert een hoofdstuk rapport op, van hoofdstuk 3 t/m hoofdstuk 8. Hoofdstuk 2 beschrijft het totale concept Floating Roses en de samenhang tussen afzonderlijke werkpakketten.



## 2 Het concept Floating Roses

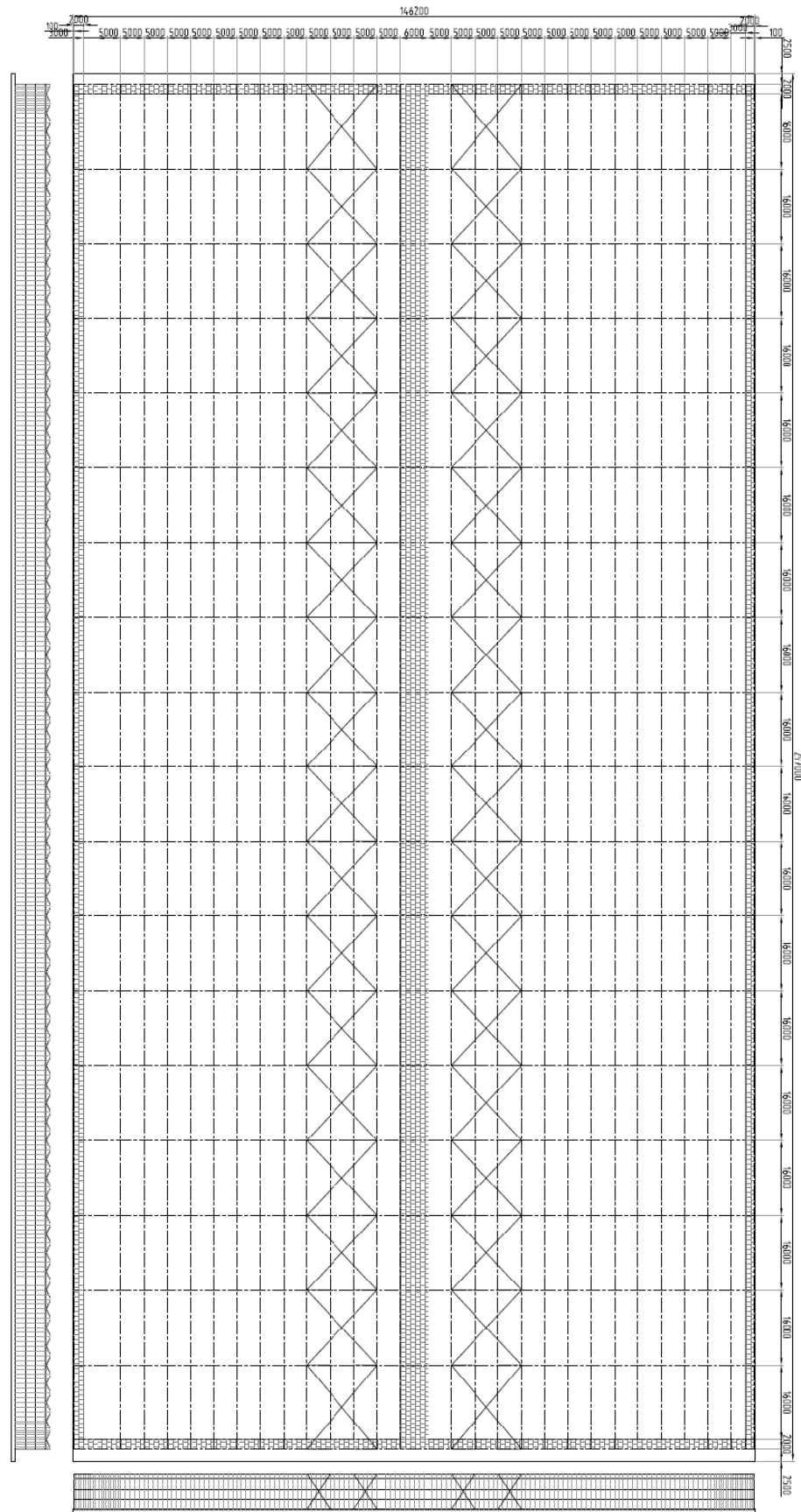
Het doel van dit onderzoek is om een realiseerbare businesscase op te stellen voor een drijvend rozenbedrijf; Floating Roses. Het meest bijzondere aan Floating Roses is dat het drijft. Van over de hele wereld is er belangstelling voor een drijvend bedrijf met dergelijke afmetingen, dat nooit eerder is gerealiseerd. In dit hoofdstuk wordt het concept Floating Roses beschreven op hoofdlijnen, inclusief de realisatie ervan.



Figuur 2.1 Impressie van Floating Roses in de Voorafschepolder

### 2.1 Het bedrijf Floating Roses

Floating Roses is een modern bedrijf van 5 hectare waarvan de kas gebouwd is op een drijflichaam van 4,5 hectare en vormt een bijzonder object in het landschap, in de piekberging van de Voorafschepolder langs de N470 van Zoetermeer naar Delft. Floating Roses zal veel bezoekers trekken en daarom is een expositieruimte bij het bedrijf wenselijk. Vanaf de buitenkant is goed zichtbaar dat Floating Roses drijft en bijzondere aandacht is besteed aan de vormgeving van de buitengevels en aan de inpassing in het landschap.



Figuur 2.2 Drijflichaam met kasopbouw

Floating Roses is een state-of-the-art bedrijf dat rozen voor het hogere kwaliteitssegment produceert. De rozen worden geteeld op mobiele teeltgoten. De teelthandelingen vinden plaats op efficiënte en een ergonomische wijze langs het middenpad van de kas. Daar bevindt zich een transportband die de rozen, per stuk, naar de bedrijfsruimte transporteert die op vaste ondergrond is gebouwd. Een flexibele corridor verbindt de kas met de bedrijfsruimte. De rozen worden automatisch gesorteerd, geboeketteerd en klaargemaakt voor transport naar de veiling.



Figuur 2.3 Teelt op teeltgoten en centrale transportband

De rozen worden veel belicht. De nieuwe regelgeving m.b.t. lichtuitstoot vraagt in dit geval om intensief schermen met verduisteringsdoeken, met het bijbehorende vochtprobleem. Dit wordt opgelost met een gewasventilatiesysteem onder het gewas met buitenlucht en voor de extreme situaties met luchtramen. De buitenlucht wordt aangezogen bij de kopgevel. Naast een verduisteringsscherm is een zonweringscherm aanwezig. De schermen kunnen los van elkaar gesloten en geopend worden.

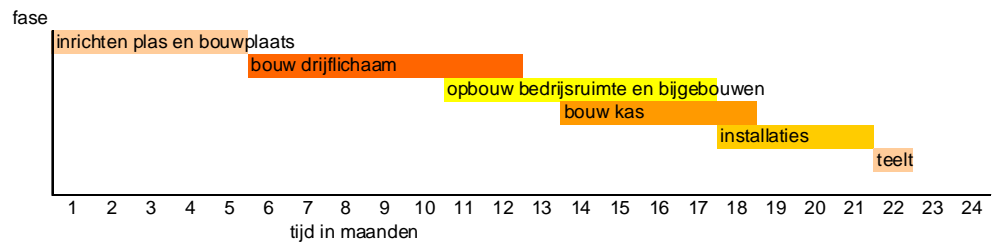
De voor de kas benodigde elektriciteit en warmte wordt geleverd door een WKK. De betonnen vloer is aan de onderzijde geïsoleerd met EPS (piepschuim) waardoor minder warmte weglekt dan in een kas op grond. De betonvloer heeft een bufferende invloed op het klimaat.

Gietwater wordt zo veel mogelijk uit regenwater bereid. Het gietwater wordt ondergronds opgeslagen. De kas kan voorzien worden van een hemelwater opvang buffer in zakken die langs drijflichaam in het water drijven, gecombineerd met ondergrondse wateropslag. Het basis alternatief is een meer traditioneel bassin, al kan deze meer esthetisch in het landschap verwerkt worden in of langs de plas.

## 2.2 De bouw van Floating Roses

De kas is gebouwd op een drijflichaam. Hiertoe is eerst het drijflichaam gerealiseerd en opgeleverd en daarna is de kas erop gebouwd. Deze manier van werken zorgt voor een eenvoudige en duidelijke afbakening van werkzaamheden en verantwoordelijkheden tussen bouwer van het drijflichaam en van de kas. Voordat het drijflichaam gebouwd kan worden moet de plas ingericht zijn, waarbij de vloer van de toekomstige bedrijfsruimte dient als kade. De bouw van de kas gaat relatief snel, vergeleken met de

bouw van het drijflichaam. In Figuur 2.1 is de bouw van Floating Roses in de tijd weergegeven.



Figuur 2.4 fasering bouw Floating Roses

Het drijflichaam bestaat uit 36 kleinere drijflichamen die bestaan uit EPS met een betonnen vloer. Met behulp van EPS en glasvezelvlies is een drijvende ondergrond gemaakt die stijf genoeg is om beton op te storten. Voor het storten van de vloer is wapening aangebracht die aan de randen uitsteekt. De verschillende delen worden relatief snel hierna aan elkaar verbonden door aanstorten met beton op de naden. Op deze manier wordt één groot en stijf drijflichaam gevormd. De bouw van het drijflichaam neemt een half jaar in beslag.

Op het drijflichaam is een kas gebouwd die technisch gezien weinig afwijkt van een 'gewone' Venlokas. De kas voldoet aan de criteria voor een groenlabelkas. De afmetingen en het stramien zijn bepaald door de rozenteelt op mobiele teeltgoten. Vanwege de bouw op een flexibele ondergrond heeft het glas iets meer speling in de nok en de goot nodig om vervormingen van het drijflichaam, gecombineerd met de gebruikelijke vervormingen te kunnen opvangen. Dit wordt vertaald in strengere eisen aan de vervormingen van de kas volgens de normale berekeningen. Delen van de kas zijn daarom zwaarder uitgevoerd. Het glas in de gevels heeft extra ruimte in de sponningen. De bouw van de kas wijkt af van de normale manier van bouwen. Capaciteit en vervormingen van het drijflichaam dwingen tot het gebruik van lichtere machines en een nauw voorgeschreven volgorde. De belastingen moeten zo veel mogelijk gelijkmatig verdeeld worden. Vooral het beglazen is een kritiek moment. De kasconstructie mag niet te veel vervormd zijn op het moment dat de ruiten geplaatst worden. Daarom wordt beglaasd met een lichtere constructie. Tijdens de bouw van de kas dient continu bewaakt te worden dat drijflichaam en kas niet beschadigen.

Nog niet eerder werd een dergelijke grote watermassa met beperkte diepte afgedekt. Floating Roses zal daarom onderdak bieden aan een onderzoeksproject waarin de waterkwaliteit om en onder het drijflichaam wordt gemonitord en indien nodig bijgestuurd. Dit onderzoek wordt aangestuurd door een aparte werkgroep die rapporteert aan de stuurgroep drijvende kas. In het drijflichaam zijn voorzieningen aangebracht om een aantal parameters m.b.t. de waterkwaliteit te kunnen meten.

### 2.3 Risico's

Uiteraard is het realiseren van een dergelijk innovatief project niet zonder risico's. Voordat de investeringsbeslissing genomen kan worden dienen de risico's in kaart gebracht te worden, inclusief de daarbij horende beheersmaatregelen. De risico's zijn te scheiden in risico's die optreden tijdens de realisatie van Floating Roses en risico's die optreden in de bedrijfsvoering van het rozenbedrijf. Tijdens de bouw van het drijflichaam kunnen tegenvallers optreden die kostenverhogend zijn, bijvoorbeeld

veroorzaakt door de grondgesteldheid. Tijdens de bouw van de kas kan meer stelwerk nodig zijn als blijkt dat de stijfheid van het drijflichaam anders is dan voorspeld in de berekeningen. De teelt van rozen op een betonvloer is nieuw. Problemen met de teelt als gevolg hiervan zijn vooraf wel te beperken, maar niet uit te sluiten. Te allen tijde moet voorkomen worden dat het waterniveau onder de kas te laag wordt. Bij droogvallen kan grote schade aan kas, drijflichaam en dus teelt ontstaan, maar ook vanwege de waterkwaliteit is dit een risico. In dit onderzoek is aandacht besteed aan de risico's en de belangrijkste risico's zijn in dit rapport beschreven. Dit vormt echter geen compleet beeld, omdat niet alle aspecten van het bedrijf Floating Roses onderzocht zijn en omdat in dit stadium nog vele onduidelijkheden bestaan over bijvoorbeeld de locatie en financiering van het project. Het is aan te bevelen om voor de daadwerkelijke realisatie een uitgebreide risicoanalyse uit te voeren.

## 2.4 De businesscase

De investeringskosten van Floating Roses zullen hoger zijn dan voor een vergelijkbare kas op land. De opbrengsten van de rozen zullen niet wezenlijk verschillen van vergelijkbare rozen uit een kas op vaste grond. Bijzonder is wel dat er sprake is van meervoudig ruimtegebruik, namelijk tuinbouw en waterberging. Van belang is dat voor het bedrijf Floating Roses een gezonde businesscase ontstaat. Om dit mogelijk te maken is de financiering van het project opgedeeld in een aantal pakketten: de inrichting van het gebied, het drijflichaam en de meerkosten van de kas, de opstal, de bedrijfsruimte en bijgebouwen en tenslotte de exploitatie. Dit rapport geeft een inschatting van de totale investeringen voor elk van deze pakketten. De pakketten, of combinaties daarvan kunnen door verschillende partijen worden gefinancierd. De volgende stap in de realisatie van Floating Roses is om de financiering concreet vorm te geven.

Om realisatie van Floating Roses mogelijk te maken, moeten de additionele investeringen en risico's te overzien zijn. Belangrijk doel van het vooronderzoek was immers om deze in kaart te brengen. De kosten van het drijflichaam zijn daarin de grootste post. Het bedrijf moet daarnaast zo effectief en efficiënt mogelijk rozen produceren. Dit vertaalt zich naar de keuze voor bewezen technologie en voor standaardoplossingen. Anderzijds vraagt de wens om een blikvangend project om zo veel mogelijk innovatieve technologie. Het meest innovatief aan Floating Roses is natuurlijk het feit dat het drijft. Bij het schrijven van dit rapport is financieel en technisch bewezen technologie het uitgangspunt. Uiteraard kunnen er in het vervolgstadium innovatieve oplossingen worden ingepast als de tuinders dat wensen en als het in de tussentijd financieel haalbaar is gebleken. Voorbeelden hiervan zijn een volledig gesloten kas, LED verlichting, geothermie etc. Per geval kan een aanvullende businesscase worden opgesteld. Ook een bezoekerscentrum of expositieruimte is daarom buiten de businesscase van Floating Roses gehouden.

### 3 Ontwerp, toetsing en bouwwijze van het Drijflichaam

In dit werkpakket wordt een drijflichaam ontworpen om de kas van een rozenkwekerij van 4,5 hectare te dragen. De kasconstructie is relatief licht en de belastingen worden gelijkmatig verdeeld over de onderbouw. De technische deelproblemen die (o.a.) zijn onderzocht zijn:

- Het gedrag van een groot drijflichaam in relatie tot de toelaatbare vervorming van de kasconstructie. Er is zal een balans gevonden moeten worden tussen stijver uitvoeren van het drijflichaam (zwaar kostenverhogend) en verhogen van de vervormingcapaciteit van de kas.
- Tijdens het bouwproces moet rekening gehouden worden met het drijvende karakter van de kas. Standaard bouwmethoden voldoen niet. Er zullen andere efficiënte en arbo-toegelaten werkwijzen moeten worden ontwikkeld.

#### 3.1 Uitgangspunten Drijflichaam

Uitgangspunt is het vormen van een momentvaste vloer van 4,5 hectare, zodat er een kas zonder dilataties op gebouwd kan worden.

##### 3.1.1 *Belastingen*

De belasting op het drijflichaam bestaat in hoofdzaak uit het gewicht van de kas en uit de belastingen die op de kas werken zoals wind en sneeuw. Deze belastingen zijn beschreven in Hoofdstuk 4. In de nadere uitwerking van de gekozen variant wordt hierop teruggekomen. De belasting binnen de kas bestaat uit het eigen gewicht van de teeltinstallaties en de teelt zelf. De belasting uit teelt bedraagt 40 kg/m<sup>2</sup>. Deze belasting kan overal op de betonvloer aanwezig zijn. De nuttige belasting binnen de kas bestaat uit personen en eventueel lichte werktuigen. Deze belasting zal steeds zeer lokaal aanwezig zijn en heeft nauwelijks invloed op het drijflichaam.

Tijdens de bouw van de kas kunnen er grote belastingen optreden door machines en opslag van bouwmaterialen (staal en glas). In paragraaf 4.3 wordt de bouwwijze van de kas beschreven met als randvoorwaarde de sterkte en stijfheid van het drijflichaam.

De belasting door golven zal beperkt zijn omdat de plas waarin de kas komt relatief klein is. Deze belasting is van een lagere orde dan de overige belastingen en is nog niet gekwantificeerd. Bij de uitwerking van het project is het wel van belang door een specialist op dit gebied een advies te laten opstellen.

##### 3.1.2 *Toelaatbare Vervormingen*

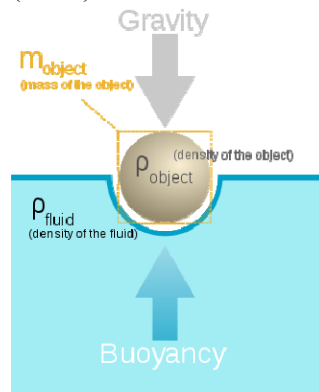
De maximaal toelaatbare vervormingen van het drijflichaam worden bepaald door het glas van de kasconstructie. Het glas mag uiteraard niet breken of naar beneden vallen. Hierbij is de bouwfase kritisch omdat dan relatief zwaar materieel aanwezig zal zijn terwijl het glas al is geplaatst. In samenwerking met Werkpakket 2.3 is deze situatie beschouwd. Zie ook Werkpakket 2.3: Kas.

##### 3.1.3 *Afmeting drijflichaam*

Er wordt uitgegaan van een aaneengesloten drijflichaam met de afmetingen 146,2 x 297 m<sup>2</sup> met een kas van 146 x 292 m<sup>2</sup>. Aan beide korte einden van het drijflichaam is zo een onderhoudspad van 2,50 m beschikbaar. Zie voor overzichtstekening Figuur 2.1

### 3.2 Varianten drijflichaam

Een drijflichaam kan worden gedefinieerd als een object in water (of een andere vloeistof) waarmee een opwaartse kracht wordt gecreëerd. Deze kracht wordt ook wel de archimedeskracht genoemd, naar de Wet van Archimedes, waarin een koppeling wordt gelegd tussen de massa van het object en het volume van de verplaatste stof (water).



Figuur 3.1 Wet van Archimedes

Om maximaal drijfvermogen te creëren worden vaak lichte materialen (hout, EPS) en gassen (lucht) gebruikt. Lucht kan op verschillende wijzen worden ingesloten, door cilinders, bakken e.d. maar ook in schuim zoals EPS.

In ‘morfologische studies’ wordt de drijf functie met andere functies van het drijflichaam, zoals draagconstructie en koppelingen gecombineerd tot een serie ‘mogelijke modulaire drijflichamen’. Bestaande oplossingen zijn hierin ook te classificeren, waardoor een compleet overzicht van bestaande en nieuwe technieken ontstaat. Voor deze morfologische studies wordt verwezen naar de volgende publicaties:

- Spliet, A. (2002) *Technical background study of floating greenhouses*. MSc Thesis, TU Delft [3]
- Kuijper, M (2004) *De drijvende fundering*. TU Delft MSc Thesis [4]
- Oever, J.H.W. van den (2005) *Ontwerp van een kasconcept in bergingsgebieden*. TNO-rapport, Delft [2].

In Bijlage B zijn enkele overzichten uit bovenstaande studies opgenomen.

#### 3.2.1 Toegepaste gangbare drijflichamen

Het uitgangspunt in Floating Roses is het opleveren van een realiseerbare business case. Hierbij dient bij voorkeur gebruik te worden gemaakt van bestaande technische oplossingen, of te ontwikkelen producten voorbij het prototypestadium. Niet alle bovengenoemde ‘morfologische oplossingen’ voldoen hier aan. In het kader van Floating Roses wordt daarom gekeken naar toegepaste gangbare drijflichamen.

Uitgangspunt voor selectie voorkeursvarianten zijn:

- Technische haalbaarheid, bekeken vanuit constructieve, uitvoeringstechnische en materiaalaspecten.
- Financieel-economische haalbaarheid

Wereldwijd worden ruwweg twee methoden gebruikt om te bouwen op water: doormiddel van een gesloten bak (soort schip) of doormiddel van een platform op drijfvermogen (vaak EPS='piepschuim').

### 3.2.2 *Benodigde stijfheid drijflichaam*

Uitgaande van een standaardconstructie van een *platform op EPS met vlakke in het werk te storten betonvloer met verstijvingsribben (FlexBase)* is bepaald welke variant voldoet aan de gestelde eisen. Op basis hiervan kan worden nagegaan of gebruik van andere materialen en opbouw van de constructie kan leiden tot een besparing in bijvoorbeeld kosten en uitvoeringstijd.

Uit berekeningen is gebleken dat de opbouw van de constructie voornamelijk wordt bepaald door de vervormingseis tussen de afzonderlijke kolommen van de kas. De dikte van de betonvloer is vervolgens van grote invloed op de toe te passen dikte van de EPS-laag.

Als ervoor kan worden gezorgd dat het eigen gewicht van de constructie wordt gereduceerd dan heeft dit direct een reductie van de EPS dikte tot gevolg.

Uit berekeningen is een minimaal benodigde stijfheid bepaald.

Middels de minimaal benodigde stijfheid is voor verschillende materialen en constructies bepaald wat de daarbij benodigde constructiehoogte wordt. Met de globaal bepaalde constructiehoogte en het soortelijk gewicht van het betreffende materiaal is nagegaan wat de bijbehorende EPS dikte moet worden.



### 3.2.3 Variantenafweging

- Prijsindicaties op basis van hierboven geschetste condities.
- Puntsgewijs de belangrijkste technische aspecten van de varianten. Voor meer detailinformatie over de technische haalbaarheid zie Bijlage: B.

Tabel 3.1 Varianten drijflichaam

	Variant	Kosten €/m <sup>2</sup>	Technische haalbaarheid	Conclusie
1	Prefabbeton bak	250	- diepgang 1,5m - veel koppelingen	VALT AF
2	Kunststof bak (composieten)	Hoog	- diepgang 1,5m - veel koppelingen	
3	Platform op EPS met vlakke ihw te storten betonvloer met verstijvingsribben	185	- veelvuldig toegepast - geen prefabricage	OPTIE
	- staalvezelbeton			
4	Platform op glasvezel versterkt EPS met vlakke ihw te storten betonvloer	170	- pilot 6x6m gerealiseerd, grotere oppervlakken onbekend - geen prefabricage	OPTIE
	- staalvezelbeton			
5	Platform op EPS met bubbledeckvloersysteem		- gewichtsbesparing valt tegen t.o.v. betonvloer	VALT AF
6	Platform op EPS met vlakke stalen plaat		- extreem zwaar (65% meer EPS benodigd)	VALT AF
7	Platform op EPS met vlakke kunststof plaat (composieten)		- experimenteel, geen referenties	VALT AF
8	Platform op EPS met vlakke betonvloer met staalprofielen in EPS-laag	279	- geen verhoging stijfheid tov type 3	VALT AF
9	Aluminium drijflichaam	210	- experimenteel, geen referenties	VALT AF

### 3.2.4 Voorkeursvarianten

#### Technische haalbaarheid

Met betoncasco's (bakken) is ruime ervaring bij verschillende partijen. Maar bakken zijn voor de toepassing bij Floating Roses niet geschikt. Dit is vanwege het grote aantal dat gekoppeld moet worden, wat zowel technisch lastig als kostenverhogend is. Het aantal elementen wordt geschat op ongeveer 300. Daarbij is het transport van de geprefabriceerde bakken waarschijnlijk gecompliceerd. Afhankelijk van de locatie kunnen deze er wel of niet hier naar toe gevaren worden. Het alternatief is transport met diepladers, wat gezien het grote aantal elementen niet kosteneffectief is.

De alternatieven met kunststof of composieten zijn waarschijnlijk technisch haalbaar, maar er is nog geen ervaring hiermee in de drijftechniek. Staalplaatvloeren en bubbledeckvloeren zijn technisch haalbaar.

Met platformen van beton en EPS is ruime ervaring in verschillende toepassingen. Fabrikant FlexBase heeft hiermee verschillende oppervlakken en vormen gefabriceerd.

#### Kosteneffectief

Kunststof of composieten varianten zijn algemeen gesteld niet concurrerend ten opzichte van EPS als gekeken wordt naar gecreëerd drijfvermogen. Per kilo kunststof sluit EPS constructief de meeste lucht in, onafhankelijk van de wijze waarop (blok, bak, ballen of cilinders).

Composieten kunnen echter wel een andere functie vervullen (draagfunctie/randafwerking), als vervanger van beton. Op dit moment is een gewapend betonnen vloer echter (nog steeds) kosteneffectiever dan een composietconstructie in deze toepassing.

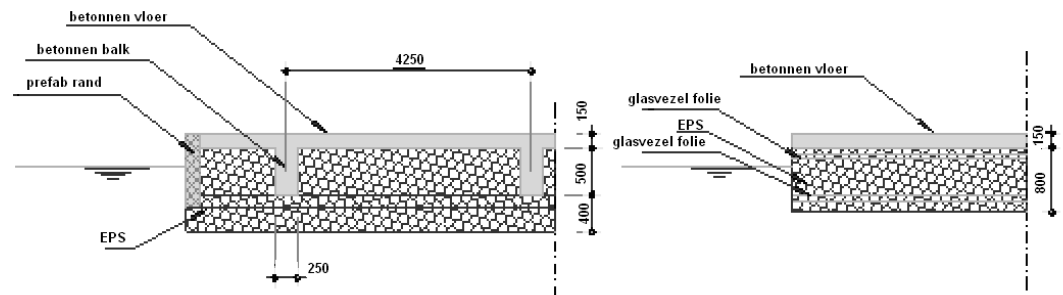
Staalplaatvloeren en bubbledeckvloeren zijn niet concurrerend qua prijs.

Platformen van beton en EPS zijn op deze oppervlakken en toepassing het meest kosteneffectief.

#### Voorkeursvarianten

De varianten met verstijvingsribben FlexBase (3) en met glasvezelfolies FlexBase Light (4) vormen op basis van technische haalbaarheid en kosteneffectiviteit de voorkeursvarianten.

- Platform op **EPS** met vlakke in het werk te storten **betonvloer met verstijvingsribben** merknaam: *FlexBase*
- Platform op **EPS** met vlakke in het werk te storten **betonvloer (met glasvezelfolies)** merknaam: *FlexBase light*



Figuur 3.2

Flexbase Standaard

Flexbase light

Op basis van prijs heeft Flexbase Light de voorkeur. Daarbij komt dat Flexbase Light nog meer voordelen heeft:

- Door het ontbreken van de stortfase van het storten van de betonbalken is het drijflichaam sneller gereed en is er minder bouwruimte benodigd;
- FlexBase Light kent minder risico's tijdens de uitvoering. Na verlijmen van de met glasvezel versterkte EPS blokken ontstaat er direct een sterk en stijf geheel. Bij FlexBase standaard ontstaat er pas een stijf geheel nadat de betonbalken gestort en verhard zijn. In de periode tussen het leggen van de eerste EPS plaat en het einde van de verharding van de betonbalken is het drijflichaam gevoelig voor harde wind. Omdat er 36 elementen worden gestort komt dit risico 36 keer terug.

FlexBase Light heeft dus de laagste prijs per m<sup>2</sup>, heeft de kortste bouwtijd en kent de minste risico's tijdens de bouw. Deze variant wordt daarom uitgewerkt en getoetst op constructieve, uitvoeringstechnische- en materiaalaspecten en financiële haalbaarheid.

### 3.3 Constructieve uitwerking voorkeursvariant FlexBase Light

Vanuit de constructieve invalshoek wordt gekeken naar de mechanica en sterkteleer: het evenwicht, de beweging en het bezwijken van het drijflichaam onder invloed van de inwerkende krachten. Hierbij spelen belastingen (permanent en variabel) en de resulterende spanningen, vervormingen en verplaatsingen een rol.

#### 3.3.1 Uitgangspunten

*Beton:*

sterkteklasse beton : C28/35

sterkteklasse cement : 42,5

norm : NEN 6720(VBC)

Factoren voor kruip beton

klimaat : luchtvochtigheid 60-85%

ontkisten na : 28 dagen

*EPS*

sterkteklasse EPS : EPS 60 SE / EPS 200 SE versterkt met Stabilenka glasvezel folie

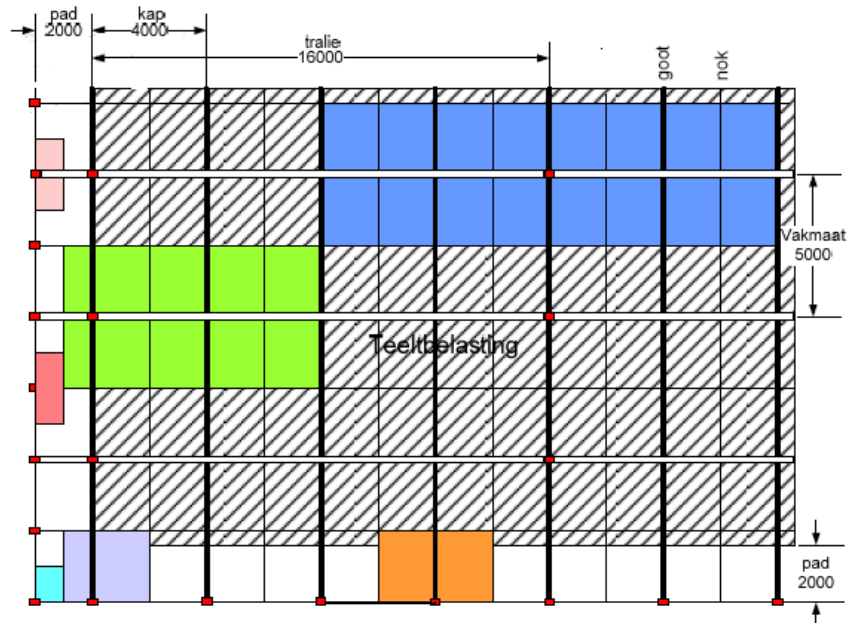
wateropname : maximaal 5% (v/v)

kruipvervorming : < 1%

### 3.3.2 Belastingen

#### 3.3.2.1 Belasting uit kasconstructie

De betonvloer wordt belast door de kasconstructie. Aan de randen dragen de kolommen een wisselend gedeelte van het dek (Zie paragraaf 4.1.3). In Figuur 3.3 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 3.3 Lastverdeling aan de randen van de kas

Het gewicht van de gevel wordt als een q-last op het drijflichaam gezien van  $130 \text{ N/m}^2$  x de hoogte van het glas. De gevel bevat ook veel leidingen met inhoud. Deze zijn opgehangen aan de gevelkolommen. In onderstaande tabel zijn de totalen per kolom gegeven bij normaal gebruik als bij sneeuw (maximale belasting op het drijflichaam).

De permanente belasting (eigen gewicht) van de kas valt onder de gebruiksbelasting in Tabel 3.2. De belasting in de kolom sneeuw is de totale belasting van het eigen gewicht + de sneeuwbelasting.

Tabel 3.2 lasten per kolomtype aan de rand van de kas

Kolom	Gebruiksbelasting [N]	Sneeuw [N]
middenveld	23854	47182
kopgevel	3690	6606
kopgevel voor zijgevel	2790	4977
voor zijgevel	13373	26495
zijgevel traliekolom	1686	2415
zijgevel tussenkolom	1440	2169
hoek kolom	993	1722

### 3.3.2.2 *Belasting uit teelt*

De belasting uit teelt bedraagt  $40 \text{ kg/m}^2$ . Deze belasting kan overal op de betonvloer aanwezig zijn.

### 3.3.2.3 *Dynamische belastingen*

Water, drijflichaam en kas vormen een dynamisch systeem. Wind, stroming en Golven vormen belastingen op het drijflichaam. Daarbij denkt men vooral aan wind op de kas en aan de korte golven die veroorzaakt worden door wind. Wind vormt vooral een belasting die relevant is voor de kas (zie 4.2.3) en voor de verankering van drijflichaam en kas. Naast wind zijn golven en stroming van invloed op de dimensionering van de meerpalen (zie 3.7.1)

Voor de beschouwde locatie in de Voorafsche Polder, is een golfspectrum niet voorhanden. Er zijn verschillende methoden om vanuit een geïdealiseerd spectrum tot een significante golfhoogte te komen, iedere methode met specifieke kenmerken en nadelen. Gezien de beperkte afmetingen van de plas zullen de golfhoogtes en dus ook de belastingen voortkomend uit deze golven beperkt zijn. Een golfhoogte van meer dan 0,35 m is normaliter niet te verwachten, echter bij een geringe waterdiepte, zoals hier het geval is, zijn golfhoogtes van 0,5 m niet uit te sluiten. De periodetijd van de aangenomen significante golf is ongeveer 2 seconden.

Periodieke vervormingen van het drijflichaam kunnen ontstaan onder invloed van de golven (de responsie van het drijflichaam op het golfspectrum). Dit risico is groot indien significante golffrequentie(s) uit het spectrum overeenkomen met een trilfrequentie van het drijflichaam. Aangezien het drijflichaam, ten gevolge van de grote afmetingen in verhouding tot de geringe dikte, zeer buigslap is, zijn de eigenfrequenties van het drijflichaam erg laag. Periodetijden van de laagste trilmodes zijn geraamd op ca. 4 minuten tot 1,5 minuut. Opslingering (eigenmodes) van het drijflichaam zijn hierdoor niet te verwachten bij deze golven. De gunstige invloed van eventuele demping, ontstaan door beweging van het water in de geringe vrije hoogte tussen het drijflichaam en de bodem, is buiten beschouwing gelaten.

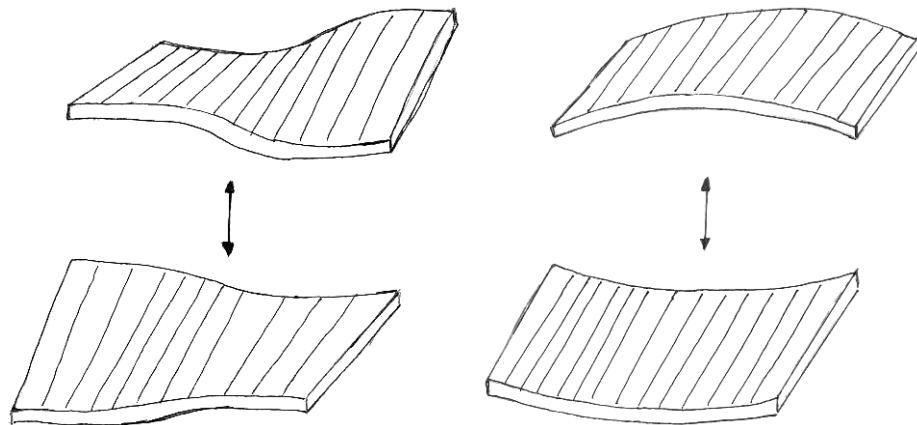
Buiten de genoemde eigenmodes, zijn de periodetijden van de zogenaamde “rigid body modes” van belang, en met name die van de verticale beweging. De geraamde, theoretische periodetijd van de verticale oscillatie bedraagt ca. 1,7 á 1,8 seconden. Aangezien het drijflichaam relatief slap is zal deze zich echter niet als een volkomen “rigid body” gedragen. Of hierdoor interactie kan ontstaan tussen de verticale rigid body mode en een of meerdere eigenmodes van het drijflichaam, is in dit stadium niet nagegaan en is dus niet uitgesloten.

### **Sloshing**

Er kunnen echter ook andere golven ontstaan, zogenaamde sloshing. Daarbij ontstaat een golfvorm die langer is dan de plas zelf waardoor het water als het ware in zijn geheel heen en weer gaat klotsen in de eigenfrequentie van het systeem. De amplitudes voor deze golfvormen zijn laag, maar kan in havenbekkens door opslingering leiden tot grotere amplitudes (25 cm). In het geval van floating roses is dit niet mogelijk. Sloshing kan ook veroorzaakt worden door relatief lage windkrachten. De periodetijden van sloshing zijn veel langer dan die van korte golven en kan bij grote meren zelfs meerdere uren bedragen. De vorm van de plas waarin floating roses ligt, met schuine, natuurlijke oevers is niet erg vatbaar voor sloshing, omdat schuine oevers golven slecht weerkaatsen.

Een praktisch gevaar schuilt in lange golven die veroorzaakt kunnen worden door snelle schepen, bijvoorbeeld een speedboot. Deze lange golven zouden de kas zodanig kunnen vervormen dat bijvoorbeeld ruitbreuk in de gevel optreedt. Het gebruik van de plas voor dit soort doeleinden is dus sterk af te raden.

Zoals eerder opgemerkt, wordt de gevoeligheid van een constructie voor periodieke belastingen, zoals door de golven, in sterke mate beïnvloed door de eigenfrequenties van de constructie, en vooral als de golffrequentie samenvalt met een eigenfrequentie of deze nadert. Bij elke eigenfrequentie treedt een specifieke vervorming in de constructie op (eigen mode, of mode shape genoemd) welke vooral afhankelijk is van massa's, stijfheden en randvoorwaarden. De meest voor de hand liggende vorm wordt bepaald door buiging in één richting van het drijflichaam (zogenaamde buigmodes), maar ook meerdere buiggolven zijn mogelijk, of een andere vervorming zoals torsierotatie.



Figuur 3.4 Twee vormen van trilling in een plaat

Bij drijvende constructies zijn de trilfrequenties lager dan bij star opgestelde constructies, omdat bij het bewegen van de constructie ook een bepaalde hoeveelheid water meebeweegt. Dit noemt men toegevoegde massa. Deze toegevoegde massa is afhankelijk van de vorm van de constructie en van de diepgang. Bij floating roses worden de eigenfrequenties hierdoor verlaagd. Uit een eerste analyse volgt dat de laagste trilmoden de periodetijden van de drijvende constructie variëren van circa 226 tot 81 seconden (frequenties ca. 0,0044 en 0,0123 Hertz). Na het in rekening brengen van de toegevoegde massa wordt dit circa 263, resp. 95 seconden (frequenties ca. 0,0038 en 0,0105 Hertz).

Ingeschat wordt dat de kans van opslingering ten gevolge van de kleine golven uitermate klein is. Een belasting in het frequentiegebied van drijflichaam kan gevormd worden door sloshing, waarbij de verwachting is dat de amplitudes zeer klein zullen zijn. Schade aan het drijflichaam of kas is niet te verwachten. Berekeningen hieromtrent zijn omvangrijk en vallen buiten het bestek van het vooronderzoek.

#### 3.3.2.4 *Belastingcombinaties*

Om de sterkte en de vervormingen te kunnen toetsen zijn op basis van de volgende belastingen in 6 verschillende belastingcombinaties de optredende krachten en vervormingen berekend:

- Eigen gewicht betonvloer
- Eigen gewicht kasconstructie
- Teeltbelasting
- Sneeuwbelasting op de kas
- Windbelasting op de kas

#### 3.3.2.5 *Droogvallen*

Bij daling van de waterstand zou het drijflichaam met de bodem in aanraking kunnen komen. Bij een 100% vlakke bodem zou dit geen belasting op het drijflichaam geven. De realiteit is echter dat de bodem niet vlak is waardoor er zeer grote krachten in het drijflichaam ontstaan die constructief niet op te nemen zijn. Het is daarom van groot belang dat de waterstand niet zover daalt dat het drijflichaam de bodem raakt.

#### 3.3.3 *Toelaatbare vervorming*

De constructieafmetingen van het drijflichaam zijn bepaald aan de hand van de belastingen uit de bovenbouw (kas) en van de belastingen in de kas (teelt). Daarbij is getoetst op sterkte en vervorming.

De vervormingen mogen niet te hoog zijn omdat anders het glas van de kas kan breken of uitvallen.

Tijdens de bouw zijn de vervormingen aanzienlijk hoger omdat relatief zwaar materieel wordt toegepast om de kas te bouwen. Zolang het glas nog niet geplaatst is, zijn relatief grote vervormingen toelaatbaar. Tijdens het plaatsen van het glas ontstaat er echter een probleem omdat de vervorming als gevolg van de beglazingsmachine te groot kan zijn voor het al geplaatste glas. Vooral aan de randen van het drijflichaam speelt dit. In samenwerking met de vervorming van de kas, zoals beschreven in Hoofdstuk 4, is deze situatie beschouwd.

#### Ontwerpberekeningen

Voor het ontwerp van de betonvloer worden 2 aspecten getoetst:

- vervorming;
- sterkte.

De eis aan de vervorming wordt gesteld door de kasconstructie.

Bij de sterkte wordt de betondoorsnede getoetst of deze genoeg capaciteit bezit om de belastingen op te nemen en niet kapot te gaan.

De grootte van de vervorming is afhankelijk van de stijfheid van de vloer. Bij een grote stijfheid zal de vloer onder invloed van een belasting weinig vervormen. Als de vloer minder stijf is (slapper of elastischer) zullen er onder invloed van een belasting grotere vervormingen optreden. De stijfheid van de vloer neemt door het kruipeffect in de tijd af.

Voor het berekenen van de vervorming is daarom gerekend met een gereduceerde stijfheid of lange duurstijfheid. Alleen bij de toetsing van de vervormingen tijdens de bouw van de kas wordt er met een niet gereduceerde stijfheid gerekend. De bouw van de kas vindt immers plaats korte tijd nadat de vloer gestort is.

### 3.3.3.1 *Bepaling stijfheid en sterkte betonvloer drijflichaam*

De stijfheid van de betonvloer van het drijflichaam heeft een grote invloed op de vervorming van de kas. De stijfheid van de betonvloer wordt bepaald door de elasticiteitsmodulus  $E$  en het kwadratisch oppervlaktemoment  $I$ .

De elasticiteitsmodulus is afhankelijk van het materiaal, de belasting en de tijd. Het kwadratisch oppervlakte moment is afhankelijk van de vorm en afmeting van de constructie.

Wanneer er een kracht op een materiaal wordt uitgevoerd vervormt dat materiaal. Naarmate de kracht groter wordt neemt de vervorming toe. Als de kracht niet verder wordt verhoogd maar constant blijft, dan blijkt de vervorming toch nog enige tijd toe te nemen. Die extra vervorming wordt kruip genoemd. Door het kruipeffect neemt de elasticiteitsmodulus over de tijd af. Bij langdurige belastingen, belasting die altijd aanwezig zijn, moet de elasticiteitsmodulus daarom worden gereduceerd met de kruipfactor. De grootste invloeden op de kruipfactor zijn:

- *Het moment van belasten*  
Nadat het beton is gestort, moet voor het moment van belasten zo lang mogelijk worden uitgesteld om kruip te beperken.
- *De relatieve vochtigheid*  
Bij een hoge relatieve luchtvochtigheid is de kruip lager dan bij een lage luchtvochtigheid.
- *De grote van de belasting*  
Het is belangrijk dat de optredende momenten door permanente maar ook door veranderlijke belastingen onder het scheurmoment  $M_{rt}$  blijven. Beton kan goed drukspanningen opnemen, maar veel minder goed trekspanningen. Daarom wordt het beton gewapend. Als de trekspanning in het beton onder invloed van een belasting wordt overschreden zal het beton scheuren. Dit is een normaal verschijnsel in gewapend beton. De trekspanningen worden verder door de wapening opgenomen. Gevolg hiervan is dat de stijfheid van de betonconstructie afneemt. Het ongescheurde beton is stijver dan het gescheurde beton waarin de wapening de trek opneemt.

In de notitie: *Berekening scheurmoment en buigstijfheid vloer drijflichaam* [5] is een berekening opgenomen voor een vloerdikte van 150 mm. Hieruit volgt:

- Lange duur stijfheid:  
 $(EI)_{rep} = \alpha E \cdot b I = 0,52 \cdot 31000 \cdot 281,3 \cdot 10^6 = 4,535 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$
- Scheurmoment:  
 $M_{rt} = 18,27 \text{ kNm}$

### 3.3.3.2 *Dikte drijflichaam*

De dikte van het drijflichaam wordt bepaald door de dikte van het EPS en de dikte van de betonvloer die op het EPS wordt gestort. Het gewicht van het EPS, betonvloer, kasconstructie en de teeltbelasting bepalen de diepgang van het drijflichaam.

Deze diepgang plus het vrijboord (hoogte drijflichaam boven de waterlijn) geeft de totale dikte van het drijflichaam.

#### Permanente belasting

Betonvloer dik 150 mm →  $0,15 \cdot 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$  diepgang = 0,375 m

Bovenbouw (gemiddelde zakking uit EEM programma) → diepgang = 0,065 m



Veranderlijke belasting door teelt

Teeltbelasting is  $400 \text{ N/m}^2 \rightarrow = 0,4 \text{ kN/m}^2$  diepgang= 0,04 m

Totaal 0,48 m

Wateropname door EPS

EPS dikte = 800 mm de wateropname is 5% per volume dat onderwater ligt.

Gewicht EPS ( $20 \text{ kg/m}^2$ ) niet verzadigd  $\rightarrow 0,8*0,2=0,16 \text{ kN/m}^2$

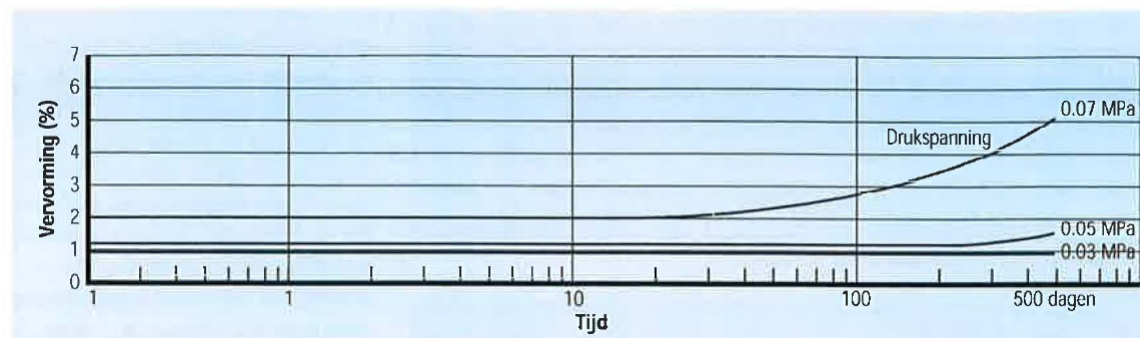
verzadigd  $\rightarrow 0,48*10*5\% = 0,24 \text{ kN/m}^2$

Totaal  $0,40 \text{ kN/m}^2$  diepgang= 0,04 m

Kruip EPS

Drukkracht op EPS circa  $5 \text{ kN/m}^2$  (waterdiepte 0,52m)  $5 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 0,005 \text{ N/mm}^2$

Kruipvervorming is kleiner dan 1%  $\rightarrow$  verwaarloosbaar



Figuur 3.5 Kruip EPS

Totale diepgang door eigen gewicht, veranderlijke belasting en wateropname van het EPS:

Diepgang =  $0,48 + 0,04 = 0,52 \text{ m}$

Dikte EPS = 0,80 m

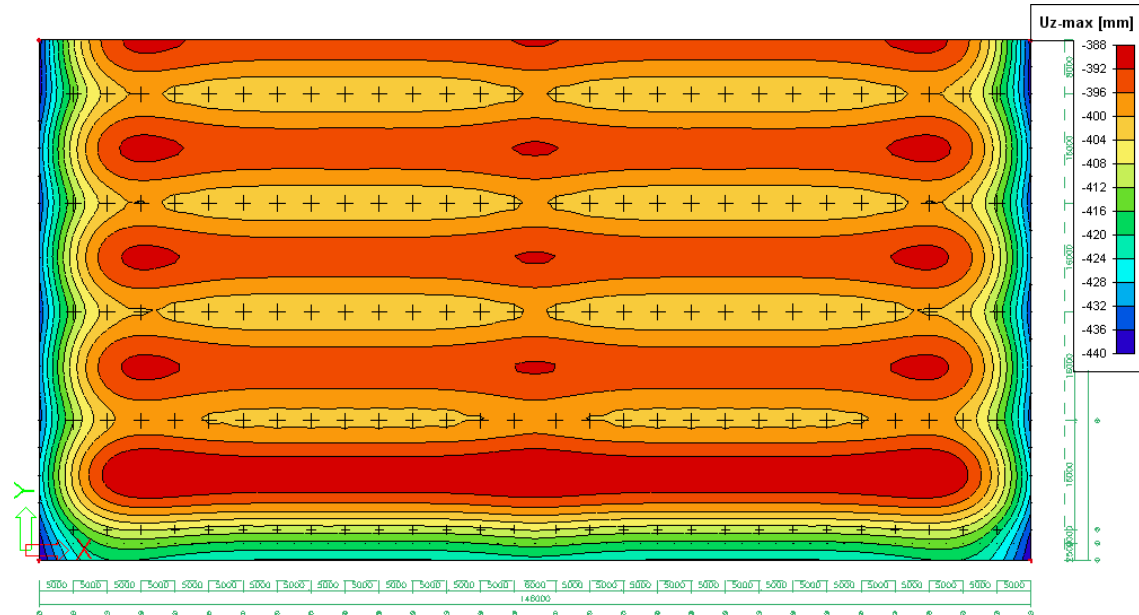
Dikte vloer = 0,15 m

Vrijboord =  $0,95 - 0,52 = 0,43 \text{ m}$  acceptabel

De dikte van het totale drijflichaam inclusief betonvloer is dus  $950 \text{ mm} = 0,95 \text{ meter}$ .

### 3.3.3.3 Resultaten vervormingen

Figuur 3.6 toont de vervorming t.g.v. het eigen gewicht van de kas. Het eigen gewicht van de betonvloer zorgt voor een gelijkmatige zakking. Te zien is dat tussen de kolommen (zwarte kruisjes) de vloer iets omhoog komt, de zakking is daar minder dan bij de kolommen. De randen van het drijflichaam zullen meer zakken doordat de kolommen op de rand staan en de gevelbelasting ook aangrijpt op de rand.



Figuur 3.6 Verplaatsing belastingscombinatie 1

In de notitie *Ontwerpberekeningen drijflichaam* referentie [6] zijn vergelijkbare verplaatsingsfiguren opgenomen voor de volgende combinaties:

Combinatie 2: eigen gewicht van de kas met de teeltbelasting

Combinatie 3: het eigen gewicht van de kas met sneeuwbelasting

Combinatie 4: eigen gewicht van de kas, sneeuwbelasting in combinatie met de teeltbelasting.

Combinatie 5: eigen gewicht van de kas in combinatie met de windbelasting.

Combinatie 6: eigen gewicht van de kas in combinatie met de windbelasting en de teeltbelasting.

#### 3.3.3.4 *Resumé vervormingen*

De vervormingen als gevolg van wind zijn het grootst.

Op basis van de verplaatsingsfiguren zijn de maximaal optredende zakkingverschillen tussen de kolommen van de kas bepaald. Vervolgens is bepaald of de kasconstructie deze vervormingen kan opnemen (zie paragraaf 4.2.4).

#### 3.3.3.5 *Resultaten sterkte*

De vervormingen gaan gepaard met spanningen in de betonvloer. Zoals eerder is aangegeven is het belangrijk dat de optredende trekspanning onder de trekspanning van het beton blijft. Met andere woorden het beton mag niet scheuren. In de notitie *Ontwerpberekeningen drijflichaam* [6] is voor 6 belastingcombinaties het optredende moment bepaald.

#### 3.3.3.6 *Resumé sterkte*

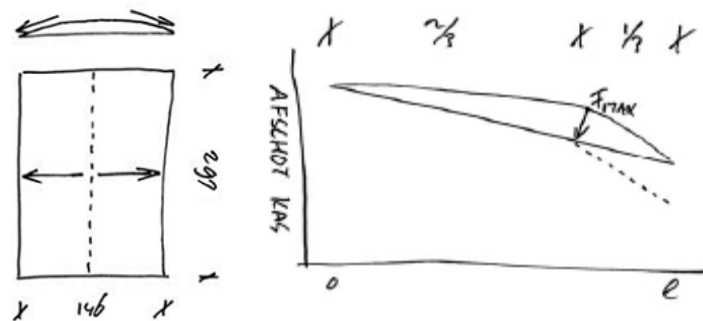
Het scheurmoment van de betonvloer is  $M_{ri} = 18,27$  kNm. De optredende momenten van de combinaties 1 t/m 6 zijn allen lager dan dit scheurmoment.

### 3.3.4 Wateraccumulatie en afschot

Het benodigde afschot van het dak van de kas is 2 mm/m in breedterichting. Besloten is om dit afschot in de bovenzijde van de vloer van het drijflichaam aan te brengen. De kolommen van de kas kunnen hierdoor allemaal gelijk van lengte zijn.

Het afschot wordt gerealiseerd door de bovenzijde van het EPS uit te vullen met EPS, voordat de betonvloer wordt gestort. Benodigd is maximaal 15 cm.

Hoewel het afschot gering is zal er met de consistentie van het beton en het verdichten toch rekening mee gehouden moeten worden. Het uitlopen van het beton mag absoluut niet gebeuren. Een te dikke vloer betekent immers direct extra zakking van het drijflichaam.



Figuur 3.7 Afschot drijflichaam

Theoretisch bestaat ook het gevaar dat er tijdens de bouw wateraccumulatie optreedt. Als het drijflichaam gereed is en de kas nog niet geplaatst, is er een gigantisch oppervlak waarop water kan blijven staan. Berekeningen hebben aangetoond dat hierbij wateraccumulatie kan optreden. (noot: Bij deze berekeningen is er geen rekening mee gehouden dat er 2 mm/m afschot op de vloer aanwezig is.) Om wateraccumulatie te voorkomen worden er tijdens het storten van de vloer PVC pijpen rond 125 mm in de betonvloer en het EPS opgenomen. Bij een grid afgestemd op de kolommen van 32,0 m bij 10,0 m is voldoende waterafvoer verzekerd. Deze doorvoeren kunnen na het gereedkomen van de kas ook gebruikt om de waterkwaliteit onder het drijflichaam te bepalen. De doorvoeren worden afgedekt i.v.m. brand (zie 3.3.6) met een stalen putdekseltje of een andere brandwerende voorziening.

### 3.3.5 Brandveilig bouwen met EPS

Het vervaardigde geëxpandeerd polystyreen (EPS) wordt sinds 2003 uitsluitend in SE kwaliteit geleverd. De aanduiding SE geeft aan dat EPS-SE behoort tot klasse 1 ( of 2 ), getest volgens NEN 6065. De naam 'SE' komt van 'schwer entflammbar' of 'self extinguishing'. De SE -kwaliteit wordt bereikt door een brandvertrager. Deze stof zit volledig verankerd in en aan het EPS in de moleculaire structuur. Onderzoek heeft aangetoond dat de brandvertragendheid na tientallen jaren nog gelijk blijft. De brandvertrager die toegepast wordt is ongevoelig voor water zodat de blijvende werking wordt gegarandeerd. Blootgesteld aan ontstekingsenergie, krimpt EPS-SE weg van de hittebron, waardoor de kans op ontsteking sterk afneemt. Bovendien zorgt de brandvertrager ervoor dat EPS-SE dooft wanneer de hittebron wordt weggenomen. Het smeltpunt van EPS ligt rond de 100 graden Celsius. Het materiaal verweekt naar een pasta-achtige substantie en later naar vloeistof.

Maatgevend voor de brandreactie van een constructie met EPS-SE is het gedrag van de beschermende laag. De beschermende laag bij het drijflichaam is de betonnen vloer.

In de notitie *Materiaalgedrag EPS bij brand* wordt met behulp van tabel A.2 uit de eurocode [9] de temperatuur afgelezen aan de onderkant van de vloer met een dikte van 150 mm. bij branden R30, R60, R90, R120, R180 en R240. Te zien is dat een brand maximaal 120 minuten (R120) mag duren. Daarna zal de temperatuur aan de onderkant van de betonvloer boven de 100 graden Celsius stijgen waardoor het EPS zal verweken. Zoals aangegeven in paragraaf 3.3.5 dienen de doorvoeren in de vloer i.v.m. mogelijk aantasting van het EPS door brand worden afgedicht met een brandwerende voorziening.

### 3.3.6 *Hergebruik drijflichaam*

Over het algemeen wordt voor de economische levensduur van een kas 15 jaar gehanteerd. Na 15 jaar zou de kas vervangen kunnen worden, maar zou ook een ander gebruik van het drijflichaam (met of zonder kas) mogelijk zijn, want de ontwerplevensduur van het drijflichaam is 50 jaar. Onderzocht is welk hergebruik mogelijk is en wat er nu in het ontwerp van het drijflichaam moet worden meegenomen om dit mogelijk te maken. De volgende mogelijkheden voor hergebruik zijn onderzocht:

- Cultureel centrum (kunsthal).
- Activiteitscentrum met kartbaan, bioscoop, restaurants, café's e.d.
- Sportvelden (voetbalvelden).
- Atletiekbaan.
- Golfbaan.
- Sportcentrum met rondom sportvelden.

Voor alle opties geldt dat de gebruiksbelasting per m<sup>2</sup> op het drijflichaam zal toenemen. Voor Floating Roses is gerekend met een gebruiksbelasting teelt van 0,40 kN/m<sup>2</sup> (40 kg/m<sup>2</sup>), zie paragraaf 3.1.1. De gebruiksbelasting van kantoren, publiek ruimte e.d. varieert tussen de 2,5 en 5,0 kN/m<sup>2</sup> (250 á 500 kg/m<sup>2</sup>). Dit betekent dat bij ongelijkmatig verdeelde belasting de gewapende betonvloer verstrekt zou moeten worden. Dit kan door op dat moment een extra gewapende betonvloer op de bestaande betonvloer aan te brengen. Onderzocht zal dan nog moeten worden in hoeverre er gerekend mag worden op samenwerking tussen de bestaande en de nieuwe vloer en of de nieuwe vloer niet los krimpt.

Uitgaande van een drijvend voetbalveld wordt het volgende toegevoegd:

- 10 cm gras (1,0 kN/m<sup>2</sup>)
  - 10 cm lava (1,4 kN/m<sup>2</sup>)
  - 10 cm extra gewapend betonvloer (2,5 kN/m<sup>2</sup>)
- Totaal 4,9 kN/m<sup>2</sup> (490 kg/m<sup>2</sup>)

Hierdoor zakt het drijflichaam 49 cm. Dan zinkt het drijflichaam. Om daarom in de toekomst het voetbalveld mogelijk te maken moet er nu al 49 cm (afgrond 50 cm) aan het drijflichaam worden toegevoegd. Dit betekent dat het vrijboord van 30 naar 80 cm zou toenemen. Afhankelijk grootte en van de mate van verdeling van de belastingen die voorgeschreven wordt, zou de betonvloer misschien versterkt moeten worden.

Uitgaande van lichte bebouwing zullen de andere toepassingen een vergelijkbaar beeld geven. Toevoeging van 50 cm EPS geeft een aanzienlijk uitbreiding van de mogelijkheden van hergebruik, maar is ook kostbaar: ongeveer 1 Miljoen euro.

### 3.4 Materiaalaspecten

In dit onderdeel wordt gekeken naar inwendige krachten en koppels veroorzaakt door gedragingen van het materiaal. Bij beton zijn dit thermische uitzetting, krimp en kruip.

#### 3.4.1 *Krimp betonvloer*

De gewapende betonvloer zal worden opgebouwd uit elementen van circa 25 x 50 m<sup>2</sup> die op het water aan elkaar worden gekoppeld d.m.v. een zogenaamde stortstrook. Verhardend beton krimpt, in eerste instantie snel en in de loop der tijd steeds minder. Dit betekent dat als elementen van verschillende leeftijd aan elkaar worden gekoppeld er per definitie krimpverschillen tussen de elementen zullen zijn. De stortstrook zal ook krimpen ten opzichte van het beton van de elementen. De krimpverschillen kunnen boven een bepaalde waarde tot scheuren in het beton leiden.

Het is mogelijk dit te voorkomen door middel van het aanbrengen van extra betonwapening, maar dit is kostenverhogend. Het is daarom zaak de krimpverschillen tussen de te koppelen elementen zo veel mogelijk te beperken, onder andere door het leeftijdsverschil tussen de te koppelen elementen zo klein mogelijk te maken. In Paragraaf 3.5 Uitvoeringsaspecten wordt hierop ingegaan.

Voor meer informatie over krimpverschillen wordt verwezen naar de notities *Berekening krimp en temperatuurwapening onderbouw* [7] opgesteld door Advin en *Krimpbeschouwing drijflichaam Floating Rosesreferentie* [8] opgesteld door TNO. Hierin wordt op het krimpgedrag van zowel de elementen als de stortstroken ingegaan.

#### 3.4.2 *Temperatuursinvloeden betonvloer*

De temperatuursverschillen in de kas zullen relatief gering zijn. De betonvloer in de kas heeft daarom een gelijkmatige temperatuur waardoor de temperatuurspanningen in het beton klein zijn. Aan de randen kunnen er temperatuurspanningen optreden. De betonvloer in de kas is daar verbonden met de betonvloer die in de open lucht ligt. De temperatuursverschillen tussen binnen en buiten kunnen daar oplopen tot wel 40 °C. Dit is op te vangen door het aanbrengen van extra wapening. Door isolatie van het buitenliggende deel van de betonvloer wordt het temperatuursverschil beperkt.

#### 3.4.3 *Dilataties*

Normaliter wordt een betonvloer (op het droge) om de 60 meter gedilateerd vanwege krimp in combinatie met beperkte vervorming. Dit zou in ieder geval twee dilataties in de breedte en vier in de lengte betekenen op een oppervlak van 300x150 meter. De FlexBase constructies drijven echter en kunnen dus vrij vervormen. Ook de kasconstructie legt weinig beperking op aan de vervorming. Krimp en temperatuur veroorzaken daardoor geen spanningen in het drijflichaam als geheel. Op basis van belastingen, krimp en temperatuursinvloeden zijn er dus geen dilatatievoegen in het drijflichaam nodig zijn. Het drijflichaam van 146,2 x 297m<sup>2</sup> bestaat dan uit één momentvast geheel.

### 3.5 Uitvoeringsaspecten

Ten aanzien van Floating Roses kunnen ruwweg twee uitvoeringstrajecten worden geschetst, afhankelijk van de bodemgesteldheid van de locatie.

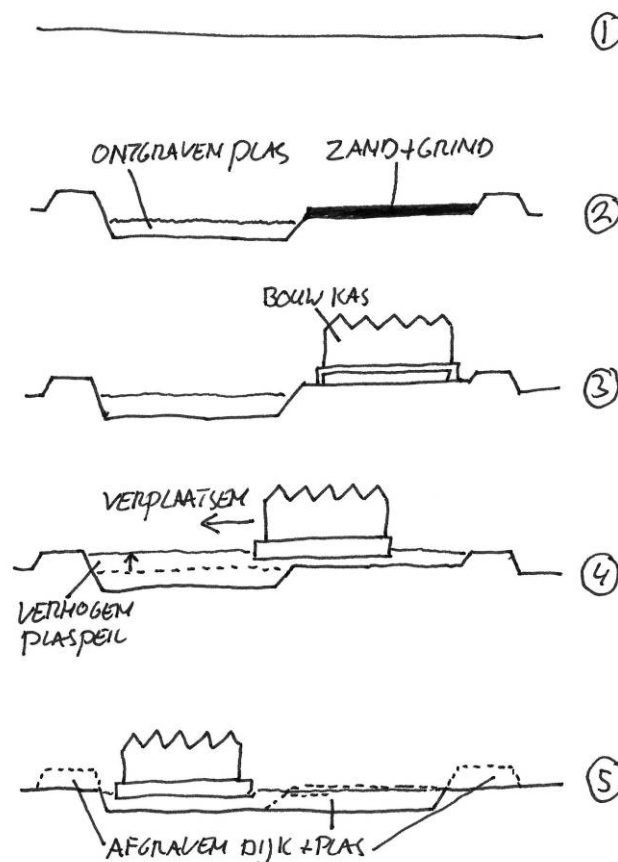
- De **natte bouwmethode**, met als voordelen: generieke bouwwijze in te zetten op elke locatie (die voldoende diep is) en specifieke bouwkennis met betrekking tot

bouwen en water. Het bouwen op water vraagt een fundamenteel ander bouwproces.

- De **droge bouwmethode**, traditioneel en kosteneffectief, is toe te passen afhankelijk van de bodemgesteldheid van de locatie.

### 3.5.1 Droge bouwmethode

Bij de droge bouwmethode wordt het complete drijflichaam opgebouwd op de grond. Daarna wordt de bouwplaats met water volgepompt (binnen omdijkingen) zodat het platform gaat drijven. Nu kan het verplaatst worden en de bouwplaats verder ontgraven worden.



Figuur 3.8 Stappenplan voor de droge bouwmethode

Het grondverzet bevat: opbrengen zand en grind oppervlakte 5 ha, omdijkingen opbouwen en doorbreken en opzetten peil voor verplaatsing.

De droge methode kan minder bouwtijd vergen en kosteneffectiever zijn dan de natte bouwmethode. Dit is afhankelijk van de bodemgesteldheid van de locatie en de waterhuishouding. Ook de aanwezigheid van een (ruime) bouwplaats is hierop van invloed.

### 3.5.2 Natte bouwmethode

Het 'conventionele' FlexBase zoals is toegepast in de Demo Drijvende Kas en het Drijvend Paviljoen werkt met een balkenrooster als ondergrond voor de te storten

betonvloer. De balken worden gestort in het EPS. Dit hele proces is relatief arbeidsintensief en dus relatief duur.

FlexBase Light is bedoeld voor lichte belastingen, zoals de relatief lichte kasopbouw van Floating Roses. Het drijflichaam wordt opgebouwd uit 4 lagen van 20 cm dik EPS waarbij tussen laag 1 en 2 respectievelijk 3 en 4 een dubbele laag glasvezeldoek is verlijmd. Praktijkproeven met een 6 x 6 m oppervlak en 15 cm dikke betonvloer zijn succesvol gebleken. Het bouwproces wordt hierbij vereenvoudigd omdat geen balkenrooster gestort hoeft te worden.

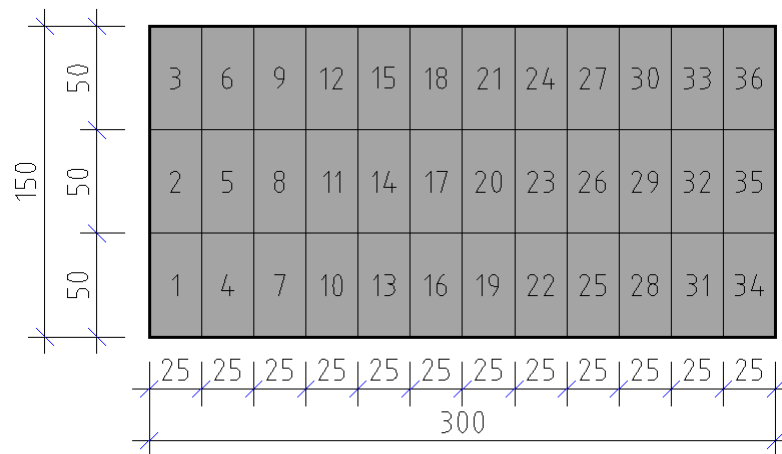
### 3.5.2.1 Indeling elementen en koppelingen

Het oppervlak van 300x150m drijflichaam zal niet in één keer kunnen worden uitgevoerd. Gezocht is daarom naar een optimale afmeting van elementen in uitvoertechnische zin.

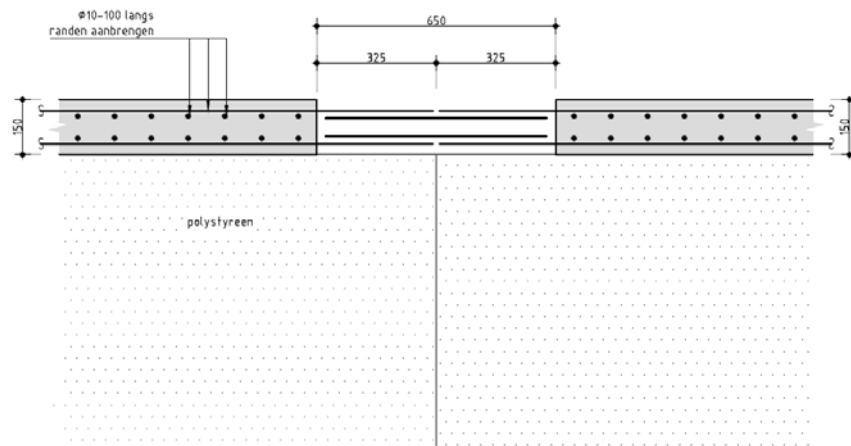
Een grote betonpomp met giek heeft een reikwijdte van netto 45 meter. Voor storten van een element van 25 x 50 m worden 2 pompen toegepast zodat het storten van de vloer van 1 element in 1 dag goed mogelijk is. De draaicirkels van de pompen overlappen elkaar, maar de hoekpunten van het element kunnen niet worden bereikt zonder het element of de pompen een keer te verplaatsen. Als uitgangspunt wordt dus 50 x 25 meter genomen. Het drijflichaam zal dan bestaan uit 36 van deze elementen.

Uit bovenstaande komt een voorkeursvariant naar voren met de volgende uitgangspunten:

- 36 elementen van 25x50 meter
- Gekoppeld met natte knopen met doorlopende wapening



Figuur 3.9 Opbouw drijflichaam uit elementen



Figuur 3.10 Koppeling drijflichaam elementen

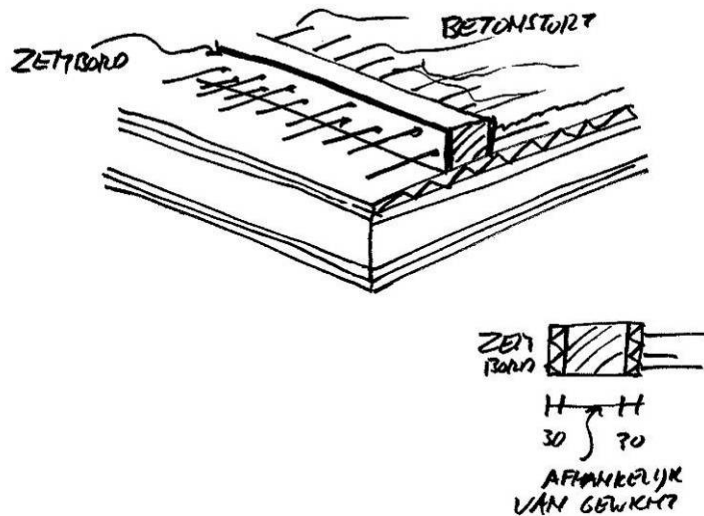
### 3.5.2.2 *EPS elementen opbouwen*

Bij FlexBase light wordt gebruikt gemaakt van EPS-platen van 8m lang, vanwege de benodigde stijfheid. Dit geeft mogelijk problemen bij de uitvoering. Door het opbollen / doorbuigen van platen van deze lengte is het lastig om de platen in de haaklas te krijgen en om op elkaar te verlijmen. Door middel van kunststof ‘wokkels’ kunnen de platen op elkaar gedraaid worden, waardoor de lijm tussen de glasvezelfolies goed kan hechten. Om bovenstaande problemen te voorkomen kan het EPS in elementen op de kant worden klaargemaakt, om daarna in het watergeschoven te worden. Hiervoor is wel een shovel en een speciale vloer/hellingbaan nodig die voldoende rolt.

### 3.5.2.3 *Momentvast koppelen*

Het uitgangspunt voor de verbinding is een natte knoop, met als voordeel lage kosten en een sterkte en stijfheid van de knoop gelijk aan de rest van de vloer. Hierdoor is het aanbrengen van dilataties in de kas niet nodig.)





Figuur 3.11 schema natte knoop

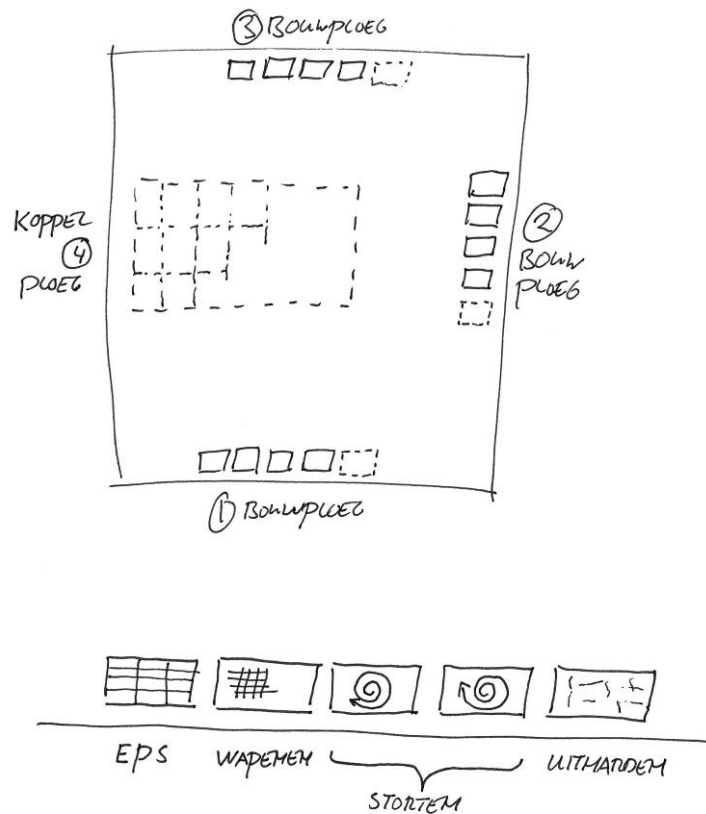
De natte knoop wordt uitgevoerd als in Figuur 3.11. De betonvloer van het element wordt gestort tot rondom circa 30 cm van de rand van het EPS. De wapening loopt wel door tot de rand. Er wordt gebruik gemaakt van een in de handel verkrijgbare verloren bekisting, zoals Zembord. De wapening steekt hier doorheen. Na het verharden van het beton worden de elementen naast elkaar gelegd en door middel van draadeinden tegen elkaar aan getrokken. Met behulp van dubbele UNP profielen en in het beton aangebrachte tijdelijke ankers worden de elementen in hoogte gelijk gebracht. In de voeg worden aanvullend op de aanwezige stekwapening, laswapening en langsstaven aangebracht. Vervolgens wordt de voeg aangestort en afgewerkt.

#### 3.5.2.4 Afwerking betonvloer

De betonvloer wordt gestort terwijl het drijflichaam drijft. Dit betekent dat de uitvoeringstolerantie van de te storten vloer ongeveer 1,5 keer zo groot is als normaal. De oorzaak is het feit dat gewapend beton 2,5 keer zo zwaar is als water. Het drijflichaam zal als er 1 cm te veel wordt gestort met de bovenzijde  $1 - 2,5 = 1,5$  cm te laag komen te liggen en omgekeerd bij te weinig beton. Naast de toleranties die er zijn in de bovenzijde van het EPS is de verwachting dat er met een tolerantie in de bovenzijde van de afgewerkte vloer van + of - 2 cm gerekend moet worden. Bij het ontwerp van de kolommen van de kas en van de overige in de kas geplaatste voorzieningen zal hiermee rekening gehouden moeten worden.

#### 3.5.2.5 Bouwmethode en bouwplaats

Om de benodigde 36 elementen binnen een half jaar te bouwen en te koppelen, moet een productie van twee elementen per week worden gehaald. Met drie bouwploegen en een koppelploeg, verspreid over vier locaties aan de zijden van de plas, kan dit gerealiseerd worden. Er zal tegelijk aan tien elementen gewerkt worden. De plas zal groot moeten zijn om het aantal vaarbewegingen te kunnen uitvoeren. In Figuur 3.12 is deze configuratie weergegeven.



Figuur 3.12 Bouwmethode en bouwplaats

### 3.6 Randoplossing

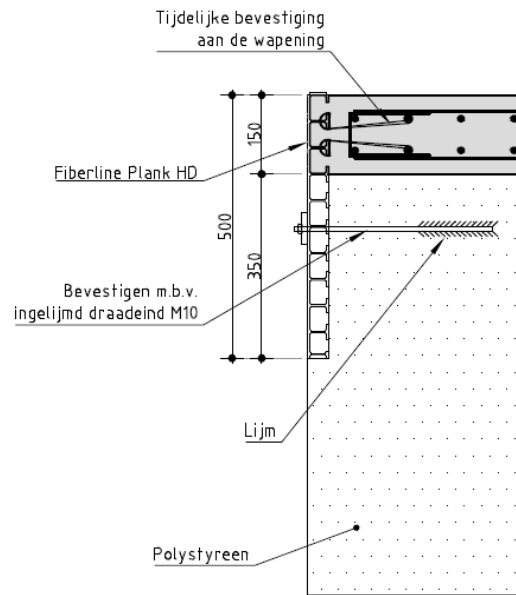
De randafwerking moet de volgende functies combineren:

- Randbekisting tijdens stort betonvloer.
- Beschermen rand tegen beschadiging door bijvoorbeeld aanvaring.
- Esthetisch afwerken van de rand.

Bij de tot nu toe bebouwde FlexBase constructies worden prefab gewapend betonnen randelementen toegepast als randafwerking van het drijflichaam. Deze randelementen zijn echter zwaar en veroorzaken een zakking van de randen van het drijflichaam.

Een ander oplossing die deze benodigde functies combineert is een van composieten geprofileerd element, in de markt bekend als Fiberline. Fiberline wordt tegenwoordig algemeen toegepast als duurzame vervanging van houten brugdekken. Het is sterk, makkelijk te bewerken en onderhoudsvrij. Het kan zo nodig in elke kleur worden afgewerkt.

Het element wordt uitgespaard in het EPS, m.b.v. een gelijmd draadeind in het EPS bevestigd en vervolgens aan de wapening van de betonvloer gekoppeld. Bij het storten van het beton zal de ruimte tussen de ribben zich vullen met beton. Het element is hierdoor blijvend aan het beton verankerd.



Figuur 3.13 Detail randafwerking

### 3.7 Meerpalen en brug

#### 3.7.1 Meerpalen

Het drijvende platform wordt rondom op zijn plaats gehouden door middel van stalen buispalen, die de berekende krachten op drijflichaam en kas door wind, golven en stroming [10] moeten kunnen opvangen. Omdat de grond ter plaatse relatief slap is worden deze palen relatief lang. De zandlagen bevinden zich op NAP -16,0 m ongeveer 9,0 m beneden de waterbodem. De volgende afmetingen zijn berekend:

30 stuks stalen buispalen rond 530 mm met een wanddikte van 14 mm.  
Lengte 12,50 m van NAP -4,00 m tot NAP -16,50 m.

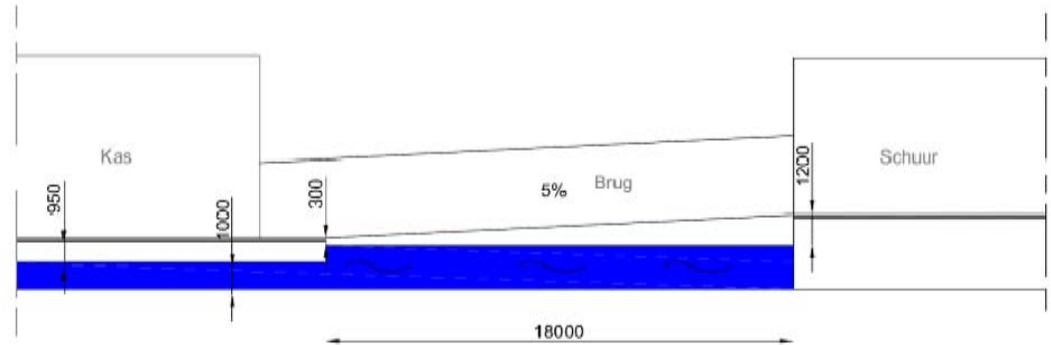
#### 3.7.2 Brug

De kas wordt verbonden met de schuur (verwerkingsplaats van de bloemen) middels een brug. De brug is uiteraard geheel afgedicht zodat een soort tunnel ontstaat. Het hoogteverschil tussen kas en bedrijfsruimte maakt een vrij lange brug noodzakelijk.

Op basis van de volgende uitgangspunten is de lengte bepaald:

- Maximale helling brug 5% (1:20) Dit is een gangbare waarde voor bruggen mede gebaseerd op gebruik door mindervaliden.
- Vrijboord drijflichaam 0,30 m.
- Maximale waterstandrijzing 1,0 m.
- Vloer bedrijfsruimte minimaal 0,20 m boven de maximale waterstand.

Op basis van deze uitgangspunten wordt de lengte van de brug 18,0 m. Zie Figuur 3.14



Figuur 3.14 Verbinding tussen kas en bedrijfsruimte

## 4 Ontwerp, toetsing en bouwwijze van kas

In dit hoofdstuk worden de consequenties van het bouwen van een kas op een drijflichaam onderzocht. Het drijflichaam reageert anders op belastingen dan een normale fundering in vaste grond en de kasconstructie kan daardoor extra vervormen. In hoofdstuk 3 zijn de vervormingen van het drijflichaam in de gebruikssituaties berekend. In dit hoofdstuk worden de invloed hiervan op de kas beoordeeld. Het drijflichaam legt bovendien beperkingen op aan de manier van bouwen van de kas, zowel bij drijvende bouw als bij droge bouw.

### 4.1 Uitgangspunten

#### 4.1.1 *Specificaties en randvoorwaarden*

De kasconstructie is een Venlokas met gehard glas die in veel opzichten overeenkomt met een kas zoals die voor rozenteelt op het land zou worden gebouwd. Voordeel van de Venlokas is een goede lichtdoorlaat en een lage prijs. Aangezien het overgrote deel van de kassen in Nederland uit Venlokassen bestaat, is er veel kennis over alle mogelijke aspecten van de constructie en veel ervaring met het bouwen er van. Het nadeel van Venlo kassen (en andere kassen met glas als omhullingmateriaal) is dat het glas weinig vervorming kan opnemen. Het glas is met speling rondom gemonteerd om te voorkomen dat het krachten vanuit de draagconstructie opneemt en dus breekt. Aangetoond moet worden dat de het glas niet belast wordt, dus dat het niet klem loopt in de sponningen. Om beschadigingen als gevolg van vervormen te voorkomen is het glas van Floating Roses bovendien overal in rubber gemonteerd.

Alternatief voor een Venlokas is een kas met EFTE folie. Dit materiaal combineert een hoge lichtdoorlatendheid met een grotere vervormingcapaciteit. De kosten zijn echter tweemaal die van gehard glas en over de lichtdoorlaat en de treksterkte van het materiaal na een aantal jaren bestaat beperkt inzicht. Er zijn in Nederland weinig productiekassen met EFTE [11]. De tuinders die Floating Roses zullen exploiteren, geven aan dat zij in verband met de businesscase een Venlokas willen.

De afmetingen van de kas:

- Lengte: 28 vakken x 5m + middenpad van 6m = 146m.
- Breedte: 18 tralies x 16m + 2 x halve kap bij zijgevel (2m) = 292m.
- Kolomhoogte: 6.5m (op land zou deze iets kleiner zijn, omdat er dan nog een stuk funderingspaal bij de lengte wordt opgeteld).

De kas is voorzien van een servicerail aan de kopgevels. De servicerail wordt gebruikt voor het onderhoud en reparatie en wordt in dit geval ook gebruikt bij de bouw van de kas.

#### 4.1.2 *Normen*

Indien Floating roses gebouwd gaat worden, moet bij de bouwaanvraag aangetoond worden dat het gebouw voldoet aan het bouwbesluit. Op het moment van schrijven van dit rapport vindt een overgang plaats van de nationale normen naar de eurocodes. De eurocodes worden op dit moment echter nog niet aangewezen door de vertraagde invoering van het nieuwe gebouwbesluit. Voor tuinbouwkassen is bovendien nog niet duidelijk hoe de eurocodes aangewezen zullen worden. Verwacht wordt dat de

verschillen in de praktijk klein zullen zijn. In dit rapport worden daarom de huidige normen gehanteerd. Voor tuinbouwkassen wordt door het huidige bouwbesluit NEN3859 [12] aangewezen. Deze norm verwijst naar diverse andere Nederlandse normen. Daar waar wordt afgeweken van de gebruikelijke normen zal dit steeds gemotiveerd dienen te worden.

#### 4.1.3 *Belastingen*

De belastingen waarmee een kas in Nederland wordt berekend worden gedefinieerd in NEN3859. Vanwege de ligging aan water verdient de windbelasting bijzondere aandacht. Deze situatie wordt niet beschreven in NEN3859. Daarom is in dit geval de Windberekening volgens Eurocode [13] toegepast, met een aanpassing voor ligging aan water. Dit levert een extreme windstuwdruk van 994 N/m<sup>2</sup> op [14]. Voor de teeltbelasting is 400N/m<sup>2</sup> aangehouden.

#### 4.1.4 *Belastingscombinaties*

Het bouwen van een kas op een drijflichaam levert een aantal nieuwe belastingcombinaties op. De normale belastingcombinaties, zoals voorgeschreven in NEN 3859 blijven van toepassing. Deze kunnen echter optreden in combinatie met vervormingen of belastingen die voortvloeien uit vervorming van het drijflichaam. Voorbeelden van deze belastingen zijn:

- Geconcentreerde Belastingen door machines tijdens de bouw.
- Ongelijkmatig verdeelde belasting op het drijflichaam bijvoorbeeld bij plaatsing/-wisseling van de teelt.
- Vervorming van door een kasdekreiniger.
- Hevige neerslag (Wateraccumulatie).
- Golfslag.

#### 4.1.5 *Toetsing*

Tuinbouwkassen worden over het algemeen getoetst met behulp van het door TNO ontwikkelde programma CASTA\Kassenbouwreferentie [15]. Ook Floating Roses kan hiermee grotendeels getoetst worden, rekening houdende met de bijzondere eigenschappen. In het vervolg van dit hoofdstuk worden deze eigenschappen vertaald naar parameters voor de berekening.

## 4.2 **Kasconstructie**

#### 4.2.1 *Interactie met het drijflichaam*

De krachten die door de kas normaliter worden overgebracht op de fundering worden bij Floating Roses overgebracht op het drijflichaam. Het drijflichaam zal onder invloed van deze, maar ook andere, krachten vervormen. Deze vervormingen hebben weer invloed op de kas. Kas en drijflichaam dienen daarom op elkaar afgestemd te worden. Gesteld kan worden dat de stijfheid van de kas laag is ten opzichte van die van het drijflichaam. De vervormingen van het drijflichaam worden dus opgelegd aan de kas.

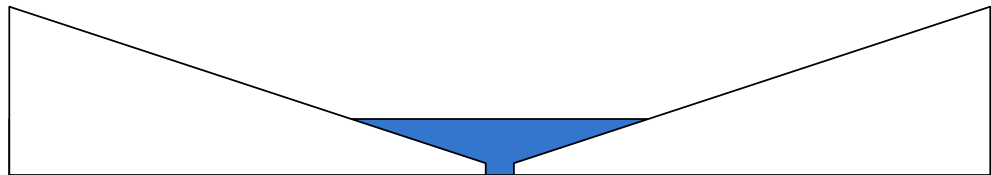
Deze vervormingen kunnen worden opgenomen door de kolommen op de juiste hoogte te stellen. De kolomverbindingen moet daarom stelbaar zijn om het afschot binnen de benodigde toleranties te kunnen brengen. Uitgangspunt is een scharnierende kolomverbinding. Bij de demo-drijvende kas in Naaldwijk zijn de kolommen op draadeinden gesteld. Andere uitvoeringen zijn denkbaar. Hierbij moet rekening

gehouden worden capaciteit van deze verbinding. Er zijn ook andere uitvoeringen van de kolomverbinding mogelijk die makkelijker stelbaar zijn.

#### 4.2.2 Afschot en hemelwaterafvoer

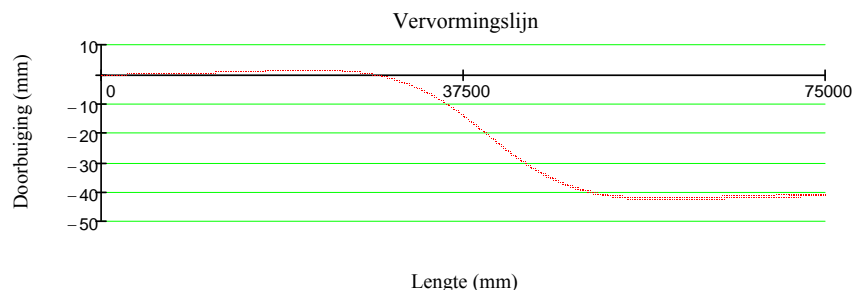
Het afschot wordt bij Floating Roses in principe aangebracht in het drijflichaam. Voldoende afschot is van groot belang om wateraccumulatie en lekkage te voorkomen. Dat kan ontstaan als er onvoldoende afschot in de goot aanwezig is. Daardoor verzamelt zich water, wat een grotere doorbuiging van de goot tot gevolg heeft. Hierdoor verzamelt zich nog meer water, etc. Het afschot is normaal 1,5 tot 2 mm per meter [16]. Bij een combinatie van sneeuw en regen kan dit effect ook optreden, doordat sneeuw een 'dam' kan vormen die het wegstromen van het water beperkt. Bij rozen geeft dit overigens weinig problemen omdat de temperatuur van dek hoog genoeg is om de sneeuw direct weg te smelten. Bij de ontwerpberekeningen van het drijflichaam is te zien dat bij sneeuwbelasting de kopgevel van het drijflichaam meer zakt dan het midden. Dit is gunstig voor het afschot, waardoor het risico niet groter is dan bij een kas op land. Ook bij ongelijkmatige belasting van het drijflichaam, bijvoorbeeld door ongelijkmatig verdeelde teelt, mag geen onomkeerbare situatie ontstaan.

Om het accumulatieproces te onderzoeken is een rekenmodel opgesteld. Het model bestaat uit een raamwerk, waarmee het gedrag van een betonvloer op een verende ondersteuning; het water, wordt gesimuleerd. Er wordt vanuit gegaan dat de goot de vervormingen van het drijflichaam volgt. In het model is op het drijflichaam een belasting aangebracht waardoor er een zakking ontstaat. Ter plaatste van de zakking wordt een belasting aangebracht die gelijk is aan het gewicht van het water dat zich in de goot en op het dek verzamelt bij die zakking:



Figuur 4.1 water op het kasdek

Door deze belasting toe te voegen aan de reeds bestaande belasting en de berekening nogmaals uit te voeren ontstaat een nieuwe zakking. In Figuur 4.2 is de hier beschreven iteratie 5 keer uitgevoerd.



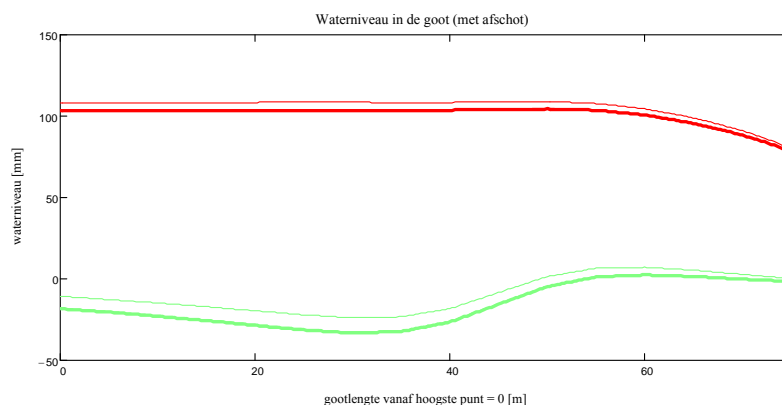
Figuur 4.2 Vervormingen a.g.v. water op het kasdek (5 iteraties)

De helft van de kas is zichtbaar. De kopgevel bevindt zich links. Over de helft van de kas, in het midden, is een teeltbelasting aangebracht van  $400\text{N/m}^2$ . De vervorminglijnen

zijn over elkaar getekend. De zakking is beperkt en er ontstaat al snel een evenwicht. Het water dat daarna nog extra valt wordt normaal via de goten afgevoerd. Er zal wel water in de goot en op het dek blijven staan. Van belang is dat in de normale situatie (teelt in de gehele kas) deze situatie niet optreedt.

#### *Hevige neerslag*

Een tweede gevaar voor accumulatie schuilt in hevige neerslag, waarbij het wegstromen van het water maatgevend is. De ISSO 88 [16], die kwaliteitseisen voor de constructie van tuinbouwkassen stelt, hanteert 30mm/uur voor dimensionering van de afvoer en 11 mm/5minuten voor het kasdek. De snelheid van wegstromen is afhankelijk van het afschot en van de wrijving die het water ondervindt van goot en kasdek referentie [17]. Bij hevige regenval staat het water bij een normale kas al op het kasdek. Door deze extra last zakt het drijflichaam etc. In Figuur 4.3 is de stroming op het kasdek gemodelleerd (11mm/5min), uitgaande van een reeds gezakte kas door een teeltbelasting op de helft van het oppervlak.



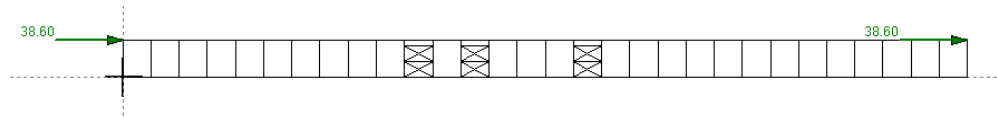
Figuur 4.3 vervormingen agv beperkte doorstroom bij hevige regenval

De groene lijnen geven de vervorming van het drijflichaam (en dus van de goot) weer. De rode lijnen geven de hoogte van het waterniveau aan. In dit geval treedt dus een stabiel evenwicht op, zodat hevige neerslag, ook op een gedeelte van de kas, geen extra problemen oplevert.

#### 4.2.3 *Schoorvakken*

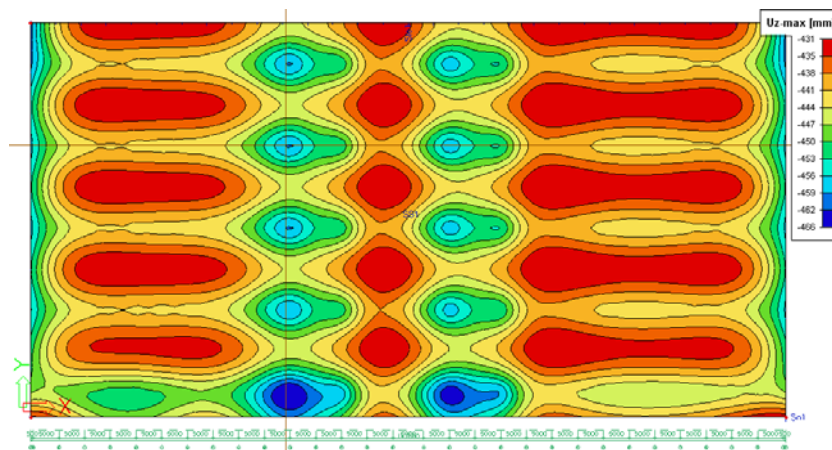
De stabiliteit in gootrichting van de kas wordt normaliter door schoorvakken opgenomen. Bij vervormingen van het drijflichaam kunnen extra geconcentreerde belastingen in het schoorvak optreden. Floating Roses met schoorvakken is gemodelleerd in MatrixFrame op een betonvloer met een verende ondersteuning, waarmee het drijflichaam is gemodelleerd. Op deze wijze worden de extra optredende spanningen en vervormingen als gevolg van vervormingen van het drijflichaam berekend. In Figuur 4.4 is het model met alleen de windbelasting weergegeven. De windbelasting is berekend met CASTA/Kassenbouw met de aangepaste windstuwdruk [14].



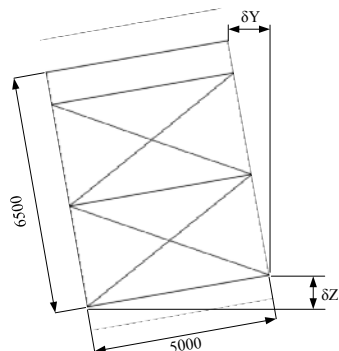


Figuur 4.4 Kas met schoorvakken en windbelasting

Normaliter wordt voor de stijfheid van de schoorvakken gerekend met een verplaatsing van de goot van 60mm. Bij Floating Roses zal het drijflichaam ook vervormen zoals in onderstaande berekening uit hoofdstuk 3 te zien is. Hierbij zijn 4 schoorverbanden toegepast omdat de capaciteit van het drijflichaam onvoldoende is om de krachten bij drie schoorvakken op te vangen. Deze vervorming zorgt voor een extra vervorming op goothoogte, zoals in Figuur 4.5 duidelijk wordt.



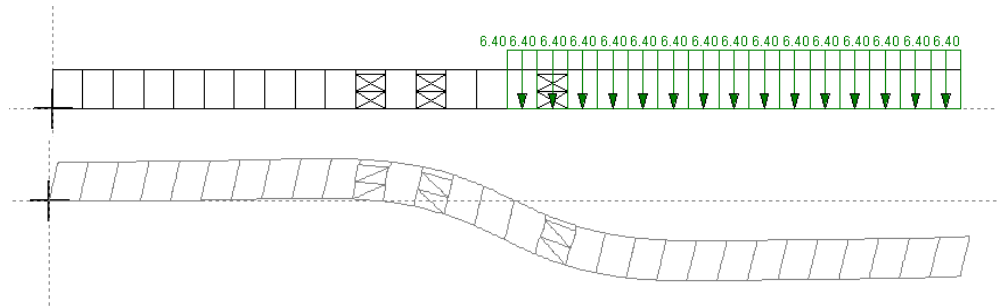
Figuur 4.5 Vervormingen drijflichaam bij wind op de kopgevel



Figuur 4.6 verplaatsing in gootrichting door kantelen schoorvak

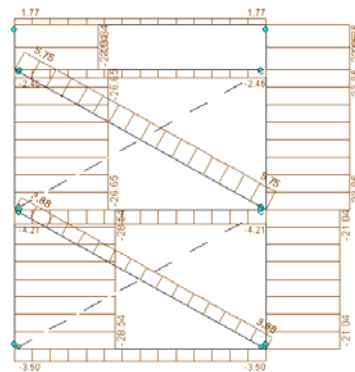
De extra verplaatsing op goothoogte wordt in mindering gebracht op de toegestane verplaatsing van 60mm. Uit de berekening van het drijflichaam is op te maken dat  $\delta Z$  maximaal 8 mm is. De extra verplaatsing op goothoogte wordt dan  $8/5000 \times 6500 = 10.4$ mm. De toelaatbare verplaatsing van de goot in de schoorvak berekening is dan 49mm.

Een extra belasting op het schoorvak kan gevormd worden door ongelijkmatig verdeelde belasting. In het model is een asymmetrische belasting van  $400 \text{ N/m}^2$  (omgerekend naar een lijnbelasting  $6.4 \text{ kN/m}$ ) aangebracht die kan optreden wanneer aan een zijde teelt aanwezig is en aan de andere zijde geen teelt.



Figuur 4.7 Kas met asymmetrische teeltbelasting en vervorming

De kas zakt aan de rechterzijde 4 cm. De wet van Archimedes schrijft immers voor dat het gewicht verplaatste water gelijk is aan het gewicht van de belasting. De grootste normaalkracht in de schoren treedt op in het rechter schoorvak (rektoestand):



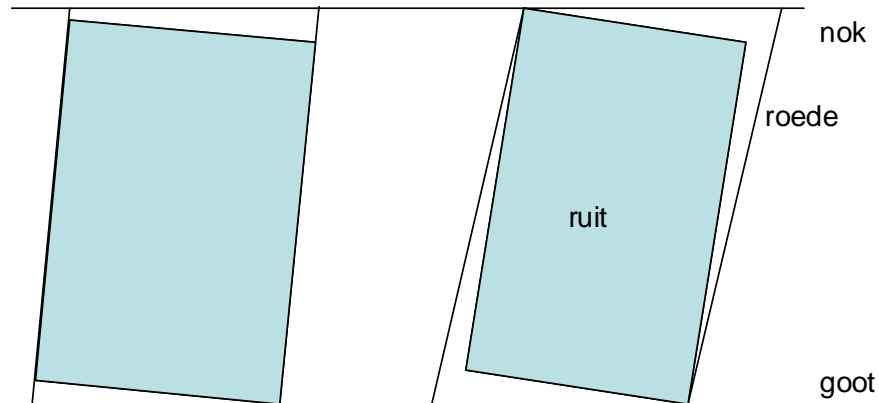
Figuur 4.8 Normaalkracht verdeling in het schoorvak AGV asymmetrische teeltbelasting

Ten opzichte van de belasting t.g.v. wind is deze kracht met relatief 5.75 kN klein (12%). De kans dat de asymmetrische belasting gelijktijdig optreedt met de maximale windbelasting is klein, maar is niet uit te sluiten. De capaciteit van de schoorvakken moet daarom met 12% vergroot worden.

De schoorvakken van Floating Roses zullen dus zwaarder uitgevoerd moeten worden dan voor dezelfde kas op land en zullen aan strengere stijfheidseisen moeten voldoen. Normaliter is de sterkte maatgevend boven de stijfheid.

#### 4.2.4 *Verschrinking van het glas*

De gangbare Venlo kassen zijn geoptimaliseerd voor bouw op land, waarbij de vervormingen van de fundering zeer klein zijn. Bepalend is de glasoplegging, waarbij het glas niet klem mag lopen in de sponningen, zoals beschreven in NEN 3859. In Figuur 4.9 zijn de twee mogelijkheden hiervoor weergegeven:



Figuur 4.9 Twee beperkingen van de beweging van de ruit

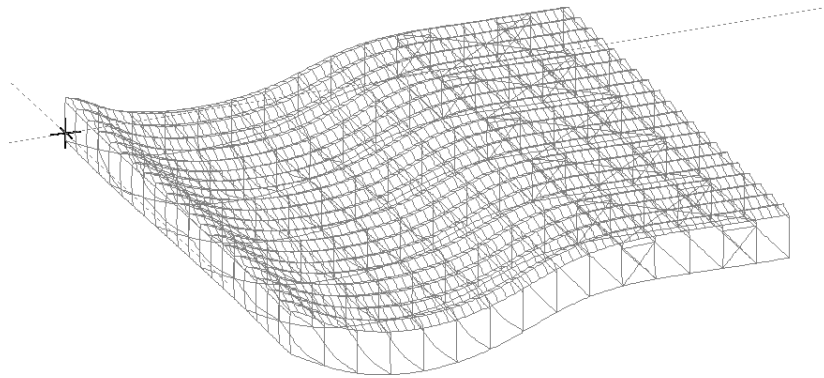
Horizontaal loopt de goot. Het glas kan tegen de roeden klem lopen (links) of tegen de goot (rechts). Door de geometrie van ruit en dekhelling is over het algemeen de rechter situatie maatgevend. Voor een drijvende kas is van belang welke invloed vervorming van het drijflichaam hierop heeft.

Vershranking treedt op als gevolg van horizontale bewegingen, bijvoorbeeld door wind, of verticale bewegingen (sneeuw, kasdekreiniger) van het kasdek. Daarbij zijn vooral de relatieve verplaatsingen van belang. Als het kasdek in zijn geheel horizontaal verplaatst vindt er geen vershranking plaats, maar als de ene goot ten opzichte van de andere goot verplaatst wel. De vervormingen van het drijflichaam moeten dus ook niet absoluut beschouwd worden, maar alleen de veranderingen ten opzichte van de normale situatie. De kas wordt zodanig gesteld dat bij het normale gebruik de kas recht staat en zodat het glas de maximale speling in beide richtingen behoudt.

#### 4.2.4.1 Middenvelden

Om de spanningen en vervormingen in de kas, vooral de glasspanningen te kunnen beoordelen is een 3D model van een gedeelte van de kas, inclusief drijflichaam opgesteld. In Bijlage C is het model toegelicht. Als vervormingen van het drijflichaam - tijdens de bouw of het normale gebruik van de kas- in combinatie met vervormingen die maatgevend zijn voor de kas, gelijktijdig kunnen optreden, treedt extra vershranking op. Dit moet dan opgevangen worden in stijfheid of in vervormingcapaciteit van het dek. Aangezien vervormingcapaciteit van het dek meer lichtafvang veroorzaakt, wordt gekozen voor stijfheid.

In het 3D-model van floating roses zijn de goten, glasroeden en nok van het kasdek opgenomen om de vershranking van de ruiten te kunnen bepalen. Voor een situatie waarbij de kas ongelijkmatig belast wordt met teelt, is een belasting van  $400 \text{ N/m}^2$  aangebracht in de eerste vakken langs vanaf de kopgevel kas (in de figuur links). In Figuur 4.10 is de vervorming van de kas als gevolg van een dergelijke belasting sterk vergroot weergegeven. De combinatie met wind op de kopgevel wordt beschouwd.



Figuur 4.10 Vervormde kas agv een asymmetrische teelstlast

Alleen wind op de kopgevel met onderdruk levert een maximale verschrinking van 3.10mm bij een vaste ondergrond en 2.83mm op het drijflichaam. Deze wordt vooral veroorzaakt door het verplaatsen van de goten ten opzichte van elkaar, bepaald door de stijfheid van de windverbanden. De combinatie van de wind- en teelbelastingen geeft een verschrinking die nagenoeg gelijk is aan die van alleen wind: 2.84mm.

Meerdere belastingscombinaties zijn onderzocht. De extra verschrinking van het kasdek door de flexibele ondergrond is beperkt en in bepaalde gevallen is de verschrinking zelfs kleiner. Dit kan verklaard worden door het feit dat vervormingen over een groter deel van de constructie uitgespreid worden. In een ongunstige situatie wordt de benodigde speling van het glas 10% groter. De speling in de goot en de nok is maatgevend. Bij het berekenen van een kas worden volgens NEN3859 beperkingen aan de vervormingen gesteld. Voor Floating Roses moeten deze eisen dus strenger gesteld worden, waardoor een deel van de vervormingcapaciteit beschikbaar komt voor vervormingen veroorzaakt door het drijflichaam. Op die manier kan van de bestaande kasdeksystemen gebruik gemaakt worden, wat gunstig is voor lichtdoorlaat en prijs.

#### 4.2.4.2 *Gevels*

De gevels van een kas worden met kleiner glasmaten uitgevoerd om meer vervorming op te kunnen nemen. De gevels van de kas vormen uiteraard maar een beperkt deel van het totale oppervlak. De gevels vormen door de wrijving tussen glas en sponning een stijf geheel. Maatgevend zijn de vervormingen door thermische uitzetting. Deze zijn het grootst aan de hoeken van de kas. Dit is met extra stijfheid niet op te vangen. In gootrichting is de (aluminium) goot bepalend. Bij Floating Roses is de gootlengte beperkt ten opzichte van de toelaatbare lengte. Dit betekent dat er vrij veel extra marge is voor vervormingen in de zijgevel. In de kopgevel zijn de gevelgordingen bepalend. Deze zijn doorgekoppeld om de windkrachten door te geven naar het schoorvak, aangezien de kopgevel geen tralie bevat. De onderste gordingen hoeven niet doorgekoppeld te worden.

Uit de berekeningen van het drijflichaam volgt dat bij een niet gelijkmatig verdeelde teelbelasting de maximale helling van het drijflichaam 40mm/20m is. Bij een normale ruitbreedte van 80 cm betekent dit  $800 \cdot 40 / 20000 = 1.6$  mm per ruit. Omdat deze situatie gelijktijdig kan optreden met thermische vervorming moet deze extra ruimte aangehouden worden in de sponningen. Bij een ruitbreedte van 40 cm wordt dit uiteraard gehalveerd. De extra ruimte kan gecreëerd worden door profielen met bredere sponningen toe te passen of door kleinere ruitmaten.

#### 4.2.5 *Lichtdoorlatendheid*

Het kasdek van de Rozenhof hoeft niet af te wijken van de gebruikelijke systemen. De beperkte extra speling van het glas wordt immers vertaald in extra strengere vervormingseisen van de onderbouw. De totale onderbouw vangt in een normale Venlokas slechts 2,5%-3% van het licht af. Naast een kostenvoordeel betekent deze oplossing geen extra lichtonderschepping, wat van belang is voor een maximale productie van rozen.

### 4.3 **Bouwmethode**

De bouw van moderne kassen is, net als de constructie, in grote mate geoptimaliseerd. Hierdoor is het mogelijk om met beperkte arbeid personen in korte tijd grote oppervlakken te bouwen, in vergelijking met andere bouwwerken. Een kas van enkele hectare wordt bijvoorbeeld al een paar maanden na de start van de bouw in gebruik genomen. Deze snelheid beperkt de financieringskosten. De bouwmethode van Floating Roses zal op een aantal punten afwijken van de normale bouw op land. Het bouwen op een drijflichaam brengt een aantal belangrijke beperkingen met zich mee, die gevolgen heeft voor de benodigde hoeveelheid arbeid en de snelheid:

1. De belastingen op het drijflichaam (t.g.v. machines en materiaal) mogen niet groter worden dan de capaciteit van het drijflichaam om te voorkomen dat het drijflichaam beschadigt. Uitgaande van een drijflichaam met een dikte van 150 mm dient het moment in de vloer onder de 18.3 kNm te blijven.
2. Beschadiging van het beton door bijvoorbeeld rupsbanden moet voorkomen worden.
3. Het drijflichaam vervormt tijdens de bouw. Hiermee moet rekening gehouden worden om bijvoorbeeld het afschot goed te krijgen. Na het beglazen mogen de vervormingen niet groter zijn dan volgt de speling van het glas in de sponningen.
4. De aan- en afvoer van machines en materialen wordt beperkt door te toegankelijkheid van het drijflichaam. (Buitenom rijden is niet mogelijk).

Aan de andere kant vormt het drijflichaam een vlakke ondergrond, wat het gebruik van zware rupsvoertuigen, die bij een slappen of ongelijke ondergrond wel nodig zijn, overbodig maakt.

Het bouwproces van een kas is te verdelen in de volgende fasen:

1. Funderen.
2. Staalbouw.
3. Beglazen.
4. Installaties.

Per fase wordt beschreven worden wat de gevolgen zijn voor het bouwen op een drijflichaam en wordt een voorbeeld van een geschikte methode gegeven. De gevolgen voor de benodigde hoeveelheid arbeid en de snelheid zijn van invloed op de bouwkosten worden in kaart gebracht. Het is onmogelijk om deze in dit stadium exact vast te stellen, aangezien de bouwmethode per kassenbouwer kan verschillen. Er wordt dus een eerste inschatting gegeven van de extra kosten.

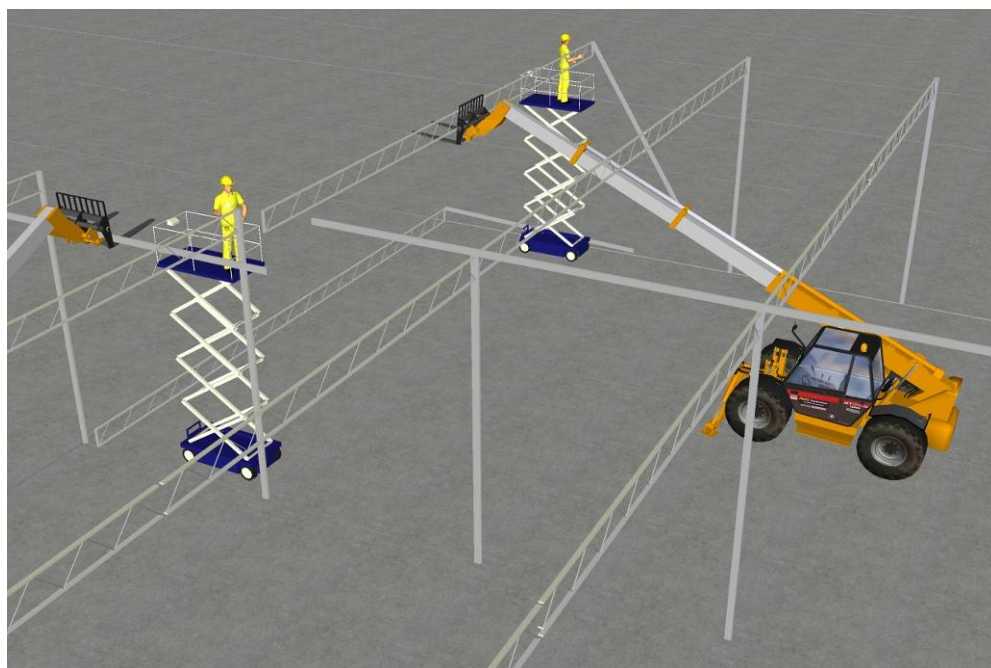
#### 4.3.1 *Fundering*

Aangezien de kas op een drijflichaam wordt gebouwd is de normale manier van funderen niet van toepassing. De kolommen worden wel (scharnierend) aan het drijflichaam verbonden. Dit betekent een arbeidsgang voor het monteren van ankers. Hierbij worden dan ook de kolomvoeten gesteld. Nadat de kas gereed is dient door de vervormingen van het drijflichaam het afschot nagesteld te worden, rekening houdend met extra afschot in de laatste vakken, zoals beschreven in 4.2.2.

#### 4.3.2 *Staal*

Voordat het staal gemonteerd kan worden, dient het materiaal op de juiste plek aanwezig te zijn. Er dient rekening gehouden te worden met de invloed van pakketten materiaal op het drijflichaam. Een geconcentreerde last zal immers het drijflichaam vervormen. Het materiaal wordt in kleine pakketten te verdeeld over het drijflichaam.

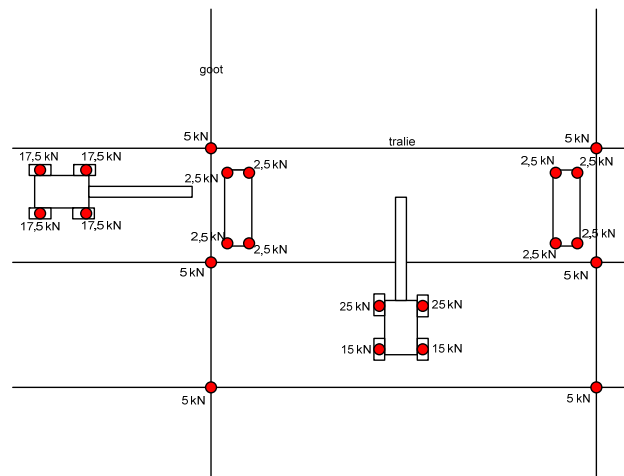
Er zijn verschillende manieren van bouwen in gebruik. Elke kassenbouwer (of onderaannemer) heeft zijn eigen methode. Ook de richting van bouwen verschilt. Er wordt zowel in gootrichting als in spanrichting gebouwd. Als Floating Roses op land gebouwd zou worden, zou waarschijnlijk gebruik gemaakt worden van een groot platform op rupsbanden. Deze zouden de betonvloer lokaal beschadigen en kunnen daarom niet gebruikt worden. Het ontwikkelen van een speciale machine voor alleen Floating Roses is niet rendabel, dus er zal gewerkt moeten worden met bestaande machines. De meest gebruikelijke optie -na het platform- is een manitou verreiker, in combinatie met twee hoogwerkers voor de personen die de tralies aan de kolommen monteren en een tweede manitou die de goten aanreikt. Bij de voormontage zijn de tralies met één bout aan de kolom vastgezet, zodat de samenstelling aan de tralie gehesen kan worden. In Figuur 4.11 is deze werkwijze weergegeven.



Figuur 4.11 Staalbouw

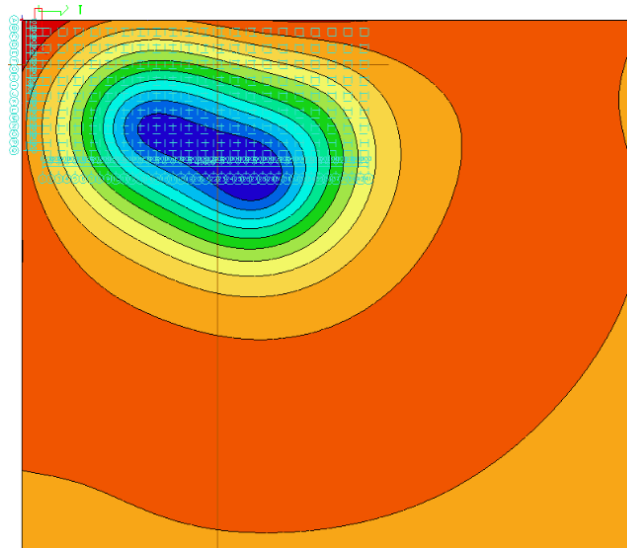
Het minimale gewicht van een manitou, inclusief een tralie en twee kolommen is ongeveer 8 ton. Een hoogwerker, met één persoon weegt ongeveer 1 ton. De

belastingen op het drijflichaam van een mogelijke configuratie van een ploeg ziet er als volgt uit:

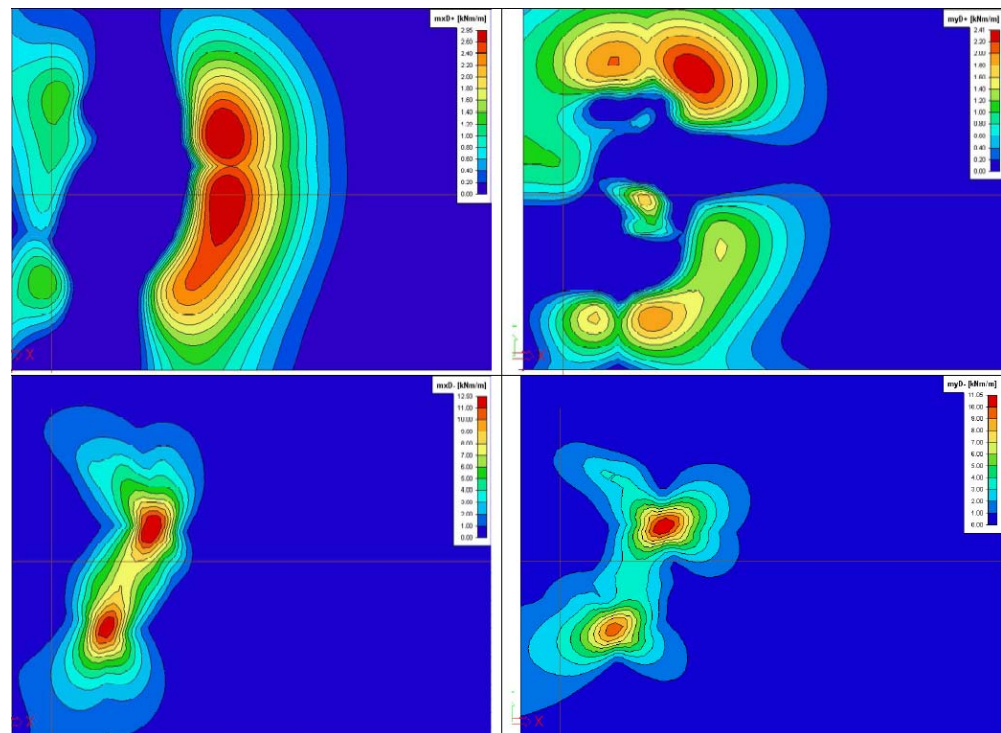


Figuur 4.12 Belastingen op het drijflichaam door een bouwploeg

Deze belastingen leveren de volgende vervormingen (Figuur 4.13) en momenten (Figuur 4.14) op in het drijflichaam.



Figuur 4.13 Vervorming van het drijflichaam door een bouwplaat



Figuur 4.14 Momenten in het drijflichaam door een bouwplaat

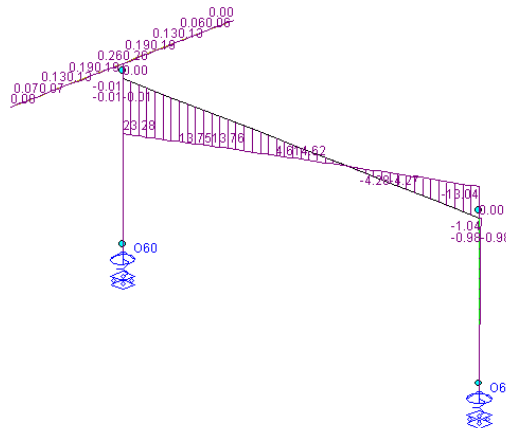
De belastingen blijven onder het (kortdurend) scheurmoment van het drijflichaam, waarmee voldaan wordt aan de randvoorwaarde dat het drijflichaam niet beschadigd wordt.

Ten opzichte van een meer gebruikelijke manier van bouwen met 4 man voor grote kasoppervlakken is anderhalve man extra nodig, dus 5½. De vervormingen van de het drijflichaam zorgen voor een relatieve zakking van de kolommen ter plaatse van de belasting. Een verschil in zakking kan zorgen voor speling in de verbindingen. Dit betekent in ieder geval dat de verbindingen gecontroleerd moeten worden en mogelijk



dat ze nagetrokken moeten worden. In de getoonde configuratie is het zakkingverschil tussen de kolommen beperkt.

Omdat de stijfheid van de vloer groot is ten opzichte van de stijfheid van de staalconstructie, kunnen deze vervormingen beschouwd worden als opgelegd aan de staalconstructie. Hierdoor ontstaan spanningen in tralieligger en goot. Deze zijn (conservatief) berekend door in het 3D model een kolom een voorgeschreven verplaatsing van 40mm te geven. De optredende momenten zijn hieronder weergegeven.



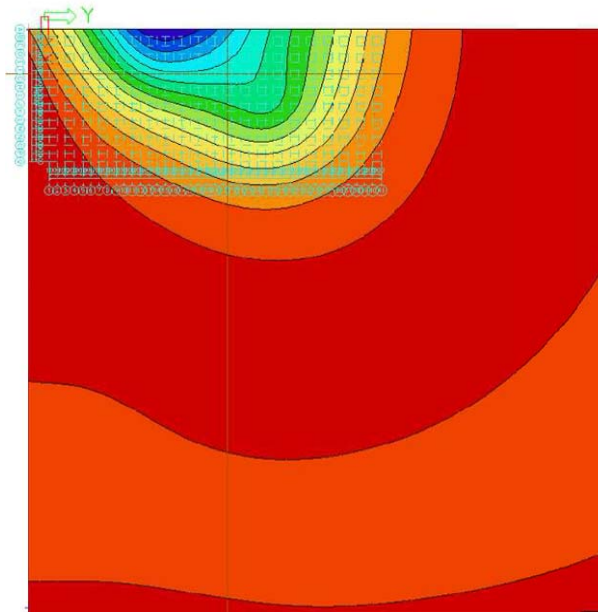
Figuur 4.15 Moment in tralieligger door vervormd drijflichaam

In de tralieligger treedt een moment op van 23 kNm. Dit is ruim onder het maximaal optredende moment bij bijvoorbeeld sneeuwbelasting (59 kNm), dus de tralieligger deze belasting opnemen. Dit moment wordt overigens pas opgebouwd op het moment dat de bouten waarmee de kopplaat van de tralie aan de kolom is bevestigd, worden aangedraaid. Een goede momentvaste verbinding tussen kolom en tralie is van belang voor een goede verdeling van de krachten, dus er moet op gelet worden dat de verbinding spelingvrij is. Uitgaande van een zakkingverschil van 40mm tussen twee kolommen is de speling tussen kopplaat en kolom  $40/16000 \cdot 750 = 2\text{mm}$ . Dit verschil is met het aandraaien van de bouten eenvoudig te overbruggen.

Een tweede ploeg monteert de goten en koppelt eventueel de nokken. Deze configuratie is lichter dan de eerste ploeg en deze situatie is dus niet maatgevend. Ook hier is dan een extra persoon nodig. Voor montage van het beluchtingmechaniek geldt hetzelfde.

#### *Randen van de kas*

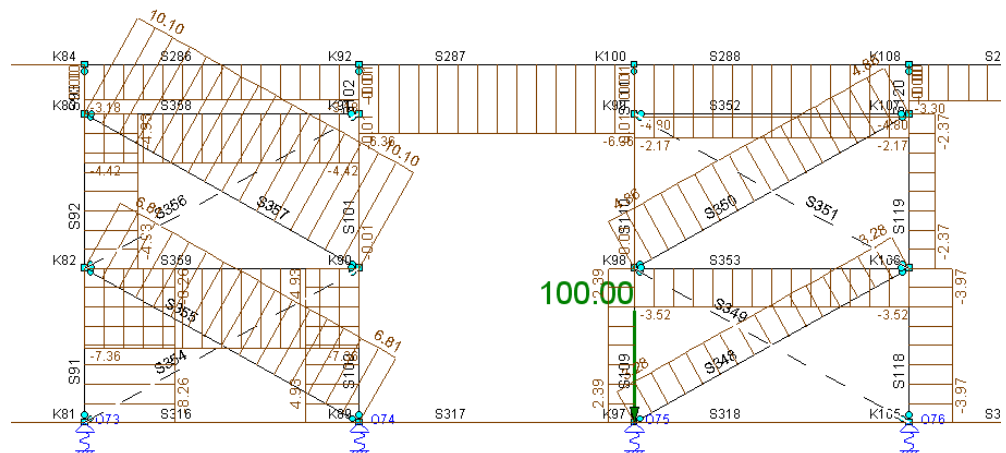
Aan de rand van het drijflichaam zijn de spanningen en vervormingen groter, zoals in Figuur 4.16 is te zien. De momenten in de vloer blijven ook hier nog onder het scheurmoment. De kopgevel bevat geen tralieligger en is dus minder stijf. De krachten in de staalconstructie blijven daardoor beperkt. De maximale vervorming is 80 mm. Aan de randen kan echter ook nog met lichtere machines gebouwd worden. De snelheid licht dan uiteraard lager, maar gezien het beperkte aandeel in het oppervlak van de kas, is dat niet zo erg.



Figuur 4.16 Vervormingen en momenten in het drijflichaam door een bouwploeg aan de rand

#### *Schoorvakken*

Tijdens de bouw, worden de schoorvakken belast. De schoren nemen door vervorming van het drijflichaam door een machine een normaalkracht op. Uit onderstaande berekening volgt dat deze ruimschoots kleiner is dan bij de maatgevende windbelasting.



Figuur 4.17 Normaalkrachtverdeling in de schoorvakken bij een puntlast

#### *Arbeid en snelheid*

Een eerste inschatting is dat de snelheid van bouwen van de staalconstructie circa 20% lager is dan bij de snelste manier van bouwen, met 40% extra arbeid.

#### 4.3.3 *Beglazen*

Over het algemeen wordt tegenwoordig beglaasd met zware platformen op rupsbanden. Op het platform is een vrij grote hoeveelheid glas en roedes aanwezig. Het glas wordt met behulp van een manipulator die tevens aan het platform is bevestigd in de sponning geplaatst. De normale beglaasmachine zal het drijflichaam beschadigen en kan dus niet worden toegepast.

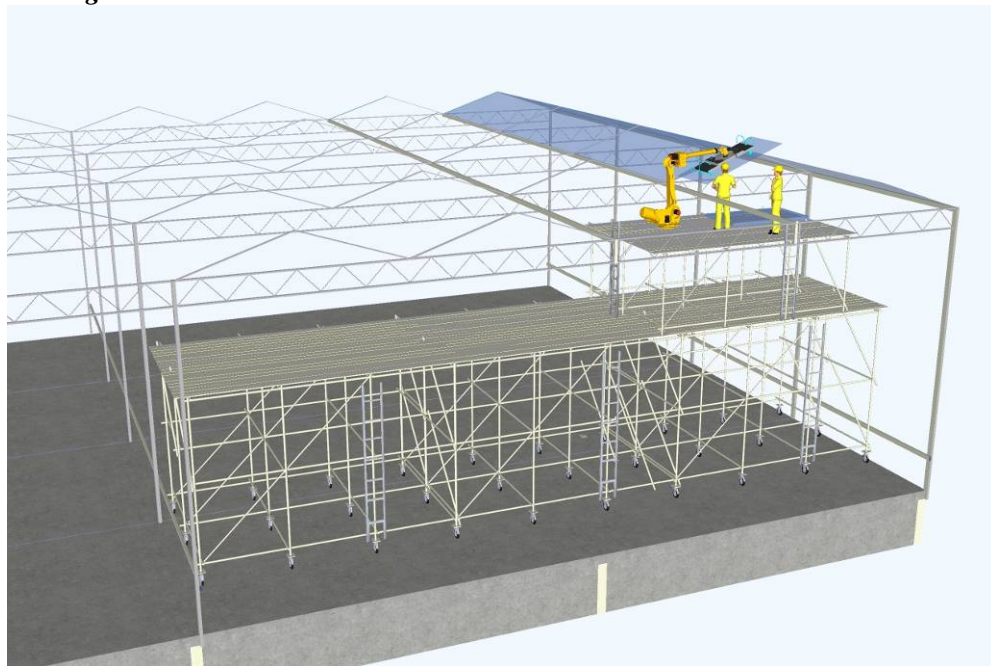
Van belang is dat het glas gemonteerd wordt in een situatie waarbij de vervorming van het dek minimaal is. Daarom worden de kisten met glas zodanig gelijkmatig over het drijflichaam te verdeeld dat de zakking van iedere kolom gelijk is.

### ***Met de plank***

Een oudere methode die bij kleinere projecten nog wel wordt toepast bij het beglazen van kleinere projecten wordt gevormd door een lichtgewicht (aluminium) platform dat aan rails hangt die op hun beurt weer aan de tralie hangen door middel van wielen. Door de rails steeds door te schuiven naar een nieuwe tralie kan het platform zich in gootrichting verplaatsen. Omdat het platform dicht onder de tralies hangt en niet kan zakken om een tralie te passeren, kan slechts een beperkte hoeveelheid materiaal meegenomen worden. De veiligheid is bovendien niet optimaal.

De last van het platform, inclusief alles wat er zich op bevindt, wordt via de tralie op de kolommen overgedragen. Met CASTA/Kassenbouw is berekend dat de tralies een incidentele last van 8 kN kunnen dragen. Uitgaande van de meest ongunstige situatie (ophanging van 80% van het totale gewicht, dicht bij één kolom), mag het platform dan 1000 Kg wegen, inclusief personen en materiaal. De belastingen op het drijflichaam zijn kleiner dan de maatgevende last (sneeuw). Het glas dient –zoals gebruikelijk bij deze manier van beglazen- dus ruit voor ruit te worden aangegeven. Dit betekent een extra arbeidskracht, ten opzichte van 2 man op een normaal platform. De snelheid ligt naar verwachting 50% lager dan bij de gangbare manier van beglazen.

### ***Rolsteiger***



Figuur 4.18 Voorbeeld van beglazen met een rolsteiger

Door de relatief vlakke betonvloer is het ook mogelijk om een rolsteiger uit standaard steiger materiaal te bouwen en deze voort te trekken over het drijflichaam. Door de steiger van meerdere (lucht)wielen te voorzien wordt de last bovendien verdeeld over het drijflichaam. Door de steiger te geleiden langs rails die langs de kolommen liggen is verplaatsen eenvoudig. Een apart bovenstuk, voorzien van een manipulator om het glas van de stapel te pakken en in de sponningen te plaatsen, zorgt ervoor dat de verschillende kappen beglaasd kunnen worden. Op deze manier kan toch een hoge

snelheid van beglazen (naar schatting 80% van de normale snelheid) worden gerealiseerd terwijl de vervormingen van het drijflichaam minimaal zijn. De belasting is een stuk lager dan bij het opbouwen van de staalconstructie.

#### ***Beglazen via de goot***

Een toekomstige optie voor drijvende en niet-drijvende kassen is wellicht beglazen via de goot. Op dit moment wordt een beglaasmachine ontwikkeld. Er is een werkend prototype gebouwd dat gepresenteerd is op de tuinbouwrelatiedagen in Gorinchem in februari 2010. Hiervoor wordt echter een volledig nieuw kasdeksysteem ontwikkeld omdat de het glas niet, zoals bij een geschoven systeem in de sponning wordt geschoven, maar op de roeden en goot gelegd wordt, waardoor een andere afdichting nodig is. Er wordt gestreefd naar een volautomatisch systeem dat werkt met shuttles die continu glas aanvoeren vanaf de kopgevels. De beglaasmachine kan op dit moment niet nog commercieel worden ingezet en kan dus ook nog niet in een business case worden opgenomen.

#### ***Gevels***

Het beglazen van de kopgevels kan via de servicerail gebeuren. Het glas wordt van binnenuit aangegeven en handmatig in de sponningen geplaatst. Dit verschilt weinig van de normale manier van beglazen. Aangezien er aan de buitenzijde geen plaats is om de ruiten neer te zetten, is naast de opperman –degene die de ruiten aangeeft- een extra persoon nodig om de ruiten van binnenuit aan te geven. De snelheid verschilt niet van de normale snelheid van beglazen van een gevel.

#### ***4.3.4 Installaties***

Er worden verschillende installaties gemonteerd:

- Dakberekening.
- Schermen.
- Gewasbelichting.
- Verwarmingsinstallatie.
- CO<sub>2</sub> dosering.
- Gewasventilatie.
- Teeltsysteem.

Voor het plaatsen van de installaties gelden dezelfde randvoorwaarden.

Het installeren van de schermen kan met hetzelfde platform gebeuren als het beglazen. De belastingen zijn hierbij kleiner. De overige installaties hoeven niet met zware machines te worden uitgevoerd en kunnen min of meer zoals in een normale kas geïnstalleerd worden.

#### ***4.3.5 Uitvoering***

Te allen tijde moet voorkomen worden dat tijdens de bouw van de kas het drijflichaam wordt beschadigd. Gezien de gevolgen bij fouten, is het aan te raden om een toezichthouder aan te stellen die dit namens de opdrachtgever continu bewaakt. Deze persoon is aanwezig bij de bouwvergaderingen en kan bij twijfel adviseren over de aanpak. Een andere mogelijkheid is om met sensoren de vervorming van het drijflichaam en/of kas te bewaken.

In hoofdstuk 3 zijn twee verschillende bouwmethoden voor het drijflichaam beschreven: de natte en de droge bouwmethode. Voor de bouw van de kas maakt dit weinig verschil uit, aangezien de normaliter gebruikte rupsvoertuigen het drijflichaam zouden beschadigen. Er moet dus in ieder geval met ander materieel gebouwd worden. Het voordeel van de droge bouwmethode is wel dat de logistiek eenvoudiger is omdat het drijflichaam van meerdere kanten toegankelijk is en omdat er niet gelet hoeft te worden op concentraties van gewichten.

Op hoofdlijnen is de bouwvolgorde, met uitzondering van de fundatie uiteraard, gelijk aan de normale volgorde. Wel zal bij de natte bouwmethode de aan- en afvoer van materialen, zowel vanwege de onmogelijkheid tot buitenom aanvoeren als vanwege de hierdoor optredende vervormingen strakker gecoördineerd moeten worden. Voorkomen moet worden dat tijdens de bouw het drijflichaam beschadigd door te veel gewicht op een klein gebied. De snelheid van bouwen zal bij Floating Roses lager zijn dan bij dezelfde kas op land. Dit verschilt per fase. Het verschil zal het grootst zijn bij het beglazen en beperkt bij de scherminstallatie. In totaal moet rekening gehouden worden met een extra bouwtijd van 1-2 maanden.

Het stellen van het afschot is een bijzonder aspect van het bouwproces. De verschillende fases van de bouw zorgen voor verschillende vervormingen van het drijflichaam. In de uiteindelijke situatie, in het normale dagelijkse gebruik, moet de kas komen te staan zoals hij op het land ook zou staan. Pas als de teelt geplaatst is, nemen kas en drijflichaam hun definitieve vorm aan. Praktisch gezien moet het afschot gesteld worden voordat de teelt geplaatst wordt, vanwege de toegankelijkheid van de kolommen. De stijfheid van de vloer is bepalend voor de vervorming en dus voor het afschot dat zal ontstaan nadat de teelt is geplaatst. De stijfheid is echter vooraf niet exact te voorspellen en dus zal het nodig zijn om nadat de staalbouw gereed is en het dek beglaasd, een gedeelte van de kas te belasten met een belasting die gelijk is aan de uiteindelijke belasting, bijvoorbeeld met zandzakken of water. Op die manier kan de uiteindelijke zakking en dus het benodigde afschot bepaald worden. Een andere mogelijkheid om de vervorming van de kas te beïnvloeden is door het plaatsen van extra gewicht op het drijflichaam na plaatsing van de teelt, maar dat is een noodgreep.

## 5 Teelt

Uitgangspunt voor de teelt in Floating Roses is de kennis en kunde van de ondernemers zoals nu toegepast in De Rozenhof. De rozenteelt is state of the art, gebruikmakend van alle bewezen nieuwe technologie, die een aanvulling is op de huidige techniek, zonder teeltechnisch onzekere wegen in te gaan. Als referentie worden de karakteristieken van het bedrijf de Rozenhof in Zevenhuizen gebruikt. In principe wordt de uitstraling als modern innovatief bedrijf doorgezet in de drijvende kas, uitgezonderd de in paragraaf 5.13 genoemde risicovolle ontwikkelingen.

### 5.1 Kasopbouw met Venlo-dek

Voor de kas wordt als basis uitgegaan van een kas met Venlo-dek.

Uitgangspunt optimale afmetingen, bepaald in overleg met de tuinders:

- Kas 292 m diep.
- 146 meter breed, voortkomend uit de maximale lengte van het systeem van de goten.
- Poot hoogte 6.5 meter.(d.i.v.m. ontbreken betonpaal en voet, anders was het 6 meter).
- Tralie van 16 meter.
- Kolomstramien van 5 meter of 10 m met een tralieligger onder de goot.
- We gaan uit van een middenpad van 6 meter.
- Aan de voor en achterkant van de kas een halve nok van 2 meter als looppad.
- De laatste kap aan de zijgevel is een halve kap.

### 5.2 Lichtdoorlatendheid

De lichtdoorlatendheid van het kasdek mag als gevolg van extra elementen in de constructie van de drijvende kas 2% lager zijn dan een moderne standaard Venlo kas. De kas moet voor lichtdoorlatendheid wel aan de criteria voor Groen Label Kas blijven voldoen, hiervan is de minimale eis 75%.

### 5.3 Installatie van twee bovenschermen

De kas wordt uitgerust met twee schermen. Eén dat lichtuitstoot minimaliseert (bijvoorbeeld XLS obscura W/B + W/B) en één dat als schaduwdoek in de zomer kan worden gebruikt (bijvoorbeeld XLS 13 zonder folie band).

Tevens ligt er de wens om de schermen te laten bewegen op een apart dradenbed, aangedreven door een trekdradensysteem.

### 5.4 Assimilatiebelichting van 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

Voor assimilatie belichting wordt uitgegaan van een intensiteit van 130 W/m<sup>2</sup> (200  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  PAR) geïnstalleerd vermogen SON-T. De intensiteit mag niet hoger zijn dan 15 kLux, om te blijven binnen de lichthinder regels van het convenant Glastuinbouw.

### 5.5 CO<sub>2</sub> rond de 1000 ppm

Voor de groei is CO<sub>2</sub> een essentiële factor. De concentratie in de kas mag rond de 1000 ppm worden gehouden ook met geopende luchtramen. Om dit te bereiken moeten alle

bronnen van CO<sub>2</sub> optimaal worden benut. Dit kan zijn CO<sub>2</sub> uit de rookgassen, zuiver, OCAP etc. Voorwaarde is dat de CO<sub>2</sub> geen verontreinigingen bevat en de verdeling in de kas goed is. De verhouding tussen kosten en opbrengst van de doseer hoeveelheid zal worden berekend met een groeimodel. (Verwacht wordt dat het maximum dosering kan oplopen tot 50 gr/m<sup>2</sup>.uur). Naar de toekomst toe kan CO<sub>2</sub> dosering als gevolg van emissierechten gelimiteerd worden.

De centrale CO<sub>2</sub> leidingen worden onder het middenpad aangelegd, aangezien ingraven in de grond niet mogelijk is en verwerking in het drijflichaam duur en risicovol. Onder het teeltsysteem is evenmin mogelijk in verband met de slurven van de gewasventilatie.

## **5.6 Teeltsysteem met mobiele goten en verwerking op centrale punten.**

In de drijvende kas wordt uitgegaan van een systeem met mobiele goten en verwerking van de bloemen op centrale punten. Het teeltsysteem is in principe opgebouwd op het drijflichaam en niet als een aan de kasconstructie hangend systeem. Water wordt geven met een druppelsysteem en opvang van de drain via draingoten. Om bij lekkages van het teeltsysteem geen aantasting van de vloer te krijgen moet de vloer wel van een kwaliteit zijn dat het bestand is tegen inwerking van voedingsoplossingen en ander middelen die in de tuitbouw worden gehanteerd [18].

De vloer wordt zo vlak mogelijk afgewerkt, maar niet gevlienderd. Het vlienderen van de vloer is bij de opbouw van het drijflichaam zeer moeilijk uniform te realiseren over de totale kas. Om afgestorven blad en andere vervuiling goed te kunnen verwijderen wordt de vloer afgedekt met een gronddoek zoals wordt toegepast in een normaal rozenbedrijf. Het verwijderen van blad is gewenst en kan door het verwijderen te integreren in het mobiele systeem of door een systeem met sleepdoeken die periodiek worden gereinigd. Voor toekomstige toepassingen in potplanten systemen, waarbij de vloer naast een constructief element toegevoegde waarde heeft voor de teelt, zal apart naar de integratie van een eb-vloed systeem in de constructie moeten worden gekeken. Bij die toepassing komen er locale duidelijk hogere belastingen van de vloer voor - enkele centimeters water op een afgebakend oppervlak- en machines voor logistiek die plaatselijk een extra belasting vormen.

## **5.7 Verwarming in buizen onder teeltsysteem**

Voor de verwarming wordt uitgegaan van de normale configuratie in een rozen kas, dus buizen onder het teeltsysteem.

## **5.8 Ontvochtiging en dakberegening**

Naast de standaard luchtramen wordt voor de temperatuur en vochtbeheersing gebruik gemaakt van gecontroleerde ventilatie middels een luchtverdeelsysteem onder het teeltsysteem.

De verdamping van een gewas onder assimilatiebelichting en door zonlicht kan oplopen tot 100 gr/m<sup>2</sup>/uur. Dit vocht moet door condensatie en ventilatie worden afgevoerd.

Voorgesteld wordt om een systeem van gewasventilatie te installeren om vocht tussen het gewas te kunnen beheersen en te veel aan warmte te kunnen afvoeren. Een systeem wordt nu getest bij Marjoland in de rozenteelt. Voor tomaat, komkommer, paprika en gerbera is hiermee al ervaring.

Een systeem van gewasventilatie kan op basis van het verschil in absolute vochtigheid tussen kaslucht en omgeving zorgen voor geforceerde vochtafvoer. In de winter werkt dit effectiever dan in de herfst (augustus- september) door de lage absolute vochtigheid in de winter (Zie tabel) In de augustus – september kunnen er momenten zijn dat de vochtafvoer nihil is.

Tabel 5.1 Ontvochtiging door gewasventilatie

Periode	T buiten oC	RV buiten %	AV buiten g/m3	T kas oC	RV Kas %	AV kas g/m3	Ontvochtiging door gweasventilatie g/ m2.uur (Verschil AV kas-AV buiten * 1 m3/ uur)	Energie gewasventilatie kJ/m3
1	3.8	88	5.5	17.7	81	12.2	6.7	33.9
2	4.4	85	5.5	18.4	80	12.7	7.1	35.1
3	5.6	82	5.8	19.2	80	13.3	7.5	35.5
4	8.8	75	6.5	19.1	77	12.7	6.2	28.1
5	13.3	74	8.5	19.2	76	12.6	4.1	17.3
6	15.1	76	9.8	19.6	78	13.3	3.5	14.1
7	17.2	76	11.1	20.6	76	13.6	2.5	10.3
8	18.5	78	12.4	20.6	77	13.8	1.4	6.0
9	17.1	81	11.9	21.1	75	13.9	2.0	9.7
10	14.1	85	10.3	20	79	13.6	3.3	15.3
11	10.7	86	8.5	19.7	82	13.9	5.4	24.4
12	7.4	89	7.1	18.3	83	13.1	6.0	28.2
13	3.6	89	5.5	18.7	85	13.7	8.2	39.1

Gegevens De Bilt 2000-2009  
Bron: KONINKLIJK  
NEEDERLANDS  
METEOROLOGISCH  
INSTITUUT (KNMI)

Gegevens De Rozenhof  
2009

De hoeveelheid energie die met dezelfde hoeveelheid lucht wordt afgevoerd is afhankelijk van het verschil in energie inhoud van kaslucht en buitenlucht. Dit verschil in enthalpie is in de winter rond de 35 kJ/m<sup>3</sup> lucht en augustus daalt dit naar 6 kJ/m<sup>3</sup>.

Om in de winter per uur 50 gram vocht af te voeren zal 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.uur lucht moeten worden verversd. In de herfst zal dit naar 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.uur moeten.

Om geen koude buitenlucht rechtstreeks onder het gewas te brengen moet deze worden opgewarmd tot kasluchttemperatuur. Als dit kan worden gedaan met energie die in de kas wordt gebracht door de lampen dan zou dit gunstig zijn voor de beheersing van het klimaat.

## 5.9 Dakberekening

Om de temperatuur in de zomer te beheersen wordt een dakberekening geïnstalleerd die in 2 trappen van 1.5 liter/m<sup>2</sup>.uur wordt uitgevoerd. Er wordt geen gebruik gemaakt van mechanische koeling. Er wordt geen hoge druk nevel installatie geïnstalleerd, omdat de risico's van vocht op de knoppen met als gevolg kwaliteitsschade te groot zijn.

## 5.10 Klimaat

Belangrijke randvoorwaarden voor klimaat zijn homogeniteit van temperatuur, luchtvochtigheid, CO<sub>2</sub> en licht. De huidige kassen worden vanwege water afvoer op een klein afschot gebouwd. Een bijzonder aandachtspunt is dat de drijvende kas geen oncontroleerbare stromingen van lucht of water in de kas tot gevolg heeft.

Voor het klimaat is de bodem, gevormd door het drijflichaam van Floating Roses, opgebouwd uit EPS en afgedekt met een betonvloer de grootste verandering. De vraag is of dit effect groot is.

Met de teelt op betonvloeren zijn ervaringen in de glastuinbouw sinds 1980 [19]. Belangrijke motieven van ondernemers om te kiezen voor een betonvloer zijn uniforme watergift, uniforme temperatuurverdeling in de kas en automatisering van handelingen als er per jaar meerdere veranderingen in de teelt plaatsvinden die met verplaatsen van planten gepaard gaan. De toepassing van betonvloeren is grootschalig in de opkweek



van groenteplanten en bij potplanten. Daarbij kunnen de voordelen van een betonvloer maximaal worden benut, zowel teeltkundig als logistiek. Bij het watergeven kan doormiddel van een eb-vloed systeem aan alle planten gelijkmatig water worden toegediend. Door verwarming in de vloer te integreren wordt de kas egaal verwarmd en is de temperatuur rond de wortels iets hoger, wat een gunstig effect kan hebben. De overige verwarming kan via een beweegbaar systeem gemakkelijk omhoog worden gehaald zodat voor transport van planten alle ruimte beschikbaar is. Voor Floating Roses wordt de betonvloer gehanteerd als constructief element. Teelttechnische voordelen zijn geen overweging bij de opbouw van het drijflichaam. De vraag is: kunnen er wel teelttechnische voordelen worden verwacht of zijn er teelttechnische nadelen te verwachten?

De verwarming in de huidige teelt systemen is een ronde verwarmingsbuis die snel is op te stoken tot een gewenste temperatuur. Bij de huidige mobiele systemen is de verwarming tevens transportgeleiding. Dit blijft in de opbouw van het teeltsysteem gehandhaafd.

De vloer van Floating Roses kan warmte opnemen en afgeven en daarmee invloed hebben op het klimaat in de drijvende kas. In een modelberekening voor een standaard rozen teelt wordt een hoeveelheid energie van 220 MJ/m<sup>2</sup>.jaar via de bodem uit de kas afgevoerd referentie [20]. Dit is 4% van de totale energie input van de kas. De energiestroom naar de bodem wordt onder andere gebruikt bij de verdamping van water vanuit de bodem. Dit water verlaat de kas weer via de luchtramen. Bij Floating Roses zal de totale energie input van de kas iets hoger zijn omdat er met een hoger belichtingsniveau wordt gewerkt. De sterk geïsoleerde vloer voert minder energie af naar de omgeving en zal minder vocht via evaporatie in de lucht brengen. Dit is gunstig omdat er minder warmte nodig is voor de kas, maar het warmte overschot van de assimilatie lampen wordt daardoor groter.

De bodem van beton en EPS zal geen vocht vanuit de ondergrond doorlaten. Er zal daarom eerder een droog klimaat onder het rozen gewas ontstaan. Dit is voor de gewasontwikkeling niet nadelig. Alleen als het zo droog zou worden dat de ogen niet meer uitlopen is er een teelttechnisch nadeel, maar dit komt door de sterke gewasverdamping naar verwachting niet voor.

De warmteopname en -afgifte van de vloer zal grotendeels door convectie plaatsvinden. Bij een gesloten rozengewas zal er weinig of geen direct straling van de zon op de vloer zijn. Alleen aan de einden van de teeltvakken bij de zijgevel en op het middenpad zal de zon direct de vloer kunnen verwarmen. Dit kan tot lokale afwijkingen in het klimaat leiden. Dit kan worden opgevangen door op die plaatsen extra te schermen. Ook voor de oogst en gewashandelingen is een scherm dat de directe effecten van zonlicht wegneemt gunstig.

De afdekking van de betonvloer met een normaal gronddoek zal de warmte afgifte en opname verder dempen en vergelijkbaar maken met een normale teeltvloer. De vraag is of bij een snelle stijging van de ruimte temperatuur de betonvloer lokaal nat kan slaan door condensatie. Dit zal alleen optreden als gelijktijdig met de stijging van de ruimtetemperatuur de absolute vochtigheid van de lucht zodanig stijgt dat het dauwpunt van de lucht hoger is dan de vloertemperatuur. Het gronddoek zal daarbij als een buffer fungeren.

Omdat de vloer niet wordt benut voor teelttechnische doelstellingen kan, als opwarmen en afkoelen van de vloer een te sterke invloed heeft op het gewenste kasklimaat, de bodem ook aan de bovenzijde worden geïsoleerd. Een andere optie is om in de vloer een systeem te integreren dat de vloertemperatuur kan reguleren. De gewenste grenzen voor temperatuur moeten dan nader worden uitgewerkt. Vooral nog wordt niet uitgegaan van bodemverwarming of koeling.

#### **5.11 Gewasbescherming via centrale punten voor bespuitingen**

Voor de gewasbescherming wordt uitgegaan van centrale punten waar indien nodig bespuitingen kunnen worden uitgevoerd, zodat geen emissie naar het omringende en onderliggende water kan plaatsvinden.

#### **5.12 Watergift vanuit regen- en drainopvang**

Voor de watergift zal gebruik gemaakt worden van regenwater dat wordt opgevangen. Op momenten dat er te weinig regenwater beschikbaar is wordt aangevuld met osmose water. Al het drainwater moet worden opgevangen en worden hergebruikt. Er mag geen emissie naar het oppervlakte water plaatsvinden. Evenals voor homogeniteit van het klimaat is voor watergift en drainopvang een goede hydrostatische regeling van de flows nodig. Het drijflichaam mag niet zodanig fluctueren in helling dat de waterstromen ongecontroleerd gaan verlopen.

#### **5.13 Vermijden van risicovolle ontwikkelingen**

Een belangrijke keuze bij teeltsysteem en klimaatsturing is dat in Floating Roses niet gewerkt gaat worden met teelttechnieken die nog onvoldoende zijn uitontwikkeld. De volgende ontwikkelingen worden vanwege het risico daarom in principe niet meegenomen:

- De risico's in systemen met zware mechanische koeling van de lucht zijn naar het oordeel van ondernemers, hun adviseur en onderzoek te groot. Bij de drie bedrijven die het toepassen heeft het geen duidelijke voordelen in knopgrootte en productie gegeven. Daarom wordt voor eenvoudiger systemen van conditionering gekozen.
- Een scherm dat NIR- reflecteert is in onderzoek slechts één maal getest.
- LED- belichting is nog volop in ontwikkeling, maar de stand van het onderzoek naar LED verlichting geeft onvoldoende basis om deze ontwikkeling in belichting op dit moment mee te nemen in de planvorming.
- Op dit moment loopt er een onderzoek waarbij schimmelsporen in de circulerende lucht worden gedood met behulp van UV-C licht. Onbekend is of dit perspectieven biedt voor gebruik in de rozenteelt.

#### **5.14 Onderhoud van de kas**

Het dek moet toegankelijk zijn voor een dekwasser. Gezien de beperkte bereikbaarheid van de kas zal de kas hiertoe logischerwijs voorzien moeten worden van een servicerail. Tevens moet rekening worden gehouden dat ruitbreuk voorkomt en reparaties snel en veilig kunnen worden uitgevoerd. De service rail wordt tevens gebruikt voor het beglazen van de kopgevels.

### 5.15 Diffuus Glas

In de kasbedekking is recent aandacht voor glas dat het licht diffuus maakt als het de kas inkomt. Er zijn ervaringen in onderzoek met komkommer en paprika en er is een tomatenbedrijf dat een kas met dit type glas heeft uitgerust. Diffuus glas is een optie die teeltechnisch past bij een modern bedrijf, maar voordat dit op praktijkschaal bij Floating Roses wordt toegepast zal eerst op kleine schaal ervaring hiermee moeten worden opgedaan.

### 5.16 Integratie van systemen

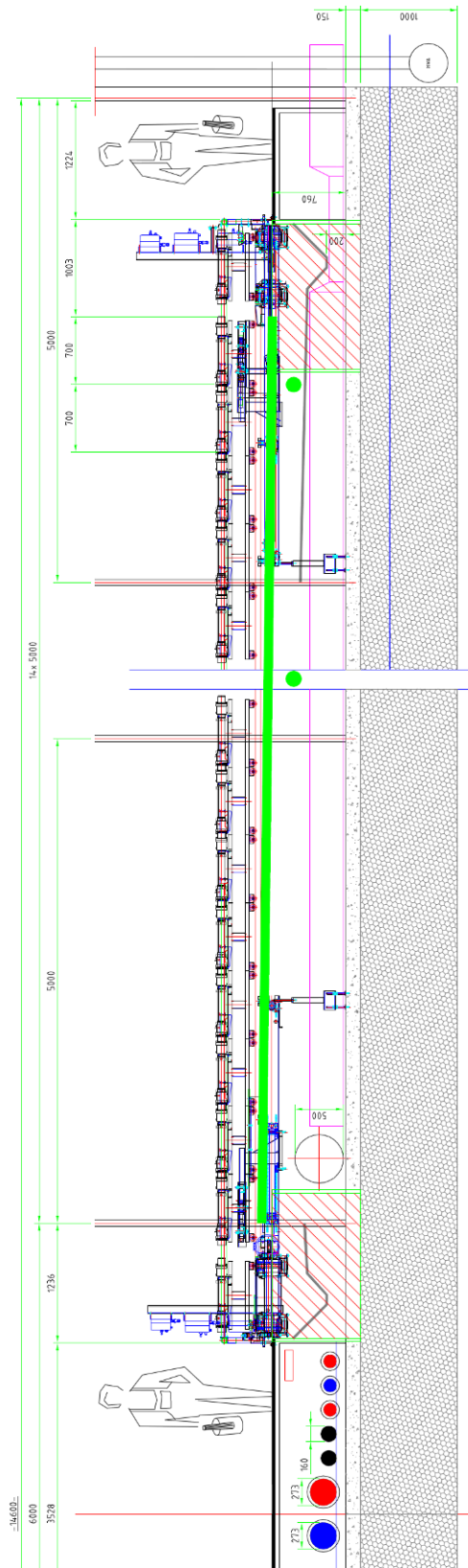
De integratie van gecontroleerde ventilatie met een mobiel teeltsysteem is een innovatief aspect. Het ontwerp hiervan is niet specifiek voor een drijvende kas, maar tot nu toe niet eerder gemaakt. Om de kosten van het drijflichaam te beperken en hergebruik mogelijk te maken worden de ledigingen op en niet in het drijflichaam aangebracht. In een normale kas zouden ze worden ingegraven. Figuur 5.1 Toont een doorsnede van de kas met daarin de belangrijkste systemen ingetekend. Het midden en achterpad zijn verhoogd. Onder de paden is daarom voldoende ruimte aanwezig om de leidingen weg te werken.

De slurven van de gewasventilatie worden onder het verhoogde pad door onder de teeltgoten geleid. De kas is echter ook voorzien van een vuilafvoergoot met transportband omdat het plantafval lastiger is af te voeren dan in een normale kas. Ter plaatse van de kruising met de vuilafvoergoot wordt een platter, breder kanaal toegepast met voldoende oppervlak. Uitgaande van 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/uur luchtverversing wordt uitgegaan van 4 slurven van 350mm per tralie. Bij de zijgevel wordt het plantmateriaal door een korte transportband die haaks op de vuilafvoergoot staat omhoog gebracht en in een bak verzameld. Dit is de enige plaats waar een uitsparing in het drijflichaam gemaakt dient te worden.

Onder de teeltgoten ligt een drainopvanggoot die afloopt naar de kopgevel toe. Deze komt uit in een tweetal afvoerleidingen die uitmonden in putten bij de zijgevel onder het middenpad.

Waarschijnlijk zal gekozen worden voor CO<sub>2</sub> uit de OCAP leiding. Het voordeel hiervan is dat deze onder druk staat, waardoor met kleine leidingen gewerkt kan worden. De CO<sub>2</sub> kan bijgemengd worden bij de buitenlucht, waardoor deze ook direct homogeen verdeeld wordt over de kas. In Figuur 5.1 Is echter ook de centrale CO<sub>2</sub> slurf ingetekend die nodig is bij toepassing van CO<sub>2</sub> uit het de WKK.

De hoofdleidingen van de verwarming liggen net als de voedingsleidingen en de gietwaterleidingen onder het middenpad. De leidingen zijn geïsoleerd om te voorkomen dat zich te warme lucht onder het middenpad verzameld, wat schadelijk voor het gewas kan zijn. Er is voldoende hoogte aanwezig om de nodige kruisingen te maken voor de aansluitingen opzij. Er zijn bovendien kabelgoten aanwezig om de elektra leidingen te kunnen herbergen. Voor onderhoud en storing is het eenvoudig mogelijk de platen van het verhoogde pad te verwijderen.



Figuur 5.1 Integratie van gewasventilatie en teeltsysteem

### 5.17 **Klimaattechnische risico's voor Floating Roses**

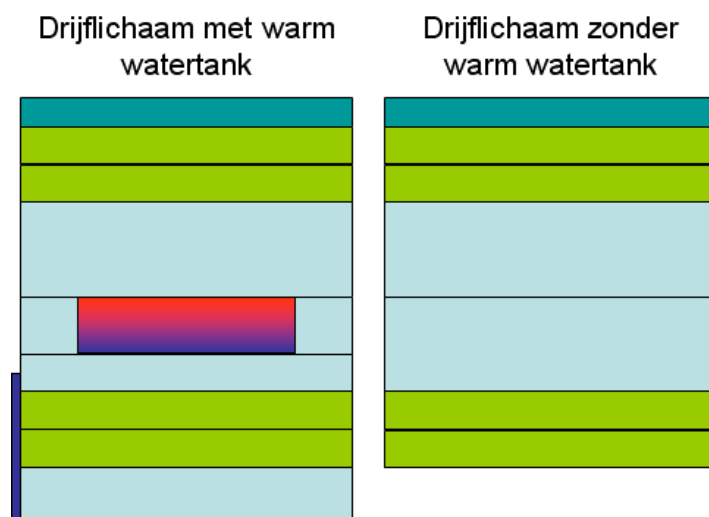
De grootste innovatie van Floating Roses is het drijflichaam. De primaire functie hiervan is het constructieve element. Op het klimaat in de kas heeft dit een beperkt effect, zonder grote nadelige gevolgen, maar er wordt ook geen teelt technisch voordeel van de betonvloer verwacht.

De vochthuishouding in de kas kan door gewasventilatie goed worden beheerst. Gezien de grote ervaring met teelt op betonvloeren bij de potplantenteelt en opkweek van groenteplanten is de verwachting gegrond dat de teelt van rozen in Floating Roses teelttechnisch goed mogelijk is. Toch hoort hierbij een belangrijke kanttekening. In dit hoofdstuk is op basis van literatuur en expertkennis een schets gegeven van de mogelijk risico's van het toepassen van een betonvloer voor de teelt van rozen bij Floating Roses. Aandachtspunt blijft dat dit systeem niet op kleine schaal is getest en er dus een risico is dat de uitgangspunten onjuist blijken te zijn. Het mislukken van de teelt is een groot afbreuk risico dat alleen te ondervangen is door een proef op kleinere schaal, liefst inclusief de combinatie van gewasventilatie en mobiele teeltgoten. Dit is daarom zeker aan te bevelen. Dit zou uitgevoerd kunnen worden door een teeltvak van een bestaand bedrijf te voorzien van een betonvloer (en eventueel gewasventilatie).

## 6 Wateropslag Floating Roses

Een drijvende kas biedt mogelijkheden voor een andere water- en warmteopslag. Voor Floating Roses is er een verkennend onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden voor de warmtebuffer van de WKK en voor de hemelwater opvang.

### 6.1 Warmtebuffer



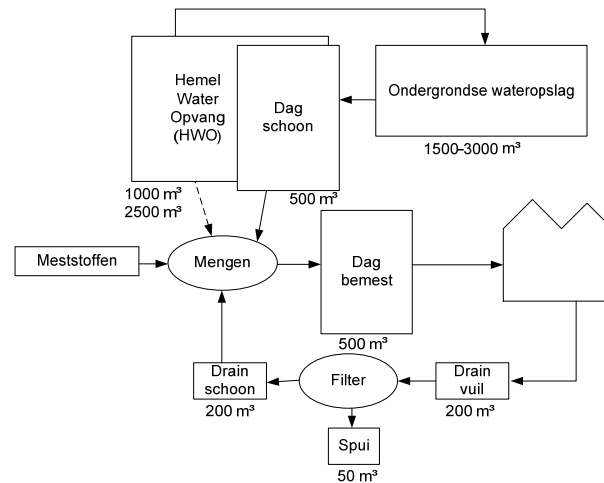
Figuur 6.1 Doorsnede van een drijflichaam met en zonder warmteopslag

Gebruikelijk in de tuinbouw is het gebruik van warmteopslagtanks voor de buffering van warmte afkomstig uit de WKK. Voor de drijvende kas is onderzocht of het mogelijk is de buffer te verwerken in de drijflichamen. Een voorbeeld is weergegeven in Figuur 6.1. Technisch gezien is het mogelijk om dit te realiseren. De isolerende werking van een dergelijk buffer is door het EPS voldoende. Door de uiteindelijk gekozen variant voor het drijflichaam is de laagdikte van het EPS echter sterk afgenomen. Er is daardoor minder ruimte in het drijflichaam, wat de benodigde oppervlakte groter maakt en de isolatie slechter. Er zullen bovendien aanzienlijke kosten gemaakt moeten worden, om ervoor te zorgen dat het drijflichaam voldoende stevigheid behoudt. Daarnaast zal door de beperkte hoogte bij dit systeem geen gelaagdheid optreden in de watertemperatuur. Er zou dan een alternatief systeem ontworpen moeten worden om toch een warme en koude ‘kant’ te creëren. Hierom is ervoor gekozen de standaard watertanks te gebruiken voor Floating Roses.

### 6.2 Hemelwateropvang

In een kas zijn verschillende gietwaterbuffers aanwezig, een overzicht van de buffers en hun grote is weergegeven in Figuur 6.2. Uitgangspunt is ondergrondse opslag van gietwater. Voor Floating Roses wordt gekeken naar de alternatieven voor de hemelwateropvang, waarin tijdens een bui het hemelwater wordt opgeslagen, waaruit het vervolgens ondergronds wordt gepompt. Dit is verreweg de grootste buffer. Daarnaast is het voor de andere buffers handig wanneer deze in of bij de bedrijfsruimte worden geplaatst, dicht bij de waterbehandelingsinstallatie. Er zijn twee redenen waarom het regenwater wordt opgevangen. Ten eerste is het verplicht [21], omdat de afvoercapaciteit van de sloten niet groot genoeg is om al het

water te kunnen afvoeren. Ten tweede wordt het regenwater gebruikt voor de planten. De kwaliteit van regenwater is namelijk beter dan dat van onbehandeld oppervlaktewater.



Figuur 6.2 Schematische weergave van de waterkringloop in de kas

### 6.2.1 Eisen en randvoorwaarden

**Capaciteit.** De capaciteit moet voldoende zijn om een bui van 20 mm op te kunnen vangen [16]. Voor Floating Roses komt dit neer op 1.000 m<sup>3</sup>.

**Ruimte gebruik:** Het ruimte gebruik moet worden geminimaliseerd. Vooral op de wal is dit van belang. Uitgangspunt is dat het gebruikte oppervlak zo klein mogelijk is, in verband met de hoge kosten van grond.

**Kosten:** De kosten van het buffersysteem moeten reëel zijn.

**First flush:** Het eerste regenwater dat tijdens een bui van de kas af komt of het water bij het gebruik van een dekwasser bevat veel verontreiniging. Het is daarom niet wenselijk om dit water te gebruiken voor de planten. Het is bovendien verboden om dit water te lozen op het oppervlaktewater [21]. Het moet apart worden opgevangen en verwerkt.

**Ruimtegebruik:** Voor de positionering van de buffers zijn er beperkingen aan de beschikbare ruimte. Met name de ruimte onder het drijflichaam zal een beperkende factor zijn. Dit betekent dat er getracht moet worden de diepgang van de buffer zoveel mogelijk te beperken.

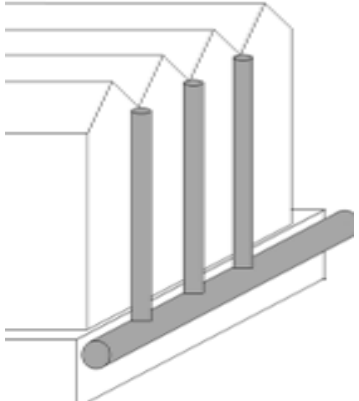
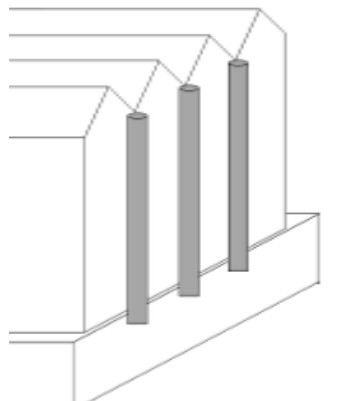
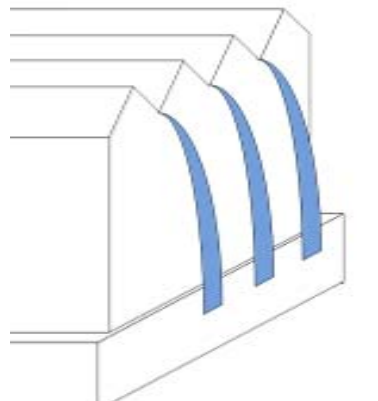
**Maakbaarheid:** Vooral de verzamelleidingen zullen anders moeten worden verwerkt in de kas. Normaal gesproken worden deze ingegraven in de grond. Omdat de drijflichamen in stukken worden gemaakt is het niet mogelijk om de verzamelleidingen er in één keer in te verwerken.

**Esthetiek:** De drijvende kas geeft de mogelijkheid om de wateropslag beter in het landschap te verwerken. Dit kan een meerwaarde geven ten opzichte van een regenwaterbassin dat naast de kas wordt geplaatst.

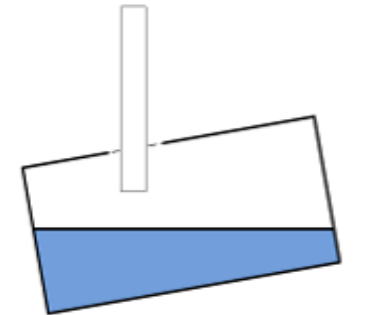
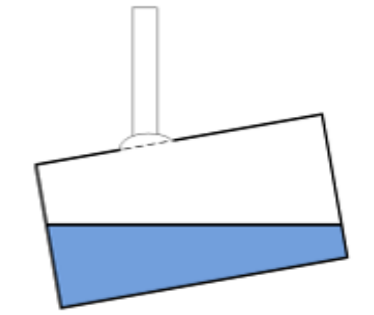
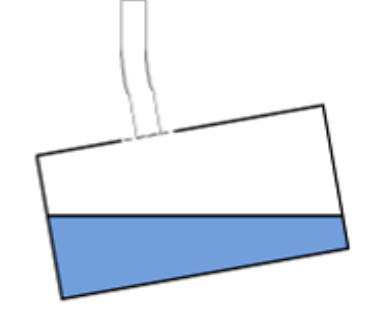
### 6.2.2 Deelconcepten

Voor de verschillende onderdelen van de regenwaterbuffer zijn verschillende oplossingsmogelijkheden. Hieronder worden de verschillende deelconcepten op een rijtje gezet.

Leidingen

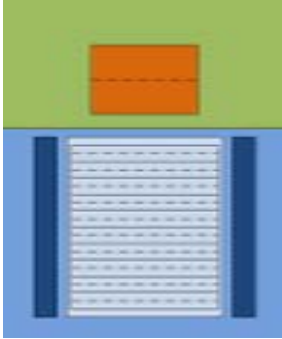
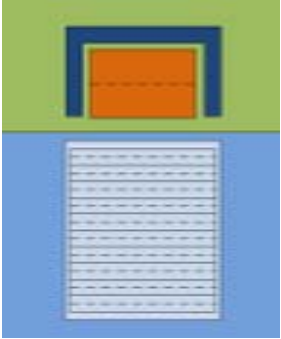
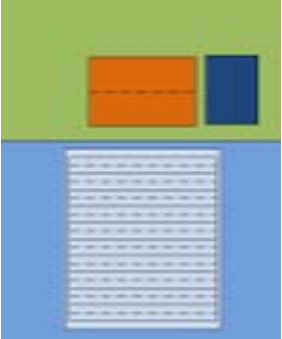
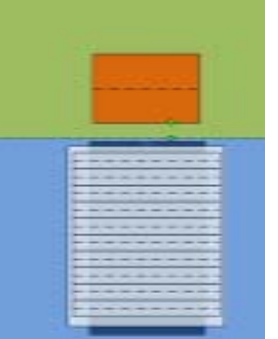
		
<p><b>Via verzamelleiding</b></p>	<p><b>Via standleidingen</b></p>	<p><b>Zonder leidingen</b></p>
<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekende werking</li> <li>• First-flush voorziening</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokatie van de leiding</li> <li>• Maakbaarheid</li> </ul>	<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen verzamelleiding</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen First flush voorziening</li> <li>• Veel koppelingen</li> </ul>	<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen leidingen nodig</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebonden aan opslag locatie en methode</li> <li>• Geen first-flush voorziening</li> </ul>

Aansluiting met buffer

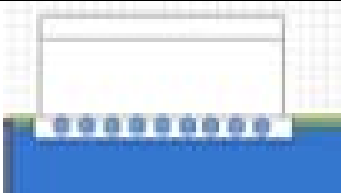
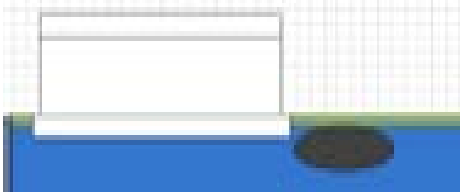


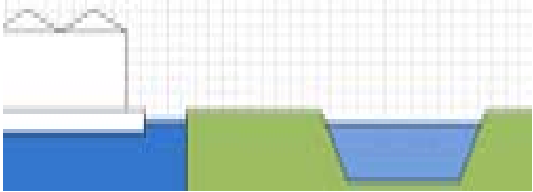
		
<p><b>Open verbinding</b> eenvoudig</p>	<p><b>Flexibiliteit in aansluiting</b></p>	<p><b>Flexibiliteit in leiding</b></p>



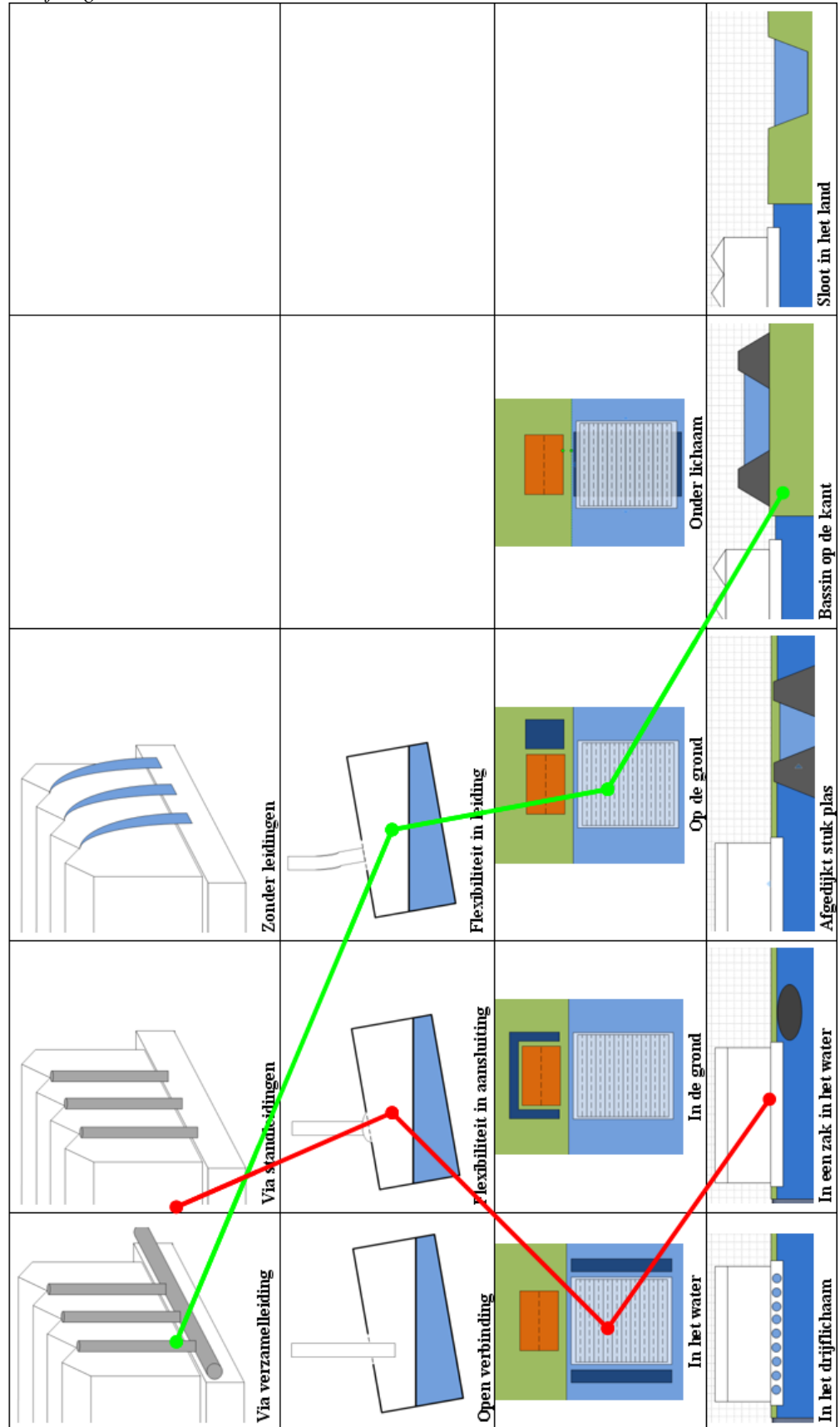
Locatie

			
<b>In het water</b>	<b>In de grond</b>	<b>Op de grond</b>	<b>Onder lichaam</b>

Opslag methode

 In het drijflichaam	<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet zichtbaar</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet bereikbaar voor onderhoud</li> <li>• Duur</li> <li>• Fluctuaties in vrijboord</li> </ul>
 In een zak in het water	<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet zichtbaar</li> <li>• Goedkoop</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aansluiting(en)</li> <li>• Effecten op waterkwaliteit</li> </ul>
 Afgedijkt stuk plas	<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oogt natuurlijk</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stevigere dijk nodig</li> </ul>
 Bassin op de kant	<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beproefde techniek</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zichtbaar in landschap</li> <li>• Opvoerhoogte</li> <li>• Ruimtegebruik</li> </ul>
 Sloot in het land	<p><b>Voordelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oogt natuurlijk</li> <li>• Grotere opslagmogelijkheden</li> </ul> <p><b>Nadelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwerk</li> <li>• Ruimtegebruik</li> </ul>

6.2.3 *Morfologisch overzicht*



### 6.3 Systemconcepten

Met behulp van het morfologisch overzicht zijn twee concepten uitgewerkt voor de hemelwateropslag van de drijvende kas. Afhankelijk van de wensen kunnen verschillende concepten als beste naar voren komen. Voor het eerste concept is het uitgangspunt geweest dat de kosten zo laag mogelijk moesten zijn. In het tweede concept wordt gebruik gemaakt van het drijvende karakter.

#### **Economische variant (groene lijn)**

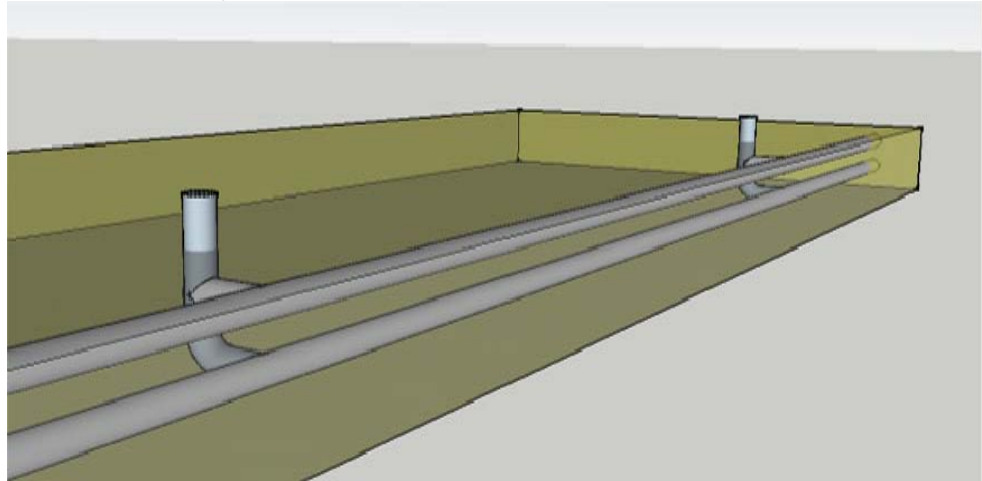
De meest kostenefficiënte variant is een kas die zoveel mogelijk gebouwd wordt volgens de conventionele bouw principes. Dit betekent dat de standleidingen aan de buitenkant van de kas lopen en worden aangesloten op een verzamelleiding onder water. 's Winters zouden de doorvoeren wel tegen bevriezing beschermd moeten worden. De verzamelleiding loopt tot in het buffervat met een flexibel stuk tussen kas en wal. Aan het eind is een regelklep geplaatst om het first flush water af te vangen. Voor de buffer lijkt het traditionele bassin de goedkoopste oplossing. Een zak in het water met centrale verzamelleiding zou ook nog een optie kunnen zijn. Dit hangt echter sterk af van de prijs van grond- en wateroppervlak en de prijs per m<sup>3</sup> voor de verschillende buffers.



Figuur 6.3 Voorbeeld van het waterbassin in het landschap ingepast

**Innovatieve variant (rode lijn)**

Uitgangspunt van deze variant is dat de leidingen en het buffer reservoir zo min mogelijk zichtbaar zijn. Hiervoor is gekozen om de leidingen aan de binnenkant van de kas te verwerken. Ze lopen dan door tot in het drijflichaam, waar ze worden aangesloten op een “verzamelleiding”. In feite zijn in ieder drijflichaam 2 verzamelleidingen verwerkt. De eerste heeft slechts een beperkte afvoercapaciteit en is bedoeld voor het opvangen van het “first flush” water. Wanneer deze leiding vol is stroom het regenwater via een andere verzamelleiding het buffervat in. Per drijflichaam-sectie van 25 meter is een aansluiting met de het buffervat voorzien. Het vat wordt gevormd door een in het water drijvende zak.



Figuur 6.4 Verzamelleidingen in een sectie van het drijflichaam

Door het water per sectie af te voeren zijn geen verzamelleidingen nodig met een grote doorstroomcapaciteit. Als het boven de waterspiegel kan worden aangebracht, dan kan het systeem passief werken. Wanneer de verzamelleidingen onder de waterspiegel worden aangebracht, dan is er een actieve regeling nodig om het first flush water te scheiden van de rest. Deze leiding zal actief moeten worden geleegd. Daarom begint de rode lijn in het morfologisch overzicht tussen de eerste twee varianten in.

## 7 Financieel-economische haalbaarheid

In dit hoofdstuk wordt de financieel economische haalbaarheid van Floating Roses beschreven. Uitgangspunt hierbij is een gezonde exploitatie.

### 7.1 Drijvende kassen en gebiedsontwikkeling

Het vooronderzoek Floating Roses onderzoekt de haalbaarheid van een drijvende commerciële rozenkwekerij op technische en economische aspecten. Van belang voor de business case is het uitgangspunt dat de drijvende kas niet los is te zien van het omliggende gebied. Een projectexploitatie biedt hierin geen uitkomst. Waterberging is een gebiedsopgave, de drijvende kas een kans in de gebiedsexploitatie.

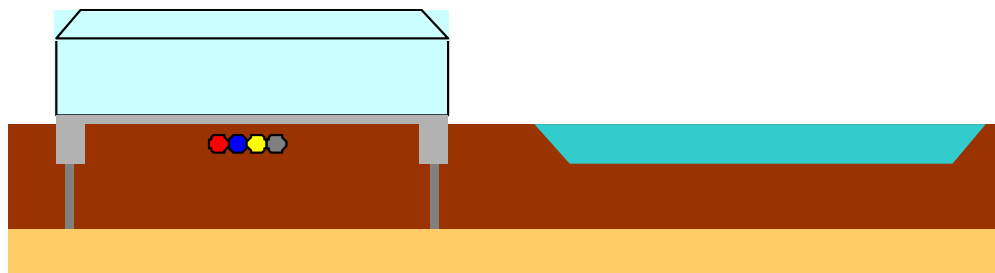
#### 7.1.1 *Tuinbouw en waterberging*

Tuinbouw en water zijn onmiskenbaar verbonden met elkaar. De teelt is afhankelijk van gietwater en produceert drainwater, de kas ontvangt regenwater. De tuinbouw in Nederland concentreert zich grotendeels in poldergebieden. Deze laaggelegen gebieden moeten bemalen worden om regenwater en kwelwater af te voeren om droog te blijven. Intensivering van de glastuinbouw zorgt voor meer verharding in het gebied en snellere regenwaterafvoer. Hoewel de tuinbouw het regenwater dat op de kas valt zelf gebruikt blijft *piekbuffering* in de directe omgeving nodig om wateroverlast te voorkomen. In de toekomst wordt deze ontwikkeling versnelt door: hevigere buien waardoor meer neerslag en hogere zeespiegel waardoor er meer kwelwater opborrelt. In polders is vaak de meest economische en voor de hand liggende methode het creëren van waterberging: het aanleggen van bufferbassins met variabel waterpeil.

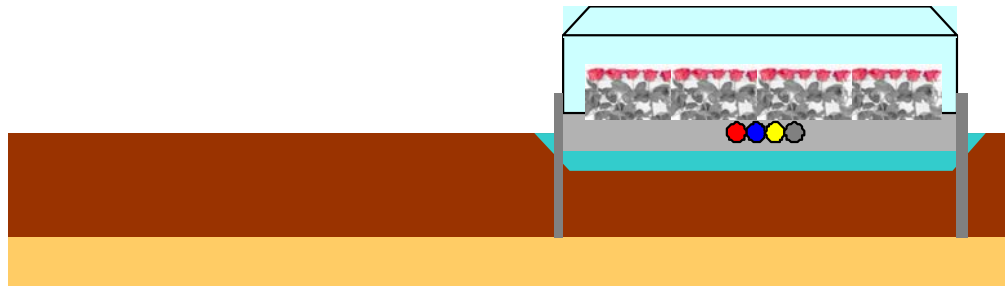
In gebiedsexploitaties is het creëren van waterberging een kostenpost en gaat het ten koste van ruimte voor woningen, bedrijven, natuur en glastuinbouw. Maar door functiecombinatie kunnen meerdere functies op dezelfde hoeveelheid ruimte worden ingevuld.

De drijvende kas is een concept dat uitgaat van deze functiecombinatie door waterberging te combineren met glastuinbouw. Gebieden die voor waterberging gebruikt worden kunnen zodoende ook dienst doen als locatie voor drijvende kassen.

In deze zin is de drijvende kas onderdeel van de gebiedsexploitatie in plaats van grondexploitatie. Waterberging is een belang op gebiedsniveau waar de drijvende kas een functie aan toevoegt.



Figuur 7.1 Traditionele kas en waterberging



Figuur 7.2 Drijvende kas

### 7.1.2 *Kosten en de waarde van water(berging)*

Gesteld kan worden dat een drijvende kas per definitie duurder is dan een kas in de volle grond. Baten moeten worden gevonden in de m<sup>3</sup> waterberging die ontstaat door de drijvende uitvoering. De m<sup>3</sup> waterberging en/of –opslag onder het drijflichaam heeft waarde. Dit kan zowel vertaald worden naar concrete bergingscapaciteit als naar een mogelijkheid om elders ruimte voor waterberging te besparen of een andere functie te geven.

Kostenindicaties uit 2006 laten zien dat als een drijvende kas wordt meegenomen in gebiedsontwikkeling dit uiteindelijk tot niet meer kosten hoeft te leiden. Hierin wordt de ruimtebesparing door dubbel ruimtegebruik uitgedrukt in een besparing op de grondkosten. De kosten voor het drijflichaam worden afgezet tegen de extra grondaankoop en de aanleg van een betonnen vloer en fundering. Uiteraard zijn hierin veel technische en financieel-economische verschillen buiten beschouwing gelaten. Ook de teelt – een rozenteelt behoeft geen betonvloer, is hier niet beschouwd. Dit vooronderzoek is opgezet om deze zaken in een concrete case te onderzoeken.

De waarde van m<sup>3</sup> waterberging onder het drijflichaam is ten eerste locatiespecifiek en afhankelijk van de waarde die de waterbeheerder hieraan toekent. Dit hangt af van de mate waarin de waterbeheerder de bergingscapaciteit kan benutten voor de waterhuishouding in het gebied.

Het aanleggen van een waterberging en drijvende kas kent enkele juridische bijzonderheden. Ten aanzien van het creëren van een *nieuw oppervlaktewaterlichaam die dient voor de berging van water* gelden enkele bepalingen uit de Keur van Delfland:

- Vergunningsplicht om een nieuw waterstaatswerk, in casu bergingsgebied, aan te leggen, conform Artikel 4.1 lid 1 van de Keur van Delfland (hierna KvD).
- Vergunningsplicht om met een drijvend object anders dan vaartuigen ligplaats te nemen, conform Artikel 4.1 lid 2k KvD.

Voorts na ingebruikname gelden ook enkele bepalingen, bijvoorbeeld, maar niet uitputtend:

- Onderhoudsverplichtingen zoals beschreven in Artikel 3.4 tot 3.8 KvD.
- Vergunningsplicht inzake werkzaamheden waterstaatswerken zoals beschreven in Artikel 4.1 KvD.
- Verplichtingen ten aanzien van afvoeren, aanvoeren, lozen en onttrekken van water zoals beschreven in Artikel 4.3 KvD.

Op basis van bovenstaande informatie uit de Keur van Delfland kan worden geconcludeerd dat de toekomstige eigenaar niet vrij over de gegraven plas en het water kan beschikken. Indien de eigenaar een andere is dan de waterbeheerder zullen hierover

afspraken moeten worden gemaakt. Het graven van een waterberging en creëren van een ligplaats voor een drijvende kas is vergunningsplichtig, onderhoudsplichtig en niet omkeerbaar zonder instemming van de waterbeheerder.

### 7.1.3 *Toekomstperspectief*

De drijvende kas is een innovatie op het gebied van glastuinbouw. Het drijvende karakter maakt een functiecombinatie mogelijk, met water. De marktpotentie van deze innovatie is mondiaal, toepasselijk in delta's over de hele wereld.

Naast het drijvende karakter zijn er ook meer innovaties denkbaar, zoals gietwatergebruik en energiebesparing door buffering.

#### **Gietwaterberging**

Gietwater kan direct worden gewonnen uit het water waar de drijvende kas op drijft. Dit kan grondwaterwinning overbodig maken. Daarnaast kan worden bespaard op leidingwerk en installaties. Een goede waterkwaliteit is hiervoor wel van belang, daarnaast is het risico op besmetting aanwezig. Vanwege deze risico's wordt binnen Floating Roses van het winnen van oppervlaktewater afgezien.

#### **Warmte/koude-opslag**

Daarnaast kan het oppervlaktewater worden ingezet als koelwater, waardoor de overtollige warmte in de kas kan worden afgevoerd en de warmtevraag in de winter worden teruggebracht. Hierdoor kan het energieverbruik tientallen procenten lager zijn dan van een traditionele kas en wordt het kasklimaat beter beheerst.

De zorgen over waterkwaliteit en het parallel lopende onderzoek hiernaar sluiten uitwisseling van warmte/koude met het oppervlaktewater uit.

Het concept drijvende kas zal op termijn innovaties op energie- en watergebied meenemen. Kringlopen sluiten is uiteindelijk de duurzame en kostenbesparende weg. In het geval van Floating Roses wegen de initiële meerkosten en risico's niet op tegen de baten in de meerjarige exploitatie. Met vervolgonderzoek, praktijkproeven en realisaties kunnen de kosten en risico's van bovenstaande innovatieve technieken worden gereduceerd.

## 7.2 **Investerings Floating Roses**

In het kader van de financieel-economische haalbaarheidsstudie Floating Roses zijn de volgende aspecten onderzocht:

- Investerings- en exploitatiebegroting nieuwe rozenkwekerij in traditionele kas (op land) als referentiestuk. Te vinden als Bijlage D.
- De meerkosten van een drijvende kas.
- Financieringsopzet.

De meerkosten van Floating Roses zijn technisch gezien onder te verdelen in de volgende posten:

- Drijfflichaam inclusief aanmeervoorzieningen en toegangsconstructies.
- Kasopbouw. Afwijkingen ten opzichte van een traditionele uitvoering.
- Leidingwerk. Installaties staan grotendeels op het land, aanvoer en leidingwerk is daarom afwijkend.

Bij het bepalen van de (absolute) meerkosten is de expertise van de technische *Klankbordgroep Floating Roses* gebruikt. Deze bedrijven hebben het vooronderzoek

bijgegaan en hebben op basis van de specificaties in het rapport een eerste prijsindicatie opgegeven.

### Plangebied

Voor de inrichting van het plangebied is met de aankoop van tuinland en een inrichtingspost van € 2.000.000,- gerekend. Uitgaande van het scenario waarin het eigendom en beheer van de plas niet bij Floating Roses gaat liggen, zullen deze kosten geheel of gedeeltelijk buiten Floating Roses worden gedragen.

Daarbij is het lastig op voorhand de kosten van inrichting van de berging in te schatten zonder informatie over grondverzet, -bestemming en definitieve afmeting en diepte van de plas.

Grond en grondverbetering				totaal	per m <sup>2</sup> kas	totaal	per m <sup>2</sup> kas	
Tuinland	70.000	m <sup>2</sup> à	€ 70,00	per m <sup>2</sup>	4.900.000	108,89	4.900.000	108,89
Grondwerk, beschoeiing, rijplaten, drainage, egalisatie					2.000.000	44,44	90.000	2,00
Subtotaal					6.900.000	153,33	4.990.000	110,89
								<b>1.970.000</b>
								<b>1.970.000</b>

### Drijflichaam

De m<sup>2</sup> prijs van een drijflichaam is opgebouwd uit:

- Materiaal (beton, EPS, glasvezelmatten, hars en randprofielen).
- Arbeid.
- Algemene Bouwplaats Kosten.
- Winst & Risico.

Drijflichaam	45 750	m <sup>2</sup> à per m <sup>2</sup> : € 169	7 713 450	171,41		<b>7 713 450</b>
Transportbrug			45 000	1,00		<b>45 000</b>

### Kas

In het kasontwerp is uitgegaan van een standaard Venlo-kas. Hierdoor zijn de extra materiaalkosten beperkt. Gezien de complexiteit van de uitvoering zijn de arbeidskosten aanzienlijk hoger.

Nieuwe kas	45 000	m <sup>2</sup> à per m <sup>2</sup> : € 60	2 700 000	60,00	1 440 000	32,00	<b>1 260 000</b>
Scherminstallatie, dubbel installatie inclusief gevelschermen			495 000	11,00	360 000	8,00	<b>135 000</b>



### Technische installaties

De technische installaties zijn deels ingewikkelder dan bij een traditionele kas. Alle leidingen die van en naar het drijflichaam lopen dienen immers flexibel te zijn en extra geïsoleerd als deze door het water lopen. Het teeltsysteem is duurder omdat verhoogd en complexer is.

<b>Verwarming</b>								
WKK installaties: 1x Jenbacher 3 MW, incl. RGR			1 300 000	28.89		1 300 000	28.89	
Ketel installaties en CO2 doseerunit			125 000	2.78		125 000	2.78	
Warmteopslag tank, 400m <sup>3</sup> /ha			150 000	3.33		150 000	3.33	
Verwarmings/CO2 installaties incl. transportleiding			522 900	11.62		425 000	9.44	97 900
Diverse verwarming inclusief verwerk			100 000	2.22		70 000	1.56	30 000
Subtotaal			2 197 900	48.84		2 070 000	46.00	127 900
<b>Elektrische installaties</b>								
Computer			100 000	2.22		100 000	2.22	
Zwavelverdamper	1 per 100 m <sup>2</sup>		50 000	1.11		45 000	1.00	5 000
Bedrijfsruimte, ketelhuis en alarm			25 000	0.56		25 000	0.56	
Elektrische installatie kas en ventilatoren			200 000	4.44		175 000	3.89	25 000
Netaansluiting inclusief trafostations			450 000	10.00		450 000	10.00	
Belichtingsinstallatie (200) Umoll (circa 6.000 armaturen 1000 Watt)			2 000 000	44.44		2 000 000	44.44	
Subtotaal			2 825 000	62.78		2 795 000	62.11	30 000
<b>Watertechnische installaties</b>								
Substraatunit en dagsilo's			250 000	5.56		150 000	3.33	100 000
Druppelaars incl. leidingen, drainafvoer			200 000	4.44		150 000	3.33	50 000
Bassin (70% van waterbehoefte)	(1.500 m <sup>3</sup> /ha)		60 000	1.33		60 000	1.33	
Dakberegeningsinstallatie			50 000	1.11		50 000	1.11	
Ontsmetter			40 000	0.89		35 000	0.78	5 000
Omgekeerde osmose			75 000	1.67		75 000	1.67	
Sputrobot (1 x)			50 000	1.11		50 000	1.11	
Subtotaal			725 000	16.11		670 000	12.67	55 000
<b>Overige inventaris</b>								
Mobiel teeltsysteem (incl. waterkoppingsstukken)			2 835 000	63.00		2 250 000	50.00	585 000
Bosmachine			600 000	13.33		600 000	13.33	
Kettingbaan t.b.v. mobiel teeltsysteem			400 000	8.89		400 000	8.89	
Steenwolmatten			140 000	3.11		140 000	3.11	
Planten incl. licentie	6.9 pl/m <sup>2</sup> à ca. € 2.08		600 000	13.33		600 000	13.33	
Subtotaal			4 575 000	101.67		3 990 000	88.67	585 000
<b>Algemeen</b>								
Bouwadvies, notaris, vergunningen			450 000	10.00		150 000	3.33	300 000
Bouwwerente, financieringskosten			500 000	11.11		300 000	6.67	200 000
Diversen, onvoorzien	(circa 10% investeringen)		1 536 600	34.15		735 000	16.33	801 600
Subtotaal	excl. grond, drijflichaam		2 486 600	55.26		1 185 000	26.33	1 301 600

NB: Het betreft een eerste inschatting van de kosten door de leden van de klankbordgroep. Daarbij zijn nog aannames gedaan, stelposten opgenomen en zijn veiligheidsmarges ingebouwd. Het kostenniveau zou dus nog wat verder moeten kunnen zakken bij toenemende detaillering. In het laatste stadium volgt uiteraard een offertetraject, met de bijbehorende onderhandelingen.

### 7.3 Financiering

Een drijvende rozenkwekerij, bekeken vanuit oogpunt van financiering, verschilt op de volgende punten van referentie rozenkwekerijen:

- Grondslag is water(bergings(gebied)), met bijbehorende afwijkende juridische status.
- Roerend goed, in casu drijflichaam, functioneert als ondergrond.
- Kasopbouw en installaties kennen meerkosten in uitvoering.

### 7.3.1 *Financieringspakketten*

Floating Roses kan onderverdeeld worden in een aantal pakketten, naar aard en toepassing van het desbetreffende deel. Het drijflichaam kan los worden gezien van de kas, waarvoor over bijvoorbeeld 15 jaar een andere functie in de plaats zou kunnen komen. De specifieke voorzieningen voor de kasfunctie maken dan onderdeel uit van een afzonderlijk pakket. De voorzieningen op de kant, zoals de bedrijfsruimte, kunnen ook als afzonderlijk pakket worden gezien.

		totaal	per m <sup>2</sup> kas	
<u>Pakket A</u>	<u>Inrichting Plangebied</u>	6 900 000	153.33	21%
<u>Pakket B</u>	<u>Drijflichaam en transportbrug</u>	7 758 450	172.41	24%
<u>Pakket C</u>	<u>Opstal</u>			
	Kas	2 700 000	60.00	
	Scherminstallatie	495 000	11.00	
	Verwarming	2 197 900	48.84	
	Elektrische installaties	2 825 000	62.78	
	Wartertechnische installaties	725 000	16.11	
	Overige inventaris	3 835 000	85.22	
		<u>12 777 900</u>	<u>283.95</u>	39%
<u>Pakket D</u>	<u>Bedrijfsruimte + schuur</u>	1 600 000	35.56	
<u>Pakket E</u>	<u>Exploitatie</u>			
	Plantmateriaal	740 000	16.44	2%
	Kredietbehoefte 45 000 m <sup>2</sup> à ca.	500 000	11.11	
		<u>1 240 000</u>	<u>27.56</u>	
<u>Algemeen</u>		2 486 600	55.26	8%
<u>Totaal vermogensbehoefte</u>		<b>32 762 950</b>	<b>728.07</b>	100%

Tabel 7.1 Overzicht Investeringsbehoefte

### 7.3.2 *Scenario's*

De pakketten kunnen worden geclusterd in relatie tot verschillende betrokken partijen. Er zijn hierin verschillende scenario's denkbaar:

1. ABCDE Één entiteit financiert, beheert en exploiteert.
2. ABCD – E Investeerder is eigenaar en bouwt alles, verhuurt aan exploitant.
3. AB – CDE Investeerder is eigenaar grond/drijflichaam en exploitant bouwt opstal.
4. A – B – CD – E Eigenaar richt grond in, entiteit bouwt drijflichaam, entiteit bouwt opstal en installaties en een exploitant.
5. A – BCD – E Eigenaar grond richt in, een entiteit bouwt drijflichaam en opstal en een exploitant.

Uitgaande van scenario 5 zijn er drie partijen (en de bank) denkbaar die risicodragend investeren in het project:

<b>Rol</b>	<b>Wil?</b>	<b>Financiert?</b>	<b>Pakket</b>
Kwekers	Goedlopende exploitatie van innovatief rozenbedrijf.	Bedrijfskapitaal Teeltopzet/insteek Huur drijvende kas	E
Waterschap	Waterberging realiseren.	Grondverwerving Inrichting plas	A
Ontwikkelaar	Rendement op investering maken.	Drijflichaam met eeuwigdurende erfpacht	BCD
<i>Bank</i>	<i>Investeren in financieringen.</i>	<i>Bovenstaande partijen</i>	<i>Achterliggend</i>

Daarnaast zijn er partijen die subsidie en kortingen verstrekken, bijvoorbeeld, maar niet uitputtend, de volgende groepen:

<b>Rol</b>	<b>Wil?</b>	<b>Subsidieert?</b>
Glastuinbouwsector	Innovaties op gebied van glastuinbouw.	Meerkosten technische installaties
Bouwsector	Nieuwe innovatieve producten ontwikkelen.	Investering in kennisontwikkeling producten en uitvoering.
Overheid	Lokaal/regionaal bedrijfsleven ondersteunen.	Meerkosten algemeen

### 7.3.3 *Draagkracht exploitatie*

Zoals gesteld is een drijvende kas per definitie duurder dan een kas in de volle grond. De investeringsbehoefte in Floating Roses is hierdoor groter dan redelijkerwijs kan worden opgebracht uit de exploitatie van een rozenteelt (in dit geval Avalanche). De investeringsbehoefte valt hierdoor uiteen in twee delen:

- Exploitatiespect; op te brengen uit de rozenteelt.
- Innovatiespect; op te brengen uit andere middelen met het oog op innovatie.

Uitgangspunt is dat vanuit de exploitatie een gemiddelde financiële marge van ca. 7% gerealiseerd dient te worden. Deze marge is minimaal nodig om eventuele tegenvallers op te kunnen vangen.

In de nu volgende berekening wordt het scenario uitgewerkt waarbij de exploitant van het drijflichaam de financiering van pakket E voor rekening neemt. De financiering van de overige pakketten wordt daarmee voor nu buiten beschouwing gelaten, aangezien niet bekend is in welke vorm deze gefinancierd zullen worden. Daardoor zijn ook de kosten van financiering, bijvoorbeeld eventuele rentepercentages, niet in te schatten.

Met de eerder genoemde investeringen leidt dit tot de volgende financiering.

<b>Financiering investering pakket E</b>						
Rekening courant faciliteit, inclusief aanloopjaar					500.000	
Bankleningen nieuw					740.000	
Totaal					1.240.000	
<b>Financiering per 1 januari 2012</b>		<b>Bedrag</b>	<b>Rente %</b>	<b>Rente/lease</b>	<b>Aflossing*</b>	<b>Rente+ afl.</b>
Krediet, benutting begroot:	60%	500.000	6,50	19.500		19.500
<b>Leningen</b>						
Lening plantmateriaal e.d.	4	740.000	5,00	37.000		37.000
Totaal		1.240.000		56.500		56.500
Per m <sup>2</sup> glasoppervlakte		27,56		1,26		1,26
m <sup>2</sup> kas oppervlakte		45.000				
*: start aflossingen in jaar 2						

Om de haalbaarheid van een voorgenomen investering te kunnen toetsen zal men de investeringen op een meerjaren-termijn moeten bezien. In deze berekeningen wordt uitgegaan van een termijn van 5 jaar. Bij het vertalen van de gegevens van het jaarschema naar een meerjaren-prognose, is uitgegaan van de kosten en opbrengsten 2012. De berekening geeft aan hoeveel middelen beschikbaar komen voor rente, aflossingen, vervangingsinvesteringen en marge.

Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op het teeltplan van Kwekerij De Rozenhof en de huidige gegevens met betrekking tot bijvoorbeeld de gasprijs. De prognose is op fiscale grondslag gemaakt. Vanwege de investeringen die in aanmerking komen voor investeringsaftrek zal naar alle waarschijnlijkheid de eerste jaren geen belasting hoeven te worden betaald. Daarom is geen rekening gehouden met belastingbetaling.

Er wordt jaarlijks een bedrag van € 1,00 per m<sup>2</sup> opgenomen voor vervangingsinvesteringen. Er is rekening gehouden met een management vergoeding van € 150.000,-.

De marge (A – B) is het verschil tussen de te betalen rente en aflossingen en hetgeen het bedrijf kan opbrengen. Het is het wenselijk om een minimale marge van + 7% te hebben om tegenvallers te kunnen opvangen.

Meerjaren financieel overzicht Floating Roses						
Omschrijving	2012	2013	2014	2015	2016	gemiddeld
<b>Omzet:</b>						<i>per m<sup>2</sup></i>
Totale omzet	5.743.485	6.652.800	6.652.800	6.652.800	6.652.800	143,80
aantal stuks per m <sup>2</sup> :	311	462	462	462	462	431,86
gem. prijs:	€ 0,41	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32	0,33
<b>Kosten:</b>						
Teeltkosten	236.475	272.250	272.250	272.250	272.250	5,89
Energiekosten	1.568.202	1.971.957	2.077.444	2.389.385	2.389.385	46,21
Afleveringskosten	459.198	531.898	531.898	531.898	531.898	11,50
Betaalde arbeidskosten	1.370.175	1.800.825	1.800.825	1.800.825	1.800.825	38,10
Huurvergoeding Floating Roses	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000	17,78
B ruto-marge	1.309.435	1.275.870	1.170.383	858.442	858.442	24,32
Vaste productie-kosten:						
Af schrijvingen	148.000	148.000	148.000	148.000	148.000	3,29
Onderhouds- en indirecte kosten	375.186	402.658	402.658	402.658	402.658	8,83
B ruto-winst	786.249	725.212	619.725	307.784	307.784	12,21
Financiële kosten:						
Betaalde rente	56.500	52.338	43.088	33.838	24.588	0,93
<b>Fiscaal resultaat (Bruto-winst)</b>	<b>729.749</b>	<b>672.874</b>	<b>576.638</b>	<b>273.946</b>	<b>283.196</b>	<b>11,27</b>
Te verrekenen verlies (MIA/VAMIL)		0	0	0	0	0,00
Aangepast resultaat	729.749	672.874	576.638	273.946	283.196	11,27
Belastbare winst	729.749	672.874	576.638	273.946	283.196	11,27
Belasting, 0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00
Af te dragen belasting	0	0	0	0	0	0,00
<b>Netto-winst na belasting</b>	<b>729.749</b>	<b>672.874</b>	<b>576.638</b>	<b>273.946</b>	<b>283.196</b>	<b>11,27</b>
Plus Af schrijvingen	148.000	148.000	148.000	148.000	148.000	3,29
<b>Betalingscapaciteit</b>	<b>934.249</b>	<b>873.212</b>	<b>767.725</b>	<b>455.784</b>	<b>455.784</b>	<b>15,50</b>
Minus betaalde rente plantmateriaal	56.500	52.338	43.088	33.838	24.588	0,93
Minus aflossingen lening plantmateriaal		185.000	185.000	185.000	185.000	4,11
Minus (vervangings) investering	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	1,00
<b>Marge (mutatie werkkapitaal)</b>	<b>832.749</b>	<b>590.874</b>	<b>494.638</b>	<b>191.946</b>	<b>201.196</b>	<b>7,14%</b>
Gasprijs commodity in € ct. / m <sup>3</sup> :	€ 21,50	€ 22,50	€ 23,50	€ 27,00	€ 27,00	€ 24,30
Gem. stroomprijs commodity (peak/dal) in eurocent / kW h:	€ 4,35	€ 4,77	€ 5,28	€ 6,60	€ 6,60	€ 5,52

De berekening geeft aan dat met de nu gehanteerde kosten en opbrengsten en uitgaande van een gemiddelde marge van ca. 7% jaarlijks € 800.000 beschikbaar is als vergoeding voor gebruikmaking van de drijvende kas, wat overeenkomt met de banklasten in de referentiebegroting voor een modern rozenbedrijf op land.

### 7.3.4 Risico's

Bij het investeren in innovatieve technieken en concepten is er altijd sprake van een verhoogd risico. Bij Floating Roses is het uitgangspunt om zoveel mogelijk *bewezen technologie* toe te passen, echter het totaalconcept Drijvende Kas blijft innovatief. Het is daarom aan te bevelen een risico-analyse uit te voeren alvorens het project te realiseren.

### 7.3.5 Toekomstperspectief drijflichaam

Het uitgangspunt bij Floating Roses is een gebruik van 15 jaar voor glastuinbouw. Na de referentietijd van 15 jaar heeft het drijflichaam nog een zekere restwaarde gezien de technische levensduur van tenminste 50 jaar. Deze restwaarde kan benut worden door een vervolgfunctie toe te voegen, welke een deel van de afschrijving voor zijn rekening kan nemen. Voorwaarde om dit te financieren is zekerheid over de vervolgfunctie.

Er zijn enkele scenario's denkbaar:

#### **Glastuinbouwfunctie blijft**

Na de referentietijd van 15 jaar kan een nieuwe kas met nieuwe referentietijd van 15 jaar worden opgebouwd. Het drijflichaam kan dan over 30 jaar worden afgeschreven. De 'draagkracht', die later in dit hoofdstuk worden gedefinieerd, van de kasexploitatie wordt dan gedurende een langere periode ingezet voor de afschrijving van het drijflichaam.

#### **Opgedeeld drijflichaam met verschillende functies**

Door het drijflichaam op te delen kunnen verschillende functies los van elkaar worden gerealiseerd. Het *doorzagen* van het drijflichaam is echter een forse technische ingreep waar tot nog toe weinig ervaring mee is.

#### **Andere functie op gehele drijflichaam**

De bestemming van het drijflichaam kan na 15 jaar worden veranderd in een andere. Aangenomen dat dit qua regelgeving en beleid uit te voeren is gelden voornamelijk technische randvoorwaarden met betrekking tot sterkte, stijfheid en vervorming. In paragraaf 3.3.6 zijn andere functies onderzocht zoals: een voetbalveld, atletiekbaan, golfbaan etc. Het toegenomen gewicht vormt hier een belangrijk obstakel voor andere functies, gezien de lichte constructie gebruikt voor de kas. Mogelijk zal hiervoor op voorhand meer in drijfvermogen (EPS) moeten worden geïnvesteerd.

## 8 Inpassing in het landschap

### 8.1 Locatie

De zoeklocatie voor waterberging in de Voorafsche polder, tussen Pijnacker en Lansingerland, vormt het plangebied voor de landschappelijke inpassing van Floating Roses. De Voorafsche Polder is aangewezen als duurzaam glastuinbouwgebied. De herstructurering is gericht op een klimaatbestendig, duurzaam glastuinbouwgebied. Een goed functionerend waterbergingsysteem is hier een belangrijk onderdeel van, naast het moderniseren van de glastuinbouwcomplexen, het verbeteren van de ontsluiting, en een ecologisch-recreatieve dooradering van het gebied met groen en water. Het plangebied - als waterbergingsgebied van 10ha, liggend aan de groenblauwe zone- speelt hier een belangrijke rol in.

De locatie ligt in een typisch open veenweide landschap, met langgerekte kavels en vaarten. Glastuinbouw heeft deze polders in de loop der tijd drastisch getransformeerd: het open weidegebied en de veenplassen hebben plaats gemaakt voor infrastructuur en dichte glastuinbouwclusters. De Strikkade die langs de noordzijde van het plangebied voert is een historisch landschapselement; op kaarten uit de 17e eeuw is deze kade al terug te vinden. Ook zichtbaar op deze kaarten is de bijzondere geomorfologie van het plangebied: voor een groot gedeelte ligt het plangebied op een kleiplateau (de straatnaam Kleihoogt refereert hier aan), omringd door lager liggend veen. De voorgestelde groenblauwe dooradering van het gebied volgt grotendeels het lager gelegen veengebied.

De pas aangelegde N470 vormt de oostrand van het plangebied. Automobilisten hebben, door de ligging net na een bocht, fraai uitzicht over de locatie. Over de Strikkade loopt een fietspad, dat nu nog aansluit op de Pieter Bregmanlaan, maar later zal worden doorgetrokken via Strikkade richting Pijnacker.



Figuur 8.1 locatie en ontsluiting floating roses fase I en II (bron: FES Oostland/Groenzone Berkel-Pijnacker, visiekaart Masterplan)

De locatie wordt voor vracht(en auto)verkeer in eerste instantie ontsloten vanaf de rotonde via Berkelseweg – Katwijkerlaan – Molenlaan - Pieter Bregmanlaan. Langzaam verkeer maakt gebruik van het nieuwe fietspad, die zal worden doorgetrokken via de Strikkade. Na uitvoering van het FES masterplan ontstaat er een tweede route voor vracht(en auto)verkeer: vanaf de N470, via de nieuwe rotonde en ontsluitingsweg, Kleihoogt en Pieter Bregmanlaan. Langzaam verkeer sluit dan aan op de nieuwe routes in de groenblauwe zone.

Drie niveaus bepalen het terreinverloop van de locatie: de Strikkade (-2m NAP), het aansluitende veenweidegebied (-2,40m NAP), en het lager gelegen veenweide gebied tegen de N470 aan (-5m NAP). Deze hoogteverschillen zijn ook terug te zien in de waterpeilen; het gebied ligt op de overgang van twee verschillende waterpeilgebieden. Het hoger gelegen gebied heeft een waterpeil van -3.20 m NAP, en het lager gelegen gebied een waterpeil van -5.60m NAP [22], [23].

De inpassing in het watersysteem is in het vooronderzoek niet verder uitgewerkt. Dit zal in nauw overleg met het waterschap moeten uitgevoerd. Op basis van de beschikbare sonderingen is niet te verwachten dat problemen met het openbarsten van de grond te verwachten zijn, zoals bij eerdere mogelijke locaties het geval was. Door het gebied lopen daarnaast ook een gasleiding en een geplande 380 kV hoogspanningsleiding. Hierover wordt overlegd met de betreffende instanties.

## 8.2 Inpassing in het landschap

De inpassing van Floating Roses is gericht op het zichtbaar maken van het drijvend vermogen van de kas. Het contrast wordt opgezocht tussen de drijvende kas als artificieel object en de natuurlijke omgeving. Dit uit zich bijvoorbeeld in de harde rand van het drijflichaam dat contrasteert met de zachte oeverlijnen en natuurontwikkeling in de waterbergingplas. De N470 is belangrijk voor de presentatie van Floating Roses naar buiten toe; de inpassing van kas en haar bijgebouwen zijn hierop gericht. De warmwaterbuffertank vormt een landmark vanaf de weg.

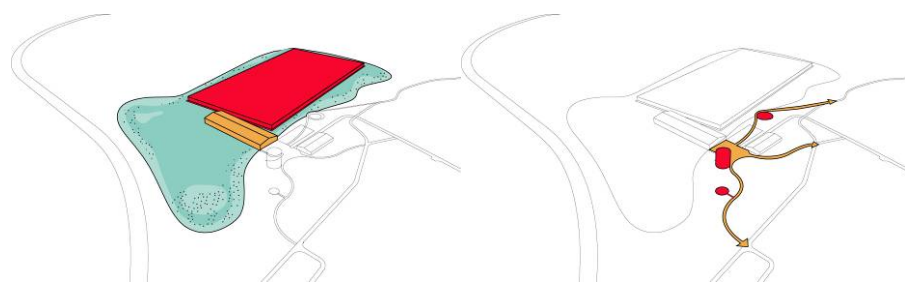
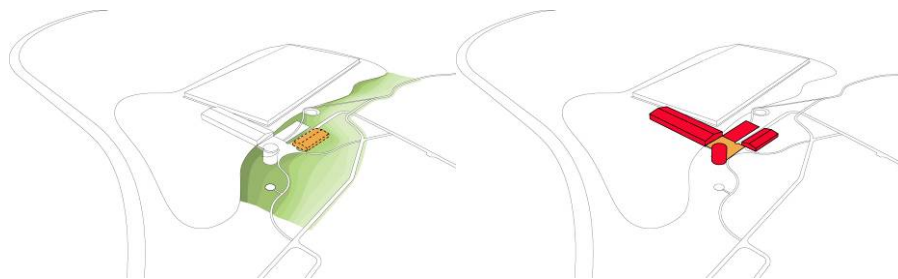


Figure 8.1 Contrast artificieel natuurlijk en recreatieve route

Het toekomstige gebruik van de Strikkade als doorgaande recreatieve route wordt aangegrepen om Floating Roses te laten zien aan voorbijgangers; het pad op de Strikkade wordt door nieuwe langzaamverkeerspaden verknoopt met de centrale ruimte bij de kas, het erf. Ook worden aan deze nieuwe route diverse recreatieve attracties gekoppeld, passend bij het landschap en de kas.





Figuur 8.2 Hoogteverschillen

Het hoogteverschil tussen Pieter Bregmanlaan en het waterniveau van de plas wordt gebruikt om de bijgebouwen landschappelijk op te lossen en functies als parkeren en aanrijdroute voor vrachtverkeer zoveel mogelijk uit het zicht te brengen. De ontsluitingen voor gemotoriseerd- en langzaam verkeer worden zoveel mogelijk gescheiden.

Het begrip ‘erf’ wordt geïntroduceerd als analogie om vorm te geven aan de compositie van ruimtes en bedrijfsgebouwen van Floating Roses. Een erf wordt gedefinieerd als “gebied direct om een huis of boerderij”. Ook de opstal zelf hoort bij het erf. Het woord verwijst naar erfgoed; dat wat men kan erven. Het is dus een begrensde stuk grond waarop de boerderij, schuren, tal van kleinere bouwsels, een mestvaalt en moes- en siertuin liggen. Het boerenerf is afgescheiden van de rest van het akker- of weideland. Deze afcheiding kan bestaan uit een windsingel, een sloot of rijen knotbomen. Op het erf wordt vaak een siergedeelte, een nutsgedeelte en een werkgedeelte onderscheiden. Het erf vormt zo een overgang van publiek naar privaat domein; van de openbare ruimte van het fietspad en de straat naar de private ruimte van de bedrijfsgebouwen en de kas. Een aantal onderdelen van het klassieke erf worden gebruikt bij de inpassing van Floating Roses: de centrale open plek omsloten door bebouwing, de erfbeplanting (boomgaard, knotbomen) en de combinatie van ‘nuts’ en ‘sier’ functies. Dit laatste wordt vertaald als een combinatie tussen logistieke, functionele bedrijfsprocessen (aan- en afvoer van materiaal en bloemen) en de voorbeeldfunctie van Floating Roses, en de hiermee gepaard gaande bezoekersstromen.



Figuur 8.3 Inpassing Floating roses

Bij de inpassing van Floating Roses manifesteren de gebouwen zich op verschillende manieren naar de omgeving. De bijgebouwen (met weinig representatieve functies) worden zoveel mogelijk in het landschap ingepast. De verwerkruimte heeft een meer representatieve functie (naar N470 toe) en vormt de 'pier' waar de drijvende kas als icoon 'aanhangt'. Om de iconische kwaliteit van de kas te benadrukken krijgt deze een enigszins gedraaide ligging in de plas (dit heeft als bijkomend voordeel dat de transformatorruimten op de kant dichterbij de kas komen te liggen). De kas wordt op zijn plaats gehouden door meerpalen.

De gebouwen liggen elk aan een eigen zijde/hoek van de centrale open ruimte van het erf. Deze wordt aan de drie andere randen omsloten wordt door verschillende landschappen (water, grasland van de kade en de boomgaard).

De auto-ontsluiting vindt plaats via de verlengde Pieter Bregmanlaan, een flauwe hellingbaan (4%) en komt uit op het erf. Bezoekers en werknemers kunnen op informele wijze parkeren in de 'parkeerboomgaard' (ongeveer 30 parkeerplaatsen).

In contrast met het artificiële karakter van de kas worden de oevers van de waterbergingsplas zacht en landschappelijke ingericht. Om tot natuurontwikkeling te komen wordt een natuurlijk peilbeheer voorgesteld ('s winters hoog- en 's zomers laag water), waardoor stukken grasland 's winters onder water lopen. Door de randen met verschillende verlopen vorm te geven ontstaat een hele reeks aan nieuwe habitats: van open water via rietmoeras en nat bloemrijk grasland naar de droge gemaaide dijk. De oever aan de N470 wordt bewust relatief steil (1:3) zodat er minder rietgroei plaats zal

vinden en het zicht op Floating Roses open blijft. Dit wordt ondersteund door het natuurlijke proces van erosie en sedimentatie door de wind (die overwegend vanuit het zuidwesten komt). De Strikkade wordt door het gemaaide gras een herkenbaar element in het natuurlijke landschap.

De combinatie van functionele bedrijfsvoering en recreatieve aantrekkingskracht (nuts en sier) wordt duidelijk zichtbaar in verschillende elementen van het erf. Het dakniveau van de warmwaterbuffertank wordt gebruikt als overdekt uitzichtpunt. Deze opzet is gemakkelijk uit te breiden tot informatie- en bezoekerscentrum, of kleinschalig restaurant/cafe, door simpelweg een gedeelte van het niveau af te schermen als ruimte. Het regenwaterbasin wordt gebruikt als vijverpartij met vlonderpartijen rondom, en in de boomgaard wordt geparkeerd.



Figuur 8.4 Beleving van Floating Roses

Om de relatie van de verschillende bedrijfsgebouwen rondom het erf te benadrukken, wordt er een eenheid in materiaal van de gevel voorgesteld. Een uitwendige gevel van verticale houten lamellen omkleedt de functionele bedrijfsgebouwen en verbindt deze visueel met elkaar. Bepaalde geveldelen worden opengewerkt voor lichtinval in bijvoorbeeld kantoren en kantine, of om de entree aan te duiden van buitenaf. Het gebruik van hout zoekt aansluiting bij het natuurlijke landschap, hiermee het iconische karakter van de kas (glas en aluminium) benadrukkend.



Figuur 8.5 Parkeerboomgaard doorsnede

## 9 Conclusies en aanbevelingen

In het vooronderzoek Floating Roses is een concept van een drijvend rozenbedrijf in de Voorafse polder uitgewerkt. Op een drijflichaam, bestaande uit EPS en beton, wordt een Venlokas gebouwd die in veel opzichten lijkt op een kas zoals die op het land gebouwd zou worden.

De goedkoopste op dit moment commercieel beschikbare en geschikte oplossing voor het drijflichaam bestaat uit EPS en beton. Dit kan goedkoper dan de gangbare concepten door de betonbalken te vervangen door een glasvezelvlies. Het drijflichaam kan nat en droog gebouwd worden. De droge bouwmethode kan goedkoper dan de natte, maar op de beschouwde locatie lijkt dit niet mogelijk. De natte bouwmethode is universeel. De afmetingen van het drijflichaam dwingen tot een goed voorbereid bouwproces. Er is 10 hectare nodig in verband met het opbouwen en schikken van de elementen. Dit is ook de grootte van de waterberging die daar gerealiseerd wordt. Materiaaltechnisch zijn er geen beperkingen gevonden.

Technisch is het goed mogelijk om een kas van 4,5 hectare op een drijflichaam van EPS en beton te bouwen. De sterkte van het drijflichaam is voldoende. Er worden strengere eisen gesteld aan de vervormingen van de kas om de eventuele extra vervormingen door het drijflichaam te kunnen opvangen. In de gevels wordt extra speling aangebracht. Het bouwproces dient aangepast te worden aan het drijflichaam. Bijzondere aandacht verdient het stellen van het juiste afschot. Pas als de teelt geplaatst is, wordt het uiteindelijke afschot bereikt. De stijfheid van het drijflichaam en de lasten zijn hierin bepalend. Als het drijflichaam gereed is kan de stijfheid met een eenvoudige proef gemeten worden. Het is aan te raden dan de vervormingen van de kas dan nog eens te controleren. Als de kas gebouwd is, kan het benodigde afschot bepaald worden door een tijdelijke belasting aan te brengen gelijk aan de eindbelasting.

De kosten van het bouwen van de kas zijn vooral hoger doordat meer arbeid nodig is en het bouwen langer duurt dan bij een conventionele kas. Het is bovendien noodzakelijk om het bouwproces continu te monitoren en te bewaken. Namens de opdrachtgever kan een toezichthouder worden aangesteld. De extra materiaalkosten voor de kas zijn beperkt.

Het klimaat wordt met state of the art technologie gerealiseerd. Degrootste vernieuwing is gewasventilatie. Hiervoor dient de lopende proef bij Marjoland goed geanalyseerd te worden. Teelt op een betonvloer is niet gebruikelijk voor rozenteelt. Op basis van het uitgevoerde deskresearch zijn geen grote problemen te verwachten. Toch wordt vanwege het financiële belang van een hoge productiekwaliteit aanbevolen om een proef op kleine schaal uit te voeren met rozenteelt op een betonvloer, inclusief gewasventilatie en sproeiërs onder het gewas. Op deze manier kan de beheersing van het klimaat getest worden en kan het ontwerp van het systeem geoptimaliseerd worden.

De wateropslag kan anders uitgevoerd worden dan bij standaardkassen, met als bijkomend voordeel een fraaiere inpassing in het landschap. Wateropslag in zakken naast de kas zijn een goede mogelijkheid. Het brengt echter hogere kosten met zich mee dan de standaardoplossingen. Voor toekomstige drijvende kassen kan het een noodzaak zijn. Theoretisch kan de warmtebuffer in het drijflichaam opgenomen worden. Een dergelijk systeem is echter geen bewezen technologie. Een compleet ontwikkeltraject zou doorlopen moeten worden en toepassing in Floating Roses wordt daarom in dit stadium ontraden.

De totaal benodigde investeringen om Floating roses te realiseren bedragen 32,8 Miljoen Euro, inclusief aankoop van de grond en inrichting van de waterberging. Dit bedrag is een optelling van de inschattingen door de bedrijven uit de klankbordgroep, op basis van de resultaten van het technische gedeelte van het vooronderzoek. Een vergelijkbare kas op land zou 18,5 Miljoen euro kosten. Het is financieel economisch niet haalbaar om alle benodigde investeringen voor Floating Roses in 15 jaar terug te verdienen uit de teelt van rozen. Het drijflichaam kan vanwege de levensduur ook niet in 15 jaar worden afgeschreven. Om hieraan het hoofd te bieden is een opdeling gemaakt in verschillende pakketten die onafhankelijk van elkaar gefinancierd worden. Een scenario hiervoor is uitgewerkt, waarbij voor de ondernemers achter Floating Roses een gezonde businesscase ontstaat. Binnen deze businesscase is rekening gehouden met een lease- of huurbijdrage van 800.000 euro. Door deze bijdrage als inkomsten te zien, kan een deel van de investeringen voor kas en drijflichaam worden gerechtvaardigd. Voor de resterende kosten moeten aanvullende inkomsten/financieringen gezocht worden, bijvoorbeeld door het drijflichaam na 15 jaar te verkopen en een nieuwe bestemming te geven. De volgende stap in de realisatie van Floating Roses is om de financiering concreet in te vullen.

Door Mecanoo Architecten zijn studies verricht voor de landschappelijke en esthetische inpassing van het concept Floating Roses op de locatie Voorafsche polder. Uit deze studie en de daarop gebaseerde impressies blijkt dat met eenvoudige vormtaal een uitstekende inpassing mogelijk is. Een bijzonder aandachtspunt is de ruimtelijke ordeningsprocedure met inpassing in het systeem van het Waterschap.

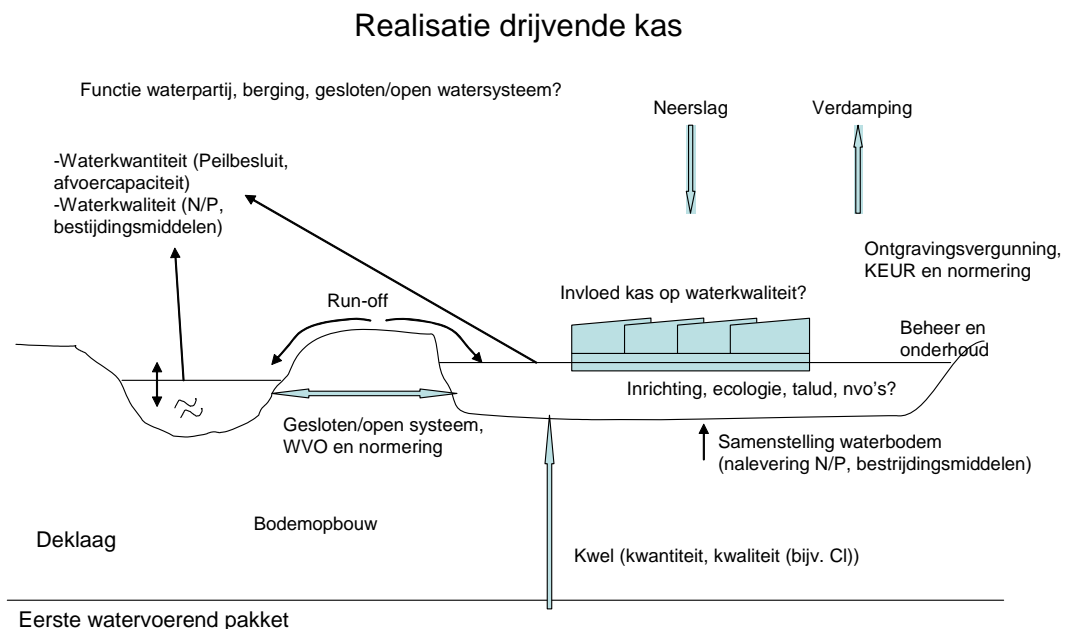
## 10 Referenties

- [1] Werkgroep Floating Roses, Projectaanvraag Vooronderzoek Floating Roses, 2008
- [2] Oever, J.H.W. Van den, Janssen, E.G.O.N, 2004-BC-R0070 Ontwerp van een kasconcept voor waterbergingsgebieden, 2005, TNO, Delft
- [3] Spliet, A., Technical background study of floating greenhouses. MSc Thesis TU , 2002, Delft
- [4] Kuijper, M, De drijvende fundering. MSc Thesis, 2004, TU Delft
- [5] Sinnema, B, Snel, P. Berekening scheurmoment en buigstijfheid vloer drijflichaam, notitie, 2010, Advin, Hoofddorp
- [6] Sinnema, B, Snel, P. Ontwerpberekeningen drijflichaam, Notitie, 2010, Advin, Hoofddorp
- [7] Sinnema, B, Snel, P. Berekening krimp en temperatuurwapening onderbouw, Notitie, 2010, Advin, Hoofddorp
- [8] Burggraaf, H. Krimpbeschouwing drijflichaam Floating Roses, Notitie, 2010, TNO, Delft
- [9] NEN-EN 1992-1-1 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, 2005, NEN, Delft
- [10] van de Par, J.J. Verankeringskrachten Floating Roses, Notitie 2010, TNO, Delft
- [11] [www.energiek2020.nu](http://www.energiek2020.nu)
- [12] NEN3859 Tuinbouwkassen – constructieve eisen (nieuwbouw), 2004, NEN, Delft
- [13] NEN-EN 1991-1, Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting, 2007, NEN, Delft
- [14] Hart, H. Berekening windbelasting Floating Roses, Notitie, 2010 TNO, Delft
- [15] CASTA/Kassenbouw versie 2.41 SP8, 2010, Ontwikkeld door TNO in opdracht van de Stichting Toepassing Rekenmodellen Kassebouw (STOREKA), Delft
- [16] ISSO 88, Kwaliteitseisen voor de constructie van tuinbouwkassen, 2007, ISSO, Rotterdam
- [17] Gangvergelijkingsmethode, Mathcad applicatie voor het berekenen van waterhoogtes in een kasgoot, 2007, TNO, Delft
- [18] W.A.Kramer, ENCI 's Hertogenbosch 2002, Betonwijzer voor Kasvloeren.
- [19] Meijndert, J. 1981, Voorlopige conclusie onderzoek: betonvloer biedt energiebesparing en gelijkmatiger temperatuur, Vakblad voor de Bloemisterij. 1981. 36: 30, 36-39
- [20] Dueck, T.A.; Elings, A.; Kempkes, F.L.K.; Knies, P.; Braak, N.J. van de; Garcia Victoria, N.; Heij, G.; Janse, J.; Kaarsemaker, R.C.; Korsten, P.H.J.; Noort, F.R. van; Maaswinkel, R.H.M.; Ruijs, M.N.A.; Reijnders, C.E.; Meer, R.W. van der 2004, Energie in kengetallen: op zoek naar een nieuwe balans: basisdocument, Wageningen : Plant Research International, (Nota Plant Research International 312)
- [21] Kaderrichtlijn Water (KRW, richtlijn 2000/60/EC), Europeesche Commissie
- [22] FES Oostland/Groenzone Berkel-Pijnacker, visiekaart Masterplan, 2010
- [23] Algemene hoogtekaart Nederland, [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)

## A Watertechnische randvoorwaarden

Gericht op duurzaamheid leven er tal van vragen hoe een plas in combinatie met drijvende kassen dient te worden ingericht en beheerd. Uitgangspunt dient te zijn dat het gezonde aquatisch ecosysteem dat van nature in een plas aanwezig is in stand blijft als een drijvende kas geplaatst wordt.

De plas met de drijvende kassen zal veel aandacht krijgen, zeker omdat het gaat om de eerste grootschalige drijvende kassen in Nederland en zelfs in de wereld. De plas zal ecologisch en landschappelijk een versterking van het gebied moeten worden. Vermeden dient te worden dat het beeld van Floating Roses wordt bepaald door blauwalg en kroos op het oppervlaktewater. Om te monitoren of dergelijke negatieve effecten niet voorkomen, is de uitvoering van een onderzoeksprogramma benodigd. Onderstaande punten geven de uitgangspunten weer waarin het onderzoek kan plaatsvinden.



Figuur A.10.1

### **Drijvende objecten zoals de aansluitingen van benodigde nutsvoorzieningen dienen bestand te zijn tegen waterfluctuatie**

Indien op de gekozen waterpartij waarop Floating Roses wordt toegepast het waterpeil varieert, zullen afhankelijk van de mate van fluctuatie de drijvende objecten zoals de aansluitingen van benodigde nutsvoorzieningen bestand dienen te zijn tegen deze fluctuatie.

**De situatie rondom de drijvende objecten is sterk van invloed op de meetresultaten. Hiervoor dient de situatie zowel onder als om de drijvende objecten te worden gemonitord**

Zonder inzicht in de kwaliteit en de stroming onder en rondom de drijvende objecten valt er niets zinnigs te zeggen over het effect van de drijvende objecten op de waterkwaliteit. Deze zal sterk afhangen van bijvoorbeeld de daadwerkelijke zuurstofuitwisseling, de weeromstandigheden, de stroming door wind of het inlaten van water. Het zuurstofarm worden van het water onder het drijvend object hoeft op zich niet problematisch te zijn voor de waterkwaliteit in het onbedekte deel van de waterpartij. Immers daar vindt wel zuurstofuitwisseling plaats.

Door de kassen op de loefzijde (noordoosten) van de plas te plaatsen, is er meer stroming en uitwisseling van zuurstof uit de atmosfeer. Ook de lengtebreedte verhouding en eventuele opdeling in compartimenten bepalen de mate van zuurstofuitwisseling. Vandaar dat een meetprogramma opgezet moet worden dat toegespitst wordt op het monitoren van de processen onder en om de drijvende objecten.

**Voor het volgen van de zuurstofhuishouding zijn meetpunten verspreid onder de drijvende objecten benodigd**

Door de afdekking van het water door de kas wordt de zuurstoftoevoer vanuit de atmosfeer sterk verminderd. Door de aanwezigheid van (zwevend) organisch materiaal onder de drijvende objecten zal de zuurstof onder de drijvende objecten verbruikt worden. Hierdoor zal het water zuurstofarm worden. Hoe de zuurstofhuishouding onder de drijvende objecten zal zijn moet blijken in de praktijk. Voor het volgen van de zuurstofhuishouding zijn meetpunten verspreid onder de drijvende objecten benodigd.

**Onafhankelijk van de drijvende objecten heeft de waterpartij gericht beheer en onderhoud**

Ook al zou er nauwelijks een effect zijn van de drijvende objecten op de waterkwaliteit, wil dat nog niet persé zeggen dat de waterpartij een hoge ecologische kwaliteit zal krijgen. De waterpartij is namelijk net aangelegd en het ecosysteem moet zich daarin nog ontwikkelen. Ook zonder een drijvend object vraagt dit om een gericht beheer en onderhoud. Afhankelijk van de eigendomsverdeling kan dit betekenen dat het onderhoud voor rekening van Floating Roses kan zijn. Belangrijk is dat de waterkwaliteit en de ontwikkeling ervan in de loop der jaren gemonitord wordt. Mogelijk kan hier aansluiting voor worden gezocht bij het Hoogheemraadschap.

**In het geval van verslechterde waterkwaliteit moet kunnen worden vastgesteld of de drijvende objecten hier de oorzaak van waren**

Als de waterkwaliteit in de waterpartij verslechtert, dan moet vastgesteld kunnen worden of dit al dan niet het gevolg is van de drijvende objecten. Afgezien van de oorzaak van eventuele zuurstofloosheid kunnen er specifieke maatregelen en beheers- of onderhoudsmaatregelen worden ingezet zoals het beluchten van (een deel) van het zuurstofloze water onder het drijflichaam. Op voorhand is deze behoefte niet te voorspellen. Uit de monitoring zal moeten blijken of dergelijke maatregelen benodigd zijn.



**Er moet rekening gehouden worden met een monitoringsinspanning onder de drijvende objecten**

Voor de monitoring zijn meetpunten benodigd. De meetpunten dienen te voldoen aan de volgende criteria:

- goed bereikbaar;
- vandalisme bestending;
- geschikt voor het toepassen van telemetrie;
- onderhoudsvrij;
- et cetera.

Voor de monitoringsinspanning is een monitoringsprogramma voor drijvende objecten noodzakelijk. In dit programma komen in ieder geval de volgende zaken aan bod:

- De invloed van de drijvende kas op de zuurstofhuishouding  
Door grootschalige afdekking zal de zuurstoftoevoer vanuit de atmosfeer beperkt zijn. Indien er weinig of geen uitwisseling tussen water onder en buiten de drijvende objecten plaatsvindt, zal de aanwezige zuurstof in het oppervlaktewater onder de drijvende objecten worden verbruikt en kan anaeroob water ontstaan.
- De invloed op de temperatuur  
Door de aanwezigheid van de drijvende objecten kan de opwarming van het water enerzijds vanwege verminderde lichtinval afnemen. Anderzijds kan de lichtinval toenemen wanneer drijvende objecten (bij een slechte isolatie) warmte toevoegen aan het water. Het ontstaan van blauwalg wordt beïnvloed door onder andere de temperatuur van het water. Dit betekent dat het water niet onbeperkt kan opwarmen.  
Metingen van de temperatuur maken onderdeel uit van het monitoringsprogramma. Mogelijk dat het winnen van energie uit het water gebruikt kan worden voor het reguleren van de temperatuur. Het opwarmen van het water als gevolg van het bedrijfsproces is niet gewenst.
- De invloed van de verminderde lichtinval op de biomassa  
Aan de rand van het drijvend object zal verminderde lichtinval plaatsvinden. Onder de drijvende objecten is het donker. Hierdoor wordt de groei van hogere waterplanten en de groei van algen belemmerd. Ook de baggeraanwas neemt hierdoor naar verwachting af.
- De invloed op de nutriëntenconcentraties  
Door de afwezigheid van hogere waterplanten en een lagere algendichtheid worden naar verwachting minder nutriënten opgenomen. Naar verwachting zal dat invloed hebben op de baggeraanwas onder het drijvende object.

De waterkwaliteit in de plas ('nulsituatie') zal met name afhankelijk zijn van locatiespecifieke omstandigheden. Denk aan de samenstelling van de waterbodem, de lokale bodemopbouw, grondwaterkwaliteit en dergelijke.

**Gebruik van het onder en omliggende water voor warmteuitwisseling is beperkt toegestaan**

Belangrijk is om geen warmte aan het water toe te voegen omdat de waterkwaliteit hierdoor waarschijnlijk nadelig beïnvloed wordt. Er mag wel warmte aan het water onttrokken mogen worden.

## B Variantenstudie Drijflichaam

### 1. Prefabbeton bak

Het betoncasco is binnen Nederland het meest toegepaste drijflichaam. Bijna alle moderne arken worden gebouwd op een betoncasco. Naast deze kleinschalige toepassing is het echter ook mogelijk om veel grotere drijflichamen op deze wijze te bouwen. De betoncasco's worden onderling niet vaak gekoppeld, indien ze gekoppeld worden gebeurt dit door draadeinden te plaatsen in gaten die dwars door de wanden van de bakken worden geboord.

Deze variant voor een drijvende kas met betonnen bakken is beschreven in het rapport van Arne Spliet<sup>1</sup>. Het rapport geeft als optie voor het drijflichaam voor een kasconstructie het toepassen van open betonnen bakken met een grondoppervlak van 5,0x9,6m<sup>2</sup>.

Voordeel van de drijvende betonnen bakken boven de EPS-constructies is dat er een holle ruimte onder de kasvloer ontstaat die gebruikt kan worden voor de doorvoer van diverse kabels en leidingen of voor opslag.

Belangrijk nadeel is dat de waterdichtheid van de betonnen bak dient te worden gewaarborgd. Als gevolg hiervan wordt doorgaans een grotere vloer- en wanddikte van de bak aangehouden om eventuele kans op zwakke plekken in de betonconstructie als gevolg van de productie zoveel mogelijk te reduceren. Verder wordt door toepassen van dikkere wanden en vloeren de in de beton aanwezige wapening beter beschermd tegen invloeden van buitenaf. In dergelijk drijvende constructies worden wanddikten van ca. 0,15 á 0,20m aangehouden.

Uit contacten met mogelijke leveranciers is gebleken dat de kosten van de beoogde betonnen bakken niet ligt in de hoeveelheid gebruikt beton en heeft optimalisering van vloer- en wanddikten daarom geen prioriteit.

Het rapport is gericht op de algemene beschrijving van de werking van het type constructie en gaat verder niet in op de dimensionering ervan. Er wordt geconcludeerd dat:

- de vloer zich uitermate goed leent voor toepassing van prefab betonnen vloerdelen;
- het eigen gewicht van de bakken van grote invloed is op de benodigde wandhoogte i.v.m. zakking in het water;
- voor de onderlinge koppeling tussen de bakken een nadere uitwerking benodigd is;
- vooralsnog aangehouden kan worden een wand- en vloerdikte van ca. 0,15 á 0,20m met wapening.

### 2. Kunststof bak (composieten)

Over het algemeen kan gesteld worden dat de kosten voor productie van composieten hoog zijn en niet op korte termijn sterk zullen dalen. De toepassing in drijflichamen is hierdoor op korte termijn niet interessant.

---

<sup>1</sup> Spliet, A. (2002) *Technical background study of floating greenhouses*. MSc Thesis TU Delft

### 3. Platform op EPS met vlakke ihw te storten betonvloer met verstijvingsribben

De eerste drijvende woningen werden op drijflichamen gemaakt uit boomstammen.

Tegenwoordig worden de drijflichamen gemaakt door een schil van gewapend beton om een Expanded Poly Styrene/'piepschuim'-pakket te storten. Het resulterend drijflichaam is onzinkbaar en vrij in afmetingen en vorm te fabriceren. Het basisprincipe is EPS in blokken met 98% lucht in combinatie met de Wet van Archimedes. Hieruit volgt dat een m<sup>3</sup> EPS onder water een draagkracht heeft van ongeveer 9,8 kN/m<sup>2</sup>. De omvang van het drijflichaam is enkel beperkt tot de methode van gecontroleerd betonstorten op het EPS. Deze methode is gevoelig omdat direct op het water (in het werk) wordt gestort.

Er worden op dit moment standaard en project gerelateerde platforms gebouwd. De maximum afmetingen van de elementen is op dit moment 25x50m, deze kunnen worden gekoppeld tot grotere drijflichamen.

Het is mogelijk om leidingwerk en installaties in de EPS-structuur te integreren. Het drijvende platform is verankerd met meerpalen of lijnen, afhankelijk van waterniveau en bodemdiepte.

De productietijd van een drijvend platform hangt af van de locatie en dimensies. Normaliter kost het 6-8 weken om een platform te bouwen waarop vervolgens een opstal kan worden gerealiseerd. Tijdens het bouwproces is de toepassing van beton het meest kritisch. Om het betonstorten goed te laten verlopen is software ontwikkeld om een gedetailleerd stortplan op te stellen.

Voordat de betonschil wordt gestort worden eerst betonnen balken in een raster gestort. Deze zijn primair bedoeld om de krachten tijdens het storten van de betonnen vloer op te vangen. Zonder deze balken zou de EPS constructie doorbuigen als gevolg van betonaccumulatie. Het balkenrooster minimaliseert deze doorbuiging.



Bouw Demo Drijvende Kas

De laatste jaren is bij diverse projecten ervaring opgedaan met de uitvoering van deze drijflichamen. Zie ook de website [www.flexbase.nl](http://www.flexbase.nl)

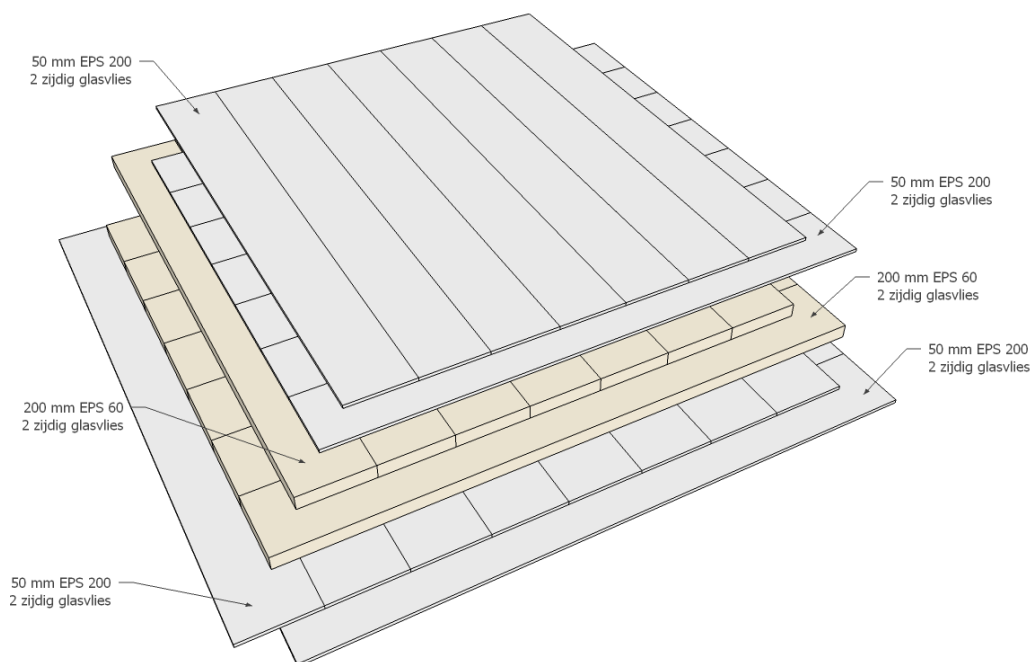
### 4. Platform op glasvezel versterkt EPS met vlakke in het werk te storten betonvloer

Deze constructie is gebaseerd op bovenstaande met als verbetering het vervangen van de betonnen balken door een ander materiaal. Dit zorgt voor een gewichtsbesparing welke vervolgens weer zorgt voor een besparing op drijfvermogen (dunnere doorsnede EPS). Hierbij is het financiële plaatje van belang, voornamelijk de arbeidskosten en materiaalkosten.

Een volledige vervanging van de betonnen balken door folies tussen het EPS zorgt voor een sterke gewichtsbesparing en besparing op arbeid en doorlooptijd. Tevens wordt materiaal in de vorm van beton en wapening bespaard.

De werking berust op het sandwichprincipe. Het EPS wordt ingeklemd tussen hechtende glasvezelfolies en fungeert daardoor als een stijf geheel. Op deze sandwich kan vervolgens de betonvloer worden gestort.

Dit principe is succesvol getest met een oppervlak van 6x6m<sup>2</sup>. De dikte van de betonvloer was hierbij 15cm. De volgende uitdaging is het creëren van grotere oppervlakken en/of de koppeling daartussen.



#### FlexBase light principe

### 5. Platform op EPS met bubbledeckvloersysteem

Een bollenplaatvloer van *BubbleDeck* bestaat uit een betonvloer met onder- en bovenwapening waartussen kunststof bollen zijn aangebracht. De bollenplaatvloer heeft 30 à 35% minder eigen gewicht dan een traditionele betonvloer c.q. breedplaatvloer van gelijke dikte. Dit geheel kan worden voorzien van een prefab beton onderschil.

Het systeem van Bubbledeckvloersystemen zou voor een gewenste gewichtsbesparing kunnen zorgen, waardoor het netto drijfvermogen toeneemt. Maar omdat de dikte van de betonvloer bij bovenstaande varianten inmiddels is

gereduceerd tot 150 mm is het Bubbledeckvloersysteem niet meer concurrerend.

#### **6. Platform op EPS met vlakke stalen plaat**

Theoretisch is deze variant mogelijk, maar de staalplaat wordt circa 10 cm dik en daarmee veel zwaarder, en dus ook duurder, dan gewapend beton. Praktisch is dit geen reële oplossing.

#### **7. Platform op EPS met vlakke kunststof plaat (composieten)**

Er is ook een constructie denkbaar waarin het beton wordt vervangen door composieten. De gewichtsbesparing zorgt voor een enorme winst aan drijfkracht, waardoor drijflichamen zeer dun zou kunnen worden uitgevoerd.

Er lopen studies over het gedrag van composieten, zowel op korte als lange termijn. De toepasbaarheid wordt op dit moment voornamelijk gehinderd door de materiaalkosten.

#### **8. Platform op EPS met vlakke betonvloer met staalprofielen in EPS-laag**

Deze variant is theoretisch mogelijk, maar lastig uit te voeren. Tevens duurder dan de volledig betonoplossingen.

#### **9. Aluminium drijflichaam**

*Aqua Life* ontwikkelde een aluminium platform, bestaande uit koppelbare elementen. Deze zijn modulair op te bouwen en daardoor oneindig koppelbaar tot waterkavels en/of wooneilanden. Er is op dit moment te weinig informatie over om de technische haalbaarheid van dit concept voor kassen te beoordelen. Er zijn geen gerealiseerde vergelijkbare projecten bekend.

### **Globale kostenraming**

Voor een eerste selectie tussen de verschillende varianten is een globale kostenraming gemaakt. Deze kostenraming is gemaakt op basis van offerte-informatie en kengetallen voor materiaal en arbeid. De raming is voor iedere variant opgesteld per m<sup>2</sup> drijflichaam.

De vierkante-meterprijzen zijn inclusief:

- Materiaal.
- Arbeid/materieel.
- Engineering.
- Staartkosten, bestaande uit:
  - o Uitvoering
  - o W&R = Winst en Risico
  - o AK = Algemene Kosten.

Exclusief:

- ABK = Algemene Bouwplaatskosten
- BTW = belasting over de toegevoegde waarde

Afhankelijk van de locatie en de bouwtijd zal een inschatting gemaakt worden van de ABK. Deze zal deels gelijk zijn voor de varianten en wordt daarom buiten deze afweging gehouden. Daarbij moet worden vermeld dat er per uitvoeringswijze wel aanzienlijke verschillen in ABK kunnen optreden. Bij de meest kansrijke opties wordt dit in de vervolguiterwerking meegenomen bij de kostenafweging.

### **Prijsindicaties Bakken**

#### Raming Advin

Exclusief koppelingen en staartkosten komt deze variant ruim boven de € 200,-/m<sup>2</sup>. Wordt niet als reële optie gezien voor dit project.

#### Offerte ABC Arkenbouw

Prijsopgave op basis van 300 prefab betonbakken van 6x25m en een diepgang van 1,5m. De prijs zonder koppelingen komt ongeveer op € 200,-/m<sup>2</sup> te liggen. Met koppelingen op ongeveer € 250,-/m<sup>2</sup>. Staartkosten zijn meegenomen.

#### Spruijt Arkenbouw

Prijsopgave op basis van 240 stuks, ter plaatse gekoppeld en geleverd in Aalsmeer (vanuit Heerenveen). Casco's van 7x24x1,70m. Totale prijsopgave € 12.864.000,- excl BTW. Dat is € 319,- per m<sup>2</sup>.

### **Prijsindicaties Platformen**

#### Raming FlexBase

Prijsopgave op basis van één platform, gekoppeld uit 36 elementen in 39-42 weken. FlexBase standaard komt uit op € 185,- per vierkante meter. FlexBase light komt uit op € 170,- per vierkante meter.

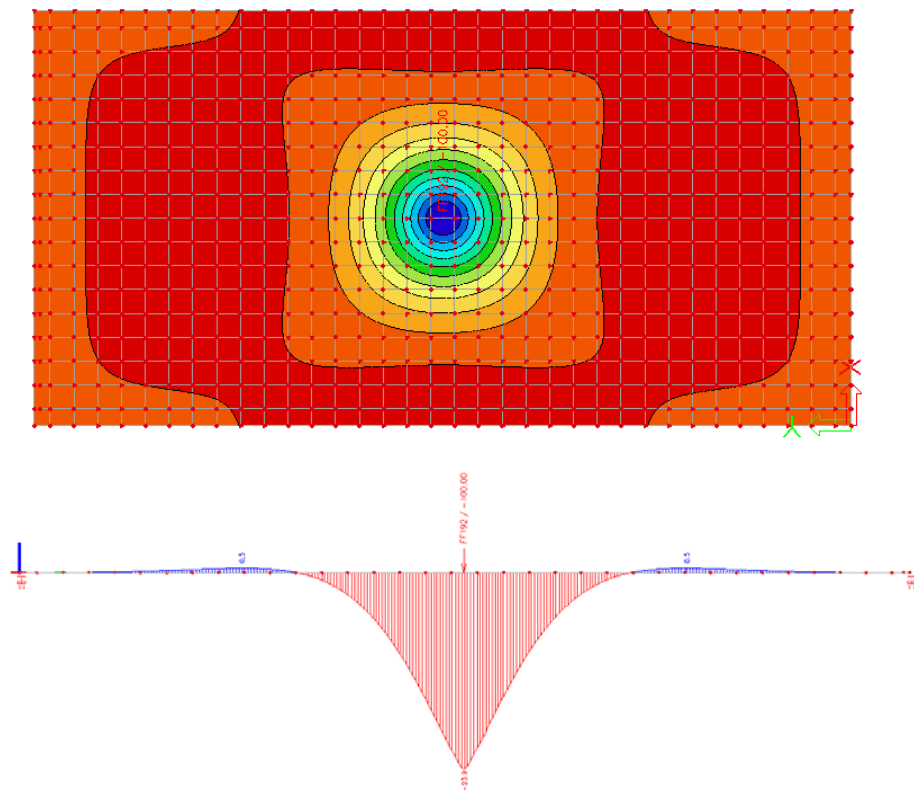
Desgewenst kan een Polyurea-coating op het EPS worden toegepast à € 27,50 per vierkante meter. Vooralnog wordt er geen reden gezien dit te doen.

#### Aqua Life

Prijsopgave op basis van elementen van 2,5x10x1,3m: € 201,- per m<sup>2</sup>, exclusief aanmeervoorzieningen.

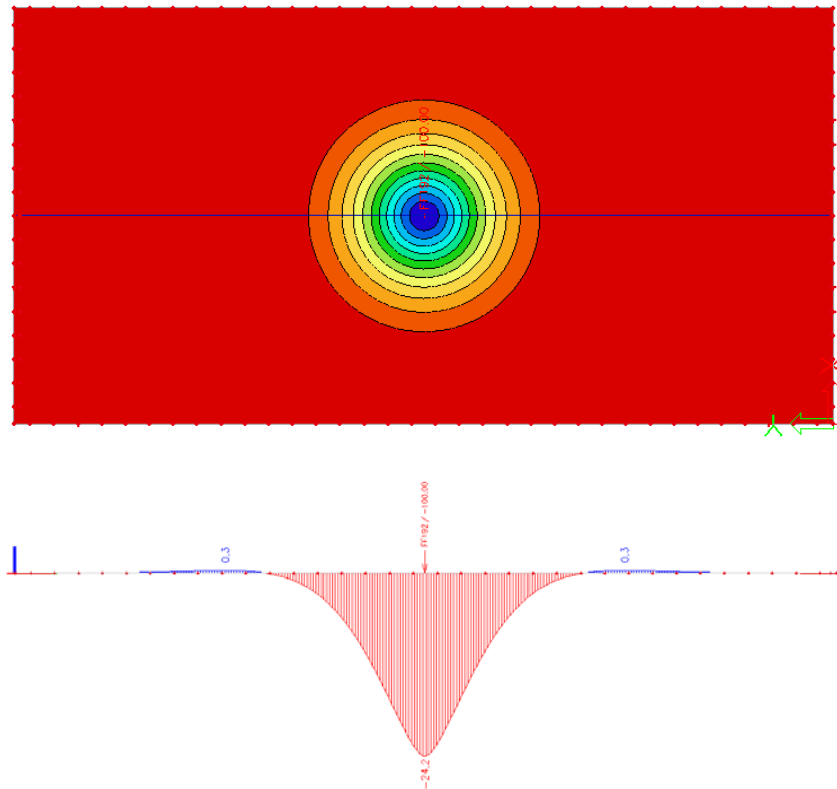
## C 3D model Floating Roses

Om de spanningen en vervormingen in de kas te kunnen beoordelen is een 3D model van de kas, inclusief drijflichaam opgesteld. Het drijflichaam is hierin gemodelleerd als een balkenrooster. De stijfheid van het drijflichaam is afhankelijk van de opbouw. Indien de stijfheid alleen door de betonvloer wordt bepaald, worden de balken gevormd door plaatdelen met een bepaalde, hoogte breedte en lengte met een E-modulus van beton. Indien het drijflichaam echter bestaat uit combinatie van een vloer en een balkenrooster moet de stijfheid van het balkenrooster afgestemd worden aan die van de samenstelling. In onderstaande figuur is de vervorming van een vloer van 15cm dik in combinatie met een balkenrooster van 4.25 m hoh berekend met het programma SCIA-engineer.



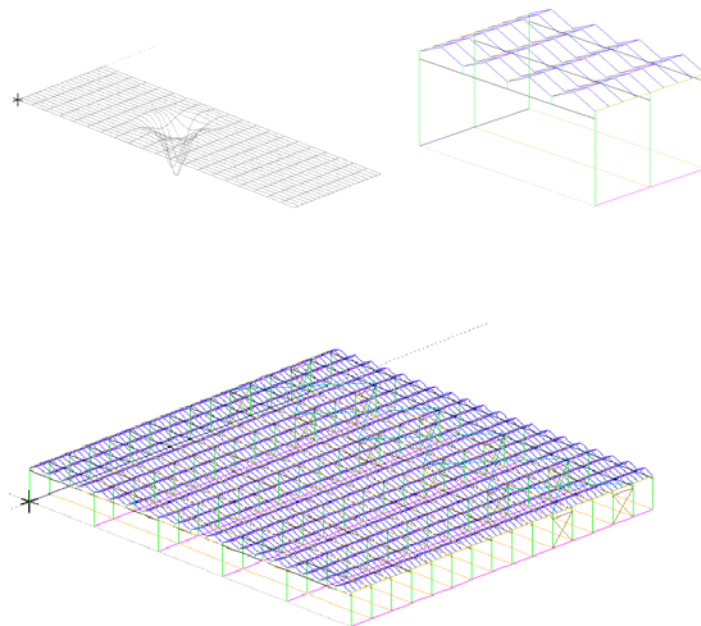
Figuur C.1: doorbuiging bij een puntlast van een vloer i.c.m. balkenrooster.

Vervolgens is de dikte van een vloer bepaald, zodanig dat de vervorming overeenkomt met die van de samenstelling:



Figuur C.2: doorbuiging van een vloer met gelijke resulterende stijfheid.

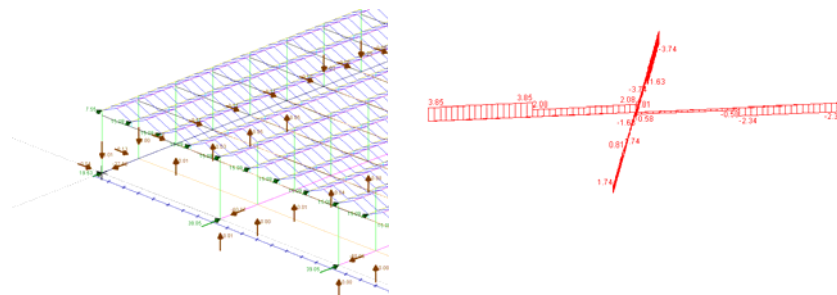
De dikte van de vloer is dan 21.5 cm. In het programma Matrixframe is vervolgens een balkenrooster gecreëerd met een stramien van 16x5m, gelijk aan het stramien van de kaskolommen en op dit rooster is de kas gemodelleerd. De roeden van het kasdek zijn opgenomen om hieruit de verschrinking van het glas te kunnen berekenen (H4.2.6).



Figuur C.3: 3D model kas op drijflichaam.

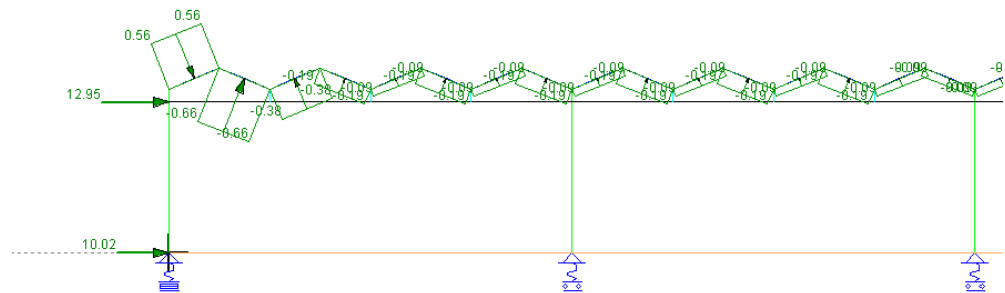


In verband met de beperkte reken capaciteit van de computer en de software is niet de hele kas in het model opgenomen maar een gedeelte van 15 vakken x 5 spanten. Met het ontbrekende gedeelte van de kas is rekening gehouden door het model aan 2 zijden in te klemmen en verende steunen te modelleren. In gootrichting zijn bijvoorbeeld twee schoorvakken opgenomen. Het ontbrekende schoorvak is toegevoegd door middel van een verende steun op goothoogte. De veerstijfheid per schoorvak is bepaald door een puntlast op de goot te delen door de berekende verplaatsing. In spanrichting zijn op dezelfde wijze verende steunen voor de ontbrekende kolommen toegevoegd, die aangrijpen op spanhoogte. De betonvloer is aan de randen ingeklemd, uitgaande van symmetrische belasting op die plekken. Er is uitgegaan van een rand van 2 meter breed om de kas. De kas is langs de twee randen door middel van opleggingen verankerd. Hiermee zijn de (statische) krachten op de verankering te bepalen.



Figuur C.4: Voorbeelden van oplegreacties (wind op de kopgevel) en normaalkrachten in een windverband.

De krachten als gevolg van winddruk of -zuiging grijpen aan op de roeden zoals in onderstaande figuur weergegeven. De wind op de gevel grijpt aan op de kolom, ter plaatse van de voet en ter plaatse van de aansluiting van de tralie (wind op de zijgevel) dan wel met de goot (wind op de kopgevel):



Figuur C.5: Krachten op de kas als gevolg van wind op de zijgevel.

Omdat verificatie en controle van de absolute vervormingen van het model niet eenvoudig is, is een vergelijking gemaakt met hetzelfde model, maar dan met vaste opleggingen ter plaatse van de kolomvoet.

### Verschraning van het glas

De gangbare Venlo kassen zijn geoptimaliseerd voor bouw op land, waarbij de vervormingen van de fundering klein zijn. Bepalend is de glasoplegging, waarbij het glas niet klem mag lopen in de sponningen. Verschrinking treedt op als gevolg van horizontale bewegingen, bijvoorbeeld door wind, of verticale bewegingen (sneeuw, kasdekreiniger) van het kasdek. Daarbij zijn vooral de relatieve verplaatsingen van

belang. Als het kasdek in zijn geheel horizontaal verplaatst vindt er geen verschrinking plaats, maar als de ene goot ten opzichte van de andere goot verplaatst wel.

Als vervormingen van het drijflichaam -tijdens de bouw of het normale gebruik van de kas- in combinatie met vervormingen die maatgevend zijn voor de kas gelijktijdig kunnen optreden, treedt extra verschrinking op. Dit moet dan ofwel opgevangen worden in stijfheid of in vervormingscapaciteit van het dek. Dit wordt vertaald in speling rondom het glas, vooral in de goot en de nok, en dus in de sponningen en profielafmetingen. De lichtinval mag hierdoor niet te veel beperkt worden, om de groei van het gewas niet in gevaar te brengen. Om in aanmerking te komen voor een groenlabelkas is de minimale lichtdoorlaat 75% (Venlokas).

Uitgangspunt is het gebruik van gehard glas voor het kasdek en de gevels, op het dek eventueel geëtsd en met een diffuse lichtdoorlaat. Het glas op het kasdek moet in de gootrand en in de de kroede zijn opgelegd in rubbers om eventueel optredende contactkrachten te verdelen.

In het 3D-model van floating roses zijn de glasroeden van het kasdek opgenomen om ook de verschrinking van de ruiten te kunnen bepalen. In onderstaande berekening wordt van een willekeurige ruit uit de verplaatsing van roeden goot en nok (bepaald met Matrixframe) de benodigde speling van de ruit berekend, zodanig dat de ruit niet klem loopt. Deze berekening wordt voor alle ruiten van het kasdek uitgevoerd in Excel zodat de ruit met de maatgevende verschrinking gevonden kan worden.



Programma identificatie

**BEPALING VAN DE BENODIGDE (EXTRA) SPELING VAN HET GLAS**

invoer uit matrixframe

$$\text{staven} := \begin{pmatrix} \text{"S4376"} & \text{"K2327"} & \text{"XYZXrYrZr"} & \text{"XYZXrYrZr"} & \text{"K2328"} & \text{"P7"} & 52.500 & 30.000 & -7.308 & 53.750 & 30.000 & -7.308 & 1.250 \\ \text{"S4393"} & \text{"K2327"} & \text{"XYZXrYrZr"} & \text{"XYZXrYrZr"} & \text{"K2315"} & \text{"P5"} & 52.500 & 30.000 & -7.308 & 52.500 & 32.000 & -6.500 & 2.157 \\ \text{"S4401"} & \text{"K2328"} & \text{"XYZXrYrZr"} & \text{"XYZXrYrZr"} & \text{"K2316"} & \text{"P5"} & 53.750 & 30.000 & -7.308 & 53.750 & 32.000 & -6.500 & 2.157 \end{pmatrix}$$

$$\text{knoopv} := \begin{pmatrix} \text{"K2315"} & \text{"B.G.1"} & 0.0001 & 0.0001 & 0.0208 \\ \text{"K2316"} & & 0.0000 & 0.0001 & 0.0223 \\ \text{"K2327"} & & 0.0000 & 0.0005 & 0.0197 \\ \text{"K2328"} & & 0.0000 & 0.0007 & 0.0209 \end{pmatrix}$$

overnemen in tabel

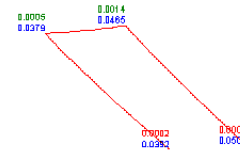
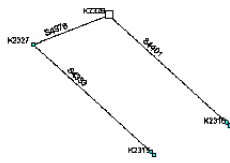
goniometrische functie:

$$\text{lengthe}(x) := \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$$

$$\text{hoek}(u,v) := \arccos\left(\frac{u \cdot v}{\text{lengthe}(u) \cdot \text{lengthe}(v)}\right)$$

**Onvervormde rechthoek**

$$\text{ruit}_{ov} = \begin{pmatrix} 52.50 & 52.50 & 53.75 & 53.75 \\ 32.00 & 30.00 & 30.00 & 32.00 \\ -6.50 & -7.31 & -7.31 & -6.50 \end{pmatrix} \text{ m}$$



berekening van de lengtes

controle van de hoek tussen de roede en de goot in onvervormde toestand

$$\text{hoek}\left[\left(\text{ruit}_{ov}^{(2)} - \text{ruit}_{ov}^{(1)}\right), \left(\text{ruit}_{ov}^{(4)} - \text{ruit}_{ov}^{(1)}\right)\right] = 90.00000^\circ$$

**Vervormde rechthoek**

$$\text{vervorming} = \begin{pmatrix} 0.10 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.10 & 0.10 & 0.50 & 0.70 \\ 20.80 & 22.30 & 19.70 & 20.90 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

vervormingen optellen bij de onvervormde ruit geeft de vervormde ruit

$$\text{ruit}_{vv} := \text{ruit}_{ov} + \text{vervorming}$$

$$\text{ruit}_{vv} = \begin{pmatrix} 52.50 & 52.50 & 53.75 & 53.75 \\ 32.00 & 30.00 & 30.00 & 32.00 \\ -6.48 & -7.29 & -7.29 & -6.48 \end{pmatrix} \text{ m}$$

controles van de lengtes

Hoek tussen de goot en de roede in vervormde toestand berekenen

$$\theta := \text{hoek}\left(\text{ruit}_{vv}^{(2)} - \text{ruit}_{vv}^{(1)}, \text{ruit}_{vv}^{(4)} - \text{ruit}_{vv}^{(1)}\right) \text{ geeft } \theta = 90.02988^\circ$$

**Verschraning van de rechthoek**

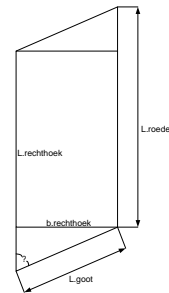
Het verschil tussen de lengtes van de zijden van het parallelogram en de rechthoek die er juist in past bepaalt de benodigde speling, die nodig is om te voorkomen dat de ruit klem komt te liggen

$$b_{\text{rechthoek}} := L_{\text{goot}} \cdot |\sin(\theta)| \text{ geeft } b_{\text{rechthoek}} = 1250.00 \text{ mm}$$

$$S_{\text{roede}} := L_{\text{goot}} - b_{\text{rechthoek}} \text{ geeft } S_{\text{roede}} = 0.00 \text{ mm}$$

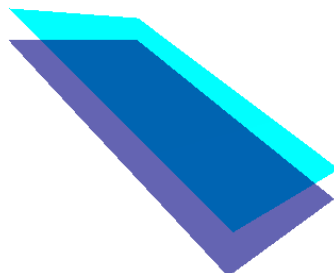
$$l_{\text{rechthoek}} := L_{\text{roede}} - L_{\text{goot}} \cdot |\cos(\theta)| \text{ geeft } l_{\text{rechthoek}} = 2156.40 \text{ mm}$$

$$S_{\text{goot}} := L_{\text{roede}} - l_{\text{rechthoek}} \text{ geeft } S_{\text{goot}} = 0.65 \text{ mm}$$



genereren plot

**Grafische Weergave van de onvervormde en vervormde rechthoek**



Verschraning ruit

# D Referentiebegroting Rozenkwekerij

## Concept

TNO Bouw en installaties  
 Projectgroep Floating Roses  
 T.a.v. de heer ir. L.T. Baart de la Faille  
 Van Mourrik Broekmanweg 6  
 2600 AA DELFT

Rapport  
 Inzake: nieuwbouw 50.000 m<sup>2</sup>

INHOUD	Biz.
Voorwoord en opdracht	1
1. Investeringsbegroting	3
2. Vermogensbehoefte na investeringen	4
3. Exploitatiebegroting 2011 Avalanche 200 Umoll (aanloopjaar)	5
4. Prognose van de beschikbare middelen (Cash flow) 2011	6
5. Exploitatiebegroting 2012 Avalanche 200 U Moll (volproductief)	7
6. Prognose van de beschikbare middelen (Cash flow) 2012	8
Bijlage 1: Specificatie belichtingsprogramma (aanloopjaar)	9
Bijlage 2: Specificatie draaischema WKK (aanloopjaar)	10
Bijlage 3: Specificatie inkoop, netleverhoeveelheden en prijzen (aanloopjaar)	11
Bijlage 4: Specificatie belichtingsprogramma (volproductie jaar)	12
Bijlage 5: Specificatie terugleverschema (volproductie jaar)	13
Bijlage 6: Specificatie inkoop, netleverhoeveelheden en prijzen (volproductie jaar)	14
Bijlage 7: Begroting gasprijen aanloopjaar	15
Bijlage 8: Begroting gasprijen vol productie jaar	16
Bijlage 9: Begroting elektraprijen inkoop belichting aanloopjaar	17
Bijlage 10: Begroting elektraprijen inkoop belichting vol productie jaar	18
Bijlage 11: Afschrijvingen	19
Bijlage 12: Meerjarenoverzicht financiële lasten	20
Bijlage 13: Meerjaren financieel overzicht	21



# Concept

TNO Bouw en installaties  
 Projectgroep Floating Roses  
 T.a.v. de heer ir. L.T. Baart de la Faille  
 Van Mourrik Broekmanweg 6  
 2600 AA DELFT

Tiendweg 4A  
 2671 SB Naaldwijk  
 Postbus 100  
 2670 AC Naaldwijk  
  
 Telefoon 0174 - 63 71 00  
 Fax 0174 - 63 72 80  
 E-mail [naaldwijk@flynth.nl](mailto:naaldwijk@flynth.nl)  
[www.flynth.nl](http://www.flynth.nl)

Discipline	Ons kenmerk	Behandeld door	Datum
Bedrijfsadvies	382003400	J.W. Cirkel	15 april 2010

Geachte projectgroep,

In dit rapport komen de financiële consequenties van de nieuwbouw van een rozenkwekerij aan de orde.

In deze berekening wordt uitgegaan van de nieuwbouw van 50.000m<sup>2</sup> kas, incl. WKK en installaties en teelt van Avalanche op een mobiel teeltsysteem.

Deze berekening maakt onderdeel uit van het werkpakket 2.6 (financiële haalbaarheid Floating Roses). Deze berekening dient als referentie voor het te ontwikkelen Floating Roses concept.

De gegevens in dit rapport komen uit gegevens die door Kwekerij De Rozenhof zijn aangereikt en uit normgegevens van Flynth adviseurs en accountants BV.

De energie uitgangspunten zijn gebaseerd op actuele Endex noteringen in week 15 2010.

De begrotingen zijn samengesteld aan de hand van de door u aan ons ter beschikking gestelde informatie. Hierop is door ons geen accountantscontrole toegepast.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groeten,  
 Flynth adviseurs en accountants BV

Ing. J.L.M. Olsthoorn *ab*,  
 Bedrijfsadviseur

**1. Investeringsbegroting nieuwbouw 50.000 m<sup>2</sup>**

<b>Grond en grondverbetering</b>				totaal	per m <sup>2</sup> kas
Tuinland	70.000	m <sup>2</sup> à	€ 70,00 per m <sup>2</sup>	4.900.000	98,00
Grondwerk, rijplaten, drainage, egalisatie				100.000	2,00
Subtotaal				5.000.000	100,00
<b>Gebouwen</b>					
Bedrijfsruimte incl. koelcel	2.500	m <sup>2</sup> à per m <sup>2</sup> : € 380		950.000	19,00
WKK ruimte, substraatruimte	500	m <sup>2</sup> à per m <sup>2</sup> : € 300		150.000	3,00
Nieuwe kas	50.000	m <sup>2</sup> à per m <sup>2</sup> : € 32		1.600.000	32,00
Scherminstallatie, dubbel installatie inclusief gevelschermen				400.000	8,00
Subtotaal				3.100.000	62,00
<b>Verwarming</b>					
WKK installaties: 1x Jenbacher 3 MW, incl. RGR				1.300.000	26,00
Ketel installaties en CO2 doseerunit				125.000	2,50
Warmteopslag tank, 400m <sup>3</sup> /ha				150.000	3,00
Verwarmings/CO2 installaties incl. transportleiding				425.000	8,50
Diverse verwarming inclusief verwerk				70.000	1,40
Subtotaal				2.070.000	41,40
<b>Elektrische installaties</b>					
Computer				100.000	2,00
Zwavelverdampers	1	per 100 m <sup>2</sup>		50.000	1,00
Bedrijfsruimte, ketelhuis en alarm				25.000	0,50
Elektrische installatie kas en ventilatoren				175.000	3,50
Netaansluiting inclusief trafostations				450.000	9,00
Belichtingsinstallatie (200) Umoll (circa 6.000 armaturen 1000 Watt)				2.000.000	40,00
Subtotaal				2.800.000	56,00
<b>Watertechnische installaties</b>					
Substraatunit en dagsilo's				150.000	3,00
Druppelaars incl. leidingen, drainafvoer				150.000	3,00
Bassin (70% van waterbehoefte)	(1.500	m <sup>3</sup> /ha)		60.000	1,20
Dakberegeningsinstallatie				50.000	1,00
Ontsmetter				35.000	0,70
Omgekeerde osmose				75.000	1,50
Spuitrobot (1 x)				50.000	1,00
Subtotaal				570.000	11,40
<b>Overige inventaris</b>					
Mobiel teeltsysteem (incl. waterkoppelingsstukken)				2.500.000	50,00
Bosmachine				600.000	12,00
Kettingbaan t.b.v. mobiel teeltsysteem				400.000	8,00
Steenwoolmatten				140.000	2,80
Planten incl. licentie	6,9	pl/m <sup>2</sup> à ca. € 2,08		700.000	14,00
Subtotaal				4.340.000	86,80
<b>Algemeen</b>					
Bouwadvies, notaris, vergunningen				150.000	3,00
Bouwenrente, financieringskosten				300.000	6,00
Diversen, onvoorzien				670.000	13,40
Subtotaal				1.120.000	22,40
<b>Totaal nieuwbouw</b>				<b>19.000.000</b>	<b>380,00</b>
Per m <sup>2</sup> zonder grond en grondverbetering en WKK					<u>245,00</u>

Voor subsidie mogelijk in aanmerking komende bedragen:

Bedrag groenfinanciering <sup>1</sup>		5.000.000
<sup>1</sup> : uitgaande van een maximum van € 100 per m <sup>2</sup> voor de nieuwe kas		
Bedrag mogelijke investeringsatreek groenbelasting MIA, 40% <sup>2</sup>	nb	
<sup>2</sup> : uitgaande dat nieuwe kas voldoet aan de geldende GLK regeling		

2. Vermogensbehoefte na investeringen

Investeringen	19.000.000
Kredietbehoefte regulier	50.000 m <sup>2</sup> à ca. € 10
Totaal	19.500.000

Financiering na investering

Rekening courant faciliteit, inclusief aankoopjaar	500.000
Eigen inbreng	4.900.000
Bankleningen nieuw	14.100.000
Totaal	19.500.000

Financiering per 1 Januari 2011	Bedrag	Rente %	Rentlease	Aflossing	Rente-afk.
Kredietlenening begroot:	500.000	6,50	19.500	19.500	19.500
Lease WKK en knp	1.750.000		201.250	201.250	201.250
Leasing plantmateriaal e.d	840.000	5,00	42.000	42.000	42.000
Leasing groen	3.000.000	4,50	228.000	228.000	228.000
Leasing bedrijf	2.450.000	5,50	134.750	134.750	134.750
Leasing grond	14.100.000		818.300	0	818.300
Totaal	282.000		16,37	0,00	16,37

Per m<sup>2</sup> glasoppervlakte 50.000

Per m<sup>2</sup> kasoppervlakte 16,37

Per € 1.000.000 Investeringsafwijking stijgen of dalen de financieringsverplichtingen per m<sup>2</sup>: 2,43

\* start aflossingen in jaar 2

4 geen accountantscontrole toegepast.  
Fyrbilt adviseurs en accountants BV

3. Exploitatiebegroting 2011 Avalanche 2000 Umoll (aancoopjaar)

Planting in Januari

Teeltopervlakte in m <sup>2</sup> :	Avalanche	50.000
Aancoopjaar	811 m <sup>2</sup> 311	€ 0,41
Opbrengsten		6.381.650
		127.63

Kosten		
Biologische gewasbescherming	8%	21.250
Chemische gewasbescherming	8%	68.000
Medicijnen	8%	1.700
CO2-kosten	8%	35.500
Gewasverzekering	8%	63.750
Gewasoppervlakte		17.500
Afvoer beplantmateriaal		10.000
Overige beelkosten		10.000
Totaal beelkosten		282.750

Gas WKK	71,2 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> à	€ 0,190	677.568	13,55
Elektra retour	0 kWh / m <sup>2</sup> à	€ 0,000	0	0,00
Elektra inkoop	240 kWh / m <sup>2</sup> à	€ 0,086	789.426	15,79
Elektra overig			37.500	0,75
Totaal energiekosten			1.504.494	30,09

Provisiekosten, heffingen	4,5%	287.174	5,74
Fuist- en verpakkingkosten	1,5%	95.412	1,91
Vaertkosten	2,0%	127.633	2,55
Totaal afvoeringskosten		510.220	10,20

Loonkosten personeel	1,2 uur per m <sup>2</sup> à € 14,50	1.365.760	27,12
Materialen en andere		140.000	2,80
Totaal arbeidskosten		1.445.760	28,92

Onderhoud onroerend goed	4420 draaiuren à	28.85	
Loonwerk		75.000	1,50
Verzekering		118.886	2,37
Aankoopkosten		10.000	0,20
Onderhoud machines en inventaris		12.500	0,25
Diverse algemene kosten		100.000	2,00
Totaal overige bedrijfskosten		765.000	15,00

Rentlease	818.300	16,37
Afscripturen	1.528.650	30,57
Totale kosten	6.473.850	129,48
Fiscaal resultaat	-92.200	-1,84

5 geen accountantscontrole toegepast.  
Fyrbilt adviseurs en accountants BV

**4. Prognose van de beschikbare middelen (Cash flow) 2011**

Alle bedragen in €	<u>totaal</u>	<u>per m<sup>2</sup></u>
<b>Resultaat</b>	-92.200	-1,84
+ Afschrijvingen	1.528.650	30,57
+Rente/ Lease	<u>818.300</u>	<u>16,37</u>
Beschikbare middelen uit het bedrijf	2.254.750	45,09
<b>Minus</b>		
Belastingen	0	0,00
Kleine (vervangings)investeringen	<u>50.000</u>	<u>1,00</u>
<b>Betalingscapaciteit = Beschikbare middelen voor rente en aflossing en kleine investeringen (A)</b>	2.204.750	44,09
Rente/ Lease (B)	818.300	16,37
Aflossing (B)	0	0,00
<b>Marge (A - B)</b>	<u><u>1.386.450</u></u>	<u><u>27,73</u></u>
Marge in een percentage van de omzet		21,7%
Financiële kostprijs per tak:		€ 0,32



## 5. Exploitatiebegroting 2012 Avalanche 200 Umoll (volproductief)

Teeltoppervlak in m <sup>2</sup> :	Avalanche		50.000	
		<u>st/ m<sup>2</sup></u>	<u>prijs per stuk</u>	
Aanloopjaar		462	€ 0,32	
<b>Opbrengsten</b>			7.392.000	147,84
<b>Kosten</b>				
Biologische gewasbescherming			25.000	0,50
Chemische gewasbescherming			100.000	2,00
Meststoffen			65.000	1,30
CO2 inkoopkosten, OCAP (600 kg. / ha. ; 2500 uur)			75.000	1,50
Gewassenverzekering			17.500	0,35
Afvoer teeltmateriaal			10.000	0,20
Overige teeltkosten			10.000	0,20
<b>Totaal teeltkosten</b>			<b>302.500</b>	<b>6,05</b>
Gas WKK	87,6 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> à	€ 0,205	898.208	17,96
Elektra retour	0 kWh / m <sup>2</sup> à	€ 0,000	0	0,00
Elektra inkoop	303 kWh / m <sup>2</sup> à	€ 0,067	1.012.531	20,25
Elektra overig			37.500	0,75
<b>Totaal energiekosten</b>			<b>1.948.239</b>	<b>38,96</b>
Provisie/commissie, heffingen	4,5%		332.640	6,65
Fust- en verpakingskosten	1,5%		110.518	2,21
Vrachtkosten	2,0%		147.840	2,96
<b>Totaal afleveringskosten</b>			<b>590.998</b>	<b>11,82</b>
Loonkosten personeel	2,5 uur per m <sup>2</sup> à	€ 14,50	1.834.250	36,69
Managementvergoeding			90.000	1,80
<b>Totaal arbeidskosten</b>			<b>1.924.250</b>	<b>38,49</b>
Onderhoud onroerend goed			75.000	1,50
Onderhoud WKK	5444 draaiuren à	26,85	146.158	2,92
Loonwerk			10.000	0,20
Verzekering			12.500	0,25
Autokosten			12.500	0,25
Onderhoud machines en inventaris			100.000	2,00
Diverse, algemene kosten			75.000	1,50
<b>Totaal overige bedrijfskosten</b>			<b>431.158</b>	<b>8,62</b>
Rente/lease			800.951	16,02
Afschrijvingen			1.538.650	30,77
<b>Totale kosten</b>			<b>7.536.746</b>	<b>150,73</b>
<b>Fiscaal resultaat</b>			<b>-144.746</b>	<b>-2,89</b>

**6. Prognose van de beschikbare middelen (Cash flow) 2011**

Alle bedragen in €	<u>totaal</u>	<u>per m<sup>2</sup></u>
<b>Resultaat</b>	-144.746	-2,89
+ Afschrijvingen	1.538.650	30,77
+Rente/ Lease	<u>800.951</u>	<u>16,02</u>
Beschikbare middelen uit het bedrijf	2.194.855	43,90
<b>Minus</b>		
Belastingen	0	0,00
Kleine (vervangings)investeringen	<u>50.000</u>	<u>1,00</u>
<b>Betalingscapaciteit = Beschikbare middelen voor rente en aflossing en kleine investeringen (A)</b>	2.144.855	42,90
Rente/ Lease (B)	800.951	16,02
Aflossing (B)	780.667	15,61
<b>Marge (A - B)</b>	<u><u>563.238</u></u>	<u><u>11,26</u></u>
Marge in een percentage van de omzet		7,6%
Financiële kostprijs per tak:		€ 0,30

**Bijlage 1: Specificatie belichtingsprogramma (aanloopjaar)**

Specificatie belichtingsprogramma

Bruto teeltoppervlak: 50.000 m<sup>2</sup>

Indeling uren per dag:

Plateau-uren:	7.00-23.00
Weekend/feestdagen:	8.00 - 20.00
Daluren:	alle overige uren

Samenvatting belichting in kWh

	totaal	per m <sup>2</sup>
Plateau-uren:	8.230.800	165
Weekend/feestdagen:	3.038.100	61
Daluren:	14.016.300	280
<b>Totaal</b>	<b>25.285.200</b>	<b>506</b>

Uitwerking:

Maand	Werk	Weekend	dagen
januari	21	10	
februari	20	8	
maart	22	9	
april	20	10	
mei	20	11	
juni	21	9	
juli	23	8	
aug	21	10	
september	22	8	
oktober	22	9	
november	21	9	
december	22	9	
<b>Totaal</b>	<b>255</b>	<b>110</b>	

Uren 1e helft vermogen = 3000 kWatt		
Werkdagen		
Dal	Plateau	Totaal
5,0	3,0	8,0
7,0	9,0	16,0
7,0	4,0	11,0
7,0	5,0	12,0
7,0	3,0	10,0
7,0	3,0	10,0
7,0	8,0	15,0
7,0	16,0	23,0
7,0	16,0	23,0
<b>1743</b>	<b>1549</b>	<b>3292</b>

Uren 2e helft vermogen = 3000 kWatt		
Werkdagen		
Dal	Plateau	Totaal
5,0	3,0	8,0
7,0	6,0	13,0
7,0	3,0	10,0
7,0	5,0	12,0
7,0	3,0	10,0
7,0	3,0	10,0
7,0	4,0	11,0
7,0	8,0	15,0
7,0	16,0	23,0
7,0	15,0	22,0
<b>1701</b>	<b>1339</b>	<b>3040</b>

Belichting Avalanche:		
kWh	%	
Plateau-uren:	8.230.800	33%
Weekend/feestdagen:	3.038.100	12%
Daluren:	14.016.300	55%
<b>Totaal</b>	<b>25.285.200</b>	<b>100%</b>

Uren 1e helft vermogen		
Prognose realisatie uren:		
Dal	Weekend	Totaal
1472	580	2052
2368	420	2788
<b>4240</b>		

Uren 2e helft vermogen		
Prognose realisatie uren:		
Dal	Weekend	Totaal
1272	432	1704
2304	406	2710
<b>4006</b>		

Fyffth adviseurs en accountants BV

- 9 -

geen accountantscontrole toegepast

**Bijlage 2: Specificatie draaischema WKK (aanloopjaar)**

2.a Draaiurenprogramma

Alle uren van belichting  
Alle overige plateau-uren en weekenduren zolang er warmtevraag is.

Gasverbruik WKK (1x 3 MW): 805 m<sup>3</sup> per uur, Warmteproductie: 50%

Indeling uren per dag:

Plateau-uren:	7.00-23.00	16 uur per dag
Weekend/feestdagen:	8.00 - 20.00	12 uur per dag
Daluren:	alle overige uren	

Samenvatting productie WKK

	totaal	per m <sup>2</sup>
Plateau-uren:	4.414.650	88
Weekend/feestdagen:	1.741.350	35
Daluren:	7.105.050	142
<b>Totaal</b>	<b>13.261.050</b>	<b>265</b>

Uitwerking:

Maand	Werk	Weekend	dagen
januari	21	10	
februari	20	8	
maart	22	9	
april	20	10	
mei	20	11	
juni	21	9	
juli	23	8	
aug	21	10	
september	22	8	
oktober	22	9	
november	21	9	
december	22	9	
<b>Totaal</b>	<b>255</b>	<b>110</b>	

WKK 3000 kWatt		
Werkdagen		
Dal	Plateau	Totaal
5,0	3,0	8,0
7,0	9,0	16,0
7,0	4,0	11,0
7,0	5,0	12,0
7,0	3,0	10,0
7,0	3,0	10,0
7,0	8,0	15,0
7,0	16,0	23,0
7,0	16,0	23,0
<b>1743</b>	<b>1549</b>	<b>3292</b>

WKK 3000 kWatt		
Weekenden		
Dal	Weekend	Totaal
5,0	2,0	7,0
7,0	8,0	15,0
7,0	5,0	12,0
7,0	4,0	11,0
7,0	0,0	7,0
7,0	0,0	7,0
7,0	4,0	11,0
7,0	10,0	17,0
7,0	12,0	19,0
7,0	12,0	19,0
<b>750</b>	<b>611</b>	<b>1361</b>

Totaal prod. WKK		
kWh	%	
Plateau-uren:	4.414.650	33%
Weekend/feesturen:	1.741.350	13%
Daluren:	7.105.050	54%
<b>Totaal</b>	<b>13.261.050</b>	<b>100%</b>

WKK uren bruto		
(zonder rekening gehouden met uren voor uitval/onderhoud):		
Dal	Weekend	Totaal
1549	611	2160
2493	420	2913
<b>4553</b>		

WKK uren netto		
Na uitval/onderhoud van:		
Dal	Weekend	Totaal
1472	580	2052
2368	420	2788
<b>4240</b>		

Fyffth adviseurs en accountants BV

- 10 -

geen accountantscontrole toegepast

Maand	Werk	Weekend	Warmte behoefte	Warmte WKK	Ketel warmte	Warmte overschot
	dagen	dagen	m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>
januari	21	10	2,1	1,8	0,3	0,0
februari	20	8	2,1	3,4	0,0	-1,3
maart	22	9	1,8	2,7	0,0	-0,8
april	20	10	1,4	2,8	0,0	-1,4
mei	20	11	1,2	2,5	0,0	-1,3
juni	21	9	0,7	2,2	0,0	-1,5
juli	23	8	0,7	1,9	0,0	-1,2
aug	21	10	0,8	1,8	0,0	-1,0
september	22	8	2,3	2,7	0,0	-0,4
oktober	22	9	2,8	3,7	0,0	-0,9
november	21	9	4,1	5,0	0,0	-0,9
december	22	9	4,1	5,2	0,0	-1,0
<b>Totaal</b>	<b>255</b>	<b>110</b>	<b>24,2</b>	<b>35,6</b>	<b>0,3</b>	<b>-11,7</b>

Bijlage 3: Specificatie inkoop, netleverhoeveelheden en prijzen (aanloopjaar)

Totaal prod. WKK	Inkoop kWh	Eigen verbruik kWh	WKK netlevering in kWh
	kWh		
Plateau-uren:	4.414.650	33%	3.816.150
Weekend/feesturen	1.741.350	13%	1.295.750
Daluren:	7.105.050	54%	6.911.250
<b>Totaal</b>	<b>13.261.050</b>	<b>100%</b>	<b>12.024.150</b>

	totaal	per m <sup>2</sup>	totaal	per m <sup>2</sup>	totaal	per m <sup>2</sup>
	3.816.150	76	8.230.800	165	0	0
	1.295.750	26	3.038.100	61	0	0
	6.911.250	138	14.016.300	280	0	0
	<b>12.024.150</b>	<b>240</b>	<b>25.285.200</b>	<b>506</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fythin adviseurs en accountants BV

Bijlage 4: Specificatie belichtingsprogramma (volproductie jaar)

4a: Specificatie belichtingsprogramma

Bruto teeltoppervlak: 50.000 m2

Indeling uren per dag:

Plateau-uren:	7.00-23.00
Weekend/feestdagen:	8.00 - 20.00
Daluren:	alle overige uren

Samenvatting belichting Avalanche in kWh

	totaal	per m <sup>2</sup>
	12.602.700	252,1
	5.115.750	102,3
	13.776.900	275,5
<b>Totaal</b>	<b>31.495.350</b>	<b>629,9</b>

Uitwerking:

Maand	Werk	Weekend
	dagen	dagen
januari	21	10
februari	20	8
maart	22	9
april	20	10
mei	20	11
juni	21	9
juli	23	8
aug	21	10
september	22	8
oktober	22	9
november	21	9
december	22	9
<b>Totaal</b>	<b>255</b>	<b>110</b>

Uren 1e helft vermogen		=	3000 kWatt		
Werkdagen	Weekenden		Werkdagen	Weekenden	
Dal	Plateau	Totaal	Dal	Weekend	Totaal
8,0	16,0	24,0	8,0	16,0	24,0
8,0	16,0	24,0	8,0	16,0	24,0
7,0	11,0	18,0	7,0	11,0	18,0
6,0	7,0	13,0	6,0	7,0	13,0
6,0	4,0	10,0	6,0	4,0	10,0
5,0	5,0	10,0	5,0	5,0	10,0
5,0	3,0	8,0	5,0	3,0	8,0
4,0	4,0	8,0	4,0	4,0	8,0
7,0	5,0	12,0	7,0	5,0	12,0
8,0	8,0	16,0	8,0	8,0	16,0
8,0	14,0	22,0	8,0	14,0	22,0
8,0	16,0	24,0	8,0	16,0	24,0
<b>1700</b>	<b>2308</b>	<b>4008</b>	<b>730</b>	<b>992</b>	<b>1722</b>

Uren 2e helft vermogen		=	3000 kWatt		
Werkdagen	Weekenden		Werkdagen	Weekenden	
Dal	Plateau	Totaal	Dal	Weekend	Totaal
8,0	16,0	24,0	7,0	11,0	18,0
8,0	16,0	24,0	7,0	16,0	23,0
7,0	11,0	18,0	7,0	8,0	15,0
6,0	7,0	13,0	6,0	5,0	11,0
7,0	4,0	11,0	7,0	4,0	11,0
5,0	4,0	9,0	4,0	4,0	8,0
4,0	2,0	6,0	4,0	3,0	7,0
5,0		5,0	6,0		6,0
7,0	4,0	11,0	7,0	3,0	10,0
7,0	8,0	15,0	6,0	8,0	14,0
8,0	14,0	22,0	8,0	11,0	19,0
8,0	14,0	22,0	8,0	16,0	24,0
<b>1696</b>	<b>2114</b>	<b>3810</b>	<b>708</b>	<b>803</b>	<b>1511</b>

Belichting Avalanche:

	kWh	%
Plateau-uren:	12.602.700	40%
Weekend/feestdagen:	5.115.750	16%
Daluren:	13.776.900	44%
<b>Totaal</b>	<b>31.495.350</b>	<b>100%</b>

Uren 1e helft vermogen

Prognose realisatie uren:	95%
Plateau-uren:	2193 uren
Weekend/feestdagen:	942 uren
Daluren:	2309 uren
<b>Totaal</b>	<b>5444 uren</b>

Uren 2e helft vermogen

Prognose realisatie uren:	95%
Plateau-uren:	2008 uren
Weekend/feestdagen:	763 uren
Daluren:	2294 uren
<b>Totaal</b>	<b>5065 uren</b>

Fythin adviseurs en accountants BV

**Bijlage 5: Specificatie terugleverschema (volproductie jaar)**

**Draaiurenprogramma**

Alle uren van belichting overdag;  
Alle overige plateau-uren en weekenduren zolang er warmtevraag is.

Gasverbruik WKK afd. 1: 805 m³ per uur, Warmteproductie: 50%

**Indeling uren per dag:**  
 Plateau-uren: 7.00-23.00 16 uur per dag  
 Weekend/feestdagen: 8.00 - 20.00 12 uur per dag  
 Daluren: alle overige uren

**Samenvatting productie WKK**

	totaal	per m²
Plateau-uren:	6.577.800	132
Weekend/feestdagen:	2.827.200	57
Daluren:	6.925.500	139
<b>Totaal</b>	<b>16.330.500</b>	<b>327</b>

Maand	Werk dagen	Weekend dagen
januari	21	10
februari	20	8
maart	22	9
april	20	10
mei	20	11
juni	21	9
juli	23	8
aug	21	10
september	22	8
oktober	22	9
november	21	9
december	22	9
<b>Totaal</b>	<b>255</b>	<b>110</b>

WKK		3000 kWatt			
Werkdagen	Weekenden	Dal	Weekend		
Dal	Plateau	Totaal	Dal	Weekend	Totaal
8,0	16,0	24,0	8,0	16,0	24,0
8,0	16,0	24,0	8,0	16,0	24,0
7,0	11,0	18,0	7,0	11,0	18,0
6,0	7,0	13,0	6,0	7,0	13,0
6,0	4,0	10,0	6,0	4,0	10,0
5,0	5,0	10,0	5,0	5,0	10,0
5,0	3,0	8,0	5,0	3,0	8,0
4,0	4,0	8,0	4,0	4,0	8,0
7,0	5,0	12,0	7,0	5,0	12,0
8,0	8,0	16,0	8,0	8,0	16,0
8,0	14,0	22,0	8,0	14,0	22,0
8,0	16,0	24,0	8,0	16,0	24,0
<b>1700</b>	<b>2308</b>	<b>4008</b>	<b>730</b>	<b>992</b>	<b>1722</b>

Totaal prod. WKK:			WKK uren bruto		
	kWh	%	(zonder rekening gehouden met uren voor uitval/onderhoud):		
Plateau-uren:	6.577.800	40%	Plateau-uren:	2308	uren
Weekend/feesturen:	2.827.200	17%	Weekend/feesturen:	992	uren
Daluren:	6.925.500	42%	Daluren:	2430	uren
<b>Totaal</b>	<b>16.330.500</b>	<b>100%</b>	<b>Totaal</b>	<b>5730</b>	<b>uren</b>

WKK uren netto	
Na uitval/onderhoud van:	
5%	2193 uren
5%	942 uren
5%	2309 uren
<b>5%</b>	<b>5444 uren</b>

Fythin adviseurs en accountants BV

Maand	Werk dagen	Weekend dagen
januari	21	10
februari	20	8
maart	22	9
april	20	10
mei	20	11
juni	21	9
juli	23	8
aug	21	10
september	22	8
oktober	22	9
november	21	9
december	22	9
<b>Totaal</b>	<b>255</b>	<b>110</b>

Warmte behoefte	Warmte WKK 1	Katel Warmte	Warmte overschot
m³ / m²	m³ / m²	m³ / m	m³ / m²
4,1	5,7	0,0	-1,5
4,1	5,1	0,0	-1,0
3,7	4,3	0,0	-0,6
2,8	3,0	0,0	-0,2
2,3	2,4	0,0	-0,1
1,5	2,3	0,0	-0,8
1,5	1,9	0,0	-0,4
1,7	1,9	0,0	-0,2
2,3	2,8	0,0	-0,5
2,8	3,8	0,0	-1,0
4,1	5,0	0,0	-0,9
4,1	5,7	0,0	-1,5
<b>35,0</b>	<b>43,8</b>	<b>0,0</b>	<b>-8,8</b>

**Bijlage 6: Specificatie inkoop, netleverhoeveelheden en prijzen (volproductie jaar)**

Totaal prod. WKK:			Inkoop kWh		Eigen verbruik kWh		WKK netlevering in kWh	
	kWh	%	totaal	per m²	totaal	per m²	totaal per m²	
Plateau-uren:	6.577.800	40%	6.024.900	120	12.602.700	252	0	0
Weekend/feesturen:	2.827.200	17%	2.288.550	46	5.115.750	102	0	0
Daluren:	6.925.500	42%	6.851.400	137	13.776.900	276	0	0
<b>Totaal</b>	<b>16.330.500</b>	<b>100%</b>	<b>15.164.850</b>	<b>303</b>	<b>31.495.350</b>	<b>630</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fythin adviseurs en accountants BV

**Bijlage 7: Begroting gasprijs aanloopjaar**

Jaarhoeveelheid WKK in m<sup>3</sup>: 3.559.392 m<sup>3</sup>/jaar  
 Basisaascapaciteit (8.790 uur): 406 m<sup>3</sup>/uur/jaar  
 Contractcapaciteit (C): 805 m<sup>3</sup>/uur/jaar  
 Bedrijfsijd: 4.420 uur/jaar

**Berekening tarief volgens het Prijsstelsel 2009**

**De gasprijs per m<sup>3</sup>/n;35;17 voor de commodity 2011:** 16,7 euroct/m<sup>3</sup>  
**Het tarief voor de landelijke dienstkosten (transport en capaciteit):** 0,88 euroct/m<sup>3</sup>

Landelijke diensten voor transportkosten: 30 euroct/m<sup>3</sup>  
 (op basis van tarief: 30 euroct/m<sup>3</sup>)

Landelijke diensten voor capaciteitskosten: 1,07 euroct/m<sup>3</sup>  
 (op basis van tarief ad. c 95 euroct/m<sup>3</sup>)  
 Totaal = 1,7 euroct/m<sup>3</sup>

**Het tarief voor de regionale transportkosten 2009** 0,6 euroct/m<sup>3</sup>  
 Nettransportkosten regio: 26,41 eur/contractm<sup>3</sup>/jaar

CO<sub>2</sub> heffing 0 euroct/m<sup>3</sup>

**Samenvatting tariefberekening**

Commodity	In euroct/m <sup>3</sup>
Landelijke dienstkosten	16,7
Regionale dienstkosten	0,6
Heffingen	0,0
Totaal exclusief meetkosten e.d.	19,0

**Bijlage 8: Begroting gasprijs vol productie jaar**

Jaarhoeveelheid WKK in m<sup>3</sup>: 4.382.018 m<sup>3</sup>/jaar  
 Basisaascapaciteit (8.790 uur): 500 m<sup>3</sup>/uur/jaar  
 Contractcapaciteit (C): 805 m<sup>3</sup>/uur/jaar  
 Bedrijfsijd: 5.444 uur/jaar

**Berekening tarief volgens het Prijsstelsel 2009**

**De gasprijs per m<sup>3</sup>/n;35;17 voor de commodity 2012:** 18,8 euroct/m<sup>3</sup>  
**De gasprijs per m<sup>3</sup>/n;35;17 voor de commodity 2013:** 20,4 euroct/m<sup>3</sup>  
**De gasprijs per m<sup>3</sup>/n;35;17 voor de commodity 2014 en later:** 25,0 euroct/m<sup>3</sup>

**Het tarief voor de landelijke dienstkosten (transport en capaciteit):** 0,55 euroct/m<sup>3</sup>

Landelijke diensten voor transportkosten: 30 euroct/m<sup>3</sup>  
 (op basis van tarief: 30 euroct/m<sup>3</sup>)

Landelijke diensten voor capaciteitskosten: 0,66 euroct/m<sup>3</sup>  
 (op basis van tarief ad. c 95 euroct/m<sup>3</sup>)  
 Totaal = 1,2 euroct/m<sup>3</sup>

**Het tarief voor de regionale transportkosten 2009** 0,5 euroct/m<sup>3</sup>  
 Nettransportkosten regio: 26,41 eur/contractm<sup>3</sup>/jaar

**Samenvatting tariefberekening**

Commodity	In euroct/m <sup>3</sup>	2012	2013	2014
WKK gas		18,8	20,4	25,0
Landelijke dienstkosten		1,2	1,2	1,2
Regionale dienstkosten		0,5	0,5	0,5
Heffingen		0,0	0,0	0,0
Totaal exclusief meetkosten e.d.		20,5	22,1	26,7

**Bijlage 8: Begroting elektriciteitsprijs inkoop belichting aanloopjaar**

**Bedrijfspecifieke gegevens en de tarievenindexatie**

Openruimte kas	50.000 m <sup>2</sup>
Berechtigd vermogen per m <sup>2</sup>	60 W/lt
Maximum capaciteit inkoop	3.000 kW/lt
Totaal inkoop exclusief bedrijfsstroom	12.024.150 kWh

**Berekening van het tarief volgens het Prijsstelsel 2009**

**Het tarief voor de commodity (stroom) 2011**

Dal	Tarief in euroct/kWh
Afslachbaar plateau	5,9

Gemiddelde stroomprijs in eurocent / kWh:

Planning	3,89
Dal	68,3%
Afslachbaar plateau	31,7%

**Het tarief voor de capaciteit**

Maximaal contractvermogen kW per jaar	11,07 € /kW/lt
Aantal maanden maximum vermogen	1,41 € /kW/lt
Contractvermogen kW/lt overige periode:	1,41 € /kW/lt
Aantal maanden overige periode	0 maanden

Gemiddelde capaciteitsprijs in eurocent / kWh:

Vermogen	0,70 euroct/kWh
3.000 kW/lt	
12 maanden	
0 kW/lt	
0 maanden	

**Het tarieven voor transport**

0,95 euroct/kWh

**Het tarief voor de energibelasting (2009) en overige diensten**

Heffing voor inkoop elektriciteit	10,850 euroct/kWh
0-10.000 kWh	1,085 euro
10.000 - 50.000 kWh	1,592 euro
50.000 - 10.000.000 kWh	3,980
meer dan 10.000.000 kWh	10,90
	0,050

Systeerdiensten exclusief eigen opwekking  
 Meetnauw/verstrechtingsperiode: aansluittarief

0,12 euroct/kWh	0,117
0,01 euroct/kWh	

**Samenvatting tariefberekening**

Commodity	2011	3,89	euroct/kWh
Capaciteit		0,70	euroct/kWh
Transport		0,95	euroct/kWh
Heffingen en overigen diensten		1,03	euroct/kWh
Totaal exclusief meetkosten e.d.		<b>6,57</b>	euroct/kWh

- 17 -

geen accountantscontrole toegepast

Fyhm adviseurs en accountants BV

**Bijlage 10: Begroting elektriciteitsprijs inkoop belichting vol productie jaar**

**Bedrijfspecifieke gegevens en de tarievenindexatie**

Openruimte kas	50.000 m <sup>2</sup>
Berechtigd vermogen per m <sup>2</sup>	60 W/lt
Maximum capaciteit inkoop	3.000 kW/lt
Totaal inkoop exclusief bedrijfsstroom	15.164.850 kWh

**Berekening van het tarief volgens het Prijsstelsel 2009**

**Het tarief voor de commodity (stroom) 2012**

Dal	Tarief in euroct/kWh
Afslachbaar plateau	6,2

Gemiddelde stroomprijs in eurocent / kWh:

Planning	4,33
Dal	60,3%
Afslachbaar plateau	39,7%

**Het tarief voor de capaciteit**

Maximaal contractvermogen kW per jaar	11,07 € /kW/lt
Aantal maanden maximum vermogen	1,41 € /kW/lt
Contractvermogen kW/lt overige periode:	1,41 € /kW/lt
Aantal maanden overige periode	0 maanden

Gemiddelde capaciteitsprijs in eurocent / kWh:

Vermogen	0,55 euroct/kWh
3.000 kW/lt	
12 maanden	
0 kW/lt	
0 maanden	

**Het tarieven voor transport**

0,95 euroct/kWh

**Het tarief voor de energibelasting (2009) en overige diensten**

Heffing voor inkoop elektriciteit	10,850 euroct/kWh
0-10.000 kWh	1,085 euro
10.000 - 50.000 kWh	1,592 euro
50.000 - 10.000.000 kWh	3,980
meer dan 10.000.000 kWh	10,90
	0,050

Systeerdiensten exclusief eigen opwekking  
 Meetnauw/verstrechtingsperiode: aansluittarief

0,12 euroct/kWh	0,117
0,01 euroct/kWh	

**Samenvatting tariefberekening**

Commodity	2012	2013	2014
Capaciteit	4,33	4,75	4,89
Transport	0,55	0,55	0,55
Heffingen en overigen diensten	0,95	0,95	0,95
	0,84	0,84	0,84
Totaal exclusief meetkosten e.d.	<b>6,68</b>	<b>7,10</b>	<b>7,24</b>

- 18 -

geen accountantscontrole toegepast

Fyhm adviseurs en accountants BV

**Bijlage 11: Afschrijvingen**

Omschrijving investeringen	Bedrag	%afsch.	2011	2012	2013	2014	2015
Totaal	4.900.000	0%	0	0	0	0	0
Grondwerk e.d.	100.000	7%	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Bedrijfsruimte incl. kantoor	950.000	7%	66.500	66.500	66.500	66.500	66.500
VWK ruimte substraatruimte	150.000	7%	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
Kas	1.600.000	7%	112.000	112.000	112.000	112.000	112.000
Scheminalatie	400.000	16%	64.000	64.000	64.000	64.000	64.000
VWK installaties	1.300.000	9%	117.500	117.500	117.500	117.500	117.500
Ketel en CO2 doseerinstallaties	125.000	9%	11.250	11.250	11.250	11.250	11.250
Vaamopslag tank	150.000	9%	13.500	13.500	13.500	13.500	13.500
Vernamingsinstallatie	425.000	7%	29.750	29.750	29.750	29.750	29.750
Diverse verwarming	70.000	13%	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100
Computer	100.000	14%	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Zwavelverandpers	50.000	14%	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Bedrijfsruimte, kelderhuis en alarm	25.000	9%	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250
Elektrische installaties kas	175.000	10%	17.500	17.500	17.500	17.500	17.500
Niet-aansluiting en tratio	450.000	7%	31.500	31.500	31.500	31.500	31.500
Belechting	2.000.000	16%	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000
2x substraatunit	150.000	14%	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000
Druppelaars	150.000	9%	13.500	13.500	13.500	13.500	13.500
Basen	60.000	14%	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400
Dakbeveiligingsinstallatie	50.000	14%	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Ornamenten	35.000	14%	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900
Ornamenteel systeem (incl. waterko)	75.000	14%	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
Sprayrook (X)	50.000	14%	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Bechel leenstelsysteem (incl. waterko)	2.500.000	14%	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000
Konijnencel	600.000	12%	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000
Kennelruimte b.v. mobiliteitscel	400.000	10%	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Schermunit	140.000	25%	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
Pleuroid leenstelsel	700.000	25%	175.000	175.000	175.000	175.000	175.000
Bouwruimte, inders, vergoedinge	150.000	10%	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Bouwruimte, financieringskosten	300.000	10%	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Diversen onroerzden, ca. 5%	670.000	10%	67.000	67.000	67.000	67.000	67.000
Subtotaal	15.000.000		1.528.650	1.528.650	1.528.650	1.528.650	1.528.650
<b>Vernamingsinvesteringen</b>	<b>50.000</b>	<b>20%</b>	<b>10.000</b>	<b>20.000</b>	<b>30.000</b>	<b>40.000</b>	<b>40.000</b>
Subtotaal	0		10.000	20.000	30.000	40.000	40.000
<b>Totaal</b>			<b>1.528.650</b>	<b>1.528.650</b>	<b>1.528.650</b>	<b>1.528.650</b>	<b>1.528.650</b>



**Bijlage 12: Meerjarenoverzicht financiële lasten**

<u>Totaal leningen</u>	<u>%</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>2014</u>	<u>2015</u>
Lease WKK en knip		201.250	201.250	201.250	201.250	201.250
<u>Lening plantmateriaal</u>						
Schuld 1 jan		840.000	840.000	630.000	420.000	210.000
Schuld 31 dec		840.000	630.000	420.000	210.000	0
Aflossing		0	210.000	210.000	210.000	210.000
Rente	5,0%	42.000	37.275	28.775	16.275	5.775
<u>Lening groen</u>						
Schuld 1 jan		5.000.000	5.000.000	4.666.667	4.333.333	4.000.000
Schuld 31 dec		5.000.000	4.666.667	4.333.333	4.000.000	3.666.667
Aflossing		0	333.333	333.333	333.333	333.333
Rente	4,5%	225.000	218.250	203.250	188.250	173.250
<u>Lening bedrijf</u>						
Schuld 1 jan		3.560.000	3.560.000	3.322.667	3.085.333	2.848.000
Schuld 31 dec		3.560.000	3.322.667	3.085.333	2.848.000	2.610.667
Aflossing		0	237.333	237.333	237.333	237.333
Rente	5,5%	195.800	189.926	176.873	163.819	150.786
<u>Lening grond</u>						
Schuld 1 jan		2.450.000	2.450.000	2.450.000	2.450.000	2.450.000
Schuld 31 dec		2.450.000	2.450.000	2.450.000	2.450.000	2.450.000
Aflossing		0	0	0	0	0
Rente	5,5%	134.750	134.750	134.750	134.750	134.750
<u>Rec. courant faciliteit</u>						
% benodigd		500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
		60%	60%	60%	60%	60%
Rente rec. courant	6,5%	19.500	19.500	19.500	19.500	19.500
Totaal rente leningen		798.800	781.451	742.898	704.344	665.791
Totaal rente krediet		19.500	19.500	19.500	19.500	19.500
Totaal te betalen rente		818.300	800.951	762.398	723.844	685.291
Totaal aflossingen		0	780.667	780.667	780.667	780.667
Totaal banklasten (rente + afl.)		818.300	1.581.618	1.543.064	1.504.511	1.465.958
Kasoppervlakte in m <sup>2</sup> totaal		50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
<b>Banklasten per m<sup>2</sup> kas</b>		<b>16,37</b>	<b>31,63</b>	<b>30,86</b>	<b>30,09</b>	<b>29,32</b>

Bijlage 13: Meelijaren financieel overzicht

Omschrijving	2011	2012	2013	2014	2015	gemiddeld
<b>Omzet</b>	6.381.650	7.282.000	7.282.000	7.282.000	7.282.000	7.188.890
Totale omzet	6.381.650	7.282.000	7.282.000	7.282.000	7.282.000	7.188.890
serial sales per m <sup>2</sup>	€ 0,41	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32
gem. prijs	€ 0,41	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32	€ 0,32
<b>Kosten:</b>						
Trekkosten	262.750	302.500	302.500	302.500	302.500	284.890
Energiekosten	1.504.484	1.948.239	2.081.920	2.304.683	2.304.683	2.028.890
Alleenrijkosten	510.220	590.988	590.988	590.988	590.988	574.847
Behaalde arbeidskosten	1.445.750	1.924.250	1.924.250	1.924.250	1.924.250	1.898.890
<b>Bruto-r marge</b>	2.658.438	2.625.013	2.492.332	2.265.559	2.265.559	2.403.194
Value produce-kosten:						
Materiaalverbruik	1.628.650	1.628.650	1.628.650	1.628.650	1.628.650	1.648.890
Mensuurkosten	403.888	431.158	431.158	431.158	431.158	428.629
Overblijfsel en indirecte kosten	728.100	658.205	612.524	279.781	268.751	488.870
<b>Bruto-winst voor rente &amp; belasting</b>	818.300	800.951	762.398	723.844	685.291	786.147
Financiële kosten:						
Behaalde rente leningen	-52.200	-144.746	-248.874	-444.083	-415.530	-269.317
<b>Financieel resultaat (Bruto-winst)</b>	-52.200	-144.746	-248.874	-444.083	-415.530	-269.317
Toevoeging verlies (MAA/VANU)	-500.000	-144.746	-248.874	-444.083	-415.530	-308.847
Aangepast resultaat	-592.200	-738.946	-698.820	-1.430.923	-1.360.433	-1.188.691
Bolshure winst	0	0	0	0	0	0
Belasting, 25%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
Af te dragen belasting	0	0	0	0	0	0
<b>Netto-winst na belasting</b>	-592.200	-144.746	-248.874	-444.083	-415.530	-269.317
<b>Plus Afschrijvingen</b>	1.528.650	1.538.650	1.548.650	1.558.650	1.568.650	1.548.890
Plus Behaalde rente	818.300	800.951	762.398	723.844	685.291	786.147
<b>Bedrijfsopbrengst</b>	2.254.750	2.194.855	2.081.174	1.838.411	1.838.411	2.077.590
<b>Minus: betaalde rente</b>	818.300	800.951	762.398	723.844	685.291	786.147
Minus afschrijvingen	0	780.657	780.657	780.657	780.657	644.833
Minus vereringingsinvestering	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	60.000
<b>Marge (mutatie werkkapitaal)</b>	1.386.450	563.238	468.109	283.900	322.453	664.430
<b>Marge in % omzet</b>	21,7%	7,5%	6,3%	3,9%	4,4%	8,1%
<b>Grootje commodity in € d.t./m<sup>2</sup></b>	€ 18,70	€ 18,80	€ 20,40	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00
Gems. stroomje commodity (gepakt) in eurocent / kWh:	€ 3,89	€ 4,39	€ 4,75	€ 4,89	€ 4,89	€ 4,89