

# 'Drijvend groen'

An aerial architectural rendering of a floating village. The houses are built on wooden stilts over a body of water. A central area features a red brick plaza with several trees and a few cars. A bridge with a metal railing spans across the water in the foreground, with a car and a person walking on it. The surrounding area includes more water with boats and a green field in the background.

Onderzoek naar de haalbaarheid van groen op het water

L&J Adviseurs  
Afstudeerrapport  
juni 2012  
Lennart Blok,  
Joachim Penterman

## Colofon

Opleiding:	Tuin- en Landschapsinrichting, major Realisatie en planuitwerking
Datum:	15-06-2012
Titel:	'Drijvend groen'
Auteurs & vormgevers:	Joachim Penterman en Lennart Blok
Opleidingsinstituut:	Hogeschool Van Hall-Larenstein Larensteinselaan 26a 6882 CT Velp
In Opdracht van:	W. van Briemen
Supervisie:	W. van Briemen F. Rurup
Drukker:	ABT-Repro, Velp
Druk:	Eerste druk
Formaat:	A4

©Copyright NL 2012, Velp, dit werk is auteursrechtelijk beschermd.

Niets uit deze opgave mag worden veelevoudigd en / of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs.

Een ieder, die de aanwijzingen en aanbevelingen in dit rapport opvolgt, doet dit naar eigen inzicht en ervaring en verantwoordelijkheid in het licht van de omstandigheden van het concrete geval. Derhalve zullen de auteurs van dit rapport niet aansprakelijk gesteld kunnen worden voor enigerlei schade geleden door iemand als (in)direct gevolg van, of door het gebruik van, de informatie uit dit rapport.



## Voorwoord

Dit afstudeerrapport hebben wij geschreven ter afronding van de opleiding Tuin- en Landschapsinrichting aan de Hogeschool Van Hall-Larenstein in Velp. In dit rapport worden de mogelijkheden voor het toepassen van drijvend groen onderzocht waarbij er aangesloten wordt op de ontwikkelingen van wonen op het water. Aan het onderzoek is een technische uitwerking gekoppeld om de haalbaarheid in de praktijk te onderzoeken.

Drijvend groen is een onderwerp dat langzaam zijn intrede doet in de "groene wereld". Eén jaar geleden is er op hogeschool Van Hall-Larenstein een symposium gehouden met als thema 'drijvende tuinen'.

Tijdens dit symposium hebben verschillende mensen hun kennis en ontwerpen, als figuur 1.1, over 'drijvende tuinen' gedeeld met de bezoekers. Hierdoor is bij ons de inspiratie ontstaan om een onderzoek te starten naar de toepasbaarheid en haalbaarheid van drijvend groen. Het leek ons een waardevol onderwerp voor de afstudeerfase van Realisatie, Tuin- en Landschapsinrichting.

Al voor de start van de afstudeerperiode, zijn wij al begonnen met schrijven van het plan van aanpak. Wij zijn hier tijdig mee begonnen om zo de afstudeerperiode maximaal te kunnen benutten.

Om ons goed op de praktijk te richten hebben wij met verschillende bedrijven contact gezocht voor ondersteuning en samenwerking tijdens het onderzoek. Dit is helaas niet gelukt, dit kwam voornamelijk door de voorzichtigheid en / of onbekendheid van dit onderwerp. Wel hebben de bedrijven aangegeven belangstelling te hebben in de uitkomsten van het onderzoek.

Ook de interesse van mensen uit onze omgeving is in de loop van het onderzoek snel gegroeid. De personen die op de hoogte waren van het onderzoek naar drijvend groen, waren zeer geïnteresseerd. Dit komt naar ons idee vooral door de onbekendheid en innovatieve idee van het onderwerp. Het is voor ons een grote motivatie geweest om het onderzoek dan ook zo volledig mogelijk uit te voeren.

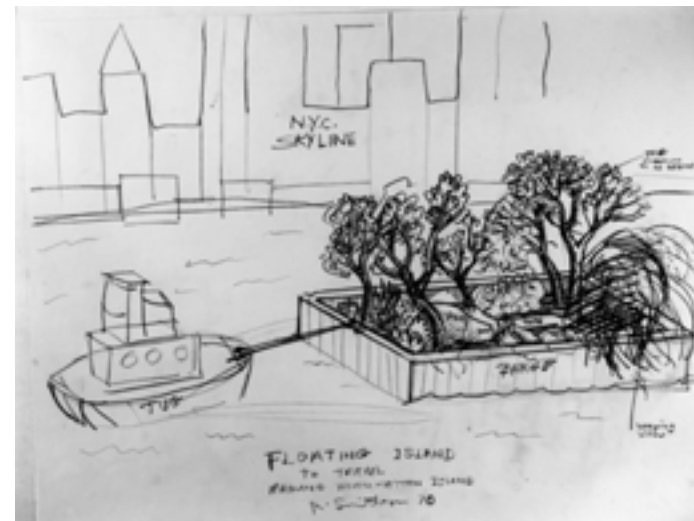
Graag willen wij onze dank betuigen aan de docenten Dhr. Willem van Briemen en Dhr. Freek Rurup voor het advies en begeleiding tijdens het onderzoek.

Daarnaast willen wij van de gelegenheid gebruik maken om de mensen uit onze omgeving te bedanken voor de steun, adviezen en hulp tijdens de afstudeerfase.

De afstudeerperiode is voor ons een uitdagende en leerzame tijd geweest waar wij met veel plezier op terug zullen kijken.

Velp, 15 juni 2012

L&J Adviseurs  
Lennart Blok,  
Joachim Penterman



Figuur: 1.1 ontwerp van kunstenaar Robert Smithson  
Bron: [www.blogs.walkerart.org](http://www.blogs.walkerart.org)

## Samenvatting

### Deel I: Praktijkonderzoek

We hebben te maken met het stijgen van de zeespiegel, zoute kwel en brak water. Dit zijn een aantal belangrijke aspecten waardoor er een grote vraag zal zijn naar wonen op het water, en hierbij zijn we van mening dat groen een belangrijk onderdeel blijft, ook op het water. Met deze reden zijn we een onderzoek gestart naar de mogelijkheden van drijvend groen waarbij de beplanting niet in contact staat met het oppervlakte water. Om niet zomaar iets te gaan bedenken is er als eerst een onderzoek gedaan naar de geschiedenis van het wonen op het water, drijvende wegen en groen. Tegenwoordig wordt er al op meerdere plekken ter wereld op het water gewoond. Binnen Nederland zijn er op enkele plekken op kleine schaal projecten gerealiseerd. Wat echter opvalt dat in geen enkel geval drijvend groen toegepast is.

Groen heeft een aantal belangrijke functies die onder andere bijdragen aan een gezonde leefomgeving. Zoals algemeen bekend is, heeft groen een zuiverende werking op de lucht, gaat het opwarming tegen door het geven van schaduw en zorgt het voor beschutting. Groen zorgt voor een gezonde omgeving, en brengt het ziektepercentage naar beneden.

Drijvend groen is in meerdere mate gevoelig voor weersinvloeden dan groen op het land. Waar drijvend groen vooral gevoelig zal zijn is de combinatie van wind en temperatuur. Met een ongunstige wind en temperaturen zal de beplanting sneller uitdrogen of bevriezen.

Omdat er nog niet een specifiek systeem voor drijvend groen op de markt is, is er in het onderzoek een analyse gedaan van bestaande systemen die gebruikt zouden kunnen worden voor het toepassen van drijvend groen. De systemen die voor ons idee niet geschikt zijn waren de ecologische oplossing voor drijvend groen. Als beste kwamen de systemen van beton, staal, en kunststof naar voren. Systemen van deze materialen zijn er in verschillende modellen, als beste kwamen de bakvorm naar voren.

Aan de hand van het vooronderzoek, de invloeden van het weer, de doelen van groen en bestaande systemen zijn er randvoorwaarden op gesteld. Aan de hand van deze randvoorwaarden is er een keuze gemaakt voor de toe te passen materialen.

Doordat het zwaartepunt van een bak relatief laag ligt zijn deze systemen een stuk stabiel.

In eerste instantie was het de bedoeling om een traditionele bodemopbouw en verhardingsconstructie toe te passen in het drijvende systemen, waar bleek dat de bestaande constructies niet in staat waren te blijven drijven.

Vervolgens is er berekend wat voor aanpassingen er aan de constructies uitgevoerd moesten worden om het systeem geschikt te maken. Hieruit kwam naar voren dat de constructies een diepgang kregen dat deze alleen konden worden toegepast in diepe wateren. Omdat het mogelijk moet zijn het systeem ook toe te passen in minder diepe wateren moest er onderzoek gedaan worden naar het terug brengen van het gewicht. De totale massa van een traditionele opbouw van bodem en verharding was het grootste onderdeel waarop bespaard kon worden. Hierbij hebben is er onderzoek gedaan naar alternatieve vulling van het systeem, door gebruik te maken van gewicht besparende oplossingen voor onder andere substraten en verharding was het mogelijk het gewicht te reduceren dat systemen nu in de richting van de gewenste drijfhoogte kwamen.

Er is uiteindelijk gekozen voor het toepassen van substraat en Watershells in combinatie met verharding. Het gewicht van bomen is ook aanzienlijk groot, in eerste instantie werd er uit gegaan van het toepassen van bomen van de eerste orde, om gewicht te reduceren is er gekozen voor het toepassen van bomen van de tweede orde, dit leverde een grote gewichtsbesparing op. Na opnieuw berekeningen hebben uitgevoerd met een lichtere invulling werd snel duidelijk welke systemen als beste naar voren kwamen. Het stalen ponton kwam hierbij als beste naar voren, het heeft een grote stabiliteit, en is een sterke constructie waarop veel mogelijkheden zijn.



Een beperkende factor voor groen op het water zal de wind zijn. Omdat er op het water geen beschutting is zal de wind vooral invloed hebben op de bomen in het drijvende groen. Indien door de wind de bomen zorgen voor een scheefstand van de bak zou het systeem kunnen gaan zinken. Door het maken van berekeningen voor de scheefstand van het systeem werd duidelijk dat het toepassen van bomen van twaalf meter hoog, niet mogelijk zou zijn omdat de scheefstand zodanig groot wordt dat het systeem zou zinken. Door vervolgens terug te rekenen kwam naar voren dat er alleen bomen kunnen worden toegepast met een hoogte van zes meter.

Het is belangrijk dat het drijvend groen en de constructie goed worden onderhouden. Het is belangrijker dan het groen op het land omdat de groeiplaats van beplanting maar beperkt en is afgesloten van het water of land. Door een juist onderhoud uit te voeren is het mogelijk het drijvende groen in stand te houden.

Het eerste deel van het rapport worden afgesloten met een uitgebreide conclusie over het toe te passen systeem waarin ook wordt gereflecteerd op de gebruikte onderzoeksmethode, de resultaten en de toepasbaarheid voor het werkveld. Uit het onderzoek zijn een aantal onderwerpen naar voren gekomen die verder moeten worden onderzocht om het drijvende groen daadwerkelijk toe te passen.

## **Deel 2, "technisch ontwerp buitenruimte"**

Om inzicht te krijgen in de uitwerking, het toepassen van de systemen en de globale kosten van het systeem is er in het tweede deel van het rapport een technisch plan van eisen opgesteld.

Dit plan is geschreven aan de hand van de in het eerste deel gemaakte conclusies. Er is een vertaling gemaakt van conclusie naar eisen. Met dit plan is er bestek opgesteld met de daarbij behorende tekeningen en bijlagen. Aan de hand van het bestek is er een begroting opgesteld om inzicht te krijgen voor de aanlegkosten van het systeem. Hieruit is naar voren gekomen dat het niet goedkoop is om een dergelijk systeem te realiseren.

Het onderzoek is vooral gericht op de mogelijkheden en haalbaarheid van drijvend groen.

Er zijn nog een aantal onderzoeken nodig om het drijvende groen daadwerkelijk te kunnen realiseren.

# Inhoudsopgave

	Pagina		Pagina
<b>Voorwoord</b>	3	<b>5. Bestaande drijvende systemen</b>	
<b>Samenvatting</b>	4	5.1 Analyse van bestaande drijvende systemen	55
<b>Inleiding</b>	8	5.2 Overzicht systemen en toelichting	68
<b>1. Onderzoeksopzet</b>		5.3 Conclusie	71
1.1 Aanleiding van het onderzoek	12	<b>6. Randvoorwaarden</b>	
1.2 Probleemstelling	12	6.1 Randvoorwaarden door planologie	75
1.3 Doel van het onderzoek	13	6.2 Randvoorwaarden door groen	76
1.4 De onderzoeksvraag	13	6.3 Randvoorwaarden door grijs	80
1.5 Afbakening	16	6.4 Randvoorwaarden door beheer	82
1.6 Leeswijzer	18	6.5 Randvoorwaarden door overige factoren	84
<b>DEEL I</b>		6.6 Overzicht van gewichten per m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	86
<b>2. Vooronderzoek</b>		6.7 Conclusie randvoorwaarden	86
2.1 Geschiedenis van wonen op water	23	<b>7. Technisch ontwerp</b>	
2.2 Huidige tijd	26	7.1 Waarom dit (fictief) ontwerp?	91
2.3 Ontstaan en ontwikkeling van drijvende wegen tot nu	31	7.2 Technische onderbouwing van de invulling	93
2.4 Geschiedenis van drijvend groen	37	7.3 Randvoorwaarden opbouw van de ondergrond	95
2.5 Huidig drijvend groen	38	7.4 Technische onderbouwing van het drijvende systeem	98
<b>3. Doel van groen</b>		7.5 Berekening van de systemen	102
3.1 Groen in de leefomgeving	43	7.6 Constructieve oplossingen	110
3.2 Meubilair	45	7.7 Herinrichting van de bak	115
3.3 Recreatie	45	7.8 Berekeningen lichte bakken en invulling	116
3.4 Conclusie	46	7.9 Eindconclusie en voortgang van de systemen	117
<b>4. Invloed van het weer</b>		<b>8. Berekening van windstabiliteit</b>	
4.1 Invloed van wind	49	8.1 Belasting door de wind	121
4.2 Invloed van licht	50	8.2 Terugrekenen	126
4.3 Invloed van de temperatuur	50		
4.4 Invloed van neerslag	50		
4.5 Conclusie	51		

	<b>Pagina</b>		<b>Pagina</b>
<b>9. Beheer</b>		<b>Algemene stukken</b>	
9.1 Het systeem en omgeving	131	Aanvullend onderzoek	175
9.2 Bodem in de bak	132	Verklarende woordenlijst	178
9.3 Groenbeheer	133	Bronvermelding	179
9.4 Waterbeheer	135	Afbeeldingenlijst	181
9.5 Onderhoud verhardingen	135		
9.6 Overige onderdelen	136	<b>Bijlagen:</b>	187
9.7 Beheerkosten en begroting	137	1 Urbanheat effect (UHE)	
<b>10. Onderzoeksconclusie</b>	143	2 Berekningen 1	
<i>Deel II</i>		3 Berekningen 2	
<b>11. Technische uitwerking</b>	150	4 Berekningen 3	
<b>12. Technisch programma van eisen</b>		5 Verslag van bedrijfsbezoek: Grontmij BV, Houten	
12.1 Functie van het drijvend groen	153	6 Verslag van bedrijfsbezoek: Dura vermeer, Business development BV, Hoofddorp	
12.2 Betrokken partijen	153	7 Bestek	
12.3 Beschikbare basisinformatie	153	7.1 Bestek	
12.4 Voorbereidende werken	154	7.2 Begroting / inschrijfstaat	
12.5 Bouwkundige onderdelen (berekening en materialisatie)	155	7.3 Werkplanning	
12.6 Drainage	157	7.4 Financiële planning	
12.7 Grondwerken	158	7.5 Plantlijst	
12.8 Kabels en leidingen	158	7.6 Productlijst	
12.9 Verharding	159	7.7 Uitvoeringstekening 21026051_001	
12.10 Bepanting	160		
12.11 Globale planning	161		
12.12 Aanbestedingsvorm	162		
12.13 Budgettoets	162		
12.14 Vergunningenplan	162		
12.15 Beheer	164		
<b>13. Bestek</b>			
Toelichting op de begroting	169		



## Inleiding

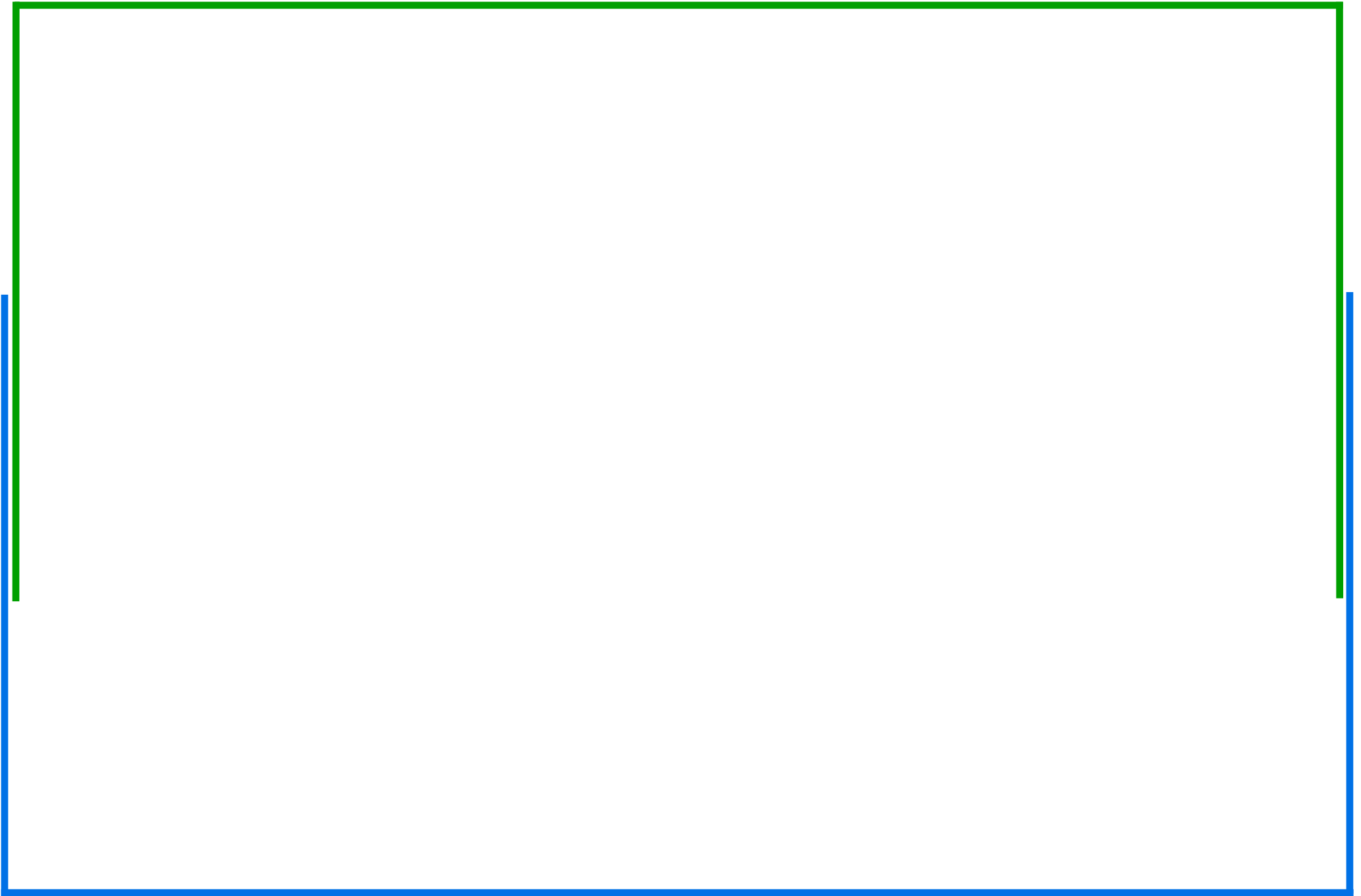
Groen is een belangrijk onderdeel in het dagelijks leven van de mens. In een groene leefomgeving is er bij mensen minder stress te meten en leven de mensen een stuk gezonder. Dit komt doordat groen mensen onbewust aanzet tot meer sociale cohesie en lichaamsbeweging. Ook het omzetten van CO<sub>2</sub> naar O<sub>2</sub> en het filteren van fijnstof uit de lucht levert een verbetering van de kwaliteit van het leven op. Hierdoor zijn er minder opnames nodig om de gezondheid van de mensheid op peil te houden.

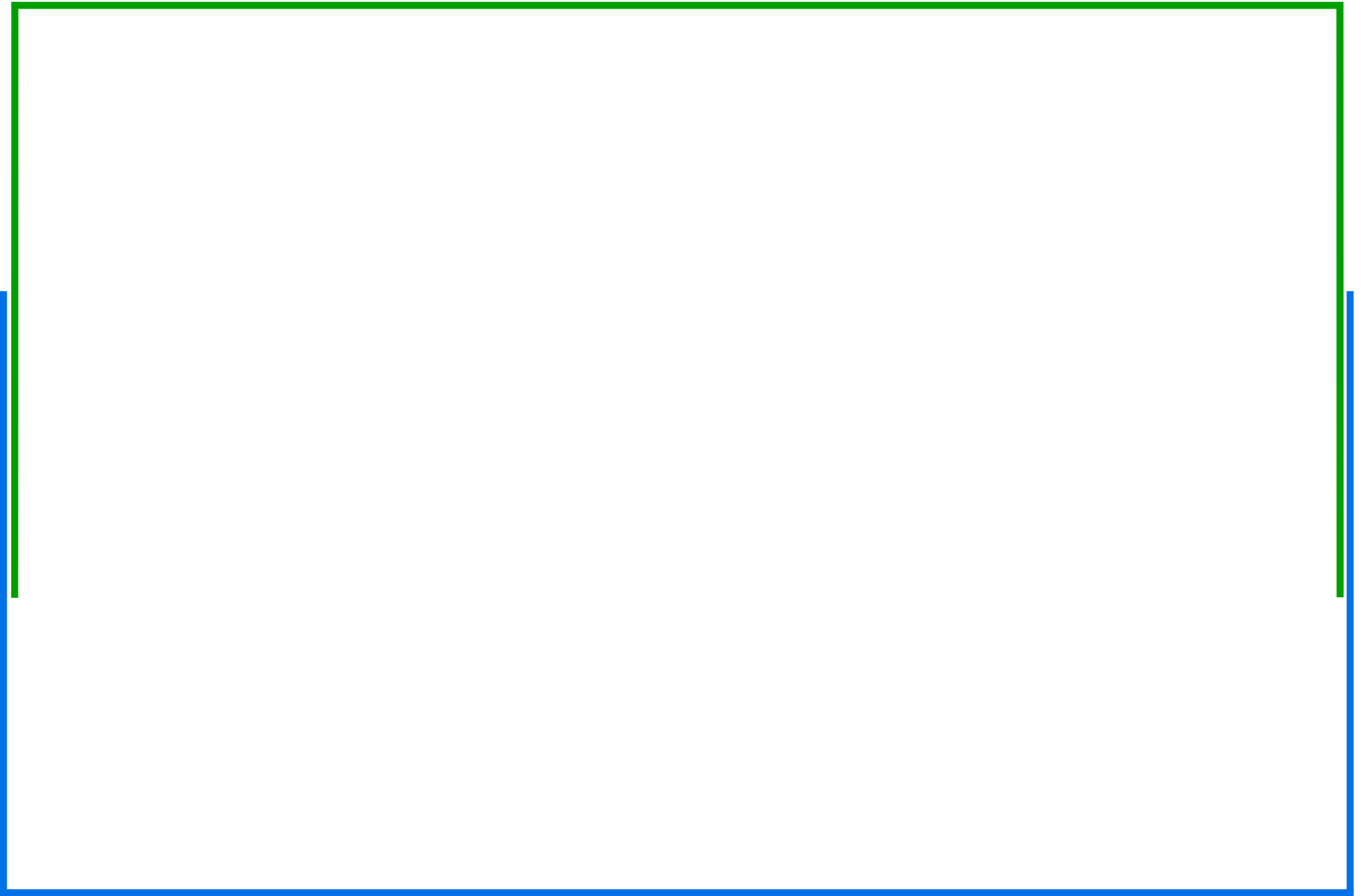
Door aankleding van het (stedelijke) landschap met groen wordt de verrommeling aan het oog onttrokken, tevens vormt groen een buffer om geluidsoverlast te voorkomen. Door een aangename leefomgeving te creëren wordt er meer bereikt dan alleen een schoon en gezond milieu, het verhoogd de waarde van de huizen en de economie wordt hierdoor ook gestimuleerd.

Als er in de toekomst grotere vormen van huizenbouw plaats zal gaan vinden op het water, is het belangrijk dat er nu al onderzoek en experimenten als in figuur 1.2 gedaan wordt naar de mogelijkheden voor openbaar groen op het water.



Figuur: 1.2 experimenten met groen op water  
Bron: [www.photos1.blogspot.com](http://www.photos1.blogspot.com)







An aerial view of a futuristic floating city. The city is built on a grid of brown walkways that cross a body of water. Various structures are scattered across the grid, including rectangular buildings with green roofs and blue accents, and several circular platforms with green roofs. The water is a light blue-grey color, and the overall scene is brightly lit.

# 1. Onderzoeksopzet

In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksopzet toegelicht.

# 1. Onderzoeksopzet

In dit hoofdstuk zal worden toegelicht wat de aanleiding en verwachte (technische)ontwikkelingen zullen zijn voor openbaar groen op het water. Vervolgens wordt de hoofdvraag van dit onderzoek in de probleemstelling uiteengezet en worden de doelstelling en de onderzoeksmethode beschreven.

## 1.1 Aanleiding van het onderzoek

Al meer dan 4000 jaar wonen er mensen op het water. Technisch gezien zijn er verschillende vormen ontwikkeld, van paalwoningen en rieteilanden, tot de hedendaagse drijvende waterwoningen. Door het probleem van ruimtegebrek in onder andere Nederland, wordt er op verschillende manieren gekeken naar meervoudig ruimtegebruik. Een belangrijke optie voor meervoudig ruimtegebruik is het water in Nederland. Het land heeft vele open wateren die geschikt zijn om waterwoningen op te plaatsen als in figuur 1.3. Daar waar hele wijken opgezet kunnen worden zullen in de toekomst huizen met drijvende wegen worden gerealiseerd.

Gezien de waarde van groen in de omgeving van mensen willen wij doormiddel van ons onderzoek kijken naar de mogelijkheden om drijvend openbaar groen toe te passen. Door de toepassing van groen zullen de verschillende waarden van het aanwezige groen een belangrijke rol gaan spelen in de puzzel bij de inrichting van drijvende woonwijken.



Figuur: 1.3 groen kan een welkome aanvulling zijn op de drijvende wijk  
Bron: [www.ecoboot.nl](http://www.ecoboot.nl)

## 1.2 Probleemstelling

Het tekort aan land is nog steeds een terugkerend probleem. De bevolking groeit waardoor er een tekort aan bewoonbaar gebied ontstaat. Dit komt voornamelijk door de klimaatveranderingen waarbij we te maken hebben met een stijgende zeespiegel, vaker extreme neerslag en bodemdaling. Waar men vroeger water omvormde naar polders worden deze polders nu gebruikt als opslagbuffer tijdens perioden van extreme neerslag. Kortom waar we vroeger 'tegen' het water werkten wordt er nu steeds meer geprobeerd 'met' het water te werken. Water wordt nog steeds gezien als een bedreiging, maar er liggen wel kansen voor de toekomst.

Er worden op dit moment veel experimenten gedaan met bouwen op water. Bij het bouwen op water moet dan gedacht worden aan drijvende constructies die kunnen meebewegen op de fluctuatie en deining van de waterspiegel.

Op dit moment zijn er al enkele projecten met drijvende woningen en wegen gerealiseerd. Deze systemen zijn nog in (door) ontwikkeling. Zo zijn er conceptontwerpen voor drijvende wegen met een onderliggende infrastructuur voor drinkwater, elektra, communicatie en afvalwater. Er zijn met dit systeem ook mogelijkheden om extra wegen aan te koppelen. Doormiddel van een universele koppeling zijn ook er huizen aan te sluiten. Hierdoor zal er ook de mogelijkheid zijn om de inrichting van wijken eenvoudig te wijzigen door het plaatsen of verplaatsen van sluisen, wegen en woningen naar verwachting in de toekomst ook het openbaar groen. De nadruk ligt op dit moment voornamelijk op aspecten van wonen, transport en nog niet zo zeer op het groen.

De waterkwaliteit zal in de toekomst veranderen. We zullen steeds meer te maken krijgen met brak in plaats van zoet water, dit komt door de verhoging van de zeespiegel. Stroomt zout water vanaf de kust steeds verder het land in en hierdoor krijgen we ook te maken met zoute kwel.



Brak water is van grote invloed op de huidige natuur. De potentiële natuurlijke vegetatie (PNV) die nu van toepassing is zal over een aantal jaren veranderen en misschien grotendeels verdwijnen. Als het groen verminderd of geheel zal verdwijnen, zal dit negatieve gevolgen hebben onder andere de luchtkwaliteit. Groen zal dus aanwezig moeten blijven in bewoonde gebieden.

Om niet afhankelijk te zijn van de invloed van de veranderende waterkwaliteit, als brak water, is een drijvend groensysteem gewenst dat niet in verbinding staat met het open water. Ook is het mogelijk om het systeem op een willekeurige plek te (ver-)plaatsen, waarbij er minder rekening gehouden hoeft te worden gehouden met groeiplaatsomstandigheden.

### 1.3 Doel van het onderzoek

Doormiddel van dit onderzoek willen wij een systeem ontwikkelen voor drijvende beplanting waarbij het systeem niet onderhevig is aan de invloeden van het water en de waterkwaliteit. In verband met het toepassen van beplanting op brak water al in figuur 1.4 gebeurt. Tevens zijn wij van mening dat het belangrijk is om actueel te blijven bij het ontwikkelen van groen in de drijvende woonwijken.



Figuur: 1.4 drijvende wijken in Azië  
Bron: [www.snaaijer.nl](http://www.snaaijer.nl)

### 1.4 De onderzoeksvraag

De volgende hoofdvraag is bij deze probleemstelling geformuleerd:

**Is het mogelijk een drijvend modulair systeem voor openbaar groen te ontwerpen dat is te koppelen aan drijvende wegen en woningen?**

Om deze hoofdvraag te kunnen onderbouwen zijn er verschillende deelvragen opgesteld.

*-Wat is er op de markt aan modulaire onderdelen wat betreffende drijvende woonwijken?*

In de wereld wordt er hard gewerkt om drijvend wonen verder te ontwikkelen om de omstandigheden te optimaliseren voor de bewoners. Door ruimtegebrek en een groeiende dreiging van het water door onder andere klimaatsverandering, zal er meer vraag zijn naar drijvende woonwijken. Wijken zijn opgebouwd uit verschillende onderdelen die apart bekeken moeten worden.

*-drijvende woningen*

In de Benelux en Duitsland worden steeds meer drijvende woningen gerealiseerd. Met deze oplossing voor duurzaam bouwen is er al veel ontwikkeld. De ontwikkelingen blijven doorlopen om de woningen verder te optimaliseren.



### *-drijvende wegen*

Om drijvende woonwijken uit te kunnen breiden in de richting van het open water, zijn er drijvende wegen noodzakelijk om de huizen bereikbaar te maken voor de bewoners en dienstverlenende bedrijven. Deze wegen als in figuur 1.5, bevinden zich nog in de praktische testfase om de toepassing en haalbaarheid te kunnen beoordelen. Op dit moment geven de onderzoeksresultaten een positieve blik op de toekomst van deze drijvende wegen.



Figuur: 1.5 ontwerp van een drijvende weg  
Bron: [www.sabbah.biz](http://www.sabbah.biz)

### *-drijvend groen*

Door drijvende wegen uit te breiden met openbaar groen, kunnen de drijvende woonwijken functioneel worden aangekleed zoals het drijvende voetbalveld in figuur 1.6. De verschillende functies van het 'droge openbaar groen' zullen onderzocht moeten worden om te kijken wat de mogelijkheden zijn voor een groene aanvulling op het water.

### *-Wat is de invloed van het weer op het systeem?*

Door het weersinvloeden

Door de bewegingen dat elk water heeft, moet er worden gekeken welke obstakels dit zal kunnen opleveren.

Om het systeem rustig in het water te laten drijven, onderzoeken wij of er mogelijkheden ontwikkeld moeten en/of kunnen worden. Aspecten die wij willen gaan onderzoeken zijn onder andere, temperatuur, lichtintensiteit en de invloeden daarvan.

### *-Welke beplantingstypen zijn geschikt om toe te passen?*

Omdat het aan te planten groen voorwaarden stelt aan de ondergrond, onderzoeken wij welke typen van beplanting toepasbaar zijn in het drijvend groen.



Figuur: 1.6 drijvend voetbalveld in Singapore wegens ruimtegebrek in de stad  
Bron: [www.doordebeneden.nl](http://www.doordebeneden.nl)

*-Welke beheervormen zijn er nodig?*

Omdat de groeiplaatsomstandigheden van het te ontwikkelen openbaar groen afwijken van de reguliere, zal onderzocht moeten worden welke beheervormen gewenst en mogelijk zijn, om vervolgens te onderzoeken hoe het beheer moet worden uitgevoerd. Het beheer zou van invloed kunnen zijn op de beplantingskeuze.

*-Wat is de duurzaamheid van het te ontwikkelen product?*

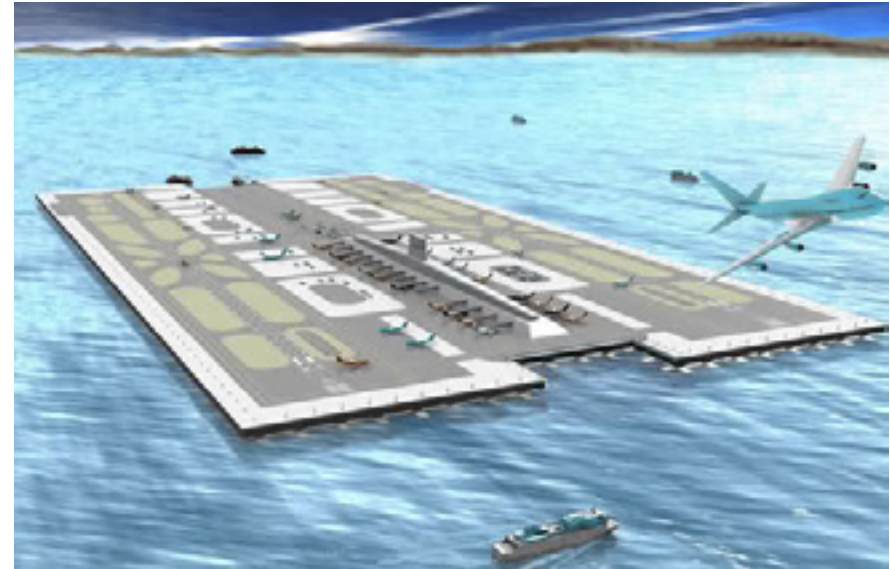
Duurzaamheid is een belangrijk aspect van de te ontwikkelen producten. In ons onderzoek proberen wij de haalbaarheid en duurzaamheid van de toe te passen producten te bepalen.

*-Aan welke technische eisen zal het modulaire groen moeten voldoen?*

Omdat het onderzoek verder gaat dan alleen het bekijken van de beplantingstypen die geschikt zouden kunnen zijn, gaan wij onderzoeken aan welke technische eisen de modulaire systemen moeten voldoen. Wij verwachten onderdelen zoals drijfvermogen, belastingen en weersinvloeden te berekenen, en totaalbeeld te behandelen.

*-Wat zijn de verwachtingen van drijvend groen in de toekomst?*

Omdat het onderwerp drijvend groen zich nog in de experimentele fase bevindt, ligt er waarschijnlijk nog een lange toekomst te wachten. In de toekomst verwachten wij dat er vele systemen en toepassingen zullen worden ontwikkeld. De verwachtingen zullen verder gaan dan alleen ons onderwerp, drijvend ook de mogelijkheden van de drijvende woningen zullen een vervolg kennen waar het samen kan groeien tot een geheel drijvende woonwijk met alle benodigde voorzieningen tot aan vliegvelden toe als in figuur 1.7.



Figuur: 1.7 ontwerp van een drijvend vliegveld, in de realiteit ook al uitgevoerd en getest, en weer afgebroken  
Bron: [www.freshgadgets.nl](http://www.freshgadgets.nl)

### 1.5 Afbakening

Door voorafgaand aan het onderzoek grenzen te stellen blijft het mogelijk om de doelstelling binnen de afstudeerperiode te kunnen afronden. De volgende punten zullen de kaders vormen van ons onderzoek.

*-Wij zullen de Benelux en Duitsland als uitgangspunt nemen, maar ook landen met gelijke klimaatomstandigheden.*

Om het onderzoek niet te breed te maken zullen wij ons beperken met het onderzoeken van systemen binnen Benelux en Duitsland. Mocht er tijdens het onderzoek naar voren komen dat er buiten dit gebied opvallende ontwikkelingen gaande zijn zullen we dit alsnog meenemen in het onderzoek.

*-Klimatologisch gebied is beperkt tot de Benelux en Duitsland.*

We zullen ons richten op de Benelux en Duitsland omdat het daar klimaat grotendeels overeenkomt met het klimaat in Nederland.

*-We zullen het onderzoek richten op een culturele beplanting.*

In ons onderzoek zullen wij ons richten op de culturele beplanting. De PNK is afhankelijk zijn van diverse natuurlijke en ecologische omstandigheden. Deze omstandigheden zullen de modules niet kennen, gezien deze geheel door de menselijke hand vervaardigd zullen gaan worden. Omdat de waterkwaliteit op geen enkele plek hetzelfde is, kiezen we voor een systeem dat losstaat van het water. Mede doordat er aan de inrichting van het culturele systeem geen PNK is te koppelen.

*-Bij de beheervormen zullen we ons voornamelijk richten op het groen, en het technische onderhoud van het systeem.*

Omliggende faciliteiten (woningen, wegen, nuts) laten wij buiten beschouwing om ons te blijven richten op het doel van het onderzoek. Voorzieningen die verwerkt / geplaatst zijn aan en of op het systeem zullen wel door ons worden meegenomen wanneer wij ons richten op het onderhoud.

*-Wij beperken ons op het openbaar toegankelijk groen.*

Om het onderzoek niet te breed te laten worden richten we op ons op het openbaar groen. Als er privé tuinen bij het onderzoek worden betrokken zal dit te gedetailleerd worden.

*-Wij zullen geen onderzoek doen naar in het rapport, drijfgroen uit 2011 van deeltijd studenten, vermelde systemen (gericht op de ecologische waarde).*

In dit rapport wordt onderzoek gedaan naar ecologische / natuurlijke systemen. Deze systemen achten wij niet volledig geschikt voor het idee / product dat wij voor ogen hebben. Omdat deze systemen al onderzocht zijn, zullen wij dit niet herhalen. Wij zullen het wel gebruiken bij toelichtingen op ons onderzoek.

*-Het onderzoek is niet situationeel opgezet.*

Om te voorkomen dat het onderzoek te breed wordt maken we geen onderscheid tussen een meer, stuwmeer, rivier of watergang. Het basisprincipe blijft voor alle situaties gelijk. Oceanen en zeeën worden deels buiten beschouwing gelaten omdat wij vermoeden dat de ontwikkelingen hiervoor nog niet voldoende zijn om dit te realiseren.

*-Systemen voor open water.*

Systemen voor open water houdt in dat het niet gaat om kleine vijvers in bijvoorbeeld tuinen. Het systeem is bedoeld voor grote oppervlakte wateren, die bevaarbaar moeten zijn ten behoeve van het verplaatsen en plaatsen van het systeem en voor aanleg en het onderhoud daarvan.



*-De specialistische berekeningen zullen wij niet uitvoeren.*

De specialistische berekeningen buiten ons onderzoek en / of competenties zullen wij niet uitvoeren, omdat het ons aan de kennis hiervoor ontbreekt. De specialistische berekeningen zullen door een derde moeten worden berekend i.v.m. de juistheid van de uitkomsten.

*-Bronnen.*

Om het onderzoek te realiseren zullen er een aantal middelen worden gebruikt.

We zullen voor de literatuurstudie gebruik maken van boeken en het internet. Wij zullen bedrijven gaan interviewen over hun producten die een relatie hebben met drijvende woningen / wegen en / of groenoplossingen. Tevens willen wij projecten gaan bezoeken die een relatie hebben met het onderzoek.

## 1.6 Leeswijzer:

In het rapport dat voor u ligt worden de haalbaarheid en de mogelijkheden voor drijvend groen onderzocht. In het rapport wordt beschreven wat er nodig zou moeten zijn om drijvend groen te realiseren en toe te passen op het water. Er worden diverse bestaande systemen bekeken en onderzocht op de mogelijkheden. Vervolgens wordt het beste systeem verder uitgewerkt.

Het rapport is in twee delen uitgewerkt, deel 1: Het praktijkonderzoek en deel 2: Het "technisch ontwerp van de buitenruimte". Het onderdeel "constructief ontwerp en uitwerking" is verdeeld over deel 1 en het T.P.V.E in deel 2.

### *Deel 1: Praktijkonderzoek*

In hoofdstuk één is de onderzoeksopzet beschreven. In de onderzoeksopzet wordt de probleemstelling en het doel van het onderzoek uiteengezet. Hieruit is een hoofdvraag opgesteld en diverse deelvragen om uiteindelijk tot een volledige conclusie te kunnen komen.

In hoofdstuk twee is een vooronderzoek gedaan naar de geschiedenis van het wonen op het water, naar drijvende wegen en drijvend groen. Ook is er in dit hoofdstuk onderzocht welke onderdelen tegenwoordig zijn toegepast.

Het gaat in het onderzoek voornamelijk om 'groen'. Daarom is er in hoofdstuk drie een studie gedaan naar de doelen en functies van groen. Hierbij hebben wij ons voornamelijk gericht op openbaar groen.

Het groen is aan weersinvloeden onderhevig. Het is daarom belangrijk om duidelijk te hebben welke invloeden een beperkende factor kunnen zijn voor groen op het water. De punten waarvan wij verwachten dat ze een invloed hebben zijn verwerkt in hoofdstuk vier.

In hoofdstuk vijf is een analyse gedaan naar bestaande drijvende systemen of constructies. In deze analyse hebben wij de voor- en nadelen van de verschillende systemen onderzocht en vervolgens bepaald welke systemen in aanmerking kwamen om drijvend groen op toe te passen.

In hoofdstuk zes zijn er randvoorwaarden opgesteld voor planologie, de bodem, de verharding, en het beheer van alle toe te passen materialen. Aan de hand van deze randvoorwaarden is het mogelijk een technisch ontwerp op te stellen voor het drijvende groen.

Aan de hand van de opgestelde randvoorwaarden is in hoofdstuk zeven een technisch ontwerp gemaakt. In dit hoofdstuk worden een aantal stappen doorlopen en aanpassingen gedaan om een technisch haalbaar systeem voor drijvend groen te ontwerpen. Aan het einde van het hoofdstuk wordt er een conclusie getrokken over de geschikte systemen en wordt er bepaald welk systeem verder uitgewerkt wordt.

In hoofdstuk acht wordt er bekeken wat de invloed van wind is op het in hoofdstuk zeven gekozen systeem. Uit dit hoofdstuk blijkt dat er aanpassingen gedaan moeten worden aan de plantingskeuze om het systeem niet te laten zinken.

In het negende hoofdstuk wordt er ingegaan op het beheer van de drijvende constructie en het hierbij behorende groen.

In hoofdstuk tien zijn de conclusies van het onderzoek opgesteld. Er is bij deze conclusie ook een reflectie over het onderzoek opgenomen. Hierin wordt er ingegaan op de gebruikte

methodiek en de toepasbaarheid voor het werkveld.

*Deel 2, "technisch ontwerp buitenruimte"*

In het elfde hoofdstuk wordt een korte toelichting gegeven op het tweede deel van het rapport "technisch ontwerp van de buitenruimte"

Aan de hand van de in deel één gemaakte conclusies is er in hoofdstuk twaalf een technisch plan van eisen opgesteld. In het technisch plan van eisen wordt aangegeven waaraan het technisch ontwerp moet voldoen.

In hoofdstuk dertien wordt er een korte toelichting gegeven op het bestek, begroting en financiële planning uit bijlage 7.

In het laatste hoofdstuk van dit rapport is er een lijst opgesteld met onderwerpen die nog meer onderzoek nodig hebben voor het drijvende groen daadwerkelijk kan worden toegepast.

*Aanwijzing voor de beoordeling*

Omdat alle onderdelen van het onderzoek in één rapport samengevoegd zijn moet duidelijk worden aangegeven welke hoofdstukken door de betreffende assessoren beoordeeld moeten worden.

In Hoofdstuk 12 komen de eisen naar voren, uit het praktijkonderzoek waar in bepaalde gevallen naar wordt verwezen. Mochten er onduidelijke punten kunnen deze worden terug gevonden in het praktijkonderzoek.

Onderdelen voor beoordeling praktijkonderzoek:

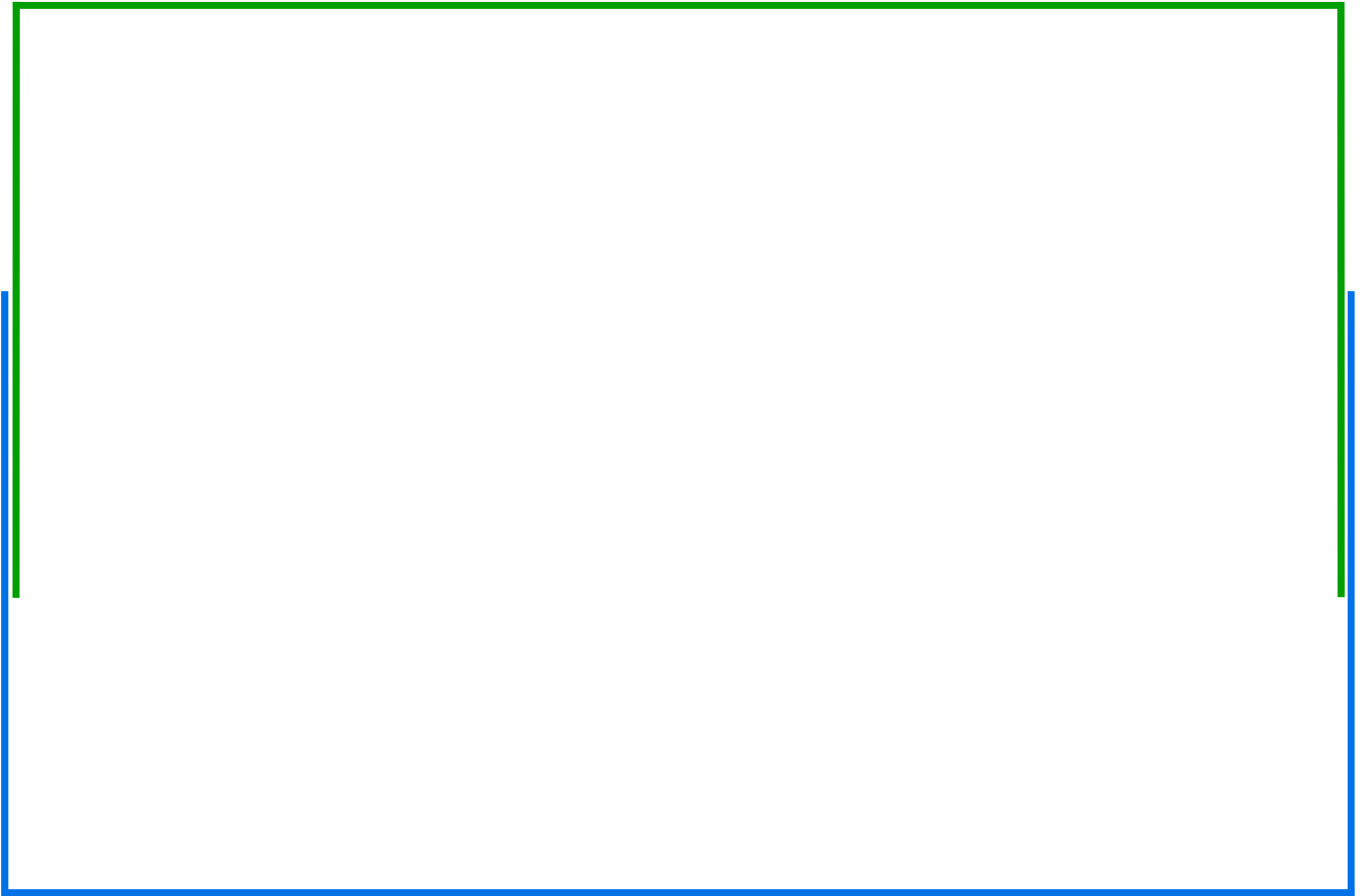
1. Onderzoeksopzet
2. Vooronderzoek
3. Doel van groen
4. Invloed van het weer
5. Analyse bestaande drijvende systemen
6. Randvoorwaarden
7. Technisch ontwerp
8. Windberekening
9. Beheer
10. Conclusie
14. Extra onderzoek

Onderdelen voor beoordeling constructief ontwerp en uitwerking:

6. Randvoorwaarden
7. Technisch ontwerp
8. Windberekening
9. Beheer
10. Conclusie

Technisch ontwerp buitenruimte:

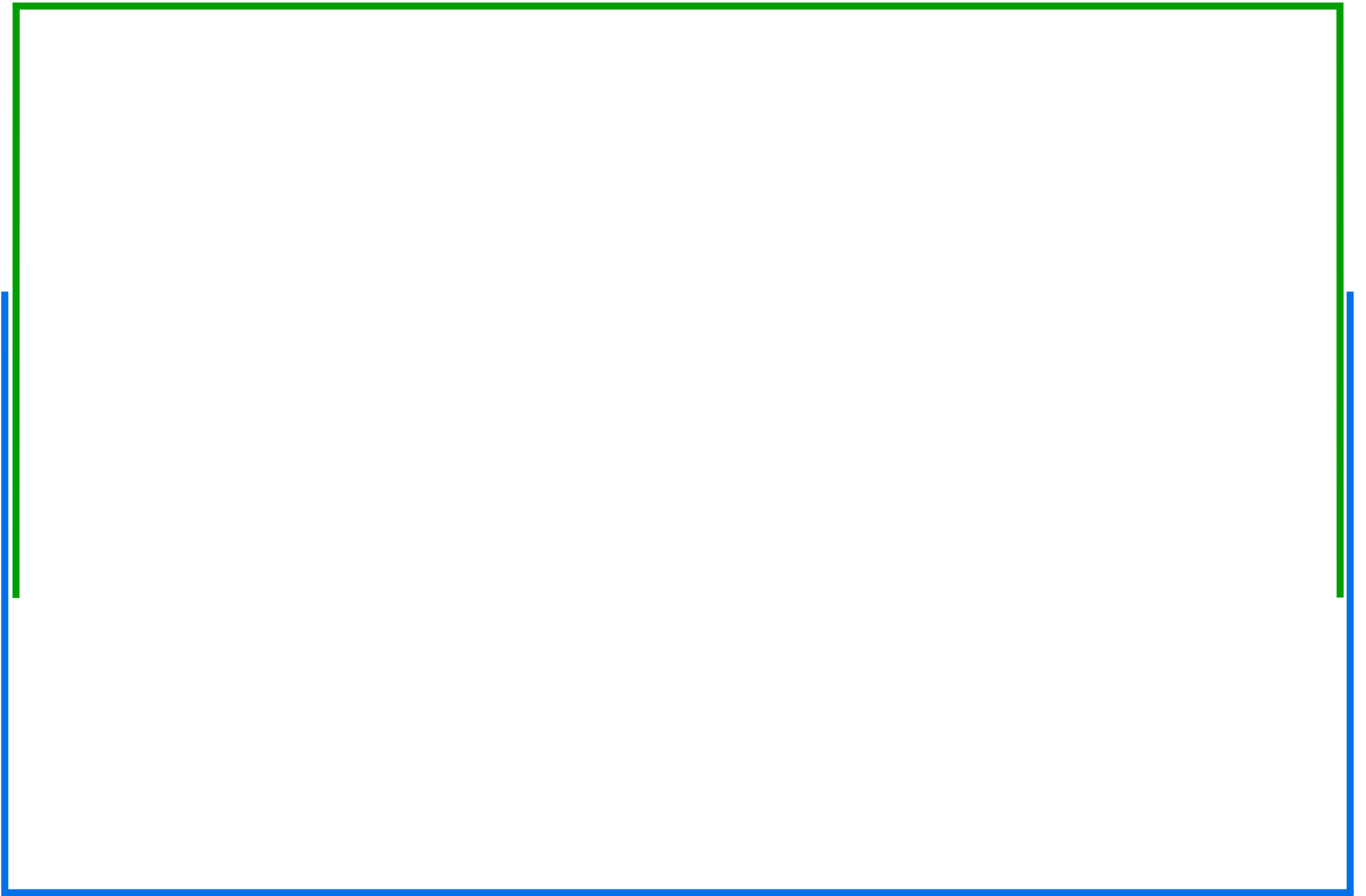
11. Inleiding deel 2
12. T.P.V.E
13. Bestek





## 2. Vooronderzoek

In dit hoofdstuk worden de ontwikkelingen van drijvende woningen, wegen en drijvend groen onderzocht.



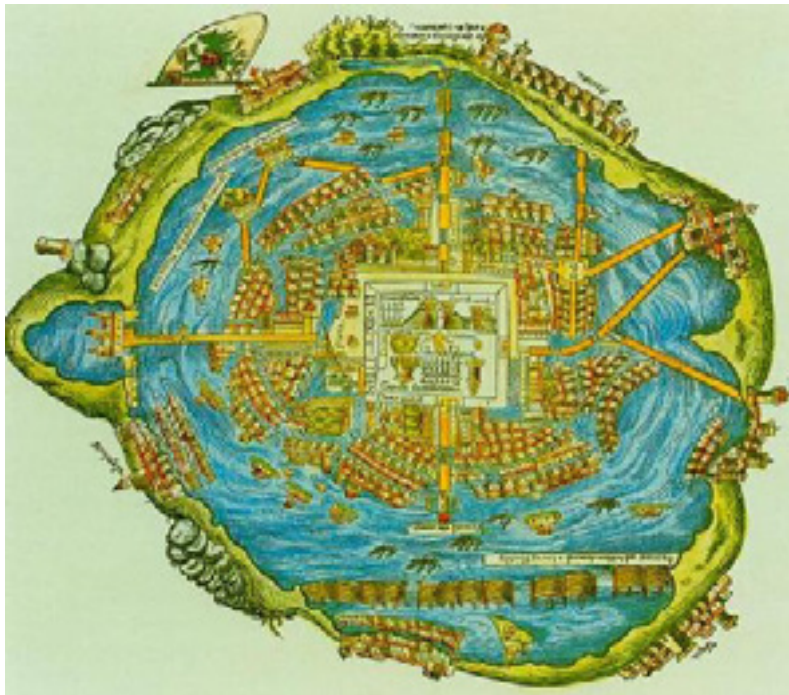


## 2. Vooronderzoek

### 2.1 Geschiedenis van wonen op water

In dit hoofdstuk worden de verschillende woonvormen op het water en hun de geschiedenis kort toegelicht. In tegenstelling tot de paragraaf 2.2 drijvende wegen zijn de woonvormen niet beschreven aan de hand van een tijdslijn omdat de ontwikkelingen niet als zodanig zijn beschreven.

Er zijn diverse manieren waarop men kan wonen op het water. Bij wonen op water wordt er al snel gedacht aan een boot of woonark. Er zijn echter nog veel meer woonvormen mogelijk. Van de oudste woonvormen op water zijn restanten van paalwoningen in de moeraslanden rond Ljubljana in Slovenia gevonden. Deze paalwoningen dateren uit ca. 2000 voor Christus. Oude schilderijen als afbeeldingen 2.1 en 2.2, laten zien dat drijvende wijken met drijvend groen in geschiedenis al bestonden



Figuur: 2.1 oude kaart van de drijvende tuinen in Tenochtitlan uit 1519  
Bron: [www.learninglatinamerica.wikispaces.com](http://www.learninglatinamerica.wikispaces.com)

### Paalwoningen

Een paalwoning is een woning op palen op het vasteland, aan water, meren of zeeën, in stilstaand of stromend water, of in moerassen. Ze dienen op het vasteland ter bescherming tegen hoog water, roofdieren of tegen schadelijke uitwasemingen van de bodem. Paalwoningen in meren en dergelijke staan vaak in de ondiepe gedeeltes van het water.

Ook al in de bronstijd (ca. 3000 tot 800 voor Christus) bouwden mensen huizen op palen. Opgravingen in Oostenrijk en Zwitserland tonen het bestaan van paalwoningen uit die tijd aan. Ook zijn er in Scandinavië restanten van paalwoningen gevonden bij opgravingen.



Figuur: 2.2 getekende vogelvlucht uit 1887 van de drijvende tuinen van Kashmir, India  
Bron: <http://www.columbia.edu>

### *Inle-meer, Myanmar, Burma*

Op het Inle-meer in Burma zijn nog op palen gebouwde dorpen te vinden met drijvende markten en tuinen. Het grootste deel van deze gebouwen zijn gebouwd op palen die zijn verankerd in de bodem van het meer. De woningen zijn onderling verbonden door steigers en bruggen van bamboe. Er wordt door de inwoners veel gebruik gemaakt van boten en of kano's. Dit is een van de weinige plekken ter wereld waar nog op grote schaal zo gewoond en gewerkt wordt. Het dorp is al eeuwen oud en bestaat nog steeds, dit zou een goed voorbeeld voor de toekomst kunnen zijn.

### **Drijvende eilanden en woningen**

Om verwarring te voorkomen over het begrip "drijvende eilanden" moet eerst de definitie van drijven worden beschreven. Vaak wordt het begrip drijvend verkeerd opgevat en worden er verkeerde conclusies getrokken. Een paalwoning of een kunstmatig eiland wil snel de noemer krijgen van een drijvende woning of eiland. De definitie van drijvend zoals vermeld in Van Dale Groot woordenboek van de Nederlandse taal:

' drij•ven dreef, h, i gedreven 1 voor zich uit jagen 2 als beroep uitoefenen: handel ~ 3 zich zwevend aan de oppervlakte van vloeistof bewegen 4 zich zwevend in de lucht voortbewegen 5 kletsnat zijn'  
(<http://www.vandale.nl/opzoeken?pattern=drijven&lang=nn>)

### *Het Titicacameer in Bolivia*

Het Titicacameer is het grootste meer van Zuid-Amerika, met een oppervlakte van 8340 km<sup>2</sup>. Het ligt in de Andes tussen Peru en Bolivia op 3812 meter boven de zeespiegel en is het hoogste commercieel bevaarbare meer ter wereld. De diepte is gemiddeld 140-180 meter, maximaal 280 meter. Over de jaren heen is gebleken dat het niveau van het meer sterk kan variëren. In 1986 was het niveau zo hoog dat veel overstromingen optraden. In drogere perioden staat het water soms wel zes meter lager. Op het Titicacameer vindt men de rieteilanden van de Uros-

indianen. Deze eilanden zijn gemaakt van riet (totorariet) dat langs de oevers van het Titicacameer groeit. Circa 40 eilanden worden tegenwoordig nog bewoond. Het ontstaan van deze eilanden gaat terug naar de periode van de Inca's. De Inca's is een indianenvolk dat leefde (tussen ongeveer 1438 en 1532) in het westelijk deel van Zuid-Amerika, de Andes, van Peru en Bolivia. De Inca's waren hun rijk zodanig aan het vergroten dat de Uros-indianen een toevluchtsoord nodig hadden om te leven en hierdoor begonnen zij zich te vestigen op de kunstmatige rieteilanden.

De bewoners maken van alles van riet: huizen, huisraad, boten enzovoort, zie figuur 2.3. Als de waterstand hoog is beginnen deze eilanden te drijven. Omdat het riet aan de onderkant vergaat, wordt er telkens een nieuwe laag toegevoegd zodat het eiland behouden blijft.



Figuur: 2.3 rieteilanden op het Titicacameer in Bolivia  
Bron:<http://www.myperubolivatours.com>



Figuur: 2.4 een druk bevaren straat op de Amazone  
Bron: [www.dawnontheamazon.com](http://www.dawnontheamazon.com)



Figuur: 2.5 een drijvende stal,  
onderdeel van een drijvende  
markt op de Amazone  
Bron: [www.comeflywithme-laurent.blogspot.com](http://www.comeflywithme-laurent.blogspot.com)

### *Belen, Peru*

Langs de Amazone in het dorp / regio Belen (Peru) is een groot gebied te vinden waar de woningen in het water staan. Een deel van het dorp staat op palen, maar een groot deel bestaat uit drijvende gebouwen. Zo zijn er kleine drijvende "hutjes" tot woningen van twee verdiepingen, zie figuur 2.4. De verscheidenheid is dus erg groot binnen deze woonomgeving. De woningen zijn veelal onderling verbonden door middel van houten loopplanken en of bruggen. Het transport en de handel, voor onder ander voor vee als te zien is in figuur en 2.5, gebeurt veelal op het water.

De constructie van de gebouwen is zeer divers, in dit onderzoek wordt er aangenomen dat de constructie bestaat uit een houten frame. Het is dus ook niet duidelijk hoe het drijvende vermogen wordt gegeven aan de drijvende gebouwen.

De drijvende woningen zijn een goed voorbeeld voor de "moderne" variant. Nu zijn de huizen naar de westerse maatstaven onvoldoende ontwikkeld, maar de basis laat zien wat de mogelijkheden zijn. Het is een groot dorp, waarin van alles gebeurt. Als het op een redelijk eenvoudige manier mogelijk is dan zou dit ook mogelijk moeten zijn in het Westen waar er veel meer middelen voor handen zijn. Op dit moment zien veel instanties nog te veel gevaren en onzekerheden om op grote schaal drijvende woningen en woonwijken toe te passen, het zijn vooral kleinschalige projecten die worden uitgevoerd.

### **Conclusie:**

Het drijvende rietiland is dus een bewezen principe. Alleen is dit wel erg primitief voor de huidige maatschappij. Wel is dit te zien als de voorloper van de drijvende woning zoals we die vandaag de dag kennen. De drijvende gebouwen in Belen zijn een goed voorbeeld om te laten zien hoe een drijvende woonwijk zich kan ontwikkelen waarbij de kwaliteit van de gebouwen buiten beschouwing wordt gelaten. Het zou in de Westerse wereld mogelijk kunnen zijn om een grote drijvende woonwijk te realiseren omdat hier meer middelen, materialen en geld voor handen is. Door de huidige economische crisis in Europa, zijn er tijdelijk minder financiële middelen beschikbaar.



## 2.2 Huidige tijd

In Nederland wordt er nog steeds op het water gewoond. Het aantal woningen op het water zal naar verwachting gaan stijgen de komende jaren. In deze paragraaf zullen de woonvormen op water kort worden beschreven. De woonvormen op het water die tegenwoordig binnen Nederland nog voorkomen zijn; wonen op een schip, op woonark / boot, in een drijvend huis.

Bij het wonen op een schip zal niet worden ingegaan op de verschillende typen boten, omdat de mogelijkheden eindeloos zijn. De drijvende constructies zullen behandeld worden in hoofdstuk vijf.



Figuur: 2.6 woonarken worden nog steeds gerealiseerd  
Bron: [www.durner-architects.com](http://www.durner-architects.com)

## Wonen op schip

Het wonen op een schip komt deels voort uit de beroepsvaart. Doordat de reizen weken al dan niet maanden in beslag nemen is men genoodzaakt om ook op het schip te wonen. Vaak zijn het generaties die elkaar opvolgen in het beroep. Zodoende wonen deze generaties vaak hun hele leven op een boot. Een ander deel komt voort uit de recreatieve kant, dit zijn vaak mensen die hun huis verkopen voor een boot, om vervolgens van de rust op het water te gaan genieten. Deze schepen zijn nog in staat om zich zelfstandig te kunnen verplaatsen en hebben nog steeds het uiterlijk van een schip. Er zijn een heel aantal regels voor het wonen op een schip. Zo is het niet overal mogelijk om permanent te wonen op een schip en is dit dus een aandachtspunt, bij het verhuizen naar een schip.

## Wonen op een woonboot

Het begrip woonboot wordt vaak gebruikt om een drijvende woning te beschrijven. Alleen is hier wel onderscheid te maken in de verschillende typen. Het begrip woonschip is in de vorige alinea al beschreven.

Een woonark, zie figuur 2.6, wordt over het algemeen gezien als een platte rechthoekige bak van staal of beton waarop een rechthoekige woning is gebouwd.

Een woonschark wordt vaak gebruikt als voor een kruising tussen een schip en een ark, de romp van een schip wordt gebruikt als bak voor een ark. De laadruimte wordt dan omgebouwd tot woonruimte. De twee genoemde vormen komen veelvuldig voor in de grachten van Amsterdam in veel verschillende soorten en maten.

## Waterwoning

De waterwoning is de moderne uitvoering van de conventionele woonboten. De waterwoning wordt over het algemeen gezien als een geheel nieuwe vorm van wonen op het water. Er wordt vaak neergekeken op het wonen op een conventionele woonboot, ark, schark of woonschip.

In ons onderzoek is het begrip waterwoning vertaald naar drijvende woning. Dit is gedaan omdat met waterwoning ook vaak wordt gedacht aan een woning aan het water.

De drijvende-woning.

Binnen Nederland zijn er maar een aantal projecten waar drijvende woningen in grote aantallen zijn of worden gerealiseerd. De verwachting is dat het aantal drijvende woningen in de toekomst zal toenemen en dat er uiteindelijk drijvende woonwijken zullen ontstaan. Deze kunnen dan in de verdere toekomst worden ontwikkeld naar drijvende dorpen en of steden. Het stadje Belen in Peru geeft aan dat het zelfs met geringe middelen mogelijk kan zijn. Schetsen en ideeën van architecten laten wel zien wat voor beeld zij van de toekomst hebben.

Zo zijn er ideeën van een drijvend woonwijk, tot stad, tot een drijvend zelfvoorzienend eiland voor wonen / werken / recreëren op volle zee. Dit laatste is op dit moment nog lang niet haalbaar, maar het zou wel een toekomst beeld kunnen worden. De drijvende woonwijk, dorp of stad is daarin tegen wel een reëel toekomst beeld. Er zijn in Nederland een aantal projecten uitgevoerd die als voorbeeld kunnen dienen voor de toekomst op het water.

In het rapport “Wonen op het water: Succes en Faalfactoren van Dries Schuwer” zijn een aantal van deze projecten beschreven met daarin de gang van zaken tijdens de voorbereiding en realisatie, met daarin de positieve en negatieve punten. Een aantal van deze projecten zullen in dit onderzoek kort beschreven worden. Als extra aanvulling zal er ook een paragraaf worden gewijd aan het steigereiland, zie figuur 2.7 bij IJburg in Amsterdam.



Figuur: 2.7 vogelvlucht van het Steigereiland in IJburg, Amsterdam  
Bron: [www.aerophotostock.com](http://www.aerophotostock.com)

### *Marina Oolderhuske te Roermond*

Dit is een van de eerste grote projecten binnen Nederland waar drijvende woningen zijn toegepast. Het project is na ruim 10 jaar nog steeds het grootste project in omvang. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat sinds de inwerkingstelling van de beleidslijn 'Ruimte voor de Rivier' in 1997 het beleid ten aanzien van bouwen in het rivierbed strikter is geworden. Hierdoor zijn er niet meer van dit soort projecten gerealiseerd. Het is een goed voorbeeld voor het wonen op het water.

De woningen zijn gevestigd op een resort. Het resort 'Marina Oolderhuske' is gelegen op een schiereiland in de Zuidplas bij Roermond ten noorden van de Maas. Het gebied is ongeveer 20 ha. groot. Op het resort zijn totaal 174 recreatie woningen gerealiseerd waarvan 80 drijvende woningen. Het gebied waar het resort is gesitueerd heeft een recreatieve bestemming waardoor permanente bewoning niet is toegestaan.

Het projectplan dateert uit 1988. Sinds 1990 is het eigendom van de gemeente Roermond. Het bestemmingsplan is op 10 mei 1990 goedgekeurd, de realisatie van de woningen heeft plaatsgevonden tussen 1993 en 1997. Er zijn 80 drijvende woningen gerealiseerd in het project, op de modelwoning na zijn alle woningen ter plekke gebouwd. De woningen zijn gebouwd op een drijvende bak van ca. 12 x 5 meter. De huizen van de figuren 2.8 en 2.9, wegen ca. 90 ton en zijn door middel van beugels aan de meerpalen verbonden. De koppelingen met de nutsvoorzieningen worden door een flexibele slang gerealiseerd. De woningen kunnen een peilfluctuatie van 4.75 meter boven de normale waterstand opvangen. Boven deze stand zullen de woningen wegdrijven omdat de meerpalen niet langer zijn. Bij hoogwater, als het terrein overstroomt zijn de woningen alleen

nog met een boot te bereiken.

Een nadeel van een overstroming is dat het terrein vol ligt met verontreinigd slib. De bewoners moeten hun eigen terrein opschonen, de eigenaar van het resort is verantwoordelijk voor de rest. Tevens moet het slib ook onder de woningen worden weggezogen om ervoor te zorgen dat de woningen blijven drijven. In het project is niet of nauwelijks naar de duurzaamheid gekeken, dit is ook gebleken uit metingen van de waterkwaliteit, er zijn zware metalen teruggevonden.



Figuur: 2.8 resort Marina Oolderhuske, Roermond  
Bron: [www.cache3.c.bigcache.googleapis.com](http://www.cache3.c.bigcache.googleapis.com)



Figuur: 2.9 twee drijvende huizen, riant wonen op het water  
Bron: [www.cache3.c.bigcache.googleapis.com](http://www.cache3.c.bigcache.googleapis.com)



### *De Gouden Ham, Maasbommel*

Een drijvende wijk is te vinden in Maasbommel in recreatiegebied de 'Gouden Ham'. 'De Gouden Ham' is in de jaren 70 als zandwinningsgebied ontwikkeld. Ten noorden van de Maas ligt het uitstroomgebied de 'Gouden Ham'. Dit gebied staat in verbinding met de Maas. Bij een hoge waterstand wordt het gebied gebruikt als buffer. Het project is na de drijvende woningen, zie figuur 2.10, in Roermond een van de grotere projecten waarbij dit concept wordt toegepast.



Figuur: 2.10 drijvende woningen in Maasbommel  
Bron: [www.clinq.eu/imgsmaasbommel01\\_600](http://www.clinq.eu/imgsmaasbommel01_600)

Er zijn 46 drijvende woningen gerealiseerd in buitendijks gebied, zie figuur 2.11. Een deel van de 46 drijvende woningen heeft een recreatieve functie waardoor permanente bewoning niet toegestaan is, bij het andere deel van de woningen is dit wel toegestaan.

Het idee van de drijvende woningen komt van de eigenaar van de voormalige camping met stacaravans. Omdat de stacaravans regelmatig onder water stonden werd het idee van een drijvende stacaravan gelanceerd. De drijvende stacaravan is uiteindelijk uitgegroeid tot een drijvende woning. Door een maas in het bestemmingsplan konden deze woningen worden gerealiseerd.

Er is in het project gekozen voor 32 semi-drijvende of amfibische woningen en 14 drijvende woningen omdat dit de meest voor de hand liggende technieken waren. Door de hoge bouwkosten van paalfunderingen is er niet voor deze techniek gekozen. De woningen zijn verankerd aan flexibele meerpalen. De waterwoningen zijn in staat een verschil van 5,50 meter in waterpeil op te opvangen. Dit bereik is te vergroten door de meerpalen te verlengen. De woningen zijn doormiddel van een vlonder verbonden met het vaste land.

Bij de ontwikkeling van deze drijvende wijk is er wel rekening gehouden met de duurzaamheid. Zo zijn er geen zware metalen toegepast en voldoen de waterwoningen aan de lozingsvergunning. De kwaliteit van het water wordt door het Waterschap Rivierenland bewaakt. Vanwege de beperkte doorstroming in het gebied kan de aanwezigheid van blauwalg problemen veroorzaken. Er is op dit moment nog geen oplossing voor dit probleem gevonden.



Figuur: 2.11 vogelvlucht van de drijvende woningen in Maasbommel  
Bron: [http://www.clinq.eu/imgsmaasbommel01\\_600](http://www.clinq.eu/imgsmaasbommel01_600)

### *Steigereiland IJburg Amsterdam*

Het Steigereiland is het experimentele eiland van IJburg. Kenmerkend zijn de verschillende vormen van wonen op het water. In de Nota van Uitgangspunten (1996) is het Steigereiland omschreven als de kraamkamer van IJburg. Drijvend wonen vormt in dit plan een belangrijk onderdeel van het woonprogramma. Reden daarvoor was de slappere ondergrond en daardoor langere zettingstijden voor het nieuw te maken land dan elders in IJburg het geval was. Grote, geplande locaties voor drijvend wonen waren nieuw voor Amsterdam. Er waren verschillende onderzoeken nodig om drijvend wonen op deze manier te realiseren. De ruimtelijke structuur van het eiland, zoals gepland in het stedenbouwkundig programma van eisen (SPvE), gaf ruimte aan de grote locaties voor drijvend wonen.

### **Toekomstige plannen**

Op dit moment blijven de ontwerpen vooral nog ideeën en ontwerpen, tot realisatie komt het zelden. Uit het onderzoek zijn een aantal redenen naar voren gekomen die hieraan ten grondslag liggen.

Een van de redenen is vermoedelijk dat er op dit moment nog geen tekort aan bewoonbaar gebied is. Hoelang dit nog zal duren is niet helemaal zeker, maar zullen er voor 2030 wel maatregelen getroffen moeten worden. Het is belangrijk vroeg te beginnen met de ontwikkelingen van een woonwijk op het water die voldoet aan de westerse leefomstandigheden.

Een tweede reden is dat bedrijven en instanties de toekomst van de beoogde projecten te onzeker vinden en hierin niet durven te investeren. Tevens is het onduidelijk welke wetten en regels van toepassing zijn op drijvende woningen. Zoals tijdens het onderzoek naar voren is gekomen is de eerste stap om ontwikkeling van drijvende woonwijken te stimuleren het helder en duidelijk maken van de wet en regelgeving en de financiële aspecten. Pas dan zullen bedrijven en instanties over gaan tot uitvoering.

In Canada en Noord-Amerika zijn al meer grotere projecten gerealiseerd met drijvende woningen en kleine drijvende buurten. De realisatie van deze projecten gaat sneller omdat de wet en regelgeving minder ingewikkeld is dan in Nederland. De projecten die in Nederland zijn uitgevoerd, hebben nagenoeg allemaal te maken gehad met organisatorische problemen op het gebied van de wet- en regelgeving en financiële onzekerheden.

Een derde reden is de samenwerking tussen de verschillende partijen. Als dit op een gedegen manier gebeurd is er vaak veel meer mogelijk en wordt een project mooier dan in eerste instantie werd gedacht. Uit onderzoek komt naar voren dat een project valt of staat met een goede samenwerking tussen de betrokken partijen. Een initiatief nemer met veel interesse en bestuurlijke macht is vaak een positief punt, hierdoor blijft een project onder de aandacht en blijft de drive om een mooi plan te realiseren behouden.



### 2.3 Ontstaan en ontwikkeling van drijvende wegen tot nu

Al in de steentijd, 11.000 voor Christus, werd er gezocht naar mogelijkheden om water te kunnen oversteken, doormiddel van stenen die boven het water uitstaken, omgevallen bomen die een oversteek mogelijk maakten of door het slingeren via lianen. Het oversteken van water werd voornamelijk gedaan om het verzamelgebied voor voedsel te vergroten. Omdat het bij rivieren en kloven niet altijd mogelijk was de overkant te halen, zijn er verschillende volkeren geweest die doormiddel van touwen en hangbruggen zijn gaan bouwen.

In gebieden met rustig stromend water zijn de bewoners de bruggen gaan bouwen door op stapels stenen boomstammen te leggen zodat er een vaste oversteekplaats ontstond. Dit werd voornamelijk gedaan op plaatsen waar het water te breed was om met één boomstam de oversteek te kunnen maken.

In de tijd van de Romeinen en de Grieken, rond 2500 voor Christus, zijn de houten bruggen verder ontwikkeld tot constructies die er tegen bestand waren om zware lasten te dragen en om grote overspanningen mogelijk te maken, zie figuur 2.13. Hier zijn toen de eerste drijvende bruggen ontstaan. De Grieken knoopten verschillende boten aan elkaar en maakten vervolgens op de schepen één vast dek om het overklimmen van boeg tot boeg eenvoudiger te maken.

In diezelfde periode werd de boogconstructie ontwikkeld door Romeinse wiskundigen en architecten. Dit maakte het mogelijk om de eerste stenen bruggen te bouwen met behulp van cement, een materiaal dat tevens is ontdekt in deze tijd. Enkele van deze bruggen zijn nog steeds terug te zien in de landschappen van het voormalige Romeinse Rijk. Na de ineenstorting van het Romeinse Rijk is er veel kennis verloren geraakt en zijn de mensen teruggevallen op de oude technologieën van de houten bruggen.

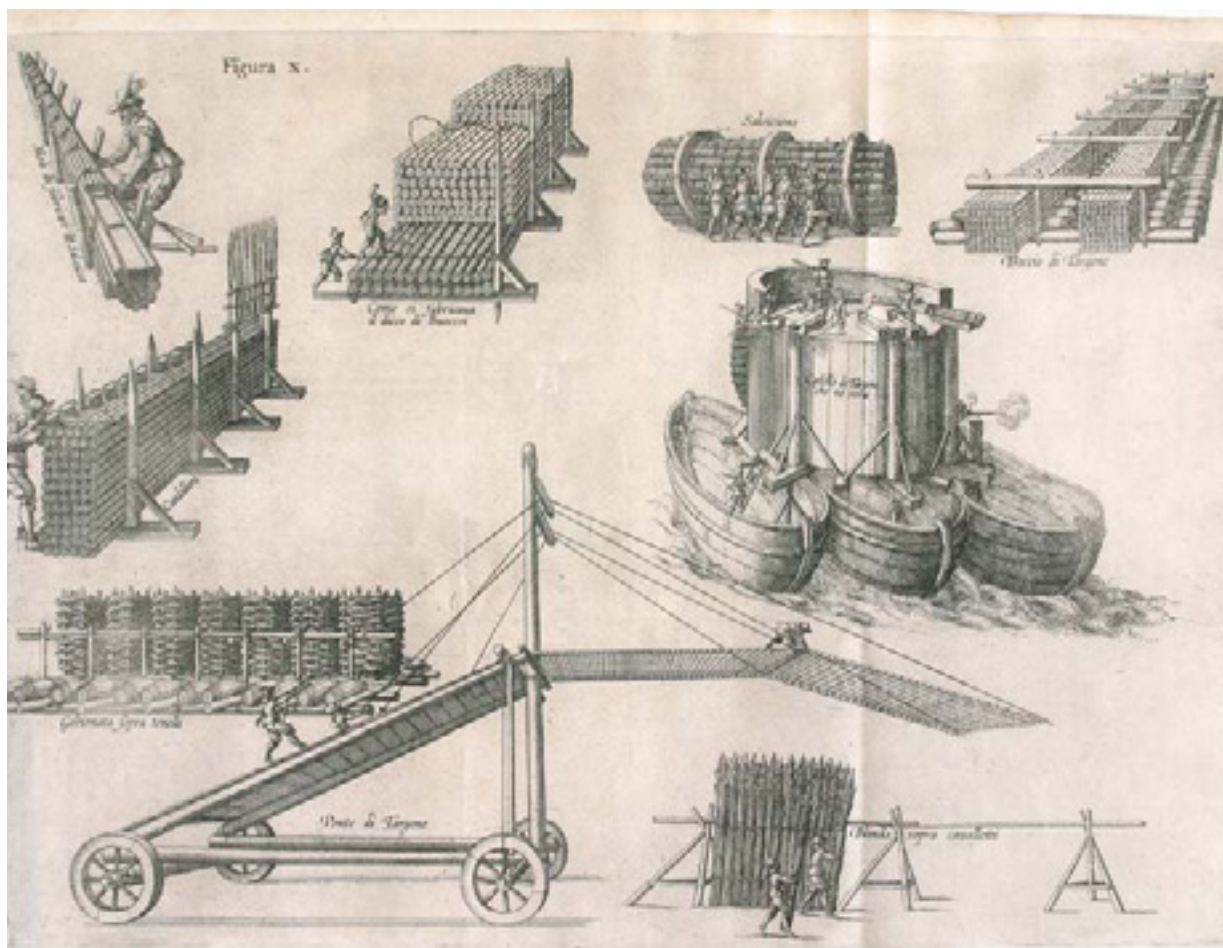


Figuur: 2.12 door de Grieken gebouwde pontonbrug met loopdek  
Bron: [www.mlahanas.de](http://www.mlahanas.de)

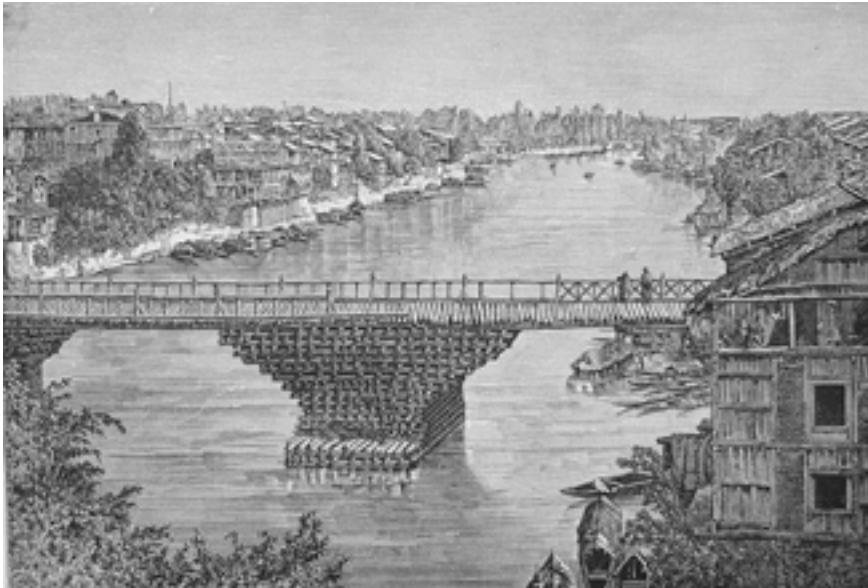
Tijdens de oorlogen onder de Ming-dynastie in China zijn begin 1400 de engineers gaan onderzoeken hoe zij tijdens conflicten de vijand konden verrassen. Een belangrijk punt was om zo snel mogelijk water te kunnen oversteken. Door voorgefabriceerde houten onderdelen aan elkaar te koppelen, konden de militairen in enkele uren een drijvende brug bouwen. De constructie was opgebouwd uit aan elkaar geknoopte boomstammen die vervolgens werden opgerold. In de rivier werd deze constructie uitgerold en werd er een plankendek op gemonteerd. Zo ontstond een dek waar de militairen zich makkelijk over konden verplaatsen.

De constructie van de drijvende bruggen van de Chinezen is in de daarop volgende tijd verder ontwikkeld. Deze werden voornamelijk gebruikt voor militaire doeleinden. Er werd per situatie een andere constructie ontworpen om het water over te steken en de vijand te overheersen. Zo is er bij diepe slotgrachten gebruik gemaakt van dikke takkenbossen en stammen om zodoende een drijvende constructie te bouwen die het probleem van de waterdiepte oploste. In figuur 2.14 zijn verschillende methoden te zien die gebruikt zijn. Toen tengevolge daarvan de grachten bredere en dieper werden, zijn de militairen overgeschakeld van de zware stammen naar gebundelde vaten. Als deze constructies werden bedekt met een dek van planken werden ze toegankelijk voor de snelle mensen massa's en paarden met wagens en karren. In tijden van de eerste aanvallen werden ook overdekte stormbruggen gebruikt ter bescherming van de soldaten tegen de salvo's van de pijlen.

Een andere manier van oversteken wanneer het ging om afstanden langer dan 15 meter te overbruggen is het gebruik van drijvende ponten toegepast. Deze techniek werd vooral gebruikt bij het bouwen van een vaste brug toen het nog niet of nauwelijks mogelijk was bij diepe wateren en snel stromende rivieren. Deze ponten werkten goed, al was de oversteek snelheid in tijden van oorlog niet genoeg.



Figuur: 2.13 ontwerpen uit de middeleeuwse tijd  
Bron: [www.bistrobeaufort.skynetblogs.be](http://www.bistrobeaufort.skynetblogs.be)



Figuur: 2.14 een 16de eeuwse houten brug met Romeinse techniek  
Bron: [www.columbia.edu](http://www.columbia.edu)

In de loop van de Middeleeuwen is er gekeken naar het verleden van de Romeinen waar restanten werden gevonden van stenen bruggen. Zeker in de late Middeleeuwen en het begin van de Renaissance, hebben de stenen oversteken verdere ontwikkelingen gekend. Op de plaatsen waar het niet haalbaar zou zijn om de stenen bruggen te bouwen, zijn de pontonbruggen toegepast. Deze bruggen maakten het mogelijk om eenvoudig een lange en flexibele brug te bouwen, de bewegingen veroorzaakt door de deiningen van het water kon opvangen. Deze ontwikkeling is in de loop van de tijd verder gegroeid met als voornaamste verandering dat het gebruik van hout, zie figuur 2.14, tijdens de industriële revolutie begin 18e eeuw plaats maakte voor metaal.

Vele ontwikkelingen en experimenten werden toch nog van hout gemaakt omdat dit goed bewerkbaar is. Zo werden de eerste blokvormige pontons beproefd in het Kanaal in 1792 door Robert Weldon. Een van de grootste problemen die hier naar voren kwamen was de waterdichtheid van de constructie en de stabiliteit.

De Fransen hebben het onderzoek voortgezet, en zijn begonnen met het metselen van muren op schepen om te onderzoeken of zij de Engelsman konden overtreffen. De Fransen metselden en stabiliseerden de boot net zolang tot deze stevig op de bodem lag en de muur boven de waterspiegel bleef. Na verder experimenteren is uiteindelijk het drijvende betonnen ponton ontwikkeld waarbij de boot vervangen werd door een betonplaat.

Toen in de Eerste Wereldoorlog na gevechten bij rivieren de bruggen sneuvelden, hebben hier de drijvende metalen bruggen hun volgende ontwikkeling gekend. Er is hier voornamelijk gewerkt aan de mobiliteit van de bruggen om deze over het land te kunnen verplaatsen om zo het ter plaatse bouwen van de pontonbrug mogelijk te maken, zie figuur 2.15.



Figuur: 2.15 een brug in de Eerste Wereld oorlog gebouwd door de Duitsers  
Bron: [www.geniak.be](http://www.geniak.be)



Na de Eerste Wereldoorlog zijn de Amerikanen de drijvende pontons verder gaan ontwikkelen. Zij plaatsten een 'deksel' op het betonnen ponton. Door verschillende pontons te koppelen en er een wegdek op te plaatsen werd de eerste geasfalteerde drijvende brug voor het dagelijkse verkeer van Seattle gerealiseerd.

In de Tweede Wereldoorlog vond de volgende grote ontwikkeling plaats, er werden na D-day mobiele havens gebouwd voor de kust van Normandië. Door grote drijvende betonnen pontons te laten zinken, ontstonden er aanleg kades voor schepen om de troepen te bevoorraden. De kades werden met metalen pontons als op figuur 2.16, een technologie uit de Eerste Wereldoorlog, met elkaar verbonden. De kades werden in slechts enkele maanden gebouwd om alles snel en soepel te kunnen laten verlopen.



Figuur: 2.17 mobiele drijvende brug in de Tweede Wereldoorlog van de Engelsen  
Bron: [www.forum.fok.nl](http://www.forum.fok.nl)



Figuur: 2.17 the state route 520 bride, Seattle na renovatie in de jaren 60, VS.  
Bron: [www.bellevuewa.gov/sr520\\_bridge\\_intro.htm](http://www.bellevuewa.gov/sr520_bridge_intro.htm)

Na de oorlog bleven de Amerikanen zich richten op drijvende wegen. Op vele locaties in het land zijn zowel houten als betonnen drijvende wegen gebouwd. De houten drijvende wegen voornamelijk vanwege een lage verwachting van de belasting en de kosten. Bij de grote steden werd er op meer belasting gerekend en zijn de drijvende wegen in beton uitgevoerd als de state route 520 bride in figuur 2.17. Tot op heden liggen alle betonnen bruggen nog op het water en zijn deze nog volop in gebruik.



Langzaam zijn alle ontwikkelingen van drijvende modules gegroeid, zoals de stormvloedkering in Zeeland. Gezien het grote drijfvermogen van het materiaal Geëxpandeerd polystyreen (EPS), zijn er in de jaren 90 experimenten gestart naar toepassingen en technieken. De mogelijkheden zijn positief bevallen. Op dit moment wordt er nog verder gezocht naar technieken en toepassingen. De positieve kanten zitten niet alleen in de technische mogelijkheden, maar ook in de productie van EPS. EPS wordt gemaakt van een afvalproduct uit de olie-industrie, er is bijna 100% recycling mogelijk.



Figuur: 2.18 de drijvende brug uit 2003 in Hedel, Nederland  
Bron: [www.ecoboot.nl](http://www.ecoboot.nl)

Voor drijvende wegen zijn de onderzoeken in een vergevorderd stadium en bevinden zich in de praktische uitvoeringsfase als de brug in Hedel in figuur 2.18. De uiteindelijke resultaten laten nog even op zich wachten, maar de tussentijdse resultaten geven een zeer positieve uitkomst.

Een product dat volgt op de EPS is versterkt kunststof. Dit systeem is pas enkele jaren in gebruik voor voornamelijk drijvende steigers en werkpontons op kleine schaal. Het is een systeem van drijvende holle kunststof blokken, als in figuur 2.19, met een afmeting van 0.50 X 0.50 meter met een eenvoudig koppelsysteem. Door de vele koppelingen is de stabiliteit, in het bijzonder op het gebied van deining en draagkracht van deze constructie nog niet geschikt om toe te passen in drijvende wegen. De technologie is wel op zoek naar eventuele oplossingen om dit systeem geschikt te maken voor drijvende wegen.



Figuur: 2.19 drijvende kunststof blokken zijn oneindig aan elkaar te koppelen  
Bron: [www.images.tradekool.com](http://www.images.tradekool.com)

Er zijn in de geschiedenis vele vormen van drijvende oversteken ontwikkeld. Een opmerkelijk feit is dat de meeste soorten en uitvoeringen van de bruggen nog bestaan. Veel van deze bestaande bruggen worden nog gebruikt voor verdere ontwikkeling. Er wordt bij deze bruggen onderzoek gedaan naar onder andere de levensduur, het onderhoud en het gebruik. Dit is niet alleen voor het behouden van de bruggen, maar ook voor de aanleg van nieuwe (tijdelijke) bruggen en / of wegen.

Zo wordt er ook nog gebruik gemaakt van drijvende bruggen over rivieren, pontonbruggen, metalen pontonbruggen (vaak bij militaire acties als in figuur 2.20), betonnen pontons bij tijdelijk waterwerkzaamheden en bij de bouw van tunnels. De ontwikkeling van bruggen van EPS en de versterkte kunststofvezels zijn klaar om onderzocht te worden met het oog op een verdere toekomst.



Figuur: 2.20 de moderne militaire variant voor drijvende bruggen, uit te bouwen tot een verkeersknooppunt  
Bron: [www.blog.seniorennet.be](http://www.blog.seniorennet.be)

## 2.4 Geschiedenis van drijvend groen

Net als de drijvende woningen en de drijvende wegen kent het drijvend groen een lange ontstaansgeschiedenis.

Tijdens archeologische onderzoeken naar sporen van de Azteken begin jaren 90 zijn restanten gevonden van agrocultuur die op het water plaatsvond. Deze restanten dateren ongeveer uit ca. 300 voor Christus. Dit drijvend groen is ontstaan door waterplanten die de structuur en basis vormden van de drijvende eilanden. Op de planten lag een strooisel laag van grond en veen. Op deze drijvende eilanden werd graan verbouwd voor de grote bevolking van stad Tlaxcala in Mexico in deze stad was geen ruimte om gewassen te verbouwen.

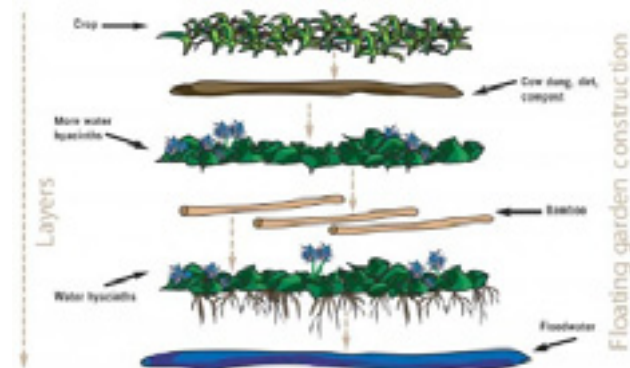
De vijanden van de Inca's zochten uit veiligheid een leef- en woonruimte op het water. Zij bouwden uit rietvegetatie vloten op het Inle-meer in Bolivia als in figuur 2.21 is te zien. Deze vloten groeiden in de loop van de jaren uit tot drijvende eilanden van soms wel meer dan 25 meter in het vierkant. Op deze eilanden werden de huizen gebouwd om zich zo volledig te onttrekken aan het oog van de vijand. Ook worden op deze eilanden gewassen verbouwd om de mensen van groente en fruit te voorzien.



Figuur: 2.21 een gevlochten rieteland in Bolivia  
Bron: [www.fotosearch.nl](http://www.fotosearch.nl)

Deze eilanden bestaan nog steeds en worden nog steeds bewoond. Voor het onderhoud moet men een aantal keer per jaar het eiland verhogen met dunne lagen riet. Dit is nodig omdat de onderzijde van het eiland langzaam vergaat.

De ontwikkelingen van drijvend groen zijn verder niet tot nauwelijks gegroeid. Wel zijn er andere technieken ontwikkeld, zoals de uit lagen opgebouwde Chinampa's in Mexico zie figuur 2.22, maar vanwege het contact van de eilanden met de ondergrond (doormiddel van grond of wortels van beplanting), valt dit niet meer onder de noemer 'drijvend groen'.



Figuur: 2.22 de principe opbouw van een chinampa  
Bron: [www.visionair.nl](http://www.visionair.nl)



## 2.5 Huidig drijvend groen

De laatste 15 jaar komen de ontwikkelingen weer langzaam op gang. Bedrijven en geïnteresseerden zijn al begonnen om in te spelen op de in de toekomst verwachte gevolgen van de klimaatverandering. De meeste experimenten en ontwikkelingen vinden plaats op kleine schaal.

Zo zijn er bijvoorbeeld de kunstmatige drijftillen, zie figuur 2.25. Dit zijn kunststof drijvende objecten die beplant te water worden gelaten, om vervolgens te kunnen onderzoeken welke natuurlijke begroeiing zich zal ontwikkelen op de drijvende elementen. Een variant hierop is de Aqua-forte, deze worden speciaal ontwikkeld om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn voor drijvende helofytenfilters in mat-vorm.

Om naast de flora, ook de fauna op het water te stimuleren, zie figuur 2.23, worden er gevlochten wilgenmatten te water gelaten. Deze wilgenmatten lopen meestal uit en vormen daarmee een beschutte broedplaats voor watervogels. Deze eilanden vergaan helaas snel, de levensduur is ongeveer 1,5 jaar.



Figuur: 2.23 een kunstmatige til, het ondersteunt de fauna in de stad  
Bron: [www.picasaweb.google.com](http://www.picasaweb.google.com)

De Floatlands zijn een grotere uitvoering waarvan mensen drijvende wetlands creëren om als kunstmatige veenderijen te fungeren. Door grote kunststof blokken aan elkaar te koppelen, zie figuur 2.24, wordt er geprobeerd een aantrekkelijke plek te maken voor rietlanden in het open water.

Een concurrent is het Aquagreen flexflot. Dit modulaire systeem bestaat uit frames die gevuld zijn met kokosmatten. Vervolgens worden deze matten met riet beplant en kunnen daarna ingezet worden als golfbreker aan oevers.



Figuur: 2.24 een Floatingland, gemaakt uit gerecyclede plastic flessen  
Bron: [www.floatinglandinternational.com](http://www.floatinglandinternational.com)



Figuur: 2.25 Een kunstmatige til, het ondersteunt de fauna in de stad  
Bron: [www.friesevogelwachten.nl](http://www.friesevogelwachten.nl)

Tenslotte zijn er nog een aantal projecten die een samenhang kennen met ons onderzoek, drijvende tuinen naast drijvende woningen, drijvende kassen en het natuureiland in Amsterdam. Op enkele plekken verschijnen kleine drijvende pontons met daarop een kleine tuin. Op deze wijze kunnen de mensen meer en beter genieten van de buitenlucht in een groene omgeving op het water.

Drijvende kassen bieden mogelijkheid om deze te plaatsen in gebieden waar behoefte is aan waterberging als gebeurt is in figuur 2.26. Wanneer er hoog water is, gaan de kassen drijven zonder buiten bedrijf te zijn. Op die wijze kunnen de drijvende kassen een dubbele functie vervullen. Dit zou een oplossing kunnen zijn voor het volle Westland.



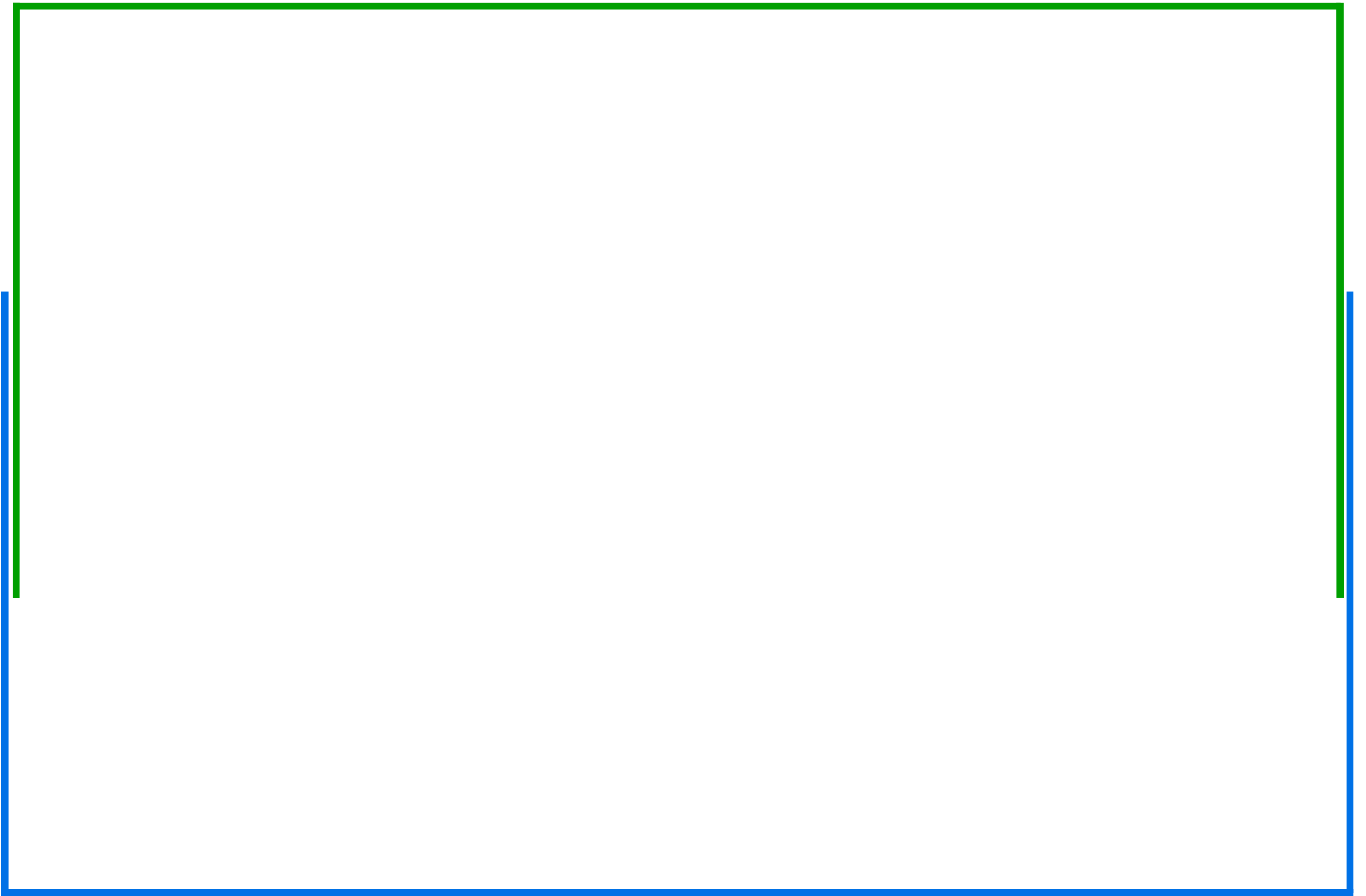
Figuur: 2.26 de drijvende kas in Naaldwijk  
Bron: [www.water-in-zicht.nl/projecten](http://www.water-in-zicht.nl/projecten)



Figuur: 2.27 het natuureiland in Amsterdam aan de Panamakade  
Bron: [www.picasaweb.google.com](http://www.picasaweb.google.com)

In Amsterdam ligt aan de Panamakade sinds 2000 een natuureiland, figuur 2.27. Hier wordt onderzocht hoe groen zich ontwikkelt in vergelijking met de situatie in een betonnen bak en in de volle grond.

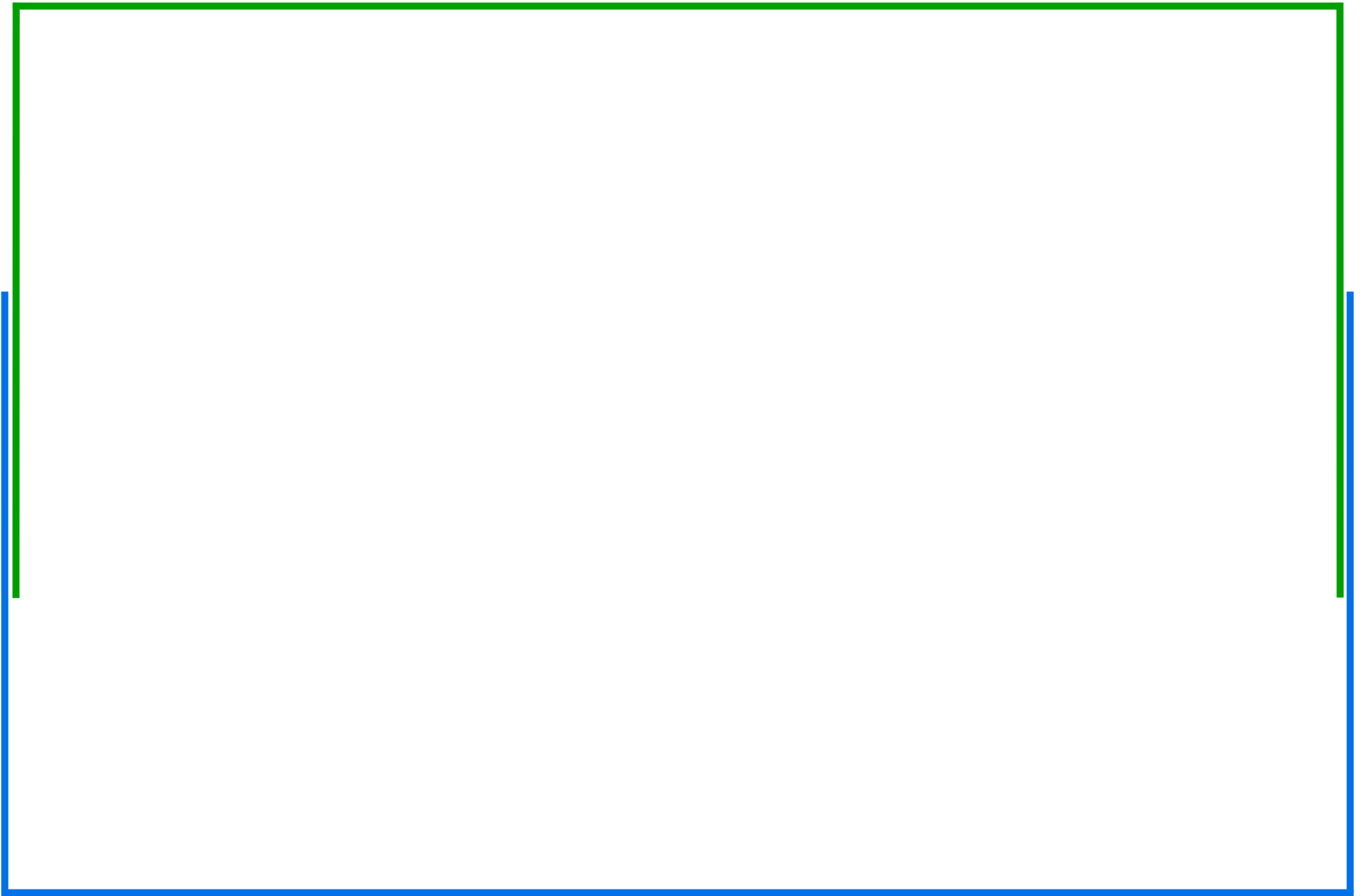






### 3. Doel van groen

In dit hoofdstuk wordt toegelicht wat de waarde en functie van groen is in de leefomgeving.





### 3. Doel van groen

Het groen kent meerdere doeleinden, in dit hoofdstuk wordt beschreven waarom groen belangrijk is voor mens en natuur. Hieruit zal ook duidelijk worden dat groen behouden moet blijven en het totaal hectares vergroot zal moeten worden om een gebied leefbaar te houden.

#### 3.1 Groen in de leefomgeving

Groen achten wij ook voor de toekomst belangrijk, mede doordat er op dit moment al een tekort is aan groen. De verwachting is dat er over een aantal jaren ruimtegebrek is voor wonen, werken en natuur. Het makkelijkste en goedkoopste is de ruimte voor natuur op te offeren voor wonen en werken. Uit onderzoek is gebleken dat mensen behoefte hebben aan groen binnen hun leefomgeving. Door groen toe te passen in en rond de leefomgeving, zie figuur 3.1, wordt de kwaliteit van leven verbeterd, de omgeving wordt mooier gemaakt, de verrommeling en het stedelijke gebied wordt verzacht. De habitat van dieren wordt door groen ook aanzienlijk vergroot, dit heeft een positieve invloed op het gehele ecosysteem. Groen maakt de leefomgeving niet alleen mooier, maar zorgt ook voor een grotere leefbaarheid.



Figuur: 3.1 een voorbeeld van een goede groen leefomgeving  
Bron: [www.maastrichtminutiae.com](http://www.maastrichtminutiae.com)

Groen heeft een grote invloed op mensen, meer dan de meeste mensen eigenlijk verwachten. Een van de belangrijkste functies van groen is het geven van rust. Door groen toe te passen wordt het stressgehalte wordt verlaagd en en verbeterd de gezondheid. Niet alleen zorgt rust voor een betere gezondheid maar draagt ook bij een de sociale cohesie binnen een leefomgeving. Natuurlijk komt dit niet alleen door rust in de leefomgeving. De temperatuur is ook een zeer belangrijke factor. Groen zorgt ervoor dat de temperatuur lager blijft, dit komt door de schaduw en de isolerende werking van het bladerdek. Onderzoek heeft aangetoond dat stedelijk gebied met groen te maken heeft met het Urban Heat Island (UHI) effect, zie bijlage één.

Een verhoging van enkele graden heeft grote invloed op het gedrag van mensen, mensen zijn sneller geïrriteerd en het stress- / agressiegehalte wordt sterk verhoogd.

De temperatuur is niet het enige aspect waar groen invloed op heeft, het zorgt voor een filterende werking op de lucht, het water en het geluid. Het filtert fijnstof en CO2 uit de lucht, is het ook in staat om water te zuiveren en de schadelijke stoffen af te breken. Door de isolerende werking van de bladeren is groen ook in staat om geluid te dempen. Zo wordt groen regelmatig toegepast als natuurlijk geluidsscherm. Groen werkt vaak beter dan 'harde' bouwkundige systemen.

Al deze aspecten zorgen ook weer voor een prettigere leefomgeving, maar meer voor een gezondere leefomgeving. In onderzoek is aangetoond dat voldoende groen in de leefomgeving zorgt dat het ziekte percentage wordt verlaagd en de kans op ziektes als kanker en dergelijke verkleint.



Op economisch gebied geeft groen ook voordelen. Woningen zijn meer waard in een groene omgeving dan in een stedelijk gebied met weinig tot geen groen. De waardevermeerdering en de positievere instelling van de mensen heeft een positieve invloed op de economie. Ook op het gebied van de gezondheid heeft het positieve gevolgen, omdat er minder ziekte verzuim is dalen de ziekteverzuim kosten en de eventuele behandelkosten.

#### *Kijkgroen en gebruiksgroen*

Buiten de functie die groen vervuld is er nog een onderscheid te maken tussen het gebruik van groen. Zo kent men kijkgroen en gebruiksgroen. Kijkgroen, figuur 3.2, is toegepast wordt toegepast om het aanzicht te verbeteren en heeft daarbij een architectonische functie. Bij kijkgroen is de functie vooral gericht op het eindbeeld. Bij gebruiksgroen, figuur 3.3 ligt dit anders, dit groen is altijd toegankelijk voor de bezoeker, je kunt letterlijk en figuurlijk "door" het groen heen lopen. Over het algemeen zijn de toegepaste soorten hierop aangepast en hiertegen bestand.

Groen is op een heel aantal diverse manieren toe te passen en kent verschillende vormen. Als groen toegepast wordt, moet er ook gekeken worden naar de functies van desbetreffende groenvorm. Zo zal een boom effectiever zijn voor het geven van schaduw dan heesters. Er zal dus bij het ontwerpen van groene ruimtes onderzocht moeten worden wat de behoefte is en welke functie(s) het groen moet vervullen.



Figuur: 3.2 kijkgroen is een mooie aanvulling op de leefomgeving  
Bron: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com)



Figuur: 3.3 hier draagt gebruiksgroen bij aan de samenleving  
Bron: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)

### 3.2 Meubilair

Als aanvulling op groen is het mogelijk meubilair toe te passen. Zoals eerder is beschreven zijn er twee soorten groen; kijkgroen en gebruiksgroen. Voor gebruiksgroen is er meer nodig dan alleen beplanting. Door meubilair toe te passen wordt het groen aangevuld en daarmee functioneel en toegankelijk gemaakt. Meubilair dat op een juiste manier wordt toegepast in een ontwerp, vergroot de waarde en kwaliteit van een groene omgeving, zie in figuur 3.4. Door het toepassen van meubilair kunnen bezoekers optimaal genieten van het groen.

Meubilair kan onderdeel zijn van een routing door het groen, ook is meubilair een aspect om routing door het groen te bevorderen. Middelen die toe te passen zijn om een routing te bevorderen kunnen banken en picknicktafels en fietsenrekken zijn. Dit laatste heeft vooral te maken met gebruiksgemak. Een routing waar rustpunten aanwezig zijn zullen eerder worden gebruikt dan een routing waar deze rustpunten niet aanwezig zijn.



Figuur: 3.4 een bank langs een voetpad biedt de mogelijkheid om te rusten en genieten bij het water  
Bron: foto van Lennart Blok, tuin van Hall-Larenstein Velp

Bij een routing door het groen is informatievoorziening een belangrijk aspect. Bezoekers zijn graag op de hoogte van een gebied en willen graag weten waar ze zich bevinden. Groen dat onderdeel is van een routing wordt over het algemeen voor een korte verblijfsduur gebruikt. Als men de verblijfsduur in het groen wil verlengen dan zijn er meer middelen nodig. Door informatievoorzieningen toe te passen wordt het gebied interessanter gemaakt om langer ergens te verblijven. Er kan gedacht worden aan plattegronden, informatieborden en multimedia voorzieningen. Alleen rustpunten en informatievoorzieningen zijn niet voldoende om de verblijfsduur in een gebied te verlengen. Door meer aandacht te besteden aan recreatie, door het toepassen van bijvoorbeeld speelgelegenheden, jongeren ontmoetingsplaatsen (JOP's) en kunstobjecten kan een gebied interessanter worden gemaakt om er een langere tijd te verblijven.

### 3.3 Recreatie

Recreatie kan op verschillende manieren worden ingevuld, hierbij moet ook onderzocht worden welke mogelijkheden een gebied uit zichzelf al te bieden heeft. In een waterrijke omgeving waar ons drijvende groen toegepast zal worden is een optie als spelen met het water niet onbelangrijk. Omdat de ruimte voor groen ingeperkt wordt zal een optie als natuurlijk spelen ook een grote belangrijk zijn. Bij speelgelegenheden zijn er veel verschillende opties mogelijk voor verschillende leeftijden. Natuurlijk is er de keuze uit de gangbare speeltoestellen en uitvoeringen, maar er zal ook onderzocht worden moeten welke leeftijdscategorieën / generaties er in het betreffende gebied wonen en waaraan behoefte er is. Er zijn veel mogelijkheden, die per gebied kunnen verschillen. Er kan gedacht worden aan aanmeerplekken in het groen voor de pleziervaart, ook kunnen stranden en zwemfaciliteiten behoren tot de mogelijkheden.

### **3.4 Conclusie: toepassing groen in drijvende woonwijken**

Op dit moment heeft drijvend wonen nog niet grote aandacht van de consument. Door de huidige economische crisis zit de huizenmarkt op slot.

Een andere oorzaak is het gebrek aan buitenruimte. De consument die wel is geïnteresseerd geeft aan dat het gebrek aan een tuin of buitenruimte een obstakel is. Wij denken dit op te kunnen vangen door drijvend (openbaar) groen toe te passen in de drijvende woonwijken.

Omdat de mens een gewoontedier is, graag vasthoudt aan oude gewoontes en gebruiken, en niet van grote veranderingen houdt is dit voor ons een belangrijke reden om, zeker in de beginjaren van drijvend wonen, vast te houden aan de huidige beplanting voor het openbaar groen. Door gebruik te maken van de huidige vegetaties is het naar ons idee mogelijk om het wonen op water meer te stimuleren. De overgang van land naar water wordt dan aantrekkelijker gemaakt.

Als er bij het drijvende groen meteen gebruik wordt gemaakt van moderne, futuristische beplantingsmogelijkheden, zal dit de consument wellicht geen vertrouwd gevoel geven en mogelijk afschrikken. Als het drijvend wonen en groen op grote schaal wordt toegepast is het mogelijk de vegetatie / beplantingskeuze aan te passen. Ook bij wonen op het water kan de mens niet zonder groen in de nabije omgeving, de voornaamste redenen zijn in de voorgaande paragrafen beschreven. Er zijn veel mogelijkheden voor functies van openbaar groen, het is belangrijk om de doelgroepen en de wensen van de consumenten vast te stellen tijdens het ontwikkelen van drijvende woonwijken met groen.



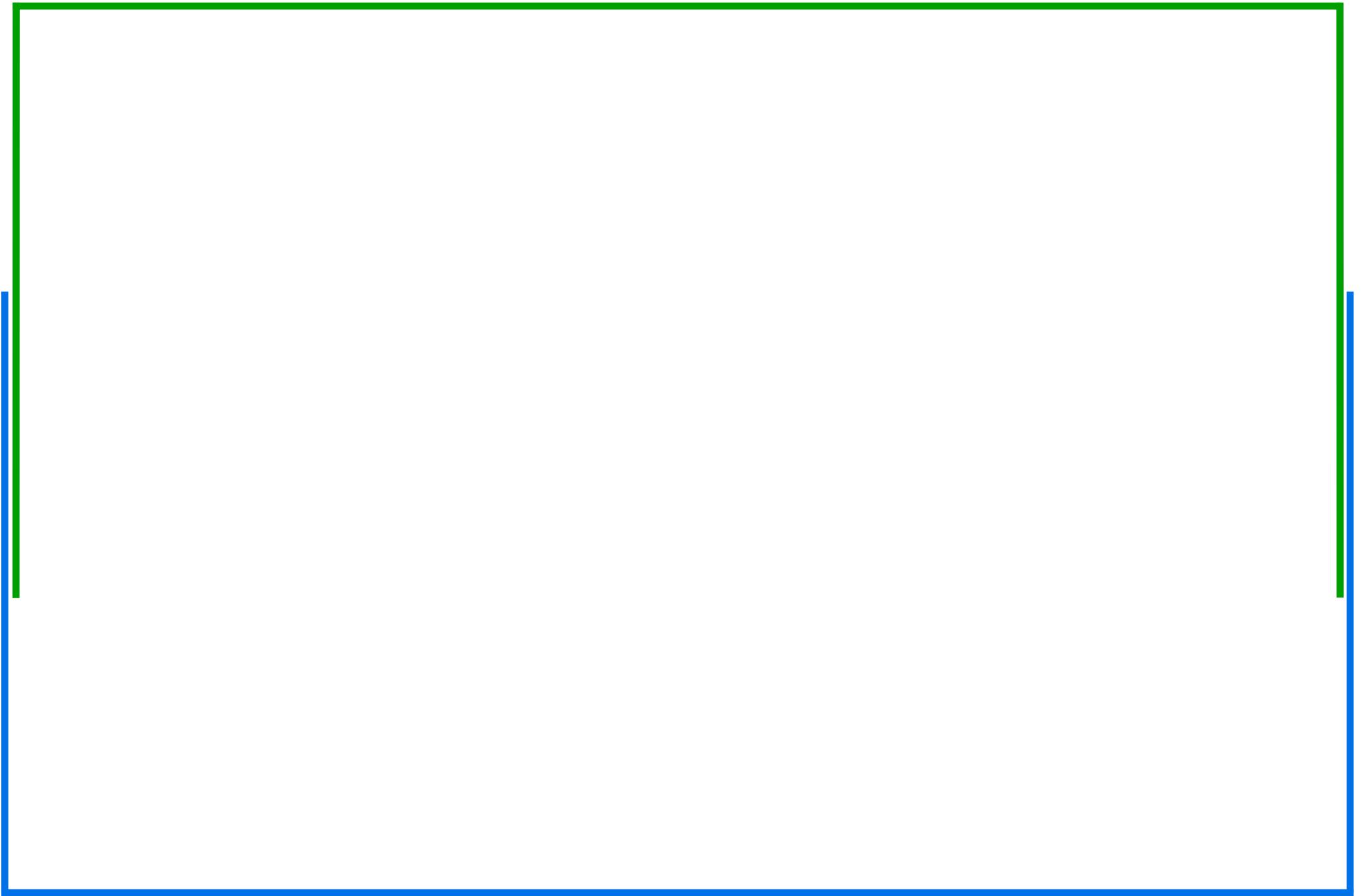
A hand-drawn diagram illustrating the process of photosynthesis. On the left, a yellow circle contains the text 'LIGHT ENERGY'. Yellow wavy arrows point from this circle towards a central green plant with several leaves. Below the plant, a grey oval contains the chemical formula  $CO_2$ , with an arrow pointing to the plant. To the right of the plant, a blue oval contains the chemical formula  $O_2$ , with an arrow pointing away from the plant. Below the plant, a green oval contains the word 'SUGARS', with an arrow pointing to it. In the top right corner, a grey cloud is shown with several blue raindrops falling. At the bottom of the diagram, a brown ground area shows the roots of the plant extending into the soil. A blue horizontal band at the very bottom represents a body of water, with the chemical formula  $H_2O$  written in it. The entire diagram is enclosed in a green rectangular border.

LIGHT ENERGY

## 4. Invloed van het weer

In dit hoofdstuk worden de weersinvloeden op het groen onderzocht.





## 4. Invloed van het weer

De wereld is opgebouwd uit vele onderdelen die samenhangen en daarmee een systeem vormen. Dit wil zeggen dat alles onderlinge verbanden kent en zich niet zonder elkaar heeft kunnen ontwikkelen tot de huidige vorm. Dit systeem kent de naam het 'biotisch milieu'. Dit milieu is opgebouwd uit twee onderdelen, de a-biotische factor en de biotische factor.

*„Biotische factoren” zijn in de evolutie de andere soorten die invloed kunnen uitoefenen op het leven en de populatie van een soort. Ook andere individuen binnen dezelfde soort kunnen een biotische factor zijn.*

Bron: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Biotische\\_factor](http://nl.wikipedia.org/wiki/Biotische_factor)

Wij onderzoeken verschillende a-biotische factoren, zoals; wind, temperatuur en neerslag.

*„A-biotische factor” is binnen de ecologie de term voor een externe milieufactor die geen biologische oorsprong heeft. Dit in tegenstelling tot biotische factoren (organismen).*

Bron: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Abiotische\\_factor](http://nl.wikipedia.org/wiki/Abiotische_factor)

A-biotische factoren binnen ons onderzoek zullen zijn:

- Wind;
- Licht;
- Temperatuur;
- Invloed van water op drijvend groen, kijkend naar de kwaliteit van het regenwater.

Het weer kent uit diverse aspecten. In ons onderzoek zullen wij alleen de belangrijkste componenten als wind, (zon)licht, temperatuur en neerslag betrekken. Deze onderdelen kunnen per situatie verschillen. De kenmerkende eigenschappen voor een bepaald gebied wordt ook wel het microklimaat genoemd. Dit kan een helling op een berg zijn, maar ook een achtertuin.

### 4.1 Invloed van wind

Door luchtstromen tussen verschillende drukgebieden in de atmosfeer kunnen er winden ontstaan. De krachten van de winden en de wolken die de wind mee kunnen dragen zijn afhankelijk van de omstandigheden als de oceaan- en zeestroming, de drukverschillen in de atmosfeer, het grootte van deze drukgebieden, de plaats met daarbij de ruwheid van het terrein en het seizoen.

Warme en vochtige lucht is lichter dan koude en of droge lucht. Als de lucht vocht opneemt en / of opwarmt, stijgt de lucht op waarna koudere en of droge lucht de plaats van de opgestegen lucht zal innemen. Hierdoor ontstaat er wind die tot verschillende krachten kan groeien, zie in figuur 4.1, door de snelheid waarop het proces zich ontwikkeld.



Figuur: 4.1 de wind kan ook in Nederland hevig uitpakken  
Bron: [www.riavandellius.nl](http://www.riavandellius.nl)

De opname van vocht in lucht gebeurt makkelijker bij een hogere temperatuur wat resulteert in wolken. Wanneer een oceaan- zeestroom warm water aanvoert, zal er makkelijker vocht worden opgenomen, dat elders zal vallen. De stroming in de lucht kan door een 'ruwe ondergrond' ook afgeremd worden. Doordat de wind tussen en over obstakels blaast, neemt de windkracht in verloop af. Deze obstakels kunnen uit verschillende bestaan zoals bergen, bossen en bebouwing.

Elke locatie is wat wind betreft afhankelijk van zijn omgeving. Als het gebied beschut ligt zal de wind minder invloed hebben. Wel kunnen de obstakels die de wind breken andere knelpunten veroorzaken. Wanneer een windvlaag gebroken wordt, probeert deze zich langs het obstakel te krullen waardoor het obstakel een draai aan de wind kan meegeven.

Gezien het relatief gematigde klimaat in Nederland, zijn de windinvloeden op het groen goed aanvaardbaar. Alleen als de temperatuur onder het nulpunt gaat, groeien de kansen op bevriezing. Als het vriest, zet het vocht in de planten uit, hierdoor kunnen de cellen en vaten barsten. In combinatie met wind zorgt dit voor extra verdamping, dit kan ervoor zorgen dat de planten eerder afsterven.

Door een goede wind en vorst bestendige plantsoort, een optimale groeiplaats en eventuele benodigde verankering toe te passen, worden de levenskansen van de beplanting aanzienlijk vergroot.

#### 4.2 Invloed van licht

Licht is een belangrijk onderdeel voor het leven van het groen. Voor het maken van bladgroen is (zon)licht nodig voor de fotosynthese. Hierbij worden stoffen als koolstofdioxiden omgezet in koolhydraten. De koolhydraten vormen op deze wijze glucose, dat vervolgens gebruikt wordt als voeding voor het groen.

Uit onderzoek is gebleken dat planten en bomen naast spiegelende wanden overbelicht kunnen raken en daarmee zonnebrand kunnen oplopen. De zonnebrand laat zien dat door licht en temperatuur de bast en / of het blad warmer wordt. Als gevolg daarvan kan de bast gaan scheuren en het blad verdrogen. Een goede vochthuishouding is dus een belangrijk aandachtspunt om de kans op schade te verkleinen. Het water neemt een deel van de warmte van het zonlicht op wat de kans op verbranding verkleint.

#### 4.3 Invloed van de temperatuur

De temperatuur is van grote invloed op de groeiplaatsomstandigheden. Een lage temperatuur met een koude wind kan zorgen voor vorstschade. Een te hoge temperatuur kan zorgen voor verdroging en het verbranden van de bladeren. De temperatuur wordt vaak pas een bedreigende factor als de wind een rol gaat spelen. De invloeden op de temperatuur worden vooral door de wind extra versterkt. De effecten van de temperatuur zijn grotendeels al in de vorige paragrafen behandeld.



Figuur: 4.2 opgekruld blad is een teken van verdroging  
Bron: [www.bomengidsnl.blogspot.com](http://www.bomengidsnl.blogspot.com)

#### 4.4 Invloed van neerslag

Neerslag is van grote invloed op beplanting, teveel of te weinig neerslag kan het succes of falen betekenen van beplanting. Bij neerslag heb je te maken met een aantal uitersten die in beide gevallen zeer schadelijk kunnen zijn voor de beplantingen. Er moet dan gedacht worden aan extreme neerslag/wateroverlast en het uitblijven van neerslag, droogte.

Neerslag heeft te maken met verzuring, ook wel zure regen genoemd. Zure regen tast bij beplanting het waslaagje van bladeren aan. Dit heeft als gevolg dat de huidmondjes niet meer functioneren, waardoor de bladcellen beschadigen. Bladeren verkleuren, verdorren en vallen eerder uit dan normaal. Bomen zijn dubbel het slachtoffer, want zure regen beïnvloedt ook de werking van boomwortels. Het zure bodemwater zorgt ervoor dat aluminiumdeeltjes in de bodem vrijkomen. Deze deeltjes tasten de schimmels op de boomwortels aan, waardoor de boomwortels niet meer goed werken. De aanvoer van water en voedingsstoffen door de wortels raakt ontregeld en stopt uiteindelijk helemaal. Verzuring is dus schadelijk als de schadelijke stoffen een negatieve invloed hebben op bodem, water, gebouwen of vegetatie. Door een hoge verzuring worden bomen en planten vatbaarder voor ziekten, verdroging en andere schadelijke invloeden. Stoffen zoals kalk en mineralen vormen zogenaamde zuurbuffers, die het zuur neutraliseren dat in de bodem terechtkomt. Bij overschrijding van kritische niveaus kunnen de zuurbuffers het neergeslagen zuur niet meer afdoende weren. Wanneer de bodem verzuurt, verslechtert de kwaliteit van het grondwater en de bodem.

In tijden van extreme neerslag is een bijkomend probleem het verdwijnen van zuurstof uit de bodem. De wortels kunnen dan geen zuurstof opnemen uit de bodem. Als dit te lang duurt, bestaat de kans dat de beplanting verstikt. Het verschilt per soort hoe lang beplanting zonder of met weinig zuurstof toekan. Een andere invloed kan het uitblijven van neerslag zijn, droogte of verdroging.

De beplanting verdampt het grondwater sneller dan dat het wordt aangevuld. Hier geldt dat de ene soort er beter tegen kan dan de andere. Over het algemeen kan beplanting niet te lang zonder water. De eerste tekenen van verdrogen van beplanting is het krimpen / krullen van het blad dat vervolgens er af valt. Dit doet de beplanting uit bescherming om het water dat nog aanwezig is vast te houden. Bij verdroging speelt de wind ook een grote rol. Bij een ongunstige wind, en temperatuur kan de verdroging sneller verlopen dan in een periode zonder wind.

#### 4.5 Conclusie

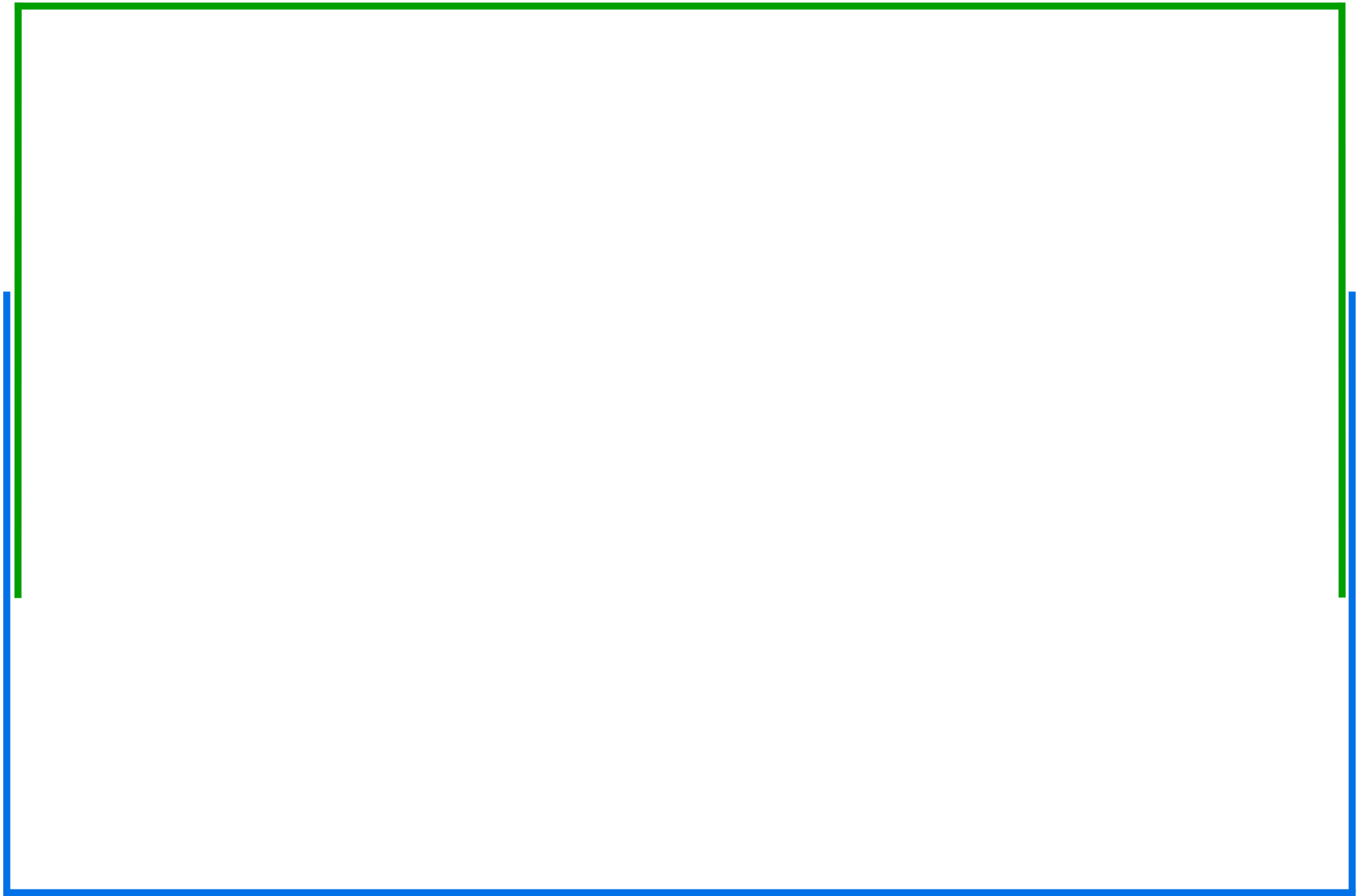
De beperkingen door a-botanische factoren voor drijvend groen op het water zijn grotendeels niet anders dan de invloeden op het land. Een overschot of een tekort aan neerslag heeft dezelfde gevolgen als voor beplanting op het land, alleen zal er wel een oplossing moeten komen voor het afvoeren of aanvullen van een overschot of te kort.

De grootste beperking is de wind. Op open water is weinig tot geen beschutting aanwezig, wat inhoudt dat bomen goed verankerd moeten zijn. Op land is dit meestal geen probleem omdat ze genoeg ruimte en diepte hebben om zich te verankeren. Drijvend op het water is dit niet mogelijk en zal hier een oplossing voor moeten komen. Ook als de bomen in een drijvende woonwijk geplaatst worden zullen deze verankerd moeten worden, want objecten in de wind kunnen draaiwinden veroorzaken die vaak harder en schadelijker kunnen zijn.

Een belangrijk punt om in de gaten te houden is de combinatie wind en temperatuur, door een combinatie kan vorst sneller grip krijgen op de beplanting, ook kunnen deze twee factoren zorgen voor verdroging. Het is dus zaak om hier wel rekening mee te houden en indien nodig voorzieningen te treffen. Het gaat hier dus vooral om het voorkomen van bevriezing en het voorkomen van uitdroging.

Licht is in mindere mate een punt van beperkende factor. Het gaat hier voornamelijk om de kans op zonnebrand. Zonnebrand treedt vaak op door reflectie doormiddel van spiegelramen. Wat het effect is op water is niet bekend. Wij veronderstellen dat water deels reflecteert, en dat de kans op zonnebrand wel aanwezig is, maar niet een beperking is voor het toepassen van beplanting. Hier zouden nader onderzoek en proefopstellingen uitsluitsel kunnen geven.

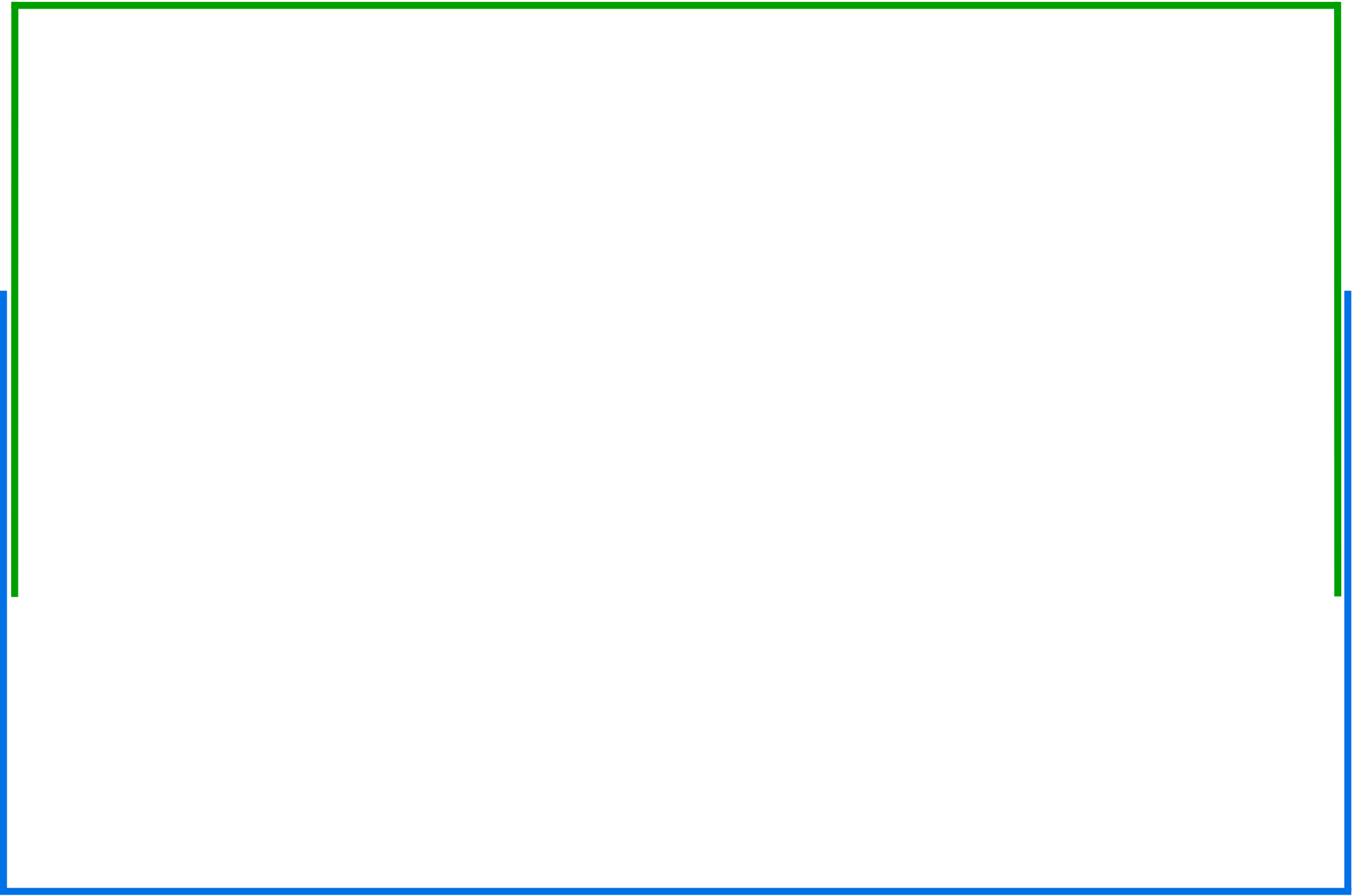






## 5. Bestaande drijvende systemen

In dit hoofdstuk worden bestaande systemen geanalyseerd en beoordeeld.



## 5. Bestaande drijvende systemen

Er zijn diverse drijvende constructies op de markt, deze zijn in een aantal hoofdgroepen in te delen, door een onderscheid te maken in de gebruikte materialen voor de drijvende fundering. Voor deze eenvoudige analyse van bestaande drijvende systemen maken wij een verdelen in groepen van beton, metalen en overige. Combinaties van diverse materialen komen ook voor.

Binnen deze groepen zijn er nog zeer veel verschillende systemen. Ook zijn er overeenkomsten te vinden met de systemen die gebruikt worden voor drijvende woningen en wegen.

Omdat de lijst van systemen op dit moment nog uit een groot aantal bestaat, zullen wij doormiddel van een eenvoudige analyse bekijken welke in aanmerking komen voor verder onderzoek. Om een helder overzicht te krijgen zijn de conclusies per systeem uit ééngezet in een overzicht.

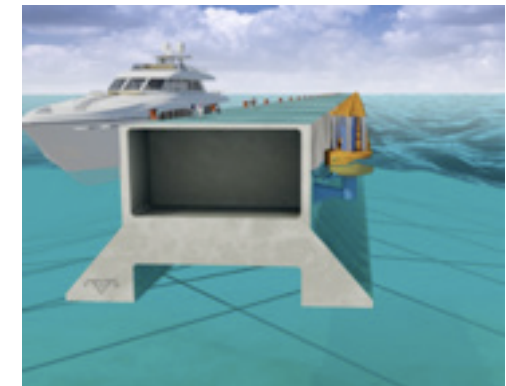
In deze analyse kijken wij nog niet naar de kosten en de technische eigenschappen zoals het bruto drijfvermogen. De systemen vergelijken wij op een aantal vaste punten: het huidige gebruik, de voordelen, de nadelen en de verwachting met groene inrichtingsmogelijkheden. Vervolgens zullen wij de systemen beoordelen, of het geschikt is om verder uit te werken.

### 5.1 Analyse van bestaande drijvende systemen.

In de volgende paragrafen worden er verschillende drijvende systemen onderzocht die nu op de markt zijn. De onderverdeling is gemaakt in beton, staal, en overige systemen.

#### 5.1.1 Drijvende systemen van beton

Beton wordt tegenwoordig veelvuldig gebruikt voor drijvende systemen. Een groot deel wordt gebruikt voor de bouw van woonboten. Beton wordt niet gelijk gezien om toe te passen als drijvend element. Dit komt doordat beton vaak geassocieerd wordt met een hoog gewicht en daardoor niet drijvend wordt geacht. Voor voldoende stabiliteit is een groot gewicht vereist en hiervoor is beton wel geschikt. Er zijn op dit moment veel verschillende soorten beton op de markt, hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk om een lichtere betonsoort toe te passen om een kleine diepgang te verkrijgen. Een constructie van beton is zeer robuust en onderhoudsarm. Beton kan gezien worden als een duurzame constructie. Er zijn veel constructie mogelijkheden van beton, zoals drijvende steiger in figuur 5.1. Combinaties met EPS behoren ook tot de opties. Een grote toegankelijkheid van en in het systeem maakt het makkelijk om bijvoorbeeld kabels en leidingen weg te werken. Verder in dit hoofdstuk zullen de meest gangbare constructies worden toegelicht.



Figuur: 5.1 een ontwerp van een drijvende betonnen steiger  
Bron: <http://www.123website.nl>



## 1. Open caissons, betonnen bak, figuur 5.3

### Gebruik:

Het open caisson wordt in Nederland veelvuldig toegepast voor de bouw van woonboten. Door de lichte opbouw van het huis en het laag gelegen zwaartepunt is er een grote stabiliteit.

### Voordelen:

De bakken zijn door de eenvoudige constructie makkelijk te koppelen.

Door het lage zwaartepunt is het systeem zeer stabiel

### Nadelen:

Het systeem is zinkbaar bij overbelasting van het drijfvermogen zal deze kunnen zinken. In geval breuk of andere schade kan het systeem lek raken en vollopen.

### Verwachting met groene inrichting:

Dit systeem zou goed toe te passen zijn om in te richten met groen. Wel moet er dan rekening worden gehouden met de stabiliteit en het maximaal gewicht. Berekeningen kunnen hierover meer uitsluitsel geven hierover.

### Beoordeling van het systeem:

Wij nemen dit systeem verder mee in het verslag, het basisprincipe is uitvoerbaar voor een invulling met beplanting



Figuur: 5.2 de open betonnen bak  
Bron: <http://telescript.denayer.wenk.be>

## 2. Gesloten caisson, dichte bak, figuur 5.3

### Gebruik:

Deze constructie wordt vooral gebruikt voor drijvende woningen. Het systeem van een gesloten betonnen bak bestaat meestal uit een aantal compartimenten met betonnen tussenwanden. De tussenwanden bieden stevigheid aan de constructie.

### Voordelen:

Systeem is zeer stevig en door het lage zwaartepunt stabiel.

Door de verschillende compartimenten is de kans op zinken minder groot dan bij een open caisson.

### Nadelen:

Door de zwaardere constructie heeft het systeem een grotere diepgang en is het belastbare gewicht een stuk lager.

### Verwachting met groene inrichting:

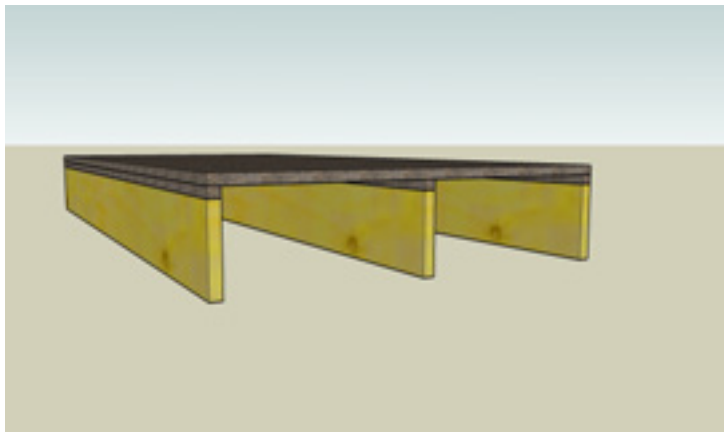
Door een enkel compartiment open te laten zou het mogelijk kunnen zijn om een boom of grote heester te planten. Ook hier moeten berekeningen uitwijzen wat de mogelijkheden zijn. Voor lage beplanting en of grassen is het de vraag of een zodanig zwaar systeem wel noodzakelijk is. Ook moet er gekeken worden of er om de boom heen ook andere beplanting aangebracht kan worden om het beton te bedekken aan de bovenzijde.

### Beoordeling van het systeem:

Dit onderdeel nemen we mee in het verslag, in combinatie met het open caisson. Er lijken mogelijkheden om bomen te planten in open delen van het caisson. Berekeningen zullen verder uitsluitsel over de geschiktheid moeten geven.



Figuur: 5.3 de gesloten betonnen bak  
Bron: <http://www.buga-2009.de>



Figuur: 5.4 doorsnede van de omgekeerde betonnen bak  
Bron: <http://www.isoproc.be>

### 3. Omgekeerde bak, figuur 5.4

Gebruik:

De omgekeerde bak is een gesloten caisson zonder ondervloer. Het systeem wordt niet veel toegepast omdat de stabiliteit minder is. Dit komt doordat het drijfvermogen wordt gegeven door de lucht onder de bak i.p.v. een betonnen plaat. Omdat lucht niet massief is en comprimeert onder druk zal het systeem meer bewegen. Het systeem is vooral geschikt voor kleine en lichte constructies, zoals drijvende wandelpaden, vlonders en steigers.

Voordelen:

Eenvoudige constructie.

Nadelen:

Minder stabiliteit dan een open of gesloten caisson, in der mate minder omdat de toegankelijkheid van het systeem nagenoeg nihil is bij belasting. Ook is het niet mogelijk om systemen als kabels en leidingen weg te werken in de constructie.

Verwachting met groene inrichting:

Nagenoeg geen verwachting voor toepassingen met groen, dit komt voornamelijk door de instabiliteit en doordat er geen doorwortelbare diepte in het systeem geconstrueerd kan worden.

Beoordeling van het systeem:

Dit systeem nemen wij niet mee in ons verslag, het biedt niet voldoende mogelijkheden om groen op toe te passen.

#### 4. De omgekeerde bak met EPS, figuur 5.5

##### Gebruik:

Dit systeem is afkomstig uit Canada waar vele drijvende woningen zijn gebouwd op deze constructie. In Nederland is dit systeem onder andere toegepast op het drijvende bezoekerscentrum IJburg. Het systeem komt overeen met de omgekeerde bak, alleen is de ruimte nu opgevuld met EPS.

Door EPS toe te passen hoeft er minder beton worden gebruikt, omdat het EPS als een ondersteuning voor het beton fungeert. Doordat er minder beton wordt gebruikt, is de constructie lichter en heeft het relatief weinig diepgang. Door het gebruik van EPS is het systeem theoretisch onzinkbaar. Bij overschrijding van het drijvend vermogen zal het systeem wel zinken. Wel is er verder onderzoek nodig naar de duurzaamheid van EPS, het is nog niet duidelijk in welke mate EPS wordt aangetast door fauna en of het materiaal verweert.

##### Voordelen:

Het systeem heeft een groot drijfvermogen en is nagenoeg onzinkbaar door de toepassing van EPS. Voor de constructie is minder beton nodig.

##### Nadelen:

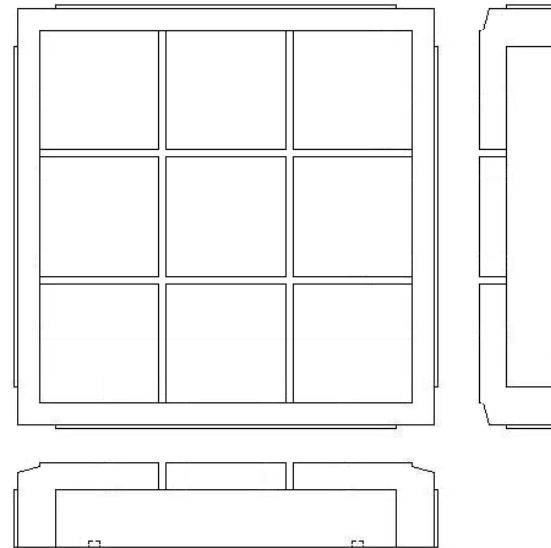
Een hoog zwaartepunt, doordat er minder beton gebruikt wordt, dan de voorgaande systemen, is dit systeem door het lagere gewicht minder stabiel. Ook is er een gebrek aan doorwortelbare diepte voor wortelgestel van bomen en planten.

##### Verwachting met groene inrichting:

Door het hoge drijfvermogen is het mogelijk een grotere belasting toe te passen. Alleen zullen berekeningen naar de stabiliteit in verder onderzoek uitwijzen of het voldoende is voor het toepassen van grote heesters en bomen.

##### Beoordeling van het systeem:

Dit systeem zullen wij meenemen in het onderzoek, omdat de techniek met EPS mogelijkheden biedt om het drijfvermogen te vergroten. Het systeem is stabiel, relatief duurzaam en er is minder materiaal nodig voor de constructie.



Figuur: 5.5 doorsnee tekening van omgekeerde bak met EPS  
Bron: <http://telescript.denayer.wenk.be>

## 5. Omgekeerde bak met EPS en Caisson, figuur 5.6

Gebruik:

Omdat bij het vorige systeem de doorwortelbare ruimte hiervoor niet voldoende diepte heeft, is dit systeem ontwikkeld waar wel ruimte is. Door een extra ruimte op of in de bak te creëren is er ruimte om koppelstukken te plaatsen om zo meerdere systemen op elkaar aan te koppelen. Ook kan er gekeken worden of een deel van de caisson gebruikt kan worden als boombunker.

Voordelen:

groter drijfvermogen dan systeem 4 door de EPS en luchtruim.

Nadelen:

Dezelfde nadelen als bij de omgekeerde bak met EPS zonder luchtruim, door de extra ruimte wordt het zwaartepunt verder verhoogd. De tussenwanden en de tussenvloer zorgen voornamelijk gewicht in de constructie.

Verwachting met groene inrichting:

Gelijke verwachtingen als bij de omgekeerde bak met EPS.

Beoordeling van het systeem:

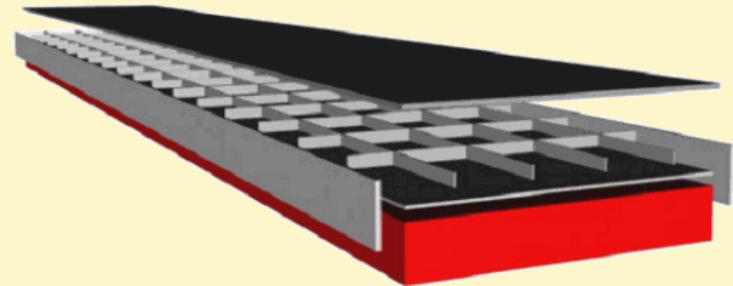
Dit systeem zal niet verder meegenomen worden. Deze keus maken wij door het hoge gewicht, en het hoog liggende zwaartepunt.

## 6. EPS met top van staalvezelbeton en stalen frame, figuur 5.7

gebruik:

De drijvende kassen in Naaldwijk is het enige bekende project waar dit is toegepast door de Dura Vermeer. Het is een EPS platform met daarop een stalen frame om de EPS blokken gelijkmatig te kunnen belasten. Hier overheen is het staalvezelbeton gestort. Staalvezel beton is beton met als wapening stukken ijzerdraad die de bekende stalen wapening vervangen.

- EPS-kern
- Tussenvloer 150 mm
- Tussenwanden 100 mm
- Dekvloer 250 mm
- Buitenwanden 200 mm



Figuur: 5.6 de omgekeerde bak met EPS en caisson  
Bron: <http://www.ecoboot.nl>

Voordelen:

Dit toegepaste type beton heeft een goede weerstand tegen stootbelasting bij aanvaringen, de kans op beschadiging is gering. Een ander voordeel is de aanleg, hier worden alle onderdelen getransporteerd naar de locatie er is sprake van een éénvoudige en snelle uitvoering. Een ander voordeel is de sterkte van het beton, het is erg sterk en licht waardoor het veel gewicht kan dragen.

Nadelen:

Het beton heeft wel het nadeel dat er bij aanleg goed op de snelle 'droogtijd' van het staalvezelbeton moet worden gelet. Mocht er door omstandigheden scheurvorming ontstaan, dan is er een grote kans dat de scheur zich doorzet tot breuk. Dit zal leiden tot sterke vermindering van het belastingvermogen en vergroot de kans op zinken. De kans op een minder resultaat is in de praktijk niet goed gebleken omdat beton stil moet liggen om optimaal te drogen. Op water is dit vrijwel niet mogelijk door de deining van het water.



Verwachting met groene inrichting:

Naast de drijvende kassen in Naaldwijk is er ons nu nog geen vergelijkbaar project bekend. Gezien deze kas gelijke vermogens kent als de kassen op de droge grond, kan het als kas in gebruik genomen worden als de laatste onderzoeken afgerond zijn

Beoordeling van het systeem:

Dit systeem nemen wij niet mee voor verder onderzoek. De praktijk heeft uitgewezen dat deze vorm van beton nog niet optimaal genoeg is om toe te passen op het water. Vanwege de geschatte zware belasting, is er wel een goede kwaliteit beton gewenst.



Figuur: 5.7 de drijvende kassen in Naaldwijk op EPS met een staalvezelbeton top  
Bron: <http://www.water-in-zicht.nl>

### 5.1.2 Drijvende systemen van staal en/of aluminium

Staal als constructiemateriaal komt veelvuldig voor op het water. Vooral in de scheepvaart wordt zeer veel metaal toegepast. Stalen constructies zijn zeer stevig en wegen relatief gezien niet veel. Dit is dus zeer geschikt voor de scheepvaart. In de scheepvaart wegen de voordelen van metaal op tegen de nadelen. Het intensieve onderhoud en de hoge kosten die daar mee gemoeid zijn wegen op tegen de bruikbaarheid, effectiviteit en bewerkbaarheid van het staal.

Vroeger werden woonboten nog veel op stalen pontons gebouwd, tegenwoordig is dat vooral op beton. Men is overgegaan op beton omdat de nadelen van staal wat wonen betreft, niet opwegen tegen de voordelen. Staal wordt tegenwoordig wel gebruikt voor tijdelijke drijflichamen, deze zijn relatief licht en makkelijk verplaatsbaar en eventueel demontabel. Aluminium wordt veel gebruikt voor de kleinere boten in de pleziervaart. Deze constructies zijn door het geringe gewicht makkelijk te manoeuvreren over het water en zijn eenvoudig uit het water te halen voor onderhoud. Een groot nadeel van het aluminium zijn de kosten van het materiaal. Aluminium is vijf keer zo duur als staal, daarom wordt het voornamelijk op kleine schaal toegepast.

### 7. EPS in aluminium frame en aluminium afdekking, figuur 5.8

Gebruik:

Aluminium dozen gevuld met EPS, verstevigd met een aluminiumframe zijn op dit moment in gebruik voor een drijvende modulaire brug bij Hedel (Brabant). De brug bevindt zich in een praktische testfase om te onderzoeken of het in de toekomst gebruikt kan worden als permanente drijvende brug. Het gebruik van een verplaatsbare en of permanente brug in deze vorm is gewenst als oplossing voor het groeiende verkeersprobleem in Nederland.

Voordelen:

Een voordeel dat dit systeem biedt in de voorlopige uitlagen is dat het goed bestand is tegen intensief gebruik. Ook de aanleg is praktisch omdat de onderdelen transportabel zijn en op locatie te koppelen zijn tot een volledige brug.

Nadelen:

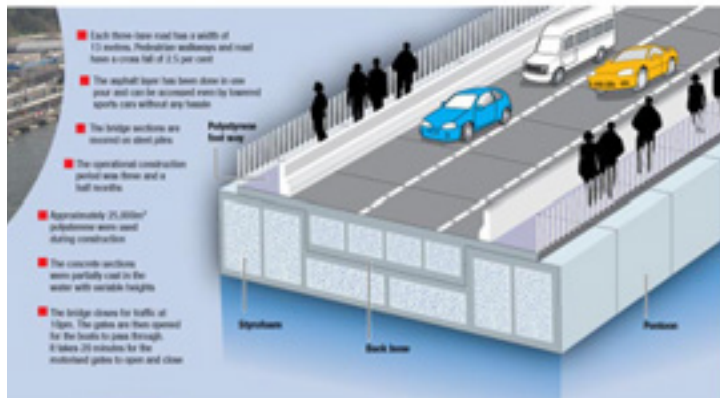
De brug vormt nu nog een obstakel voor de scheepvaart, er is al wel een optie voor een klapbrug uitgewerkt, maar nog niet uitgevoerd.

Verwachting met groene inrichting:

Het systeem is nog niet bekend met het gebruik voor een groene inrichting. Zelf verwachten wij dat er mogelijkheden zijn, vooral in het aanwezige koppelsysteem. Een dergelijk systeem achten wij praktisch voor ons onderzoek.

Beoordeling van het systeem:

Dit systeem nemen wij mee, dit is voornamelijk gericht op de verwachtingen die wij hebben voor de techniek. Wel is de keuze voor aluminium discutabel te noemen, dit drijft de kostprijs erg omhoog.

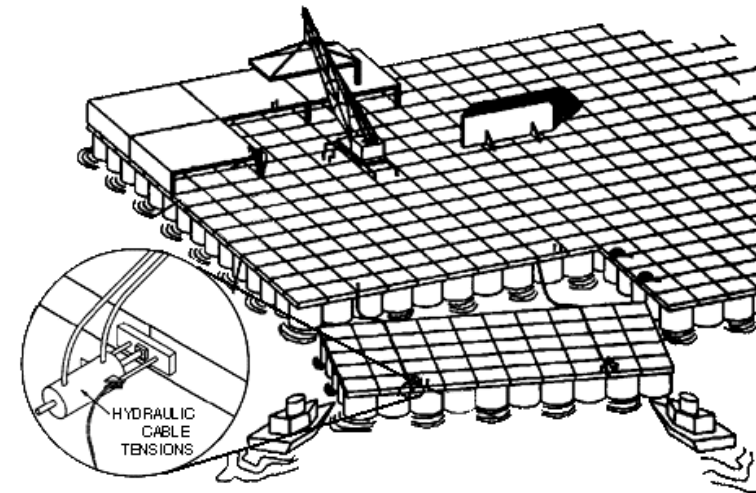


Figuur: 5.8 EPS omhuld en verstevigd met aluminium plaatwerk en frame  
Bron: <http://varghesekallada.com>

## 8. Pneumatically Stabilised Platform (PSP), figuur 5.9

Gebruik:

Dit systeem is een andere invulling van het omgekeerde bak systeem. In de open ruimte onder de bak zijn in een grit verticale stalen cilinders geplaatst. Deze cilinders zijn aan de bovenkant luchtdicht afgesloten, maar zijn wel onderling aan elkaar verbonden. Door de waterbeweging wordt de lucht die in de cilinders zit weggeperst naar andere cilinders. Doordat dit over het gehele platform verdeeld kan worden, wordt de deining opgevangen in de cilinders en blijft het platform stabiel bij deining van het water.



Figuur: 5.9 drijvende buizen met PSP  
Bron: <http://tmp2.wikia.com>

Voordelen:

Het systeem is geschikt om toe te passen voor grotere oppervlaktes, bijvoorbeeld vliegvelden op zee. Het systeem is in staat de meeste deining op te vangen.

Nadelen:

De buizen worden uitgevoerd in staal. Een ander materiaal zou beter zijn omdat staal niet duurzaam is en veel onderhoud vereist.

Verwachting met groene inrichting:

Er zit een mogelijkheid in om een zeer grote oppervlakte te beplanten als een drijvend park. Een belangrijke aspecten zijn ook de aanleg en onderhoudskosten, hier is verder onderzoek noodzakelijk voor.

Beoordeling van het systeem:

Het basisidee van deining opvangen doormiddel van lucht in cilinders, is een mogelijke optie om toe te passen bij het drijvende groen dat wij voor ogen hebben.

## 9. Drijvende buizen, figuur 5.10

Gebruik:

Bij dit systeem wordt er gebruik gemaakt van in een frame geplaatste, afgesloten, holle stalen buizen. Het systeem wordt veelal in de offshore toegepast vanwege het grote drijfvermogen. Het systeem is minder geschikt voor huizenbouw. In Nederland is dit systeem wel toegepast op een drijvende woning in Middelburg, hiervoor waren wel aanpassingen noodzakelijk.

Voordelen:

Het eigen gewicht van het systeem is gering. De stabiliteit is eenvoudig te vergroten door de buizen gedeeltelijk te vullen met beton en of breder uit elkaar te plaatsen.

Nadelen:

De algemene nadelen van staal, duur in aanschaf en duur in onderhoud. Om de stabiliteit van de buizen te vergroten kunnen deze verder uit elkaar worden geplaatst, dit is voor een modulair systeem lastig toe te passen.

De buizen kunnen buiten de modules drijven voor een optimale stabiliteit wat een koppeling zonder tussenruimte onmogelijk maakt. Ook doet dit visueel afbreuk aan de groene aankleding.

Verwachting met groene inrichting:

Dit systeem achten wij niet geschikt voor de toepassing met groen. Dit heeft te maken met de lage stabiliteit. Als de stabiliteit vergroot moet worden zijn de afmetingen van het systeem zodanig groot dat het niet geschikt is, het systeem neemt dan teveel ruimte in, en tevens is het dan niet mogelijk om de systemen tegen elkaar te plaatsen.

Beoordeling van het systeem:

Dit systeem zullen wij niet mee nemen in het verslag, wij achten dit type systeem niet geschikt in verband met de mindere duurzaamheid en de afmetingen en vorm waardoor er beperkte tot geen mogelijkheid is voor een naadloze koppeling tussen de modules.



Figuur: 5.10 drijvende stalen buizen  
Bron: <http://www.internetgemeentegids.nl>

## 10. Container pontons, figuur 5.11

Gebruik:

Dit systeem bestaat uit stalen containers die aan elkaar gekoppeld worden kunnen. De container pontons worden voornamelijk gebruikt voor tijdelijke drijvende systemen zie in figuur 5.12. Hierbij kan gedacht worden aan werkzaamheden als heien en baggerwerkzaamheden. De stalen containers worden ook in havens gebruikt als fundering voor havengebouwen.

Voordelen:

De systemen zijn zeer eenvoudig te koppelen en hebben net zoals alle stalen constructies een relatief laag gewicht. Doordat het systeem éénvoudig is te koppelen, is het ook makkelijk verplaatsbaar.

Nadelen:

De algemene nadelen van staal, duur in aanschaf en onderhoud.

Verwachting met groene inrichting:

Het systeem zou een optie kunnen zijn om toe te passen voor drijvend groen. Alleen de hoge onderhoudskosten spelen hierin een grote rol, dit zou verder onderzocht moeten worden.

Beoordeling van het systeem:

In dit onderzoek nemen we dit systeem mee, de aanschafkosten zijn redelijk hoog, niet erg duurzaam, en het systeem vereist veel onderhoud. Het systeem wordt echter wel veel gebruikt in de scheepvaart waar er wel veel onderhoud toe gepast wordt. Met veel onderhoud is het systeem dus aantrekkelijk, al zullen de berekeningen van de constructie en kosten uitwijzen naar de voortgang in het onderzoek.



Figuur: 5.11 drijvende containers zijn goed te transporteren  
<http://www.sijperdaverhuur.nl>

Figuur: 5.12 stalen containers in gebruik bij bouwwerkzaamheden  
Bron: <http://www.degraaf.nu>





### 5.1.3 Overige materialen

In deze paragraaf zijn er een aantal systemen onderzocht die door enkele eigenschappen niet onder een materiaalgroep zijn in te delen.

#### 11. Kunststof blokken, figuur 5.13

Gebruik:

Drijvende kunststof blokken zijn er in veel diverse afmetingen, kleuren, en systemen. Het grote voordeel van drijvende kunststof constructies is het lage gewicht en de lange levensduur van het kunststof. De drijvende kunststof systemen kunnen makkelijk over weg en water worden getransporteerd en worden nu al veel gebruikt bij evenementen of waterbouwkundige werkzaamheden. De meeste kunststof systemen zijn makkelijk te koppelen met andere onderdelen zoals: relingen, kikkers, fenders(stootranden) en zwemtrappen. De systemen zijn onderling te koppelen met kunststof verbindingstukken.

Voordelen:

Het lage gewicht is een groot voordeel voor het transport, het systeem is hierdoor vooral geschikt voor tijdelijke toepassingen. Door het lage gewicht is de diepgang zeer gering. De kunststof constructies hebben ook een hoog drijfvermogen.

Nadelen:

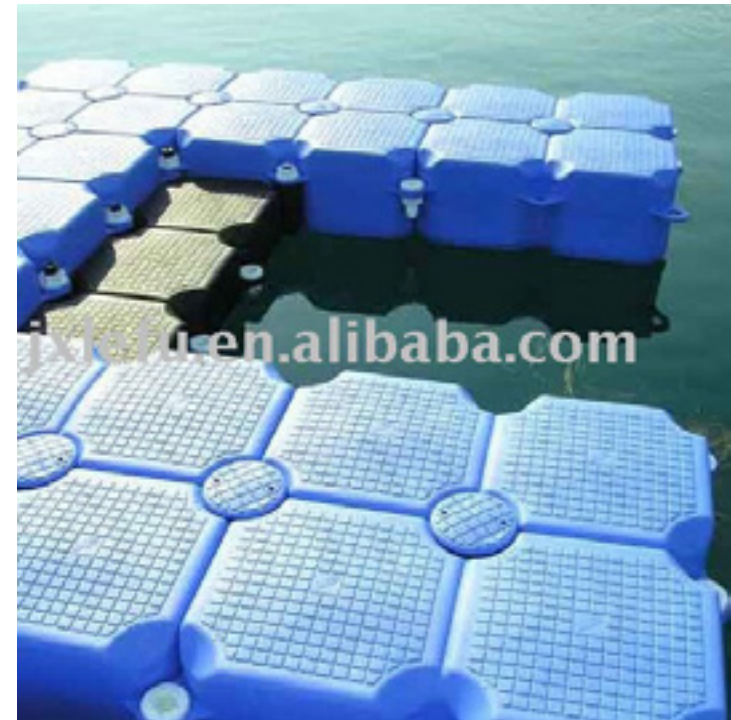
Vanwege het lage gewicht en de geringe diepgang kan een verminderde stabiliteit een probleem opleveren.

Verwachting met groene inrichting:

Wij verwachten niet dat dat de kunststofsysteem geschikt zijn om groen op toe te passen omdat er geen diepte aanwezig is waar wortels kunnen groeien. Wel zou het mogelijkheden geven voor tijdelijke verbindingen tussen verschillende systemen.

Beoordeling van het systeem:

We verwachten de kunststof systemen wel te behandelen in het onderzoek. Dit heeft naar ons idee te maken met de mogelijkheden van het systeem, het systeem niet in losse blokken gebruiken, maar als één grote kunststofbak.



Figuur: 5.13 drijvende kunststof blokken  
Bron: <http://www.alibaba.com>

## 12. Plantaardig materiaal, figuur 5.14

Gebruik:

Er bestaan verschillende systemen die opgebouwd zijn uit plantaardig materiaal zoals houten stammen, rietmatten of takkenbossen. Deze systemen worden voornamelijk gebruikt als ecologische oplossingen bij erosie van oevers. In het buitenland zijn er nog enkele drijvende gemeenschappen op plantaardige drijfconstructies.

Voordelen:

Het zijn verantwoorde systemen om te gebruiken in ecologische milieus en kunnen bijdragen op een natuurlijke wijze aan oeverbescherming.

Nadelen:

De systemen worden in het ecologische systeem opgenomen. Daarmee kennen de systemen in de loop van de jaren het probleem van het rottingsproces. Regelmatig zullen de systemen moeten worden aangevuld om in de gewenste conditie te blijven. Ook de stabiliteit laat te wensen over.

Verwachting met groene inrichting:

De systemen worden in de meeste gevallen op de locatie aangeplant. De beplanting is veelal een onderdeel van de (PNV) om zo aan te sluiten op de omgeving met een ecologisch milieu.

Beoordeling van het systeem:

Gezien dit systeem ecologische doeleinden heeft en veel intensief onderhoud vraagt voor het drijfvermogen, achten wij dit systeem niet geschikt voor verder onderzoek.



Figuur: 5.14 gevlochten wilgentenen matten worden terplaatse gerealiseerd  
Bron: <http://www.innoverenmetwater.nl>

## 13. Mat met cilinders, figuur 5.15

Gebruik:

Bij dit systeem zijn er waterdoorlatende folies die op het wateroppervlak drijven. Het systeem ontleent zijn drijfkracht aan een aantal cilinders waar het doek aan de randen overspannen is. De invulling van de cilinders kan bestaan uit verschillende materialen zoals bossen riet of wilgentenen, boomstammen, luchtvaten of ingepakt EPS. Het systeem kent een driehoekige vorm en is eenvoudig met bouten en moeren aan elkaar te koppelen. De groene invulling van het systeem is alleen mogelijk in de vorm van moerasplanten.

Voordelen:

Door het eenvoudige koppelsysteem, de invulling van moerasplanten kan daarmee een goede groene aankleding vormen op het water of aan de waterkant. Stabiliteit kent het systeem nauwelijks.

Nadelen:

Dit systeem kent door het constante contact met het water een beperkte mogelijkheid voor beplantingskeus.

Verwachting met groene inrichting:

De beplanting kan een goede aankleding bieden op het water.

Beoordeling van het systeem:

Door de beperkte beplantingsmogelijkheid sluiten wij dit systeem uit voor verder onderzoek.



Figuur: 5.15 drijvende cylinders, gekoppeld met kunststofouw  
Bron: <http://www.tributegreenfix.nl>

#### **14. Gerecyclede kunststof flessen, Floating Islands, figuur 5.16**

Gebruik:

De Floating Islands worden op het water gebruikt voor aankleding en natuurlijke filtering in de vorm van een helofytenfilter.

Voordelen:

Het materiaal bestaat uit gerecyclede kunststof flessen wat bijdraagt aan het 'Cradle to Cradle' proces. Het schuimmateriaal is simpel en eenvoudig in vorm te brengen tijdens de aanleg van de floating Islands. Door het gebruik van kleefschuim, kunnen verschillende modules aan elkaar gekoppeld worden.

Nadelen:

Door de geringe worteldiepte van de grond / substraat op het schuim hebben de wortels van de beplanting maar een beperkte ruimte. Deze dunne doorwortelbare ruimte leidt tot een kleine beplantingskeuze. Door golfslag kan er makkelijk water op de grond komen, dit kan vervolgens leiden tot een te natte bodem. Dit kan worden versterkt door overhangende wortels die water overhevelen naar de bodem.

Door het stijgen van de vochtigheidsgraad in de bodem neemt het gewicht toe, bij een overbelasting kan het systeem zinken en onder de waterlijn terechtkomen.

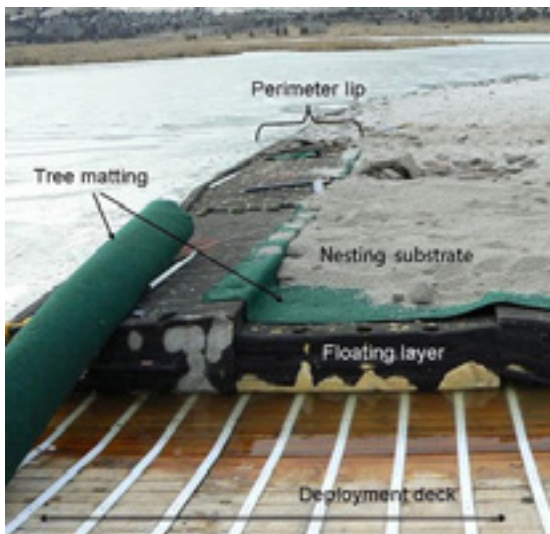
Verwachting met groene inrichting:

De beplantingskeuze zal bestaan uit beplanting moet rekening worden gehouden met beperkte wortelruimte en een combinatie van planten die zich op zowel een droge en vochtige ondergrond kunnen ontwikkelen.

Beoordeling van het systeem:

Door de vochtige omstandigheid is er een beperkte keuze van beplanting. Ook de dunne bodemlaag verkleint de keuze voor de beplanting. Daarom kiezen we ervoor dit systeem niet verder mee te nemen in het onderzoek.





Figuur: 5.16 drijvende kunststof maten van oude plastic flessen, in lagen geproduceerd en gelijmd  
Bron: <http://gsdmaterialscollectie.blogspot.com>

## 15. EPS in netten en folie, figuur 5.17

Gebruik:

Het systeem van drijvende (samengestelde) EPS blokken wordt voornamelijk voor tuinen gebruikt. De blokken worden doormiddel van netten bij elkaar gehouden, en worden afgedekt met folie om het vocht vast te houden in de bodem en om te voorkomen dat wortels tussen de blokken door gaan groeien. Als de wortels in de naden van de blokken gaan groeien, bestaat er een grote kans dat de blokken beschadigen door de worteldruk wat niet bevorderlijk is voor het systeem. Wel kan het snel en éénvoudig gerepareerd worden, als het alleen nodig is om het beschadigde blok te vervangen.

Voordelen:

Het systeem heeft als voordeel dat het een grote drijfkracht heeft door de kleine dichtheid van de EPS. De aanleg van de blokken is eenvoudig door de overspanning van de netten en de folie. Omdat de experimenten die nog lopen, blijkt de verwachte levensduur is nu al groot. De verwachte

duurzaamheid is dus positief.

Nadelen:

Omdat de blokken een plat vlak vormen en nog geen bakvorm kennen, is er bij dit systeem weer het probleem van een ondiepe bodem. Ook de breekbaarheid van het materiaal is niet gunstig. Als er een botsing zou plaatsvinden, dan breken de blokken snel. Als dit in een drijvende wijk zou gebeuren met drijvende huizen, zullen de gevolgen voor het plantvak niet zijn te overzien.

Verwachting met groene inrichting:

Net als het systeem floating Islands heeft dit systeem de beperking van een ondiepe doorwortelbare ruimte.

Beoordeling van het systeem:

Door de ondiepe doorwortelbaarheid en gevolgen van eventuele aanvaringen met huizen, wegen en of vaartuigen, nemen wij dit systeem niet mee in het onderzoek, er zijn grote risico's en beperkte beplantingsmogelijkheden.



Figuur: 5.17 EPS blokken overspannen met netten die ook als koppeling dienen  
Bron: <http://blijvendrijven.blogspot.com>



## 5.2 Overzicht systemen en toelichting.

De analyse van de bestaande systemen is overzichtelijk opgesteld in een tabel. In de vorige paragraaf is niet elk onderdeel van de tabel 5.19 behandeld. In de omschrijving zijn de systemen beschreven met voornamelijk hun eigen opvallende kenmerken. Om overzicht te krijgen zijn er extra aanvullingen in de tabel geplaatst om de meeste informatie overzichtelijk in beeld te brengen. De onderwerpen uit de tabel worden hieronder toegelicht.

### *-Systeem principe*

Bij het systeem principe hebben wij gekeken naar de opbouw van het systeem. aspecten die hebben wij bekeken zijn, uitbreidingsmogelijkheden, het plaatsen van koppelsystemen en de mogelijkheden voor het plaatsen van wanden. Deze wanden achten wij nu nog wenselijk om de doorwortelbare diepte te vergroten. Een ander aspect is de stijfheid van het systeem. Het is wenselijk dat het systeem vasthoudt aan zijn vorm en minimaal werkt op de deining van het water. Dit met het oog op boomwortels, die zouden kunnen beschadigen wanneer er teveel beweging plaatsvindt in het systeem.

### *-Drijfvermogen*

Voor het drijfvermogen hebben wij gekeken naar verschillende afbeeldingen en tekeningen per systeem. Aan deze afbeeldingen hebben wij afgelezen wat de belasting was en hoe het systeem reageerde. De systemen waarvan wij geen informatie hebben kunnen vinden over het drijfvermogen, hebben wij beoordeeld. Dit hebben wij gedaan doormiddel van het bekijken en inschatten van afbeeldingen en tekeningen. Dit drijfvermogen heeft weinig onderbouwing, maar gezien de zeer grote verschillen hebben wij voor deze eerste eenvoudige selectieronde voldoende inschatting kunnen maken om waardes toe te kennen.

### *-Stabiliteit*

In het rapport van de TU Delft 'De drijvende Fundering, Maarten Kuijper uit 10-2006, hebben wij ook gekeken naar de gegevens over de stabiliteit. Gezien stabiliteit in de algemene informatie voorziening van de systemen vaak wordt behandeld hebben wij daar geprobeerd de systemen te beoordelen. Voor systemen waarvan geen informatie beschikbaar is, hebben wij net als bij het drijfvermogen, geprobeerd in te schatten doormiddel van afbeeldingen en tekeningen wat de stabiliteit is.

### *- Duurzaam*

Duurzaam en duurzaamheid kunnen op diverse manieren opgevat worden. De duurzaamheid waar in het onderzoek over gesproken wordt heeft vooral betrekking op de levensduur van de materialen. Veel materialen zijn van zich zelf uit niet duurzaam. De meeste materialen worden duurzaam gemaakt door het toevoegen van betere/andere grondstoffen, onderdelen of materialen aan het basismateriaal. Zo kan er bij de stalen constructie gedacht worden aan het verduurzamen door middel van een coating. Door het toepassen van coatings op staal is de levensduur van stalen constructies zeer te verlengen. Niet alleen staal kan worden verduurzaamd, zo is het ook bij beton mogelijk om extra toevoegingen te doen zodat het beton bijvoorbeeld water afstotend wordt. Zo is er voor elk materiaal wel een oplossing om de duurzaamheid te vergroten. De andere kant van duurzaam en duurzaamheid is de manier waarop of waarvan materialen gehaald worden. Gerecyclede producten zijn over het algemeen duurzaam, er wordt een nieuw product van een bestaand iets gemaakt. Hiervoor hoeven dus weinig tot geen uitputtende bronnen voor gebruikt worden, dit noemt met dus ook duurzaam. Met deze vorm van duurzaamheid hebben we in het onderzoek geen rekening gehouden, het onderzoek gaat immers om de haalbaarheid van het drijvende groen.

*-Bestand tegen aanvaring*

Het grootste risico voor drijvend groen zijn aanvaringen. Dit is mogelijk op verschillende manieren, door boten of tijdens het verplaatsten van huizen en / of wegen.

Door te kijken naar de gevolgen van een aanvaring hebben wij beoordeeld of de systemen bestand zijn tegen een aanvaring en de eventuele gevolgen bekeken.

Als er een aanvaring is geweest en wij de beoordeling hebben gegeven over de bestendigheid en gevolgen daarvan, na het onderzoeken van de gevolgen van een aanvaring hebben wij bekeken of het systeem zou blijven drijven.

*- Beoordelingen en de voortgang*

De systemen hebben wij beoordeeld door de gegeven waarden op te tellen. De kolommen zijn in volgorde opgesteld van zwaar- naar lichtwegend omdat de kolommen geen gelijke waarde kennen. Door de gegeven waardes op te tellen, zijn wij tot de eindbeoordeling gekomen.

Vervolgens hebben wij besloten alleen de goed beoordeelde systemen mee te nemen in het rapport voor verder onderzoek.

nummer systeem	systeem omschrijving	systeem principe	geschat drijfvermogen	stabiliteit	duurzaamheid onbehandeld materiaal	
1	open caisson	goed	goed	goed	goed	
2	gesloten caisson	voldoende / goed	goed	goed	goed	
3	omgekeerde open caisson	voldoende / goed	voldoende	voldoende	goed	
4	omgekeerde open caisson gevuld met EPS	voldoende / goed	goed	voldoende	goed	**
5	omgekeerde open caisson gevuld met EPS en bovenliggend luchtruim	voldoende	goed	slecht	goed	**
6	EPS met dek van staalvezelbeton	voldoende	voldoende	goed	voldoende	
7	Aluminiumruim met frame gevuld met EPS	goed	goed	voldoende	goed	***
8	PSP verticale cilindersysteem	goed	goed	voldoende	slecht	*
9	drijvende stalen buizen	verschillend	goed	voldoende	slecht	
10	stalen container ponton	goed	goed	verschillend	slecht	****
11	holle kunststof blokken	goed	goed	verschillend	goed	****
12	plantaardig materialen	slecht	slecht	slecht m.u.v. rietdek	goed	
13	cilinders met folie	voldoende	slecht	slecht	goed	
14	Floating Islands	slecht	voldoende	slecht	goed	
15	EPS in netten met dek van Folie	voldoende	goed	afhankelijk van opp.	goed	****

nummer systeem	bestand tegen aanvaring	waarschijnlijke gevolgen na kleine aanvaring met plezierjacht	eind beoordeling	meenemen ja / nee
1	open goed	het systeem blijft drijven door sterk beton, het zal minimaal beschadigen		ja
2	gesloten goed	het systeem blijft drijven door sterk beton, het zal minimaal beschadigen		ja
3	goed	het systeem blijft drijven door sterk beton, het zal minimaal beschadigen		nee
4	goed	het systeem blijft drijven door sterk beton, het zal minimaal beschadigen		ja
5	goed	het systeem blijft drijven door sterk beton, het zal minimaal beschadigen		nee
6	EPS voldoende	het systeem blijft drijven door erg sterk beton, het zal minimaal beschadigen		nee
7	goed	het systeem blijft drijven omdat lekkage geen groot gevolg heeft door aanwezige EPS,		ja
8	PSP goed	Het systeem zal blijven drijven bij een enkele lekke buis, bij meer zal de zink kans toenemen		nee
9	drijvend slecht	Het systeem zal blijven drijven als de buizen niet lek raken, bij lekkage is er grote kans op zinker		nee
10	stalen slecht	Het systeem kan blijven drijven als het ponton voorzien is van kamers en maar een enkele lek raakt, zonder kamers zal het systeem zinken		ja
11	holle goed	Bij een enkel lek blok blijft het systeem drijven, de zink kans is daardoor klein		ja
12	goed	het systeem zal blijven drijven met beschadiging, de zink kans is klein		nee
13	cilinders voldoende	het systeem is flexibel en de kans op zinken blijft daardoor klein		nee
14	Floating goed	Door het materiaal gebruik van het systeem, is het bijna onzinkbaar		nee
15	EPS goed	Er zullen snel blokken breken, maar het zal wel blijven drijven door de omhulde netter		ja

- \* afhankelijk van positie van buizen
- \*\* fauna beschadigingen
- \*\*\* oxidatie aluminium
- \*\*\*\* systeem principe is goed na aanpassing

Tabel: 5.19

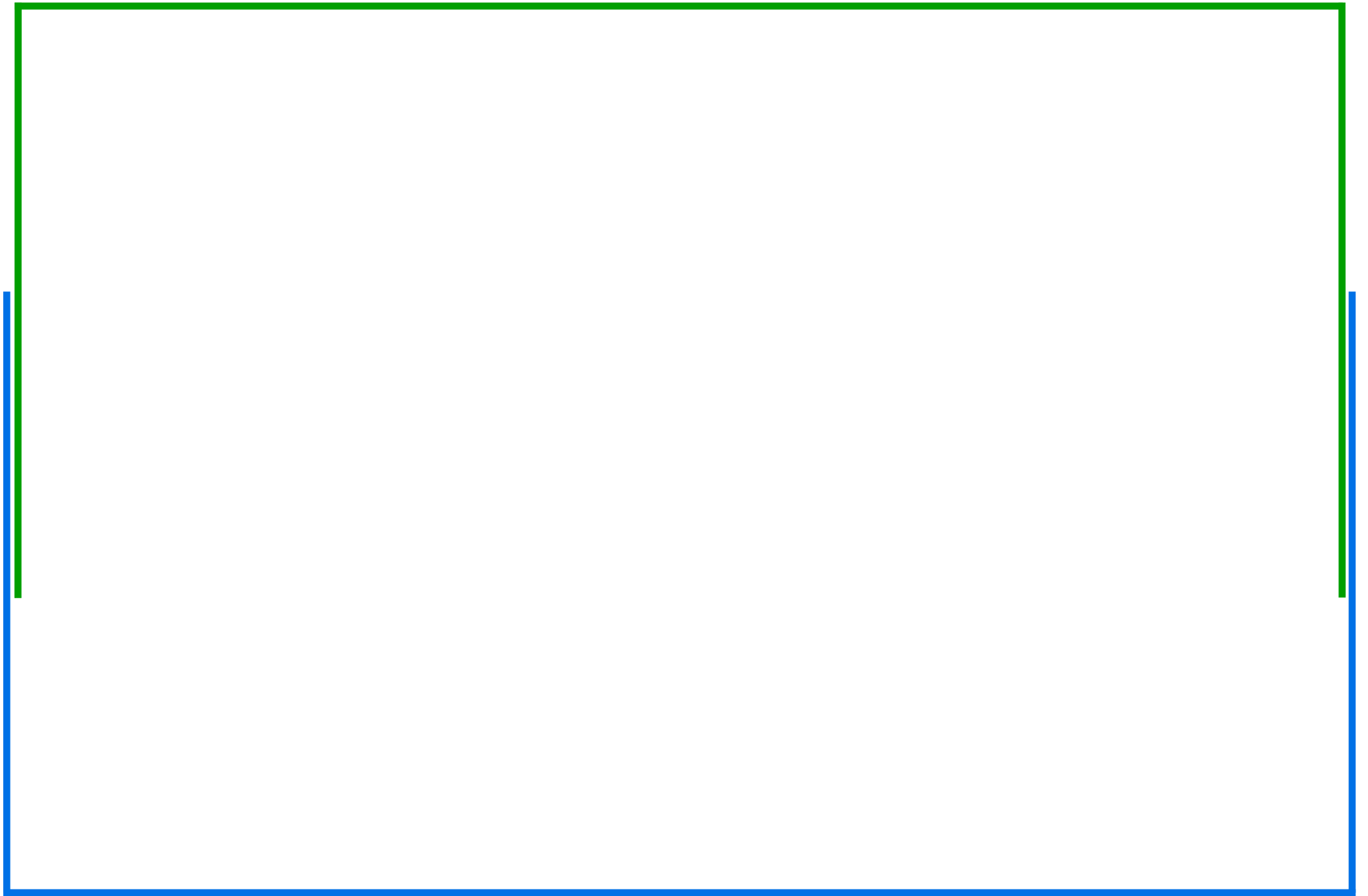
### **5.3 Conclusie**

In het overzicht is een duidelijke keuze te zien voor de systemen. Hieruit komt duidelijk naar voren dat de natuurlijke/ecologische systemen ongeschikt zijn voor het drijvende groen dat wij voor ogen hebben. Vooral de stabiliteit en levensduur zijn beperkende factoren. Het groen dat wij voor ogen hebben moet ook bestaan uit bomen, hiervoor is een systeem nodig dat duurzaam is in verband met de levensduur van een boom. De natuurlijke oplossingen en daarbij gebruikte materialen vallen hierdoor meteen af. Wat overblijft zijn voornamelijk betonnen en stalen constructies. Deze constructies hebben over het algemeen een lange levensduur. Hierdoor is het ook voor bomen mogelijk zich te ontwikkelen. De toepassing van staal op water is twijfelachtig omdat het veel onderhoud nodig heeft en het relatief duur is.

Voor de ontwikkeling van het drijvende groen zijn de technieken waarin staal gebruikt wordt wel interessant te noemen en zal er in de volgende hoofdstukken onderzocht worden welke toepassingen of principes gebruikt kunnen worden.

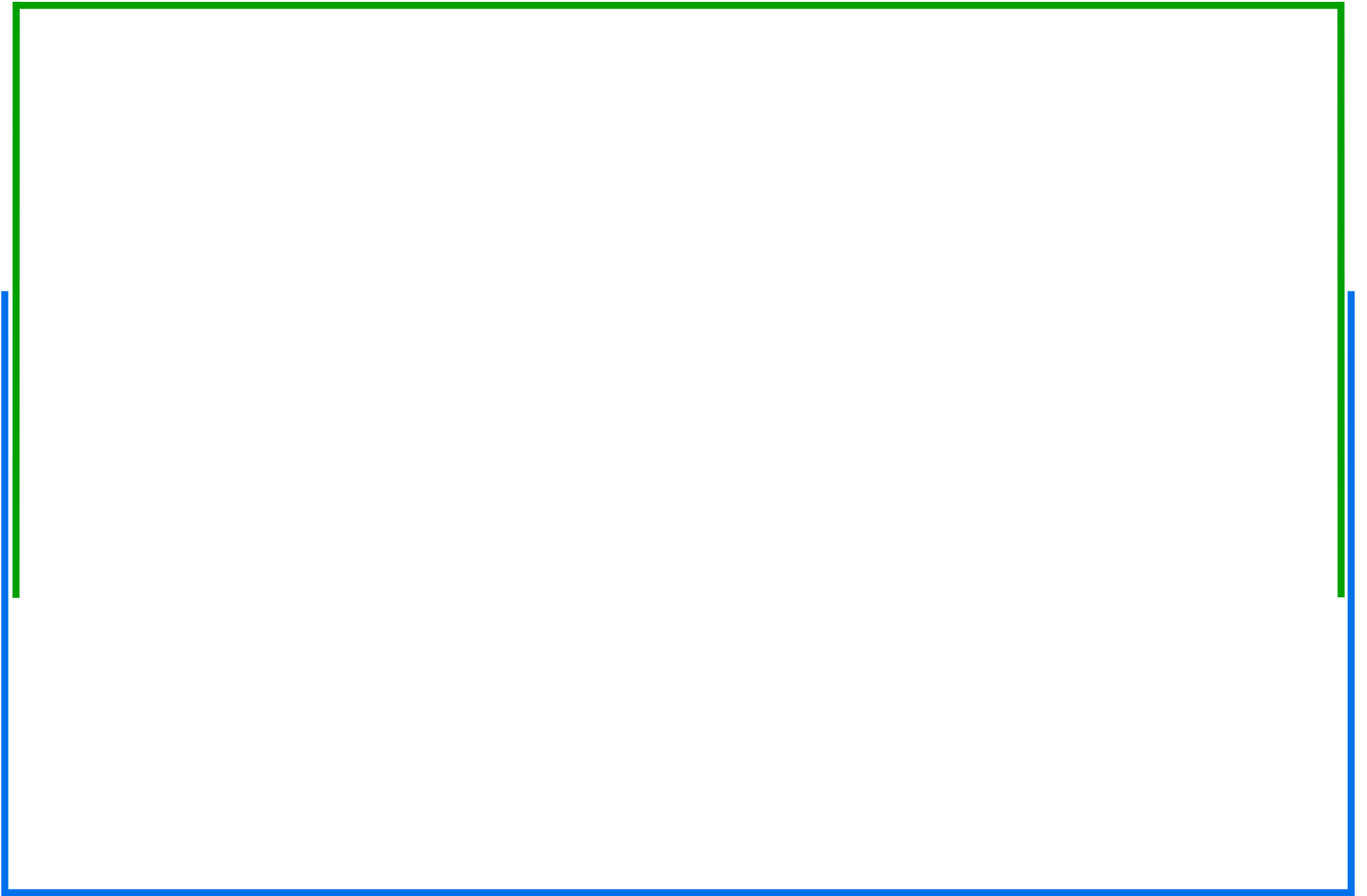
De voortgang van de systemen in het verslag is per analyse beschreven, en is tevens te vinden in tabel 5.19 deel 1 en 2. Verdere selectie zal in hoofdstuk 7 plaatsvinden. In hoofdstuk 8 zullen wij één gekozen systeem verder in detail onderzoeken.





## 6. Randvoorwaarden

In dit hoofdstuk wordt onderzoek gedaan naar randvoorwaarden voor het systeem, en de invulling.



## 6. Randvoorwaarden

De drijvende constructies moeten voor het totaalbeeld van een groene openbare ruimte worden gevuld en aankleding krijgen. De invulling en aankleding zijn opgebouwd uit verschillende onderdelen als onder andere een bodem, groen, verharding en meubilair. Al deze groepen zijn ook weer opgebouwd uit materialen. Deze materialen worden in dit hoofdstuk beschreven. In deze beschrijving komen de eigenschappen van de materialen naar voren waarmee wij randvoorwaarden (RVW) kunnen gaan opstellen voor het uiteindelijke technisch ontwerp van het drijvend groensysteem. Veel van de onderdelen zijn omschreven in de bepalingen van de RAW systemathiek uit 2005.

### 6.1 Randvoorwaarden door planologie

Bij de inrichting van het groen in de openbare ruimte moet er volgens de wetgeving worden voldaan aan het bestemmingsplan en daarnaast ook aan de eisen en / of voorwaarden uit de plaatselijke verordening. Bij de inrichting van het drijvend groen moet er daarom gekeken worden naar de planologie. Hieruit kan worden afgeleid hoe de bakken ingericht mogen / moeten worden. Bij de detaillering van het plan kan de visie van de buitenruimte sturing geven aan specifieke kenmerken zoals de kroonvorm of bloemkleur.

Wat onder andere in het bestemmingsplan naar voren kan komen is het gewenste eindbeeld van het groen. Het eindbeeld kan eisen stellen aan beplantingstypen als bomen, heesters en gras. In het bestemmingsplan is tevens beschreven wat de functie van het groen wordt. Functies die voornamelijk gebruikt worden op 'het droge groen' kunnen worden ingevuld met gebruiksgroen waar grasvelden voor recreatieve doeleinden gebruikt kunnen worden. Kijkgroen dat het groene beeld bepaald of groen in / op een geluidswal die geluidsoverlast moet beperken.

De invulling per beplantingstype en locatie verschillen, in figuur 6.1 zijn deze nog niet bekend.

binnen de bebouwde kom wordt het gebruik van cultureel groen veel toegepast. Dit wordt gedaan omdat cultureel groen een hogere waardering kent door meer kleur, geur en/of structuur. De beplanting die onder de culturele soorten vallen kunnen zowel inheems als uitheems zijn. In het buitengebied wordt juist meer inheems groen toegepast om zoveel mogelijk aansluiting te maken met het omliggende landschap.

**RVW 1.0: Voor invulling van het groen op de drijvende constructie moet er worden voldaan aan de plaatselijke planologische voorwaarden. Dit is in ons onderzoek niet toetsbaar omdat er geen aangewezen lokatie van toepassing is.**



Figuur: 6.1 steigereiland in Amsterdam, waar mag het groen komen te liggen?  
Bron: <http://www10.aeccafe.com>



## 6.2 Randvoorwaarden door groen

Alle beplantingen kennen hun eigen wensen en eisen voor een optimale groei en bloei. In de volgende sub-paragrafen zullen wij de onderwerpen per stuk toelichten en randvoorwaarden stellen.

### 6.2.1 Bodem

Alle beplantingstypen hebben een ondergrond nodig om in te kunnen wortelen. Helaas moet alle beplanting de ondergrond delen en moet er worden gezocht naar een bodem die voor alle soorten voldoende mogelijkheden biedt.

De drijvende bakken kunnen gevuld worden met soorten zoals bodems, granulaten, zie figuur 6.2 en gronden, figuur 6.3.

Granulaten zijn in veel verschillende typen beschikbaar, met elk hun eigen opbouw en eigenschappen. Voor dit onderzoek gaan wij daarom uit van het meest gebruikte granulaat, namelijk boomgranulaat. Boomgranulaat bestaat voornamelijk uit een steenachtig materiaal als puimsteen of lava in de fractie 0 tot 40 mm. Dit steenachtige materiaal wordt vermengd met organische stof en gronddelen. Aan de organische stof kunnen zich voedingsstoffen binden, zo kan er een goede leefomgeving geboden voor het bodemleven. In het steenachtige materiaal en de organische stof kan water worden opgeslagen. Dit water wordt vervolgens langzaam afgegeven aan de wortels van de beplanting.

Teelaarde is van de gronden de meest gebruikte bodemsoort in het groen. Deze aarde bevat net als boomgranulaat, organische stof, maar bestaat voornamelijk uit zanddelen. Het water kan zich voor de beplanting tijdelijk binden aan de zandkorrels in de aarde.

De bodems hebben elk hun eigen gewicht en samenstelling. De exacte samenstelling van de bodems kunnen bij de leverancier worden opgevraagd.

**RVW 2.0: Bij het opstellen van een beplantingsplan moet er rekening worden gehouden met de specifieke bodemeisen van de beplanting.**



Figuur: 6.2 toepassing van boomgranulaat  
Bron: <http://www.boomzorg.nl>

Figuur: 6.3 vruchtbare teelaarde  
Bron: <http://www.entreeing.com>



### 6.2.2 Bodemleven

Het bodemleven bestaat uit veel soorten organismen. Dit zijn organismen zoals bacteriën, schimmels, eencelligen, aaltjes, aardwormen, mijten, springstaarten en ongewervelden zoals slakken en duizendpoten.

Als er een goede bodemkwaliteit is, kunnen de aantallen organismen groeien tot miljarden, wat vervolgens de kwaliteit van de bodem op peil kan houden.

De organismen zijn zeer essentieel in de bodem. Zij zorgen dat voedingsstoffen en materialen worden vermengd in de bodem en binden deze aan de organische stoffen. Ook zorgen zij mede door hun verplaatsing in de bodem voor een betere bodemstructuur. Door hun verplaatsing kunnen er holtes ontstaan voor lucht, dat essentieel is voor wortels. Elk organisme is verantwoordelijk voor één of meer processen. De aanwezige aantallen organismen zijn afleesbaar aan het kwaliteitslabel van de bodem, figuur 6.4.

De kwaliteit is vastgesteld en omschreven in het document 'Kwaliteitseisen Boombeheer Beheerrichtlijnen versie 2007.

### RVW 3.0: De toegepaste bodem moet voldoen aan de KBB- kwaliteitseis.

Soort	Aantal (per m <sup>2</sup> )	Biomassa (gram/m <sup>2</sup> )
Bacteriën	3 x 10 <sup>11</sup>	300
Schimmels	niet te bepalen	400
Eencellige dieren	5 x 10 <sup>8</sup>	38
Aaltjes	10 <sup>7</sup>	12
Aardwormen e.d.	10 <sup>5</sup>	132
Mijten	2 x 10 <sup>1</sup>	3
Springstaarten	5 x 10 <sup>4</sup>	5
Overige ongewervelden*	2 x 10 <sup>1</sup>	36

\* slakken, duizendpoten, pissebedden, spinnen, kevers, vliegenlarven en dergelijke

Figuur: 6.4 aantallen van organismen in de bodem in optimale situatie  
Bron: stadsbodem vademecum deel 2 groeiplaatsaspecten, eerste druk aug 2006

### 6.2.3 Mineralen

Planten hebben net als alle levende wezens verschillende mineralen nodig om te kunnen leven. De mineralen zorgen voor de bouw van verschillende weefsels in planten en hebben functies voor de groei en ontwikkeling. Een voorbeeld is stikstof, dat merendeels dient als voeding voor het fotosynthese proces. Om tot een ideale groeiomstandigheid te komen stelt elk soort beplanting zijn eigen voorkeuren aan de verhouding van de mineralen. Een boom gebruikt de meeste mineralen en heeft een globaal verhoudingsschema voor de evenwichtigheid van de hoeveelheid mineralen. Deze vormen daarmee het uitgangspunt voor de beste mineralen verhouding in de toe te passen bodem. De verhoudingen zijn te zien op afbeelding 6.5.

### RVW 4.0: De verhouding van de mineralen moet voldoen aan de optimaal gewenste verhouding van de gemiddelde boom.

Type element	Naam	Symbool	Relatief gewichtsgehalte (stikstof=100)
macro-elementen	stikstof	N	100
	kalium	K	75
	calcium	Ca	25-150
	magnesium	Mg	15
	fosfor	P	12,5
	zwavel	S	10
micro-elementen	ijzer	Fe	0,5
	mangaan	Mn	0,1-25
	borium	B	0,2
	zink	Zn	0,2
	koper	Cu	0,125
	molybdeen	Mo	0,005

Tabel 5.1: Globale hoeveelheden van voedingselementen in een gezonde boom (naar: Kramer en Kozlowski, 1979).

Figuur: 6.5 overzicht van optimale mineralen verhouding in de bodem  
Bron: stadsbodem vademecum deel 2 groeiplaatsaspecten, eerste druk aug 2006

#### 6.2.4 Waterbehoefte beplanting

Beplanting is net als de mens voor een groot deel opgebouwd uit vocht. Planten en bomen kunnen voor 80% tot ruim 90% uit vocht bestaan. Het vocht zorgt voor processen en het transport van alle stoffen in de beplanting. In de natuur voorziet de neerslag in de vochtbehoefte van de beplanting. Dit nemen de planten op verschillende dieptes uit de bodem op, bij bomen kan dit erg diep zijn zoals de verhoudingen kroon / wortelvolumen in figuur 6.6 laat zien.

In het systeem dat wij voor ogen hebben zullen de planten hun waterbehoefte ook moeten halen uit de neerslag. De meeste beplantingstypen hebben behoefte aan 17% vocht in de bodem. Bron: stadsbodem vademecum deel 2 groeiplaatsaspecten, eerste druk aug 2006, figuur 6.7

Als het regent, zal de neerslag in de bodem infiltreren en zal dit worden opgenomen tot de bodem verzadigd is.

Overtollig water wordt op land afgevoerd naar en door het grondwater. Wanneer er te weinig neerslag gevallen is, kan het grondwater de bodem van onderaf weer voorzien van vocht. Omdat in het systeem dit proces niet mogelijk is, zal er gekeken moeten worden naar oplossingen voor de waterbehoefte, in zowel droge, als natte perioden.



Figuur: 6.6 een voorbeeld van een natuurlijke wortelgroei  
Bron: www.dreamstime.com

**RVW 5.0: Er moet aan de waterbehoefte van 17% voldaan worden.**

**RVW 5.1: Voorkomen van verzadiging van water in de bodem.**

Grondsoort	Hoeveelheid beschikbaar vocht in liters/m <sup>3</sup> grond
straat-zand (humusloos, matig fijn)	70
humusarm duinzand	80
grondmengsel (matig fijn zand + 2% organische stof)	100
zeer zware klei	110
matig zware klei	130
humusarm dekzand (leemarm)	150
grondmengsel (matig fijn zand + 5% organische stof)	150
lichte klei	160
matig humeus dekzand (leemarm)	160
zware zavel	190
grondmengsel (matig fijn zand + 8% organische stof)	200
lichte zavel	210
matig humeus dekzand (sterk lemig)	230
löss	260
zeer humeus dekzand (sterk lemig)	270
veen (20% organische stof)	330
vervaard veen (60% organische stof)	400

Tabel 3.6: Voorbeelden van beschikbaar vocht per grondsoort.

Figuur: 6.7 voorbeelden van beschikbaar vocht per grondsoort  
Bron: stadsbodem vademecum deel 2 groeiplaatsaspecten, eerste druk aug 2006

### 6.2.5 Lucht

Zoals beschreven bij het bodemleven zijn organismen zeer belangrijk voor de luchthuishouding. Lucht is belangrijk voor alle beplanting voor het opnemen van zuurstof en het verwerken van voedingsstoffen. Het bovengrondse deel heeft geen problemen met de luchthuishouding maar de ondergrondse luchthuishouding kent daar en tegen wel risico's. Wanneer er te weinig lucht aanwezig is, kan er geen lucht worden opgenomen door de wortels, voor de processen zoals het omzetten van voeding en de groei. Als de beplanting ondergronds niet meer kan ademen, dus groeien, is er een grote kans dat dit doorzet naar het bovengrondse deel van de boom. Dit kan uiteindelijk leiden tot schade en of sterfte. In het boek (stadsbomen vademecum deel 2 groeiplaats omstandigheden), is beschreven hoe het luchtpercentage van bodems is en behouden kan blijven.

**RVW 6.0: Met de luchthuishouding moet worden gestreefd naar het meest optimale percentage van lucht in de bodem voor de aanwezige beplanting.**

### 6.2.6 Wortelvolumen

Planten hebben vaak een groter wortelgestel dan de meeste mensen denken. Voor het gemiddelde volume van het wortelgestel moet het bovengrondse volume met 30% worden vergroot. Gezien bomen de grootst verwachte vorm van beplanting zal worden, moet het volume voor deze bomen meegenomen worden om het universele volume van het systeem vast te stellen. Dit is te berekenen door de kroonprojectie (de oppervlakte onder de boom die de bodem bedekt) te vermenigvuldigen met de factor 0.75 (bron stadsbomen vademecum deel 2, groeiplaatsaspecten).

**RVW 7.0: Voor het vaststellen van de maat van de drijvende constructie moet er rekening worden gehouden met de formaateisen van de gewenste beplanting.**

### 6.2.7 Worteldiepte

In grove lijnen komt ook de vorm van de kroon of plant overeen met de vorm van de kluit. Dit is van toepassing op planten in de natuur die ongestoord hebben kunnen groeien. Zo kunnen grote bomen een diepe kluit hebben.

In het verwachte systeem is het voor grote heesters en bomen niet haalbaar om deze natuurlijke diepte te evenaren. Omdat er al veel bekend is door onderzoek en verwante testen, over de worteldiepte van bomen in benauwde situaties, is gebleken dat bomen een minimale diepte nodig hebben van 0.75 meter. Bomen vragen de grootste worteldiepte t.o.v. andere beplantingstypen, en zijn daarom bepalend voor de diepte van het systeem. In figuur 6.8 is de worteldiepte kleiner gemaakt voor verhuizing.

**RVW 8.0: De minimale diepte voor de binnenzijde van het systeem wordt bepaald door de behoefte aan worteldiepte van het grootste beplantingstype. Voor bomen van de eerste orde is dit 0.75 meter. Voor bomen van de tweede orde is dit 0.60 meter**



Figuur: 6.8 grote bomen kunnen ook volstaan met een ondiepe kluit t.o.v. de kroonhoogte  
Bron: <http://overheid.vanhelvoirt-groenprojecten.nl>



#### *6.2.8 Winterhardheid*

Een belangrijk aspect voor de invulling van het groen is de vorstbestendigheid. Als de temperatuur onder de nul graden Celsius zakt, kunnen veel soorten het niet overleven. Andere soorten die wel bestand zijn tegen temperaturen onder het vriespunt kunnen dit wel overleven. Gezien al het groen boven het maaiveld groeit, omdat het systeem met een bepaalde hoogte boven het water uit zal steken, is de beplanting vatbaarder voor vorst. Dit wordt ook versterkt door de locatie op het water, dit zijn over het algemeen open gebieden. Drijvende woonwijken bevinden zich in een open landschap waar meer wind zal staan. De gevolgen van bevroering zijn eerder beschreven in hoofdstuk 4.

**RVW 9.0: Van de toe te passen beplanting moet de winterhardheid van voldoende niveau zijn om uitvallen van de beplanting te voorkomen.**

#### *6.2.9 Verankering bomen*

Na het planten hebben de wortels van planten zich nog niet ver genoeg ontwikkeld om de plant houvast te geven in de bodem. Voornamelijk bomen hebben de eerste jaren last van instabiliteit. Om dit de eerste jaren te verhelpen kunnen de bomen worden verankerd in de bodem. Hiervoor zijn vele verschillende manieren ontwikkeld, welke moet toe gepast worden afhankelijk van verschillende factoren.

**RVW 10.0: Bij het toepassen van bomen in de beplanting moet er worden gelet op de noodzaak en wijze van verankering.**

### **6.3 Randvoorwaarden door grijs**

De openbare ruimte wordt niet alleen door groen ingevuld. Een andere grote groep is grijs, ook wel dode materialen genoemd. Deze materialen worden voornamelijk toegepast voor de uitbereiding van gewenste functies.

#### *6.3.1 Verharding*

De verharding is, zoals in de inleiding van deze paragraaf beschreven, een onderdeel van vergroting van de gebruiksfunctie. Verharding zorgt voor een goed begaanbare ondergrond in de buitenruimte, bepalend voor de toegankelijkheid van de betreffende doelen. Afhankelijk van de functie van de bestemming kan de verharding vorm krijgen en ingericht worden met als uitgangspunt de zwaarst verwachte belasting. Op het droge land, wordt bij de meeste projecten verwezen naar de normen van het Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond- Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek (CROW). Deze standaard stellen wij ook van toepassing op de verhardingen op drijvende constructie. De normen zijn te vinden in de RAW bepalingen 2005.

**RVW 11.0: Verharding moet voldoen aan de RAW bepalingen 2005 gestelde normen.**

#### *6.3.2 Meubilair*

In het openbare groen kan ook de functie recreatie toegepast worden. Dit kan onder andere door verschillende objecten te plaatsen. Wanneer (picknick-) banken geplaatst worden, kunnen mensen in de groene ruimte hun rust plek vinden. Ook andere voorzieningen als afvalbakken of objecten die een relatie hebben met waterrecreatie. Het kan uiteindelijk een waardevolle toevoeging zijn van de belevenis en gebruik van de groene ruimte.

**RVW 12.0: Bij het plaatsen van meubilair in de drijvende openbare ruimte, moeten deze goed aansluiten op de buitenruimte.**

### 6.3.3 Speeltoestellen

Wanneer in een drijvende woonwijk het aantal kinderen toeneemt, stijgt daarmee ook de vraag naar speelgelegenheden in de buitenruimte. Gelukkig niet zo erg als in figuur 6.9 In een drijvende woonwijk is het eenvoudig om een speelgelegenheid toe te passen op een plaats van een groen bak. Dit willen wij mogelijk maken om zo te kunnen voldoen aan de behoefte van de burgers en deze tevreden te stellen. Wanneer de gemiddelde leeftijd van de jeugd stijgt verandert daarmee ook de behoefte aan een anders ingerichte ' speelbak', Een Jop kan hiervoor in de plaats komen. Wanneer er geen belangstelling meer is in de wijk, kan deze bak weer vervangen worden door een groene bak, om de bewoners te voorzien van een sfeervolle groene buitenruimte.

Speelvoorzieningen hebben vanuit de wet verschillende regels voor de kwaliteit en veiligheid. Deze zullen voor de drijvende ' speelbakken' ook moeten gelden.

**RVW 13.0: De speelbakken moeten voldoen aan de wettelijk gestelde NEN-normen.**



Figuur: 6.9 het is goed en gezond voor kinderen om in de buitenlucht te spelen  
Bron: <http://poster-posters.nl>

#### 6.3.4 Verlichting en bebording

Verlichting en bebording worden toegepast ten behoeve van het verkeer langs wegen voor de veiligheid, verkeersregels en informatie, in figuur 6.10 de meest gebruikte in Nederland. Op het droge land worden deze veelal in de berm geplaatst. In de toekomstige drijvende woonwijken is er nog geen sprake van een aanwezige berm. Wel zou alles in de openbare groen ruimtes geplaatst kunnen worden. Met het oog op de verplaatsbaarheid, dat de bakken per stuk ge- en /of verplaatst kunnen worden, is het niet wenselijk dat het systeem voorzien wordt van de verlichting en borden voor de situatie waar zij zich bevinden. Daarom adviseren wij deze voorzieningen te plaatsen op of aan de drijvende weg, tenzij het 'systeem gebonden is'.



Figuur: 6.10 verkeersborden  
Bron: <http://poster-posters.nl>

#### 6.4 Randvoorwaarden door beheer

Om de kwaliteit van de buitenruimte op een voldoende niveau te houden is er goed onderhoud nodig. De inrichting van de beheervormen worden vaak vast gelegd in de beleidsplannen van de gemeente. Elk onderdeel heeft een andere vorm van beheer nodig om naar het gewenste kwaliteitsniveau te streven en dit vast te houden.

##### 6.4.1 Bodem

De bodem is opgebouwd uit verschillende onderdelen zoals het materiaal, vocht, lucht en mineralen. Om alles tot de meeste optimale kwaliteit te houden moet er tijdens het beheer gelet worden op alle elementen in en van de bodem. De vorm en manier van beheer is zeer afhankelijk van de locatie en de omstandigheden, als uit keuring blijkt dat dit te slecht is moet de bodem vervangen worden. Door het gebruik van een grondzuiger kan dit éénvoudig worden gedaan door een grondzuger, zie afbeelding 6.11. Dit zal opgenomen moeten worden in het beheerplan.

**RVW 14.0: De kwaliteit van de samenstelling van de bodem moet op peil blijven en voldoen aan de KBB gestelde KBB-kwaliteitseis.**



Figuur: 6.11 grondzuiger  
Bron: <http://www.bosgrijpskerke.nl>



#### 6.4.2 Mineralen

Mineralen zijn de belangrijkste voedingsbron voor de beplanting. Door deze op het gewenste peil te houden, zal dit bij de beplanting tot uiting komen in de groei en bloei. De behoefte aan mineralen verschilt per beplantingssoort. In de buitenruimte is het niet haalbaar om hiernaar toe te streven in het beheer. Dit komt voornamelijk door de intensiteit van het beheer wat nodig zou zijn en per beplantingstype uitgevoerd zou moeten worden. Het beheerbudget van de gemeenten is vrijwel nooit toereikend voor deze intensieve beheervorm. Daarom zal er onderzocht moeten worden wat met het beschikbare budget, en de situatie, de meest haalbare beheervorm kan worden. In het beheerplan zal beschreven moeten worden wat het meest optimale, haalbare niveau is voor het onderhoud van de mineralen.

**RVW 15.0: De mineralen moeten op het gestelde peil en verhouding blijven volgens de KBB gestelde norm.**

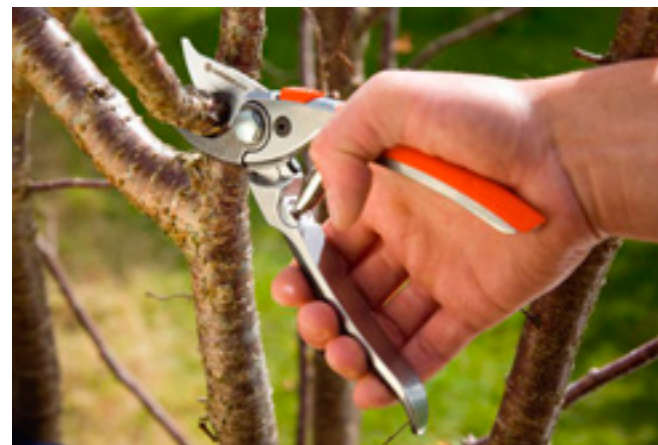
#### 6.4.3 waterbeheer

Om het gewenste waterpercentage in de bodem op 17% te houden, zal er in droge periodes beregening plaats moeten vinden. Als er beregening plaats vindt, is het niet noodzakelijk om bij de gewenste 17% te stoppen. Gezien bomen in warme periodes tot 1000 liter water per dag kunnen verdampen, is het daarom praktischer om het vochtpercentage aan te vullen tot maximaal 22%. Bij dit percentage nemen de meeste bodemsoorten ook maar minimaal water op en laten het doorzakken.

Bij een percentage van minder dan 10% kan er verdroging ontstaan.

**RVW 16.0: Bij een vochtpercentage van minder dan 12% zal de beplanting voorzien moeten worden van vocht.**

**RVW 16.1: Het vochtpercentage in de bak mag niet meer dan 22% bedragen**



Figuur: 6.12 snoeien is een onderdeel van beheer van houtige gewassen  
Bron: [www.gardena.com](http://www.gardena.com)

#### 6.4.4 Onderhoud groen

Het beheer van de beplanting wordt gedaan per beplantingstype. Er is onderscheid te maken tussen bomen, heesters, hagen, vaste planten en overig groen. Per type zal er onderzocht moeten worden welke vorm van beheer de plant vraagt en met welke regelmaat. Bij het invullen van het beheerplan zal dit afhankelijk zijn van het budget voor het beheer, om vervolgens tot de meest optimale beheervormen te komen die het dagelijks beeld bepalen. Het beheerplan zal opgesteld moeten worden in verschillende versies om zo overzicht te houden over het dagelijks onderhoud zoals het grasmaaien, het jaarlijks onderhoud als het snoeien van heesters, zie figuur 6.12, en het meerjarig onderhoud voor de snoei van bomen.

**RVW 17.0: Het onderhoud moet worden uitgevoerd wat leidt tot de functie en het gewenste eindbeeld.**



#### *6.4.5 Onderhoud grijs*

Het onderhoud van de verharding is vaak maar een klein deel van het beheerplan. Schoonhouden is een van de voornaamste taken, naast het repareren bij schade. Half-verharding die opgebouwd is uit natuurlijke materialen zal met regelmaat aangevuld moeten worden om de kwaliteit op peil te houden in verband met vertering van het materiaal.

**RVW 18.0: De grijze elementen moeten net blijven.**

**RVW 18.1: De grijze elementen moeten vlak en op peil blijven.**

#### *6.4.6 Meubilair.*

Meubilair zal regelmatig een visuele inspectie moeten ondergaan. Als er op één moment sprake is van verjaring of andere oorzaken als schade, zal er onderhoud toegepast worden in de vorm van reparatie.

**RVW 19.0: Meubilair mag maar minimaal beschadigd zijn, bij een te grote beschadiging zal in verband met de onveiligheid hersteld moeten worden.**

#### *6.4.6 Speelvoorzieningen.*

Het beheer van speelvoorzieningen is intensiever. In de wet zijn vele eisen en normen vast gesteld waaraan de voorzieningen moeten voldoen. Deze moeten gehanteerd worden om de veiligheid voor de kinderen te kunnen waarborgen

**RVW 20.0: Beheer van speelvoorzieningen moet opgesteld worden volgens de wettelijke eisen en normen.**

#### *6.4.8 randvoorwaarden onderhoud.*

Het onderhoud van de invulling en aankleding van het systeem zal in een compleet beheerplan opgenomen moeten worden. Het opstellen van het plan zal door de gemeente moeten gebeuren bij de afdeling die de eindverantwoordelijkheid heeft voor het drijvende groen. In het beheerplan zullen alle naast de standaard (wettelijke) randvoorwaarden en eisen ook de opgestelde randvoorwaarden van dit hoofdstuk opgenomen moeten worden.

**RVW 21.0: Het beheerplan van het gehele drijvende systeem moet voldoen aan alle (wettelijke) randvoorwaarden en eisen van alle aanwezige aspecten.**

#### **6.5 Randvoorwaarden door overige factoren**

Naast de invulling en aankleding zijn er nog een aantal factoren die randvoorwaarden stellen aan het systeem. Deze factoren hebben voornamelijk betrekking op algemene zaken.

#### *6.5.1 Gebruik*

De inrichting en aankleding wordt in grote lijnen bepaald door het bestemmingsplan. Hierin staat onder andere beschreven wat de functie van de bakken per plek kan zijn. Onder de functies staat ook het gebruik beschreven. Gebruik kan gezien worden hoe de doelgroepen gebruik mogen en kunnen maken van de mogelijkheden op de bak.

**RVW 22.0: De inrichting en aankleding van de bakken moet voor het gebruik aansluiten aan het bestemmingsplan.**

### 6.5.2 Veiligheid

Veiligheid is een belangrijk aspect in de dagelijkse samenleving. Daarom moeten de bakken ook ingericht en aangekleed worden volgens de veiligheidsnormen. Onderwerpen wat betreft de veiligheid kunnen bij het systeem onderdelen zijn als een reling, zie figuur 6.13, langs de kant, om te voorkomen dat kinderen in het water vallen. Deze normen zijn wettelijk vastgesteld om de kans op ongelukken zo klein mogelijk te houden. Als er nog geen wetten of eisen zijn gesteld voor drijvende constructies zullen deze vastgesteld moeten worden door de overheid.

**RVW 23.0: Het systeem moet voldoen aan de wettelijke veiligheidsnormen die gesteld zijn.**



Figuur: 6.13 een reling kan veiligheid bieden  
Bron: [www.partyflock.nl](http://www.partyflock.nl)

### 6.5.3 Risicofactoren in berekeningen

De technische berekeningen die nodig zijn voor het systeem kennen een vooraf bepaald uitgangspunt. Deze punten gaan uit van extreme situaties om de veiligheid zo groot mogelijk te houden. Toch is er altijd nog een kans dat er door omstandigheden de krachten toenemen. Daarom zal er bij beïnvloedbare berekeningen met zaken als weer, deining of bodem, een risicofactor meegenomen moeten worden om tot uitgebreide doorgerekende constructies te komen. De risicofactoren waarmee gerekend moet worden zijn vastgestelde wettelijke normen.

**RVW 24.0: Alle berekeningen moeten voldoen aan de wettelijk gestelde normen.**

### **6.6 Overzicht van gewichten per m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup>**

Voor de berekeningen van de bakken zijn er veel eigenschappen van de toegepaste materialen nodig. Omdat wij in het volgende hoofdstuk een ontwerp zullen maken, is er een overzicht nodig van bruikbare materialen met daarbij hun eigenschappen.

Deze lijst is opgesteld met de daarbij gebruikte bronnen, zie afbeelding 6.14

Bij ons voorlopige ontwerp kijken wij nog niet verder naar de materialen keus. Dit doen wij omdat er eerst een (technisch) ontwerp van het systeem gemaakt moet worden om te onderzoeken of het in de praktijk haalbaar zal zijn. De materialen die nu in het overzicht vermeld zijn, zijn voorlopige aannames voor gegevens als het gewicht of afmeting die wij nodig denken te hebben voor de berekeningen voor de invulling en de systeemconstructie. Voor het definitieve ontwerp kan het zijn dat er in een volgende ontwerpfase meer of andere materialen gebruikt moeten worden. Bij de berekeningen zullen dan van alle materialen de eigenschappen weer gecontroleerd moeten worden om tot juiste uitkomsten te komen.

### **6.7 Conclusie randvoorwaarden**

Door de onbekendheid van het nieuwe systeem, is het nog niet haalbaar om een compleet pakket van randvoorwaarden op te stellen. Naast de randvoorwaarden kunnen er ook nog eisen komen vanuit verschillende richtingen, hierbij kan gedacht worden aan eisen uit het bestemmingsplan.

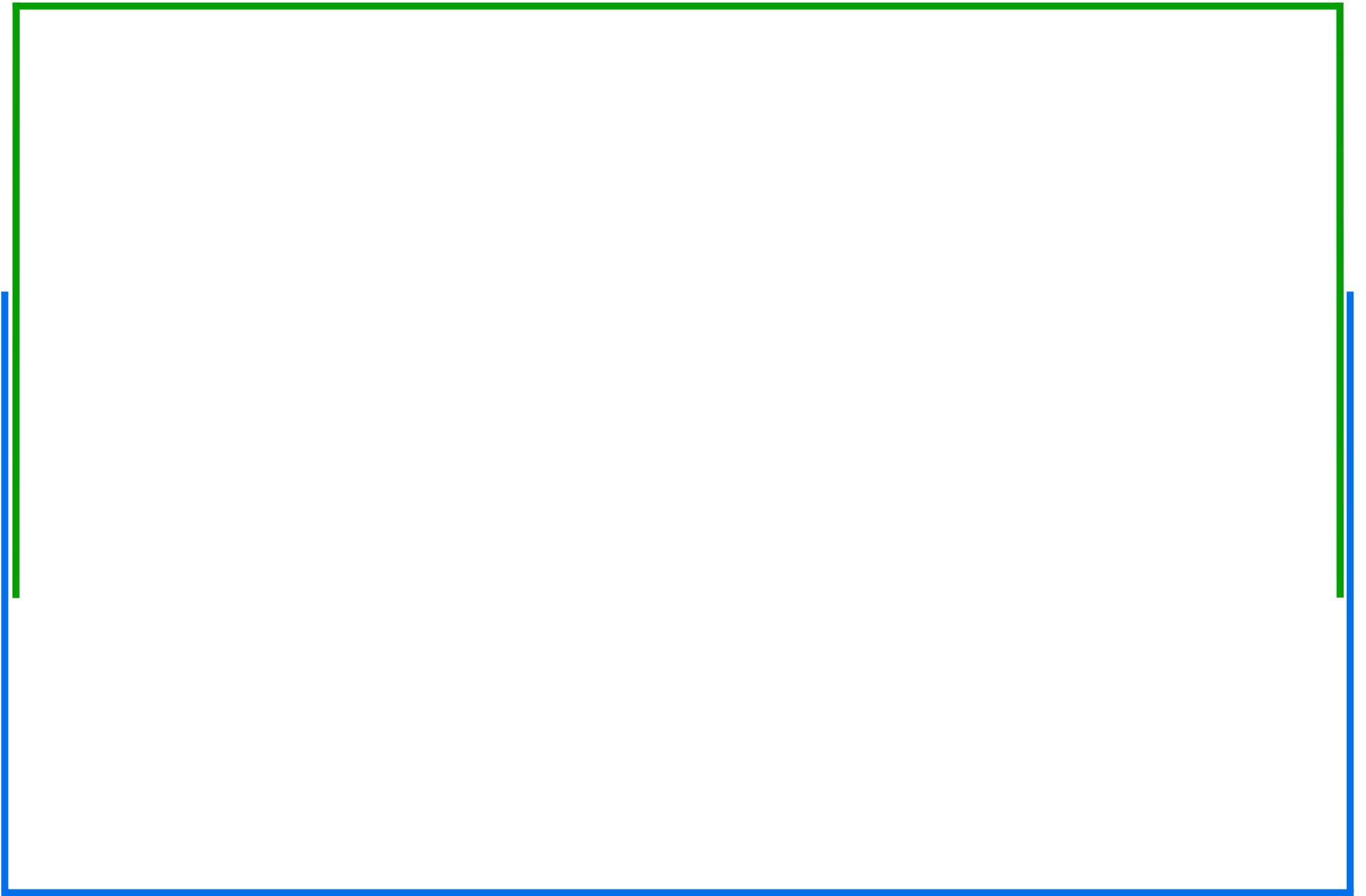
Na het uitwerken van het eerste voorlopige ontwerp zal er onderzocht worden of de gestelde randvoorwaarden voldoende en haalbaar zijn. Als blijkt dat dit niet het geval is, zullen wij het ontwerp aanpassen en/of aanvullen.

groep	soort	type	afmeting	kg is bij maximale belasting		
groen			LXBXH(m)/ st	kg/st	kgm2 / m3	bron:
	boom	eerste orde	st	15000	n.v.t.	rapport de groene grachten gordel van Amsterdam, DPL, 10-06-2011
	heester	gelijk aan boom derde orde	1X1X2.5	divers	600/m2	120130Rapport_eco-engineering, Guidy willekens
	vaste plant	divers	1X1X0.5	divers	300/m2	120130Rapport_eco-engineering, Guidy willekens
	gras	sport / speelgazon	1X1X0.05	n.v.t.	20/m2	120130Rapport_eco-engineering, Guidy willekens
verharding	zand	straat-zand	n.v.t.	n.v.t.	1600/m3	<a href="http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud">http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud</a>
	puingranulaat	gemengd	0-32mm	n.v.t.	1800/m3	<a href="http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud">http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud</a>
	betonband	opsluitband	1X0.1X0.2	47	n.v.t.	
	asfalt	deklaag steenslagbeton	n.v.t.	n.v.t.	2500/m3	<a href="http://www.gwwmaterialen.nl">www.gwwmaterialen.nl</a>
	betontegel	standaard	0.3X0.3X0.045	9.5	105/m2	<a href="http://www.vandermeer-tuinen.nl/produkten/index.htm">http://www.vandermeer-tuinen.nl/produkten/index.htm</a>
	betonklinker	BKK	0.21X0.105X0.08	4.05	184/m2	<a href="http://www.vandermeer-tuinen.nl/produkten/bsk.htm">http://www.vandermeer-tuinen.nl/produkten/bsk.htm</a>
	gebakkenklinker	waalformaat	0.2X0.1X0.5	1.8	180/m2	<a href="http://www.vandermeer-tuinen.nl/produkten/index.htm">http://www.vandermeer-tuinen.nl/produkten/index.htm</a>
	grind/ split	divers	0/16mm	n.v.t.	1500/m3	<a href="http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud">http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud</a>
	schelpen		0/16mm	n.v.t.	800/m3	<a href="http://www.zandbestellen.nl/split-grind/schelpen-gewassen">http://www.zandbestellen.nl/split-grind/schelpen-gewassen</a>
	stabicol			n.v.t.		
	houtsnipers	gemengd	0/20mm	n.v.t.	450/m3	<a href="http://www.boomschors.be">www.boomschors.be</a>
meubilair						
	bank met betonen frame		2.00X0.81X0.47	160	n.v.t.	<a href="http://www.stedon.nl/producten/1/openbare-inrichting/12/banken">http://www.stedon.nl/producten/1/openbare-inrichting/12/banken</a>
	tafel met betonen frame		2.00X0.81X0.72	200	n.v.t.	<a href="http://www.stedon.nl/producten/1/openbare-inrichting/12/banken">http://www.stedon.nl/producten/1/openbare-inrichting/12/banken</a>
	afvalbak met betonen voet		st		n.v.t.	
	houten picknickset		1.80X0.47X1.43	70	n.v.t.	<a href="http://www.stedon.nl/producten/1/openbare-inrichting/20/picknick">http://www.stedon.nl/producten/1/openbare-inrichting/20/picknick</a>
speeltoestel	uitbouwbare toren	speeltoren met extra functies	8.65X7.85	1500	n.v.t.	<a href="http://spereco.nl/files/2.18000-2.47000,%20torencombinaties_6.pdf">http://spereco.nl/files/2.18000-2.47000,%20torencombinaties_6.pdf</a>
substraat	boomsstraat		0 / 40	n.v.t.	1800/m3	120130Rapport_eco-engineering, Guidy willekens
	teelaarde		1X1X1	n.v.t.	1400/m3	<a href="http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud">http://www.zandbestellen.nl/informatie/soortelijk-gewicht-inhoud</a>
waterreservoir						
	kralen	Azura infiltratieunit, 200L 95%buffer	0.5X1X0.4	8.5	42.5/m3	<a href="http://www.wavin.nl">www.wavin.nl</a>
	water	bergingswater	1X1X1X95% *	n.v.t.	950/m3	<a href="http://www.wikipedia.nl/dichtheid">www.wikipedia.nl/dichtheid</a>
folie	divers		1m2	n.v.t.	0.2/m2	<a href="http://joostenkunststoffen.nl">joostenkunststoffen.nl</a>

\* 95% inv ruimte van de infiltratiekralen

Figuur: 6.14 overzicht van materiaal eigenschappen  
Bron: zie bronkolom in tabel

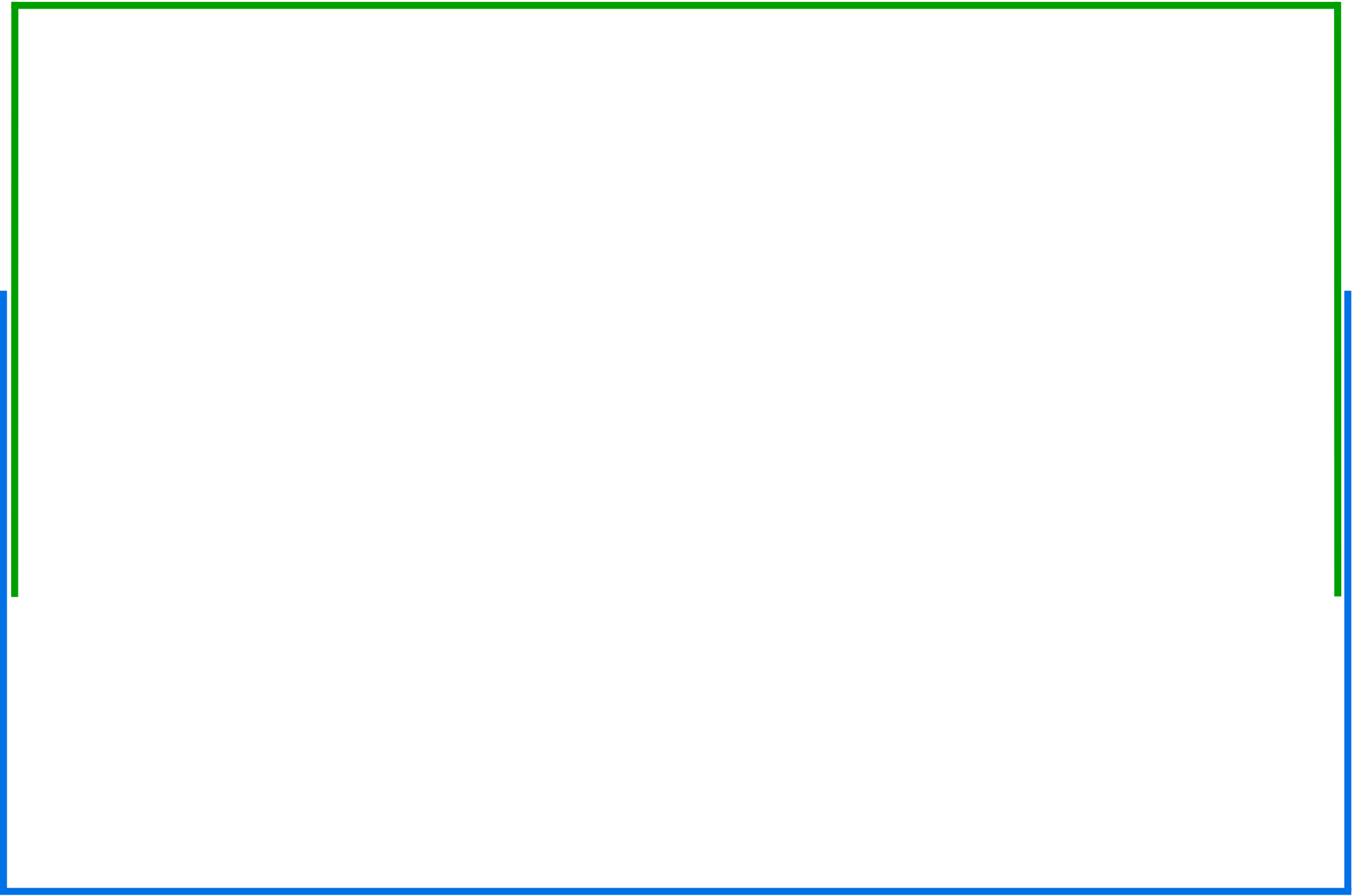




A close-up photograph of technical drawing tools, including a compass and a pencil, resting on a technical drawing. The drawing features various geometric shapes, lines, and a circular pattern. The tools are metallic and show signs of use. The background is a white sheet of paper with black lines and a blue shadow cast by the tools.

## 7. Technisch ontwerp

In dit hoofdstuk wordt er een technisch ontwerp gemaakt voor het drijvend groen.



## 7. Technisch ontwerp

### 7.1 Waarom dit (fictief) ontwerp

Het concept dat wij hebben ontworpen is bedoeld voor de drijvende drive-in woning. Uit eerder onderzoek, wonen op het water: succes-faalfactoren, Dries Schuwer, 11-2007, is naar voren gekomen dat mensen hun vervoersmiddel graag dicht bij de woning willen hebben. Daarom verwachten wij in de toekomst voornamelijk drijvende drive-in woningen. Een drive-in woning, biedt bewoners om hun voertuigen 'onderin' het huis te parkeren als in figuur 7.1. Het ontwerp is eenvoudig gehouden, het gaat hier nog om een concept voor het praktijkonderzoek waarbij de mogelijkheden en haalbaarheid van drijvend groen worden onderzocht.



Figuur: 7.1 een drive-in woning op het 'droge land'  
Bron: [www.huizen.mitula.nl](http://www.huizen.mitula.nl)

Masterplan



Figuur: 7.2 ontwerp met strake lijnen  
Bron: Hanne Kramer, student Van Hall-Larenstein tweede jaars T&L 2011

Door het toepassen van eenvoudige, strakke lijnen in het ontwerp, zoals gedaan is in figuur 7.2, verwachten wij aan te sluiten op de architectuur van de waterwoningen. Door dezelfde stijl in het groen ontwerp toe te passen zal er een eenheid ontstaan tussen de wegen en huizen.

Het ontwerp bevat nagenoeg alle inrichtingsmogelijkheden die van toepassing kunnen zijn voor drijvend groen. Dit zijn bomen, heesters, vaste planten, gras en verharding. Indien het drijvende groen bij een normale waterwoning wordt toegepast, kan met enkele eenvoudige aanpassingen het ontwerp op de situatie worden aangepast.



Door het toepassen van groen gaat de kwaliteit van de leefomgeving omhoog, als een begeleidende bomenlaan langs de weg, zie figuur 7.3. Argumenten voor het toepassen en de functies van groen zijn in hoofdstuk drie 'Doel van groen' al toegelicht. Het ontwerp dat wij hebben gemaakt is een de beeld dat wij voor drijvend groen voor ogen hebben. Het ontwerp vormt, als deze aan elkaar gekoppeld worden, een eenheid in de wijken, wegen en straten. Door te zorgen voor een eenheid wordt verrommeling tegen gehouden. Wij verwachten dat verrommeling in drijvende woonwijken eerder zal plaatsvinden door de grote verscheidenheid aan woningtypen. Een belangrijke functie is dus het beeld in de wijk.

Elke beplantingsvorm heeft zijn functies binnen het ontwerp. Door het toepassen van bomen wordt er begeleiding gegeven aan een straat. Dit is voornamelijk de functie van bomenlanen. Door per straat een ander soort of type bomen aan te planten kunnen er ook herkenningspunten ontstaan.

Het toepassen van hagen zorgt ook voor geleiding, maar deze werken meer als een afscheiding / afscherming. Door het toepassen van hagen in het ontwerp wordt het zicht op de straat gebroken.

Door het toepassen van gras ontstaat er extra openbare ruimte. Gras maakt meervoudig ruimte gebruik mogelijk. Er zijn veel functies mogelijk waar gras onderdeel voor kan zijn, er kan hier gedacht worden aan speelgelegenheden of ruimte voor recreatie.

Er zijn in dit eerste ontwerp nog geen soortkeuzes gemaakt. Het gaat in dit onderzoek voornamelijk over de mogelijkheden en de haalbaarheid van het concept. Door geen soortkeuzes te maken blijven de mogelijkheden breed en veelzijdig.



Figuur: 7.3 bomenlanen kunnen een begeleidende functie hebben.  
Bron: [www.flickrhivemind.net](http://www.flickrhivemind.net)

## 7.2 Technische onderbouwing van de invulling

### *-Berekeningen en aantallen*

In de berekeningen die op het ontwerp van toepassing zijn wordt uitgegaan van de zwaarste omstandigheden en extreme situaties. In de berekeningen zal er dus uitgegaan worden van natte situaties. Als er in de toekomst lichtere materialen toegepast kunnen worden, voor constructie en / of invulling, moeten er wel oplossingen gezocht worden voor het waarborgen van de stabiliteit van het systeem. De gewichten van de gebruikte materialen zijn terug te vinden in hoofdstuk zes, tabel 6.14. In deze tabel zijn de eigenschappen van de toegepaste materialen te vinden. In het concept ontwerp zijn we uitgegaan van het meest optimale beeld en meest gebruikte materialen. De berekeningen zullen in het hoofdstuk beperkt blijven tot drijfhoogte en het drijfvermogen. Vervolgens zullen wij berekenen welke aanpassingen nodig zouden zijn om het systeem optimaal te laten drijven. In de conclusie zullen wij kijken welke systemen in aanmerking komen voor een verdere gedetailleerde uitwerking.

### *-Drijfhoogte*

De drijfhoogte van de bak hebben wij vastgesteld op 0.50 meter boven het waterpeil. Dit is een afmeting die wij diverse malen zijn tegengekomen als een ideaal en gemiddeld toegepaste drijfhoogte voor drijvende woningen. Voor een éenvoudige overgang van de weg, groen en woningen houden wij dit peil aan als uitgangspunt.

### *-Afmetingen ontwerp*

De basisafmeting van het ontwerp hebben wij de basismaten van de bak vastgesteld op 15 x 5 meter. De buitenmaten kunnen enigszins verschillen door het materiaalgebruik. Door gebruik te maken van de ontwerpverhouding 1:3 is het ontwerp makkelijk te koppelen en in te richten. Door deze verhouding is het ook mogelijk meerdere delen aan elkaar te koppelen. Wij hebben deze afmetingen vastgesteld aan de hand van de

gemiddelde afmeting van bestaande waterwoningen. De maat wordt veel gebruikt omdat de waterwoning dan nog eenvoudig te verplaatsen is.

### *-Inhoudelijke diepte van de bak*

De bak heeft een inhoudelijke diepte van 1.45 meter. Deze diepte is nodig voor een bodemopbouw van 1.00 meter teelaarde, 0.40 meter waterinfiltratiekratten en 0.05 meter extra ruimte. (zie de alinea overige / onvoorziene zaken)

### *-Teelaarde*

De bak wordt voor het grootste gedeelte gevuld met teelaarde. Wij hebben in eerste instantie gekozen voor teelaarde, in vochtige toestand omdat dit het grootste eigen gewicht heeft.

### *-Bomen*

In de bak willen wij twee bomen planten van de eerste orde. Bomen in een laan begeleiden het verkeer. Door twee bomen per bak te planten, kan er een mooie laan ontstaan. Met twee bomen is de bak in evenwicht. Bomen van de eerste orde zullen niet passen. Door de afmetingen van de bomen zullen deze de meeste en grootste krachten hebben die van invloed zijn op het systeem. Ze hebben het grootste gewicht en de vangen de meeste wind.

### *-Heesters*

Bij heesters is er een groot verschil tussen de soorten en gewichten. Ook hier is gekozen voor zware varianten. De zware varianten hebben overeenkomstige eigenschappen zoals bomen van de derde orde. In het ontwerp is een oppervlakte van 14 vierkante meter voor heesters.

#### *-Hagen*

Hagen zijn over het algemeen gelijkwaardig aan de grote heesters. Omdat hagen met regelmaat gesnoeid en / of geknipt worden en daarmee niet kunnen uitgroeien, hebben wij ervoor gekozen om het gewicht kleiner per vierkante meter kleiner te maken. In het ontwerp is er 12.60 meter haag opgenomen. Deze haag zal in het eindstadium een breedte hebben van 0.50 meter en een hoogte van 1.00 meter.

#### *-Vaste planten*

Er is een groot scala aan vaste planten met onderling veel verschillende eigenschappen. De borders worden ingericht met een variatie aan soorten van vaste planten. Daarom is er gekozen voor een gemiddeld gewicht van het planttype. In het ontwerp zijn twee vakken opgenomen met een totale oppervlakte van 14 vierkante meter.

#### *-Gras*

Visueel is gras klein en licht. Gras heeft het een gewicht van 20 kg per vierkantemeter. Het ontwerp heeft een oppervlak van 28 vierkante meter aan gras.

#### *-Bestrating*

Voor de verharding van de oprit naar de drijvende drive-in woning hebben wij gekozen voor een betonklinker (BKK). Deze klinkers met onderliggende fundering kunnen een zware belasting (vrachtwagen) en hoog gewicht dragen zonder beschadiging op te lopen. De afmetingen van de oprit zijn 2.40 X 5.00 meter. (incl. kantopsluiting) De breedte van 2.40 meter is een veel gebruikte afmeting voor op / inritten.

#### *-Wateropslag / buffer*

Een watervoorraad is belangrijk om planten in droge periodes van vocht te voorzien. Deze buffer wordt in natte periode aangevuld. De buffer zal opgebouwd zijn uit waterinfiltratiekratten onderin de bak.

In het ontwerp en berekeningen zijn de eigenschappen van deze buffer meegekomen. De buffer en de waterinfiltratiekratten hebben in natte periode een hoogte van 0.40 meter.

#### *-Berekening*

Om aan de waterbehoefte van de beplanting te voldoen, is er een beregeningsinstallatie nodig. Deze zal in de bak moeten worden verwerkt. De aansturing van het beregeningssysteem zal vergelijkbaar zijn met het bestaande systeem voor daktuinen en groene gevels. In de waterinfiltratiekratten is ruimte voor een pomp voor het systeem.

Om inspoeling van bijvoorbeeld grond te voorkomen, worden de bakken met een folie of geotextiel bekleedt. Deze keuze is voorlopig gemaakt met de vaste maat van de krat.

De drijvende woningen zijn net als de 'droge woningen' aangesloten op nuts voorzieningen. Als het drijvend groen tussen de wegen en de woningen geplaatst wordt, zullen de leidingen voor deze voorzieningen door de bak moeten lopen. Dit doen wij door twee mantelbuizen in de bak te plaatsen. Dit zullen twee stalen buizen zijn met een diameter van 125 mm.

#### *-Overige / onvoorziene zaken*

In een ontwerp van dit stadium, het concept, zijn er altijd zaken die nog niet behandeld zijn of over het hoofd gezien zijn. Daarom reserveren wij in eerste instantie een bufferruimte van 0.05 meter. Hier kunnen zaken zoals folie voor de waterinfiltratiekratten worden meegenomen.

Met het oog op het gewicht vullen wij deze ruimte op met teelaarde. Dit doen wij omdat teelaarde het grootste masa heeft. In het ontwerp zijn geen recreatie of speelvoorzieningen opgenomen, dit is pas aan de orde in een later stadium en zullen wij in het onderzoek verder buiten beschouwing laten.

### 7.3 Randvoorwaarden opbouw van de ondergrond

De bakken moeten aan de in hoofdstuk zes opgestelde randvoorwaarden voldoen. De randvoorwaarden die wij in dit hoofdstuk vastleggen hebben alleen betrekking op het concept. Aan de hand van deze randvoorwaarden is het ontwerp opgesteld waarmee wij de berekeningen zullen uitvoeren. Als na berekeningen blijkt dat de randvoorwaarden niet haalbaar zijn dan zullen deze aangepast worden. Randvoorwaarden voor beheer, zullen in een verder stadium van dit onderzoek plaatsvinden. Deze gestelde randvoorwaarden die in hoofdstuk zes zijn opgesteld en niet van toepassing zijn in het concept zullen niet meegenomen worden in dit hoofdstuk.

#### **Randvoorwaarde 1.0:**

**Voor invulling van het groen op de drijvende constructie moet er worden voldaan aan de plaatselijke planologische voorwaarden. Dit is in ons onderzoek niet toetsbaar omdat er geen aangewezen locatie van toepassing is.**

Omdat het ontwerp niet een toegewezen locatie heeft, kan randvoorwaarde 1.0 niet behandeld worden.

#### **Randvoorwaarde 2.0:**

**Bij het opstellen van een beplantingsplan moet er rekening worden gehouden met de specifieke bodemeisen van de beplanting.**

De bodemsoort die in de bak zal gevuld worden door teelaarde. Teelaarde is een bodem die geschikt is voor een grote groep beplanting. Omdat er nog geen soorten zijn vastgesteld, kan randvoorwaarde 2.0 niet behandeld worden.

#### **Randvoorwaarde 3.0:**

**De toegepaste bodem moet voldoen aan de gestelde KBB-kwaliteitseis.**

De teelaarde die toegepast zal worden, moet voldoen aan de KBB-kwaliteitseisen. Dit grondtype is niet vermeld in het overzicht van de kwaliteitseisen. Omdat dit met de samenstelling lijkt op verrijkt bomengrond, zal de levering voldoen aan de gestelde eisen.

#### **Randvoorwaarde 4.0:**

**De verhouding van de mineralen moet voldoen aan de optimaal gewenste verhouding van de gemiddelde boom.**

De mineralenverhouding wordt vastgesteld door de bomen. Bomen zijn hierin maatgevend omdat zij de meeste eisen stellen en verbruiken.

Omdat er nog geen soortkeus gemaakt is voor de beplanting, alleen de beplantingstypen, kan er geen gespecificeerde verhouding worden vastgesteld voor het ontwerp.

#### **Randvoorwaarde 5.0:**

**Er moet aan de waterbehoefte van 17% voldaan worden.**

Teelaarde heeft ongeveer dezelfde eigenschappen als zeer humeus dekzand.

De hoeveelheid organisch materiaal is vrijwel gelijk. Organisch materiaal is belangrijk vooronder andere het vasthouden in de bodem van vocht uit neerslag of beregening, zie figuur 7.4.



Figuur: 7.4 beregening om het waterpercentage op peil te houden  
Bron: [www.jaccoolen.nl](http://www.jaccoolen.nl)



In de afbeelding 6.5 is af te lezen dat zeer humeus dekzand tot 270 liter vocht per kubieke meter vast kan houden Dat voldoet aan de eis van 17% (17% betekent 170 liter water per kubieke meter grond).

Bij een tekort aan water zal een beregeningssysteem ervoor moeten zorgen het gestelde vochtpercentage weer op peil te brengen

**Randvoorwaarde 5.1:  
Voorkomen van verzadiging van water in de bodem.**

Als er meer dan 270 Liter per m<sup>3</sup> in de bodem aanwezig is, is er sprake van verzadiging, de bodem kan niet meer opnemen. Om dit te voorkomen zullen er op de bodem waterinfiltratiekratten worden geplaatst. De kratten worden met geotextiel ingepakt om inspoeling met bodemdelen te voorkomen. Wanneer de bodem te vochtig wordt zal doormiddel van de zwaartekracht het water doorlopen in de waterinfiltratiekratten. In de waterinfiltratiekratten zal een pomp geplaatst moeten worden zodat een teveel aan water geloosd kan worden op het oppervlakte water. In tijden van droogte kan deze pomp het beregeningssysteem voorzien van water uit de waterinfiltratiekratten.

**Randvoorwaarde 6.0:  
Met de luchthuishouding moet worden gestreefd naar het meest optimale percentage van lucht in de bodem voor de aanwezige beplanting.**

Het luchtpercentage voor de beplanting kan nog niet worden vastgesteld omdat de invulling nog niet bekend is. Bij de uiteindelijke keuze zal dit nader bekeken worden. Bij bomen kunnen eventueel beluchtingsbuizen in de bodem geplaatst kunnen worden om het luchtpercentage te vergroten.

**Randvoorwaarde 7.0:  
Voor het vaststellen van de afmeting van de drijvende constructie moet er rekening gehouden worden met de formaat eisen van de gewenste beplanting.**

Omdat er nog geen soortkeus gemaakt is voor de beplanting, alleen de beplantingstypen, kan er geen lijst met soorten en eisen voor ruimte vastgesteld worden voor dit ontwerp.

**Randvoorwaarde 8.0:  
De minimale diepte voor de binnenzijde van het systeem wordt bepaald door de behoefte aan worteldiepte van het grootste beplantingstype.  
Voor bomen van de eerste orde is dit 0.75 meter.  
Voor bomen van de tweede orde is dit 0.60 meter.**

Het ontwerp heeft een diepte van 1.00 meter en een onvoorziene ruimte van 0.05 meter. Hiermee wordt er voldaan aan de gestelde randvoorwaarde voor de diepte van bomen van de eerste orde.

**Randvoorwaarde 9.0:  
Van de toe te passen beplanting moet de winterhardheid voldoende zijn om het uitvallen van de beplanting te voorkomen.**

Omdat er nog geen soortkeus gemaakt is voor de beplanting, alleen de beplantingstypen, kan er geen gespecificeerde soortenlijst met eisen worden vastgesteld voor dit ontwerp.

**Randvoorwaarde 10.0:**

**Bij het toepassen van bomen in de beplanting moet er worden gelet op de noodzaak en wijze van verankering.**

In het ontwerp worden twee bomen geplant om de bak zo veel mogelijk in evenwicht te houden. Voor de wijze van verankering verwijzen wij naar een eerder onderzoek, 'Boomverankering' van Lars Onderwater en Rienk Venhuizen uit 2011. We gaan er in de berekeningen vanuit dat de bomen voldoende zijn verankerd.

**Randvoorwaarde 11.0:**

**Verharding moet voldoen aan de RAW 2005 gestelde normen.**

De getekende verharding voldoet aan de RAW gestelde norm. De constructie is berekend op de zwaarste verwachte belasting zoals een busvoertuig of een vrachtwagen.

**Randvoorwaarde 12.0:**

**Bij het plaatsen van meubilair in de drijvende openbare ruimte, moet deze goed aansluiten op het beeld van de buitenruimte.**

In het ontwerp is geen meubilair toegepast. Hierdoor laten wij deze randvoorwaarde voor dit ontwerp vervallen.

**Randvoorwaarde 13.0:**

**De speelbakken moeten voldoen aan de wettelijk gestelde NEN-normen.**

In het ontwerp zijn geen speelgelegenheden toegepast omdat dit een specifiek onderdeel is, waarbij er veel variabelen zijn. We laten deze randvoorwaarde voor het ontwerp dan ook vervallen. In een ander onderzoek zou dit verder kunnen worden uitgelicht.

*Conclusie randvoorwaarden*

Omdat het hier een conceptontwerp betreft, zijn er maar een klein aantal randvoorwaarden van toepassing. De dode materialen en de bodem voldoen aan de gestelde randvoorwaarden. Het grootste obstakel is het ontbreken van de plantlijst. In hoofdstuk negen worden deze randvoorwaarden gecontroleerd. De randvoorwaarden planologie, meubilair en speelvoorzieningen zijn niet van toepassing op het conceptontwerp.

#### 7.4 Technische onderbouwing van het drijvende systeem

In de analyse van bestaande systemen hebben deze systemen elk hun eigen constructie en eigenschappen. Omdat deze bakken allemaal afwijkende afmetingen hebben, betekent het dat wij de bakken aanpassen aan de door ons opgestelde afmetingen. Vervolgens zullen wij elk systeem berekenen op drijfvermogen en diepgang. Wij nemen aan dat de systemen na aanpassing dezelfde sterkte en draagkracht hebben.

Een aantal systemen hebben geen opstaande wanden. Deze systemen zullen wij voorzien van wanden zodat er een bak gecreëerd wordt. Deze wanden zijn nodig om tot een inhoudelijke diepte van 1,45 meter voor de bodemopbouw en voorzieningen te komen.

Met de eerder genoemde aannames zullen wij de systemen uit hoofdstuk vijf berekenen op drijfvermogen en diepgang. In dit hoofdstuk gaan wij systemen 1, 2, 4, 7, 10 en 15 behandelen. Als de systemen negatieve uitkomsten geven, zullen wij naar een eenvoudige aanpassing zoeken die een oplossing vormt voor het onderdeel dat het obstakel vormt. De uitkomsten gaan wij aan het eind van het hoofdstuk bekijken. Mocht er aan het eind van dit hoofdstuk negatieve uitkomsten geven, zal het systeem komen te vervallen voor verder onderzoek. De berekeningen voor de constructies, de stevigheid en maximale belasting van de vloer en wanden laten wij over aan een constructeur.



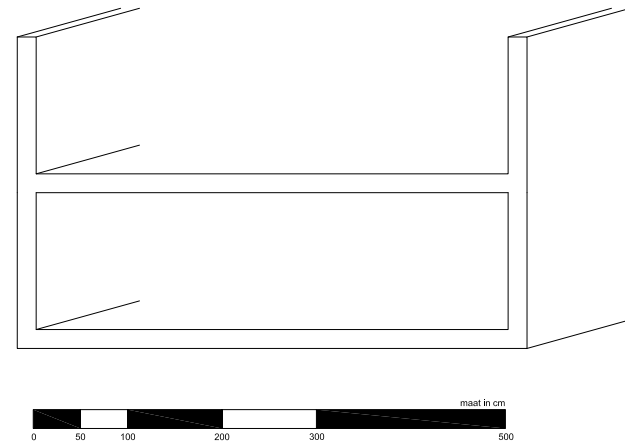
Figuur: 7.5  
doorsnede systeem 1

#### 1. Open caisson

Systeem 1 is de open betonnen bak, deze heeft een wand en vloer dikte van 20 cm gewapend beton. Voor de berekeningen wordt deze bak niet worden aangepast. De afmeting is een gemiddelde afmeting van een waterwoning. De bak zal een afmeting hebben van 1.65 meter diep, 5.00 meter breed en 15.40 meter lang.

#### 2. Gesloten caisson

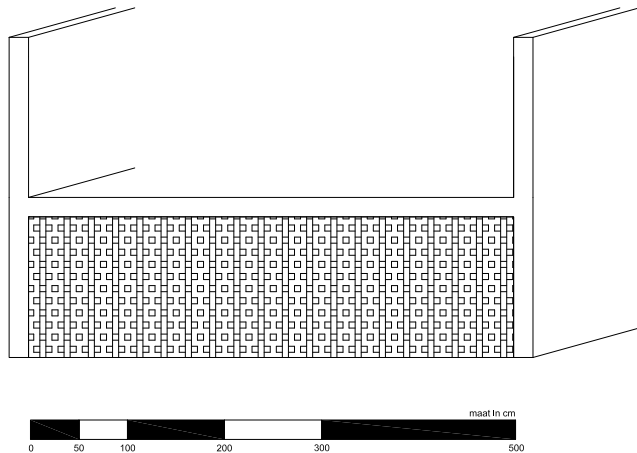
De gesloten bak heeft geen opstaande wanden. Daarom zetten wij op de bak vier wanden van 20 cm dik gewapend beton om de vulling vast te houden. De gesloten bak heeft een inwendige diepte van 1.45 meter. In principe zetten wij daarmee twee bakken van het eerste systeem op elkaar. De totale hoogte van het systeem zal daarmee uitkomen op 3.30 meter.



Figuur: 7.6 doorsnede systeem 2

#### 4. Omgekeerde open caisson met EPS

Het vierde systeem is gebaseerd op systeem nummer 2. Wij nemen systeem nummer 2 en verwijderen de bodem en vullen de ontstane ruimte met EPS. Hiermee wordt de bak een stuk lichter en krijgt deze meer drijfvermogen. Een nadeel is wel dat het zwaartepunt van het systeem hiermee hoger komt te liggen. De berekeningen zullen uitwijzen wat voor voordelen deze variant zal brengen. Ook de omgekeerde bak heeft geen opstaande wanden, deze passen wij toe door weer vier wanden van 0.20 X 1.45 meter gewapend beton te plaatsen. De hoogte wordt 3.10 meter, de lengte 15.40 meter.



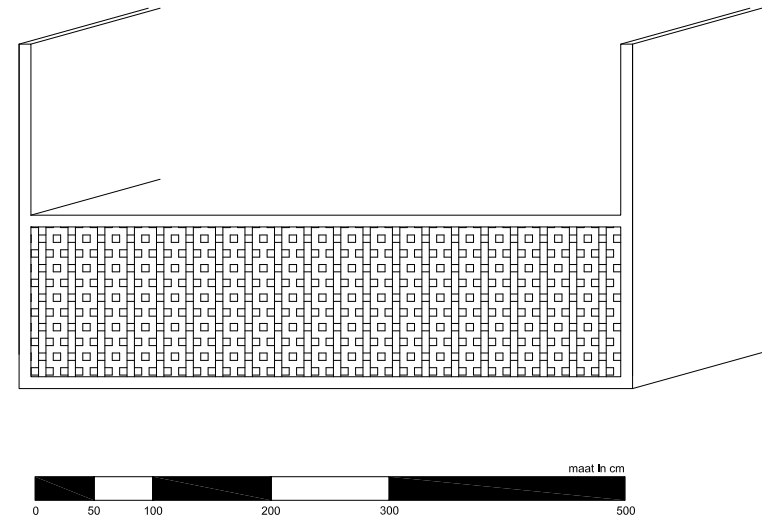
Figuur: 7.7 doorsnede systeem 4

#### 7. Aluminium bak gevuld met EPS

Door een aluminium frame met aluminium platen te bekleden ontstaat er een drijvende doos. Omdat aluminium scheurgevoelig is, wordt de constructie opgevuld met EPS. Het opvullen met EPS vergroot de veiligheid van het systeem. De opstaande wanden zullen ook van aluminium worden gemaakt. Door holle wanden te plaatsen van 10 cm, voorzien van ribben, verwachten wij dat er een stevige constructie ontstaat die berekend is op de zijwaartse druk van de invulling. Het systeem heeft een afmeting van 15.20 X 5.20 X 2.92 meter

#### 10. Stalen ponton

In de analyse is het stalen ponton systeem beschreven. Deze stalen pontons zijn met een kleine verandering eenvoudig aan te passen. Door de deksel van het ponton te verwijderen, ontstaat er een vergelijkbaar systeem als systeem nummer 1, maar in een stalen uitvoering. Deze aanpassing kan ook bij systeem 2 gedaan worden. Daarom hebben wij gekozen om beide varianten van de constructie te berekenen. De dikte van het staal, dat wij gezien hebben in verschillende projecten, verschilt van 6 tot 20 mm. Een veel gebruikte plaatdikte is 10 mm. In de berekeningen gaan wij uit van een dikte van 12 mm, wij nemen aan dat de toegevoegde 2 mm het gewicht van de ribben in de constructie opneemt.

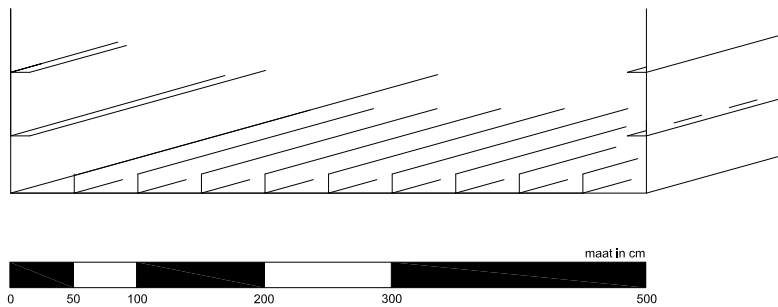


Naaststaand figuur: 7.8 doorsnede systeem 7



### 10.1 Stalen bak

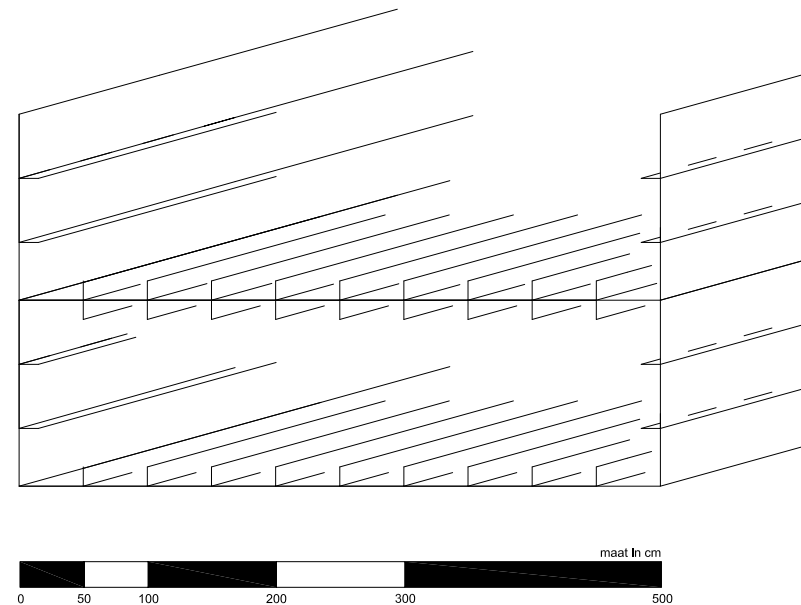
De stalen bak is versterkt met ribben en is aan de bovenzijde open. Een stalen plaat is sterk, maar kan zonder ondersteuning snel vervormen. Door ribben te plaatsen wordt de stevigheid versterkt en de kans op vervorming verkleind. De ribben worden aan de binnenzijde van het ponton geplaatst. De ribben worden haaks op de wanden en vloerdelen aangebracht. Net als bij het stalenponton wordt er gerekend met een plaatdikte van 12 mm. De buitenmaat komt daarmee op 15.02 X 5.02 X 1.46 meter.



Figuur: 7.9 doorsnede systeem 10.1

### 10.2 Gesloten stalen ponton

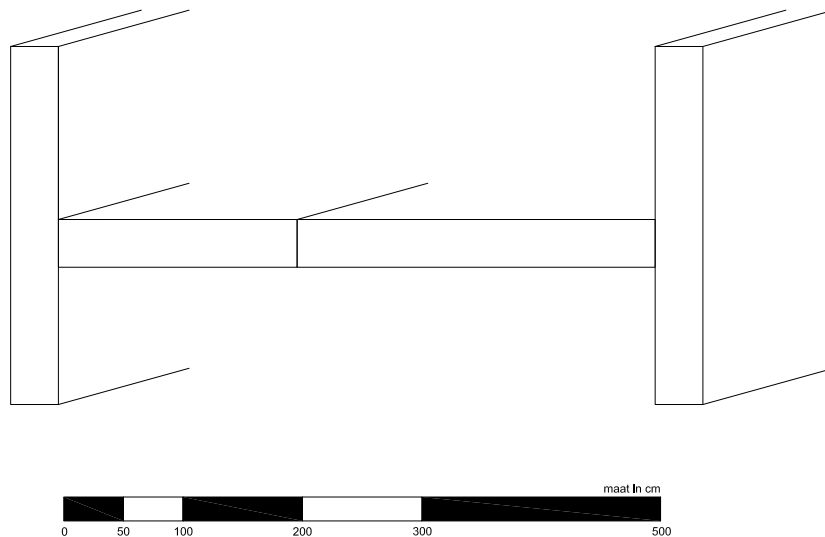
Het gesloten stalen ponton bestaat uit een stalen doos, maar heeft geen staande wanden. Door staande ribben te plaatsen op de deksel en deze te bekleden met een staalplaat, ontstaat de gewenste bakvorm. Deze stalen strips en de wanden bestaan in ons onderzoek uit platen van 12 mm dik. De buitenmaat komt daarmee op 15.02 X 5.02 X 2.92 meter.



Figuur: 7.10 doorsnede systeem 10.2

### 15. Kunststofblokken

Het systeem van kunststofblokken is zonder aanpassingen moeilijk toe te passen met de gewenste vulling. Tussen de blokken zitten veel open naden en het systeem heeft geen wanden. Om het systeem te kunnen berekenen, hebben wij een grote maat blokken gekozen die naadloos en. De blokken die wij hebben gebruikt zijn 0.40 X 1.50 X 3.00 meter. Deze blokken worden regelmatig gebruikt als kleine pontons voor drijvende recreatie en evenementen. Hiermee is het systeem geheel anders dan omschreven is, maar kan het na aanpassing wel worden toegepast.



Figuur: 7.11 doorsnede systeem 15

## 7.5 Berekening van de systemen

Met berekeningen kunnen wij nu onderzoeken hoe de systemen zich gedragen als deze volgens de omstandigheden uit de vorige paragrafen worden toegepast. In de eerste berekening behandelen wij het drijfvermogen en de diepgang.

In de onderstaande tabel 7.12 is de samenstelling van het gewicht en de aantallen te vinden die gebruikt zijn in de berekeningen. De invulling en de binnenmaten van de bak blijven in alle situaties gelijk.

### INVULLING SYSTEEM

#### Verharding

constructie	afmeting m	afmeting m	afmeting m	element gewicht m2/m3	1	eenheid	gewicht per 1 m2	object			totaal gewicht
	L	B	h		aantal eenheden			afmeting L	afmeting B	totaal m2/M1	
BKK	0,21	0,105	0,08	4,05	45,4	m2	183,7	5	2,4	12	2204,1
Betonband	1	0,1	0,2	47	1,0	m1	47,0			10	470
zand	1	1	0,05	1750	0,1	m3	87,5			12	1050
puinkorrel	1	1	0,2	1800	0,2	m3	360,0			12	4320
											<b>8044,1</b> kg totaal

#### Groen

Soort	type	Afm/eenh	kg/st	kg/m2	aantal st/m2	eenheid	totaal KG
boom	eerste orde	st	15000	n.v.t.	st	2	30000
heester	gelijk aan boom derde orde	1X1X2.5	divers	600	m2	14,16	8496
Hagen	gelijk aan heesters	divers	n.v.t.	600	m2	6,3	3780
vaste plant	divers	1X1X0.5	divers	300	m2	14,16	4248
gras	sport / speelgazon	1X1X0.05	n.v.t.	20	m2	28,32	566

#### bodem

type	gewicht	aantal m3 totaal	opbouw verharding	totaal M3	totaal Kg
teelaarde	1800 kg/m3	78,75	4,225	74,525	134145

#### waterkratten (azura infiltratieunit, 200L 95%buffer)

	L in M	b in M	H in M	inhoud m3	gewicht per stuk	totaal m2	totaal kratten	totaal gewicht
Lege krat 200L	1	0,5	0,4	0,2	8,5	75	150	1275

Water	afmeting krat	buffer	aantal kratten per m2	totaal L water per m2	totaal m2	totaal krat	totaal L	totaal m3	totaal kg
Buffer van 95%	1X0.5X0.4	95%	2	380	75	150	28500	28,5	28500

**Eind total gewicht 219054 kg**

tabel: 7.12 invulling van het systeem

### 7.5.1 Berekening van de drijfhoogte

Voor het berekening van het drijfvermogen zijn de volgende formules van toepassing.

#### Formule 1 massa en zwaartekracht van de inhoud.

Om te kijken hoe het systeem reageert op de situatie volgens de beschrijving van de vorige paragraaf, bereken wij eerst het gewicht van de 'vulling' in Newton.

$$Fz \text{ totaal} = M * g$$

Fz totaal = te berekenen zwaartekracht.

M = optelsom van de gehele massa in kg

G = zwaartekracht in Newton  
( $N = \text{kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 \approx 10$ )

#### Berekening systeem 1

Gegevens:

M vulling = 219054.5 kg (zie overzicht 7.12)

M bak = 71160 kg

G = 10 N

Fz totaal = ?

Fz vulling =  $10 * 219054.5 = 2190545 \text{ N} = 2190.5 \text{ KN}$

Fz bak =  $71160 * 10 = 711600 \text{ N} = 711.6 \text{ KN}$

Fz totaal =  $2190.5 \text{ KN} + 711.6 = 2902.1 \text{ KN}$

#### Formule 2 Berekening van de opwaartsekracht

In de berekening van de opwaartsekracht wordt de totale oppervlakte en gewicht, vergeleken met de opwaartse kracht, om vervolgens de drijfhoogte / diepte van het systeem te berekenen. In de berekening van de opwaartsekracht gaan wij berekenen welke verticale krachten er uitgeoefend wordt op het water.

Neerwaartsekracht t.g.v. gewicht  $Fz = \text{opwaartse kracht bij onderdompeling van } x \text{ meter.}$

$$Fz \text{ totaal} = x * A * \gamma \text{ water}$$

x = aantal meters van de onderzijde van de bak onder het waterpeil

A = oppervlakte ( $\text{m}^2$ )

$\gamma$  water = gamma van water =  $9.807.00 \text{ N/m}^3$

$\gamma$  water  $\approx 10 \text{ KN/ m}^3$

#### Berekening systeem 1

Gegevens:

x = ?

A =  $15.4 * 5.4 = 83.16 \text{ m}^2$

$\gamma$  water =  $10 \text{ KN/ m}^3$

Fz totaal =  $2902.1 \text{ KN}$

$$2902.1 = x * 83.16 * 10$$

$$2902.1 = x * 831.6$$

$$x = 2902.1 / 831.6 = 3.49 \text{ meter.}$$



De onderzijde van de bak bevindt zich hiermee op 3.49 meter onder het wateroppervlak

De bak heeft een hoogte van 1.65 meter, dit houdt in dat de bovenzijde van de bak 1.80 meter onder het wateroppervlak zit. Wij streven naar een hoogte van 0.50 meter boven wateroppervlak.

Dit betekent dat de bak een hoogte zou moeten krijgen van 3.49 meter (x) + 0.50 m = 3.94 meter.

In het overzicht hieronder zijn alle systemen te gegeven met de uitkomsten van de gebruikte formules. De berekeningen zelf zijn te vinden in bijlage twee.

stelsel	1	2	4	7	10,1	10,2	15
	open caisson	gesloten caisson	omgekeerde open caisson met EPS	aluminiumbak met frame gevuld met EPS	stalen ponton zonder dekfel	stalen gesloten ponton	kunststofflokken
afmeting (l * B) in meters	15.4 * 5.4	15.4 * 5.4	15.4 * 5.4	15.2 * 5.2	15.024 * 5.024	15.024 * 5.024	15.8 * 5.8
massaconstructie (in kg)	71160	142320	106381	12300	15625	31476	5762
totale massa (in kg) (vulling is overal 219054kg)	290214,5	362374,5	325505,7	231354	234679,8	250530,1	224816,5
oppervlakte (in m <sup>2</sup> )	83,16	83,16	83,16	79,04	75,48	75,48	91,64
constructie hoogte (in meters)	1,65	3,30	3,10	2,92	1,46	2,92	3,00
onderkant (in meters) t.o.v. wateroppervlak	-3,49	-4,35	-3,91	-2,91	-3,10	-3,32	-2,45
bovenkant (in meters) t.o.v. wateroppervlak	-1,84	-1,05	-0,81	0,01	-1,65	-0,4	0,55

Figuur: 7.13 uitkomsten formules 1 en 2

*conclusie tabel:*

een negatieve waarde betekent dat de bak onvoldoende afmetingen heeft om voldoende opwaartse kracht te kunnen leveren.

### *7.5.2 Conclusie drijfhoogte*

Na de eerste formules is goed te zien dat er grote verschillen zijn in de uitkomsten van de systemen. Met name het verschil in de gewichten van de constructies laat logischer wijs zien dat de meeste bakken zinken. De systemen met een groot ondergedompeld volume (het volume van de bak onder water) laten zien dat deze minder diep zinken. Want hoe groter het ondergedompeld volume hoe groter de opwaartse kracht is.

het systeem van kunststofblokken komt als beste naar voren.

Het voldoet met de zware belasting al aan het drijfvermogen.

Met dit drijfvermogen komt de bovenkant van de bak boven de gewenste hoogte van 0.50 meter boven het wateroppervlak.

Dit systeem zal zelfs verzaamd moeten worden om op de gewenste hoogte uit te komen.

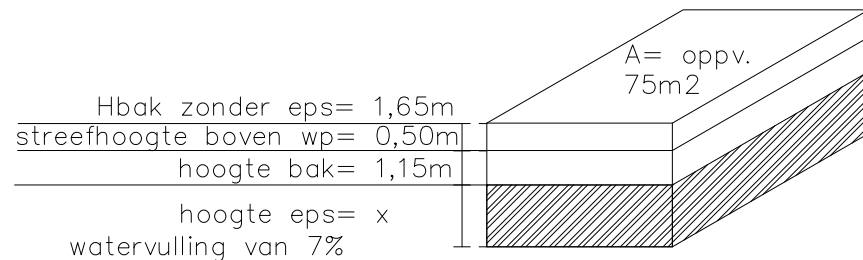
### 7.5.3 Toevoegen van extra drijfvermogen m.b.v. EPS.

Met de uitkomsten van de eerste twee formules is bekend wat het drijfvermogen is van de systemen. Uit de uitkomsten blijkt dat het drijfvermogen vergroot zal moeten worden om aan de streefhoogte van 0,50 meter boven water te voldoen. Met de streefhoogte wordt de hoogte van de bak, boven water bedoeld. Door een bepaalde hoeveelheid van EPS onder de bakken te plaatsen wordt het ondergedompeld volume vergroot en zullen de bakken hoger gaan drijven. Wij kiezen voor EPS omdat dit een licht materiaal is met een groot drijfvermogen. Dit houdt ook in dat het totaal gewicht van de constructie niet veel toeneemt. Tevens heeft EPS een lange levensduur omdat het niet of nauwelijks aangetast wordt door het water. Kostentechnisch is EPS een goedkoop materiaal voor deze toepassing. Met de volgende formule reeks zullen wij berekenen hoeveel EPS er nodig is om de bakken op het gewenste peil te krijgen.

#### Formule 3 berekening van de hoeveelheid EPS

In deze berekeningen worden twee formules met elkaar vergeleken. Door de opwaartse en neerwaartse krachten te berekenen, kan de hoeveelheid EPS bepaald worden.

$$Ok = [1.15 + 0.93 * x] * \gamma_{\text{water}} * A$$



Figuur: 7.14

- Ok = ?  
 1.15 = de gewenste diepgang van de onderzijde van de bak (de bak is 1.65 meter hoog). Er is 0.50 meter boven water gewenst zowat een deel van 1.15 meter onder water laat drijven. De diepte van 0.5 drijft niet in het water, en hoeft alleen maar door de bak gedragen te worden.
- 0.93X = gamma van EPS in 93%  
 (wij rekenen met 93% omdat EPS 'gaten' heeft tussen de bolletjes, hierin loopt water. Dit water hoeven wij niet te berekenen omdat het een gelijke gamma heeft als het water waar het systeem in drijft.)
- $\gamma_{\text{water}}$  = gamma van water  $\approx 10 \text{ KN/m}$   
 A = oppervlakte van de bak in m<sup>2</sup>

#### Berekening systeem 1

Gegevens:

- 1.15 = diepgang van de bak in gewenste situatie  
 0.93X = gamma EPS  
 $\gamma_{\text{water}}$  = 10 KN/m  
 A = 83.16 m<sup>2</sup>

$$Ok = [1.15 + 0.93x] * 10 * 83.16$$

$$Ok = [1.15 + 0.93x] * 831.6$$

$$Ok = [(1.15 * 831.6) + (0.93x * 831.6)]$$

$$Ok = 956.34 + 773.39x$$

$$[1.15 + 0.93 \cdot X] \cdot \gamma_{\text{water}} \cdot A = G_{\text{bak}} + G_{\text{eps}}$$

1. Het totale gewicht van de constructie is:

$$G_{\text{totaal}} = G_{\text{bak}} + G_{\text{eps}}$$

$$G_{\text{bak}} = \text{bekend, zie formule 1}$$

$$G_{\text{eps}} = X \cdot A \cdot (\gamma_{\text{eps}} \cdot 0.93 + \gamma_{\text{water}} \cdot 0.07) (!)$$

*(!)EPS is voor 7% met water gevuld.*

$$\gamma_{\text{eps}} = 300 \text{ N/m}^3$$

$$\gamma_{\text{water}} = 10.000 \text{ N/m}^3$$

$$A = 83.16 \text{ m}^2$$

$$G_{\text{eps}} = x \cdot 83.16 \cdot (300 \cdot 0.096 + 10000 \cdot 0.07) = 84.14x$$

$$G_{\text{bak}} = 2902.1 \text{ kN (tabel 7.12, totaalgewicht)}$$

$$G_{\text{totaal}} = G_{\text{bak}} + G_{\text{eps}} = 2902.1 + 84.14x \text{ [kN]}$$

*Voor evenwicht moet de opwaarts kracht even groot zijn als het totale gewicht van de constructie.*

Samenvoegen van de formules en uitkomsten:

$$[1.15 + 0.93 \cdot x] \cdot \gamma_{\text{water}} \cdot A = G_{\text{bak}} + G_{\text{eps}}$$

$$956.34 + 773.39x = 2902.1 + 84.14x$$

$$773.39x - 84.14x = 2902.1 - 956.34$$

$$689.25x = 1945.76$$

$$x = 1945.76 / 689.25 = \mathbf{2.82 \text{ meter}}$$

Deze uitkomst is de hoogte van het pak EPS onder de gehele bak om deze op streefhoogte van 0.50 meter boven het wateroppervlak te krijgen.



systeem	1	2	4	7	10,1	10,2	15
	open caisson	gesloten caisson	omgekeerde open caisson met EPS	aluminiumbak met frame gevuld met EPS	stalen ponton zonder deksel	stalen gesloten ponton	kunststofblokken
hoogte constructie (in meters)	1,65	3,30	3,10	2,92	1,46	2,92	3,00
hoogte constructie onderwater (in meters)	1,15	2,80	2,60	2,42	0,96	2,42	2,50
dikte benodigde EPS (in meters)	2,81	1,86	1,57	0,78	2,58	1,07	0
hoogte gehele constructie met EPS (in meters)	3,96	4,66	4,17	3,20	3,54	3,94	3,00

Figuur: 7.15 uitkomsten formules 3 en 4

#### 7.5.4 Conclusie berekeningen.

De berekeningen voor de toevoeging van EPS is een aanvulling op de twee eerdere berekeningen. Uit de berekeningen van de systemen blijkt dat er een behoorlijk groot pakket van EPS toegevoegd moet worden aan de constructies om tot de gewenste drijfhoogte te komen. De dikte van het pakket heeft wel een grote invloed op de diepgang van de systemen. De diepgang varieert nu van 3,49 meter tot 4,66 meter. Dit betekent dat de systemen alleen geschikt zijn voor diepe wateren, hierbij kan gedacht worden aan de havens van Rotterdam. Omdat we het systeem ook geschikt willen maken voor kleinere wateren moet er verder gezocht worden naar oplossingen. Alleen het toevoegen van extra EPS is niet voldoende. Een volgende stap is het lichter maken van de invulling en constructie. Dit zal in de volgende paragraaf behandeld worden.

De systemen 7. aluminium bak en frame gevuld met EPS en 15. Kunststofblokken, komen na de eerste berekeningen al in de buurt van de streefhoogte van 0.50 meter boven de waterpiegel. Deze systemen zullen wij niet verder aanpassen, wel zullen wij onderzoeken, door de invulling lichter te maken, of er volstaan kan worden met een lichtere / kleinere constructie van deze systemen.

#### 7.5.5 Tussentijdse conclusie

Zoals uit de conclusies van de voorgaande berekeningen en blijkt, dat er gezocht worden naar andere oplossingen om het de diepgang van het systeem te verkleinen. Alleen de systemen van aluminium en kunststof komen in de buurt van de streefhoogte en diepgang. De andere systemen hebben een te grote diepgang, waardoor deze systemen eigenlijk alleen maar geschikt zijn voor diepe wateren.

Omdat de toevoeging van EPS leidt tot een zeer grote diepgang moet er dus gezocht worden naar andere oplossingen. Er zijn hierbij drie opties, het lichter maken van de invulling en / of het aanpassen van de constructie.

In de afkadering hebben wij gesteld dat het onderzoek niet situationeel is opgezet, maar in kader van de haalbaarheid van het systeem zullen wij verder onderzoeken of er mogelijkheden zijn om de diepgang te verkleinen.

Een aantal randvoorwaarden met betrekking tot de realisatie van de bakken zijn in deze fase van het onderzoek maar deels toepasbaar. Pas als de bak volledig wordt ingericht, waarbij er ook een plantkeuze zal worden gemaakt, kunnen bijna alle randvoorwaarden toegepast worden in het uiteindelijke systeem.

Mogelijke alternatieven en oplossingen voor het verminderen van het gewicht zullen in de volgende paragraaf onderzocht en toegelicht worden.

## 7.6 Constructieve oplossingen

Om het systeem te optimaliseren zijn er verschillende onderdelen die veranderd kunnen worden in hun gewicht. Als het gewicht minder wordt, zullen de bakken minder diep komen te liggen ten opzicht van het wateroppervlak. De veranderingen kunnen zowel aan de vulling als aan de constructie van de systemen worden toegepast.

De invulling van de bak kan op een aantal onderdelen aangepast worden om het gewicht af te laten nemen. De beplanting, de bodem en de verharding kan aangepast worden.

### - Beplanting.

In de beplanting kan er op twee beplantingstypen aanpassingen gedaan worden om het gewicht te verminderen. Dat zijn bomen en de heesters. Als gevolg van deze beperkingen zal de keuze aanzienlijk verkleint worden.

Als eerst zullen we onderzoeken wat de opties zijn voor bomen. In het huidige ontwerp is er gekozen voor de grootste bomen, bomen van de eerste orde met een gewicht van 15.000 kg. Als we kijken naar de tweede orde als maximale grote, kan er gerekend worden met een gewicht van 10.000 kg per boom. Dit houdt in dat het toepassen van twee bomen van de tweede orde een verlaging van 10.000 kg opleverd.

Een andere optie is het aantal bomen van twee naar één terug te brengen. Het nadeel van een enkele boom is dat het de constructie niet meer in evenwicht zal zijn. Dit zou opgevangen kunnen worden door het toepassen van balasten of door het toepassen van andere beplanting om het evenwicht in stand te houden. We raden dit echter af omdat we niet verwachten dat dit in de praktijk zal werken. Wij kiezen daarom voor twee bomen van de tweede orde. Dit doen wij om aan het beeld van het ontwerp vast te houden en minder gewicht toe te passen.

Als tweede aanpassing in de beplanting kunnen er andere heesters worden toegepast. Door te kiezen uit kleinere heesters zal het totale gewicht afnemen. In tegenstelling tot bomen zal het keuzeaanbod bij heesters wel groot blijven. Door heesters tot drie meter toe te passen, zal het gewicht per vierkante meter van 600 kg naar 465 kg gaan.

Een stap verder is heesters met een hoogte tot één meter toe te passen als maximum. Het gewicht daalt dan van 465 kg naar 315 kg.

Een alternatief om het gewicht van de heesters te verminderen is het beheer. Door de heesters intensief te beheren kan er doormiddel van snoeien het gewicht beperkt blijven. Een bijkomend voordeel van het intensieve beheer is de sortimentskeuze, deze wordt hierdoor een stuk groter. Er zijn echter ook een aantal nadelen en risico's die voortkomen door gewicht te beperken met beheer.

Een nadeel zijn de hoge kosten voor het intensieve beheer dat nodig zou zijn. Een groot risico met het beheer is de regelmaat waarin dit gebeurt. Indien er wegens omstandigheden geen beheer gepleegd wordt, zouden de heesters zodanig kunnen uitgroeien dat de maximale belasting van het systeem overschreden wordt. Hierdoor zou er een scheefstand kunnen voorkomen en in extreme gevallen zou het systeem kunnen zinken.

De 'middelmaat' heesters (tot drie meter hoog) is voor ons de keus voor de inrichting. Deze heesters kunnen privacy bieden aan de mensen in hun woning en hebben een lager gewicht.

Bij de vaste planten kan maar zeer beperkt op gewicht worden bespaard. Daarom worden deze buitenbeschouwing gelaten met het zoeken naar gewichtsvermindering.

### - Bodem

Om gewicht te besparen kan de bodemdikte worden teruggebracht. In randvoorwaarde 8.0 is beschreven dat er een minimale diepte van 0.75 meter vereist is voor bomen van de eerste orde. In het ontwerp hebben wij gekozen voor 1.00 meter en een extra buffer van 0.05 meter. De buffer van 0.05 meter behouden wij voor onvoorziene zaken en belastingen.

Omdat we nu bomen zullen toepassen van de tweede orde kan de bodemdikte terug gebracht worden naar een dikte van 0.60 meter. (zie verslag Boomverankering Lars Onderwater en Rienk Venhuizen, 06-2011) samen met de buffer van 0.05 meter zal dit voldoende zijn voor bomen van de tweede orde. Daarmee kan een besparing van 0.15 meter meegenomen worden.

Om het meeste gewicht te besparen kiezen wij nu voor de diepte van 0.60 meter. Wel behouden wij de 0.05 meter extra ruimte voor de buffer van onvoorziene zaken. Ook behouden wij de waterinfiltratiekratten in verband met de waterbuffer voor droge periodes.

Door de samenstelling of opbouw van de bodem aan te passen kan er ook gewicht bespaard worden. Door de bodem geheel te vervangen met ronde korrels van lava, klei of Argexkorrels, ontstaan er holle ruimtes tussen de korrels. Het meeste gewicht wordt bespaard door de Argexkorrels. Deze korrels hebben een eigen gewicht van maar 340 kg/m<sup>3</sup>. Dit kan per kubieke meter een besparing op leveren van 1460 kg ten opzichte van teelaarde.

De bodem van teelaarde zal vervangen worden door Argexkorrels. Door het toepassen van deze korrels zal er een grote gewichtsbesparing optreden waarbij de kwaliteit van de bodem niet minder wordt.

### - Verharding

Het laatste onderdeel waarop in gewicht kan worden bespaard is de verharding. In het ontwerp is uitgegaan van een traditionele klinkerverharding en bijbehorende funderingsopbouw. Een oplossing die veel in dichte stedelijke gebieden gebruikt wordt zijn Watershells. Watershells kunnen als fundering van de verhardingen dienen. Dit zijn staanders van PVC, gevuld met beton, waarop een deksel (de Watershell, zie figuur 7.16) wordt geplaatst. Door deze constructie in te pakken met een geotextiel blijft de ruimte in de watershells hol. De wanden rondom deze Watershells zijn opgebouwd uit 10 cm dik XPE. XPE is een schuimmateriaal dat is opgebouwd uit gerecycled kunststof, zie figuur 7.17.



Naaststaand Figuur: 7.16  
watershell systeem in aanleg  
Bron: Totaal-documentati-  
emap.waterblock.BV



Naaststaand Figuur: 7.17  
watershell systeem in aanleg  
met XPE  
Bron: Totaal-documentati-  
emap.waterblock.BV



De holle ruimte onder de Watershells kan dienen als extra infiltratieruimte die het water loost op de waterinfiltratiekratten. Het water dat in de watershells stroomt wordt gefilterd door staande XPE schuimblokken. Daarmee blijven deze Watershells vrij van gronddelen. Door de holle ruimte en het gebruik van lichte materialen hebben de Watershells inclusief ingegoten verharding maar een eigen gewicht van  $377 \text{ kg / m}^2$ .

De draagkracht van de Watershells is groot, zo is het mogelijk een rotonde op dit systeem aan te leggen, zie figuur 7.18. De grote draagkracht komt voort uit de staande PVC buizen die gevuld worden met licht gewapend beton. De toplaag wordt afgewerkt met een gewapende betonlaag van 12 cm dik. Deze laag kan worden afgewerkt met een structuurprint zoals een tegel- of klinkermotief. Hierdoor is de afdeklaag ook te gebruiken als verharding. Een aanvulling op het motief is een kleur, hiermee kan het beton behandeld worden zodat het lijkt op echte klinkers of andere verhardingstypen.

Om voor onderhoud in de Watershells te kunnen komen zal er een standaard inspectieput geplaatst moeten worden. Dit is een standaard gebruikte oplossing voor de toegang. Wij zullen deze midden op de oprit plaatsen om bij eventuele inspectie de afstanden klein te houden. Het gewicht van de inspectieput wordt niet meegenomen in de berekeningen, dit i.v.m. een gelijk gewicht.

Het is ook mogelijk om een standaard verharding toe te passen op de Watershells. De variëteit in verhardingsmaterialen is erg groot, hierdoor is er ook een grote verscheidenheid in gewichten van materialen. De verharding is in te delen in groepen: asfalt, geheel verharding, half verharding en organisch materiaal zoals boomschors of houtsnippers. Deze verhardingen kunnen ook verwerkt worden op de Watershells. Het gewicht blijft in de meeste gevallen gelijk aan het genoemde gewicht in de vorige paragraaf. De elementverharding kan niet rechtstreeks op de watershells worden geplaatst. Er moet er nog een minimaal 5 cm licht gewapende betonvloer onder.



Figuur: 7.18 Watershells in aanbouw onder toekomstige rotonde  
Bron: Totaal-documentatiemap.waterblock.BV

Gevolg hiervan is het toenemen van het gewicht. Doordat het gewicht toeneemt blijft er minder ruimte in het gewicht (van de totale constructie) over voor het toepassen van andere invullingen.

In de bak zullen wij Watershells met een betonnen dek plaatsen. Dit dek kan vervolgens afgewerkt worden met een motief. De deklaag krijgt in het ontwerp geen kleur, het is een afwerking-detail dat als toevoeging in de praktijk gekozen kan worden en nu te gedetailleerd is voor het onderzoek.

In de onderstaande tabel zijn de gewichten van de nieuwe invulling te vinden. Met deze gewichten zullen wij de systemen opnieuw berekenen.

## INVULLING SYSTEEM

### Groen

Soort	type	Afm/eenh	kg/st	kg/m2	aantal st/m2	eenheid	totaal KG
boom	tweede orde	st	10000	n.v.t.	2	st	20000
heester	tot 3 meter	1X1X3	divers	315	14,16	m2	4460
Hagen	gelijk aan heesters	divers	n.v.t.	315	6,3	m2	1985
vaste plant	divers	1X1X0.5	divers	300	14,16	m2	4248
gras	sport / speelgazon	1X1X0.05	n.v.t.	20	28,32	m2	566

### bodem

type	gewicht	aantal m2 totaal	opbouw bodem	totaal M3	totaal Kg
Argexkorrels	340 kg/m3	31,50	0,65	40,95	13923

### waterkragen (azura infiltratieunit, 200L 95%buffer)

	L in M	b in M	H in M	inhoud m3	gewicht per stuk	totaal m2	totaal kragen	totaal gewicht
Lege krat 200L	1	0,5	0,4	0,2	8,5	63	126	1071
watershells	0,5	0,5	0,93		377kg/m2	12		4524

Water	afmeting krat	buffer	aantal kragen per m	totaal L water per m2	totaal m2	totaal krat	totaal L	totaal m3	totaal kg
Buffer van 95%	1X0.5X0.4	95%	2	380	63	126	23940	23,94	23940

Tabel: 7.18 gewicht na herinvulling van het systeem

**Eind totaal gewicht: 74718 kg**

Omdat de invulling van de bak kan veranderen, kunnen de constructies ook lichter worden. De wanden worden minder hoog en er kan een dunnere bodem worden toegepast. Omdat er veel mogelijkheden zijn, lichten wij de materialen van verschillende systemen toe.

Voor het lichter maken van de constructies zijn er diverse mogelijkheden. De betonnen bakken hebben als optie om met een dunnere laag beton gerealiseerd te worden. Als er een sterke variant beton gebruikt wordt met een gelijk gewicht aan de standaard toegepaste betonsoort, zal het totale gewicht van de bakken afnemen. Met een sterkere betonsoort verwachten wij dat de dikte van de wanden en vloeren zal afnemen met 5 cm, de wand- en vloerdikte zal dan uitkomen 15 cm.

Voor stalen constructies zullen er ook besparingen van toepassing kunnen zijn. Gezien wij uit veiligheid gekozen hebben voor een dikke plaat zou er ook gebruik gemaakt worden kunnen van een minder dikke maar sterkere variant. Het gewicht van de bak zal hierdoor kunnen afnemen. De minimale beschikbare gegevens, doen wij geen nieuwe aanname voor de toepassing van een dunnere van de staalplaat.

Twee onderdelen die niet in het ontwerp zijn opgenomen zijn het meubilair en speelgelegenheden. Er zijn zeer veel variaties op de markt. Als deze onderdelen toegepast worden moet er wel rekening worden gehouden met de maximale belasting van het systeem. Doordat er veel verschillende mogelijkheden zijn hebben wij deze niet meegenomen voor het onderzoek.

In de constructie zijn er nog meer opties die niet behandeld worden in dit verslag. Toch lichten wij deze toe als aandachtspunt voor verder onderzoek.

Als het ontwerp in de praktijk zal worden toegepast moet er scherper op details en constructie worden gelet. Een obstakel waar wij geen rekening mee houden is de symmetrische belasting.

In het ontwerp is er geen evenredige verdeling van het gewicht. Waar aan één zijde van de haag, heesters en vaste planten staan, is er aan de andere zijde een grasveld getekend. Deze beplantingstypen hebben elk hun eigen gewicht omdat de heesters en vaste planten zwaarder zijn dan het gras, zal leiden tot een a-symmetrische belasting. In verband met de complexe berekeningen en aanpassingen in constructies laten wij dit over aan een constructeur. Een nader onderzoek zal kunnen worden uitgevoerd, om te zoeken naar een oplossing.

Een ander onderdeel dat hier mee samenhangt, is het aanbrengen van ballast. Door op de juiste plekken de juiste hoeveelheid extra gewicht te plaatsen, komt de bak weer vlak in het water te drijven bij een a-symmetrische belasting. Omdat het nog al kan wisselen waar en hoeveel ballast nodig is, zal er goed over nagedacht worden moeten. Een van de lastige punten is het gewicht van de bomen. Wij hebben in dit onderzoek gerekend met volgroeide bomen. Als deze bomen aangeplant worden hebben zij een kleiner gewicht wat gecompenseerd moet worden. Deze zal gelijkmatig verminderd worden als de boom door de groei zwaarder wordt. Ook kunnen bomen door omstandigheden scheef groeien waardoor er een tegenballast op een andere plek nodig is. Uiteindelijk moet het ballaststelsel een systeem worden om dergelijke obstakels eenvoudig op te lossen. Dit onderdeel is opgenomen in de lijst voor nader onderzoek.

## 7.7 Herinrichting van de bak

De systemen en de vulling kunnen dus lichter ingevuld worden na de aanpassingen uit paragraaf 7.6. De nieuwe afmetingen en aannames zullen hieronder uitgelegd worden. Door deze aanpassingen ontstaan er lichtere varianten. Deze zullen wij opnieuw berekenen met de formules  $1 \text{ t} / \text{m}^4$  om de diepgang opnieuw te bepalen.

### 7.7.1 Herinrichting van de systemen

#### Betonnen caissons

De dikte van de wanden van systeem 1, 2 en 4 zal 0.15 meter worden door de toepassing van sterker beton. De hoogte zal door een andere invulling, zoals hier onder beschreven zal worden, met 0.40 meter afnemen en uitkomen op 1.20 meter, inclusief de vloer.

#### Aluminiumbak met frame gevuld met EPS

De aluminium bak komt al goed uit de eerste berekeningen, daarom doen wij geen aanpassingen.

#### Stalen pontons

De stalen ponton zal alleen in zijn opstaande wanden veranderd worden. De hoogte van de wanden zal hier afnemen met de nieuwe vulling waar de hoogte van het systeem zal afnemen met 0.40 meter.

#### Kunststof blokken

De kunststof blokken zijn in de berekeningen met de zware belasting al uitgekomen boven de gewenste drijfhoogte van de randen. Als wij met de volgende reeks formules met een lichter vulling gaan werken, zal deze nog verder boven het water uitkomen. Daarom gaan wij de blokken een kwartslag draaien waar deze in diepte gehalveerd worden. De maat van de huidige leverbare blokken zal niet optimaal uitkomen, maar wij nemen aan dat dit wel mogelijk wordt als het systeem in de toekomst als beste toepassing naar voren komt.

### 7.7.2 Aanpassingen van de vulling

Het ontwerp van de bakken zal door een nieuwe inrichting veel in gewicht kunnen afnemen. Door de aangedragen punten en keuzes kunnen wij 42% aan gewicht besparen. Er zijn meer mogelijkheden om gewicht te besparen, maar met de aanpassingen die wij kiezen, behouden wij het gewenste beeld en voldoen wij aan de randvoorwaarden die nu van toepassing zijn. De volgende aanpassingen van de vulling van de bak zullen wij toepassen:

De bomen die wij toepassen vallen onder de tweede orde, hiermee hebben wij bomen tot 12 meter hoogte die rond de 10.000 kg per stuk wegen. Deze bomen geven een mooi beeld aan de straat, en bieden begeleiding en beschutting. Ook blijft er een groot keuzeaanbod voor bomen van de tweede orde.

De heesters blijven in het nieuwe ontwerp kleiner, dit gewicht wordt 465 kg. Door de grote variëteit aan heesters blijft er een groot scala aan beschikbare soorten.

Door de kleinere bomen, is er ook minder ruimte nodig voor de wortels van de bomen. Ook de extra ruimte van 0.25 meter, voor wortelruimte, uit het eerste ontwerp zal vervallen. Dit levert een gewichtsbesparing op van bijna 25.000 kg. De buffer van 5 cm voor onvoorziene zaken zal behouden blijven.

Door de teelaarde te vervangen door substraat wordt hier ook gewicht bespaard. Het gewicht neemt af met ruim 1400 kg /  $\text{m}^3$ . Het substraat wij gekozen hebben is zijn Argexkorrels. Dit wordt al veel toegepast op daktuinen en heeft het laagste gewicht van de geschikte substraten die wij hebben gevonden.

Deze Argexkorrels hebben een goed water absorberend vermogen waardoor kan word voldaan aan de vochtbehoefte van 17%.

Een zwaar onderdeel van het eerste ontwerp is de bestrating. Dit is niet alleen door de gekozen betonnen klinker, maar ook de onderliggende fundering en opsluiting. Door het toepassen van de Watershells is het mogelijk de verharding te integreren in de betonnen deklaag. Hierdoor treedt er weer een grote besparing van het gewicht op. Door de lege ruimte onder de Watershells op de plaats van de fundering, wordt veel gewicht bespaard. op deze wijze wordt er een besparing van 3600 kg op de verharing toegepast. Het beeld van de verharding blijft wel gelijk, er kan namelijk een klinkermotief in de betonnen deklaag aangebracht worden.

In de volgende paragraaf zullen wij alle zeven systemen opnieuw gaan berekenen om te kijken wat de resultaten zijn van deze grote gewichtsbesparing. Wij verwachten dat de resultaten dichter bij elkaar uit zullen komen.

## 7.8 Berekeningen lichte bakken en invulling

Met de nieuwe gegevens zullen wij de formules opnieuw toepassen. De berekeningen zijn terug te vinden in bijlage vier.

De gebruikte formules na de herinrichting zijn gelijk aan de gebruikte formulus uit paragraaf 7.5:

### Formule 1 massa en zwaartekracht van de inhoud

Om te kijken hoe het systeem reageert op de situatie volgens de beschrijving van de vorige paragraaf, berekenen wij eerst het gewicht van de 'vulling' in Newtons.

### Formule 2 Berekening van de opwaartsekracht

In de berekening van de opwaartsekracht wordt de totale oppervlakte en gewicht, vergeleken met de opwaartse kracht, om vervolgens de drijfhoogte / diepte van het systeem te berekenen. In de berekening van de opwaartsekracht gaan wij berekenen welke verticale krachten er uitgeoefend wordt op het water. In de onderstaande overzichtstabel 7.22 is te zien wat de uitkomsten zijn van de berekeningen.

systeem	1	2	4	7	10.1	10.2	15
	open caisson	gesloten caisson	omgekeerde open caisson met EPS	aluminiumbak met frame gevuld met EPS	stalen ponton zonder deksel	stalen gesloten ponton	kunststofblokken
afmeting (l * B) in meters	15.4 * 5.4	15.4 * 5.4	15.4 * 5.4	15.2 * 5.2	15.024 * 5.024	15.024 * 5.024	15.8 * 5.8
massaconstructie (in kg)	47156	93551	63563	10312	13695	27615	3956
totale massa (in kg) (vulling is overal 74718kg)	121873	168268	138280	85029	88412	102332	78673
oppervlakte (in m <sup>2</sup> )	83.16	83.16	83.16	79.04	75.48	75.48	91.64
constructie hoogte (in meters) *	1.20	2.40	2.25	2.92	1.46	2.92	1.50
diepgang onderkant (in meters)	-1.50	-2.08	-1.71	-1.92	-1.57	-2.15	-0.86
diepgang bovenkant (in meters)	-0.30	0.32	0.54	1.00	-0.11	0.77	0.64

opmerking:

\* De constructiehoogte is afhankelijk van het gekozen systeem

Tabel: 7.22 Uitkomsten formules 1 en 2 na herinrichting



## 7.9 Eindconclusie en voortgang van de systemen

In de uitkomsten is te zien hoe de systemen reageren op de nieuwe vulling. Met de behaalde uitkomsten gaan wij nu bekijken welk systeem het meest positief uit de berekeningen komt. In het volgende hoofdstuk gaan wij vervolgens dit systeem verder onderzoeken. In de berekeningen zijn wij er vanuit gegaan dat de waterinfiltratiekrachten altijd volledig gevuld zijn. In de praktijk zal dit niet vaak gebeuren.

Het gewicht van de Argexkorrels is het droge gewicht. Deze beide aanames hadden wij beter moeten interpreteren.

Uit de formules komt naar voren dat er drie systemen met de nieuwe lichte constructie en inrichting op de gewenste hoogte drijven.

Systeem 1, de open betonnen bak, en systeem 10.1, de open stalenbak komen met hun randen niet boven het wateroppervlak.

Systeem 2, de gesloten betonnen bak, komt maar 0.33 meter met zijn rand boven het wateroppervlak uit, waar wij streven naar 0.50 meter. Door het lage drijfvermogen van deze drie systemen besluiten wij dat deze systemen niet voldoende perspectief bieden voor verder onderzoek.

Systeem 4, de omgekeerde betonnen bak gevuld met EPS, komt in de lichte vulling als beste naar voren. Helaas heeft dit ook nadelige effecten aangezien er in de berekeningen nog geen veiligheidsmarges en variabele belasting is opgenomen. Als de belasting met 1000 kg toeneemt, zakken alle systemen ca. 1.2 cm. Als er bij systeem 4 een zware auto zal parkeren, zal het systeem onder de gewenste hoogte drijven. Daarom nemen wij het systeem niet mee voor verder onderzoek.

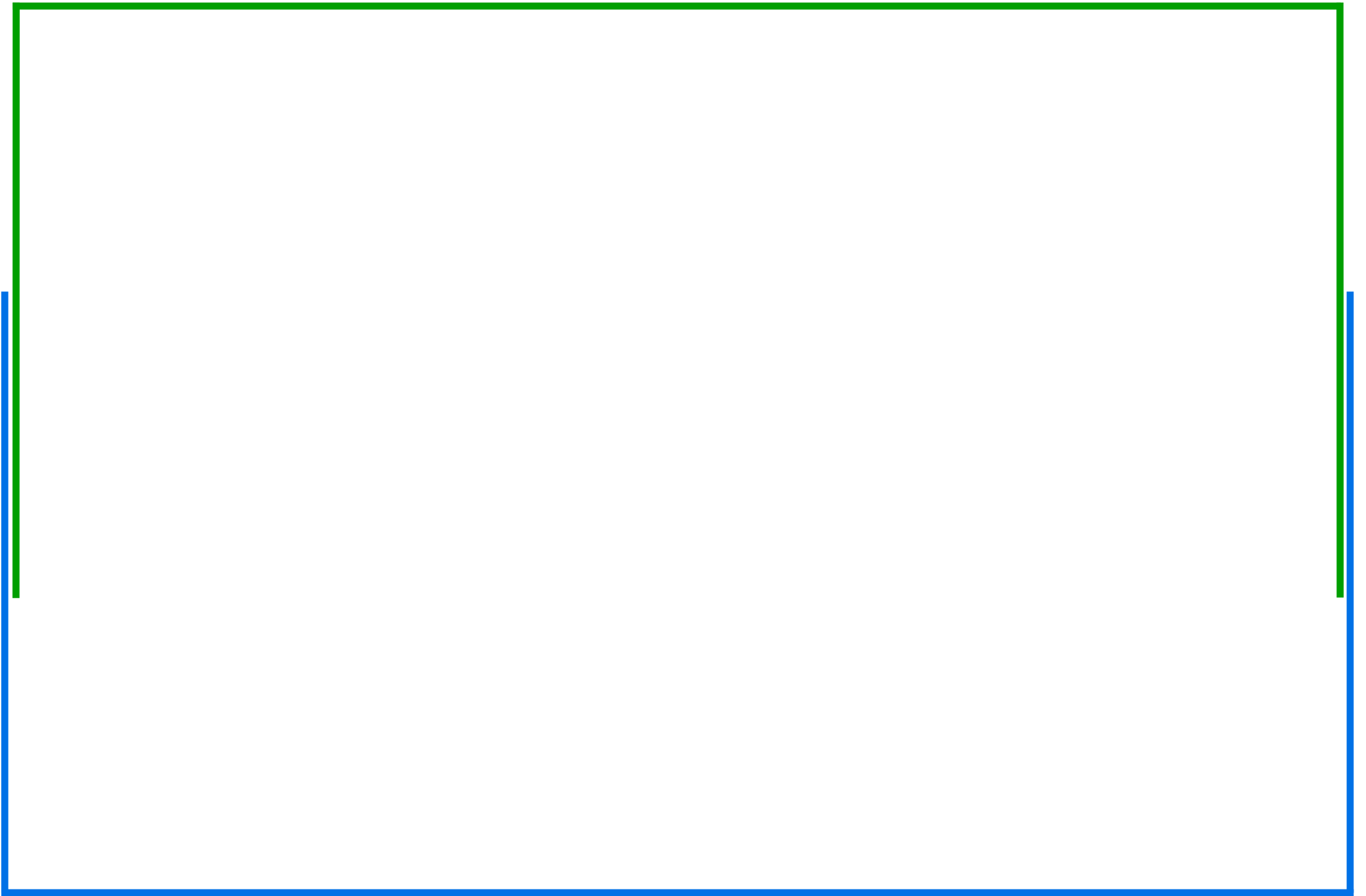
De kunststofblokken, systeem 15, zijn goed naar voren komen uit de berekeningen. Uit informatie van de leverancier is gebleken dat de kunststofblokken maar een beperkt draagvermogen hebben. Dit draagvermogen is minder dan het drijfvermogen, de blokken eerder zullen het eerder begeven dan zij zullen zinken.

In de berekeningen van de lichte variant belasten wij de bodem met ongeveer 1000 kg per vierkante meter. De ontvangen informatie geeft aan dat kunststof niet meer kan dragen dan 375 kg / m<sup>2</sup> per vierkante meter. Het systeem nemen wij niet verder mee in het onderzoek.

Systeem nummer 7, de aluminium bak met frame gevuld met EPS, is de lichte constructie die met de toegepaste vulling het hoogst in het water drijft. Door het hoge zwaartepunt, is het systeem niet meer stabiel. Het risico dat het systeem zal omwaaien als de bomen groter worden, dat wij gaan berekenen in het volgende hoofdstuk, verwachten wij hierdoor groot. Omdat wij maar één systeem gedetailleerd uitwerken en nemen dit systeem niet mee.

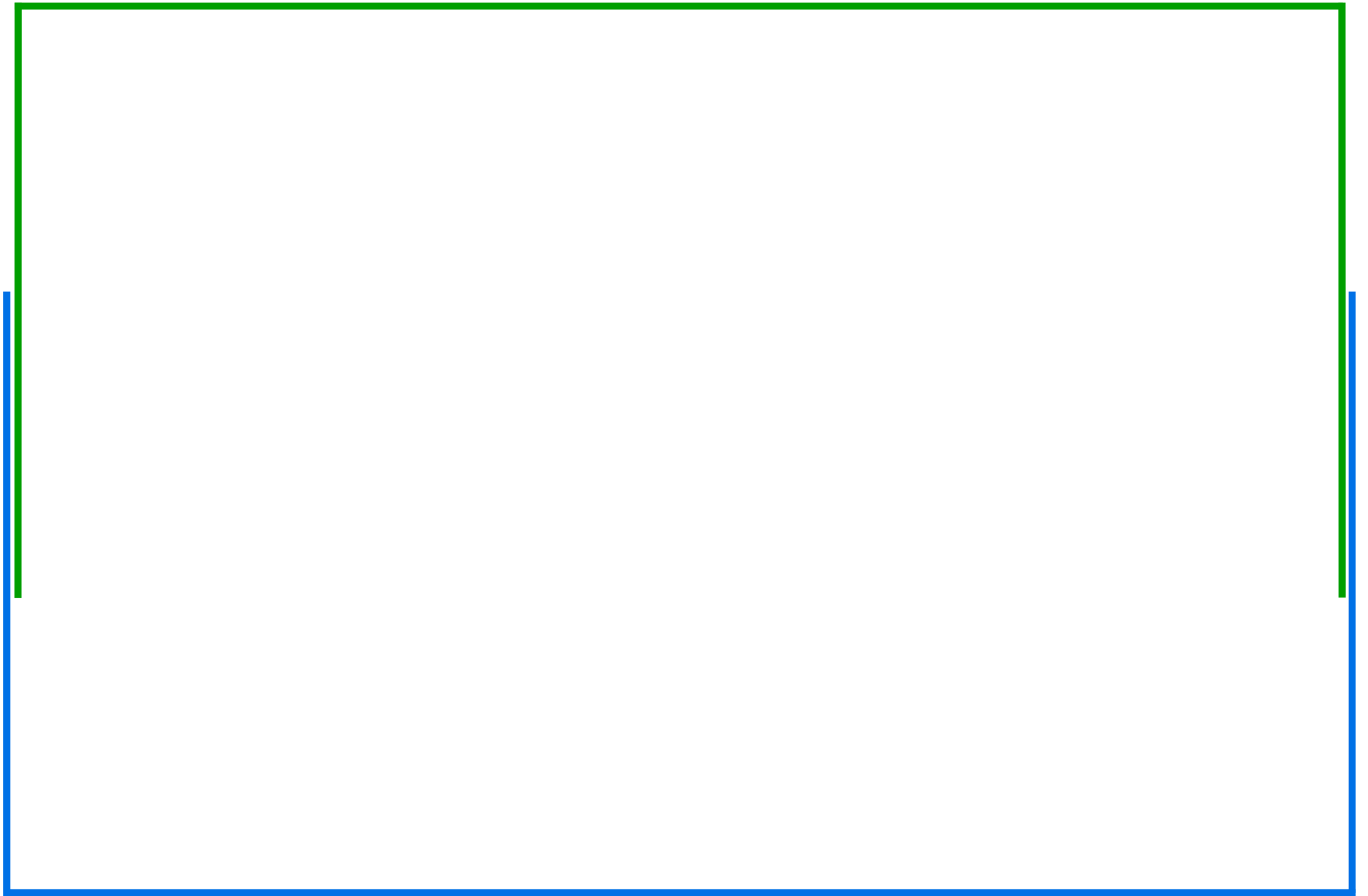
Het systeem 10.2, de gesloten stalen ponton, komt uit de berekeningen als meest geschikt naar voren. Omdat wij met dit systeem de beste en meeste mogelijkheden zien, nemen wij dit systeem mee voor verder onderzoek. De grootste voordelen zijn de robuustheid van het materiaal en de constructie en mogelijkheden voor verlichting en of verzwaring.

In hoofdstuk vijf is al wel als algemeen nadeel naar voren gekomen dat het materiaal staal duur is in aanschaf en in het onderhoud. In Hoofdstuk twaalf gaan wij kijken na een verdere technische uitwerkingen of het systeem aantrekkelijk blijft om in de toekomst te gaan gebruiken.



## 8. Berekening van windstabiliteit

Wind kan invloed uitoefenen tegen de op- en neerwaartse krachten. In dit hoofdstuk wordt onderzocht of het gekozen systeem bestand is tegen de wind.



## 8. Berekening van de windstabiliteit

### 8.1 Belasting door de wind

Voor de stabiliteit van de ingerichte bak moeten wij gaan onderzoeken welke invloed de wind uitoefend. De boom zal de wind opvangen en kan mogelijk zorgen voor het laten hellen van de bak. Door de heringerichte bak te gaan onderzoeken kijken wij of het geheel bestand is tegen de wind. In het verslag 'De groene grachtengordel van Amsterdam 06-2011', geschreven door Fieke Damen, Robert van der Pol en Mathijs Lorscheid is gerekend met een gelijke situatie op het droge land. Daarom lichten wij de formules kort toe met extra informatie uit het verslag 'De groene grachtengordel van Amsterdam 2011' hoofdstuk 12.

De windbelasting wordt berekend met de volgende formule:

$$W = P_{wrep} * A_{projectie}$$

$P_{wrep}$  = kracht van de wind in representatieve omstandigheid

$A_{projectie}$  = kroonprojectie

Er wordt gerekend met  $A_{projectie}$ , omdat de wind loodrecht op de kroon blaast. In de berekening nemen wij aan dat de kroon een gesloten bol is in plaats van een doorlatende oppervlakte.

Voor het berekenen is de oppervlakte van de kroon nodig, de berekening hiervoor:

### 1. Kroonoppervlak

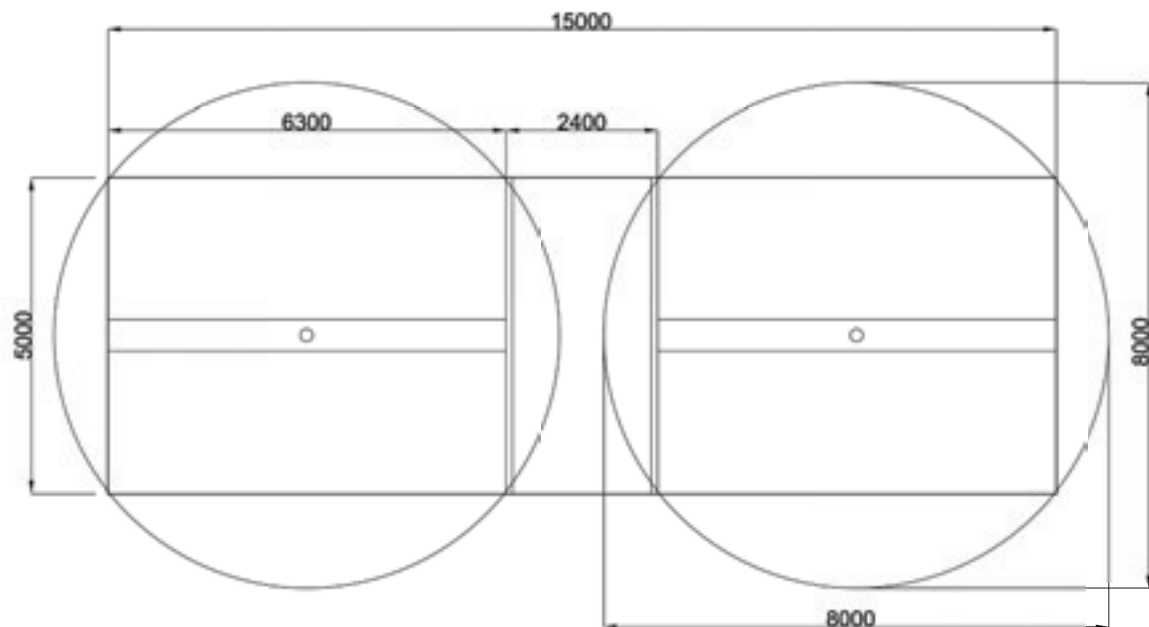
$$A_{projectie} = \pi * r^2$$

Afbeelding 8.1 van maten van boom en bak

$$A_{projectie} = \pi * 4^2$$

$$A_{projectie} = 3.14 * 16$$

$$A_{projectie} = 50.26 \text{ m}^2$$



Figuur: 8.1 afmetingen van de bak.







De representatieve windkrachten kunnen berekend worden met de volgende formule:

$$P_{wrep} = C_{index} * C_{dim} * \emptyset * C_{eq} * P_w$$

$P_{wrep}$  = kracht van de wind in representatieve omstandigheid.



$C_{index}$  = vormfactor

De boom is geen bolvorm maar een ruwe (ruw door de grillige vorm en het bladerdek) bolle ovaalvorm. Bij deze vormen komt er een nieuwe factor bij, de Reynoldsfactor.

opstand		$R_e = 0,7 \cdot 10^5 \cdot v_w \cdot d_m$	$C_1$
	bol	$R_e \leq 3 \cdot 10^5$	0,5
	Voor tussentijdse waarden van $R_e$ wordt $C_1$ bepaald door lineaire interpolatie	$R_e \geq 5 \cdot 10^5$	0,2
	halve bol	ongeacht $R_e$	1,4
	half bolsegment	ongeacht $R_e$	1,2
	schijf	ongeacht $R_e$	1,2

$d_m$  is de getalwaarde van de gemiddelde diameter in m;  
 $v_w$  is de getalwaarde van de windsnelheid in m/s, berekend met:

$$v_w = \sqrt{1,6 p_w}$$

Prismatische of tapse objecten <sup>1)</sup> afhankelijk van $R_e = 0,7 \cdot 10^5 \cdot v_w \cdot d_m$ <sup>2)</sup>			
vorm van de dwarsdoorsnede	$R_e = 0,7 \cdot 10^5 \cdot v_w \cdot d_m$	$C_1$	
	matig glad	$R_e \leq 3 \cdot 10^5$	
	(staal, hout, beton) voor tussentijdse waarden van $R_e$ wordt $C_1$ bepaald door lineaire interpolatie	$R_e \geq 5 \cdot 10^5$	0,7
	matig- en zeer ruw, afgeronde- en scherpkantige ribben in langszichting	ongeacht $R_e$	1,2

bovenste figuur: 8.2 windfactoren voor bolvormige objecten  
 onderste figuur: 8.3 tabel voor prismatische of tapse objecten  
 Bron:boek sterkteberekeningen, B van Leusden, derde druk 2008

Met deze tabellen zijn wij uitgegaan van een ongunstige situatie, zie de gemark eerde kolommen. Hierdoor komen uit op de factor 1.2. Door met deze waarde te rekenen voldoen wij aan de NEN norm 6702.

$C_{dim}$  = afmeting van het bouwwerk(=boom)

Als de windvlagen gelijktijd tegen de boom zouden blazen, zou de stuwdruk toenemen naar mate de boom groter wordt. Omdat wind geen continuë druk uitoefend, is dit niet van toepassing op de boom in onze bak. In figuur 8.2 is in de gemarkeerde waarde te zien dat de factor 0.95 is. Voor extra veiligheid kiezen wij daarom voor de factor 1. assen.

$\emptyset$  = factor tgn dynamische invloed van de wind op hoogbouw

De dynamische invloed van de wind zal gelijk moeten lopen aan de windrichting. Hier zal in de berekening gerekend worden met een windrichting loodrecht op de kroon van de boom. Tevens worden er voorwaarden gesteld aan de hoogte en de hoogte / breedte verhouding.

De hoogte is minder dan 50 meter, de boom is maar 12 meter, De verhouding hoogte van de boom tot kroon diameter minder is dan 1 staat tot 5.

De situatie van de boom waar wij mee rekenen voldoet aan deze voorwaarden waardoor er gerekend kan worden met factor 1.

$C_{eq}$  = drukvermindingsfactor 1.0

(ingesloten luchtlagen 0.125 – 0.3, zie figuur 8.3).

Het bladerdek van de boom bestaat uit een gelaagde opbouw door de bladeren. Een klein deel van de wind gaat door de boom waar de rest van de wind opgevangen wordt door het bladerdek. Drukvereffening is van toepassing als er sprake is van ingesloten luchtlagen, de luchtdoorlaatbaarheid van het oppervlak. In het model wordt met een gesloten bol gerekenf, er is geen sprake van vereffening van luchtlagen.

Voor bomen is er nog geen beschikbare informatie over de factor van drukvermindering. Daarom houden wij de standaard norm van 1 aan, afkomstig uit de NEN-norm 6702.

$P_w$  = stuwdruk -> hoogte boven het maaiveld windgebied / bebouwd / onbebouwd.

Stuwdruk wordt bepaald door de indeling van de windgebieden in Nederland. Nederland is ingedeeld in drie windgebieden, zie afbeelding 8.4 en 8.5. Om met de meest onveilige omstandigheden te rekenen, houden wij windgebied 1 aan omdat wij in verwachten dat het drijvende groen in onbebouwd gebied toe gepast zal worden.



Figuur: 8.4 windgebieden van Nederland  
Bron: www.sbr.nl

hoogte $h$	$\rho_s$					
	gebied I		gebied II		gebied III	
	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd
m	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>
≤ 2	0,64	0,64	0,54	0,54	0,46	0,46
5	0,81	0,64	0,68	0,54	0,55	0,46
10	1,06	0,70	0,88	0,59	0,73	0,50
15	1,19	0,94	1,01	0,79	0,84	0,67
20	1,29	1,11	1,10	0,93	0,93	0,79
30	1,43	1,34	1,24	1,12	1,06	0,95
40	1,54	1,50	1,35	1,26	1,15	1,07
50	1,62	1,62	1,43	1,37	1,23	1,16

Bovenstaand figuur: 8.5 waarden van de windgebieden in Nederland  
Bron: boek, sterkteberekeningen, B van Leusden, derde druk 2008

Met deze gegevens en factoren komen wij uit op de volgende waarden.

$P_{wrep}$  = onbekend

$C_{index} = 1.2$

$C_{dim} = 1$

$\emptyset = 1.0$

$C_{eq} = 1.0$

$P_w = 1.12$

$$P_{wrep} = C_{index} * C_{dim} * \emptyset * C_{eq} * P_w$$

$$P_{wrep} = 1.2 * 1 * 1 * 1 * 1.12$$

$$P_{wrep} = 1.344 \text{ KN / m}^2$$

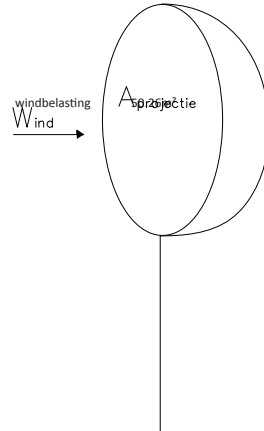
De formule voor windbelasting:

$$W = P_{wrep} * A_{projectie}$$

$$W = 1.344 * 50.26$$

$$W = 67.56 \text{ KN} / \text{m}^2$$

Andere factoren die in de berekeningen meegenomen moeten worden zijn het gewicht en de arm (totale hoogte) van de bak.



Figuur: 8.6 schets van Aprojectie

Het gewicht heeft invloed op de kracht van de wind, De arm is de hoogte van de boom die als hefboom invloed uitoefent. Deze factoren zijn in de berekening verwerkt.

De evenwichtsvoorwaarde is dat de somatie van momenten van elk willekeurig punt 0 moet opleveren.

dus  $\sum \text{momenten}_A = 0$

$$W * \text{arm} + g * 0(!) - O_{k1} * 0(!) - O_{k2}(y) * 1/6b = 0$$

(!)= in uitgangspositie is de arm van het gewicht en opwaartse kracht  $O_{k1}$  t.o.v. het kantelpunt A nul

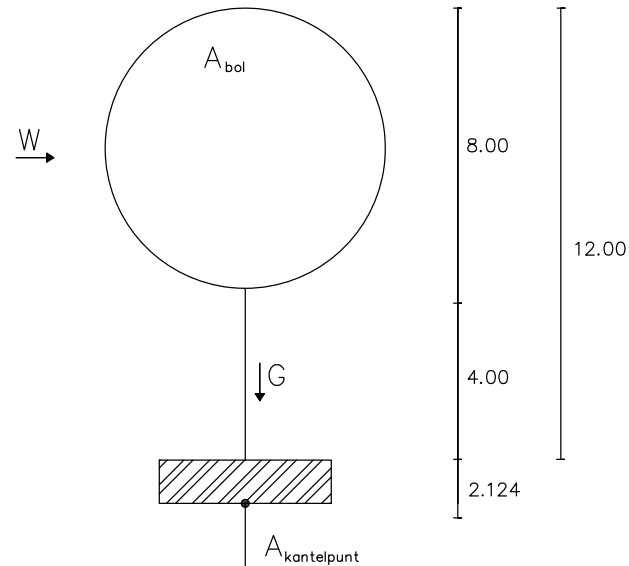
Voordat de formule kan worden ingevuld zijn er nog andere waardes nodig.

*Berekening opwaartsekracht 1*

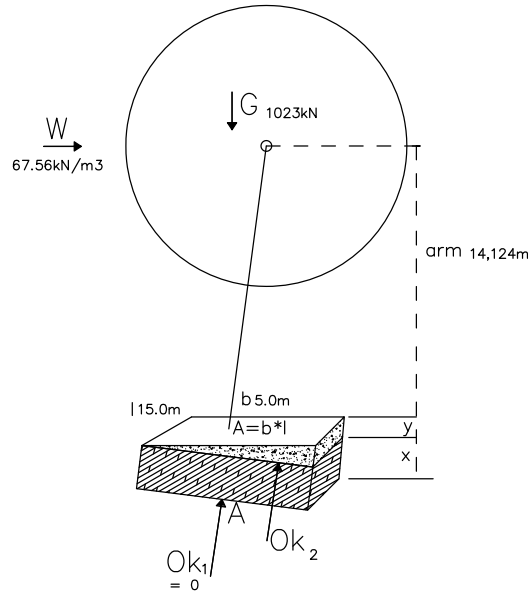
$$O_{k1} = \gamma_{\text{-water}} * (x) * b * l$$

$$\begin{aligned} W &= \text{wind} = 67.56 \text{ KN} / \text{m}^2 \\ \text{arm} &= (\text{boom hoogte } 12.00 \text{ meter} + \text{bakhoogte } 2.124) = 14.124 \text{ meter} \\ g &= \text{gewicht van totaal} = 1023 \text{ KN, zie afbeelding 7.21} \\ O_{k1} &= \text{opwaartse kracht} \\ O_{k2}(y) &= \text{onbekend} \end{aligned}$$

In de onderstaande en de illustratie op de volgende pagina is weergegeven waar de waardes voor staan, en hoe deze moeten worden geïnterpreteerd.



Figuur: 8.7 dimensies voor de berekeningen



Figuur: 8.8 principe uitwerking van de formule.

$$Ok_1 = 10 * (x) * 5.00 * 15.00$$

$$Ok_1 = 750 \gamma$$

*Berekening opwaartsekracht 2*

$$Ok_2 = \gamma_{\text{-water}} * V\gamma$$

V= volume (scheef hangend deel)

$$V = \frac{1}{2} * \text{bakbreedte} * \gamma * \text{baklengte}$$

$$V = 2.5 * \gamma * 15$$

$$V = 37.5 \gamma$$

$$\gamma_{\text{-water}} = 10$$

$$Ok_2 = 10 * 37.5 \gamma$$

$$Ok_2 = 375 \gamma$$

Nu alle waarden in de formule kunnen worden toegepast zien de formule er als volgt uit:

$$\Sigma M_a = 67.56 * 14.124 + (1023 * 0) - (750\gamma * 0) - Ok_2 * 1/6 * 5$$

$$\Sigma M_a = 67.56 * 14.124 + 0 + 0 - Ok_2 * 0.8333$$

$$\Sigma M_a = 954.22 + 0 - 0 - Ok_2 * 0.833$$

$$\Sigma M_a = 954.22 + 0 - 0 - 375 \gamma * 0.833$$

$$\Sigma M_a = 954.22 - (375 \gamma * 0.833)$$

$$\Sigma M_a = 954.22 - 312.38\gamma$$

$$\gamma = 954.22 / 312.38$$

**$\gamma = 3.05$  meter**

*Conclusie:*

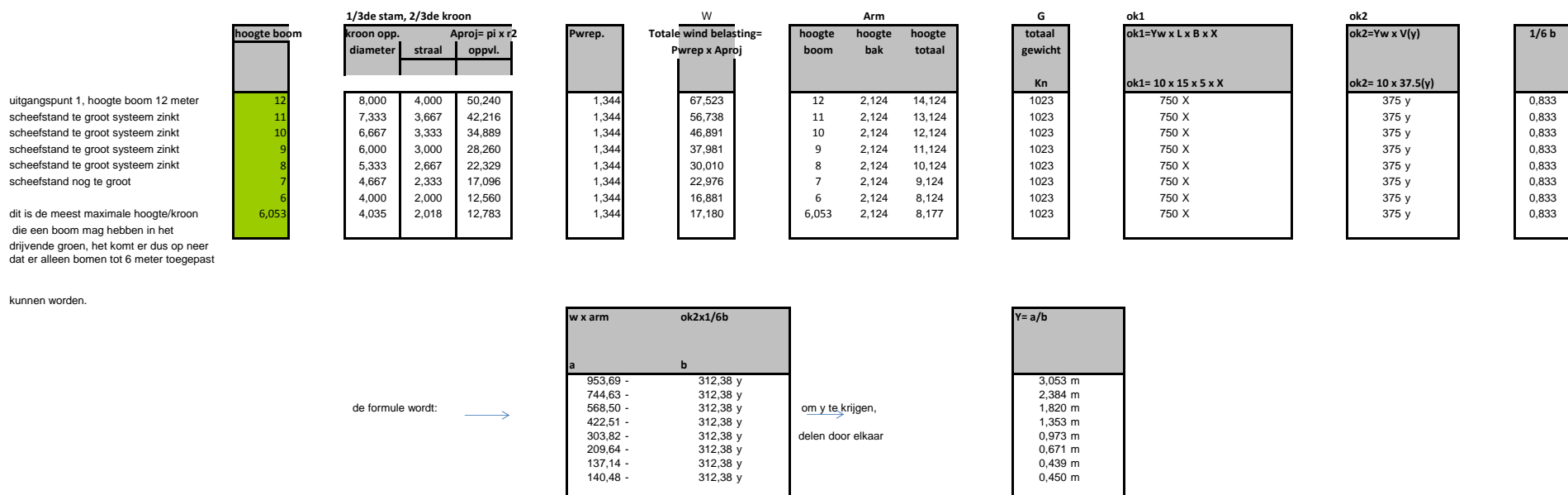
Wanneer er een boom van 12.00 meter in de bak staat met maximale wind, zal de rand van de bak met 3.05 meter zakken. Aangezien de bak maar 0.50 meter boven het waterpeil drijft bij windstilte, houdt dat in dat de rand van de bak 2.55 meter onder het wateroppervlak terecht zal komen. Dit zal ertoe leiden dat de bak zal zinken. De boom van 12.00 meter is dus te groot om toe te passen in de bak. Voor het ontwerp zal er gezocht moeten worden naar een kleiner formaat van de boom. Door de formules terug te rekenen met een maximale scheefstand van 0.45 meter, zullen wij bepalen wat het maximale formaat boom mag zijn, dat in de bak zal kunnen worden toegepast.

## 8.2 Terugrekenen.

Zoals in de vorige berekeningen duidelijk naar voren is gekomen is het niet mogelijk bomen van 12.00 meter toe te passen in het drijvende groen. We hebben als eis gesteld dat de bak niet meer dan 0,45 meter scheef mag staan t.o.v. de horizontale stand van 0,50 meter boven het wateroppervlakte.

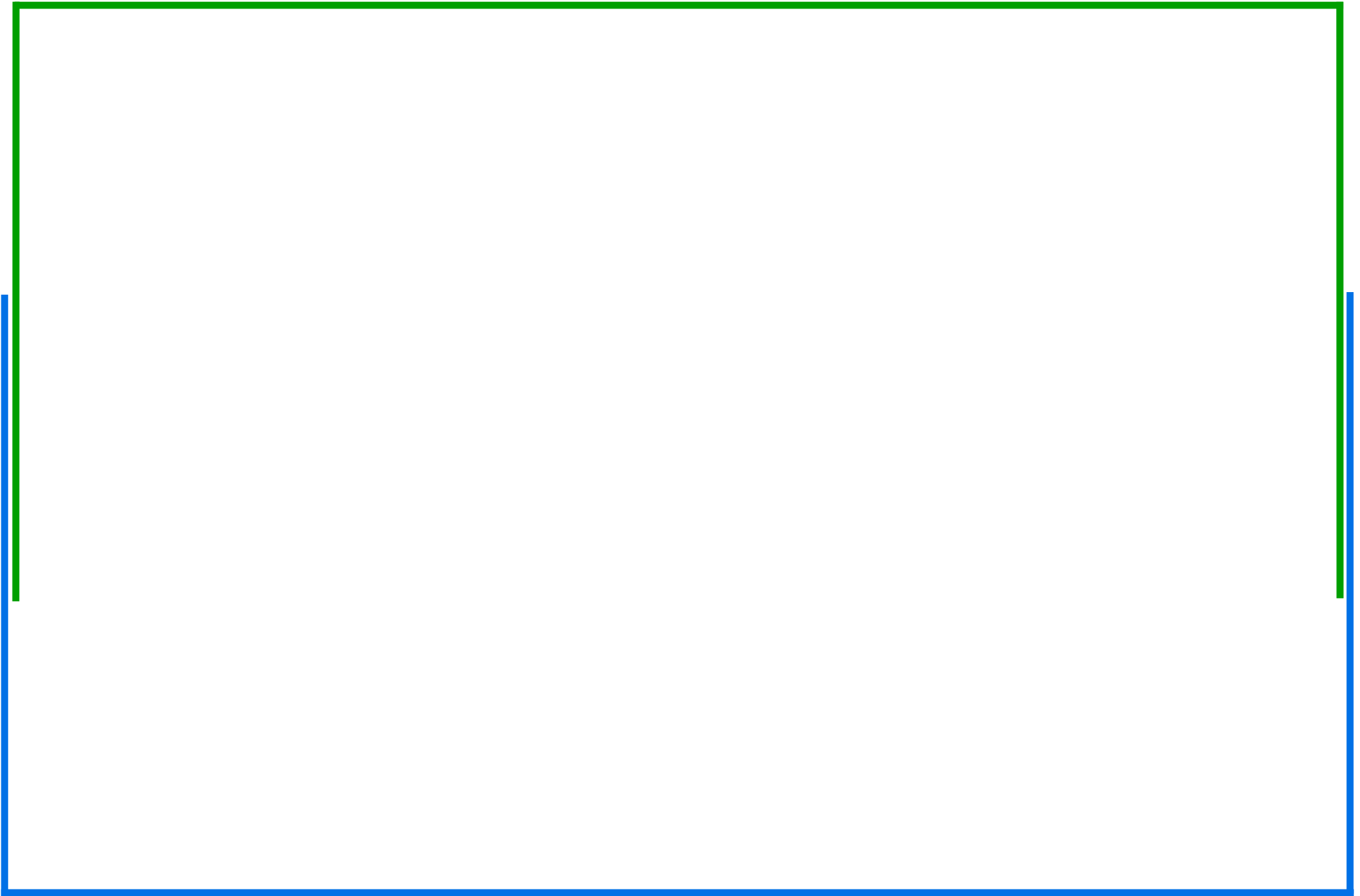
Als we dit vervolgens op de plaats van  $Y =$  scheefstand invullen, en de formules opnieuw berekenen komen we uit op een maximale hoogte van 6,05 meter. De factoren e.d. zijn in de eerste formule al gebruikt, deze zullen we dus niet nogmaals herberekenen. Om inzicht te geven in de scheefstand per hoogte, hebben we vanaf de oorspronkelijke 12.00 meter stapsgewijs per meter teruggerekend naar een scheefstand van maximaal 0,45 meter.

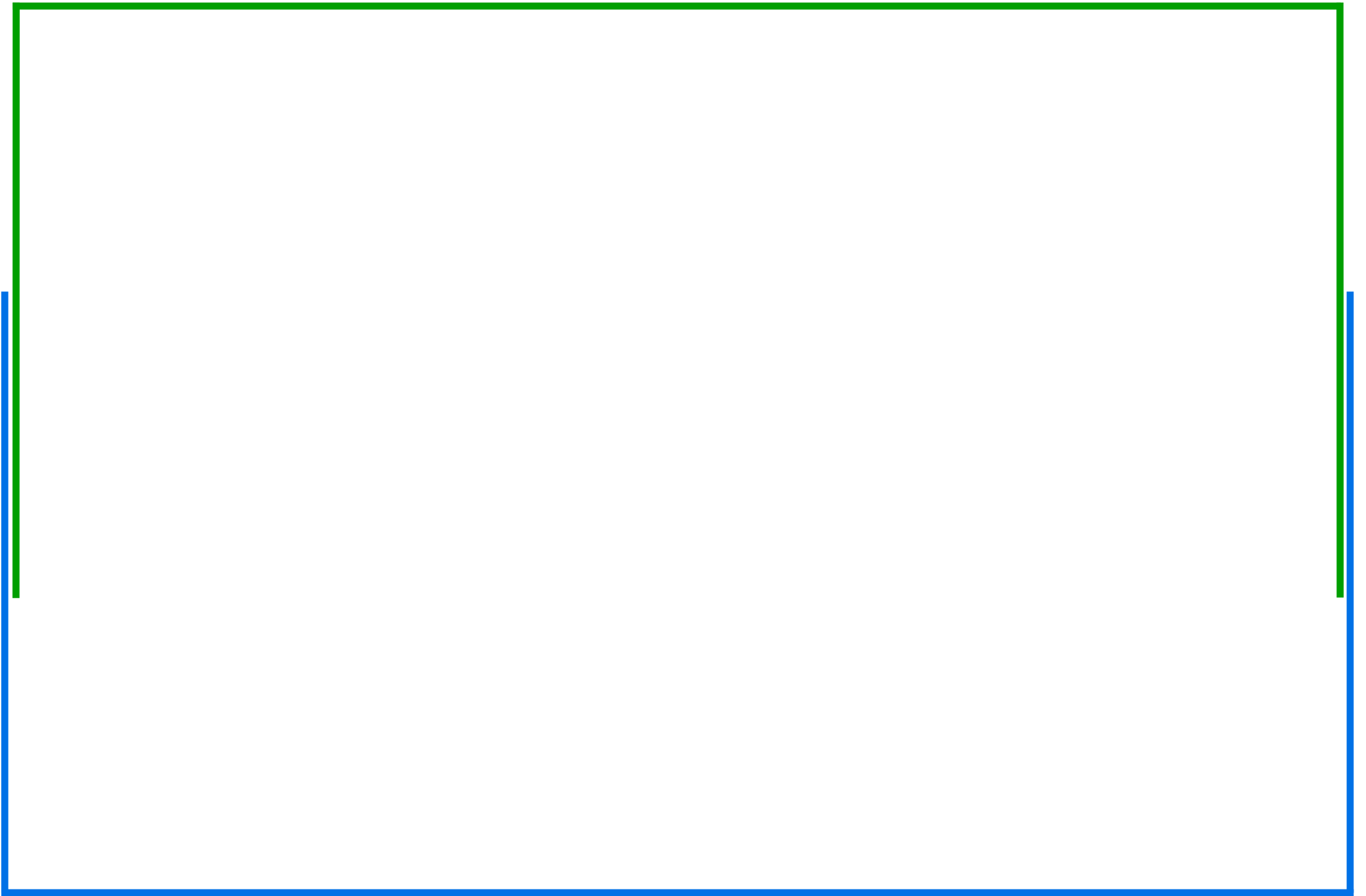
Dit betekent dat de eerdere aanpassing van eerste orde bomen naar tweede orde bomen ook niet volledig haalbaar is. Er zijn dus alleen bomen toe te passen met een maximale hoogte van 6,05 meter, dit zijn voornamelijk bomen van de derde orde. Het is wel zaak om in het beheer op de maximale hoogte toe te zien, waarmee tweede orde bomen toepasbaar blijven. Een ander aspect wat niet is aangepast bij de kleinere bomen is het gewicht. Door kleinere bomen toe te passen is het mogelijk om andere, zwaardere, materialen toe te passen. Omdat deze aanpassingen een geheel nieuw onderzoek zouden kunnen invullen hebben we besloten hier niet mee verder te gaan. Dit heeft met de resterende tijd te maken die we nog hebben om dit onderzoek af te ronden. In de algemene stukken zal dit onderwerp nader toegelicht worden.



Figuur: 8.9 overzicht van terug rekenen naar maximale boomhoogte

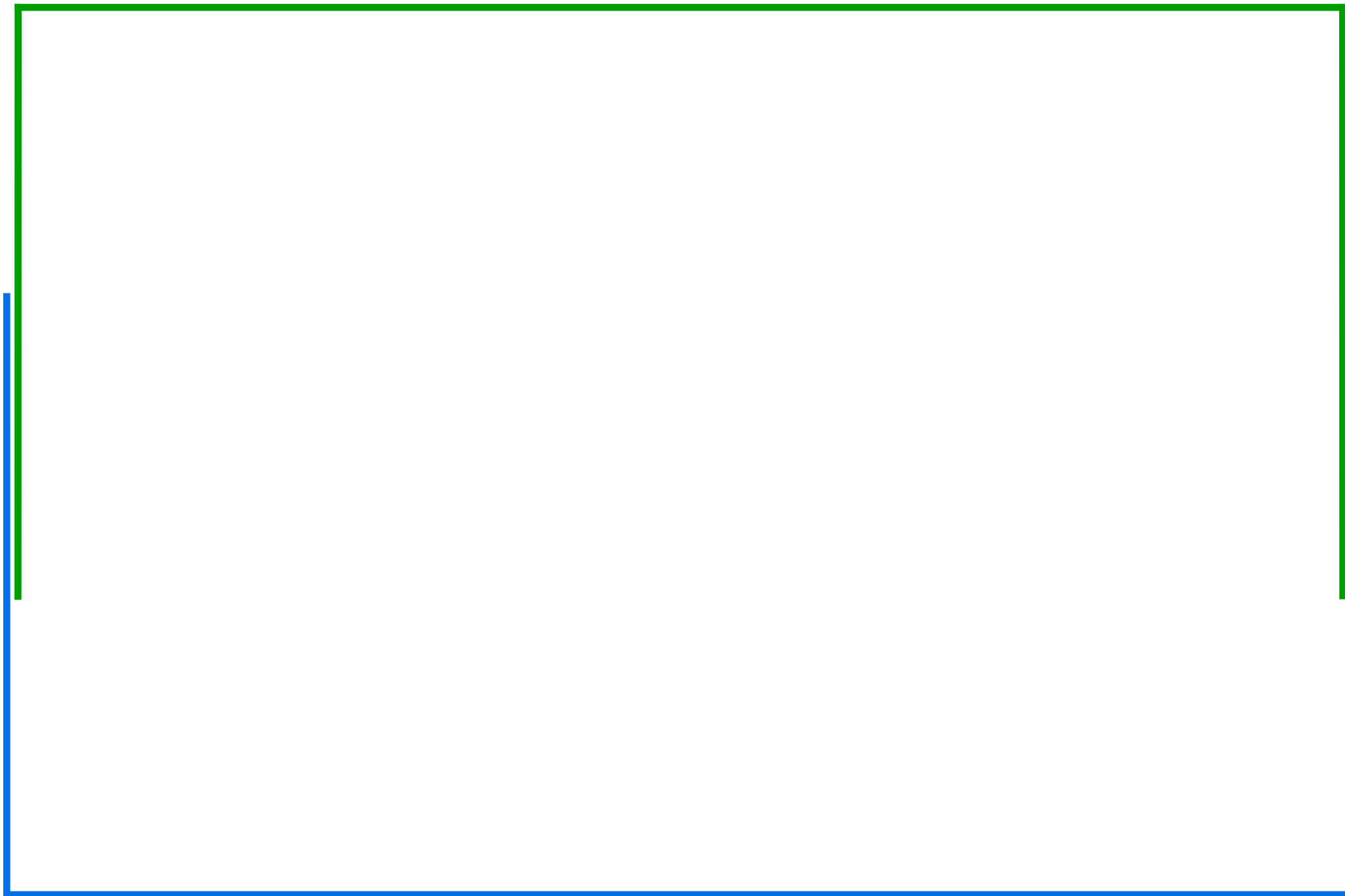






## 9. Beheer

Het beheer is een belangrijk onderdeel van de buitenruimte om het streefbeeld te behalen.





## 9. Beheer

Door de verschillende onderdelen van het ontwerp in te delen in beheergroepen, kunnen alle beheergroepen verbonden worden aan een onderhoudsniveau. Door verschillende onderhoudsniveaus toe te passen kan elke beheergroep een volledig gewenst eindbeeld ontwikkelen

In dit hoofdstuk worden alle onderdelen die aanwezig zijn en aan onderhoud onderhevig zijn toegelicht voor het beheer.

De randvoorwaarden die gesteld zijn in hoofdstuk 6 worden nagelopen om te onderzoeken of de gestelde beheervormen voldoende zijn om deze randvoorwaarden vast te houden

### 9.1 Het systeem en omgeving

#### *Bak*

Onderhoud voor het systeem zelf is vergelijkbaar met standaard vaartuigen. Er is weinig informatie te vinden over het onderhoud van dergelijke vergelijkbare systemen.

Wel hebben wij informatie van de grote zeevaart gevonden, omdat de omstandigheden niet vergelijkbaar zijn met de grote zeevaart halveren we deze normen. En gebruiken ze vervolgens op het drijvende systeem

Om het jaar moet de coating van de bak onderzocht worden. Hierbij moet vooral gekeken worden naar slijtage- en schuurplekken op de pontons.

Als er sprake is van te ernstige slijtplekken, zal de coating op het ponton hersteld moeten worden.

De aangroei van bio organismen op het ponton mag maar minimaal zijn. Als de aangroei te sterk is zal dit de coating en het staal aantasten, tevens zal het gewicht van het ponton toenemen waardoor deze zou kunnen zinken. De bio oirgansimen moeten dus tijdig worden verwijderd

Als de omstandigheden het toelaten kan dit ter plaatse gebeuren, alleen moet hierbij wel naar de gevolgen gekeken worden en moeten deze gevolgen binnen de kaderrichtlijn van het water.

De rubberen onderdelen van de koppelingen, die de bakken verbinden aan elkaar, de drijvende wonigen en/of aan de drijvende weg dienen elke 10 jaar vernieuwd te worden. De onderdelen moeten dan vernieuwd worden om te kunnen garanderen dat er geen lekkage's kunnen optreden.

Het is aan te raden om eens in de 10 jaar het ponton in een droogdok te controleren en extra onderhoud uit te voeren. Tijdens dit onderhoud zal dan ook de coating opnieuw aangebracht moeten worden.

#### *Water om de bak*

De waterkwaliteit rondom de bakken moet van goede kwaliteit blijven. Hoe dit zal moeten gebeuren is onbekend, wel zal het moeten voldoen aan de gestelde kaderrichtlijnwater. De kaderrichtlijnwater is opgesteld door de rijksoverheid, zij geven de volgende vogelvlucht over de kaderrichtlijn:

“De doelstellingen voor de goede chemische toestand en de goede ecologische toestand voor oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen zijn vastgelegd in de vorm van milieukwaliteitseisen op grond van hoofdstuk 5 van de Wet milieubeheer. Deze milieukwaliteitseisen zijn gekoppeld aan de besluiten tot vaststelling van plannen op grond van de Waterwet. Naast het Nationale Waterplan (NWP), dat voor alle wateren geldt, gaat het voor Rijkswateren om het vaststellen van het Beheerplan voor de rijkswateren (BPRW) en voor regionale wateren om het vaststellen van de waterplannen van de provincies en de beheerplannen van de waterschappen

Artikel 1 van de Waterschapswet geeft aan wat waterschappen zijn en welke taken aan hen worden opgedragen. Dat is een belangrijk verschil met de regeling voor provincies en gemeenten. Waterschappen zijn ook openbare lichamen, net als provincies en gemeenten, maar hun taken zijn beperkt tot (onderdelen van) het waterbeheer, terwijl de andere twee soorten openbare lichamen een open huishouding hebben en daarmee behoren tot de algemene democratie.”



Wat deze richtlijnen voor het drijvende groen betekenen is nog niet duidelijk door de onbekendheid van het onderzoek. Voor de drijvende wegen zijn momenteel ook nog geen richtlijnen opgesteld voor het beheer.

Nader onderzoek zal moeten uitwijzen aan welke richtlijnen voor beheer voldaan zal moeten worden en in welke gewijzigde en/of aangevulde vormen, zie hoofdstuk 15.

## 9.2 Bodem in de bak

### *Bodem*

De Argexkorrels als bodemsubstraat hebben een onbeperkte levensduur. Wel zal er goed gelet moeten worden op de bodemkwaliteit. Hier moet gekeken worden naar het bodemleven, mineralengehalte en het luchtpercentage.

Door eens per drie jaar de bodem te testen op gehalten van het bodemleven en mineralen, kan er bepaald worden of de gestelde eisen van het KBB nog voldoen worden en of er verbeteringen toegepast kunnen worden.

Bodemleven is lastig aan te vullen, maar een verbetering in het mineralengehalte en eventuele structuurverbetering in de bodem leidt er toe dat het bodemleven zich vaak, zelf weer herstelt. Bij het gebruik van bakken kan dit éénvoudig worden gedaan door het gebruik van een geonzuiger, zie figuur 9.1. De toevoeging van mineralen wordt in de praktijk vaak uitgevoerd door het geven van organische meststoffen, al dan niet aangevuld met mineraal specifieke chemische kunstmeststoffen.

Door deze vorm van beheer blijft de bodemkwaliteit op het gewenste peil van randvoorwaarden:

**14: De kwaliteit van de samenstelling van de bodem moet op peil blijven en voldoen aan de KBB gestelde kwaliteitseisen**

**15: RVW 15.0: De mineralen moeten op het gestelde peil en verhouding blijven volgens de gestelde norm van het 9.3 Groenbeheer**



Figuur: 9.1 bodem vervanging met een grondzuiger  
Bron: Totaal-documentatiemap.waterblock.BV

Een belangrijk aspect in dit proces is het lucht percentage. Dit wordt mede door het bodemleven onderhouden. Ook kan er wanneer nodig, doormiddel van een structuurverbetering, het luchtpercentage weer op peil gebracht worden.

Afhankelijk van de levensduur van de bakken en / of de bomen kan bij renovatie het bodemsubstraat ook vervangen worden.

### 9.3 Groenbeheer

De beheergroepen in het groen hebben zelf ook een verdere opdeling. De beplantingstypen hebben elk hun eigen beheergroep om zo tot het gewenste eindbeeld te komen en deze vervolgens te behouden. De groepen van het groen zullen in de volgende intensiviteitsklassen ingedeeld worden.

#### ***Extensief beheer***

Het extensieve beheer wordt vaak toegepast op een buitenruimte die alleen om kleine ingrepen vraagt om het gewenste beeld te geven. De natuur krijgt hier veel vrijheid om zijn eigen weg te gaan, wat in veel gevallen te goede komt aan de ecologische mogelijkheden.

In ons ontwerp heeft een cultuurlijke invulling, het extensieve beheer is dus niet van toepassing.

#### ***Normaal beheer***

Het normale beheer zal een regulier beeld geven. Dit reguliere beeld houdt in dat het een verzorgde aanblik biedt. De gebieden en onderdelen waar dit beheer op wordt toegepast hebben over het algemeen gebruikersdoeleinden. Door het gebruik kunnen onderdelen zoals een speelveld onderhevig zijn aan beschadiging en / of slijtage.

Wanneer de beschadiging niet te ernstig is, zal er geen herstel verricht worden. Deze schade zal zichzelf herstellen. Pas wanneer de schade te groot is zullen er maatregelen getroffen moeten worden om het beeld weer op een acceptabel niveau te krijgen

#### ***Intensief beheer***

Gebieden die representatief zijn voor de buitenruimte vragen om meer onderhoud om het gewenste beeld te kunnen vertonen. De onderdelen van de buitenruimte die in aanmerking komen voor deze vorm van beheer zijn vaak gelegen rond om gebouwen en in de recreatiegebieden.

Het toegepaste beheer kan arbeidsintensief lijken, maar kan sterk meevallen wanneer dit op de juiste manier gebeurt. Zo kan een vaste planten border veel werk eisen, maar wanneer de planten een aaneengesloten geheel vormen zal er minimale onkruidgroei optreden. Het werk bestaat dan voornamelijk uit het onderhoud van de borderranden en eventueel verwijderen van uitgebloeide bloemen.

#### ***Bomen***

Elk jaar moeten de bomen een Visual Tree Assessment (VTA) ondergaan. Deze inspectie controleert de conditie van de bomen en geeft aanvullend advies op het beheerplan. Deze controle is wettelijk verplicht.

De bomen zullen de eerste 10 jaar, om het jaar gesnoeid worden. Daarna zal het elke 4 jaar plaats vinden. Bij deze snoei zullen probleemtakken worden verwijderd zoals, dood hout, zuigers, schurende takken, afgebroken takken en dubbele toppen. De bomen moeten binnen de afmetingen van de bak te blijven, als de bomen groter dan de bak worden kan dit schade geven aan de drijvende woning en \ of het verkeer. De snoei van de bomen dient te gebeuren in juli.

De bomen hebben veel tijd nodig om tot het gewenste eindbeeld te komen. Bij een levensduur van 20 tot 25 jaar hebben de bomen een redelijk volgroeid beeld bereikt, pas na 35 tot 40 jaar hebben de bomen hun eindbeeld bereikt. Deze vorm van beheer valt onder het normale beheer.

### *Heesters*

De heesters zullen in de eerste tien jaar, om de vijf jaar gesnoeid worden. Bij het snoeien zal elke vijf jaar, 20 procent van de heester weg gesnoeid worden voor verjonging. Na het tiende jaar zal dit om het jaar plaatsvinden.

Het vak waar de heesters staan, zal zeven keer per jaar een onderhoudsronde moeten krijgen. In deze onderhoudsronde zal het onkruid verwijderd moeten worden.

De heesters hebben net als de bomen tijd nodig om tot het gewenste eindbeeld te komen. Na 7 tot 10 jaar hebben de heesters een een volgroeid beeld bereikt. Deze vorm van beheer valt onder het normale beheer.

### *Hagen*

De hagen zullen eens per jaar geknipt worden, na de langste dag. Het vak waar de haag staat zal zeven keer per jaar een onderhoudsronde krijgen. In deze onderhoudsronde zal het onkruid verwijderd worden. Het eindbeeld van een volgroeide haag zal na 5 tot 7 jaar bereikt zijn. Deze vorm van beheer valt onder het normale beheer.

### *Vaste planten*

Vaste planten vragen om een intensief onderhoud om tot het gewenste beeld te komen. Hierbij zal een voorjaarsbeurt gevolgd door zes onderhoudsbeurten worden uitgevoerd. In de voorjaarsbeurt zullen alle afgestorven resterende delen en blad van het voorgaande najaar en winter opgeruimd worden. Ook worden waarnodig pleksgewijs de vaste planten gescheurd om deze fris en jong te laten blijven. Het beste kan dit in de voorjaarsbeurt worden meegenomen. De onderhoudsbeurten lijken voor veel mensen intensief, maar door de vaste planten dicht op elkaar te zetten, vormen deze een gesloten geheel waarbij voornamelijk aan de randen het onkruid verwijderd zal moeten worden, figuur 9.2 is daarvoor een goed voorbeeld.

Ook kan bemesting bijdragen aan een betere groei en bloei van de vaste planten, dit kan inbegrepen worden in de voorjaarsbeurt met organische meststof.

### *Gras*

Het gras zal 26 maal per jaar gemaaid moeten worden. Dat levert een net en strak beeld op wat gewenst is van het ontwerp. Een toevoeging hierop zijn het steken van de kanten. Dit zal twee maal per jaar mogen gebeuren. De eerste keer kan meegenomen worden in de voorjaarsbeurt waar de tweede in augustus / september plaats kan vinden.

Ten behoud van het gras is het goed om in het najaar drie maal het afgevallen blad te verwijderen. De derde keer zal plaats moeten vinden als al het blad van de omringende beplanting is gevallen, dit om een vierde keer te voorkomen. Al het verzamelde blad moet afgevoerd worden. Deze vorm van onderhoud valt onder het type intensief.

Voor het volledige beheer zal er een beheerplan geschreven moeten worden per ingerichte bak. Dit beheerplan zal voldoen aan randvoorwaarde:

**17.0: Het onderhoud moet worden uitgevoerd wat leidt tot de functie en het gewenste eindbeeld.**



Figuur: 9.2 vaste planten borders bieden zomerdag een mooi beeld  
Bron: <http://lievesgarden.skynetblogs.be>

#### 9.4 Waterbeheer

De waterinfiltratiekratten en de watershells moeten eens per jaar gecontroleerd worden. Hierbij zal er gekeken moeten worden naar onregelmatigheden en de netheid van de systemen. Zo kunnen wortels bijvoorbeeld met de zoektocht naar vocht, lucht en voeding met het wortelgestel terecht komen onder diverse soorten van verhardingen komen. Wortels vinden onder de verharding met name vocht door regenval en/of condensvorming. Gezien de waterinfiltratiekratten en watershells zich onder de verharding en bodem bevinden, is er een kans dat de wortels daar terecht komen.

Met het inspecteren en monitoren van het systeem, zoals gebeurt in figuur 9.3, kan er eenvoudig met een camera kruislings door het systeem door een hiervoor speciaal aangelegde inspectieput. Het reinigen kan gebeuren door een hogedruk borstel zodat het systeem weer schoon is.

Ook moet er gecontroleerd worden of het systeem nog in tact is om eventuele verzakkingen te voorkomen. Pas in geval van probleem is het nodig aanvullende werkzaamheden te verrichten.

De beregeningsinstallatie zal in de bakken verwerkt worden. Deze wordt op afstand aangestuurd door een beheerder. Het systeem zal jaarlijks zowel elektronisch al hydrologisch gecontroleerd moeten worden. Elk najaar, voor dat de vorstperiode aanbreekt moet het water in de leidingen verwijderd worden om bevriezing van leidingen, sproeiers en pomp te voorkomen. Door een goede afstelling van de vocht sensoren, zal er aan randvoorwaarden 16.0 en 16.1 voldaan worden.

**RVW 16.0: Bij een vochtpercentage van minder dan 12% zal de beplanting voorzien moeten worden van vocht.**

**RVW 16.1: Het vochtpercentage in de bak mag niet meer dan 22% bedragen**

#### 9.5 Onderhoud verhardingen

Er wordt relatief weinig onderhoud op verharding toegepast. Door het gebruik van duurzame producten heeft verharding meestal een lange levensduur. Pas bij verzakking of beschadiging is er sprake van werk. Verzakking of beschadiging is in te delen in de categorie beheer. Met deze vorm van beheer voldoet het aan de gestelde randvoorwaarden:

**RVW 18.0: De grijze elementen moeten net blijven.**

**RVW 18.1: De grijze elementen moeten vlak en op peil blijven.**



Figuur: 9.3 wortels in de watershells zijn niet wenselijk  
Bron: Totaal-documentatiemap.waterblock BV



## 9.6 Overige onderdelen

### *Meubilair*

Door twee maal per jaar een visuele inspectie uit te voeren, wordt de technische staat van het meubilair opgenomen. Wanneer deze in slechte of mindere staat verkeren, kan er besloten worden of en welk er onderhoud of reparatie wordt uitgevoerd. Bewoners in de omgeving kunnen tussentijds melding maken als er sprake is van beschadiging, dit zal dan op korte termijn geïnspecteerd/gerepareerd worden.

### *Speelvoorzieningen*

Alle onderdelen van de speelgelegenheden hebben te maken met strenge veiligheids- en onderhoudsvoorschriften van het warenwetbesluit attractie- en speeltoestellen.

Het Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen van 27 maart 1997 stelt eisen aan producenten en beheerders van speeltoestellen, ter voorkoming van dodelijk of blijvend letsel. De gemeente is verantwoordelijk voor alle speeltoestellen in de openbare ruimte. Per speeltoestel betekent dit jaarlijks het volgende:

- I. Inspecteren van speeltoestellen en –plaatsen, dit moet wekelijks gebeuren;
- II. Correctief onderhoud plegen aan speeltoestellen;
- III. Bijhouden van een logboek met informatie over het speeltoestel, inspectieresultaten, onderhouds- en ongevallenregistratie.

Al deze inspecties en keuringen moeten gedaan worden door bevoegde personen, zij moeten in het bezit zijn van de vereiste opleidingen en licenties. Alle inspecties worden in een logboek genoteerd. De jaarlijkse keuring moet gebeuren door een externe partij waar de conclusie opgenomen moet worden in het logboek.

Onderhoud wordt pas gepleegd als blijkt na inspectie dat dit noodzakelijk is. Door de strenge eisen van de Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen en deze vorm van beheer blijven de speelgelegenheden in zeer goede conditie op alle fronten.



Figuur: 9.4 keurmerk van goede staat van speelvoorzieningen  
Bron: keurmerk.nl



### *Veiligheid*

Andere veiligheidsvoorzieningen als relingen vallen ook onder de Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen. Deze voorzieningen kennen daarom de gelijke vorm van beheer.

Uit de Wet A en S komen de randvoorwaarden 19.0 tot en met 22.

**RVW 19.0: Meubilair mag maar minimaal beschadigd zijn, bij een te grote beschadiging zal in verband met de onveiligheid hersteld moeten worden.**

**RVW 20.0: Beheer van speelvoorzieningen moet opgesteld worden volgens de wettelijke eisen en normen.**

**RVW 21.0: Het beheerplan van het gehele drijvende systeem moet voldoen aan alle (wettelijke) randvoorwaarden en eisen van alle aanwezige aspecten.**

**RVW 22.0: De inrichting en aankleding van de bakken moet voor het gebruik aansluiten aan het bestemmingsplan.**

**RVW 23.0: Het systeem moet voldoen aan de wettelijke veiligheidsnormen die gesteld zijn.**

### **9.7 Beheerkosten en begroting**

De kosten die aan het onderhoud verbonden zijn worden opgesteld in een begroting. De begroting die wij gemaakt hebben is van één bak. In deze begroting zijn alle onderdelen van het drijvende systeem opgenomen. Verschillende onderdelen zoals de bak zelf behoeven geen jaarlijks onderhoud. Daarom hebben wij deze kosten evenredig verdeeld over de lopende jaren. Op deze wijze komt er een totaal overzicht van de gemiddelde jaarlijkse onderhoudskosten.

Van een aantal posten is nog onbekend wat deze kosten zijn en wat de duur van de uitvoerende taken is. Daarom hebben wij deze in de begroting opgenomen doormiddel van aannames. De gebruikte normen komen uit het IMAG-normenboek uit 1993. Deze zijn verjaard, maar de enige beschikbare in de mediatheek van VHL Velp.

In de begroting zijn de volgende aannames verwerkt:

#### *Algemeen*

In de begroting zijn onderzoek- en reparatieposten opgenomen. De onderhoudsinspecties kunnen het advies uitbrengen om extra of aanvullend onderhoud of reparatie toe te passen. Omdat dit onvoorziene kosten zijn, zijn deze posten in de begroting ingevuld als stelposten.

#### *Ponton onderhoud inspectie*

Het onderhoud van de pontons is vermeld in de begroting, maar vanwege het ontbreken van beschikbare informatie kunnen wij deze post niet invullen.

#### *Ponton onderhoud*

Elke 10 jaar moet het ponton in een droogdok onderhouden worden om voorzien te worden van een onderhoudsbeurt. Hier zal de coating hersteld en/of verdikt worden. Door het ontbreken van beschikbare informatie kunnen wij deze post niet invullen.

#### *Extra onderhoud ponton.*

Door de inspectie kan er aan het licht komen dat er aan de bak onder het wateroppervlakte bio organismen groeien. Als uit het onderzoeksrapport blijkt dat deze verwijderd moeten worden, zal dit alleen op die momenten plaats vinden. Gezien hier geen voorspellingen te doen zijn, is dit onderhoud ingevuld als stelpost.

#### *Watermonsters*

Eén maal per jaar wordt er onderzocht hoe de waterkwaliteit in de directe omgeving van de bak is. Informatie over kosten van deze onderzoeken hebben wij niet kunnen vinden, daarom is deze post niet ingevuld.

#### *Bodemmonsters*

Door een informatie aanvraag bij Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek hebben wij ontvangen dat een bodemonderzoek €500.- kost. Hierbij zal de beheerder zelf de monsters moeten nemen en opsturen voor onderzoek. Omdat dit eens per drie jaar plaatsvindt, is in de begroting de post voor 33% per jaar opgenomen.

#### *Extra onderhoud bomen*

Als blijkt uit het opgemaakte VTA advies dat de boom of bomen extra noodzakelijk onderhoud moeten krijgen zal dit uitgevoerd moeten worden. Deze post is opgenomen als stelpost.

#### *Watershells & waterinfiltratiekratten*

Jaarlijks worden de Watershells en de waterinfiltratiekratten geïnspecteerd op de technische staat. In Nederland zijn de kosten per kilometer berekend en komen uit op een totaal van €4650,-. De kosten van inspecties zijn 2% van het totaal in Nederland (Bron: Rioolnet.nl). Dit is een lastige opzet omdat wij niet met buizen werken maar met Watershells en kratten werken. Wij hebben aangenomen dat de inspectie 1 meter breed kan zijn wat uitkomt op 5 gangen van 15 meter voor de inspectie van de Watershells en kratten. De kosten zijn naar ratio per post verdeeld.

#### *Spuitkoppen inspectie en onderhoud*

De wateraanvoer van de beregeningsinstallatie komt vanuit de waterbuffer uit de bak. Deze waterbuffer kan vuiligheid bevatten wat kan leiden tot verstopping van de spuitkoppen. Ook kunnen de spuitkoppen slijten door verschillende oorzaken waardoor deze vervangen moeten worden.

#### *Pomp*

De pomp wordt jaarlijks gecontroleerd. Hierbij kan tevens het filter van de pomp vervangen worden om het leidingwerk schoon te houden en aanzuig problemen te voorkomen. Kosten van de filter zijn niet opgenomen in de begroting, deze vallen onder de stelpost reparatie.

De overige posten die vermeld staan in de begroting zijn, meubilair, speeltoestellen en veiligheidsvoorzieningen. deze posten zijn niet volledig ingevuld omdat deze geen onderdeel zijn van het ontwerp.

#### *Afval*

Het IMAG-normenboek gebruikt bij de posten verschillende situaties en werkzaamheden. Met name het groenafval wordt bij verschillende posten wel of juist niet opgenomen. Gezien de hoeveelheid per jaar niet te bepalen is, is deze post opgenomen voor het overige (groen) afval als stelpost.

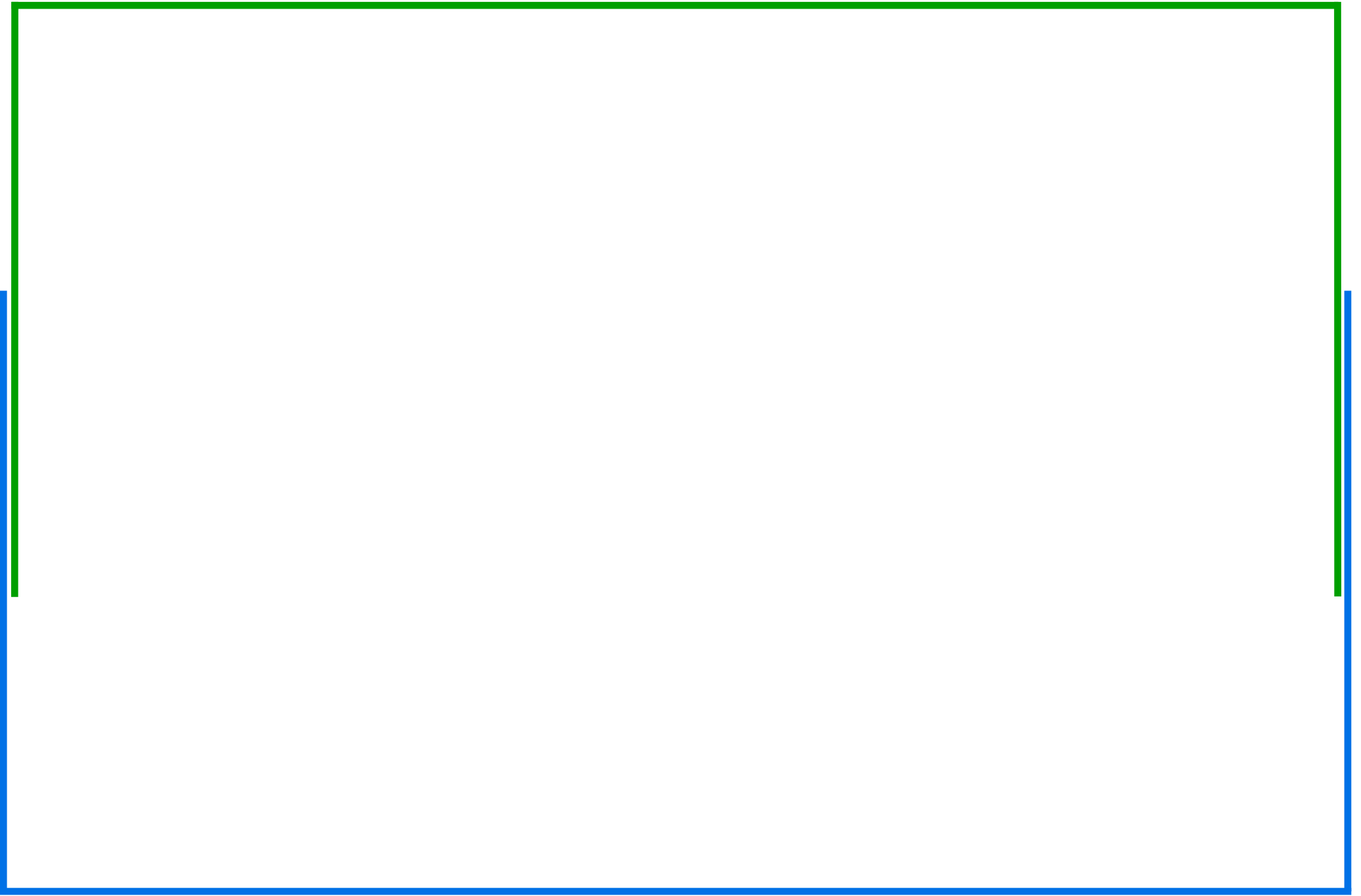
In het overzichtstabel 11.5 zijn de werkzaamheden en de kosten van het werk te zien, gerekend per jaar. Is er voor meerdere bakken gelijktijdig onderhoud wordt uitgevoerd, zullen de kosten relatief dalen.

Werkzaamheden en kosten van de aanleg zijn uitgewerkt in hoofdstuk dertien, bestek.

hoofdgroep	onderdeel	werkzaamheden	eenheid	aantal keren	aantal materiaal	min/eenheid	st/uur	kosten eenheid	per jaar		subtotaal		
									materiaal	35.- X uren			
stelsysteem													
	ponton	controle	inspectie	st	1						onbekend		
		onderhoud									onbekend		
		extra	bio organismen verwijderen	onbekend	?	?			€	-	€ -	stelpost	
		extra	reparatie	onbekend	?	?			€	-	€ -	stelpost	
		extra	schilderwerken	m2	0.1	?			€	-	€ -	stelpost	
water													
	watertoets	controle	watermonster nemen	st	1	1							
bodem													
	kwaliteit meting	controle		st	0.33	4 (monsters)			€	165.00	€ 2.89	€ 167.89	
		bodem verbetering	bemesten	stelpost	1				€	-	€ -	stelpost	
groen													
	bomen	VTA	controle	st	1	2	0.6	100	€ 0.35		€ 0.70	€ 0.70	
		onderhoud	snoei	st	0.5	2	11	5.45	€ 12.84	€ 12.84	€ 25.69	€ 38.53	
		extra	advies VTA	onbekend	1	?				€	-	€ -	stelpost
	heester	onderhoud	snoei	st	1	42	0.8	75	€ 0.47		€ 19.60	€ 19.60	
		onderhoudsbeurt	onkruid verwijderen	m2	7	14.6	1	60	€ 0.58		€ 57.58	€ 57.58	
	hagen	scheren		100m2	1	0.335	3.1	0.32	€ 0.11	€ 3.93	€ 3.66	€ 7.59	
		opruimen		100m2	1	0.166	1.1	0.91	€ 0.43	€ 0.68	€ 7.07	€ 7.75	
		onderhoud voet	onkruid verwijderen	m2	7	16.6	1.8	33.5	€ 1.04		€ 121.40	€ 121.40	
	vaste planten	voorjaarsbeurt		100m2	1	0.146	1.2	50	€ 0.70		€ 10.22	€ 10.22	
		opnemen vaste planten		m2	1	4	1.6	37.5	€ 0.93		€ 3.73	€ 3.73	
		scheuren van vaste planten		m2	1	4	0.4	150	€ 0.23		€ 0.93	€ 0.93	
		onderhoudsbeurt	onkruid verwijderen	m2	6	14.6	1.8	33.5	€ 1.04		€ 91.52	€ 91.52	
		voeding	bemesten	m2	1	14.6	3.1	19.5	€ 1.87	€ 1.10	€ 26.21	€ 27.30	
	gras	maaien	maaien	100m2	26	0.283	2	30	€ 30.33	€ 6.23	€ 858.43	€ 864.66	
		kanten	steken	100m1	2	0.332	56	1.1	€ 0.64	€ 3.02	€ 21.13	€ 24.15	
		blad	ruimen	100m2	3	0.283	18	3.3	€ 0.32	€ 2.55	€ 9.00	€ 11.56	
berekening													
	waterschells	controle		m2	1	12					€ 1.12		
		schoonmaak		onbekend	1					€	-	€ -	stelpost
	kratten	controle		m2	1	63					€ 5.86		
		schoonmaak		onbekend	1					€	-	€ -	stelpost
	irrigatieleidingen	controle		100m1	1	0.384	120	0.5			€ 26.88		
		schoonmaak		onbekend	1	?				€	-	€ -	stelpost
	sputkoppen	controle		st	1	4	60	1	€ 16.00	€ 35.00	€ 204.00		
		reparatie		onbekend	1	?				€	-	€ -	stelpost
	pomp	controle		st	1	1	240	0.3		€ 105.00	€ 105.00		
		reparatie		onbekend	1	?				€	-	€ -	stelpost
verharding													
		controle		st	1	12	0.5	120			€ 3.50	€ 3.50	
		reparatie		onbekend	?	?					€ -	€ -	stelpost
		bladverwijderen		100m2	3	12	2.9	20.5	€ 2.32	€ 12.60	€ 14.92		
overig													
	meubilair	controle		st	2	0				€	-	€ -	
		reparatie		onbekend	1		120	0.5		€	-	€ -	stelpost
	speeltoestelen	controle		st	52	0				€	-	€ -	
		reparatie		onbekend	1		120	0.5		€	-	€ -	stelpost
	veiligheidsvoorzieningen	controle		st	52	0				€	-	€ -	
		reparatie		onbekend	1		3.9	15.5		€	-	€ -	stelpost
	afval	afvoeren		onbekend						€	-	€ -	stelpost

Tabel: 9.5 beheerkosten overzicht per jaar

eindtotaal: € 1,789.51

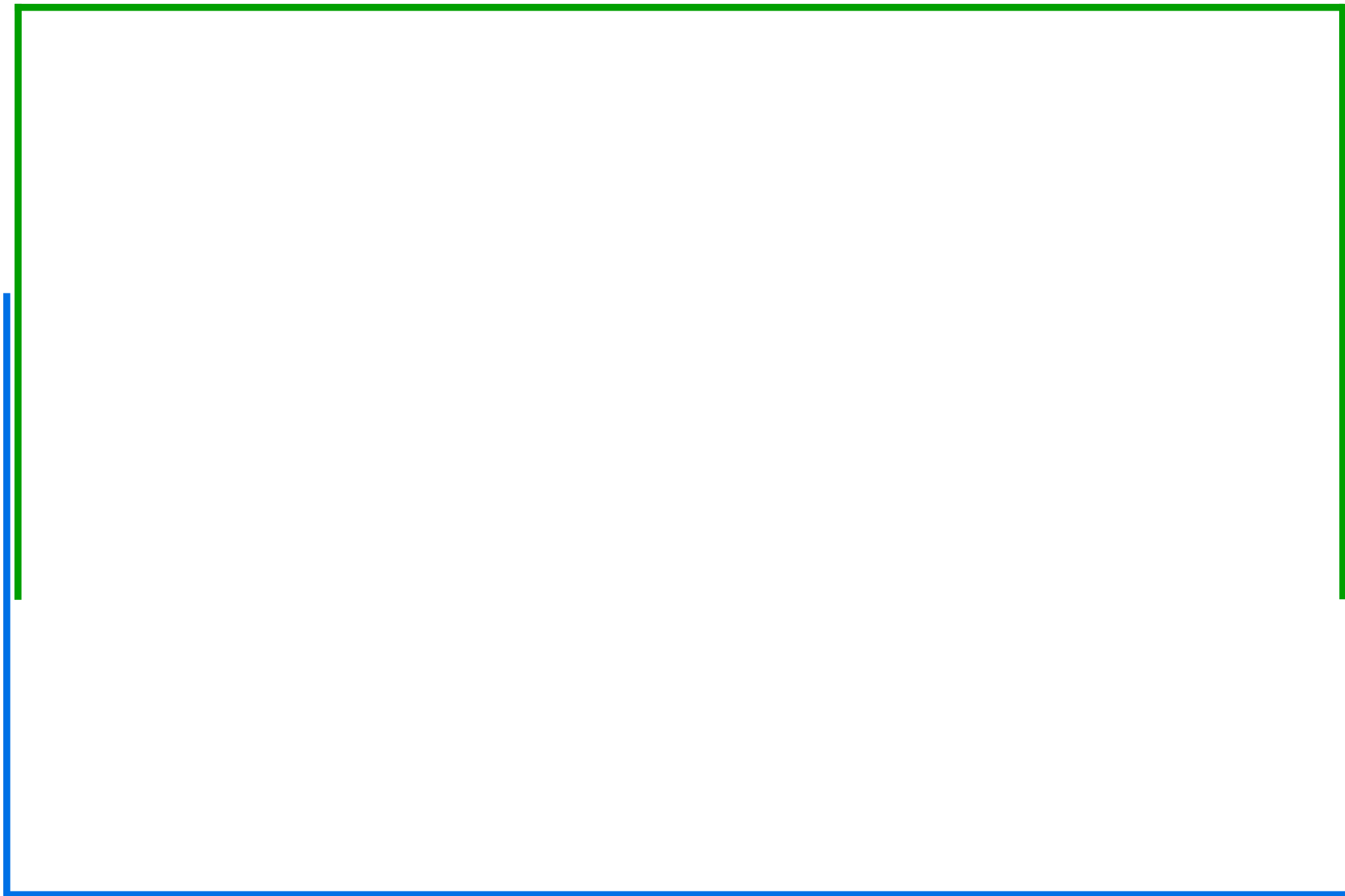




## 10. Onderzoeksconclusie

In onze conclusie beantwoorden wij de hoofdvraag en deelvragen uit het onderzoek.





## 10. Onderzoeksconclusie

In dit afsluitende hoofdstuk zullen wij antwoordt geven op de gestelde hoofd- en deelvragen van het onderzoek en zullen we een korte reflectie geven over het onderzoek en de resultaten. Bij het tot stand komen van dit rapport zijn er ten opzichte van de oorspronkelijke planning en onderzoeksmethode een aantal dingen niet geheel gegaan volgens de verwachtingen. Zo hadden wij verwacht een bedrijf te vinden dat geïnteresseerd zou zijn in ons idee en hieraan medewerking zou willen verlenen. Desondanks hebben wij een antwoord geprobeerd te geven op gestelde hoofd- en deelvragen.

In de onderzoeksopzet hebben wij de volgende hoofdvraag gesteld:

***Is het mogelijk een drijvend modulair systeem voor openbaar groen te ontwerpen dat(specifiek) is te koppelen aan drijvende wegen?***

Deze vraag hebben wij gesteld om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn om een drijvend systeem met beplanting te ontwikkelen dat geen invloed heeft van het water en de waterkwaliteit waarin het drijvende systeem komt te liggen.

Om deze hoofdvraag goed te kunnen onderbouwen zijn er de volgende deelvragen opgesteld:

### **1. Wat is er op de markt aan modulaire onderdelen betreft drijvende woonwijken?**

In het onderzoek hebben wij verschillende bestaande, drijvende woonwijken en drijfsystemen bekeken. Hierbij hebben wij onderzoek gedaan naar het ontstaan en de ontwikkeling van drijvende woningen, wegen en groen.

De mensheid heeft al een lange tijd een relatie met het wonen op het water. Er zijn vele experimenten uitgevoerd om te onderzoeken wat de beste mogelijkheden zijn voor het wonen op het water. Ook het oversteken van water probeert men al eeuwen, waar in de laatste eeuw de ontwikkelingen snel zijn gevorderd met drijvende constructies. De laatste jaren zijn ook de interesses en onderzoeken begonnen voor het ontwikkelen van drijvende wijken.

Een belangrijk onderdeel in de Nederlandse woonwijken is groen. Daarom vinden wij het ook belangrijk dat als er grote drijvende woonwijken toegepast worden er ook groen aanwezig is in deze wijken. Uit het onderzoek is gebleken dat de drijvende woningen zich al in een verder stadium bevinden wat ontwikkeling betreft het groen en wegen. De interesse voor het wonen op het water is momenteel nog minimaal. Dit komt vooral omdat mensen hier nog niet mee bekend zijn. Dit komt vooral omdat het nog een onbekend terrein is, en het wonen op water wordt vaak geassocieerd het wonen in een woonboot. Deze vorm van wonen op het water laat niet altijd een positief beeld achter.

Doordat de ontwikkelingen voor het wonen op water nog niet ver ontwikkeld zijn blijft het drijvende groen hierin achter. Het drijvend groen bevindt zich op dit nog in de ontwikkelingsfase. Er zijn een aantal grotere toepassingen, maar vooral kleinschalige worden op dit moment toegepast.

### **2. Wat is de invloed het weer op het water op het systeem?**

De invloed van het weer op drijvend groen is grotendeels gelijk als met groen op het land. Factoren die een grotere invloed kunnen hebben zijn de temperatuur, wind en lichtintensiteit. De temperatuur speelt in grote lijnen een gelijke rol, maar in combinatie met wind kan het bij vorst grotere negatieve effecten opleveren voor de beplanting. Niet alleen bij vorst kan het negatieve effecten geven, bij een hoge temperatuur is het mogelijk dat door de wind de beplanting eerder laat verdrogen.

Wind kan onder de juiste omstandigheden een obstakel vormen voor de beplanting.

Water ligt vaak in open gebieden waar de omgeving dus weinig beschutting kan bieden. Daarom zal er bij het ontwikkelen van drijvend groen goed onderzocht hoe het systeem verankerd moet worden.

Hier zal voornamelijk gekeken moeten worden naar de verankering van het systeem, en vervolgens van het groen aan de invulling.

De invloed van licht kan op het water invloed uitoefenen op het groen. We verwachten zelf dat er een grote kans is van lichtweerspiegeling van het water. Wij verwachten dat de kans op verbranding van de beplanting groter is dan op het land. We kunnen hier verder geen uitspraken doen omdat er geen informatie of onderzoeken zijn te vinden over de invloed van licht en lichtspiegeling op de beplanting. Nader onderzoek zou hier meer duidelijkheid over kunnen geven.

### **3. Welke beplantingstypen zijn geschikt om toe te passen?**

Beplantingsplannen kunnen zeer variëren per locatie. Bij het ontwerp van beplantingsplannen in de openbare ruimte, is er sprake van regelgeving, het doel van de beplanting, de bodemeisen en de standplaats van de beplanting.

De bestemming van elk stuk grond wordt ingevuld door de gemeenten. Zij geven in beleidsstukken aan welke functie en doel de bestemming heeft. Over het algemeen worden de beplantingsplannen afgestemd op de functie en doelen van het gebied. Als er een beplantingsvorm gekozen is voor een gebied zal deze eisen hebben aan de standplaats.

Elk beplantingstype en soort heeft zijn eigen eisen aan de standplaats om zich goed te kunnen ontwikkelen. Bij de wens naar specifieke beplanting zal er onderzocht moeten waaraan bodem en standplaats moeten voldoen.

In de situatie van drijvend groen, zijn er nog meer factoren die bepalen welke toegepast kunnen worden. De grootste invloeden die bepalen welke typen of grote, zowel in lengte als het gewicht, van beplanting toegepast kunnen worden, zijn de wind en het systeem waarin de beplanting geplaatst zal worden. In het systeem dat wij hebben ontworpen is naar voren gekomen dat vrijwel alle beplantingstypen kunnen worden toegepast. Er is alleen voor bomen en grote heesters een beperking op de grote van toepassing. De maximale grote voor bomen in ons systeem is na berekeningen op zes meter uitgekomen. Het gewicht is hierin geen beperkende factor.

### **4. Welke beheervormen zijn er nodig?**

Het drijvende groen heeft uiteraard dezelfde beheervormen als groen op het land. Er komen echter wel beheervormen voor het onderhoud van het drijvende systeem en het open water.

Het onderhoud van het stalen drijvende systeem is zeer specifiek. Het drijvende systeem kan het beste vergeleken worden met een vaarttuig. De onderhoudswerkzaamheden voor vaartuigen lijken het meest geschikt om toe te passen op het drijvende systeem. Hiervoor hebben we onderzocht wat de onderhoudsnormen zijn in de zeevaart. Alle vaartuigen in de zeevaart worden, afhankelijk van het gebruik en watertype, minimaal elke zeven jaar onderhouden op het 'droge land' voor de grote onderhoud.

Omdat het drijvende systeem in principe op een vaste plek zal blijven liggen in een redelijk stabiele omgeving, verwachten wij dat onderhoud op het droge, eens in de tien jaar voldoende zal zijn. Het drijvende systeem heeft wel een jaarlijkse inspectie nodig.

Het water rondom het systeem zal op dezelfde kwaliteit moeten blijven als voor de aanvang van de bouw van de drijvende woonwijk. Zeker wanneer het water voldoet aan de kwaliteitseisen van zwembadwater en de waterkwaliteitstoets, is een verlaging van de kwaliteit niet gewenst. Door jaarlijks onderzoek te doen, zal na een aantal jaren van experimenteren blijken wat de invloeden zijn van een drijvend systeem op het water.

De beheervormen van het groen en de bodem waarin het groen groeit zijn afhankelijk van de invulling van de bak. De benodigde beheervormen zijn in grote lijnen vergelijkbaar met het groen op het 'droge land'. Specifieke eisen die worden gesteld zijn voornamelijk gericht op de bodem. De bodem is een kleine afgesloten omgeving. Als de kwaliteit van de bodem jaarlijks onderzocht wordt, is er door de kleine omgeving een vergrote kans van kwaliteitsvermindering. De bodem zal dan verbeterd moeten worden om weer te voldoen aan de gestelde randvoorwaarden van beplanting.

### **5. Wat is de duurzaamheid van het te ontwikkelen product?**

Duurzaamheid is in dit onderzoek voornamelijk behandeld in het gebruik van de materialen. Hier hebben wij voornamelijk de bouwmaterialen van de systemen behandeld. Staal is een materiaal dat niet als duurzaam bestempeld kan worden, zeker niet bij het gebruik op het water. Door het staal te voorzien van een coating en deze goed te onderhouden, wordt de duurzaamheid, en dus de levensduur vergroot.

Materialen van de invulling hebben op het groen na een lange garantie van hun leveranciers bij dagelijks gebruik. Goed onderhoud is een voorwaarde om de duurzaamheid van de systemen zo groot mogelijk te houden. Bij nader onderzoek en ontwikkeling kan er nog gekeken worden of de gebruikte materialen vervangen kunnen worden door materialen met een hogere duurzaamheid.

### **6. Aan welke technische eisen zal het modulaire groen moeten voldoen?**

Uit de eerste selecties van het onderzoek is gebleken dat niet alle systemen in aanmerking zijn gekomen om drijvend groen in toe te passen. De systemen die niet van toepassing waren hadden over het algemeen een lage stabiliteit. Hierdoor zijn ze niet geschikt om groen op toe te passen.

De systemen die wel geschikt waren zijn ten eerste berekend op het drijfvermogen en diepgang. Het drijfvermogen is de belangrijkste factor voor het toepassen van een drijvende constructie. Door eerst uit te gaan van een traditionele opbouw voor de invulling van de bak bleek snel dat de meeste drijvende systemen het grote gewicht van de invulling niet drijvend kunnen houden. We hebben gesteld dat de drijvende constructie 0.50 meter boven het waterpeil moet drijven, dit zodat het groen kan aansluiten op de drijvende woningen en drijvende wegen. Om te onderzoeken wat er met aan de constructies aangepast moest worden hebben we de hoeveelheid EPS berekend die nodig zou zijn om de drijvende systemen op de gewenste hoogte te krijgen. Er moest echter zoveel EPS toegepast worden dat de systemen een diepgang kregen die niet realistisch was, het systeem zou dan alleen op diepe wateren toegepast kunnen worden. Vervolgens hebben we de mogelijkheden onderzocht om de invulling van het drijvende systeem lichter te maken, we hebben gekeken naar alternatieven voor teelaarde, verhardingen, en gekeken naar kleinere en / of lichtere beplantingen.

Uit de berekeningen met een lichtere invulling bleven de meeste systemen boven de waterspiegel drijven. Hieruit kwam het Stalen ponton als beste constructie naar voren.

Dit systeem hebben wij verder berekend op windbelasting omdat dit naar ons idee een obstakelvorm. Hieruit kwam naar voren dat er alleen bomen tot zes meter toegepast kunnen worden. Als er grotere bomen toegepast worden kan bij een ongunstige wind het systeem een grote scheefstand krijgen wat kan leiden tot het omslaan en / of zinken van het systeem. Het stalen ponton lijkt ons het meest optimale systeem. Alle technische eisen zijn opgenomen in de opgestelde randvoorwaarden in hoofdstuk vijf.

## **7. Eindconclusie: *Is het mogelijk een drijvend modulair systeem voor openbaar groen te ontwerpen dat (specifiek) is te koppelen aan drijvende wegen?***

Uit het onderzoek naar de mogelijkheid om een modulair drijvend systeem voor openbaar groente ontwikkelen is gebleken dat dit voor het grootste deel haalbaar is.

In ons onderzoek hebben wij een aantal bestaande systemen onderzocht die toegepast worden voor drijvend groen. De bestaande systemen die op dit moment voor drijvend groen worden toegepast zijn voor onze doeleinden niet geschikt. Hiervoor zijn wij naar andere oplossingen gaan zoeken die mogelijkheden hebben om drijvend groen toe te passen. Hierbij hebben we ook systemen bekeken die nog niet toegepast zijn voor drijvend groen, maar waar we wel de mogelijkheden voor verdere ontwikkeling zagen. We hebben verschillende systemen onderzocht, systemen van beton, metalen en kunststoffen. Uit een eerste selectie kwam al snel naar voren dat systemen van beton en metaal de meeste kans maken om toegepast te worden voor drijvend groen. Na berekeningen is naar voren gekomen dat het stalen ponton de beste optie is om verder uit te werken.

Er zullen nog wel extra onderzoeken en uitgevoerd moeten worden en zal het systeem dat wij nu ontworpen hebben zal verder uitgewerkt moeten worden. Er zal bij vervolg onderzoeken onder andere gekeken moeten worden naar: de constructie van het systeem, mogelijkheden voor de uitvoering, de kosten van het systeem, koppelmogelijkheden aan drijvende woningen en wegen. De basis is onderzocht, er zal dieper ingegaan moeten worden op de details. Een constructeur zou de stalen constructie moeten herberekenen.

Uitwerking en toepassing van technische eisen is gebeurd in hoofdstuk twaalf van dit rapport, het technisch plan van eisen, en hoofdstuk dertien, het bestek. In deze hoofdstukken is de basis van het systeem uitgezocht, er is een bestek voor geschreven en een begroting opgesteld om een eerste impressie te krijgen van de kosten.

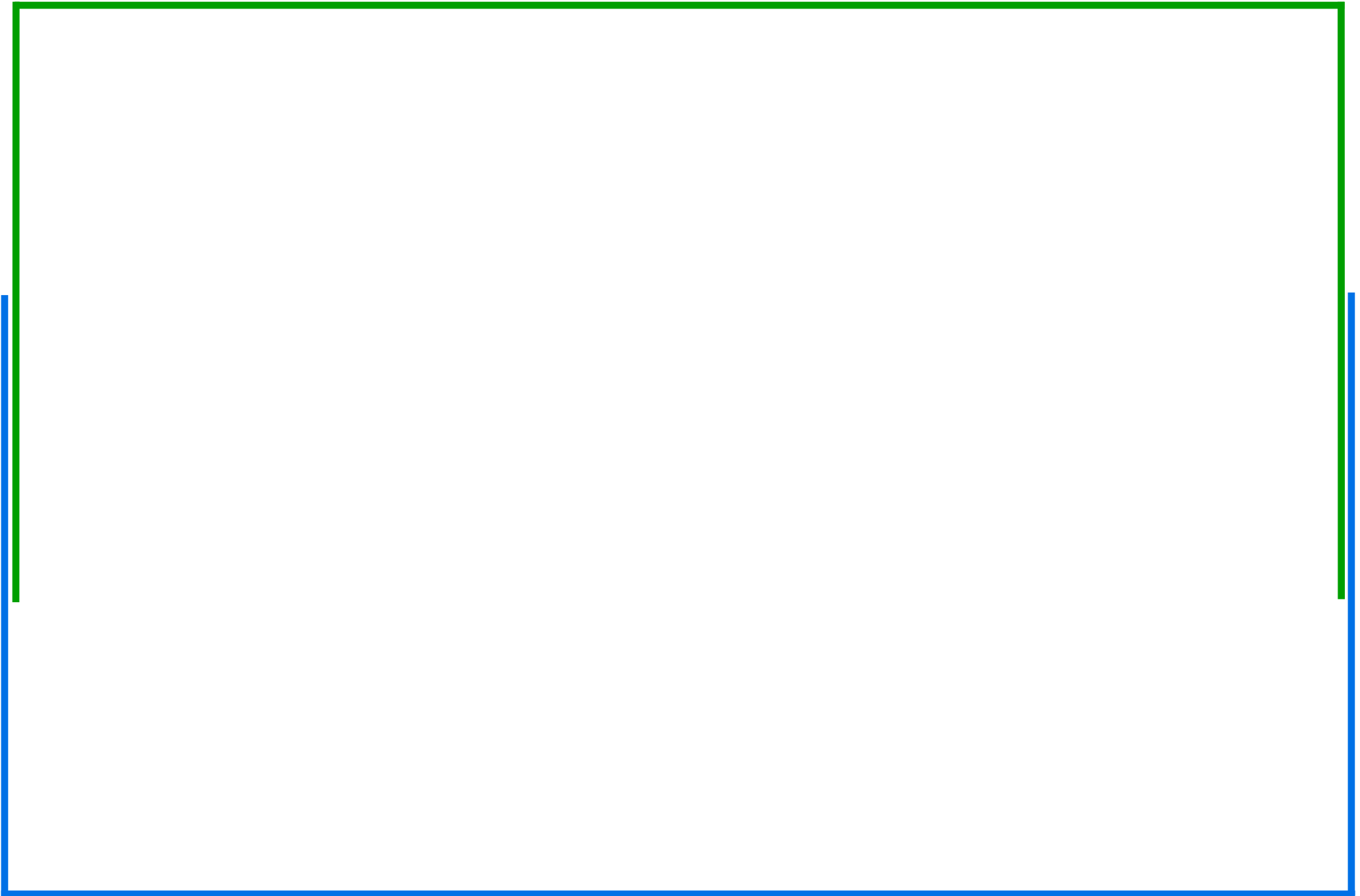
De ontwikkeling van het drijvende systeem zal vooral afhangen van de ontwikkelingen van drijvende woonwijken, de uitvoering en de kostprijs van het systeem.

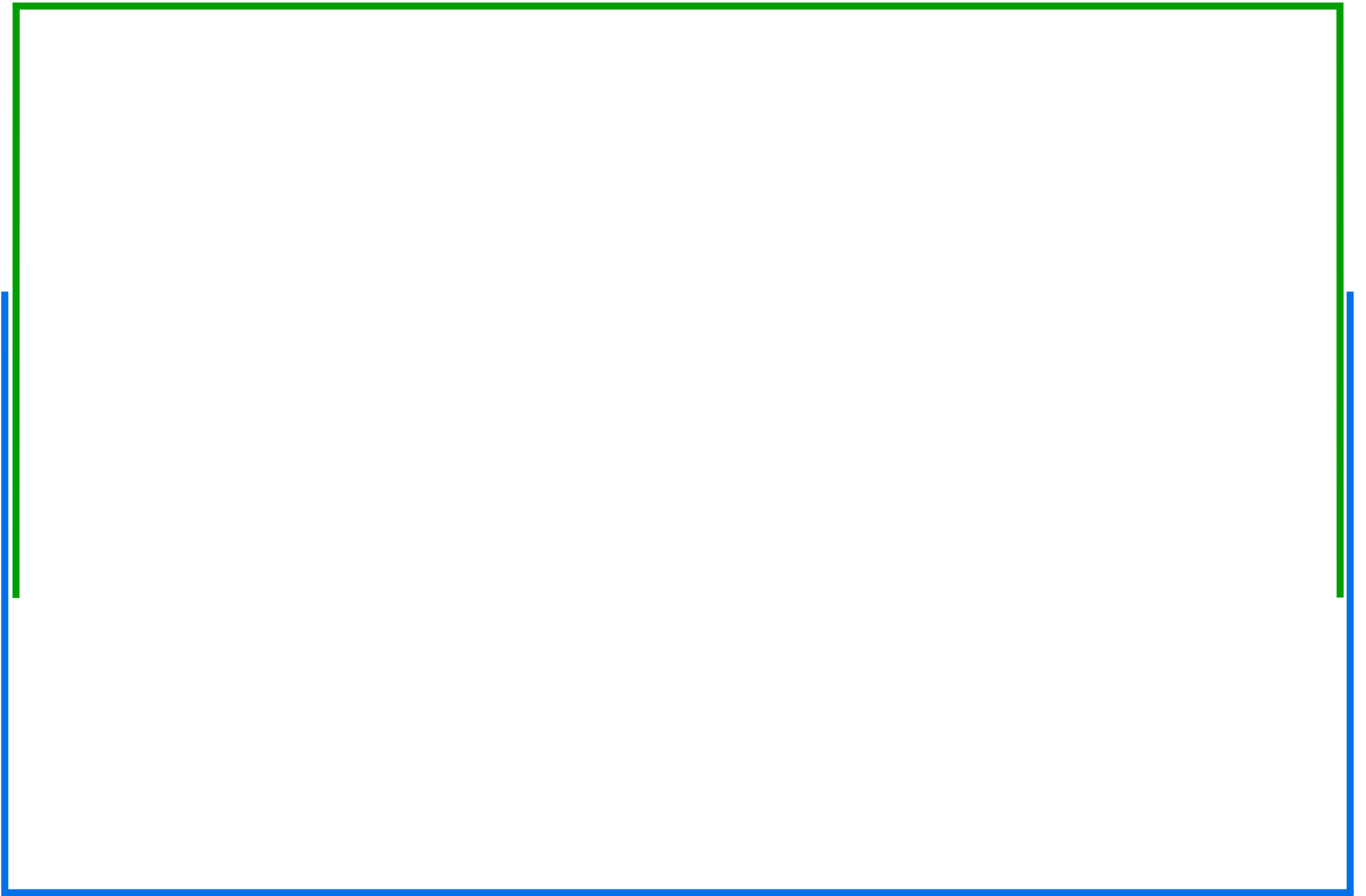
Wij verwachten dat er de interesses in drijvend groen de komende jaren zullen gaan groeien. Er zullen naar verwachting nog een groot aantal diepgaande onderzoeken en uitwerkingen moeten gebeuren voor verdere ontwikkeling. Wanneer de interesse voor wonen op het water zal groeien, verwachten wij dat de ontwikkeling sneller zal gaan verlopen. Het drijvende groen is namelijk afhankelijk van de drijvende woningen en drijvende wegen. Als de ontwikkelingen doorgaan zoals zij zich nu doen dan verwachten wij over ongeveer 40 jaar de eerste drijvende groen systemen te verwachten in Nederland.

### **Toepasbaarheid werkveld**

De bedrijven die wij benaderd hebben voor ondersteuning van het onderzoek waren in gedachte al een stadium verder. De interesses liggen bij deze bedrijven vooral op de ecologische en financiële kanten van het drijvende groen. Het gaat het werkveld vooral om de kosten die drijvend groen met zich mee brengt en hoe dit het beste gefinancierd kan worden. Wij verwachten dan ook dat het momenteel nog niet haalbaar is om drijvend groen toe te passen. Er is nader onderzoek nodig voor het toepassen van alternatieve materialen en welke financiële middelen nodig om drijvend groen te kunnen realiseren. Met ons onderzoek hebben we geprobeerd een opzet te geven voor de mogelijkheden. De mogelijkheden voor het toepassen van drijvend groen zijn wel eindeloos. Door in een later stadium meerdere toepassingmogelijkheden uit te werken kan het systeem interessanter worden voor het werkveld.







An aerial perspective of a floating city. The buildings are yellow with dark grey, gabled roofs. They are arranged in a grid-like pattern on a body of blue water. A central, long, low-profile building with a flat roof and a red-paved area around it serves as a central hub. Several trees are planted around the buildings. A white car is visible on the red-paved area. The entire scene is framed by a green border.

## DEEL II

Technische uitwerking van drijvend groen.

## 11. Inleiding

### **Deel 2, Technisch ontwerp buitenruimte**

Als onderdeel van de afstudeeropdracht wordt er een Technische ontwerp van de buitenruimte verlangd. Dit houdt in: een technisch plan van eisen (T.P.V.E.), een bestek, een begroting en plannings.

Het T.P.V.E. dat opgesteld is komt voort uit de conclusies en randvoorwaarden van het onderzoek (deel 1 van dit rapport).

In het T.P.V.E. wordt daarom een aantal keren terug verwezen naar het onderzoek. Vanuit het T.P.V.E. is een standaard bestek opgesteld dat vervolgens gebruikt is om een begroting en planning te kunnen opstellen.

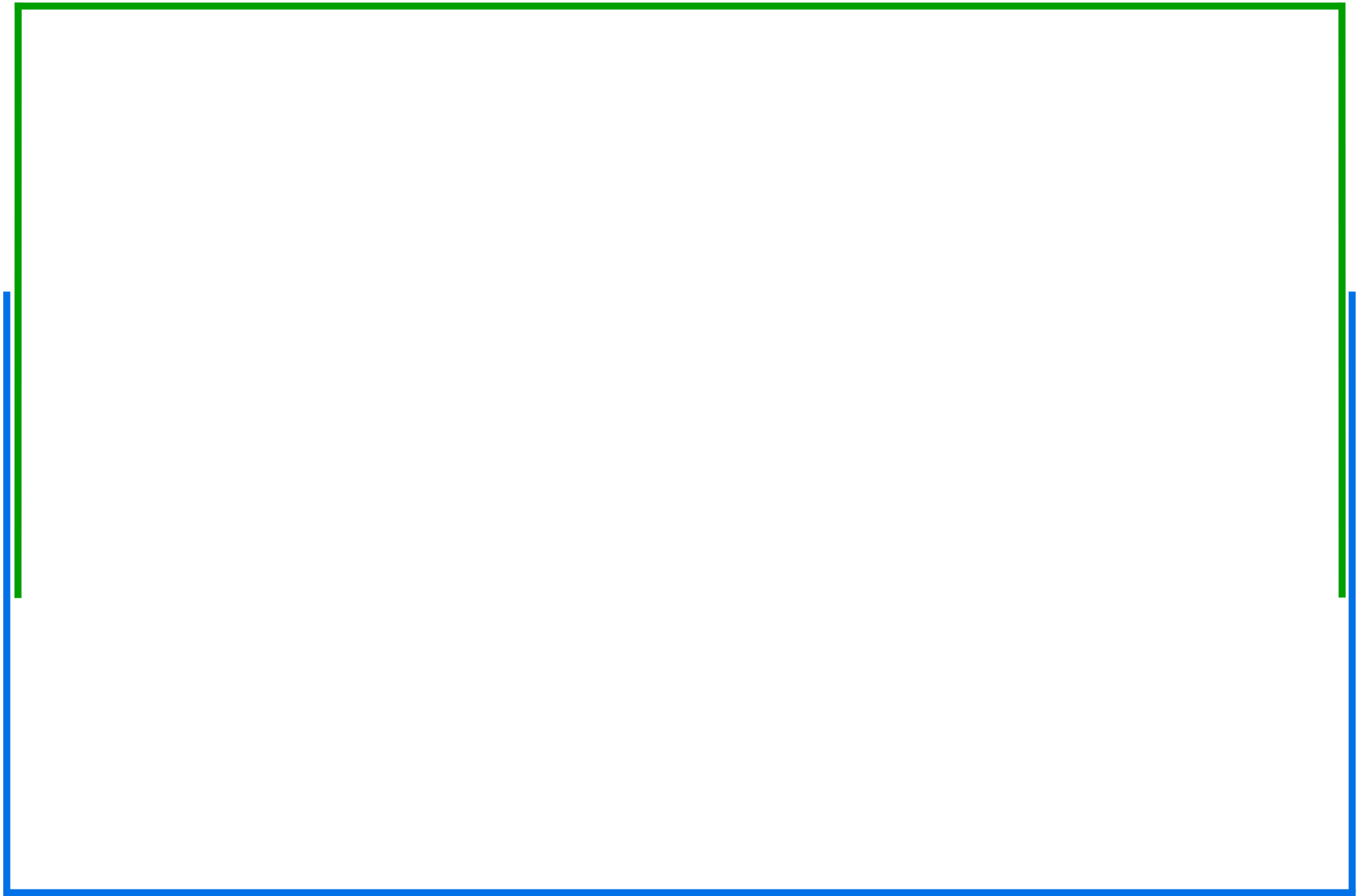




## 12. Technisch programma van eisen

Het Technisch Programma Van Eisen laat zien wat de definitieve keuzes zijn voor de uitvoering.





## 12. T.P.V.E.

In het kader van de afstudeerrichting van Realisatie Tuin- en Landschapsinrichting maken wij een Technisch Programma Van Eisen (T.P.V.E.) voor "Drijvend Groen". Drijvend groen is een nieuw concept dat aansluit bij de drijvende woningen en wegen. Het zorgt ook voor een gezonde, groene leefomgeving. Het T.P.V.E. is een document waarin alle definitieve beslissingen genomen worden en dient als communicatie tussen de opdrachtgever en betrokkenen. Het is een voorbereiding op de uitwerking van het bestek en de werktekeningen. Dit technisch programma is gericht op de constructie en aanleg van het drijvende systeem en de invulling hiervan. Er is in dit T.P.V.E. geen gebiedsanalyse toegepast omdat het onderzoek zich nog in conceptstatus bevindt en er daarom nog geen definitieve casus of locatie is voor het systeem. Het systeem dat wij willen ontwikkelen heeft de bestemming openbaar groen. Dit doen wij omdat de eisen van het openbaar groen wat betreft voorwaarden aan voorzieningen, belasting en veiligheid hoger liggen dan voor particulier groen. De uitvoering zal niet daadwerkelijk plaatsvinden, maar wordt fictief uitgewerkt.

Alle gebruikte gegevens in dit hoofdstuk zijn afkomstig uit het voorgaande onderzoek.

### 12.1 Functie van het drijvend groen

Het drijvend groen maakt een verbinding van de drijvende weg naar de waterwoning mogelijk en geeft een "groene" invulling en uitstraling aan de wijk. Via deze verbinding kunnen de bewoners, eventueel met de auto, hun drijvende drive-in woning, zie figuur 12.1, betreden. De gebruikers zullen voornamelijk bestaan uit bewoners en bezoekers. Het groen zorgt voor een gezonde leefomgeving, biedt schaduw en heeft de mogelijkheid van recreatie zoals speelvoorzieningen en rustplaatsen.

### 12.2 Betrokken partijen

Het onderzoek en de uitwerking van het systeem is op eigen initiatief gedaan. Joachim Penterman en Lennart Blok fungeren als directie. Vanuit Van Hall-Larenstein ondersteunen Willem van Briemen en Freek Rurup de directie.



Figuur: 12.1  
drijvende  
drive-in-  
woning gezien  
vanaf het  
water  
Bron: www.  
waterstudio.nl

### 12.3 Beschikbare basisinformatie

Omdat het bestek niet op een situatie is gericht, zijn er een aantal onderdelen van beschikbare basisinformatie vervallen ten opzichte van een gebruikelijk technisch programma van eisen.

De vervallen onderdelen zijn:

- Landmeetkundige ondergrond.
- Sonderingen
- Grondwaterstand
- Bodemopbouw
- Zettingsberekeningen
- Waterhuishouding waterlopen
- VenG plan

Als er een locatie van een werk bekend is zullen deze onderdelen alsnog bekeken moeten worden en indien nodig zullen deze toegevoegd moeten worden aan het T.P.V.E en of het bestek met uitvoeringstekening.

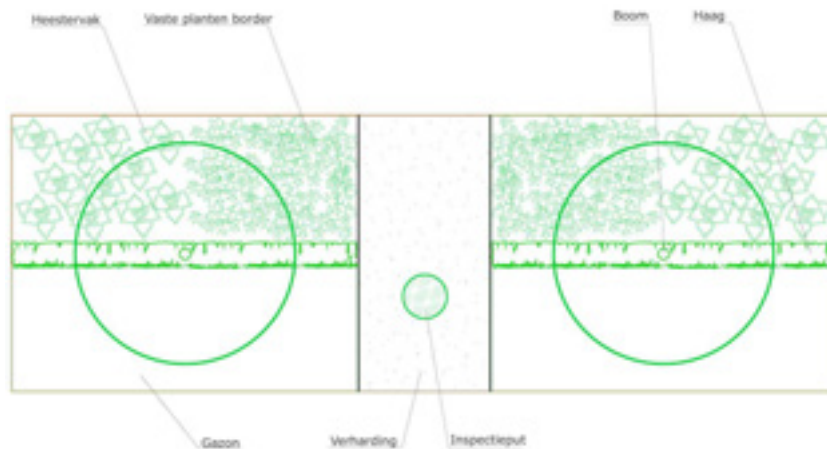
Er zijn technische ontwerpen gemaakt van het systeem en de invulling.

Tevens zullen er is een digitaal 3D-model beschikbaar van het drijvende systeem. In dit 3D-model geeft een kleine eenvoudige sfeerimpressie voor het uiteindelijke beeld voor drijvend groen.

### *Kabels en leidingen.*

Wij gaan er in het ontwerp van het drijvende groen vanuit dat kabels, leidingen en riolering zijn verwerkt in het systeem, als voorbeeld het ontwerp als het titelblad van het verslag 'De drijvende fundering' van M. Kuiper, TU Delft, 2006.

In rapport wordt uitgebreid beschreven wat de mogelijkheden zijn voor de drijvende wegen en welke constructies toegepast kunnen worden. In het drijvende systeem moeten doorvoorzorgingen, in vorm van een mantelbuis van staal. Deze buis moet zijn aangebracht om een verbinding naar de drijvende waterwoning mogelijk te maken vanaf de drijvende weg.



Figuur: 12.2 technisch ontwerp van drijvend groensysteem

## **12.4 Voorbereidende werken**

### *Watermonsters van oppervlaktewater*

Wij achten het noodzakelijk om voor de start en op het eind van de aanleg en jaarlijks gedurende de ligging, monsters van het oppervlakte water te nemen in de directe omgeving van het systeem. Door het te bemonsteren op chemische en biologische samenstelling samen met vervuilende / zware materialen, kan er een nulmeting uitgevoerd worden doormiddel van de waterkwaliteitstoets. De Hoofdaannemer moet ervoor zorgen dat de waterkwaliteit niet verandert door invloeden die afkomstig zijn van de aanleg en constructie van het drijvende systeem. Als het drijvend groen op zijn eindlocatie ligt, wordt de verantwoordelijkheid van de waterkwaliteit overgedragen aan de beheerder. In nader onderzoek zal moeten blijken of drijvend groen invloed op de waterkwaliteit zal uitoefenen op zijn omgeving.

### *Inrichten werkterrein*

Voor het inrichten van de drijvende constructie met voorzieningen dient er een terrein aanwezig te zijn waaraan deze werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd. Het werkterrein dient door de hoofdaannemer ter beschikking worden gesteld. Het staalwerk zal moeten gebeuren in een overdekte situatie waar tevens een beschikking is over een hijskraan met voldoende hijsvermogen. Ook moet er in de overdekte locatie voorzieningen zijn om het systeem te kunnen voorzien van een coating.

De invulling van het systeem zal aan een aanlegkade moeten gebeuren. Deze mag zowel overdekt als open zijn tijdens uitvoeren van de werkzaamheden.

De omgeving van de kade zal aan de volgende eisen moeten volstaan:

#### Het terrein->

- zal geheel toegankelijk moeten zijn voor zwaar verkeer.
- zal toegankelijk moeten zijn door het water voor de aan- en afvoer van het systeem doormiddel van een sleep boot.
- zal plaats moeten bieden voor het laden en lossen.
- zal moeten beschikken over een hijskraan met voldoende hijsvermogen.
- moet plaats bieden voor opslag en depot.
- mag niet openbaar toegankelijk zijn, omheind zijn met daarop de benodigde bebording.
- moet voorzien zijn van de gebruikelijke NUTS aansluitingen.
- moet voorzien worden van zowel werk- als schaftketen.
- moet voorzien zijn van benodigde sanitaire voorzieningen.
- moet voorzien zijn voor parkeer gelegenheid voor werkend personeel.
- moet voorzien zijn van aanmeervoorzieningen.
- De waterkwaliteit zal doormiddel van een waterkwaliteitstoets vier maal per jaar gekeurd moeten worden. De kans op vervuiling tijdens de werkzaamheden is groot, door dit vier keer per jaar te controleren kunnen er op tijd maatregelen genomen worden in geval van vervuiling. Aantal keuringsplaatsen en locaties zullen door de omgevingsvergunning ingevuld worden.
- de inrichting van het terrein zal moeten voldoen aan de Arbowetgeving.
- indien er meer dan 5 drijvende constructies toegepast worden dient er bij het werkterrein minimaal ruimte te zijn voor 5 drijvende constructies.

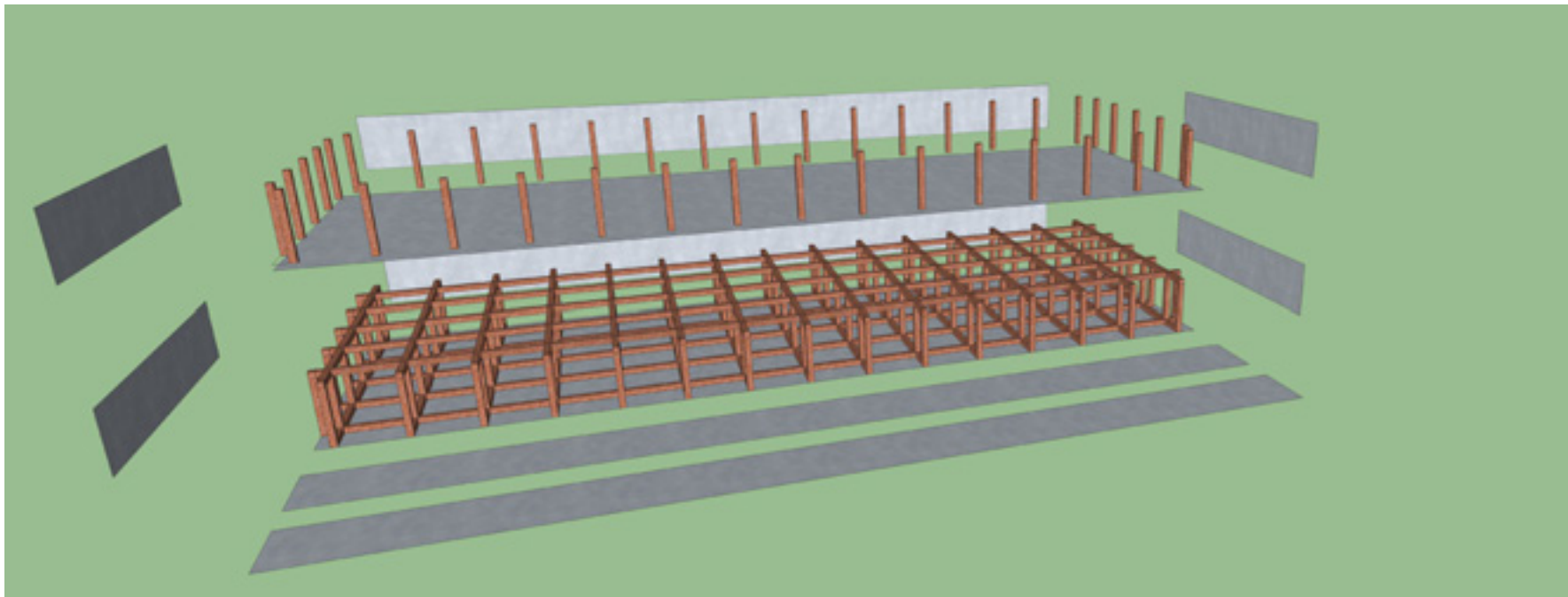
#### 12.5 Bouwkundige onderdelen (berekening en materialisatie)

De constructie van het drijvende systeem, een gesloten ponton met opzetwanden, dient in staal uitgevoerd te worden. Het systeem zal door een constructeur verder doorgerekend, en in detail uitgewerkt moeten worden.

Het systeem moet aan een aantal voorwaarden voldoen:

- moet geheel waterdicht zijn.
- moet ook zonder invulling waterpas in het water liggen.
- voor de drijfhoogte is een hoogte van 0,50 meter vastgesteld.
- het systeem mag niet een groter gewicht hebben dan 27.62 ton i.v.m. berekende drijfhoogte.
- voor de binnenmaten van het systeem moet er uit gaan worden van 15.00 x 5.00 x 1.05 meter. Voor de hoogte van het gehele systeem moet er worden vastgehouden aan 2.124 meter.
- de constructie mag bij belasting niet meer vervormen dan de marges, berekend door de constructeur, gedurende de gehele aanleg en levensduur van het systeem.
- Het systeem moet worden voorzien van trekstangen om vervormingen te voorkomen.
- de rand van het stalen ponton moet aan de bovenzijde in een hoek van 90 graden worden gezet om scherpe randen te voorkomen.
- ter hoogte van de betonnen verharding moet er een dilatatievoeg worden aangebracht zodat het staal en beton geen schade kunnen aanrichten.
- de constructie moet zodanig zijn geconstrueerd dat er geen schade aan personen en / of objecten kan worden aangebracht. Er mogen dus geen uitstekende of scherpe randen aanwezig zijn op de constructie.

- het moet mogelijk zijn de constructie via het water te verslepen van en naar locaties. De waterwegen naar de eindlocatie en de eindlocatie zelf, zullen toegankelijk moeten zijn voor het systeem, dit wil zeggen dat de vaarwegen voldoende breedte en diepte moeten bieden voor het transport. Ook de kunstwerken op de route moeten voldoende ruimte bieden om het systeem te kunnen laten passeren.
- in het systeem moeten mogelijkheden zijn opgenomen zodat de constructie gekoppeld kan worden aan een andere drijvende groen constructie, een drijvende woning en / of drijvende weg.
- de gebruikte lassen moet van zodanige kwaliteit zijn dat ze voldoen aan de gestelde normen die vermeld zijn in Hoofdstuk 6,7 en 8 van NEN-EMV 1019-1. Kwaliteitstesten van de lassen moeten geregistreerd worden in een logboek.
- de onderhoudstermijn voor de aannemer bedraagt 10 jaar.
- de coating die op de buitenzijde van de drijvende constructie aangebracht wordt moet minimaal 10 jaar meegaan.
- de binnenkant van de bak moet voorzien worden van een extra coating / bescherming om aantasting van het staal te voorkomen. De levensduur van deze bescherming moet minimaal 50 jaar meegaan.



Figuur: 12.3 structuuropbouw van de stalen ponton  
Bron: L&J adviseurs



## 12.6 Drainage

Aangezien er een gesloten drijvend systeem gerealiseerd zal worden, moet er een drainagesysteem worden geïnstalleerd worden om vernatting van de bodem te voorkomen. Het vochtgehalte zal op een optimaal niveau moeten blijven om de beplanting te laten groeien. Doormiddel van een automatische overstort voorziening moet voorkomen worden dat de drijvende constructie en invulling niet te nat en te zwaar worden en hierdoor zal gaan zinken.

Er zijn in het voorgaande onderzoek twee infiltratie / drainage-systemen naar voren gekomen. De waterinfiltratiekratten, zie in figuur 12.4 tijdens aanleg, komen onder het groen en de Watershells onder de verharding, die toegepast kunnen en moeten worden of een gelijkwaardig product. De toegepaste infiltratiesystemen moeten de mogelijkheid hebben om ter plaatse op maat gemaakt te worden.

### 1. Waterinfiltratiekratten

Waterinfiltratiekratten dienen onder de groenvakken van het systeem toegepast te worden. De totale oppervlakte van de bovenzijde bedraagt 63 m<sup>2</sup>. De drainage zal in verbinding moeten staan met een geautomatiseerde pompinstallatie kan dat een teveel aan water kan overstorten op het oppervlakte water. Deze voorziening dient geautomatiseerd te zijn om in natte periodes het overtollige water automatisch te kunnen lozen op het oppervlakte water.

De waterinfiltratiekratten moeten voldoen aan een aantal voorwaarden:

- één geautomatiseerd systeem dat de overstort regelt en opties biedt voor andere hydrologische aansluitingen.
- kratten mogen maximaal 0,40 meter hoog zijn.
- de oppervlakte van 63 m<sup>2</sup> onder de groenvakken moet worden voorzien van infiltratiekratten.
- maatregelen tegen het inspoelen van gronddelen tegen te voorkomen door de kratten in te pakken met geotextiel.
- de waterinfiltratiekratten moeten gemonteerd worden zoals de leverancier dit voorschrijft.
- er moet een maximale buffercapaciteit aanwezig zijn van 95% ( 5% krat, 95% water).
- totale constructie van de waterinfiltratiekratten zonder water mag max. 1071 kg wegen, inclusief, water max. 25011 kg.



Figuur: 12.4 aanleg van waterinfiltratiekratten  
Bron: raabkarcher.nl

## 2. Watershells

Het andere systeem dat toegepast moet worden is het Watershellsysteem, zie figuur 12.5. Onder de verharding wordt er normaal gesproken gebruik gemaakt van de traditionele funderingsopbouw van puingranulaat, zand voor de verharding. In het drijvende systeem moet er gebruik gemaakt worden van andere en lichtere oplossingen. De traditionele funderingsopbouw is zwaar, daarom gaat de voorkeur uit naar een constructie die tevens kan dienen als drainage systeem. Deze moet ook voldoende draagkracht hebben om er met een voertuig over heen te rijden. De betonnen afwerking op de Watershells heeft gelijke eigenschappen als gebruikelijke verharding.

Het systeem voldoet aan een aantal voorwaarden:

- mag maximaal een gewicht van 377 kg/m<sup>2</sup> hebben, inclusief verharding.
- moet berekend zijn op variabele belasting 4000 kg.
- moet hydrologisch in verbinding staan met de waterinfiltratiekratten.
- inspoelen van delen moet worden voorkomen i.v.m. kans op verstopping van de kratten.
- moet mogelijk zijn verharding op het systeem aan te leggen.
- moet één toegang opgenomen worden voor inspectie van zowel de Watershells als de waterinfiltratiekratten.



Figuur: 12.5, Watershells in aanleg, klaar om het betonnen dek op te storten  
Bron: [www.waterblock.com](http://www.waterblock.com)

## 12.7 Grondwerken

In de stalen constructie voor het drijvende groen is er een hoogte van 0,65 meter voor het substraat. In verband met het toegestane gewicht moet er gebruik gemaakt worden van de Argexkorrel, o.g.

Het substraat moet aan een aantal voorwaarden voldoen:

- eigen gewicht van het substraat mag niet meer zijn dan 340kg/m<sup>3</sup> i.v.m. maximaal gewicht van het gehele systeem.
- moet geschikt zijn voor alle toe te passen beplantingstypen.
- moet vlak afgewerkt worden voor het beplanten.
- mag niet mechanisch worden verdicht.

## 12.8 Kabels en leidingen

Voor de nutsvoorzieningen dienen er doorvoermogelijkheden aangebracht te worden in het drijvende systeem. Er moet voldoende ruimte zijn voor kabels en leidingen voor elektra, data, gas, water en riolering. De doorvoervoorzieningen dienen tijdens de fabricage van de stalen constructie aangebracht te worden. De doorvoeren moet van de drijvende weg naar de waterwoning lopen, met een diameter van 125mm. Deze ruimte moet zodanig geconstrueerd worden dat na het vullen van de bakken deze voorzieningen doorgevoerd kunnen worden. Er dient bij constructie van de drijvende constructie rekening gehouden te worden met deze doorvoermogelijkheid, zodat in een later stadium geen aanpassingen gedaan hoeven te worden aan de constructie. De aanpassingen zouden de constructie kunnen verzwakken.

### *Beregeningsinstallatie:*

Er moet een beregeningsinstallatie worden aangebracht in de bak van het systeem om de beplanting water te kunnen geven. Deze installatie moet volautomatisch zijn met de mogelijkheid deze in geval van nood handmatig te kunnen bedienen. Het systeem moet voorzien zijn van acht sproeiers. Locatie van sproeiers volgens principe tekening. Het systeem kan worden aangesloten op een digitaal netwerk waar de beheerder het vanuit zijn werkruimte doormiddel van een computer het kan instellen en bedienen. Vergelijkbare systemen als pop-upsproeiers in figuur 12.6 zijn al toe gepast op groene daken en gevels.



Figuur: 12.6 pop-up sproeier in werking  
Bron: tuinenwater.nl

De beregeningsinstallatie moet voldoen aan een aantal voorwaarden:

- installatie moet volautomatisch werken, alleen in geval van nood handmatig te zijn bedienen.
- er moet gebruik gemaakt worden van acht pop-up sproeiers met een reikwijdte van 4.00 meter in een hoek van 90 graden.
- de pop-up sproeiers mogen geen obstakels vormen in het gazon en beplanting.
- de beregeningsinstallatie het water gelijkmatig verdelen
- de beregening moet in staat zijn om te voldoen aan een waterbehoefte van 17%
- de beregeningsinstallatie moet een capaciteit hebben van
- het moet mogelijk zijn om met één elektrotechnische installatie (computer) meerdere beregeningssystemen (drijvende systemen) aan te sturen via een digitaal netwerk.
- het systeem moet een overschot aan neerslag kunnen overstorten op het oppervlakte water. Deze voorziening moet beschikken over een elektronische terugslagklep om instroom van oppervlaktewater te voorkomen.
- moet zijn voorzien van een aansluiting op de drinkwatervoorziening om ingeval van extreme droogte de buffer aan te vullen tot minimaal 30%.

### **12.9 Verharding**

Op de oprit van de weg naar de waterwoning dient verharding te worden aangebracht. De dient geschikt te zijn voor het gebruik van personenvoertuigen. Er moet een geheel verharding toegepast worden om vervuiling van de Argexkorrels en Watershells te voorkomen. Door de verharding te intrigeren in het betondek van de Watershells wordt er bezuinigd op het gewicht van de constructie. Wel dient het betondek gewapend te worden om zo bestand te zijn tegen belasting van voertuigen.

## 12.10 Beplanting

De randvoorwaarden voor de beplanting zijn vooral belangrijk om te voorkomen dat de maximale belasting van het systeem overschreden wordt. De randvoorwaarden zorgen ervoor dat er aan de sfeerbeelden van het drijvend groen worden vastgehouden, zoals wij het voor ogen hebben.

Algemene randvoorwaarden beplantingen:

- de plantplaatsen zijn in het ontwerp vastgesteld.
- alle beplantingstypen moeten winterhard zijn in Nederland.
- beplantingen mogen niet geplant worden in tijden van vorst of sneeuw.
- van plantmateriaal met kluit, het materiaal ter bescherming van de kluit losmaken nadat de plant geplaatst is, niet verteerbaar materiaal verwijderen.
- het substraat tijdens het aanvullen gelijkmatig aandrukken.
- planten mogen alleen geleverd worden op de dag van planten.
- planten moeten ingekuild worden na levering tot aan verwerking.

Er zijn randvoorwaarden t.b.v. het gewicht opgesteld

Type	Opmerking	gewicht per eenh.	aantal / m2	Max. gewicht
boom	tweede of derde orde, tot 6 meter	5000 kg/st	2 st	10000
heester	middelgrote heesters tot 3 meter	315 kg/m2	14.16 m2	4460
hagen	breedte 0,50m, hoogte 1,00m	315 kg/m2	6.3 m2	1985
vaste planten	diverse groottes,	max: 300 kg/m2	14.16 m2	4248
gras	sport / speelgazon	20 kg/m2	28.32 m2	566

### Algemeen

- planten in de periode van 1 oktober tot 15 april.
- geleverde bomen en wortelgoed dient te worden opgekuid na levering.
- beplanting moet na aanplant berekend worden,

### Bomen:

- de bomen moeten degelijk verankerd worden d.m.v. boompalen en banden.
- twee bomen van de tweede of derde orde, maximale hoogte van 6.00 meter.
- soort bepalen na overleg opdrachtgever.
- maat 14 /16
- kwaliteit: 3 maal verplant.
- planten met draadkluit.
- plant plaats volgens tekening.
- soort bepalen na overleg opdrachtgever.
- bomen leveren met kluit,

Figuur: 12.7 beplantingseisen voor drijvend groen systeem

#### Heesters:

- 50% van de heesters moeten groenblijvend zijn.
- grootte sierheester tot drie meter, zie tabel voor het maximale gewicht.
- soort bepalen na overleg opdrachtgever.
- sierheesters leveren met kluit.
- potmaat C5 of kluitgoed.
- hoogte bij planten 120 / 150.
- kwaliteit 3 maal verplant.

#### Hagen:

- haagplantsoen planten in dubbele rij, in driehoekverband.
- soort bepalen na overleg opdrachtgever.
- maat van haagplantsoen 60 / 80.
- kwaliteit: 2 maal verplant.
- hagen mogen bladverliezend zijn.
- haagplantsoen leveren met wortelkluit.

#### Vaste planten:

- vaste planten leveren in container max. C1
- soort bepalen na overleg opdrachtgever.

#### Gras:

- gras moet geleverd worden in zoden.
- graszoden verwerken binnen 24 uur na levering.
- de graszoden mogen geen gaten of kale plekken vertonen.
- in de zoden mogen geen kruiden groeien.
- gebruik maken van rolzoden.
- de dikte van de zoden moet minimaal 10 mm tot maximaal 15 mm zijn volgens de 'standaard RAW bepalingen 2005'
- voor het leggen van de zoden de grond bevochtigen.
- graszoden strak tegen elkaar aan plaatsen tijdens het aanbrengen.
- graszoden pasmaken door op maat te snijden, minimale lengte en breedte 0.40 meter.

#### Inboet

- tot één jaar na oplevering van het systeem in de aannemer verantwoordelijk voor het aanslaan van de beplanting.
- aan te brengen van graszoden in de periode van 1 maart tot 15 april.
- kosten van vervangende beplanting en bijbehorend werk zijn voor aannemer.
- vervangende beplanting moet gelijk in soort, maat en kwaliteit zijn als vervallen beplanting.
- vervangende beplanting ondergaat opnieuw een inboet periode van één jaar.

#### 12.11 Globale planning

Er is een schatting gedaan over de duur van het gehele werk. Wij verwachten dat het werk na 35 werkdagen voltooid is. Deze tijd is gerekend van constructie van het drijvende systeem tot en met de plaatsing van het systeem op de definitieve locatie. In deze urenplanning zijn wij uitgegaan dat verschillende werkzaamheden gelijker tijd uitgevoerd kunnen worden door meerder mensen.

1.	Waterkwaliteit toetsing	1 dag
2.	Constructie systeem	15 dagen
3.	Transporteren van constructie	1 dag
4.	Aanbrengen infiltratievoorziening	5 dagen
5.	Rusttijd beton t.b.v. uitharding	5 dag
6.	Installatie beregening	1 dag
7.	Aanbrengen beplantingen	4 dag
8.	Transporteren en plaatsen	1 dag
9.	Toetsing waterkwaliteit en test van installaties	1 dag
10.	oplevering	1 dag
<b>Totaal aantal werkdagen</b>		<b>35 dagen</b>

Er is in globale planning geen rekening gehouden met onwerk-  
bare werkdagen.



## 12.12 Aanbestedingsvorm

Er zijn diverse vormen van aanbesteden mogelijk. Er zijn voor de verschillende vormen voor- en nadelen te noemen. Het gaat er bij dit project om dat er met zo veel mogelijk kennis er een goed functionerend product wordt geleverd.

Twee relatief nieuwe vormen van aanbesteden, Design en Construct (D&C) en de geïntegreerde contractvormen vallen voor het drijvende groen af. D&C is in dit geval niet optimaal omdat er relatief weinig controle en sturing is door de opdrachtgever, terwijl dit juist bij dit project zeer belangrijk is. De nieuwe geïntegreerde contractvormen worden nog niet op grote schaal toegepast. Door de onbekendheid van deze vorm van aanbesteden zullen er een hoop aannemers niet inschrijven op een dergelijke opdracht

Voor het drijvende groen is het aan te bevelen de Niet-openbare procedure, met voorafgaande selectie toe te passen. Deze aanbesteding bestaat uit twee delen, Dit is een aanbesteding die algemeen bekend wordt gemaakt, waaraan ondernemers mogen verzoeken deel te nemen, maar waarbij alleen door de aanbesteder geselecteerde ondernemers mogen inschrijven. Het aantal tot inschrijving uit te nodigen gegadigden moet in ieder geval groot genoeg zijn een daadwerkelijke mededinging te waarborgen. Dit dienen er ten minste drie te bedragen op voorwaarde dat er een voldoende aantal geschikte kandidaten is.

Belangrijkste voordelen van een niet openbare procedure:

- alleen de geselecteerde (de beste met de meeste punten) aannemers toe te laten tot de daadwerkelijke inschrijving; hierdoor voorkom je oneindig veel inschrijvingen
- de aanbesteder kan meer sturing geven in de te kiezen aannemers;
- er is meer tijd om te komen tot een weloverwogen aanbestedingsdocument.

## 12.13 Budgettoets

Bij de totale kosten van het drijvende groen moet gedacht worden aan de veranderende materiaalkosten, toegankelijkheid van het project, en de omvang van een totaal project.

In deze budgettoets wordt er een schatting van de kosten / eenheidsprijzen gemaakt per onderdeel voor het drijvende groen. De onderdelen waarvoor een kostenschatting wordt gemaakt zijn:

Vorbereidende werkzaamheden	€	1.500,-
Werkterrein	€	5.000,-
Bouwtechnische constructie	€	75.000,-
Grondwerk	€	2.500,-
Drainage/infiltratie berekening	€	12.500,-
Verhardingen	€	1.000,-
Bepplantingen	€	1.500,-
Slepen en plaatsen	€	2.000,-
Subtotaal	€	101.000,-
Uitvoeringskosten 6%	€	6.060,-
Algemene kosten 7%	€	7.070,-
Winst en risico 3%	€	3.030,-
Onvoorzien en diverse 5%	€	5.050,-
<b>TOTAAL</b>	<b>€</b>	<b>122.210,-(excl. BTW)</b>

## 12.14 Vergunningenplan

Doordat het in dit project nog onduidelijk is waar het project gerealiseerd zal worden is het niet mogelijk de benodigde vergunningen in beeld te krijgen. Wel moet er indien het drijvende groen toegepast gaat worden een vergunningsplan worden ingeleverd.

In een vergunningsplan wordt door de opdrachtnemer aangegeven welke vergunningen benodigd zijn voor de realisatie van het project en welke procedures en tijdschema's daarbij gelden. ([www.omgevingsvergunning.nl](http://www.omgevingsvergunning.nl))

Om een indicatie te krijgen van de benodigde vergunningen voor het drijvende groen is er een vergunningencheck in gedaan. Grotendeels valt het drijvende groen onder de watervergunning. Om de benodigde informatie te verkrijgen is het noodzakelijk een locatie aan te geven. Hier hebben wij aangegeven in de omgeving van Arnhem actief te zijn en zijn daarmee terecht gekomen bij het waterschap Rivierenland.

### **Watervergunning**

De aanvraag voor de watervergunning verloopt via de reguliere procedure.

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken:
  - Watervergunningplichtig op grond van de keur van het waterschap.
- Natuur ontwikkelen of inrichten
  - Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken: Watervergunningplichtig op grond van de keur van het waterschap.
- Ligplaats innemen
  - Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken: Watervergunningplichtig op grond van de keur van het waterschap.
- Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren
  - Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken: Watervergunningplichtig voor, het bouwen van een bouwwerk, het plaatsen en opslaan van materiaal, overige activiteiten
- Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren
  - Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken: Watervergunningplichtig op grond van het Waterbesluit.

### Melding(en)

Er geldt voor een aantal werkzaamheden of handelingen ook een meldingsplicht. Er moet dan een melding gedaan worden bij de betreffende instantie.

#### - Berekening

- Melding water in de bodem brengen of eraan onttrekken: Meldingsplicht op grond van de keur van het waterschap. De meldingstermijn hangt af van de keur. Neem contact op met het bevoegd gezag voor meer informatie over de meldingstermijn. Het behandelend bevoegd gezag is Waterschap Rivierenland

#### - Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken: Meldingsplicht op grond van de Waterregeling. U moet de melding 4 weken voor aanvang van de werkzaamheden doen. Er geldt een zorgplicht op grond van het Waterbesluit voor het gebruik van het waterstaatswerk. Ook gelden er algemene regels op grond van de Waterregeling waar u zich aan moet houden. Het behandelend bevoegd gezag is Rijkswaterstaat

Indien de werkzaamheden en activiteiten mogelijk een nadelige invloed op beschermde plant- en diersoorten en / of natuurgebieden hebben. Dan moet het onderdeel 'Handelingen met gevolgen voor beschermde plant- en diersoorten' en / of 'Handelingen met gevolgen voor beschermde natuurgebieden' aan de vergunningaanvraag worden toegevoegd

Er moeten bij de aanvraag ook diverse documenten worden ingediend. Hieronder volgt een lijst per vergunning waarbij aangegeven is wat er geleverd moet worden

### **Overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren**

- Situatietekening, kaart of foto
- Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren
- Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

### **Natuur ontwikkelen of inrichten**

- Situatietekening, kaart of foto
- Gegevens natuur ontwikkelen of inrichten
- Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

### **Beregening**

- Situatietekening, kaart of foto
- Gegevens melding water in de bodem brengen of eraan onttrekken

### **Ligplaats innemen**

- Situatietekening, kaart of foto
- Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken
- Gegevens ligplaats innemen

### **Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren**

- Situatietekening, kaart of foto
- Gegevens natuur ontwikkelen of inrichten
- Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren
- Gegevens oppervlaktewaterlichaam dempen
- Gegevens steiger of vlonder bouwen, wijzigen of verwijderen
- Gegevens brug aanleggen, wijzigen of verwijderen
- Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren
- Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken
- Gegevens kabels of leidingen aanleggen
- Gegevens ligplaats innemen
- Gegevens beplanting in of nabij een oppervlaktewaterlichaam aanbrengen

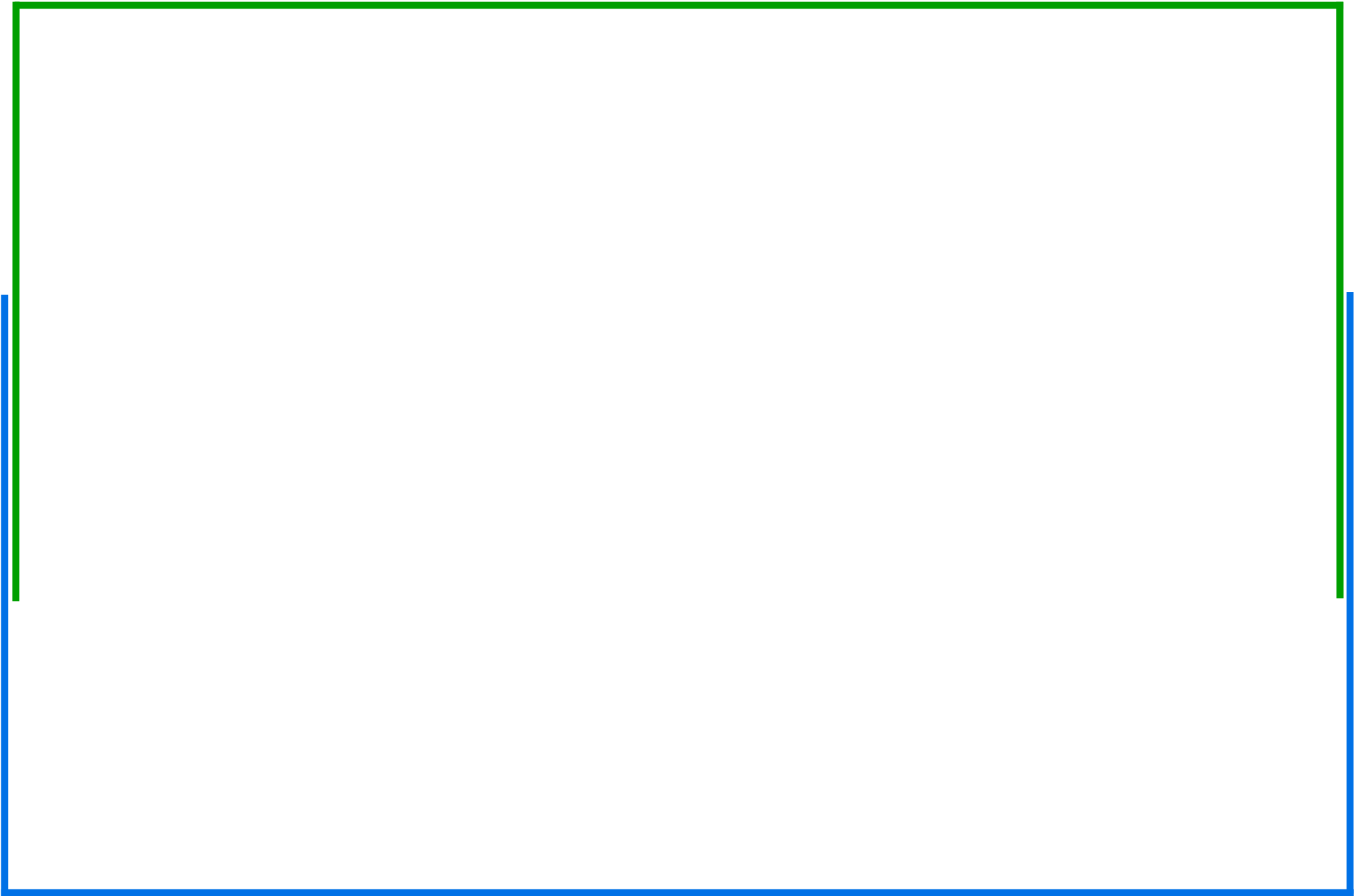
- Gegevens oppervlaktewaterlichaam graven
- Gegevens dam (met of zonder duiker) aanleggen, wijzigen of verwijderen
- Gegevens Melding rijkswaterstaatswerk gebruiken

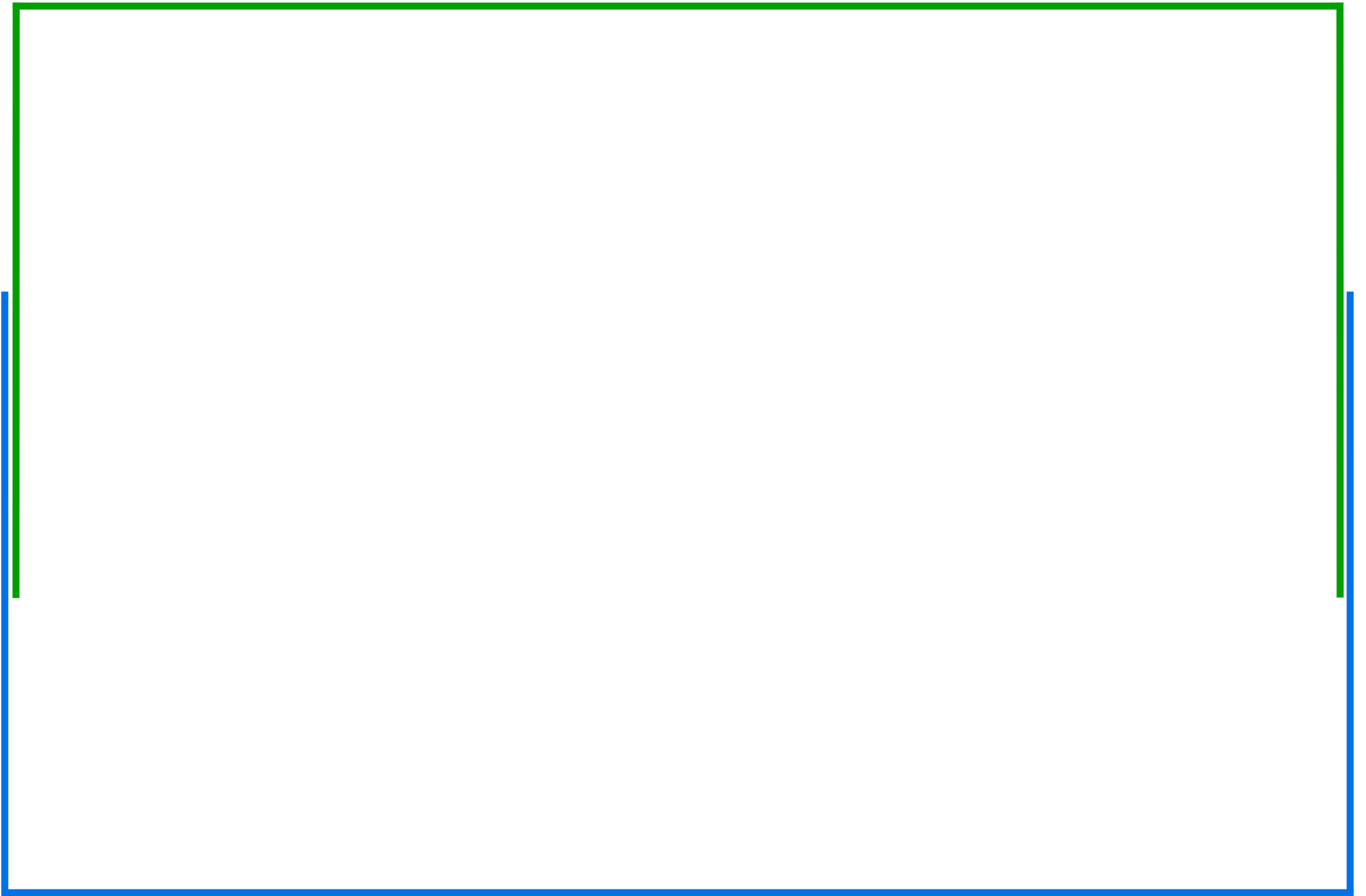
### **Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren**

- Situatietekening, kaart of foto
- Gegevens activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren
- Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken
- Gegevens kabels of leidingen aanleggen

### **12.15 Beheer**

Tijdens de aanleg van de systemen is de aannemer verantwoordelijk voor het dagelijks beheer van alle onderdelen. Wanneer de bak op de eindlocatie geplaatst is, zal het dagelijks beheer worden overgedragen aan de opdrachtgever. De voorwaarden van het dagelijks beheer zijn te vinden in het voorgaande verslag, hoofdstuk 9, beheer.

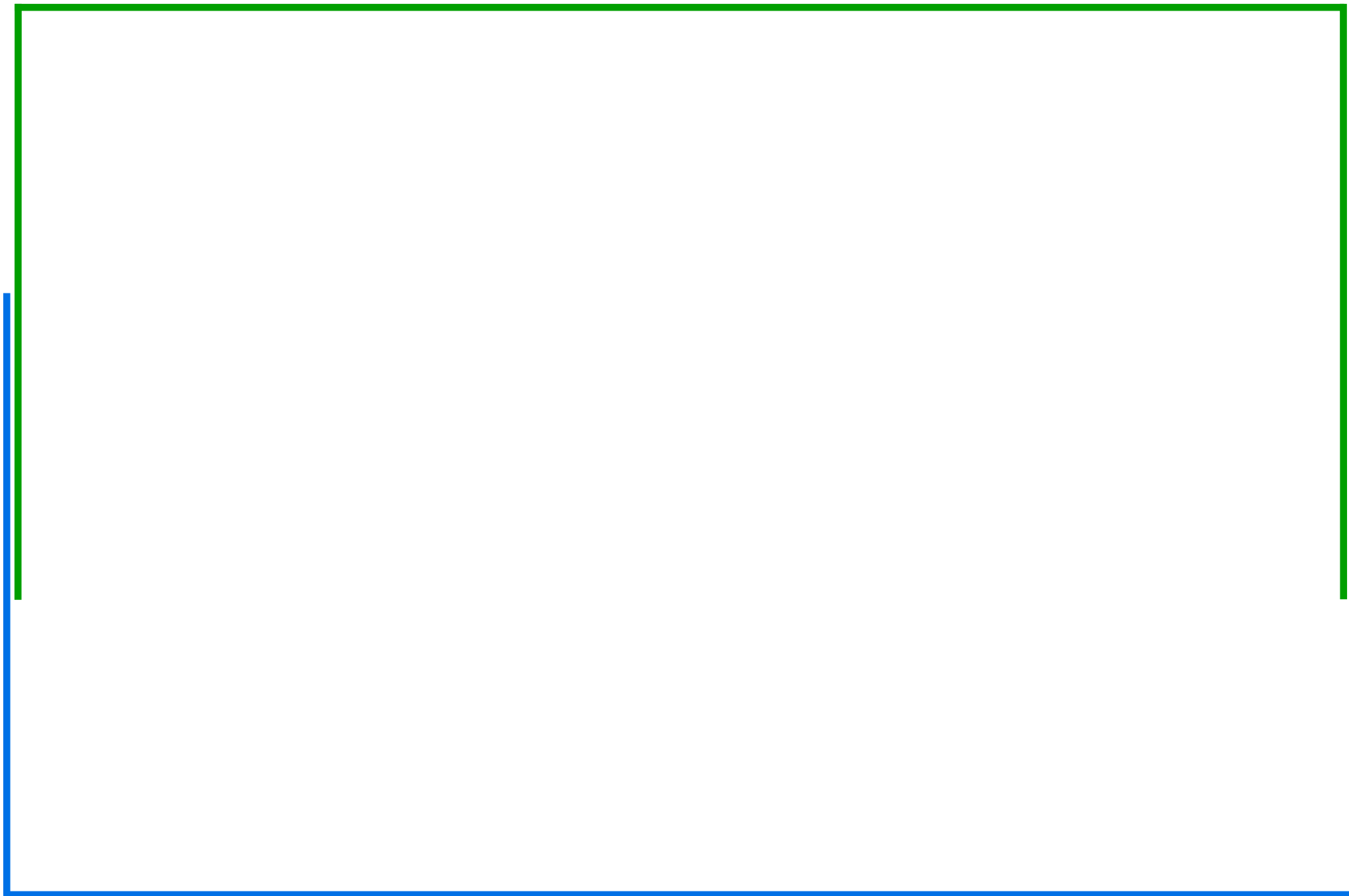






## 13. Bestek

Een bestek is een exacte beschrijving van het werk dat zal worden uitgevoerd.



## 13. Bestek

Het bestek is opgesteld aan de hand van het T.P.V.E.. In het bestek is opgenomen welke werkzaamheden uitgevoerd moeten worden voor het realiseren van het drijvende groen. Er is in het bestek geen rekening gehouden met een locatie van het werk. Dit zal aangepast moeten worden in het bestek, wanneer het drijvend groen gerealiseerd wordt.

Het bestek is te vinden in bijlage zeven

### **Toelichting op de begroting**

De begroting is opgesteld aan de hand van het bestek. De kosten in deze begroting zijn voor een drijvend systeem. Indien er meer bakken gerealiseerd moeten worden hoeven alleen de aantallen in het bestek en begroting aangepast te worden. Bij de realisatie van meerdere bakken is er een grote kans dat de kosten per bak zullen dalen.

De normen en prijzen zijn afkomstig uit diverse bronnen. Er is voornamelijk gebruik gemaakt van:

- [www.gwwkosten.nl](http://www.gwwkosten.nl);
- Tijdnormen groenvoorzieningen en buitensportaccommodaties;
- Kosten aanleg, kleinschalig groen;
- Leveranciers;
- Eigen begrotingen en ervaringen.

Van een aantal posten zijn de normen en kosten niet terug te vinden omdat deze zeer specifiek zijn.

Voor een aantal posten hebben wij een aantal aannames gedaan die wij in deze paragraaf zullen toelichten. Ook zijn er geen kortingen van aannemers berekend in de begroting. Over het algemeen zullen de producten goedkoper worden na mate er een grotere afname is. Het totaal bedrag van de begroting zal hier door afnemen.

*Postnummer 101010, nemen monster uit proceswater.*

Voor het nemen van watermonsters zijn geen vast gestelde tarieven beschikbaar. We hebben hier gezocht naar een vergelijkbaar onderzoek, waarbij de monsters ook getest worden in een laboratorium. De gemiddelde kosten voor een dergelijk onderzoek bedragen c.a. €1500,00

We hebben aangenomen dat 1 werknemer binnen een half uur 2 monsters kan afnemen en kan versturen naar het laboratorium.

*Postnummer 201010, ter beschikking stellen werkterrein / aanlegkade.*

Voor het opstellen van de kosten voor het werkterrein / aanlegkade moet er rekening gehouden worden met de in het T.P.V.E. randvoorwaarden waar het werkterrein aan moet voldoen. Er zijn hier geen vaste bedragen voor vast te stellen omdat het werk zeer specifiek is. Via een bevriend oud-scheepsmachinist hebben wij te heren gekregen dat een bedrag van € 7500,- voor de duur van drie weken, de geplande tijd, een reëel bedrag kan zijn voor de huur van een dergelijke scheepswerf / kade. Wel moet hier de kanttekening gemaakt worden dat als er meerdere bakken gemaakt worden het in verhouding goedkoper wordt.

*Postnummer 301010, constructie van het drijvende systeem.*

De constructie van het stalen ponton is een werkzaamheid die niet vermeld wordt in de gebruikte normenboeken. De constructie is zo specifiek dat er ook geen vergelijkbare projecten zijn. De kosten zijn als volgt opgebouwd, de m2 prijs van 12 mm dikke staalplaat, waarbij een percentage extra is opgenomen voor de coating en las benodigdheden. We schatten dat drie personen de gehele constructie in 15 dagen kunnen afronden. Hierbij komt nog wel dat een constructeur de constructie zal moeten uitwerken met berekeningen en tekeningen. Indien er minder zwaar materiaal toegepast kan worden zullen de kosten voor de constructie afnemen. Ook zullen de gebruikte berekeningen van ons onderzoek opnieuw doorlopen moeten worden.



*Postnummer 401050, aanbrengen XPE-plaat.*

Er zijn geen gegevens gevonden over XPE. Het product wordt voornamelijk in China en Taiwan geproduceerd. Omdat er geen prijzen te vinden van het betreffende product, hebben wij ervoor gekozen deze post open te laten.

*Postnummer 403010, substraat verwerken in grondlichaam/bak.*

Voor het leveren en verwerken van het substraat gaan we er vanuit dat de Argexkorrels via een vrachtwagen met blaasinstallatie, als in figuur 13.1 gebeurt, geleverd worden en dat deze kosten opgenomen zijn in de prijs per m<sup>3</sup>.



Figuur: 13.1 leveren van substraat door vrachtwagen met blaasinstallatie  
Bron: dewitte-bvba.be

*Postnummer 701020, transporteren en afmeren van het systeem.*

Voor deze post is het onduidelijk hoeveel uren de aannemer bezig zal zijn met het transporteren en afmeren van de drijvende constructie. Er is uitgegaan dat er twee personen nodig zijn om te assisteren met tijdens het afmeren.

*Postnummer 919990 Eenmalig kosten.*

In deze post is er €1500,- opgenomen voor onder andere de aanvoer van machines naar het werk.

Uitvoeringskosten

Uitvoeringskosten bestaan uit kosten voor:

- (hoofd)uitvoerders,
- bewaking,
- uitzetters,
- uitzetmaterieel en -materiaal.
- administrateurs,
- praktikanten,
- transportkosten van alle bij het werk betrokkenen,
- aannemersketen,
- magazijnen en loodsens,
- huur, precario en terreinhuur voor keten,
- klein gereedschap,
- EHBO en andere veiligheidsvoorzieningen;

#### **Algemene kosten**

Tot de algemene kosten worden onder andere de overheadkosten van de aannemer gerekend, die als percentage van de totale bedrijfsomzet door hem worden toegerekend aan de individuele werken. Dit percentage vormt voor de inschrijver een gegeven dat bijvoorbeeld jaarlijks wordt bijgesteld voor nieuwe inschrijvingen.

### **Totale kosten**

Uit de begroting is naar voren gekomen dat één enkele bak €120.200,- zal gaan kosten. Het is de vraag of dit rendabel is om één enkele bak te realiseren. Er zullen dan ook meerdere bakken gerealiseerd moeten worden om de totale kosten te verlagen. Op dit moment lijkt het ons niet haalbaar om een project met het drijvende groen te realiseren. In de komende jaren zal er wel onderzoek gedaan moeten worden voor het verlagen van de kosten. Hierbij kan gedacht worden aan het toepassen van alternatieve (goedkopere) materialen, voor constructie en invulling.

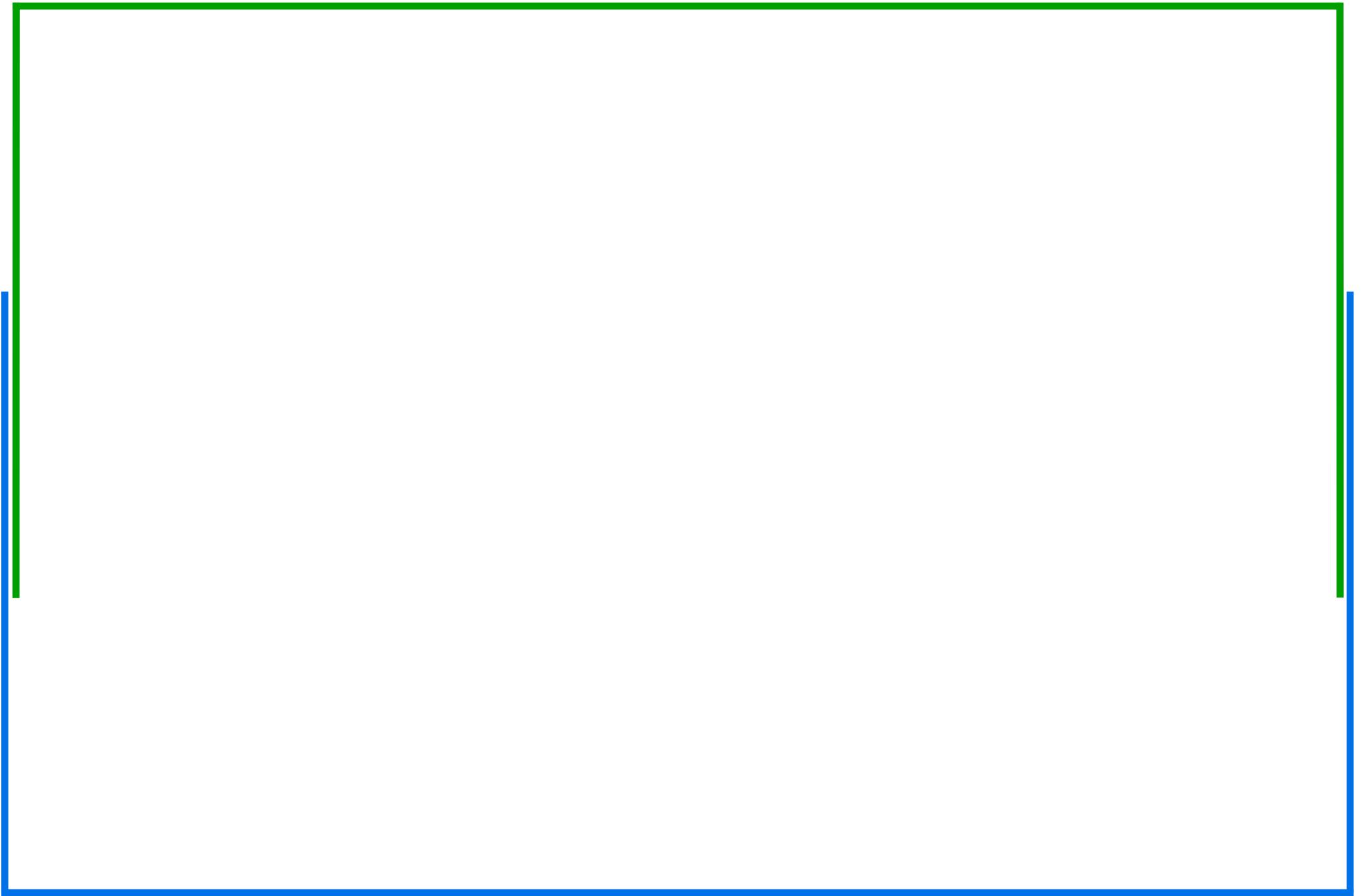
### **Financiële planning**

De financiële planning is gebaseerd op de kosten van de in het bestek en begroting genoemde werkzaamheden. Omdat het werk per drijvende constructie een korte periode bedraagt is de planning zodanig ingedeeld dat de aannemer betaald wordt na het afronden van de betreffende (deel)werkzaamheden. Er is gekozen voor een betaling in vier termijnen. Indien er meerdere drijvende constructies gerealiseerd zullen worden zal de financiële planning aangepast moeten worden.

### **Werkplanning**

De werkplanning is opgesteld aan de hand van de bestekposten. Omdat er geen start- of einddatum bekend is, zijn we in de planning uit gegaan van werkdagen. Voor de droogtijd van het beton staan vijf werkdagen ingepland, als de droogtijd geheel of deels in een weekend valt, worden deze dagen wel geteld als werkdagen. Het aantal personen dat nodig is voor een bepaalde werkzaamheid is aangegeven in de planning. We verwachten dat het werk in 35 werkdagen gereed kan zijn.

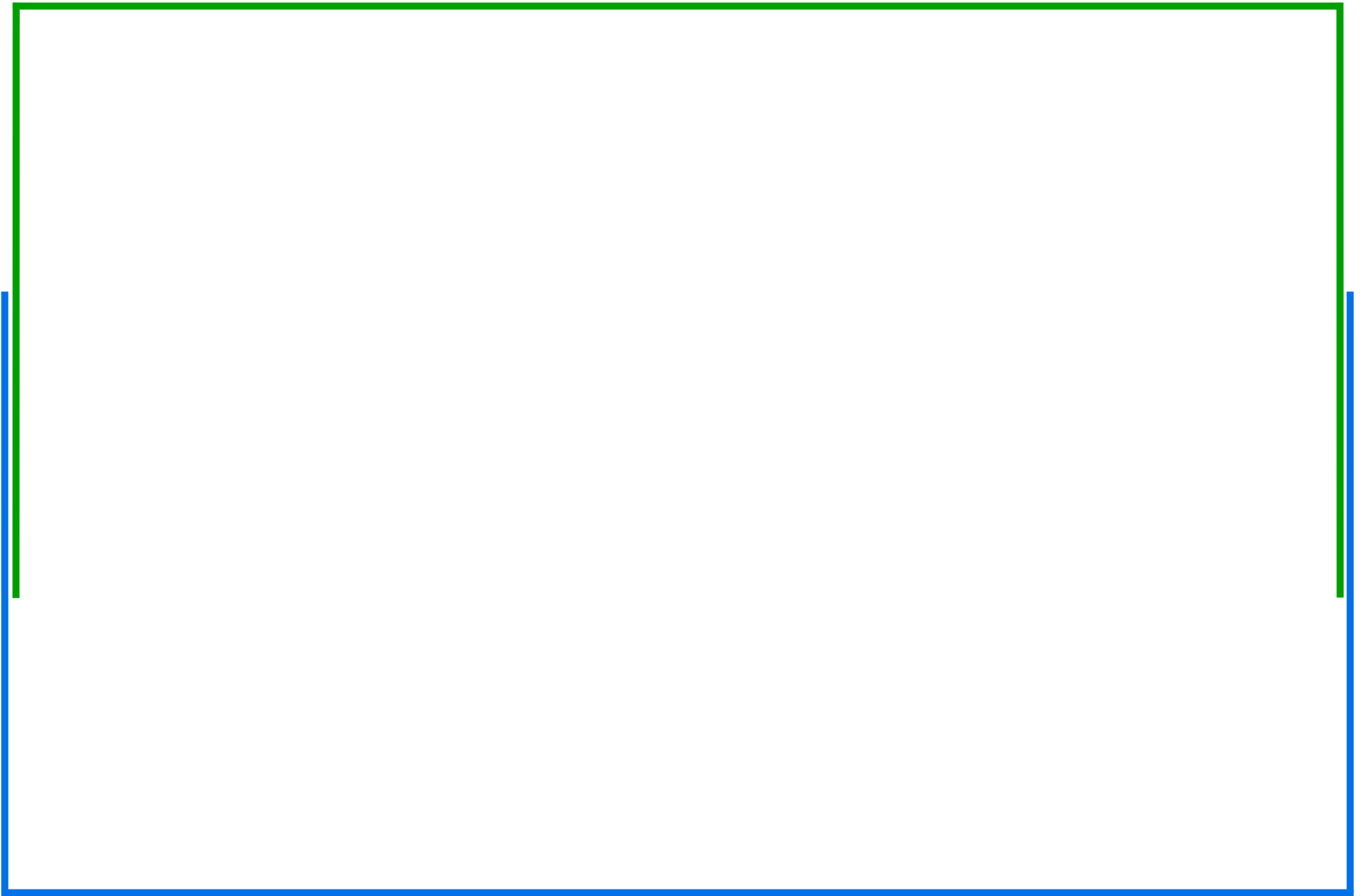






# Algemene stukken

In het onderzoek hebben wij niet alles kunnen onderzoeken, daarom geven wij een aanzet voor aanvullende onderzoeken.



## Aanvullend onderzoek.

In ons onderzoek hebben wij verschillende punten aangedragen waar nog onderzoek naar moet worden gedaan. Deze onderzoeken zullen eerst moeten gebeuren voor het drijvende groen daadwerkelijk kan worden toegepast. In dit hoofdstuk hebben wij deze punten nader uitgelegd hoe dit zou kunnen gebeuren en door wie. Gevolgen hiervan kunnen invloed hebben op de ontwikkeling van het systeem zoals uitbereiding van de randvoorwaarden. Wij hopen op positieve ontwikkelingen zodat wij in de toekomst onze ideeën weerzien in de praktijk.

### - Koppelingen

In ons ontwerp worden de systemen met elkaar verbonden doormiddel van een gehard stalen koppelstuk. Wij hebben dit koppelingssysteem verder niet behandeld. Door nader onderzoek te doen naar de voor- en nadelen van dit koppelsysteem zal dit uitsluitend kunnen geven over de toepasbaarheid. In dit onderzoek zullen onderdelen zoals stroming en deining ook worden behandeld.

Dit onderzoek valt niet binnen het kennisgebied van de opleiding en vakwereld Tuin- en landschapsinrichting. Daarom zal dit moeten gebeuren door mensen met technische vakkennis.

### - Verankering

Het systeem is in ons ontwerp niet verankerd in de bodem, we hebben alleen suggesties geven voor koppelingmogelijkheden aan wonen en / of wegen. Wij hebben aangenomen dat de koppeling voldoende stabiliteit zal geven aan het drijvende systeem. Er zal alleen onderzocht moeten worden of deze koppelingen daadwerkelijk voldoende zijn en wat andere verankeringsmogelijkheden zijn.

### - Variabele ballast

Het systeem zal variëren in zijn totaal gewicht. Dit hebben wij niet meegenomen in onze berekeningen omdat onze kennis niet toereikend is. Een aanvullend onderzoek naar variabele ballast raden wij aan omdat het systeem te maken heeft met gewichtsveranderingen. Oorzaken hiervan zijn onder andere de hoeveelheid water in de buffer en de leeftijd van de beplanting. In onze berekeningen zijn we uit gegaan van volgroeide beplanting omdat beplanting dan het grootste gewicht heeft. De beplanting wordt echter jong, dan nog klein en licht aangeplant. Hierdoor zou het systeem in de beginjaren veel hoger drijven dan gewenst is. Er moet ook onderzocht worden wat de mogelijkheden zijn voor het opvangen van scheefstanden van de bak door invloeden van de wind en de beplanting.

### - Stevigheid in de bak

In ons ontwerp van de constructie zijn we uit gegaan van een 12 mm dikke staalplaat. We zijn uit gegaan van 12 mm om zo het gewicht van de benodigde ribben te compenseren. Echter, een staalplaat wordt pas echt stevig als deze ondersteund wordt met o.a. stalen ribben. Wij verwachten dat er een dunnere staalplaat kan worden toegepast met een frame van stalen ribben. Het ontbreekt ons echter aan de kennis om te berekenen hoe deze constructie gemaakt zou moeten worden. Een constructeur of bouwkundige zou moeten uitrekenen wat de mogelijkheden zijn. En hierbij ook rekening houdt met het gewicht en de kosten van de constructie.

### **- Oplossingen voor de rand**

De stalen randen van de bak liggen gelijk met het maaiveld. Deze randen hebben wij ter versteviging voorzien van een smalle liggende stalenstrip. Wanneer er verschillende systemen aan elkaar gekoppeld worden met de functie voor openbaar groen is dit geen storende factor. Echter als het systeem wordt toegepast voor drijvende sportvelden en / of parken vormt deze rand wel een obstakel. Het is niet wenselijk om tijdens het sporten rekening te moeten houden met een stalen raster in het veld. Door een oplossing te zoeken naar een andere mogelijkheid, wordt de kans vergroot dat het systeem toepasbaar wordt voor drijvende sportvelden en parken.

### **- Waterkwaliteit rondom de bak**

Wanneer een drijvend object als een boot of ponton voor langere tijd stil ligt in het water, past het leven in het water zich aan op deze situatie. Wij verwachten dat dit ook gebeurt bij het toepassen van drijvende woningen, wegen en groen. De gevolgen hiervan kunnen pas worden onderzocht aan de hand van experimenten waarbij dit kan worden gemeten. Het is een belangrijk dat de waterkwaliteit niet veranderd door het toepassen van drijvende woningen, wegen en groen.

### **- Gevolgen van licht op drijvend groen**

In ons onderzoek naar a-biotische factoren hebben wij gezien dat er maar beperkt informatie te vinden is over de invloed van licht op planten bij of op het water. Omdat er maar weinig groen gerealiseerd is op het water is dat begrijpelijk, maar wanneer de drijvende systemen tot uitvoering komen, zal dit in de praktische onderzoeksfase meegenomen moeten worden. Hieruit zal dan naar voren komen of het eventuele reflecterende licht op het water invloed uitoefent op de beplanting. Het gevolg indien er schadelijke gevolgen zijn zal hier een oplossing voor gezocht moeten worden.

### **- Onderhoud**

De praktijk zal uitwijzen of het beheeradvies in het onderzoek leidt tot de gewenste resultaten voor de systemen en beplanting. Dit onderzoek kan grotendeels alleen in de praktijk uitgevoerd worden. Voor, tijdens en na het experiment van drijvend groen zullen verschillende partijen hun resultaten moeten samenvoegen om tot het meest optimale beheerplan te komen.

### **- Duurzaamheid**

Wegens tijdgebrek in onze afstudeerperiode hebben wij maar beperkt aandacht kunnen besteden aan de duurzaamheid van de onderdelen van het systeem. Een vervolgonderzoek van T&L studenten zou naar voren kunnen brengen of er meer duurzaamheid toegepast kan worden.

### **- Planologie**

Voor het wonen op het water geldt nu per provincie, gemeente en waterschap een verschillende regelgeving. Voor drijvende wegen is er nog geen regelgeving, met uitzondering van een experiment in Hedel.

Wanneer de er drijvende woonwijken gerealiseerd zullen worden, met of zonder drijvend groen, zal er op alle schaalniveaus regelgeving moeten worden opgesteld. Onderzoeken moeten uitwijzen welke onderdelen van de huidige wet- en regelgeving aangepast en aangevuld moeten worden.

### **- Economie**

Mensen met economische opleiding of kennis hiervan, kunnen onderzoek doen naar eventuele economische voor- en/of nadelen van drijvend groen.

Op televisie hebben wij ergens gezien en gehoord dat woningen met een stuk openbaar groen voor de deur, economisch voordeliger hebben omdat de waarde van het huis met 5% stijgt. Het kan het wonen op het water dus aantrekkelijker maken in financieel oogpunt. Helaas hebben wij dit niet meer kunnen vinden, en hebben dit niet kunnen opnemen in ons verslag.



### **- Kosten realisatie**

Uit de begroting is naar voren gekomen dat één enkele bak €120.200,- zal gaan kosten. Het is de vraag of het rendabel is om één enkele bak te realiseren. Er zal onderzoek moeten worden gedaan naar de financiering van het drijvende groen. Op dit moment lijkt het ons niet haalbaar om een project met het drijvende groen te realiseren. In de komende jaren zal er onderzoek gedaan moeten worden voor het verlagen van de kosten. Hierbij kan gedacht worden aan het toepassen van alternatieve (goedkopere) materialen, voor invulling en constructie. Aangezien de kosten zeer hoog zijn is het de vraag of het groen toepasbaar is voor particulieren. Een onderzoek naar de behoefte en waardering van groen op het water zou hier uitsluitsel op kunnen geven

### **- Financiering**

Een ander onderzoek kan gaan over de financiering van het drijvend groen. Hier kan gezocht worden naar financieringsmogelijkheden voor het systeem. Een mogelijkheid is dat een deel van de aanleg en onderhoudskosten opgenomen kunnen worden in de gemeentelijke lasten. Gezien het ontbreken van kennis op dit gebied, kunnen andere mensen dit nader onderzoeken.

## Verklarende woordenlijst

### **CROW**

CROW is op 21 april 1987 ontstaan uit een fusie van het Studie Centrum Wegenbouw (SCW, 1957), de stichting Rationalisatie en Automatisering Grond-, Water- en Wegenbouw (RAW, 1972) en het Studiecentrum Verkeerstechniek (SVT). De organisatie heeft zich sindsdien ontwikkeld tot een toonaangevend kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte.

De naam CROW is oorspronkelijk een afkorting van Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek. Maar toen CROW steeds meer een platformfunctie kreeg, dekte dit de lading niet goed meer. Sinds 2004 is CROW niet langer een afkorting, maar een eigen naam. Die staat bekend als het kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte (bron: [www.crow.nl](http://www.crow.nl)).

### **EPS**

Geëxpandeerd polystyreen, afkorting: EPS

Is een karakteristieke en vrijwel altijd witte kunststof, ook wel piepschuim genoemd.

Polystyreen ontstaat door polymerisatie van het monomeer styreen. Styreen komt uit de raffinage van aardolie. Er ontstaan kleine harde bolletjes, die in verschillende grootten aan de EPS-verwerkers worden aangeboden. De korrels worden met stoom verhit, de korrels zetten uit en worden aan elkaar gesmolten. Na afkoeling resulteert dit in een plaat of blok geëxpandeerd schuim: EPS.

### **JOP**

Een JOP staat voor Jongeren OntmoetingsPlaats, Vaak is een JOP een huisje of schuilplek waar jongeren gericht kunnen rondhangen.

### **PNV**

De afkorting PNV. Staat voor Potentieel Natuurlijke Vegetatie. De potentieel natuurlijke vegetatie is de vegetatie die zich onder de huidige klimaatomstandigheden, in een bepaald gebied, zou ontwikkelen indien de invloed van de mens zou worden uitgeschakeld. Wanneer de waterhuishouding of het klimaat veranderen, verandert eveneens de PNV.

### **ROUTING**

Routing is een weg of richting die afgelegd kan / moet worden om op een bepaald punt te komen. Het woord routing wordt veel gebruikt in ontwerpen van de groene ruimte. Routing is voor openbare ruimtes belangrijk, indien de routing niet goed uitgedacht is kan dit problemen opleveren.

### **SYMBIOSE**

Er zijn verschillende vormen van symbiose, het gaat hierbij om mutualisme.

Dit is een samenleving van twee levensvormen,, waarbij de samenleving gunstig of noodzakelijk is voor beide levensvormen. Een bekend voorbeeld is de Beuk die in symbiose leeft met de schimmel mycorrhiza.

## Bronvermelding

### Literatuur:

- De waarden van groen, ministerie van LNV, 2007 eerste druk, Nieuwkoop, ecodrukkers
- Stadsbomen vademecum 1, beleid en planvoering, J. Atsma, 1990, eerste druk, Wageningen, Luna Negra
- Stadsbomen vademecum 2A groeiplaatsaspecten, G.J. van Prooijen, 2006, eerste druk, Arnhem, MacDonald
- Stadsbomen vademecum 3A boom controle en onderzoek, G.J. van Prooijen, 2002, eerste druk, Arnhem, Veenman
- Stadsbomen vademecum 3B boomplaatsverzorging en groeiplaatsverbetering, G.J. van Prooijen, 2004, eerste druk, Arnhem, MacDonald
- Stadsbomen vademecum 3C ziekten en aantastingen, G.J. van Prooijen, 2007, eerste druk, Arnhem, Thieme Mediacecenter
- Stadsbomen vademecum 4 boomsoorten en gebruikswaarden, T.J.M. Janson, 1994, eerste druk, Arnhem, Jellema
- Imag normenboek, A.A. Jongebreur / A.J.W. Voorthuis, 1993, Wageningen
- Kosten en aanleg kleinschalig groen, J.L.M. te Riele / G.J.J. Hendriks / A.B.M.E. Schwartz, 2005 zesde druk, Doetinchem, Klein Gunnewiek
- Sterkte berekeningen, Hout, staal en steen, D. van Leusden / N.C. Dingerdis, 2008, derde druk, Groningen, Noordhoff uitgevers
- CROW standaard bepalingen 2005, CROW, 2005, Ede, vanGrinsven drukkers
- Bestekken, M. Forkink-de Bruijn / L. van Oosterhoudt, 2007, Velp
- Begrotingsleer, R.J. Esveld, 2002, Velp
- Groeiplaatsconstructies kosten en techniek 2003, J.L.M. te Riele / G.J.J. Hendriks / A.B.M.E. Schwartz / I.H.J.T. Veldkamp, 2003, Doetinchem, Krips

### Artikel:

- 'Likje verf hier en daar, karlijn Raats, boomzorg.nl

### Rapporten:

- Kwaliteitseisen boombeheer richtlijnen, deel 2, 2007, stichting Groenkeur
- Eco engineering, G. Willekens, 2012, eerste druk, Velp
- De groene grachtengordel van Amsterdam, R. van der Pol, F. Damen, M. Lorscheid, 2011 eerste druk, Velp
- Bomen op daken, L. Onderwater / R. Venhuizen, 2011, eerste druk, Velp
- Drijfgroen, N. Boon / R. van Beest / P. de Neef, 2011 eerste druk, Arnhem
- De drijvende fundering, M. Kuijper, 2006 eerste druk, Delft
- Bijlagen: de drijvende fundering, M. Kuijper, 2006 eerste druk, Delft
- Wonen op het water – succes en faalfactoren, Oranjewoud, Dries Schuwer, 2007
- Future cities, analyse van het hitte-eiland op Arnhem, stadsregio Arnhem-Nijmegen, 2009
- Klimaatverandering in stedelijke gebieden, M. van Drunen / R. lasage, 2007
- EPS in de GWW, Synebex, 2003
- Praktijkervaringen met meervoudig ruimtegebruik binnen watergerelateerde projecten, H.goosen / R. lasage / M. Hisschemöller / N. Grijp, 2002
- Drijvend wonen in het markermeer, J. de Neef, 2007, civiele techniek HU

De bezochte en gebruikte websites zijn bezocht in de periode vanaf maandag 30 januari tot vrijdag 15 juni 2012.

Sites:

[www.drijvendetuinen.nl](http://www.drijvendetuinen.nl)  
[www.magicfloat.com](http://www.magicfloat.com)  
[www.bruggensite.nl](http://www.bruggensite.nl)  
[www.multilangekachearchif.nl](http://www.multilangekachearchif.nl)  
[www.boomzorg.nl](http://www.boomzorg.nl)  
[www.groenkeur.nl](http://www.groenkeur.nl)  
[www.ecoboot.nl](http://www.ecoboot.nl)  
[www.rioolnet.nl](http://www.rioolnet.nl)  
[www.waterwonen.nl](http://www.waterwonen.nl)  
[www.bhf.nl](http://www.bhf.nl)  
[www.deltasync.nl](http://www.deltasync.nl)  
[www.bouwwereld.nl](http://www.bouwwereld.nl)  
[www.waterblock.nl](http://www.waterblock.nl)  
[www.argex.be](http://www.argex.be)  
[www.steigereiland.com](http://www.steigereiland.com)  
[www.marinahousing.com](http://www.marinahousing.com)  
[www.Rijnhavenpark.nl](http://www.Rijnhavenpark.nl)  
[www.spereco.nl](http://www.spereco.nl)  
[www.architectuur.nl](http://www.architectuur.nl)  
[www.drijvendekas.nl](http://www.drijvendekas.nl)  
[www.nauticexpo.com](http://www.nauticexpo.com)  
[www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)  
[www.bouyen.com](http://www.bouyen.com)  
[www.architectenweb.nl](http://www.architectenweb.nl)  
[www.floatingstructures.com](http://www.floatingstructures.com)  
[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)  
[www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)  
[www.esvelt.nl](http://www.esvelt.nl)  
[www.duravermeer.nl](http://www.duravermeer.nl)  
[www.grontmij.nl](http://www.grontmij.nl)  
[www.flexbase.nl](http://www.flexbase.nl)  
[www.drvo.nl](http://www.drvo.nl)  
[www.princesirenebrigade.nl](http://www.princesirenebrigade.nl)  
[www.musee-arromanches.fr/galerie](http://www.musee-arromanches.fr/galerie)  
[www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)  
[www.sync.nl](http://www.sync.nl)  
[www.bouwenmetwater.nl](http://www.bouwenmetwater.nl)

[www.duravermeerbusinessdevelopment.nl](http://www.duravermeerbusinessdevelopment.nl)  
[www.amfibischewoningen.nl](http://www.amfibischewoningen.nl)  
[www.goudenkust.nl/](http://www.goudenkust.nl/)  
[www.duravermeerbusinessdevelopment.nl](http://www.duravermeerbusinessdevelopment.nl)  
[www.waterarchitect.nl](http://www.waterarchitect.nl)  
[www.dutchdockloads.com](http://www.dutchdockloads.com)  
[www.floatingislands.com](http://www.floatingislands.com)  
[www.waterarchitect.nl](http://www.waterarchitect.nl)  
[www.madeinvelp.nl](http://www.madeinvelp.nl)  
[www.waterstudio.nl](http://www.waterstudio.nl)  
[www.doehetzelfberegening.nl](http://www.doehetzelfberegening.nl)  
[www.gwwkosten.nl](http://www.gwwkosten.nl)  
[www.jeroenstuinen.nl](http://www.jeroenstuinen.nl)  
[www.wgs.nl](http://www.wgs.nl)  
[www.wildkamp.nl](http://www.wildkamp.nl)  
[www.boelaarsenlambert.nl](http://www.boelaarsenlambert.nl)  
[www.dewatertoets.nl](http://www.dewatertoets.nl)  
[www.home.scarlet.be/substraten](http://www.home.scarlet.be/substraten)  
[www.staatsbosbeheer.nl](http://www.staatsbosbeheer.nl)  
[www.bodemrichtlijn.nl](http://www.bodemrichtlijn.nl)  
[www.barenbrug.nl](http://www.barenbrug.nl)  
[www.beersconsult.com](http://www.beersconsult.com)  
[www.bouwweb.nl](http://www.bouwweb.nl)  
[www.wavin.nl](http://www.wavin.nl)  
[www.financieel.infonu.nl](http://www.financieel.infonu.nl)  
[www.giverbo.nl](http://www.giverbo.nl)  
[www.groenkeur.nl](http://www.groenkeur.nl)  
[www.heidelbergcement.com](http://www.heidelbergcement.com)  
[www.hetwaterlaboratorium.nl](http://www.hetwaterlaboratorium.nl)  
[www.ijzershop.nl](http://www.ijzershop.nl)  
[www.jansen-graszoden.nl](http://www.jansen-graszoden.nl)  
[www.mfa.nl](http://www.mfa.nl)  
[www.onlinebestrating.nl](http://www.onlinebestrating.nl)  
[www.pianoo.nl](http://www.pianoo.nl)  
[www.pro-mereor.nl](http://www.pro-mereor.nl)  
[www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)  
[www.sbr.nl](http://www.sbr.nl)

[www.seaflex.nl](http://www.seaflex.nl)  
[www.stabu.org](http://www.stabu.org)  
[www.struykverwoinfra.nl](http://www.struykverwoinfra.nl)  
[www.tenderned.nl](http://www.tenderned.nl)  
[www.detuinmarkt.com](http://www.detuinmarkt.com)  
[www.vandelockantkunstgras.nl](http://www.vandelockantkunstgras.nl)  
[www.vanmarwijkkraanverhuur.nl](http://www.vanmarwijkkraanverhuur.nl)  
[www.vanrielbv.nl](http://www.vanrielbv.nl)  
[www.vhg.nl](http://www.vhg.nl)  
[www.woud.nl](http://www.woud.nl)

## Afbeeldingenlijst

In deze bronnen overzichtlijst van de afbeeldingen zijn eigen genomen afbeeldingen, tekeningen en tabellen niet opgenomen.

### HFST figuur bron

1	1.1	<a href="http://www.blogs.walkerart.org">www.blogs.walkerart.org</a>
1	1.2	<a href="http://www.photos1.blogspot.com">www.photos1.blogspot.com</a>
1	1.3	<a href="http://www.ecoboot.nl">www.ecoboot.nl</a>
1	1.4	<a href="http://www.snaaijer.nl">www.snaaijer.nl</a>
1	1.5	<a href="http://sabbah.biz">http://sabbah.biz</a>
1	1.6	<a href="http://www.doordebenen.nl">www.doordebenen.nl</a>
1	1.7	<a href="http://www.freshgadgets.nl">www.freshgadgets.nl</a>
2	2,1	<a href="http://www.learninglatinamerica.wikispaces.com">www.learninglatinamerica.wikispaces.com</a>
2	2,2	<a href="http://www.columbia.edu">www.columbia.edu</a>
2	2,3	<a href="http://www.myperuboliviatours.com">www.myperuboliviatours.com</a>
2	2,4	<a href="http://www.dawnontheamazon.com">www.dawnontheamazon.com</a>
2	2,5	<a href="http://comeflywithme-laurent.blogspot.com">comeflywithme-laurent.blogspot.com</a>
2	2,6	<a href="http://www.durner-architects.com">www.durner-architects.com</a>
2	2,7	<a href="http://www.aerophotostock.com">www.aerophotostock.com</a>
2	2,8	<a href="http://www.cache3.c.bigcache.googleapis.com">www.cache3.c.bigcache.googleapis.com</a>
2	2,9	<a href="http://www.cache3.c.bigcache.googleapis.com">www.cache3.c.bigcache.googleapis.com</a>
2	2.10	<a href="http://www.clinq.euimgsmasbommel01_600">www.clinq.euimgsmasbommel01_600</a>
2	2.11	<a href="http://www.clinq.euimgsmasbommel02_600.jpg">www.clinq.euimgsmasbommel02_600.jpg</a>
2	2.12	<a href="http://www.mlahanas.de">www.mlahanas.de</a>
2	2.13	<a href="http://www.bistrobeaufort.skynetblogs.be">www.bistrobeaufort.skynetblogs.be</a>
2	2.14	<a href="http://www.columbia.edu">www.columbia.edu</a>
2	2.15	<a href="http://www.geniak.be">www.geniak.be</a>
2	2.16	Bron: <a href="http://www.forum.fok.nl">www.forum.fok.nl</a>
2	2.17	<a href="http://www.bellevuewa.htm">www.bellevuewa.htm</a>
2	2.18	<a href="http://www.ecoboot.nl">www.ecoboot.nl</a>
2	2.19	<a href="http://www.images.tradekool.com">www.images.tradekool.com</a>
2	2.20	<a href="http://www.blog.seniorennet.be">www.blog.seniorennet.be</a>
2	2.21	<a href="http://www.fotosearch.nl">www.fotosearch.nl</a>
2	2.22	<a href="http://www.visionair.nl">www.visionair.nl</a>
2	2.23	<a href="http://www.picasaweb.google.com">www.picasaweb.google.com</a>
2	2.24	<a href="http://www.floatingislandinternational.com">www.floatingislandinternational.com</a>
2	2.25	<a href="http://www.friesevogelwachten.nl">www.friesevogelwachten.nl</a>
2	2.26	<a href="http://www.water-in-zicht.nl/projecten">www.water-in-zicht.nl/projecten</a>
2	2.27	<a href="http://www.picasaweb.google.com">www.picasaweb.google.com</a>

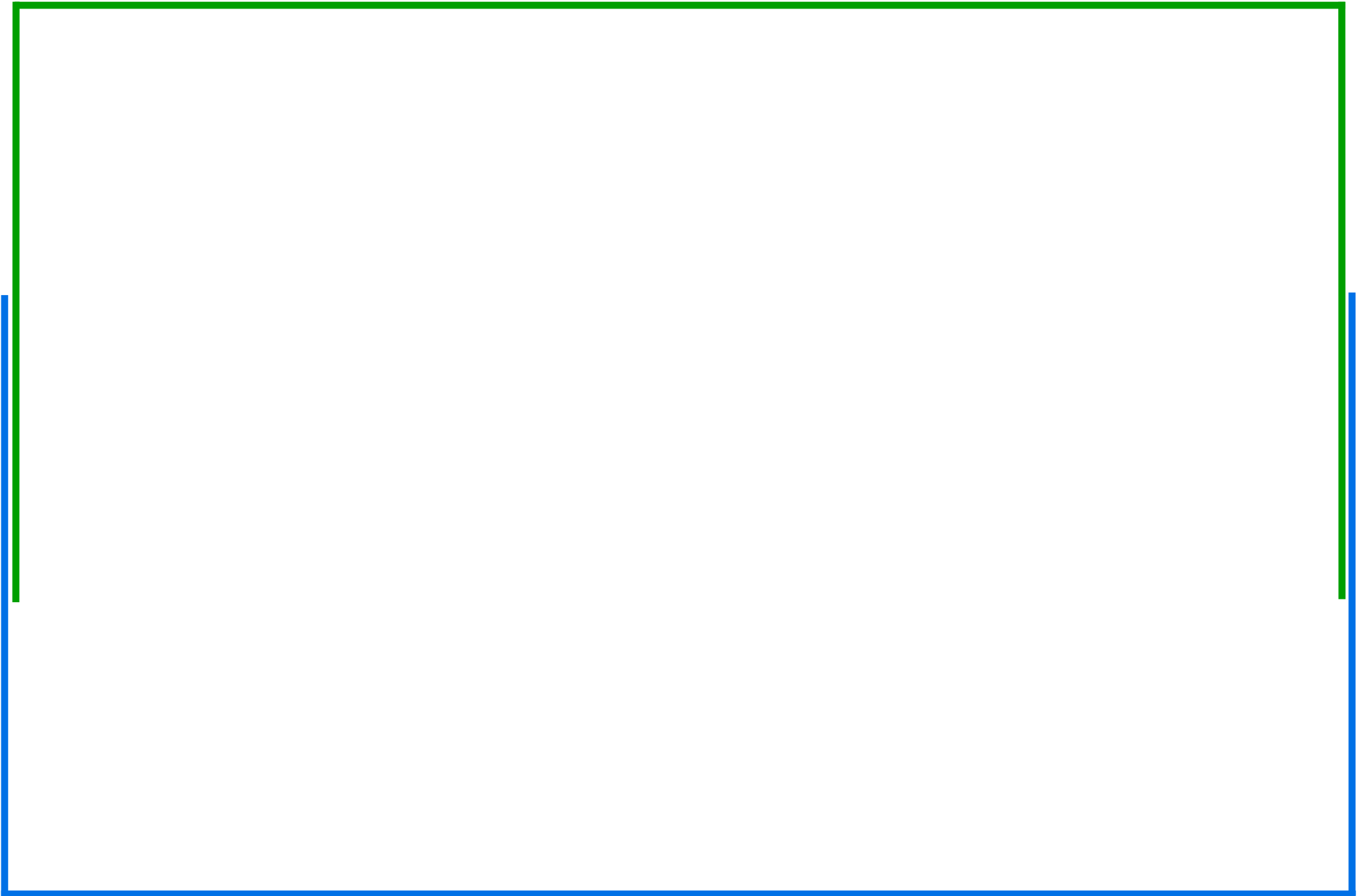
### HFST figuur bron

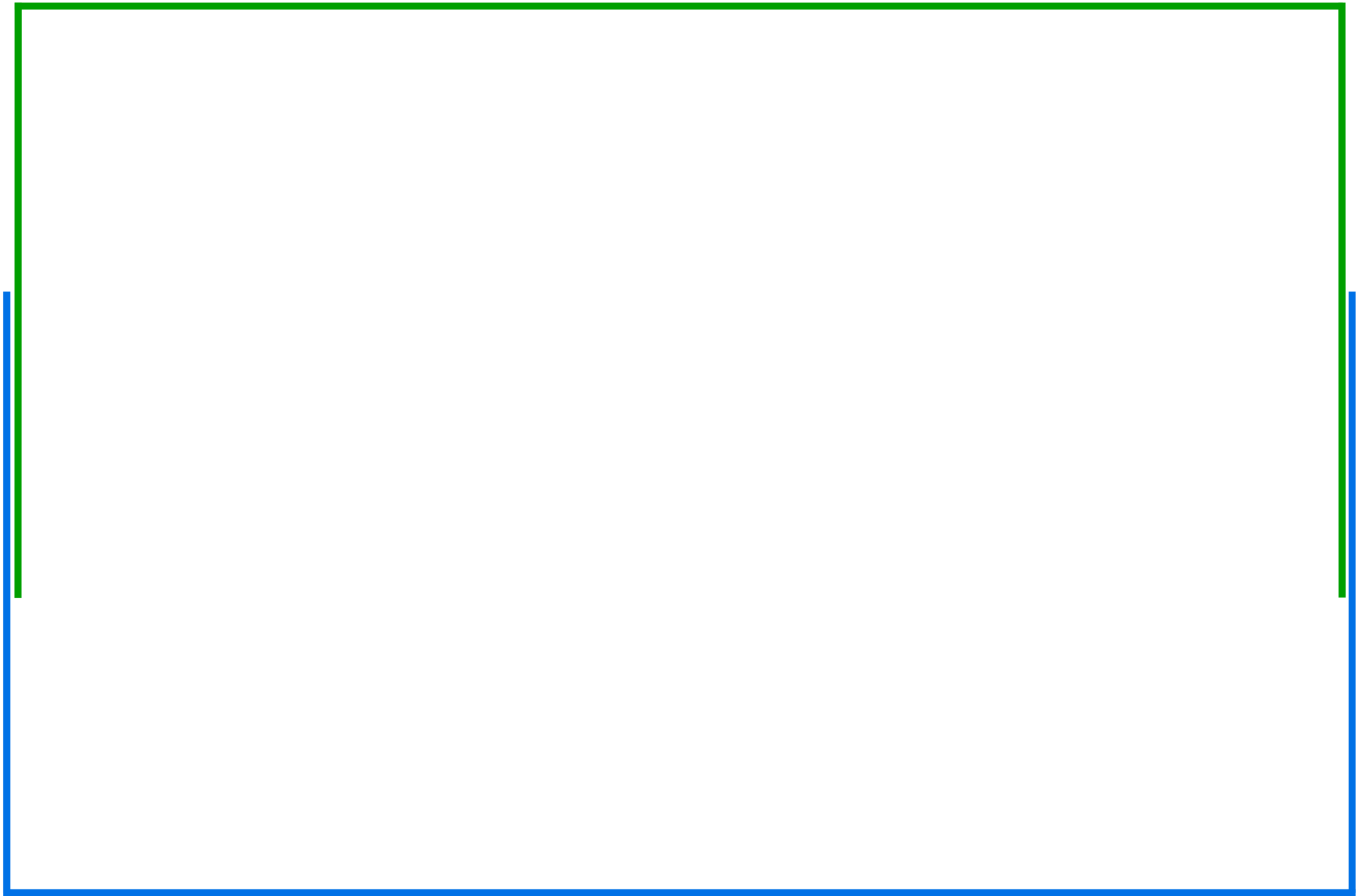
3	3.1	<a href="http://www.maastrichtminutiae.com">www.maastrichtminutiae.com</a>
3	3.2	<a href="http://www.panoramio.com">www.panoramio.com</a>
3	3.3	<a href="http://www.skyscrapercity.com">www.skyscrapercity.com</a>
4	4.1	<a href="http://www.riavanfelius.nl">www.riavanfelius.nl</a>
4	4.2	<a href="http://www.bomengidsnl.blogspot.com">www.bomengidsnl.blogspot.com</a>
5	5.1	<a href="http://www.123website.nl">www.123website.nl</a>
5	5.2	<a href="http://www.telescript.denayer.wenk.be">www.telescript.denayer.wenk.be</a>
5	5.3	<a href="http://www.buga-2009.de">www.buga-2009.de</a>
5	5.4	<a href="http://www.isoproc.be">httpwww.isoproc.be</a>
5	5.5	<a href="http://www.telescript.denayer.wenk.be">www.telescript.denayer.wenk.be</a>
5	5.6	<a href="http://www.ecoboot.nl">www.ecoboot.nl</a>
5	5.7	<a href="http://www.water-in-zicht.nl">www.water-in-zicht.nl</a>
5	5.8	<a href="http://www.varghesekallada.com">www.varghesekallada.com</a>
5	5.9	<a href="http://www.tmp2.wikia.com">www.tmp2.wikia.com</a>
5	5.10	<a href="http://www.internetgemeentegids.nl">www.internetgemeentegids.nl</a>
5	5.11	<a href="http://www.degraaf.nu/wetenswaardigheden">www.degraaf.nu/wetenswaardigheden</a>
5	5.12	<a href="http://www.degraaf.nu/wetenswaardigheden">www.degraaf.nu/wetenswaardigheden</a>
5	5.13	<a href="http://www.alibaba.com">www.alibaba.com</a>
5	5.14	<a href="http://www.innoverenmetwater.nl">www.innoverenmetwater.nl</a>
5	5.15	<a href="http://www.tributegreenfix.nl">www.tributegreenfix.nl</a>
5	5.16	<a href="http://www.gsdmaterialscollecion.blogspot.com">www.gsdmaterialscollecion.blogspot.com</a>
5	5.17	<a href="http://www.blijvendrijven.blogspot.com">www.blijvendrijven.blogspot.com</a>
6	6.1	<a href="http://www10.aeccafe.com">www10.aeccafe.com</a>
6	6.2	<a href="http://www.boomzorg.nl">www.boomzorg.nl</a>
6	6.3	<a href="http://www.entreeding.com">www.entreeding.com</a>
6	6.4	stadsbodem vademecum 2a eerste druk aug 2006
6	6.5	stadsbodem vademecum 2a eerste druk aug 2006
6	6.6	<a href="http://www.nl.dreamstime.com">www.nl.dreamstime.com</a>
6	6.7	stadsbomen vademecum 2a, eerste druk 2007
6	6.8	<a href="http://www.overheid.vanhelvoirtgroenprojecten.nl">www.overheid.vanhelvoirtgroenprojecten.nl</a>
6	6.9	<a href="http://www.poster-posters.nl">www.poster-posters.nl</a>
6	6.10	<a href="http://www.poster-posters.nl">www.poster-posters.nl</a>
6	6.11	<a href="http://www.bosgrijpskerke.nl">www.bosgrijpskerke.nl</a>
6	6.12	<a href="http://www.gardena.com">www.gardena.com</a>
6	6.13	<a href="http://www.partyflock.nl">www.partyflock.nl</a>

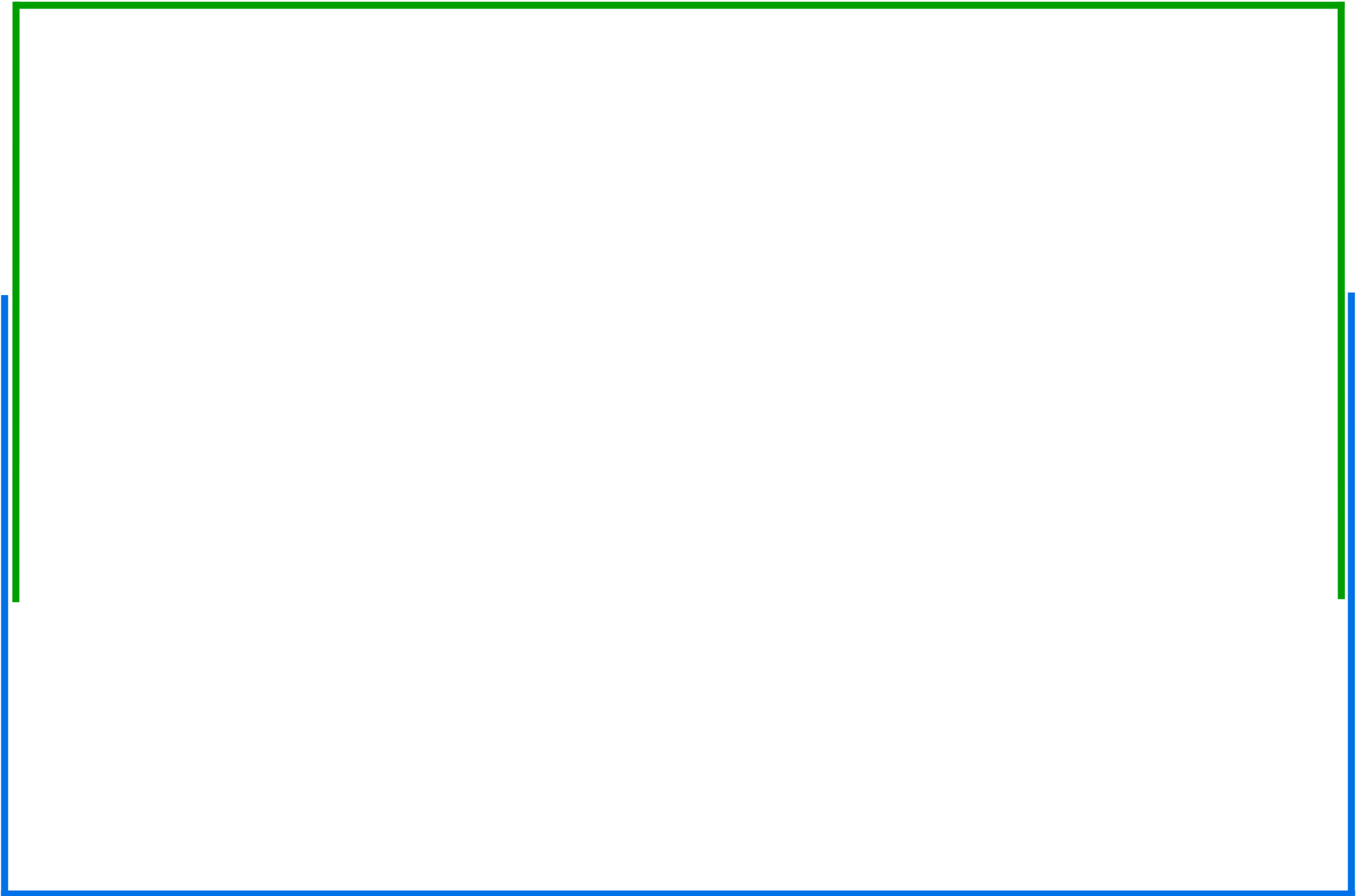


**HFST figuur bron**

7	7.1	<a href="http://ww.huizen.mitula.nl">ww.huizen.mitula.nl</a>
7	7.2	Hanne Kramer, student T&L tweede jaar 11 -12
7	7.3	<a href="http://www.flickrhivemind.net">www.flickrhivemind.net</a>
7	7.4	<a href="http://www.jaccoolen.nl">www.jaccoolen.nl</a>
7	7.16	Totaal-documentatiemap.waterblock.BV
7	7.17	Totaal-documentatiemap.waterblock.BV
7	7.18	Totaal-documentatiemap.waterblock.BV
8	8.2	sterkteberekeningen, B van Leusden derde druk 2008
8	8.3	sterkteberekeningen, B van Leusden derde druk 2008
8	8.4	<a href="http://www.sbr.nl">www.sbr.nl</a>
8	8.5	sterkteberekeningen, B van Leusden derde druk 2008
8	8.6	<a href="http://www.windvlaagreductie.be">www.windvlaagreductie.be</a>
9	9.1	<a href="http://www.cobra.nl">www.cobra.nl</a>
9	9.2	<a href="http://www.lievesgarden.skynetblogs.be">www.lievesgarden.skynetblogs.be</a>
9	9.3	Totaal-documentatiemap.waterblock BV
9	9.4	<a href="http://www.Kema.nl">www.Kema.nl</a>
12	12.1	<a href="http://www.waterstudio.nl">www.waterstudio.nl</a>
12	12.4	<a href="http://www.raabkarcher.nl">www.raabkarcher.nl</a>
12	12.5	<a href="http://www.waterblock.nl">www.waterblock.nl</a>
12	12.6	<a href="http://www.tuinenwater.nl">www.tuinenwater.nl</a>
13	13.1	<a href="http://www.dewitte-bvba.be">www.dewitte-bvba.be</a>
15	15.1	<a href="http://www.parool.nl">www.parool.nl</a>







## Bijlage 1 Urbanheat effect (UHE)

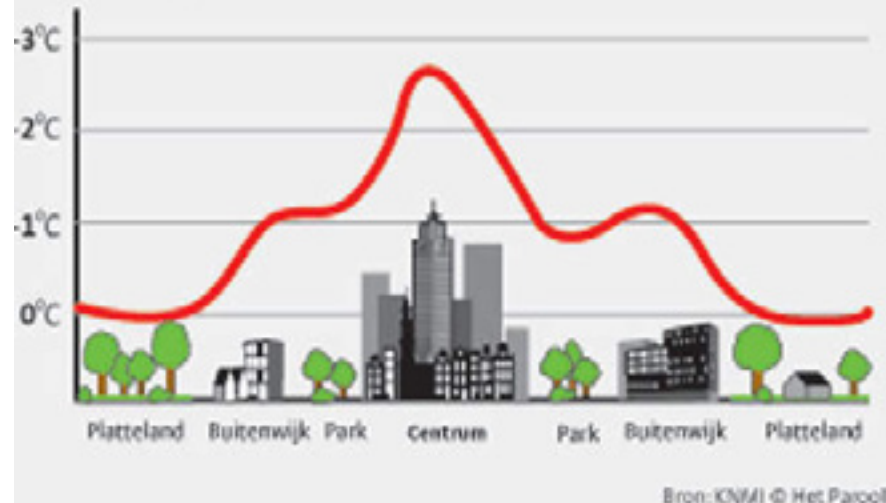
In stedelijk gebied ligt de gemiddelde temperatuur hoger dan in het landelijke gebied er om heen. Deze temperatuursverhoging wordt ook wel het Urban Heat Island effect (UHI) genoemd. De belangrijkste oorzaak is de absorptie van zonlicht door donkere materialen en de stad en de relatief lage windsnelheden. Door de absorptie wordt de warmte lang vast gehouden en pas weer afgegeven als de omgevingstemperatuur daalt. Het verschil in temperatuur kan soms oplopen tot ruim drie graden, zie figuur 15.1. Een tweede belangrijke oorzaak is het weinige en soms ontbrekende groen in de stad. Bomen hebben het grootste verkoelende effect, door schaduwvorming warmen de onderliggende oppervlaktes minder op. Tevens zorgt de lucht tussen de bladeren voor een isolerende laag. Water zorgt ook voor een verlaging in temperatuur, doordat de wind hier over heen blaast wordt de warmere lucht gekoeld.

Als er in de toekomst grote drijvende woonwijken en of steden gerealiseerd zullen worden verwachten wij dat men hier ook te maken krijgt met UHI. De verschillen zullen minder groot zijn dan op land, maar dit hangt ook weer af van de grootte van de drijvende wijk of stad. Omdat hier nog geen gegevens over beschikbaar zal verder onderzoek hier uitsluitsel over moeten geven.

In ons onderzoek stellen wij o.a. dat het drijvende groen het Urban Heat Island effect tegen moet gaan. De bomen zorgen voor schaduw en hebben een verkoelende werking. Ook op het water zal dit nodig moeten zijn.

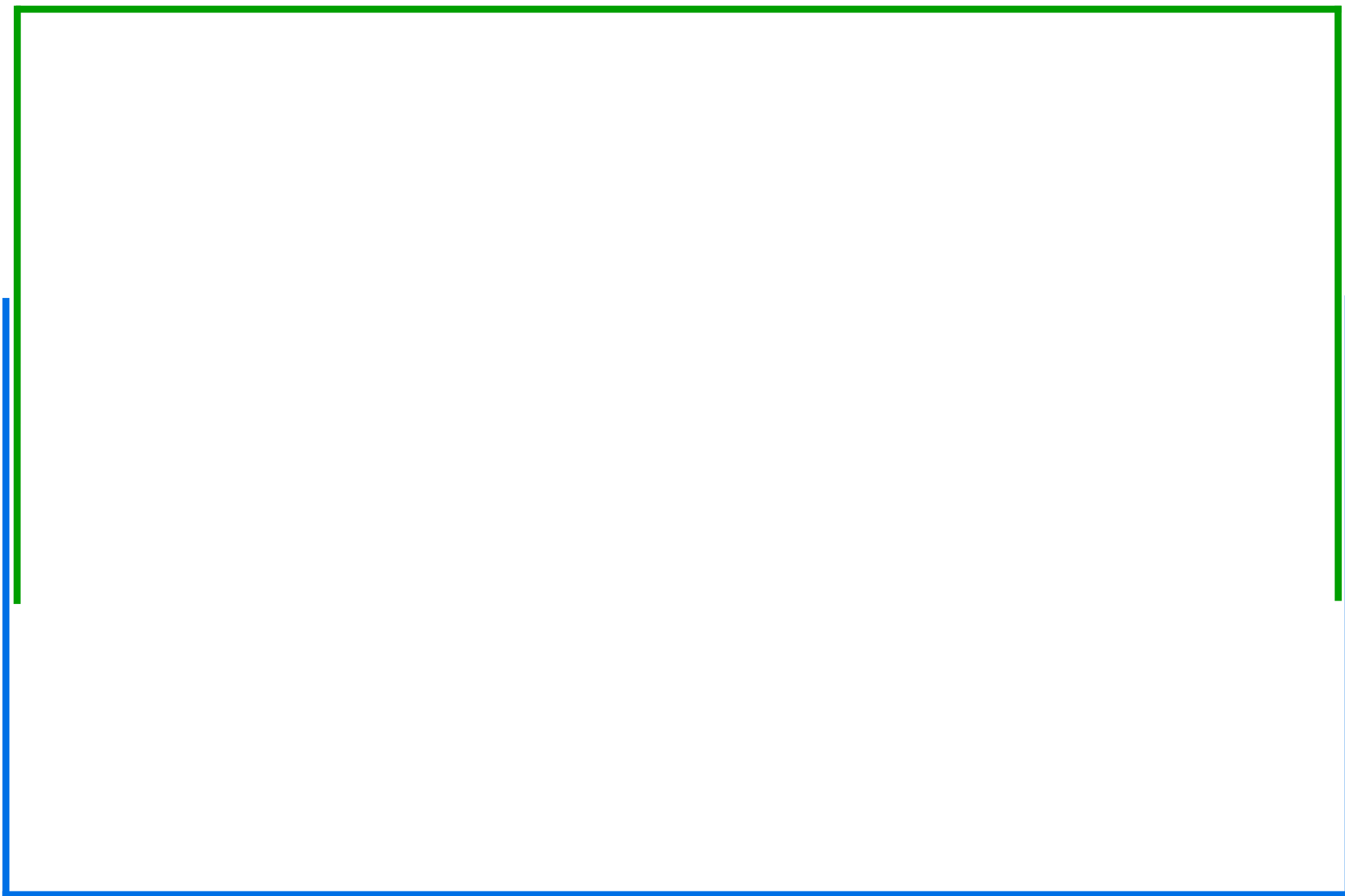
### Stadseffect

Stedelijke bebouwing blijkt invloed te hebben op de temperatuur. In de dichtbebouwde gebieden in de stad is het vaak het warmst, aan de randen en in parkachtige stukken is het kouder.



Figuur: 15.1 grotere temperatuur stijging in bebouwd gebied  
Bron: <http://www.parool.nl>





## Bijlage 2. berekeningen formules 1 & 2

stelsel 1, betonnen bak

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.4	5.4	83.16	1.65	137.214

### Berekening massa en zwaartekracht van inhoud

Fz totaal= M x g	
M totaal	290214.48 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	2902145 N
	2902.14 KN

### berekening

Fz= x*A*γ <sub>water</sub>	
x = m onder water	3.49 m
A= oppervlakte	83.16 m <sup>2</sup>
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	2902 KN

### berekening diepgang

x= Fz totaal/(γ <sub>water</sub> *A)	
Fz totaal	2902.14 N
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	83.16 m <sup>2</sup>
x = m onder water	3.4898 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	1.65 m
M onder water	3.49 m
m bovenkant boven water	-1.84 m

stelsel 2, gesloten betonnen bak

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.4	5.4	83.16	3.3	274.428

### Berekening massa en zwaartekracht van inhoud

Fz totaal= M x g	
M totaal	361374.48 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	3613745 N
	3613.74 KN

### berekening

Fz= x*A*γ <sub>water</sub>	
x = m onder water	4.35 m
A= oppervlakte	83.16 m <sup>2</sup>
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	3614 KN

### berekening diepgang

x= Fz totaal/(γ <sub>water</sub> *A)	
Fz totaal	3613.74 N
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	83.16 m <sup>2</sup>
x = m onder water	4.3455 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	3.30 m
M onder water	4.35 m
m bovenkant boven water	-1.05 m

stelsiem 4, omgekeerde betonnen bak gevuld met EPS

l in m	b in m	m2	h in M	m3
15.4	5.4	83.16	3.1	257.7

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	325435.73 kg
g	10.00 m/s2
<b>Fz totaal</b>	3254357 N
	3254.36 KN

**berekening**

Fz= x*A*ywater	
x = m onder water	3.91 m
A= oppervlakte	83.16 m2
y water= 10KN/m3	10.00 KN/m3
<b>Fz totaal</b>	3254 KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(ywater*A)	
Fz totaal	3254.36 N
y water= 10KN/m3	10.00 KN/m3
A=oppervlakte	83.16 m2
x = m onder water	3.9134 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	3.10 m
M onder water	3.91 m
m bovenkant boven water	-0.81 m

stelsiem 7, aluminium bak met frame gevuld met EPS

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m2	h in M	m3
15.2	5.2	79.04	2.924	231.11296

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	228279.46 kg
g	10.00 m/s2
<b>Fz totaal</b>	2282795 N
	2282.79 KN

**berekening**

Fz= x*A*ywater	
x = m onder water	2.89 m
A= oppervlakte	79.04 m2
y water= 10KN/m3	10.00 KN/m3
<b>Fz totaal</b>	2283 KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(ywater*A)	
Fz totaal	2282.79 N
y water= 10KN/m3	10.00 KN/m3
A=oppervlakte	79.04 m2
x = m onder water	2.8882 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	2.92 m
M onder water	2.89 m
m bovenkant boven water	0.04 m

stelsiem 10.1, open stalen bak

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.024	5.024	75.48	1.46	110.2

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	234679.83 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	2346798 N
	2346.80 KN

**berekening**

Fz= x*A*ywater	
x = m onder water	3.11 m
A= oppervlakte	75.48 m <sup>2</sup>
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	2347 KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(ywater*A)	
Fz totaal	2346.80 N
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	75.48 m <sup>2</sup>
x = m onder water	3.1091 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	1.46 m
M onder water	3.11 m
m bovenkant boven water	-1.65 m

stelsiem 10.2, gesloten stalen ponton

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.024	5.024	75.48	2.924	220.7

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	250530.13 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	2505301 N
	2505.30 KN

**berekening**

Fz= x*A*ywater	
x = m onder water	3.32 m
A= oppervlakte	75.48 m <sup>2</sup>
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	2505 KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(ywater*A)	
Fz totaal	2505.30 N
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	75.48 m <sup>2</sup>
x = m onder water	3.3191 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	2.92 m
M onder water	3.32 m
m bovenkant boven water	-0.40 m

systeem 15, kunststofblokken

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.8	5.8	91.64	3	274.92

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	224816.48 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	2248165 N
	2248.16 KN

**berekening**

Fz= x*A*γ <sub>water</sub>	
x = m onder water	2.45 m
A= oppervlakte	91.64 m <sup>2</sup>
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
Fz totaal	2248 KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(γ <sub>water</sub> *A)	
Fz totaal	2248.16 N
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	91.64 m <sup>2</sup>
x = m onder water	2.4533 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	3.00 m
M onder water	2.45 m
m bovenkant boven water	0.55 m



### Bijlage 3. Berekeningen formules 3 & 4

systeem 1, betonnen bak

#### berekening totaal eps met drijfvermogen op 0.5+WP

<b>Gtot= Gbak+Geps</b>	
Gbak	2904 kn
<b>Geps=</b>	<b><math>x*a*(\gamma_{eps}*0.93+\gamma_{water}*0.07)</math></b>
x=	onbekend
A=	83.16
$\gamma_{eps} 0.93$	279 n
$\gamma_{water} * 0.07$	700 n
$\gamma_{eps}+\gamma_{water}$	0.979 kn
Geps=	$x*83.16*0.979$
Geps=	81.41 x

#### berekening opwaardse kracht

ok=	$(1,15 + 0.93*x)*\gamma_{water}*A$
ok=	$(1.15+0.93*x)-10-83.16$
ok=	$(1.15+0.93*x)*831.6$
ok=	$(1.15*831.6)+(0.93*831.6)*x$
ok=	$956.34+773.4x$

Gtot=	Gbak=Geps
Gtot=	2904+81.41x
ok=	956.34+773.4x
Gtot en ok moeten gelijk zijn	
	$2904+81.41x = 956.34+773.4x$
	$2904-956.34 = 773.4x+81.41x$
	$1947.66 = 691.99x$
x=	$1947.66/691.99$
<b>x=</b>	<b>2.814 dikte aan eps</b>

**TOTALE DIEPGANG**

**3.964** totale hoogte - drijfhoogte + dikte eps

systeem 2, gesloten betonnen bak

**berekening totaal eps met drijfvermogen op 0.5+WP**

<b>Gtot= Gbak+Geps</b>	
Gbak	3613.0 kn
<b>Geps=</b>	<b><math>x*a*(\gamma_{eps}*0.93+\gamma_{water}*0.07)</math></b>
x=	onbekend
A=	83.16
$\gamma_{eps} 0.93$	279 n
$\gamma_{water} * 0.07$	700 n
$\gamma_{eps}+\gamma_{water}$	0.979 kn
Geps=	$x*83.16*0.979$
Geps=	81.41 x

**berekening opwaardse kracht**

ok=	$(2.8 + 0.93*x)*\gamma_{water}*A$
ok=	$(2.8+0.93*x)-10-83.16$
ok=	$(2.8+0.93*x)*831.6$
ok=	$(2.8*831.6)+(0.93*831.6)*x$
ok=	$2328.48+773.4*x$

Gtot=	Gbak=Geps
Gtot=	$3613+81.14x$
ok=	$2328.48+773.4x$

Gtot en ok moeten gelijk zijn

	$3613+81.41x = 2328.48+773.4x$
	$3613-2328.48 = 773.4x-81.14x$
	$1284.52 = 691.99x$
x=	$1284.52/691.99$
x=	<b>1.86 dikte aan eps</b>

**TOTALE DIEPGANG**

**4.66** totale hoogte - drijfhoogte + dikte eps

systeem 4, omgekeerde betonnen bak gevuld met EPS

**berekening totaal eps met drijfvermogen op 0.5+WP**

<b>Gtot= Gbak+Geps</b>	
Gbak	3255 kn
<b>Geps=</b>	<b><math>x*a*(\gamma_{eps}*0.93+\gamma_{water}*0.07)</math></b>
x=	onbekend
A=	83.16
$\gamma_{eps} 0.93$	279 n
$\gamma_{water} * 0.07$	700 n
$\gamma_{eps}+\gamma_{water}$	0.979 kn
Geps=	$x*83.16*0.979$
Geps=	81.41 x

berekening opwaardse kracht	
ok=	$(2.60 + 0.93*x)*\gamma_{water}*A$
ok=	$(2.60+0.93*x)-10-83.16$
ok=	$(2.60+0.93*x)*831.6$
ok=	$(2.60*831.6)+(0.93*831.6)*x$
ok=	2162.16+773.4x

Gtot=	Gbak=Geps
Gtot=	3255+81.41x
ok=	2162.16+773.4x
Gtot en ok moeten gelijk zijn	
	$3255+81.41x = 2162.16+773.4x$
	$3255-2162.16 = 773.4x-81.41x$
	$1092.84 = 691.99x$
x=	$1092.84/691.99$
x=	<b>1.57 dikte aan eps</b>

**TOTALE DIEPGANG**

**4.17** totale hoogte - drijfhoogte

stelsel 7, aluminium bak met frame gevuld met EPS

**berekening totaal eps met drijfvermogen op 0.5+WP**

<b>Gtot= Gbak+Geps</b>	
Gbak	2285.79 kn
<b>Geps=</b>	<b><math>x \cdot a \cdot (\gamma_{\text{eps}} \cdot 0.93 + \gamma_{\text{water}} \cdot 0.07)</math></b>
x=	onbekend
A=	79.04
$\gamma_{\text{eps}} \cdot 0.93$	279 n
$\gamma_{\text{water}} \cdot 0.07$	700 n
$\gamma_{\text{eps}} + \gamma_{\text{water}}$	0.979 kn
Geps=	$x \cdot 79.04 \cdot 0.979$
Geps=	73.8977.38 x

**berekening opwaardse kracht**

ok=	$(2.424 + 0.93 \cdot x) \cdot \gamma_{\text{water}} \cdot A$
ok=	$(2.424 + 0.93 \cdot x) \cdot 10 \cdot 79.04$
ok=	$(2.424 + 0.93 \cdot x) \cdot 790.4$
ok=	$(2.424 \cdot 790.4) + (0.93 \cdot 790.4) \cdot x$
ok=	1772.1 + 735.07x

Gtot=	Gbak=Geps
Gtot=	2282.79 + 77.38x
ok=	1772.1 + 735.07x

Gtot en ok moeten gelijk zijn

	$2282.79 + 77.38x = 1772.1 + 735.07x$
	$2282.79 - 1772.1 = 735.07x - 77.38x$
	$510.68 = 657.69x$
x=	$510.69 / 657.69$
<b>x=</b>	<b>0.776 dikte aan eps</b>

**TOTALE DIEPGANG**

**3.2** totale hoogte - drijfhoogte + dikte eps

systeem 10.1, open stalen bak

**berekening totaal eps met drijfvermogen op 0.5+WP**

<b>Gtot= Gbak+Geps</b>	
Gbak	2346.8 kn
<b>Geps=</b>	<b><math>x*a*(\gamma_{eps}*0.93+\gamma_{water}*0.07)</math></b>
x=	onbekend
A=	75.48
$\gamma_{eps} 0.93$	279 n
$\gamma_{water} * 0.07$	700 n
$\gamma_{eps}+\gamma_{water}$	0.979 kn
Geps=	$x*75.48*0.979$
Geps=	73.89 x

berekening opwaardse kracht	
ok=	$(0.96 + 0.93*x)*\gamma_{water}*A$
ok=	$(0.96+0.93*x)-10-75.48$
ok=	$(0.96+0.93*x)*754.8$
ok=	$(0.96*754.8)+(0.93*754.8)*x$
ok=	724.61+701.96x

Gtot=	Gbak=Geps
Gtot=	2346.8+73.89x
ok=	724.61+701.96x
Gtot en ok moeten gelijk zijn	
	$2346.8+73.89x = 724.61+701.96x$
	$2346.8-724.61 = 701.96x-73.89x$
	$1622.19 = 628.07x$
x=	$1622.19/628.07$
x=	<b>2.58 dikte aan eps</b>

**TOTALE DIEPGANG**

**3.54** totale hoogte - drijfhoogte + dikte eps



systeem 10.2, gesloten stalen ponton

**berekening totaal eps met drijfvermogen op 0.5+WP**

<b>Gtot= Gbak+Geps</b>	
Gbak	2505.3 kn
<b>Geps=</b>	<b><math>x*a*(\gamma_{eps}*0.93+\gamma_{water}*0.07)</math></b>
x=	onbekend
A=	75.48
$\gamma_{eps} 0.93$	279 n
$\gamma_{water} * 0.07$	700 n
$\gamma_{eps}+\gamma_{water}$	0.979 kn
Geps=	$x*75.45*0.979$
Geps=	73.89 x

**berekening opwaardse kracht**

ok=	$(2.424 + 0.93*x)*\gamma_{water}*A$
ok=	$(2.424+0.93*x)-10-75.48$
ok=	$(2.424+0.93*x)*754.8$
ok=	$(2.424*754.8)+(0.93*754.8)*x$
ok=	1829.6+702x

Gtot=	Gbak=Geps
Gtot=	2505.3+73.89x
ok=	1829.6+702x

Gtot en ok moeten gelijk zijn

	$2505.3+73.89x = 1829.6+702x$
	$2505.3-1829.6 = 702x-73.89x$
	$675.7 = 628.11x$
x=	$6.75.7/628.11$
x=	<b>1.07 dikte aan eps</b>

**TOTALE DIEPGANG**

**3.494** totale hoogte - drijfhoogte + dikte eps

## Bijlage 4. Berekeningen formules 1 & 2 na herinrichting van de bakken en vulling

stelsel 1, betonnen bak

l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.3	5.3	81.09	1.2	97.308

### Berekening massa en zwaartekracht van inhoud

Fz totaal= M x g	
M totaal	121873.55 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	1218736 N
	1218.74 KN

### berekening

Fz= x*A*γ <sub>water</sub>		
x = m onder water	1.50	m
A= oppervlakte	81.09	m <sup>2</sup>
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	1219	KN

### berekening diepgang

x= Fz totaal/(γ <sub>water</sub> *A)	
Fz totaal	1218.74 N
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	81.09 m <sup>2</sup>
x = m onder water	1.5029 m

hoogte boven/onder water		
hoogte constructie	1.20	m
M onder water	1.50	m
m bovenkant boven water	-0.30	m

stelsel 2, gesloten betonnen bak

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.3	5.3	81.09	2.4	194.616

### Berekening massa en zwaartekracht van inhoud

Fz totaal= M x g	
M totaal	168268.55 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	1682686 N
	1682.69 KN

### berekening

Fz= x*A*γ <sub>water</sub>		
x = m onder water	2.08	m
A= oppervlakte	81.09	m <sup>2</sup>
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	1683	KN

### berekening diepgang

x= Fz totaal/(γ <sub>water</sub> *A)	
Fz totaal	1682.69 N
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	81.09 m <sup>2</sup>
x = m onder water	2.0751 m

hoogte boven/onder water		
hoogte constructie	2.40	m
M onder water	2.08	m
m bovenkant boven water	0.32	m

systeem 4, omgekeerde betonnen bak gevuld met EPS

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m2	h in M	m3
15.3	5.3	81.09	2.25	182.4525

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	138279.80 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	1382798 N
	1382.80 KN

**berekening**

Fz= x*A*γwater		
x = m onder water	1.71	m
A= oppervlakte	81.09	m <sup>2</sup>
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	1383	KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(γwater*A)		
Fz totaal	1382.80	N
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	81.09	m <sup>2</sup>
x = m onder water	1.7053	m

hoogte boven/onder water		
hoogte constructie	2.25	m
M onder water	1.71	m
m bovenkant boven water	0.54	m

systeem 7, aluminium bak met frame gevuld met EPS

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m2	h in M	m3
15.024	5.024	75.481	2.124	160.3

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	85029.63 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	850296 N
	850.30 KN

**berekening**

Fz= x*A*γwater		
x = m onder water	1.13	m
A= oppervlakte	75.48	m <sup>2</sup>
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	850	KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(γwater*A)		
Fz totaal	850.30	N
γ water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	75.48	m <sup>2</sup>
x = m onder water	1.1265	m

hoogte boven/onder water		
hoogte constructie	2.12	m
M onder water	1.13	m
m bovenkant boven water	1.00	m

stelsiem 10.1, open stalen bak

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.024	5.024	75.48	1.062	80.2

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	88412.20 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	884122 N
	884.12 KN

**berekening**

Fz= x*A*ywater		
x = m onder water	1.17	m
A= oppervlakte	75.48	m <sup>2</sup>
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	884	KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(ywater*A)		
Fz totaal	884.12	N
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	75.48	m <sup>2</sup>
x = m onder water	1.1713	m

hoogte boven/onder water		
hoogte constructie	1.06	m
M onder water	1.17	m
m bovenkant boven water	-0.11	m

stelsiem 10.2, gesloten stalen ponton

Afmetingen inhoud M				
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>
15.024	5.024	75.48	2.124	160.3

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	102332.00 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	1023320 N
	1023.32 KN

**berekening**

Fz= x*A*ywater		
x = m onder water	1.36	m
A= oppervlakte	75.48	m <sup>2</sup>
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
<b>Fz totaal</b>	1023	KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(ywater*A)		
Fz totaal	1023.32	N
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00	KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	75.48	m <sup>2</sup>
x = m onder water	1.3557	m

hoogte boven/onder water		
hoogte constructie	2.12	m
M onder water	1.36	m
m bovenkant boven water	0.77	m

stelsel 15, kunststofblokken

Afmetingen inhoud M					
l in m	b in m	m <sup>2</sup>	h in M	m <sup>3</sup>	
15.8	5.8	91.64	1.5	137.46	

**Berekening massa en zwaartekracht van inhoud**

Fz totaal= M x g	
M totaal	78673.30 kg
g	10.00 m/s <sup>2</sup>
<b>Fz totaal</b>	786733 N
	786.73 KN

**berekening**

Fz= x*A*ywater	
x = m onder water	0.86 m
A= oppervlakte	91.64 m <sup>2</sup>
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
Fz totaal	787 KN

**berekening diepgang**

x= Fz totaal/(ywater*A)	
Fz totaal	786.73 N
y water= 10KN/m <sup>3</sup>	10.00 KN/m <sup>3</sup>
A=oppervlakte	91.64 m <sup>2</sup>
x = m onder water	0.8585 m

hoogte boven/onder water	
hoogte constructie	1.50 m
M onder water	0.86 m
m bovenkant boven water	0.64 m



## **Bijlage 5. Verslag van bedrijfsbezoek: Grontmij BV, Houten**

Verslag bedrijfsbezoek Grontmij Houten

Datum: 15-02-2012

Afspraak met: Lennart van den burg

Na advies van o.a. Willem van Briemen hebben wij contact opgenomen met de Grontmij. Na wat moeizaam verlopende contacten hebben we een afspraak kunnen maken bij de Grontmij. Op dit moment waren we nog bezig met het opzetten van een duidelijke onderzoeksopzet.

Wat tijdens het gesprek kwam snel naar voren was dat er weinig tot geen tijd aan onze vragen was besteedt, de Grontmij probeerde vooral hun eigen, en ecologische projecten naar voren te brengen. Hierdoor kwam ons onderzoek niet echt aan bod.

Het enige wat wel duidelijk werd is dat het werkveld nog niet zover is met drijvend wonen en groen. Op dit moment wordt de nadruk vooral gelegd op waterberging en ecologische toepassingen zoals oeverbeschermingen.

## **Bijlage 6. Verslag van bedrijfsbezoek: Dura vermeer, Business development BV, Hoofddorp**

Verslag bedrijfsbezoek Dura-Vermeer en Flexbase

Datum: 07-03-2012

Afspraak met: Johan van der Pol, adjunct directeur en Peter Minnema, projectleider Dura-Vermeer Business Development BV, en Jan-willem Roël directeur Flexbase.

De Dura-Vermeer Development BV houdt zich al een aantal jaren bezig met drijvend wonen. Ook heeft de Dura-Vermeer Development BV een drijvende kas ontwikkeld. Deze drijvende kas drijft op een basis van EPS, waarop een betondek met staalvezelbeton is aangebracht. Tijdens dit gesprek kwam snel naar voren dat beton met staalvezels niet geschikt is om toe te passen op een drijvende constructie. Door de lange droogtijd en de beweging van het water kan er ruimte ontstaan tussen de staalvezels en het beton. Dit betekent dat het beton niet zijn volledige sterkte heeft en daardoor niet meer betrouwbaar is. Een tweede punt wat tijdens het gesprek naar voren kwam zijn de financiële aspecten.

Zeker als het over gemeenschapsgeld gaat moeten er zeer goede argumenten en oplossingen zijn om het product te verkopen, daar gaat het immers om in de bedrijfswereld. Wat hier opviel was dat de financiële bijna het belangrijkste zijn. Het product of idee is daar nog ondergeschikt aan. Dit heeft uiteraard ook te maken met de huidige crisis waarin we verkeren. Voor het werkveld is het vooral de vraag wat levert drijvend groen ons op. Een dergelijk onderzoek zouden wij niet kunnen uitvoeren omdat de kennis hiervoor ontbreekt, iemand met economische kennis zou dit wel kunnen doen.

Als derde en laatste punt kwam naar voren dat we moeten proberen verder te kijken dan alleen een drijvende groenbak, het is belangrijk dat een systeem of product voor meerdere aspecten gebruikt kan worden. Het gesprek was voor ons zeer leerzaam, zo zijn er diverse ideeën op tafel gekomen, mogelijke problemen in een ontwerp (randen van de bakken in bv. een park). Het was een zeer nuttig en leerzaam bezoek, hierdoor hebben we ook ons idee vanuit een ander perspectief kunnen zien en heeft dit ervoor gezorgd dat we bepaalde aspecten binnen het onderzoek anders aangepakt hebben.

**Bijlage 7. Bestek**

---

**BESTEK DRIJVEND GROEN**

Betreft het construeren van een stalen ponton, dat gevuld wordt met beplantingen en de daarvoor benodigde voorzieningen

Onderwijsversie

**0. TOTSTANDKOMING VAN  
DE OVEREENKOMST**

Onderwijsversie



PAR

**0.01 AANBESTEDENDE DIENST**

L&J adviseurs  
Larensteinselaan 26a  
6000 CT Velp

**0.02 PROCEDURE**

Niet-openbare procedure  
(aanbesteding met voorafgaande selectie)  
overeenkomstig hoofdstuk 3 van het ARW 2005

**0.03 INLICHTINGEN**

De inlichtingen worden digitaal verstrekt door L&J Adviseurs  
vrijdag 15 juni 2012 om 14.00 uur.

Vragen omtrent het bestek en het werk kunnen uitsluitend  
schriftelijk worden gesteld en dienen uiterlijk vrijdag 29 juni  
2012 om 17:00 uur binnen te zijn bij L&J Adviseurs.

De nota van inlichtingen is vanaf vrijdag 6 juli 2012 digitaal  
beschikbaar op [www.aanbestedingskalender.nl](http://www.aanbestedingskalender.nl)

De inschrijvingsleidraad wordt niet van toepassing verklaard in  
dit bestek.

**0.04 INSCHRIJVING**

1. Verwezen wordt naar artikel 01.01.02, (inschrijvingseisen)  
van de Standaard RAW Bepalingen (Standaard 2005).

2. Eigen Verklaring

Bij de inschrijving moet worden gevoegd de bij het bestek  
behorende door de inschrijver volledig ingevulde en onder-  
tekende Eigen Verklaring, zoals deze door de aanbestedende  
dienst is verstrekt bij de aanbestedingsdocumenten.

De formele bewijsstukken genoemd in de Eigen Verklaring moeten  
worden overlegd na een schriftelijk verzoek van de aanbeste-

PAR

dende dienst daartoe, binnen de in dat verzoek vermelde termijn.

Het niet of niet tijdig verstrekken van deze bewijsstukken, kan tot gevolg hebben dat de inschrijver wordt uitgesloten van opdrachtverlening.

De te verstrekken gegevens worden getoetst aan de volgende criteria:

a) met betrekking tot de economische en financiële draagkracht:

- Een bankverklaring kan worden overlegd;
- Een bewijs van verzekering tegen beroepsrisico's kan worden overlegd;
- Balansen of uittreksels van balansen kunnen worden overlegd van de laatste drie boekjaren waaruit blijkt dat de onderneming over een positief eigen vermogen beschikt;
- Een verklaring van de omzet kan worden overlegd waaruit blijkt dat de onderneming in de voorgaande drie boekjaren een minimale omzet aan werken in de GWW-sector heeft bereikt gelijk aan of groter dan €5.000.000,00. (excl. BTW)

b) met betrekking tot de technische bekwaamheid:

- De inschrijver in het bezit is van een bewijs van inschrijving van de onderneming in het beroeps- of handelsregister waaruit blijkt dat de onderneming gerechtigd is dit werk in aanneming uit te voeren;
- In de voorgaande drie jaren minimaal één werk per jaar is uitgevoerd van gelijke aard en omvang en dat tijdig is opgeleverd, met uitzondering van de constructie van het stalen ponton. Onder gelijke aard wordt verstaan een werk bestaande uit civiele-, cultuurtechnische en beplantingswerkzaamheden, min of meer overeenkomstig beschreven als in deel 2.2 van dit bestek. Onder omvang wordt verstaan een werk met een minimale aannemingsom voor een bedrag van € 1.000.000,00 (excl. BTW)

c) Inschrijvereisten

PAR

Om in aanmerking te komen voor de opdracht van het werk dient de inschrijver te voldoen aan de volgende eisen:

- a). zich niet in de omstandigheden bevinden als bedoeld in artikel 2.7.1, 2.7.2, en 2.7.4 van het ARW 2005;
- b). ingeschreven zijn in het handels- en of beroepsregister van het land van vestiging;
- c). beschikken over een ISO-9001:2000 kwaliteitssysteemcertificaat;
- d). beschikken over een VCA\*\*-certificaat of een daarmee gelijk te stellen certificaat op het gebied van veiligheidsmanagement voor aannemers;
- e). de laatste drie jaar met betrekking tot grond-, weg- en waterbouwkundige werken een omzet hebben gehad van minimaal €5.000.000.
- f). minimaal vijf werken uitgevoerd op het gebied van grond-, wegen waterbouw met een omzet van € 1.000.000,00 (excl. BTW)
- g). voor het groenwerk lid zijn van de VHG. (Vereniging Hoveniers en Groenvoorzieningen).

Indien een gedeelte van de opdracht in onderaanneming zal worden verricht, dan:

- a) dient elke onderaannemer de vragen 1, 2 en 3 uit de bij het bestek gevoegde Eigen Verklaring in te vullen en te ondertekenen; de inschrijver dient deze Eigen Verklaring(en) van de door hem in te zetten onderaannemer(s) te voegen bij de door hem in te dienen Eigen Verklaring, en
- b) heeft de inschrijver vooraf de schriftelijke toestemming nodig van de aanbestedende dienst voor het contracteren van de onderaannemer.

De Eigen Verklaring moet, tezamen met de Eigen Verklaring(en) van de door de inschrijver in te zetten onderaannemer(s) in een afzonderlijke enveloppe worden gesloten, waarop duidelijk zijn vermeld de naam en het adres van de inschrijver, alsmede

PAR

op welk werk, op welke perceel of combinatie van percelen de Eigen Verklaring betrekking heeft.

Indien een onderaannemer van de inschrijver op de door hem verstrekte Eigen Verklaring bij vraag 2 'Uitsluitingsgronden' een van de vragen onder a t/m d of vraag g met 'ja' heeft beantwoord, dan wel een van de vragen onder e of f met 'nee', kan de aanbestedende dienst besluiten dat:

- de inschrijver gedurende twee weken de gelegenheid krijgt om een andere onderaannemer te vinden die het betreffende deel in onderaanneming kan uitvoeren of aan te geven dat hij het betreffende deel alsnog zelf zal uitvoeren.

Indien de onderaannemer eerst na het verlenen van de opdracht bekend wordt, is het hiervoor bepaalde inzake het in onderaanneming uitvoeren eveneens van toepassing met dien verstande dat voor 'aanbestedende dienst' gelezen moet worden 'opdrachtgever'.

### 3. BIBOB-advies

Indien een inschrijver of zijn onderaannemer(s) op de Eigen Verklaring bij vraag 2 'Uitsluitingsgronden' een van de vragen onder a t/m d of vraag g met 'ja' heeft beantwoord, dan wel een van de vragen onder e of f met 'nee', maar er nog onvoldoende informatie beschikbaar is om het uitsluiten van die inschrijver of zijn onderaannemer(s), of het doen laten vervangen van de onderaannemer(s) te motiveren, dan zal advies worden gevraagd aan het Bureau BIBOB (zie artikel 8 van de Wet BIBOB).

De inschrijver of zijn onderaannemer over wie advies is gevraagd, worden door de aanbestedende dienst over de inhoud van dat advies geïnformeerd.

### 4. Kwaliteitssysteemcertificaat

De inschrijver moet in het bezit zijn van een kwaliteitssys-

PAR

teemcertificaat op basis van de norm ISO 9001 'Kwaliteitsmanagementsystemen - Eisen', dat betrekking heeft op de aard van het werk. Dit certificaat moet zijn afgegeven door een certificatie-instelling, die daartoe is geaccrediteerd door een nationale accreditatie-instelling (in Nederland: de Raad voor Accreditatie).

Ingeval van een combinatie van inschrijvers dient de combinatie respectievelijk dienen alle deelnemers in het bezit te zijn van het hiervoor bedoelde kwaliteitssysteemcertificaat.

Om in aanmerking te kunnen komen voor de opdracht van het werk moet de inschrijver na een schriftelijk verzoek van de aanbestedende dienst daartoe, binnen de in dat verzoek vermelde termijn een door hem gedateerde en gewaarmerkte kopie van het kwaliteitssysteemcertificaat of, in geval van een combinatie van inschrijvers, een gewaarmerkte kopie van het kwaliteitssysteemcertificaat van de combinatie of van alle deelnemers afzonderlijk overleggen. Indien afzonderlijke certificaten van de deelnemers in de combinatie worden overgelegd, moeten deze certificaten gezamenlijk overeenkomen met de aard van het werk.

5. In afwijking van het bepaalde in artikel 01.07.01 (waarde en vorm zekerheidsstelling) lid 01 van de Standaard RAW Bepalingen (Standaard 2005) zal de aanbesteder voorafgaand aan het verlenen van de opdracht zekerheidsstelling bedingen met inachtneming van het bepaalde in artikel 01.07.01 (Deel 3 van dit bestek).

## **0.05 INSCHRIJVINGSSTAAT**

De inschrijvingsleidraad wordt niet van toepassing verklaard in dit bestek

## **0.06 AANBESTEDING**

PAR

De aanbesteding overeenkomstig de procedure als vermeld in paragraaf 02 wordt gehouden op:  
vrijdag 20 juli 2012 om 9:00 uur op  
Hogeschool van Hall-Larenstein  
Larensteinselaan 26a  
6000 CT Velp

De inschrijfdocumenten op de datum van aanbesteding een half uur voor het tijdstip van aanbesteding indienen in de zaal waar de aanbesteding gehouden wordt.

Een inschrijver draagt het risico voor de goede en tijdige aanwezigheid van zijn inschrijvingsbiljet in de zaal van aanbesteding.

Degene die de aanbesteding houdt opent de enveloppen met de inschrijvingsbiljetten in het openbaar.  
Degene die de aanbesteding houdt leest de namen van de inschrijvers op alsmede de op de inschrijvingsbiljetten genoemde inschrijvingssommen.

#### **0.07 OPDRACHT**

1. Verwezen wordt naar artikel 01.01.04 (keuze aannemer, opdracht) van de Standaard RAW Bepalingen (Standaard 2005).
2. Het gunningscriterium, als bedoeld in de aankondiging afdeling IV.2 is de economisch meest voordelige inschrijving, gelet op:
  - de prijs; 40%
  - de uit de inschrijvingsstaat te herleiden verrekenprijzen 30%
  - waardering van referentie projecten of onderdelen van projecten 30%



---

PAR

Onderwijsversie

## 1. ALGEMEEN

Onderwijsversie

PAR

**1.01 OPDRACHTGEVER**

Algemeen Directeur  
Van Hall-Larenstein  
Larensteinselaan 26a  
6882 CT Velp (Gld)

**1.02 DIRECTIE**

L&J adviseurs  
T.a.v. Lennart Blok & Joachim Penterman  
Zuider Parallelweg 42  
6882 AG Velp (Gld)

**1.03 LOCATIE**

Het uit te voeren werk is gelegen NADER TE BEPALEN  
Het werk (de drijvende constructie) mag niet met voertuigen of  
rijdend materiaal betreden worden. Het werk dient via het  
werkterrein uitgevoerd te worden.

**1.04 ALGEMENE BESCHRIJVING**

Het werk bestaat in hoofdzaak uit:

- a. Uitwerken en fabricage van drijvende stalen constructie
- b. Transporteren van stalenconstructie
- c. Het aanbrengen van infiltratievoorzieningen incl.  
geïntegreerde verharding
- d. Het aanbrengen van een beregeningsinstallatie
- e. Het aanbrengen van substraat
- f. Het aanbrengen van beplantingen
- g. Het transporteren en afmeren van de stalen constructie met  
groenvoorzieningen op definitieve locatie.

**1.05 TIJDSBEPALING**

PAR

Het werk opleveren binnen de gestelde 35 werkdagen  
Het bepaalde in artikel 01.13.07 (flexibele uitvoeringstermijn)  
van de Standaard RAW Bepalingen (Standaard 2005) is niet van  
toepassing.

De korting, als bedoeld in paragraaf 42 van de U.A.V. 1989,  
wegens te late oplevering bedraagt 500,- euro per dag.

#### **1.06 ONDERHOUDSTERMIJN**

De onderhoudstermijn, als bedoeld in paragraaf 11 lid 1 van de  
U.A.V. 1989, bedraagt voor:

- de stalen constructie 10 jaar, voor waterdichtheid
- de beplanting 12 maanden
- voor de infiltratievoorzieningen en beregeningsinstallatie 12  
maanden

Onderwijsversie

## 2. BESCHRIJVING

### 2.1 ALGEMENE GEGEVENS

Onderwijsversie

PAR

**01 TEKENINGEN**

Tekeningnr: 21026051_001	Titel uitvoeringstekening	Schaal divers	Datum 15/06/2012
-----------------------------	------------------------------	------------------	---------------------

**02 PEILEN EN HOOFDAFMETINGEN**

De hoofdafmetingen van het te maken werk zijn op de bij dit bestek behorende bestekstekeningen aangegeven.  
De maten zijn aangegeven in mm  
De hoogten worden aangegeven in meters.  
De bovenzijde van de constructie drijft 0,50 m boven de waterspiegel

**03 KWALITEITSBORGING**

Bij het opstellen van een kwaliteitsplan door de aannemer, zoals bedoeld in de artikelen 01.13.02 (kwaliteitsplan) en 01.20.02 (inhoud kwaliteitsplan) van de Standaard 2005, rekening houden met de volgende stop- en/of bijwoonpunten

1. na constructie van de stalen constructie, maar voor het te water laten
2. na het aanbrengen van de infiltratie- en beregenings voorzieningen
3. na het maken van plantgaten voor de bomen maar voor het planten van de bomen
4. na het beplanten en graszoden leggen
5. bijwonen van test van de beregeningsinstallatie
6. bijwonen van transporteren en afmeren van de drijvende constructie op de definitieve locatie



PAR

**04 BIJLAGEN**

De volgende bijlagen behoren tot het bestek:

1. aanbestedingsdocumenten
  - eigen verklaring
  - verklaring model K
2. werkplanning
3. uitvoeringstekening
4. vergunningenplan
5. plantlijst

De volgende bijlagen kunnen ter informatie bij het bestek opgevraagd worden:

- Onderzoeksrapport drijvend groen van Lennart Blok en Joachim Penterman, op te vragen bij de betreffende personen, Hogeschool van Hall-Larenstein

Onderwijsversie

## 2.2 NADERE BESCHRIJVING

Onderwijsversie

PAR

### **01 VERKLARING VAN DE HIERNA VOLGENDE STAAT**

In de hierna volgende staat is een nadere beschrijving van het uit te voeren werk opgenomen.

### **02 KENMERK RESULTAATSVERPLICHTING**

Door een 'V' is aangegeven dat de daarop betrekking hebbende hoeveelheid resultaatsverplichting een verrekenbare hoeveelheid betreft als bedoeld in paragraaf 38 lid 1 van de U.A.V. 1989.

Afwijkingen worden verrekend overeenkomstig paragraaf 39 van de U.A.V. 1989 met inachtneming van paragraaf 01.03 van de Standaard 2005.

Door een 'N' is aangegeven dat de daarop betrekking hebbende hoeveelheid resultaatsverplichting een niet verrekenbare hoeveelheid betreft als bedoeld in paragraaf 38 lid 2 van de U.A.V. 1989.

Door een 'A' is aangegeven dat de op de desbetreffende resultaatsverplichting betrekking hebbende hoeveelheden te accorderen hoeveelheden zijn als bedoeld in artikel 01.01.05 van de Standaard 2005.

Onder een te accorderen hoeveelheid wordt verstaan een hoeveelheid die nauwkeurig is te bepalen, door de aannemer is te controleren op basis van het bestek, de bij het bestek behorende documenten en eventueel door de opdrachtgever nader te verstrekken aanvullende gegevens en vervolgens in overleg tussen opdrachtgever en aannemer wordt vastgesteld.

### **03 HOEVEELHEID TER INLICHTING**

De in de kolom 'Hoeveelheid ter inlichting' vermelde hoeveelheden worden uitsluitend ter inlichting verstrekt. Wanneer deze hoeveelheden afwijken van die, af te leiden uit de resultaatsverplichting, zijn deze laatste bindend.

Door een 'L', respectievelijk 'T' is aangegeven of de daarop betrekking hebbende hoeveelheid een hoeveelheid bouwstof betreft

PAR

die door de aannemer moet worden geleverd respectievelijk door de opdrachtgever ter beschikking wordt gesteld.

Door een 'l' is aangegeven dat de daarop betrekking hebbende hoeveelheid een hoeveelheid ter inlichting betreft niet zijnde een bouwstof die door de aannemer moet worden geleverd dan wel door de opdrachtgever ter beschikking wordt gesteld.

Tot een resultaatsverplichting behoort tevens, voorzover niet anders vermeld, het verwerken van de onder de desbetreffende bestekspost vermelde hoeveelheid ter inlichting.

#### **04 GRENZEN VAN DE SITUERING**

De in de hierna volgende staat aangegeven grenzen van de situering zijn globaal. De directie is bevoegd de voorgeschreven werkzaamheden op andere plaatsen te laten uitvoeren dan in de posten omschreven, doch wel binnen de grenzen van het werk, zonder dat hiervoor bijbetaling plaatsvindt. De verrekening geschiedt op de daarvoor in aanmerking komende posten, onverminderd het bepaalde in paragraaf 34 van de U.A.V. 1989.



BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID TER INLICHTING	
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6					
3			<b>CONSTRUCTIE VAN HET DRIJVENDE SYSTEEM</b> De constructie van het drijvende systeem.				
301010	433101		Uitvoeren van ontwerpwerkzaamheden t.b.v. drijvende staal constructie Op basis van de in het T.p.v.e. gestelde randvoorwaarden Te leveren berekeningen: berekeningen voor de constructie, de dikte van het staal, aantal liggers, sterkte van lassen, sterkte berekeningen. Te leveren tekeningen: gedetailleerde constructietekeningen die nodig zijn voor de fabricage van de stalen constructie Overeenkomstig de volgende aanvullende eisen: zie bepaling 430201 in deel 3	EUR		N	
301020	431301		Maken van stalen onderdelen en samenstellen onderdelen t.b.v. drijvende groenbak. Zie t.p.v.e. en de bestekstekening 21026051_001 Het betreft het maken van stalen onderdelen en het samenstellen door middel van lasverbindingen en/of mechanische verbindingen volgens het bepaalde in hoofdstukken 6, 7 en 8 van NEN-ENV 1090-1. Overeenkomstig de volgende aanvullende eisen: zie bepaling 430201 in deel 3 Samenstellen uit ter beschikking gesteld staal, staalkwaliteit en type na vaststellen na berekeningen en advies van een constructeur.	st	1.00	V	
301030	431499		Aanbrengen van coating op de stalen constructie De stalen constructie moet worden voorzien van een coating om het staal te beschermen. De buitenkant moet worden voorzien van een coating die tenminste 10 jaar mee gaat De binnenkant moet worden voorzien van een coating die tenminste 50 jaar meegaat. Soort coating keuze van aannemer.	st	1.00	V	
				m2			235.00 L
				m2			160.00 L
				m2			117.00 L
302			<b>TE WATER LATEN EN TRANSPORTEREN SYSTEEM</b> Het te water laten en transporteren van het voorgefabriceerde systeem naar de locatie waar deze gevuld zal worden.				



BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID TER INLICHTING		
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6						
302010	612199	.....	Inzetten van Sleep/duw vaartuig t.b.v. te waterlating en transporteren van constructie over het water van fabricage naar werkterrein 201010. incl. bediening van vaartuig.	EUR		N		
4		.....	<b>AANBRENGEN INVULLING BAK</b> Betreft het aanbrengen van infiltratiesystemen, beregening, substraat, en het aanbrengen van beplantingen.					
401		.....	<b>INFILTRATIE</b> betreft het aanbrengen van infiltratiesystemen.					
401010	230199	.....	Aanbrengen kratten ten behoeve waterinfiltratie en buffer. kratten aanbrengen volgens bestektekening 21026051_001	st	130.00	V		
		.....	onderling de kratten koppelen met verbindingsclips leverancier: Wavin Nederland Fabrikant: Azura	st			520.00	L
		.....	type:Azura infiltratie-unit, afmetingen 500 x 1000 x 4000mm opgebouwd uit waterdoorlatende wanden en kolommen percentage holle ruimte 95% perforatie wanden 43% o.g.	st			130.00	L
401020	252299	.....	Aanbrengen van Watershells Betreft het aanbrengen van Watershells volgens bestekstekening 21026051_001 Cassettes van gerecycled polypropyleen. Type: Watershell Atlantis-16a Leverancier Waterblock BV	st	50.00	V		
		.....	Afmetingen cassette 500 x 500 x 160 mm (lxbxh). speciale passtukken:	st			34.00	L
		.....	Afmetingen cassettes 500 x 300 x 160 mm (lxbxh)	st			10.00	L
		.....	Afmetingen cassettes 500 x 390 x 160 mm (lxbxh)	st			6.00	L
		.....	Poten van PVC hoogte 0,79m	st			66.00	L
		.....	Poten aanbrengen in de daarvoor bestemde voeten, voeten aanbrengen op de bodem van het stalen ponton, volgens voorschrift leverancier.	st			66.00	L
401030	422201	.....	Aanbrengen gepuntlaste wapeningsnetten.	kg	112.30	V		

BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID TER INLICHTING	
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6					
			Betreft wapening t.b.v. te storten betondek op infiltratieveld, aan te brengen op kunststof cassettes				
		1.	Staalkwaliteit FeB 500, leveringstoestand volgens NEN 6008 ter keuze van de aannemer	kg			112.30 L
		.1.	Type wapeningsnet: Kruisnet met langs en dwarsstaven van gelijke diameter				
			Volgens opgave leverancier Waterblok BV incl. leveren en aanbrengen benodigde afstandhouders.				
		.9.	Wapeningsnetten aanbrengen met voldoende laslengte gewicht wapeningsnet afhankelijk van berekening constructeur.				
		.1.	Hoofdwapening: In specifieke gevallen kan een constructieberekening noodzakelijk zijn. Raadpleeg hiervoor de leverancier Waterblok BV.				
401040	422103		Aanbrengen betonstaal met kenmiddellijn van 10 mm.	kg	35.98	V	
			Betreft wapening in rand- en/of hoekkolommen diameter en hoeveelheid volgens berekening constructeur.				
		1.	Staalkwaliteit FeB 500, leveringstoestand volgens NEN 6008 ter keuze van de aannemer	kg			35.98 L
401050	252899		Aanbrengen van waterdoorlatende plaat tegen zijkant cassettes rondom infiltratieveld.	m2	5.60	V	
			Bij aanbrengen van de plaat het geotextiel, aangebracht bij postnr. 401120, tussen cassettes en plaat verwerken.				
			Type: Netfoam NF 40-L plaat, materiaal geëxpandeerd polypropyleen (kernmateriaal), Leverancier Waterblok BV.	m2			5.60 L
			Afmetingen per plaat: 1000 x 400 x 650mm.				
			De naad tussen de platen dient zich t.p.v. de te storten pootjes te bevinden.				
			Aan te brengen volgens voorschrift leverancier.				
401060	423116		Aanbrengen beton t.b.v. druklaag.	m3	2.21	V	
			Betreft te storten betondek infiltratieveld op cassettes aangebracht volgens postnr. 401020				
			Methode van storten, verdichten, afwerken en nabehandelen volgens voorschrift leverancier.				
			Laagdikte volgens berekening constructeur.				

BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING		HOEVEELHEID TER INLICHTING	
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6						
		1. . . . . .9. . . . . . . . . . . .9. . . . . . . . . . . . .6. . . . . . . .9. . . . . .4 . . . . . . . . . .	Beton van sterkteklasse C 28/35 Milieuklasse: XF4 (ter controle constructeur) te bepalen volgens NEN-EN 206-1 en NEN 8005. Consistentie: S3 plastisch Chlorideklasse: Cl 0,40 gewapend beton. Cementsoort ter keuze van de aannemer Korrelgroep: 4-32 met Dmax=32 mm waarvan 50% korrelgroep: 4-16 met Dmax =16 mm Toe te passen hulpstof en vulstof ter keuze van de aannemer.	m3			2.21	L
401070	252299	. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	Aanbrengen van inspectiemogelijkheid betreft het aanbrengen van een inspectiemogelijkheid in het infiltratieveld, t.b.v. 401010 en 401020	st		1.00	V	
401080	421125	. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	Toepassen bekisting t.b.v. sparing. Betreft bekisting t.b.v. sparing, hart paring aanbrengen boven hart Watershell-cassette, Hoeken van sparing op hard poot laten uitkomen e.e.a. volgens voorschrift Waterblock BV.	st		1.00	V	
		.9.9. . . . . . . . . . . . . .	Bekistingsmateriaal: afm. 500 x 500 x 130mm, dikte afhankelijk van dek, materiaal ter keuze van aannemer.	m2			0.24	L
401090	252899	. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	Verwijderen van bekisting voor inspectiemogelijkheid. Verwijderen bekistingsmateriaal Vrijgekomen materialen worden geacht voor opdrachtgever geen waarde te hebben.	m2		0.24	V	
401110	252701	. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	Aanbrengen putrand met deksel. putrand aanbrengen op poten van de Watershells. Zie bestekstekening 21026051_001	st		1.00	V	
		.1. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	Gietijzeren rand met betonvoet en bijbehorend dek- sel deksel, voorzien van ontluchtingsgaten. put moet dezelfde max. belasting kunnen dragen als het infiltratieveld. Put er keuze van de aannemer	st			1.00	L
401120	280121	.9. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	Putrand stellen op poten van de Watershells,  Aanbrengen kunststofinlage. Aanbrengen Geotextiel PP PE HF 180 volgens bestekstekening 21026051_001	m2		155.28	V	

BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID TER INLICHTING		
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6						
402		1. . . . .	Geotextiel: PP PE HF 180 Leverancier: Wavin Nederland. Polyethyleen kunststoffilter, Treksterkte min. 35kN/m1 in beide richtingen, zanddichtheid O90 van max. 230mµ, waterdoorlatendheid van min. 40l/m2/s o.g	m2			155.28	L
		.1. . . . .	Aanbrengen op infiltratiekratten, bestekpostnr. 401010. overlap van 20 cm breedte aanhouden. ca. 0.25kg per strekkende meter overlap Verlijmen met lijmpistool volgens voorschrift van de Leverancier Wavin Nederland.	kg			5.00	L
402010	480099		<b>BEREGENINGSINSTALLATIE</b> Het aanbrengen van een beregeningsinstallatie.  Leveren en installeren beregeningsinstallatie Betreft het leveren en installeren van een vol automatisch beregeningssyteem t.b.v. de beplanting. Zie bestekstekening 21026051_001 Technische eisen beregeningssysteem: - installatie moet volautomatisch werken, alleen in geval van nood handmatig te zijn bedienen. - er moet gebruik gemaakt worden van acht pop-up sproeiers met een reikwijdte van 4.00 meter in een hoek van 90 graden. - de pop-up sproeiers mogen geen obstakels vormen in het gazon en beplanting. - de beregeningsinstallatie het water gelijkmatig verdelen - de beregening moet in staat zijn om te voldoen aan een waterbehoefte van 17% - het moet mogelijk zijn om met één elektrotechnische installatie (computer) meerdere beregeningssystemen (drijvende systemen) aan te sturen via een digitaal netwerk. - het systeem moet een overschot aan neerslag kunnen overstorten op het oppervlakte water. Deze voorziening moet beschikken over een elektronische terugslagklep om instroom van oppervlaktewater te voorkomen. - moet zijn voorzien van een aansluiting op de	st		1.00	V	

BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID TER INLICHTING					
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6									
403			drinkwatervoorziening om in geval van extreme droogte de buffer aan te vullen tot minimaal 30%.								
			o.g. Het beregeningssysteem gebruiksklaar opleveren t.b.v. bestekpost 601010								
			leidingen 50mm	m		5.20	L				
			leidingen 40mm	m		29.60	L				
			leidingen 32mm	m		3.60	L				
			koppelingen	st		23.00	L				
			sproeiers	st		8.00	L				
			pompsysteem en installatie in verbinding met beregening	st		1.00	L				
			<b>GRONDWERKEN</b> Betreft het leveren en aanbrengen/ verwerken van substraat in staalconstructie gefabriceerd in hoofdstuk 3 van dit bestek								
			403010	220301		Grond verwerken in drijvende staalconstructie volgens bestekstekening 21026051_001 Grondsoort: Argexkorrels, fractie 4/8, 340kg/m3 o.g. Hoeveelheidsbepaling: aan de hand van het theoretisch profiel van aanvulling	m3	40.95	V		
5			2. Hoogte 0.65 m .1. Zonder overhoogte .9. Aanvullen tot de rand van de bak. Zie bestekstekening 21026051_001 .1. Toegestane positieve en negatieve afwijking 0,02 m .9 Vlak en egaal aanbrengen in de bak, verdichten niet van toepassing.	m3			40.95	L			
			<b>AANBRENGEN GROEN</b> Betreft het aanbrengen van groen in het drijvende systeem. Het beplanting zal bestaan uit bomen, heesters/hagen, vaste planten en gras								
			501010	511512		Lossen en zo nodig inkuilen plantmateriaal. Beplanting lossen en inkuilen op werkterrein, bestekpost 301010, 9. Bomen met kluit Haagplantsoen	st	116.00	V		
							st			2.00	I
							st			114.00	I

BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING		HOEVEELHEID TER INLICHTING	
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6						
501020	511503	. . . . .	Maken plantgat.	st	2.00	N		
		. . . . .	Maken plantgat t.b.v. van te planten bomen	1			2.00	I
		. . . . .	volgens bestektekening 21026051_001					
		. . . . .	plantgat maken in Argexkorrels ,fractie 4/8					
		.1. . . .	Perceel: horizontaal of met een talud flauwer dan					
		. . . . .	1 : 3					
		. .6. . .	Plantgat met een doorsnede van ten minste 1,00 m					
		. . .4. .	Diepte: 0,60 m					
		. . . .1.1	Vrijgekomen grond naast het plantgat deponeren					
501040	511531	. . . . .	Aanbrengen boompalen en boombanden.	st	6.00	N		
		. . . . .	Bij nieuw te planten bomen, bestekpost 501050,					
		. . . . .	Zie bestektekening:21026051_001					
		3. . . . .	3 palen per boom					
		.1. . . .	Boompaal niet verduurzaamd	st			6.00	L
		. .1. . .	Lengte: 1,20 m					
		. . .2. .	Diameter: 80 - 90 mm					
		. . . .1.	Lengte van de paal boven maaiveld: 0.65 m					
		. . . . .9	Gordelband 75mm	st			6.00	L
		. . . . .	kruisgewijs aanbrengen, monteren d.m.v.					
		. . . . .	asfaltnagels 40mm. gegalvaniseerd, 3 st per	st			18.00	L
		. . . . .	band					
501050	511521	. . . . .	Planten van bomen.	st	2.00	N		
		. . . . .	Betreft het planten van bomen in drijvende					
		. . . . .	staalconstructie. Zie bestekstekening					
		. . . . .	21026051_001 en plantlijst					
		2. . . . .	Bomen met kluit	st			2.00	L
		. . . . .	zie plantlijst.					
		.2. . . .	In plantgaten of plantsleuven die gerealiseerd					
		. . . . .	zijn in bestekpost 501020					
		. .9. . .	Aanvullen met naast het plantgat of de plantsleuf					
		. . . . .	gedeponeerde Argexkorrels.					
		. . . .9.	Overblijvende Argexkorrels spreiden over het					
		. . . . .	naastliggend terrein					
		. . . . .1	De boomspiegel vlak afwerken					
501060	511503	. . . . .	Maken plantgat.	st	54.00	N		
		. . . . .	maken van plantgaten t.b.v. sierplantsoen voor					
		. . . . .	bestekpost 501070, zie bestekstekening					
		. . . . .	21026051-001					
		. . . . .	plantgaten maken in Argexkorrels, fractie 4/8,					
		.1. . . .	Perceel: horizontaal of met een talud flauwer dan					
		. . . . .	1 : 3					



BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	HOEVEELHEID TER INLICHTING	
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6					
501070	511524	. .2. . .	Plantgat met een doorsnede van ten minste 0,40 m	st	54.00	N	
		. . .2. . .	Diepte: 0,40 m				
		. . . .1.1	Vrijgekomen grond naast het plantgat deponeren				
		. . . . .	Planten van sierplantsoen.				
		. . . . .	zie bestektekening 21026051_001 en bijlage;				
		. . . . .	plantlijst				
		. . . . .	planten in Argexkorrels,				
		3. . . . .	Sierplantsoen met kluit in container	st			54.00 L
		. . . . .	zie plantlijst				
		.1. . . . .	Perceel: horizontaal of met een talud flauwer dan				
		. . . . .	1 : 3				
		. .3. . . .	In plantplaatsen of plantstroken gemaakt bij				
		. . . . .	bestekpost 501060, beplanting aanvullen met				
		. . . . .	vrijgekomen grond/substraat uit 501060				
		. . .9. . .	Afstand tussen de rijen: 0,3 m				
		. . . .9. .	Afstand tussen de rijen: 0,3 m				
		. . . . .2	Plantverband willekeurig, tenzij anders				
		. . . . .	aangegeven op de plantlijst				
501080	511504	. . . . .	Maken plantsleuf.	m	12.60	N	
		. . . . .	haag planten volgens bestektekening 21020651_00				
		. . . . .	plantsleuven maken in Argexkorrels,				
		.1. . . . .	Perceel: horizontaal of met een talud flauwer dan				
		. . . . .	1 : 3				
		. .4. . . .	Breedte plantsleuf: 0,60 m				
		. . . .1.1	Vrijgekomen grond naast de plantsleuf deponeren				
501090	511527	. . . . .	Planten van haagplantsoen.	st	114.00	N	
		. . . . .	planten driehoeksverband				
		. . . . .	zie bestektekening 21026051_001				
		. . . . .	haag planten in Argexkorrels,				
		. . . . .	Plantmateriaal: Zie plantlijst	st			114.00 L
		.2. . . . .	2-rijig, totaal 9 st/m				
		. .2. . . .	In plantgaten of plantsleuven die bij bestekpost				
		. . . . .	501090 gerealiseerd zijn.				
		. . . . .1.	Aanvullen met naast het plantgat of plantsleuf				
		. . . . .	gedeponeerde grond /substaat dat vrijgekomen is				
		. . . . .	bij bestekpost 501080				
		. . . . .2	Overblijvende grond spreiden over het naastlig-				
		. . . . .	gende terrein				
501100	511525	. . . . .	Planten van kruidachtige gewassen.	st	83.00	N	
		. . . . .	planten volgens bestekstekening 21026051_001				





BESTEKS POST- NUMMER	CATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING		HOEVEELHEID TER INLICHTING	
	HOOFD- CODE	DEFICODE 1:2:3:4:5:6						
701020	530201	.....	het water van werkterrein 201010 naar de definitieve locatie, incl. bediening vaartuig.	st	1.00	V		
		9. ....	Aanbrengen drijflichaam. Aanbrengen van de drijvende staalconstructie met groenvoorzieningen op de definitieve locatie. Drijflichaam van staal, afmetingen ca. 5.02 bij 15.02m, diepgang 1.63m, drijfhoogte 0.50m t.o.v waterspiegel. Totale hoogte t.o.v. waterspiegel is nader te bepalen. Bevestigen d.m.v. bijbehorende koppelingen, aantal is afhankelijk na berekeningen van de constructeur. In principe wordt de constructie gekoppeld aan de drijvende wegen en drijvende woningen uitgaande van 4 koppelingen per bak					

Onderwijsverslag

### 3. BEPALINGEN

Onderwijsversie

HFD PAR ART LID

**01 ALGEMENE EN ADMINISTRatieve BEPALINGEN**

**01 01 ALGEMENE BEPALINGEN**

**01 01 01 VAN TOEPASSING ZIJNDE BEPALINGEN**

- 01 Op dit werk zijn van toepassing de Standaard RAW Bepalingen, zoals laatstelijk gewijzigd in mei 2008, hierna te noemen 'Standaard 2005', uitgegeven door de Stichting CROW.
- 02 De Standaard 2005 is tegen betaling van EUR 90,- verkrijgbaar bij de Stichting CROW. De 'Wijziging mei 2008' is tegen betaling van EUR 20,- ook afzonderlijk verkrijgbaar bij de Stichting CROW.  
Bestellingen schriftelijk aan postbus 37, 6710 BA Ede, per fax aan (0318) 621112 of via de shop op de CROW-website: [www.crow.nl](http://www.crow.nl).
- 03 In aanvulling op het bepaalde in artikel 01.01.01 lid 01 van de Standaard 2005, wordt de U.A.V. 1989 gewijzigd dan wel uitgebreid met het navolgende ter verkrijging van de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de Uitvoering van Technische Installatiewerken 1992 (U.A.V.T.I.):
- Wijziging van paragraaf 1 lid 1: bouwstoffen: de in het werk te brengen materialen, voorwerpen, onderdelen, installaties of onderdelen daarvan, grond van allerlei soort en dergelijke.
  - Uitbreiding met paragraaf 8a. Beproeving:
    1. Indien is overeengekomen dat een werk of een of meer onderdelen daarvan beproefd zullen worden, vindt beproeving plaats. De beproeving geschiedt door de aannemer in aanwezigheid van de directie en dient om vast te stellen of het werk, of het desbetreffende onderdeel daarvan, op het gebied bestreken door de beproeving, voldoet aan hetgeen is overeengekomen,



HFD PAR ART LID

voor zover dit op het tijdstip van de beproeving mogelijk is.

2. Aannemer en directie stellen in onderling overleg het tijdstip van beproeving vast.

Indien aannemer en directie niet komen tot gemeenschappelijke vaststelling van het tijdstip van beproeving, stelt de aannemer dit tijdstip vast en geeft van dit tijdstip ten minste acht dagen tevoren schriftelijk kennis aan de directie.

3. Ten behoeve van de beproeving stelt de aannemer voor zijn rekening het nodige materieel en het personeel voor de bediening daarvan beschikbaar.

De kosten van de voor de beproeving benodigde hoeveelheid water en energie zijn voor rekening van de opdrachtgever.

4. Zo spoedig mogelijk, doch uiterlijk binnen vijf dagen na de beproeving, stelt de aannemer een rapport op waarin het beproevingsresultaat is opgenomen, alsmede, indien zulks is overeengekomen, een meetstaat die de meetresultaten en andere relevante gegevens vermeldt.

Door de ondertekening van dit in tweevoud op te maken rapport door aannemer en directie staan de resultaten van de beproeving vast.

Indien de directie tijdens de beproeving niet aanwezig is geweest, staan de resultaten van de beproeving vast door de enkele vermelding daarvan in het rapport.

5. Indien op grond van de beproeving is vastgesteld dat het werk, op het gebied bestreken door de beproeving, niet voldoet aan hetgeen is overeengekomen, zal, nadat de aannemer de nodige verbeteringen heeft aangebracht, de beproeving worden herhaald.

Op deze herhaalde beproeving zijn de vorige leden van overeenkomstige toepassing, met dien verstande dat in

HFD PAR ART LID

dit geval de kosten van water en energie, benodigd voor de beproeving, voor rekening van de aannemer zijn.

6. Indien op grond van de beproeving is vastgesteld dat het werk, op het gebied bestreken door de beproeving, voldoet aan hetgeen is overeengekomen en het werk ook overigens is voltooid, vindt opnemning plaats zoals bedoeld in paragraaf 9.

- Uitbreiding van paragraaf 10. Oplevering, eerste lid:

Indien in het bestek is voorgeschreven dat de aannemer de opdrachtgever bedienings- en onderhoudsvorschriften zal verstrekken, overhandigt hij deze op het tijdstip van ingebruikneming van het werk, of van het desbetreffende onderdeel daarvan, dan wel uiterlijk op de dag waarop het werk als opgeleverd wordt beschouwd.

Indien in het bestek is voorgeschreven dat de aannemer de opdrachtgever revisietekeningen zal verstrekken, overhandigt hij deze uiterlijk drie maanden na de dag waarop het werk als opgeleverd wordt beschouwd.

- Wijziging van paragraaf 10. Oplevering, derde lid, tweede volzin:

De opdrachtgever gaat hiertoe niet over dan nadat hij dit schriftelijk aan de aannemer heeft medegedeeld, hem daarover heeft gehoord en een beproeving als bedoeld in paragraaf 8a van het in gebruik te nemen werk of onderdeel daarvan heeft plaatsgevonden.

- Uitbreiding van paragraaf 10. Oplevering, derde lid:

Indien in het bestek een onderhouds- of servicetermijn als bedoeld in paragraaf 11 is voorgeschreven, gaat de door de in dit lid bedoelde ingebruikneming de onderhouds- of servicetermijn in onmiddellijk na de dag van ingebruikneming.

- Wijziging van de paragrafen 11, 12, 13, 23, 40 en 43a: 'onderhoudstermijn' wijzigen in 'onderhouds- of servicetermijn'.

HFD PAR ART LID

**01 04 BETALINGSREGELINGEN: RISICOREGELING**

**01 04 02 LOONKOSTEN- EN BRANDSTOFFENBESTANDDELEN**

- 01 Op wijzigingen in de loonkosten- en brandstoffenbestanddelen en de kosten van bouwstofgroepen geschiedt geen verrekening; het bepaalde in artikel 01.04.02 van de Standaard 2005 is niet van toepassing.

**01 05 BETALINGSREGELINGEN: DECLARATIES**

**01 05 01 INDIENEN DECLARATIES**

- 01 01 De declaratie dient te worden gezonden aan de Directie ter goedkeuring  
L&J adviseurs  
T.a.v. Lennart Blok & Joachim Penterman  
Zuider Parallelweg 42  
6882 AG Velp (Gld)  
Op de declaratie dient te worden vermeld:  
Besteknummer en het bestelbiljetnummer.
- 02 Bij de declaratie dient een exemplaar van de in artikel 01.02.03 lid 01 (grootte van de betalingstermijn) van de Standaard 2005 bedoelde berekening van de betalingstermijn te worden gevoegd.
- 03 In aanvulling op artikel 01.02.03 lid 1 dient, binnen dertig dagen na schriftelijke goedkeuring van de directie, het afgesproken bedrag in rekening gebracht te worden
- 04 In aanvulling op artikel 01.02.03 lid 6 dient, binnen 4

HFD PAR ART LID

weken na de oplevering c.q. de onderhoudstermijn, de  
eindeclaratie door de directie ontvangen te zijn.

**01 07 ZEKERHEIDSTELLING**

**01 07 01 WAARDE EN VORM ZEKERHEIDSTELLING**

- 01 Het bepaalde in artikel 01.07.01 lid 02 van de Standaard 2005 is niet van toepassing.
- 02 De zekerheid als bedoeld in artikel 01.07.01 lid 01 van de Standaard 2005 moet bij de aanbesteder zijn binnengekomen binnen 7 dagen na de datum van het daartoe door of vanwege de aanbesteder gedane verzoek.
- 03 De bankgarantie dient te worden afgegeven aan de directie.

**01 08 BIJDRAGEN**

**01 08 01 BIJDRAGE RAW-SYSTEMATIEK**

- 01 Een 'bijdrage RAW-systematiek met specificatie', als bedoeld in artikel 01.08.01 van de Standaard 2005, wordt verlangd.

**01 10 VERGUNNINGEN**

**01 10 02 DOOR DE OPDRACHTGEVER TE VERZORGEN VERGUNNINGEN**

- 01 aanvulling van de in de standaard vermelde bepaling:

HFD PAR ART LID

De navolgende vergunningen worden door de opdrachtgever verzorgd:

- omgevingsvergunning
- transportvergunning
- werkvergunning
- watervergunning

De directie krijgt een kopie van de vergunningen / ontheffingen. Bij gunning van de opdracht zijn de benodigde vergunningen reeds verleent.

**01 13 Kwaliteitsplan, algemeen tijdschema, werkplan**

**01 13 06 Algemeen tijdschema**

- 01 Van de aannemer wordt een algemeen tijdschema, als bedoeld in paragraaf 26 van de U.A.V. 1989, verlangd.
- 02 In het algemeen tijdschema dient ook te worden aangegeven op welke werkdagen of gedeelten daarvan het werk zal stilliggen als gevolg van vakantie, roostervrije dagen, e.d
- 04 Eén drijvende constructie dient in 35 werkdagen gereed te zijn.

**01 13 08 Gedetailleerd werkplan**

- 01 Naast een algemeen tijdschema wordt van de aannemer een gedetailleerd werkplan, als bedoeld in paragraaf 26 lid 6 van de U.A.V. 1989, verlangd, omvattende:
  - een planning van de werkzaamheden in kalenderdagen
  - een voorstel tot inrichting van het werkterrein
  - een voorstel tot inzet van onderaannemers

HFD PAR ART LID

- een plan voor het omgaan met vrijkomende materialen, één en ander als omschreven in de Standaard 2005, artikel 01.17.05 lid 01.

**01 16 VERZEKERINGEN**

**06 16 03 C.A.R. VERZEKERING**

- 01 Onverminderd de wettelijke en contractuele aansprakelijkheid van de aannemer, verzekert de opdrachtgever het in het bestek omschreven werk volgens de voorwaarden van een constructie all-risks verzekering (C.A.R.), waarin als verzekerden worden aangemerkt de opdrachtgever, de bouwdirectie, de architect, de adviseur(s), de aannemer en de eventuele onderaannemers. De wettelijke aansprakelijkheid van genoemde verzekerden is in deze verzekering mede begrepen. Krachtens deze verzekering geldende risico's, alsmede andere niet door deze verzekering gedekte schade blijven ten laste van de verzekerde, die daarvoor in beginsel aansprakelijk is
- 02 Onverminderd de wettelijke en contractuele aansprakelijkheid van de aannemer dient deze, mede ten behoeve van de opdrachtgever en in iedere andere hoedanigheid waarin zij bij de bouw betrokken is, alsmede ten behoeve van de overige bij de bouw betrokken partijen, te verzekeren en verzekerd te houden gedurende de looptijd van het werk, de aansprakelijkheid van de aannemer, de opdrachtgever en de overige bij de bouw betrokken partijen, voor door derden geleden schade veroorzaakt door, voortvloeiend uit en/of verband houdende met de uitvoering van de in dit bestek omschreven werk en wel tot een bedrag van tenminste euro 500.000,- per gebeurtenis



HFD PAR ART LID

03 Onverminderd zijn wettelijke en contractuele aansprakelijkheid verzekert de aannemer hetgeen overigens ten behoeve van de uitvoering van het werk op of nabij de bouwplaats aanwezig is, zoals materieel, gereedschappen, hulpmateriaal hulpwerk, opstellen en tekeningen alsmede de goederen van hen die ten behoeve van de uitvoering van het werk op of nabij de bouwplaats aanwezig zijn, zoals kleding en voertuigen van de opdrachtgever, de bouwdirectie, de aannemer en onderaannemers en hun personeel, tegen het risico van brand, volgens de bepalingen gelijk of gelijkwaardig aan die van de Nederlandse Beurs Brandpolis, en tegen het risico van strom

**23 TECHNISCHE BEPALINGEN DRAINAGE**

**23 11 BEGRIPPEN**

**23 11 02 WATERINFILTRATIEKRATTEN**

01 Onder een waterinfiltratiekrat wordt verstaan een in de grond aangebrachte krat ten behoeve van de beheersing van de grondwaterstand die tevens kan dienen als opslagbuffer. Een waterinfiltratiekrat bestaat uit een constructie van kunststofkrat, omkleed met een geotextiel, die onderling aan elkaar gekoppeld zijn met de daarvoor bedoelde hulpstukken. inhoud: 95% wateropslag, 5% kunststofkrat.

zie bijlage voor productblad.

**23 11 03 WATERSHELLS**

HFD PAR ART LID

- 01 Onder een Watershell wordt verstaan een in de grond aangebracht infiltratieveld ten behoeve van de beheersing van de grondwaterstand die tevens kan dienen als opslagbuffer. Een Watershell bestaat uit een, in een daarvoor bestemde voet, geplaatste PVC-pijp, met een kunstofdeksel (Watershell). De PVC-pijp wordt gevuld met wapening en beton, over de kunstofdeksels wordt een betondek gestort. De constructie dient op een stabiele en stevige ondergrond geplaatst te worden. zie bijlage voor productblad.

**23 12 EISEN EN UITVOERING HORIZONTALE DRAINAGE**

**23 12 13 ONDERGROND WATERINFILTRATIEKRATTEN EN WATERSHELLS**

- 01 De ondergrond waarop de waterinfiltratiekragen en Watershells geplaatst worden dienen vrij te zijn van alles wat beschadigen aan de systemen kan veroorzaken.
- 02 De ondergrond waarop de waterinfiltratiekragen en Watershells geplaatst worden dient vlak afgewerkt te zijn.
- 03 De bij de uitvoering van het werk in de waterinfiltratiekragen en Watershells gekomen verontreinigingen verwijderen.

**23 17 MEET- EN VERREKENMETHODEN HORIZONTALE DRAINAGE**

**23 17 01 METING LENGTE DRAINREEKS**

HFD PAR ART LID

- 02 De oppervlakte van waterinfiltratiekratten en Watershells, worden bepaald door meting van de tekening, indien het niet mogelijk is de oppervlakte door meting van tekening vast te stellen, wordt er gemeten in het werk.

**43 TECHNISCHE BEPALINGEN STAALCONSTRUCTIES**

**43 02 EISEN EN UITVOERING STAALCONSTRUCTIES**

**43 02 01 LASVERBINDINGEN**

- 01 Alle lasverbindingen in staalconstructies, die niet meer van binnen toegankelijk zijn, luchtdicht uitvoeren.
- 02 Bij de controle van de in lid 01 bedoelde lasverbindingen mag de aan het begin van de beproeving aangebrachte beproevingsdruk van 0,02 MPa gedurende ten minste één uur niet afnemen.

**43 05 BIJBEHORENDE VERPLICHTINGEN STAALCONSTRUCTIES**

**43 05 06 AARDEN VAN STAALCONSTRUCTIES NA DE CONSTRUCTIE**

- 01 bepaling 430506 lid 01 is niet van toepassing bij het de drijvende bak, aangezien de drijvende constructie in het water geplaatst wordt.

**51 TECHNISCHE BEPALINGEN GROENVOORZIENINGEN**

HFD PAR ART LID

**51 01 BEGRIPPEN**

**51 01 01 ALGEMEEN**

- 01 te verstaan is onder: aanvullen met,  
aa. substraat: alternatief bodemmateriaal dat geschikt is  
als groeimedium voor planten.

**51 02 EISEN EN UITVOERING GROENVOORZIENINGEN**

**51 02 08 GRASZODEN**

- 01 wijziging; Graszoden binnen 24 uur na aanvoer verwerken

**51 02 16 BOOMPALEN EN BOOMBANDEN**

- 08 Het is niet toegestaan de boompalen machinaal in de grond  
aan te brengen.
- 09 De boompaal mag ondergronds maximaal een diepte van 0,55m  
t.o.v. maaiveld hebben. Dit houdt in dat er een minimale  
afstand van 0,10m gewaarborgt blijft tussen onderkant  
boompaal en bovenkant waterinfiltratiekrat.
- 10 De boompaal moet bovengronds een hoogte hebben van 0,65m  
t.o.v. maaiveld.

**51 03 02 KEURING TEELGROND, BODEMVERBETERAAR EN SUBSTRAAT**

- 01 Zo spoedig mogelijk nadat de aannemer daarover beschikt,

HFD PAR ART LID

doch uiterlijk drie weken voorafgaand aan de levering van teelgrond, bomenzand, bodemverbeteraar en/of substraat, verstrekt hij de directie in de artikel 51.07.04 bedoelde gegevens.

**51 04 RISICOVERDELING EN GARANTIES GROENVOORZIENINGEN**

**51 04 03 MONSTERNEMING EN KEURING GRONDSOORTEN / TYPEN**

01 aanvullen met substraat

Onderwijsversie

## INHOUDSOPGAVE

<b>DEEL 0. TOTSTANDKOMING VAN DE OVEREENKOMST</b>	<b>2</b>
0.01 AANBESTEDENDE DIENST	3
0.02 PROCEDURE	3
0.03 INLICHTINGEN	3
0.04 INSCHRIJVING	3
0.05 INSCHRIJVINGSSTAAT	7
0.06 AANBESTEDING	7
0.07 OPDRACHT	8
<b>DEEL 1. ALGEMEEN</b>	<b>10</b>
1.01 OPDRACHTGEVER	11
1.02 DIRECTIE	11
1.03 LOCATIE	11
1.04 ALGEMENE BESCHRIJVING	11
1.05 TIJDSBEPALING	11
1.06 ONDERHOUDSTERMIJN	12
<b>2.1. ALGEMENE GEGEVENS</b>	<b>13</b>
01 TEKENINGEN	14
02 PEILEN EN HOOFDAFMETINGEN	14
03 KWALITEITSBORGING	14
04 BIJLAGEN	14
<b>2.2. NADERE BESCHRIJVING</b>	<b>16</b>
1 VOORBEREIDING	19



2	INRICHTEN VAN AANLEGKADE	19
3	CONSTRUCTIE VAN HET DRIJVENDE SYSTEEM	20
302	TE WATER LATEN EN TRANSPORTEREN SYSTEEM	20
4	AANBRENGEN INVULLING BAK	21
401	INFILTRATIE	21
402	BEREGENINGSINSTALLATIE	24
403	GRONDWERKEN	25
5	AANBRENGEN GROEN	25
6	ONDERHOUD EN NAZORG	28
7	TRANSPORTEREN EN PLAATSEN SYSTEEM	29
<b>3.</b>	<b>BEPALINGEN</b>	<b>31</b>
01	ALGEMENE EN ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN	32
01 01	ALGEMENE BEPALINGEN	32
01 04	BETALINGSREGELINGEN: RISICOREGELING	35
01 05	BETALINGSREGELINGEN: DECLARATIES	35
01 07	ZEKERHEIDSTELLING	36
01 08	BIJDRAGEN	36
01 1	VERGUNNINGEN	36
01 13	KWALITEITSPLAN, ALGEMEEN TIJDSHEMA, WERKPLAN	37
01 16	VERZEKERINGEN	38
23	TECHNISCHE BEPALINGEN DRAINAGE	39
23 11	BEGRIPPEN	39
23 12	EISEN EN UITVOERING HORIZONTALE DRAINAGE	40
23 17	MEET- EN VERREKENMETHODEN HORIZONTALE DRAINAGE	40
43	TECHNISCHE BEPALINGEN STAALCONSTRUCTIES	41
43 02	EISEN EN UITVOERING STAALCONSTRUCTIES	41

---

43 05	BIJBEHORENDE VERPLICHTINGEN STAALCONSTRUCTIES	41
51	TECHNISCHE BEPALINGEN GROENVOORZIENINGEN	41
51 01	BEGRIPPEN	42
51 02	EISEN EN UITVOERING GROENVOORZIENINGEN	42
51 04	RISICOVERDELING EN GARANTIES GROENVOORZIENINGEN	43

Onderwijsversie

Behoort bij: Drijvend groen

INSCHRIJVINGSBILJET

De hierna te noemen inschrijver(s):

A) 1)

gevestigd te 2)

B) 1)

gevestigd te 2)

C) 1)

gevestigd te 2)

verklaart (verklaren) zich door ondertekening dezes bereid de  
uitvoering van 3)

aan te nemen voor een bedrag, de omzetbelasting daarin niet be-  
grepen, van: EUR 4)

(  
euro) 5)

Het bedrag van de terzake verschuldigde omzetbelasting bedraagt:  
EUR 6)

(  
euro) 7)

De inschrijver(s) verklaart (verklaren) dat de bij dit inschrijvingsbiljet gevoegde ontleding van de inschrijfsom die is, als bedoeld in artikel 01.01.02 van de Standaard RAW Bepalingen (Standaard 2005).

De inschrijvers wijzen als gemachtigde om hen voor alle zaken het werk betreffende te vertegenwoordigen aan, de hierboven onder A) genoemde inschrijver.

8)

De inschrijver(s) verklaart (verklaren) deze aanbieding te doen overeenkomstig de bepalingen van het Aanbestedingsreglement Werken 2004

9)

en met inachtneming van de bepalingen en gegevens zoals deze zijn omschreven in het bestek, de nota van inlichtingen en het proces-verbaal van aanwijzing.

Gedaan te de 20

De inschrijver(s),

A (handtekening)

B (handtekening)

C (handtekening)

- 1) Bij een natuurlijke persoon naam en voornamen voluit, bij een rechtspersoon de statutaire naam.
- 2) Bij een natuurlijke persoon de woonplaats, bij een rechtspersoon de vestigingsplaats, met volledig adres en zo nodig vermelding van de provincie en het land.

- 
- 3) Omschrijving overeenkomstig het hoofd van het bestek of andere bijzondere aanduiding van het bestek en mededeling van het perceel, de samengevoegde percelen of het geheel van de percelen.
  - 4) Inschrijvingsom in cijfers.
  - 5) Inschrijvingsom in letters.
  - 6) Bedrag van de omzetbelasting in cijfers.
  - 7) Bedrag van de omzetbelasting in letters.
  - 8) Deze aanwijzing is alleen van toepassing, indien de inschrijving door twee of meer inschrijvers gezamenlijk geschiedt.
  - 9) Gehanteerde aanbestedingsregeling

---

Behoort bij: Drijvend groen

Inschrijvingsstaat als bedoeld in artikel 01.01.03 van de  
Standaard RAW Bepalingen (Standaard 2005) behorende bij het  
inschrijvingsbiljet van de ondergetekende(n):

1)

Gevestigd te

2)

- 1) Bij een natuurlijke persoon naam en voornamen voluit, bij een rechtspersoon de statutaire naam.
- 2) Bij een natuurlijke persoon de woonplaats, bij een rechtspersoon de vestigingplaats, met volledig adres en zonodig vermelding van de provincie en het land.



BESTEKS POST- NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
1 101010	<b>VOORBEREIDING</b> Nemen monster uit oppervlaktewater.	st	2.00	V	
2 201010	<b>INRICHTEN VAN AANLEGKADE</b> Ter beschikking stellen werkterrein/aanlegkade	EUR		N	
3 301010 301020 301030	<b>CONSTRUCTIE VAN HET DRIJVENDE SYSTEEM</b> Uitvoeren ontwerpwerkzaamheden staalconstructies. Maken en samenstellen staalconstructies. Verduurzamen van de stalen constructie	EUR st st		N V V	
302 302010	<b>TE WATER LATEN EN TRANSPORTEREN SYSTEEM</b> Inzetten van Sleep/duw vaartuig met bemanning	EUR		N	
4	<b>AANBRENGEN INVULLING BAK</b>				
401 401010 401020 401030 401040 401050 401060 401070 401080 401090 401110 401120	<b>INFILTRATIE</b> Aanbrengen waterinfiltratiekratten Aanbrengen kunststof cassettes, Watershells. Aanbrengen gepuntlaste wapeningsnetten. Aanbrengen betonstaal met kenmiddellijn 10 mm. Aanbrengen XPE-plaat. Aanbrengen beton druklaag. Aanbrengen inspectiemogelijkheid. Toepassen bekisting sparing. Maken sparing in cassette. Aanbrengen putrand met deksel. Aanbrengen kunststofinlage.	st st kg kg m2 m3 st st m2 st m2	130.00 50.00 112.30 35.98 5.60 2.21 1.00 1.00 0.24 1.00 155.28	V V V V V V V V V V V	
402 402010	<b>BEREGENINGSINSTALLATIE</b> Leveren en installeren beregeningsinstallatie	st	1.00	V	
403 403010	<b>GRONDWERKEN</b> Substraat verwerken in grondlichaam / bak	m3	40.95	V	
5 501010 501020 501040 501050 501060 501070 501080	<b>AANBRENGEN GROEN</b> Lossen en zo nodig inkuilen plantmateriaal. Maken plantgat t.b.v. van te planten bomen Aanbrengen boompalen en boombanden. Planten van bomen in drijvende staalconstructie. Maken plantgaten t.b.v. sierplantsoen Planten van sierplantsoen. Maken plantsleuf t.b.v. het planten van hagen	st st st st st st m	116.00 2.00 6.00 2.00 54.00 54.00 12.60	V N N N N N N	

BESTEKS POST- NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
501090	Planten van hagen.	st	114.00	N	
501100	Planten van kruidachtige gewassen.	st	83.00	N	
501110	Egaliseren van terrein t.b.v. leggen graszoden	are	0.28	N	
501120	Aanbrengen rolzoden t.b.v van gazon	m2	28.00	N	
6	<b>ONDERHOUD EN NAZORG</b>				
601010	In gebruikstellen van beregening	are	0.75	V	
601020	Inboeten bomen (nazorg).	EUR		N	
601030	Inboeten sierplantsoen(nazorg).	EUR		N	
601040	Inboeten haagplantsoen (nazorg).	EUR		N	
601050	Inboeten kruidachtige gewassen (nazorg).	EUR		N	
601060	Herstellen van rolzonden (nazorg).	EUR		N	
7	<b>TRANSPORTEREN EN PLAATSEN SYSTEEM</b>				
701010	Inzetten van sleep/duw vaartuig incl bediening	EUR		N	
701020	Aanbrengen / afmeren drijflichaam	st	1.00	V	
	<b>SUBTOTAAL</b>				

BESTEKS POST- NUMMER	OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVeelHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
	<b>TRANSPORT SUBTOTAAL</b>				
9	<b>STAARTPOSTEN</b>				
91	<b>EENMALIGE KOSTEN</b>				
910010	..... EUR .....				
910020	..... EUR .....				
910030	..... EUR .....				
910040	..... EUR .....				
910050	..... EUR .....				
918880	Overige eenmalige kosten ..... ..... EUR .....				
919990	Totaal eenmalige kosten EUR .....	EUR		N	
929990	Uitvoeringskosten	EUR		N	
939990	Algemene kosten	EUR		N	
949990	Winst en risico	EUR		N	
	<b>Aannemingssom, de omzetbelasting niet inbegrepen</b>	EUR			
	Gedaan te				
	De 20..				
	De inschrijver(s),				

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	hoeveelheid	eenheid	TOTAAL	EENHEIDSPRIJS	eenheid
1	<b>VOORBEREIDING</b>					
101010	Nemen monster uit proceswater.	4.00	st	€ 1,535.00	€	1,535.00 st
2	<b>INRICHTEN VAN AANLEGGKADE</b>					
201010	Ter beschikking stellen werkterrein/aanleg kade	1.00	st	€ 7,500.00	€	7,500.00
3	<b>CONSTRUCTIE VAN HET DRIUVENDE SYSTEEM</b>					
301010	Berekeningen en tekeningen t.b.v. staalconstructie	1.00	EUR			
301020	Maken en samenstellen staalconstructies.	1.00	st	€ 73,700.00	€	73,700.00 st
301030	Verduurzamen van de stalen constructie					
302	<b>TE WATER LATEN EN TRANSPORTEREN SYSTEEM</b>					
302010	Sleep/duw vaartuig	1.00	st	€ 69.06	€	69.06 st
4	<b>AANBRENGEN INVULLING BAK</b>					
401	<b>INFILTRATIE</b>	14.99				
401010	Aanbrengen infiltratiekratten, waterinfiltratiekratten	130.00	m2	€ 7,547.93	€	58.06 m2
401020	Aanbrengen kunststof cassettes.	50.00	m2	€ 362.01	€	7.24 m2
401030	Aanbrengen gepuntlaste wapeningsnetten.	112.30	kg	€ 176.50	€	1.57 kg
401040	Aanbrengen betonstaal met kenmerklijn 10 mm.	35.98	kg	€ 117.11	€	3.25 kg
401050	Aanbrengen XPE-plaat.	5.00	m2	€ 70.00	€	14.00 m2
401060	Aanbrengen beton druklaag.	2.21	m3	€ 456.31	€	206.48 m3
401070	Aanbrengen inspectiemogelijkheid.					
401080	Toepassen bekisting sparing.	1.00	st	€ 39.70	€	39.70 st
401090	Maken sparing in cassette.	1.00	st	€ 36.25	€	36.25 st
401110	Aanbrengen puttrand met dekseel.	1.00	st	€ 506.00	€	506.00 st
401120	aanbrengen geotextiel	155.00	m2	€ 773.97	€	4.99 m2
				€ 86.65	€	17.33
402	<b>BEREGENINGSINSTALLATIE</b>					
402010	Leveren en installeren beregeningsinstallatie	1.00	st	€ 713.68	€	713.68 m
				€ 87.62	€	2.96 m
				€ 6.66	€	1.85 m
				€ 30.36	€	1.32 st
				€ 437.36	€	54.67 st
				€ 2,230.34	€	2,230.34 st
				€ 500.00	€	500.00 st
403	<b>GRONDWERKEN</b>					
403010	substraat verwerken in grondlichaam / bak	40.95	m3	€ 3,291.09	€	80.37 m3
5	<b>AANBRENGEN GROEN</b>					
501010	Lossen en zo nodig inkuilen plantmateriaal.	1.00	EUR	€ 35.00	€	35.00 EUR
501020	Maken plantgat t.b.v. van te planten bomen	2.00	st	€ 8.74	€	4.37 st
501040	Aanbrengen boompalen en boombanden.	6.00	st	€ 59.94	€	9.99 st
501050	Planten van bomen in drijvende staalconstructie.	2.00	st	€ 156.09	€	78.04 st
501060	Maken plantgaten t.b.v. sierplantsoen	50.00	st	€ 104.73	€	2.09 st
501070	Planten van sierplantsoen.	50.00	st	€ 325.82	€	6.52 st
501080	Maken plantsleuf t.b.v. het planten van hagen	114.00	st	€ 238.78	€	2.09 st
501090	Planten van hagen.	114.00	st	€ 239.12	€	2.10 st
501100	Planten van kruiddachtige gewassen.	93.00	st	€ 109.45	€	1.18 st
501110	Egaliseren van terrein t.b.v. leggen graszoden	28.00	m2	€ 140.00	€	5.00 m2
501120	Aanbrengen rolzoden t.b.v. van gazon	28.00	m2	€ 96.32	€	3.44 m2
6	<b>ONDERHOUD EN NAZORG</b>					
601010	In gebruikstellen van beregening	0.75	are	€ 8.75	€	11.67 are
601020	Inboeten bomen (nazorg).					
601030	Inboeten sierplantsoen (nazorg).					
601040	Inboeten haagplantsoen (nazorg).					
601050	Inboeten kruiddachtige gewassen (nazorg).					
601060	Herstellen van rolzoden (nazorg).					
6	<b>TRANSPORTEREN EN PLAATSEN SYSTEEM</b>					
601010	Gebruik van sleep/duw vaartuig t.b.v. transporteren	1.00	st	€ 138.18	€	138.18 st
601020	Aanbrengen / afmeren drijflichaam	1.00	st	€ 70.00	€	70.00 st

## Bijlage 7.2 Begroting

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	hoeveelheid		ARBEID				MACHINES					
		eenheid		cap./uur	tijdsduur	tarief	kosten	soort	cap./uur	tijdsduur	tarief	kosten	
1	<b>VOORBEREIDING</b>												
101010	Nemen monster uit proceswater.	4.00	st	4.00	1.00	€ 35.00	€ 35.00	laboratorium	n.v.t	1.00	€ 1,500.00	€ 1,500.00	
2	<b>INRICHTEN VAN AANLEGKADE</b>												
201010	Ter beschikking stellen werkkerrein/aanleg kade	1.00	st										
3	<b>CONSTRUCTIE VAN HET DRIJVENDE SYSTEEM</b>												
301010	Berekeningen en tekeningen t.b.v. staalconstructie	1.00	EUR		24.00	€ 60.00	€ 1,440.00						
301020	Maken en samenstellen staalconstructies.	1.00	st		360.00	€ 35.00	€ 12,600.00						
301030	Verduurzamen van de stalen constructie												
302	<b>TE WATER LATEN EN TRANSPORTEREN SYSTEEM</b>												
302010	Sleep/duw vaartuig	1.00	st					sleepboot incl. bediening	onb.	1.00	€ 69.06	€ 69.06	€ -
4	<b>AANBRENGEN INVULLING BAK</b>	14.99											
401	<b>INFILTRATIE</b>												
401010	Aanbrengen infiltratiekratten, waterinfiltratiekratten	130.00	m2	20.09	6.47	€ 35.00	€ 226.48	cirkelzaag	1.00	3.00	€ 1.25	€ 3.75	
401020	Aanbrengen kunststof cassettes.	50.00	m2	16.39	3.05	€ 35.00	€ 106.77						
401030	Aanbrengen gepuntlaste wapeningsnetten.	112.30	kg	112.30	1.00	€ 35.00	€ 35.00						
401040	Aanbrengen betonstaal met kenmiddellijn 10 mm.	35.98	kg	14.99	2.40	€ 35.00	€ 84.01						
401050	Aanbrengen XPE-plaat.	5.00	m2	2.50	2.00	€ 35.00	€ 70.00						
401060	Aanbrengen beton druklaag.	2.21	m3	2.00	1.11	€ 35.00	€ 38.68	betonpomp, en trinaald	eenmalig	1.00	€ 400.50	€ 400.50	
401070	Aanbrengen inspectiemogelijkheid.												
401080	Toepassen bekisting sparing.	1.00	st	1.00	1.00	€ 35.00	€ 35.00						
401090	Maken sparing in cassette.	1.00	st	1.00	1.00	€ 35.00	€ 35.00	cirkelzaag	1.00	1.00	€ 1.25	€ 1.25	
401110	Aanbrengen putrand met deksel.	1.00	st	1.00	1.00	€ 35.00	€ 35.00						
401120	aanbrengen geotextiel	155.00	m2	33.60	4.61	€ 70.00	€ 322.92						
402	<b>BEREGENINGSINSTALLATIE</b>												
402010	Leveren en installeren beregeningsinstallatie	1.00	st		20.00	€ 35.00	€ 700.00						
403	<b>GRONDWERKEN</b>												
403010	substraat verwerken in grondlichaam / bak	40.95	m3	95.00	0.43	€ 35.00	€ 15.09						
5	<b>AANBRENGEN GROEN</b>												
501010	Lossen en zo nodig inkuilen plantmateriaal.	1.00	EUR	1.00	1.00	€ 35.00	€ 35.00						€ -
501020	Maken plantgat t.b.v. van te planten bomen	2.00	st	8.01	0.25	€ 35.00	€ 8.74						€ -
501040	Aanbrengen boompalen en boombanden.	6.00	st	7.63	0.79	€ 35.00	€ 27.54						€ -
501050	Planten van bomen in drijvende staalconstructie.	2.00	st	11.50	0.17	€ 35.00	€ 6.09						€ -
501060	Maken plantgaten t.b.v. sierplantsoen	50.00	st	16.71	2.99	€ 35.00	€ 104.73						€ -
501070	Planten van sierplantsoen.	50.00	st	23.38	2.14	€ 35.00	€ 74.87						€ -
501080	Maken plantsleuf t.b.v. het planten van hagen	114.00	st	16.71	6.82	€ 35.00	€ 238.78						€ -
501090	Planten van hagen.	114.00	st	23.88	4.77	€ 35.00	€ 167.12						€ -
501100	Planten van kruidachtige gewassen.	93.00	st	82.00	1.13	€ 35.00	€ 39.70						€ -
501110	Egaliseren van terrein t.b.v. leggen graszoden	28.00	m2	7.00	4.00	€ 35.00	€ 140.00						€ -
501120	Aanbrengen rolzoden t.b.v. van gazon	28.00	m2	18.37	1.52	€ 35.00	€ 53.35	handwals	onb.	0.25	€ 5.00	€ 1.25	
6	<b>ONDERHOUD EN NAZORG</b>												
601010	In gebruikstellen van beregening	0.75	are		0.25	€ 35.00	€ 8.75						€ -
601020	Inboeten bomen (nazorg).		EUR										
601030	Inboeten sierplantsoen (nazorg).		EUR										
601040	Inboeten haagplantsoen (nazorg).		EUR										
601050	Inboeten kruidachtige gewassen (nazorg).		EUR										
601060	Herstellen van rolzoden (nazorg).		EUR										
6	<b>TRANSPORTEREN EN PLAATSEN SYSTEEM</b>												
601010	Gebruik van sleep/duw vaartuig t.b.v. transporteren	1.00	st					sleepboot incl. bediening	onb.	2.00	€ 69.09	€ 138.18	€ -
601020	Aanbrengen / afmeren drijflichaam	1.00	st	0.50	2.00	€ 35.00	€ 70.00						€ -

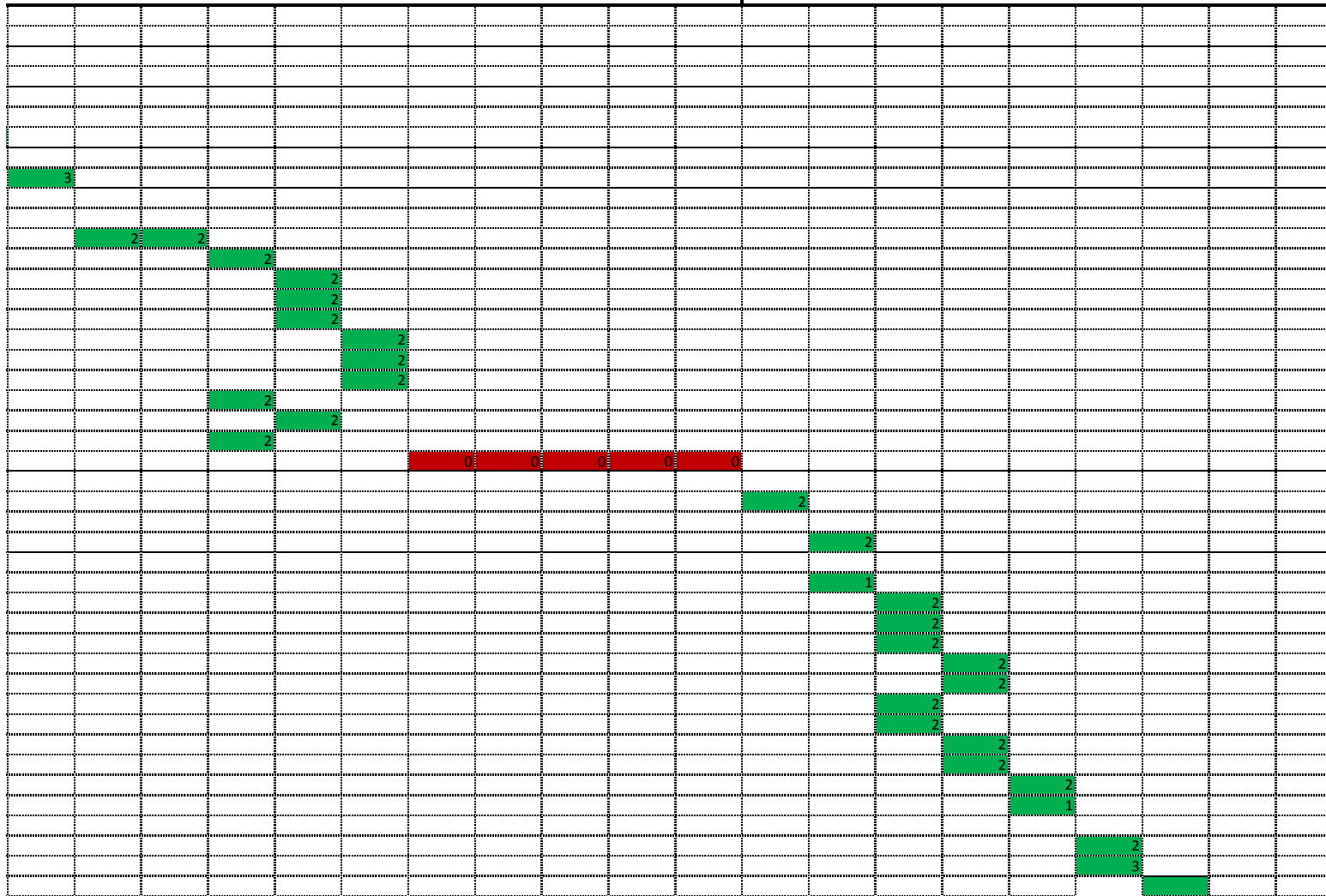
MATERIAAL					TOTAAL	EENHEIDSPRIJS	
soort	hoev.	eenheid	pr./eenh.	kosten		eenheid	
				€ -	€ 1,535.00	€ 1,535.00	st
					€ 7,500.00	€ 7,500.00	
Staal plaat 12mm, incl. liggers, en lasmateriaal	235.00	m2	€ 260.00	€ 61,100.00	€ 73,700.00	€ 73,700.00	st
				€ -	€ 69.06	€ 69.06	st
waterinfiltratiekragen incl. verbindingen en doek	130.00	st	€ 56.29	€ 7,317.70	€ 7,547.93	€ 58.06	m2
Watershells	12.00	m2	€ 21.27	€ 255.24	€ 362.01	€ 7.24	m2
Wapeningsnetten	112.30	kg	€ 1.26	€ 141.50	€ 176.50	€ 1.57	kg
betonstaal 6mm, 66 palen, 3 staven van 0,79m per paal	35.98	kg	€ 0.92	€ 33.10	€ 117.11	€ 3.25	kg
XPE-plaat	5.00	m2	XXX		€ 70.00	€ 14.00	m2
beton c28/35	1.44	m3	€ 11.90	€ 17.14	€ 456.31	€ 206.48	m3
bekistingsmateriaal	1.00	EUR	€ 4.70	€ 4.70	€ 39.70	€ 39.70	st
putrand met deksel	1.00	st	€ 471.00	€ 471.00	€ 36.25	€ 36.25	st
Geotextiel	155.00	m2	€ 2.91	€ 451.05	€ 506.00	€ 506.00	st
Lijm voor geotextiel	5.00	kg	€ 17.33	€ 86.65	€ 773.97	€ 4.99	m2
					€ 86.65	€ 17.33	
leidingen 50mm	5.2	m	€ 2.63	€ 13.68	€ 713.68	€ 713.68	m
leidingen 40mm	29.6	m	€ 2.96	€ 87.62	€ 87.62	€ 2.96	m
leidingen 32mm	3.6	m	€ 1.85	€ 6.66	€ 6.66	€ 1.85	m
koppelingen	23	st	€ 1.32	€ 30.36	€ 30.36	€ 1.32	st
sproeiërs	8	st	€ 54.67	€ 437.36	€ 437.36	€ 54.67	st
pompsysteem en installatie in verbinding met beregening	1	st	€ 2,230.34	€ 2,230.34	€ 2,230.34	€ 2,230.34	st
overige materiaal	1	st	€ 500.00	€ 500.00	€ 500.00	€ 500.00	st
substraat, Argexkorrels	40.95	m3	€ 80.00	€ 3,276.00	€ 3,291.09	€ 80.37	m3
					€ 35.00	€ 35.00	EUR
					€ 8.74	€ 4.37	st
boompalen en boomband	6.00	st	€ 5.40	€ 32.40	€ 59.94	€ 9.99	st
boom, Koelreuteria paniculata	2.00	st	€ 75.00	€ 150.00	€ 156.09	€ 78.04	st
sierheesters, zie plantlijst	1.00	EUR	€ 250.95	€ 250.95	€ 104.73	€ 2.09	st
					€ 325.82	€ 6.52	st
					€ 238.78	€ 2.09	st
haagplantsoen, carpinus betulus	144.00	st	€ 0.50	€ 72.00	€ 239.12	€ 2.10	st
kruidachtige diverse kruidachtige zie plantlijst	1.00	EUR	€ 69.75	€ 69.75	€ 109.45	€ 1.18	st
					€ 140.00	€ 5.00	m2
Graszoden	28.00	m2	€ 1.49	€ 41.72	€ 96.32	€ 3.44	m2
					€ 8.75	€ 11.67	are
					€ 138.18	€ 138.18	st
					€ 70.00	€ 70.00	st

BESTEK POST NUMMER	OMSCHRIJVING	hoeveelheid
1	VOORBEREIDING	
	<b>Subtotaal</b>	<b>€ 102,004.49</b>
91	<b>EENMALIGE KOSTEN</b>	
919990	TOTAAL EENMALIGE KOSTEN	€ 1,500.00
	<b>subtotaal</b>	€ 103,504.49
929990	Uitvoeringskosten 6%	€ 6,210.27
939990	Algemene kosten 7%	€ 7,245.31
949990	Winst en risico 3%	€ 3,105.13
96	<b>BIJDAGEN</b>	
960010	Bijdrage RAW-systematiek (0,15%)	€ 155.26
	afrondding	€ 20.46
	<b>TOTALE BEGROTING EXCL. B.T.W.</b>	<b>€ 120,200.00</b>
	totale begroting incl. b.t.w.	€ 143,038.00





dag 18 dag 19 dag 20 dag 21 dag 22 dag 23 dag 24 dag 25 dag 26 dag 27 dag 28 dag 29 dag 30 dag 31 dag 32 dag 33 dag 34 dag 35 dag 36 dag 37



## Bijlage 7.4 Financiële planning

werknummer	OMSCHRIJVING	totale kosten uit bestek	
1+2	VOORBEREIDING	€	9,035.00
3	CONSTRUCTIE VAN HET DRIJVENDE SYSTEEM	€	73,769.06
4+5	AANBRENGEN INVULLING BAK EN AANBRENGEN GROEN	€	18,992.25
7	TRANSPORTEREN EN PLAATSEN SYSTEEM	€	208.18
<b>subtotaal</b>		€	<b>102,004.49</b>
<b>EENMALIGE KOSTEN</b>			
TOTAAL EENMALIGE KOSTEN		€	1,500.00
<b>subtotaal</b>		€	103,504.49
Uitvoeringskosten 6%		€	6,210.27
Algemene kosten 7%		€	7,245.31
Winst en risico 3%		€	3,105.13
<b>BIJDRAGEN</b>			
Bijdrage RAW-systematiek (0,15%)		€	155.26
afrondding		€	20.46
<b>TOTALE BEGROTING EXCL. B.T.W.</b>		€	<b>120,200.00</b>
		€	-

aanbetaling		oplevering
€	25,000.00	
	€ 50,000.00	
	€ 22,600.00	
		€ 22,600.00

## Bijlage 7.5 Plantlijst

Plantlijst								plantafstand		verband
	code	soort	type	varieteit	maat	kwaliteit	kluit	min	max	
<b>boom</b>		Koelreuteria	paniculata		14-16		draad	cm	cm	
<b>haag</b>		Carpinus	betulus		60-80	3X verpl	wortel	25	25	2 rijig driehoeks
<b>heester</b>	A	Seringa	vulgaris		80-100			60	80	willekeurig
	B	Rhododendron	catawbiense		C5			60	80	willekeurig
	C	Viburnum	tinus	"Eve Prince"	60-80			40	50	willekeurig
	D	Hydrangea	quercifolia		C3			40	50	willekeurig
	E	Buddleja	davidii	"Black Knight"	C3			60	80	willekeurig
	F	Photinia	fraseri	"Red Robin"	80-100			60	80	willekeurig
	G	Hedera	colchica	"dentata"	C2			40	50	willekeurig
	H	Viburnum	bodnanthense	"Dawn"	80-100			60	80	willekeurig
<b>vaste plant</b>	1	Anemone	huppehensis		P9			20	30	willekeurig
	2	Guara	lindheimeri		P9			20	30	willekeurig
	3	Alchemilla	mollis		P9			20	30	willekeurig
	4	Aster	ageratoides	"Stardust"	P9			20	30	willekeurig
	5	Luzula	sylvatica		P11			20	30	willekeurig
	6	Heuchera	micranta	"Palace Purple"	P9			20	30	willekeurig
	7	Geranium	macrorrhizum		P9			20	30	willekeurig
	8	Hosta	elegans		P9			30	40	willekeurig
	9	Miscanthus	sinensis	"Gracillimus"	P11			20	30	willekeurig
	10	Bergenia	cordifolia		P9			20	30	willekeurig
	11	Lavandula	Hidcote		P9			30	40	willekeurig

De gebruikte soorten zijn een indicatie van de mogelijkheden, indien het project een definitieve locatie heeft zal er vastgehouden moeten worden aan het t.p.v.e en de wensen / eisen van de betreffende locatie



The advertisement features a background of water with bubbles. On the left, the AZURA logo is displayed with the tagline 'sinds 1967 met water'. The main title 'AZURA Infiltratie-unit' is prominently shown, followed by the subtitle 'Bodemwater in balans'. A central image shows a blue, perforated infiltration unit with a brown top and bottom flange. To the right of the unit, two columns of bullet points list the product's properties and benefits. The Wavin logo is located in the bottom right corner.

**AZURA**  
sinds 1967 met water

# AZURA Infiltratie-unit

## Bodemwater in balans

**Eigenschappen en voordelen**

- Grondstof: gerecycleerd PP.
- Bestand tegen grote verticale belasting: 10 ton/m<sup>2</sup>.
- Afmetingen: 500 x 1000 x 400 mm (b x l x h).

- Bruto inhoud 300 liter.
- Grote bergingsruimte door hoog percentage holle ruimte (96%).
- Lek als een mandje: 43% van de wanden is open op elke unit mogelijk; eenvoudig aan te sluiten met speciale inlaat.
- Regenwaterbuffers gemakkelijk en modulair op te bouwen.
- Bijpassende stapelpennen en verbindingsclips.
- Overstortmogelijkheid aanwezig.
- Kan fungeren als waterafvoerende laag.
- Verticaal en horizontaal transport van water.
- Stimulans van aerobe zuivering van regenwater.
- Toepasbaar in gebieden met hoge grondwaterstand.
- Toepasbaar voor vertraagde afvoer.

**WAVIN**



### Installatie

Bij installatie moet rekening worden gehouden met:

- Sleufbodem horizontaal en vlak.
- Alleen met pilaren rechtstandig installeren van de infiltratie-unit.
- Een minimale dekking van 40 cm zonder verkeersbelasting en 80 cm met verkeersbelasting.
- Horizontaal units verbinden met daartoe speciaal ontworpen clips.

Vertikaal units verbinden met stapelpen.

- Rondom de infiltratie-unit (minimaal 30 cm) dient zand aanwezig te zijn dat voldoet aan de eisen voor dreinerzand, zoals vermeld in art. 22.06.02 van de Standaard RAW bepaling 1995.
- Normaal verdichten als zijnde een buis (per 30 cm verdichten).
- Het aanbrengen van de inlaten volgens het advies van Wavin.



stapelpen



verbindingscip

- Een eventuele overortvoorziening volgens het advies van Wavin.
- Voldoende ontluuchting van de infiltratie-voorziening
- Toepassing geotextiel volgens het advies van Wavin
- Het vastlijmen van het geotextiel met een lijmlustool volgens voorschrift van Wavin.



Toepassen op:  
• Geotextiel  
• PP PE HF 100  
• Zandvangput  
met filterschroefjes  
• Bliescheider.

### Bestekteksten

#### Azura Infiltratie-unit

Azura infiltratie-unit. Afmetingen 500 x 1000 x 400 mm. Opgebouwd uit waterdoorlatende wanden en kolommen. Percentage holle ruimte 95%. Perforatie wanden 43%.

#### Geotextiel PP PE HF 100

Polyethyleen kunststoflief, treksterkte min. 35kN/m<sup>2</sup> in beide richtingen, zanddichtheid 090 van max. 230msj, waterdoorlatendheid van min. 40l/m<sup>2</sup>/h.



**B.V. Wavin-KLS**  
Kunststof Leiding Systemen  
J.C. Kolleraan 8  
7729 SQ HARCHEBERG  
Postbus 5

7770 AA HARCHEBERG  
Telefoon 0523-288165  
Telefax 0523-288548  
Internet www.wavin.nl  
E-mail info@wavin.nl

**District Noord/Oost**  
Telefoon 0523-288458  
Telefax 0523-288228

**Filiaal Hardenberg**  
Handelsstraat 11a  
7729 TS HARCHEBERG

**Filiaal Zwolle**  
Industrieterrein Voorst-C  
Tweerweg 12  
8045 PZ ZWOLLE

**Filiaal Oosterhout**  
bij Eilat 380J  
Bedrijvenpark de Pleigraaf  
Rondeweg 1  
6079 AS OOSTERHOUT

**Filiaal Hoogeveen**  
Stevensstraat 41  
7903 AS HOOGVEEN  
Tel. 0528 - 22 35 75

**District Noord/West**  
Telefoon 020-4626010  
Telefax 020-4939888

**Filiaal Amsterdam**  
Industrieterrein Amstel  
W. Fensengestraat 2  
1096 BN AMSTERDAM

**Filiaal Utrecht**  
Industrieterrein de Liesbosch  
Raveswade 162  
3439 LD NIEUWEGEIN

**Filiaal Almere**  
Industrieterrein de Vaart  
Hofweg 24  
1302 AP ALMERE

**Filiaal Veldhoven**  
Hanspouwerweg 21  
2741 KG Veldhoven  
Tel. 0182 - 65 32 65

**District Zuid**  
Telefoon 010-9464647  
Telefax 010-4629366

**Filiaal Rotterdam**  
Bedrijvenpark Noord-West  
Varesweg 120  
3047 AV ROTTERDAM  
Postbus 11119  
3004 EG ROTTERDAM

**Filiaal 's-Hertogenbosch**  
Tredspak de Heren  
Arikslaan 11  
5232 BD 's-HERTOGENBOSCH

**Filiaal Breda**  
Industrieterrein Molensind  
Heusing 18  
4817 ZB BREDA

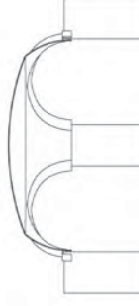
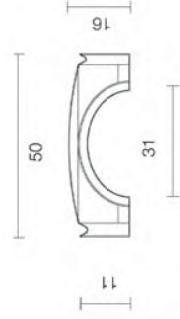
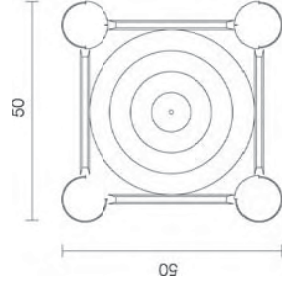
**Filiaal Leidschendam**  
Industrieterrein Forpark  
Lagel 9  
2267 DZ LEIDSCHENDAM


**Filiaal Tilburg**  
Sondervenstraat 27  
5048 AV TILBURG  
Tel. 013 - 69 85 939




**Productoverzicht**

# Watershell Atlantis

**16a**

**Watershell Atlantis 16a**

	B cm	L cm	h cm	H cm	gewicht kg/stuk	betonhoeveelheid m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	netto inhoud m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	
	50 x 50	31	11	16	1,500	0,034	0,105	
Pallet 110 x 110 cm								
hoogte max m		gewicht kg	aantal stuk	oppervlakte m <sup>2</sup>	Toepassingsgebied			
2,50		460	300	75	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infiltratie/waterberging</li> <li>Booringreepplaats</li> <li>Ophoging</li> </ul>			


**Watershell Atlantis kolomvoet**

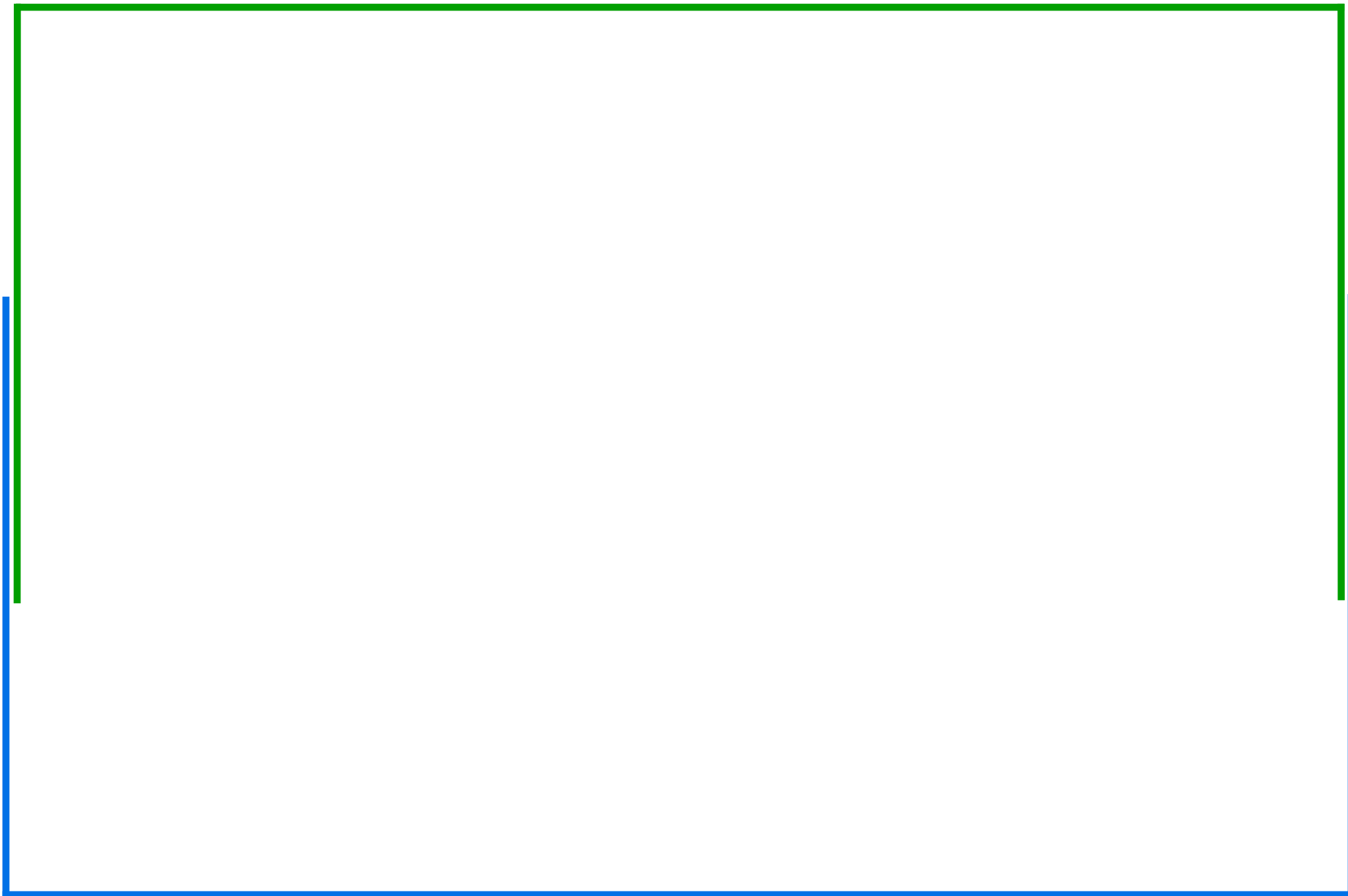
	binnendiameter cm	buitendiameter cm	dikte mm	gewicht kg/stuk	De kolomvoet wordt gebruikt om de kolommen van het Watershell Atlantis systeem in aan te brengen. De kolomvoet geeft stabiliteit bij het stellen van het systeem en voorkomt het wegstromen van beton uit de kolommen. Via ontluchtingsleuven in de voet wordt een goede vulling van de kolommen gerealiseerd.		
	11	18	2,0	0,11			

**Watershell Atlantis kolom**

	hoogte cm	diameter mm	wanddikte mm	gewicht kg	betonhoeveelheid m <sup>3</sup> /m <sup>l</sup>	aantal per flat stuk
	50	110	1,8	0,5	0,0045	86
	100	110	1,8	1	0,0090	86
	150	110	1,8	1,5	0,0135	86

**Watershell Atlantis systeem**

	hoogte cm	kolomhoogte cm	zaag lengte kolom cm	betonhoeveelheid m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	netto inhoud m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
	75	59	58	0,055	0,673
	100	84	83	0,064	0,913
	125	109	108	0,073	1,154
	150	134	133	0,082	1,394
	175	159	158	0,091	1,635
	196 (maximum)	180	179	0,099	1,837



**Bijlage 7.7 Uitvoeringstekening 21026051\_001**

