

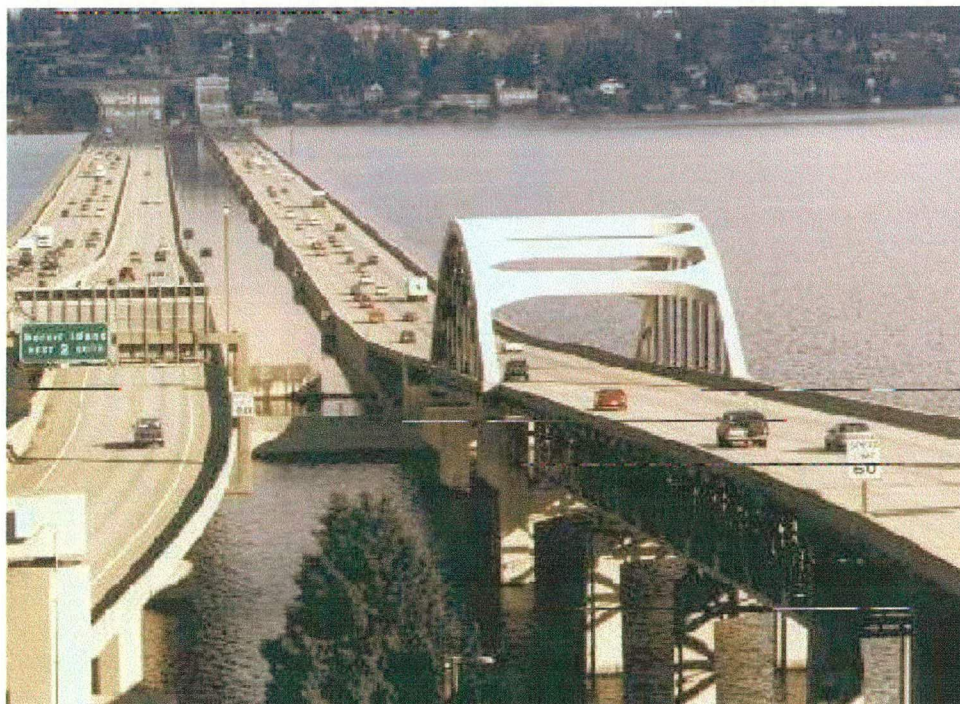


# De Nieuwe Waterweg

Pilotproject Wegen naar de Toekomst

Thema Flexibele Infrastructuur

## Eindrapport Voorstudiefase



# De Nieuwe Waterweg

Pilotproject Wegen naar de Toekomst

Thema Flexibele Infrastructuur

## Eindrapport Voorstudiefase

Vastgesteld:

Paraaf:

Datum:

Projectleider

*D. Zijlstra*

*28/7/2000*

**Opgesteld door projectteam:**

Projectleider

*D. Zijlstra*

Bouwdienst RWS

Plaatsvervangend projectleider

*D. Nuijens*

Bouwdienst RWS

Ontwerpers

*A.J.C. van Aart*

Bouwdienst RWS

*E. v.d. Waals*

Bouwdienst RWS

*E.K. Suister*

Bouwdienst RWS

Milieu/Ecologie

*A.S. Barneveld*

Dienst Weg- en Waterbouwkunde RWS

Verkeerskunde

*B. Hamel*

Adviesdienst Verkeer en Vervoer RWS

Marktbenadering

*D.C. Hannema*

Adviesdienst Verkeer en Vervoer RWS

**INHOUDSOPGAVE**

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PLAN VAN AANPAK VOORSTUDIEFASE</b>	<b>3</b>
2.1	Inleiding	3
2.2	Doel	3
2.3	Beoogd resultaat	3
2.4	Activiteiten	4
2.5	Aanpak uitvoering onderzoek	4
<b>3</b>	<b>RESULTATEN</b>	<b>5</b>
3.1	Checklist aspecten drijvende weg t.b.v. ontwerpende instanties	5
3.2	Literatuurstudie analoge toepassingen	5
3.2.1	Drijvende bruggen in het buitenland	6
3.2.2	Stalen pontons	6
3.2.3	Drijvende huizen	7
3.2.4	Drijvende vliegvelden	7
3.3	Workshop	8
3.4	Survey	8
3.5	Eigen onderzoek	9
3.5.1	Ontwerp berekeningen	9
3.5.2	Verkeerskunde	13
3.5.3	Milieu/ Ecologie/ Hydraulische randvoorwaarden	16
3.5.4	Marktbenadering	19
3.6	Kosten/ Baten Analyse	20
3.6.1	Kosten	20
3.6.2	Baten	22
3.7	Aandachtspunten/ risico's	24
<b>4</b>	<b>CONCLUSIES/ AANBEVELINGEN</b>	<b>25</b>
4.1	Conclusies	25
4.2	Aanbevelingen	25
<b>5</b>	<b>IDEEFASE</b>	<b>26</b>
5.1	Doel pilot	26
5.2	Aanpak	26
5.3	Beoordeling ideeën	27
5.4	Eisen	27
5.5	Door de markt te verstrekken informatie	28
<b>6</b>	<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>29</b>

**BIJLAGEN**

I	Checklist aspecten drijvende weg t.b.v. ontwerpende instanties
II	Literatuuronderzoek
III	Ontwerp
IV	Milieu/ Ecologie/ Hydraulische randvoorwaarden
V	Verkeerskunde
VI	Marktbenadering
VII	Workshop
VIII	Survey
IX	Kosten/ Baten analyse
X	Mogelijke toekomstvisie



## 1 Inleiding

In het kader van het innovatie programma 'Wegen naar de Toekomst' is onder het thema 'Flexibele Infrastructuur' gekozen voor een nadere uitwerking van de pilot 'De Nieuwe Waterweg'.

Wegen naar de Toekomst (WNT) wordt getrokken door een samenwerkingsverband van het Hoofdkantoor en de vier specialistische diensten van Rijkswaterstaat: Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV), Bouwdienst van Rijkswaterstaat (BD), Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) en de Meetkundige Dienst (MD).

Als opdrachtgever van het project fungeert de Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

Het projectteam dat de nadere uitwerking heeft uitgevoerd is samengesteld uit medewerkers van AVV, BD en DWW. Voor de nadere uitwerking van de pilot is gekozen voor een gefaseerde aanpak van het pilot-project n.l. voorstudiefase, ontwerpfase, realisatiefase en nazorgfase.

Elke fase wordt afgesloten met een rapport en een beslisdocument. In het beslisdocument wordt het rapport van de vorige fase en het Plan van Aanpak voor de volgende fase vastgesteld.

In voorliggend '**Rapport: Voorstudiefase**' wordt verslag gedaan van de aanpak van het project, de resultaten van het onderzoek, de conclusies en aanbevelingen voor vervolg van het pilot-project.

Om de gedachten van de lezer richting toekomst te leiden is een mogelijke toekomstvisie van 'De Nieuwe Waterweg' in bijlage X weergegeven.



## 2 Plan van Aanpak Voorstudiefase

### 2.1 Inleiding

Het projectteam heeft eerst het begrip 'De Nieuwe Waterweg' nader gedefinieerd om duidelijk te krijgen: wat verstaan we eronder, waar liggen mogelijk kansen en bij welke toepassingen en onder welke voorwaarden kan het een meerwaarde hebben t.o.v. de huidige wegen- en bruggenbouwpraktijk.

Onder 'De Nieuwe Waterweg' wordt verstaan een drijvende weg op bestaand of nieuw aan te leggen water, die zodanig flexibel is dat hij op verschillende lokaties herbruikbaar is en modulair (zowel in lengte als breedte richting) aangepast kan worden aan lokale (gebruiks)eisen. Hierbij kan men denken aan een drijvende weg, waarbij een brugconstructie plaatselijk wordt ondersteund door drijflichamen i.p.v. vaste onderheide steunpunten of een drijvende constructie waarbij de bovenkant van de drijflichamen direct door het verkeer bereden wordt.

In Nederland lijkt de drijvende weg vooral kansrijk, als:

- tijdelijke wegomlegging over een nabij gelegen water, waar (rijks)wegen compleet of gedeeltelijk moeten worden afgesloten i.v.m. groot onderhoud van wegen en of kunstwerken;
- tijdelijke oeververbinding i.v.m. grootonderhoud aan bruggen en tunnels;
- permanente oeververbinding bij ecologisch kwetsbaar gebied of gebied met relatief grote water(beheer)dynamiek;
- permanente verbinding in langsrichting in een moerassig gebied c.q. gebied met weinig draagkrachtige ondergrond c.q. een bestaand niet langer gebruikt kanaal;
- permanente shunt om via het water doorgaand verkeer om een brugknooppunt heen te leiden (onder de brug door);
- tijdelijke ontlastingsweg, om vooruitlopend op een meer definitieve oplossing alvast een overbelaste weg te ontlasten.

In ontwikkelingslanden vooral kansrijk als permanente weg over zeer diepe troggen of bij zeer slechte ondergrond (moerasgebieden e.d.) omdat de klassieke funderingen te kostbaar en/of ongeschikt zijn.

### 2.2 Doel

Het projectteam heeft het doel als volgt omschreven:

Het doel van de pilot is om op basis van een praktijkproef beheerders en ontwerpende instanties van infrastructuur te demonstreren dat de drijvende weg een (functionele) meerwaarde kan hebben ten opzichte van de huidige wegen- en bruggenbouwpraktijk in Nederland.

### 2.3 Beoogd faseresultaat

Het beoogd resultaat van de voorstudiefase is om meer inzicht te krijgen in het fenomeen drijvende weg, welke aspecten zijn van invloed, wat zijn de globale afmetingen van de drijvende wegen, wat is de diepgang bij verschillende gebruikers-categorieën, de transporteerbaarheid, de koppelbaarheid bij meerdere elementen, de aansluiting op de oevers, de kosten, te stellen eisen vanuit het milieu en het waterbeheer, landschappelijke inpassing, duurzaamheid, sterkte, veiligheid en gebruikerscomfort. In de voorstudiefase is ervan uitgegaan dat er nog geen concrete locatie bekend is waar een stukje drijvende weg gedemonstreerd kan worden. Er is daarom voor een fictieve locatie gekozen, die representatief is voor de meest kansrijke situaties, zodat in de ontwerpfasen zo weinig mogelijk aanvullend onderzoek nodig is.

## 2.4 Activiteiten

Hieronder worden de activiteiten beschreven die door het projectteam zijn uitgevoerd:

- opstellen checklist aspecten t.b.v. ontwerpende instanties;
- inventariseren analoge toepassingen: roll-on roll-off schepen, drijvende steigers in havens, vlotbruggen in Noord Hollands-kanaal, in buitenland, bij de genie en leverancier van pontons;
- organiseren workshop: brainstormen projectteam en (externe) deskundigen, met als uitkomst de meest kansrijke oplossingen, de meest kansrijke toepassingen en lijst met niet te vergeten aspecten;
- laten uitvoeren survey: interviews met externe deskundigen, door Grontmij naar visies, ideeën, oplossingen, kansen en bedreigingen van de drijvende weg;
- inventarisatie meest kansrijke locaties en toepassingen;
- het globaal uitwerken van een aantal ontwerpen om meer inzicht te krijgen in het fenomeen de drijvende weg;
- opstellen van een voorlopig programma van eisen: rekentechnische, verkeerstechnische, milieutechnische, esthetische en contractuele eisen, aan de hand van tot dusver gedaan onderzoek;
- maken kosten/ baten analyse;
- opstellen functionele en overige eisen t.b.v. de pilot-proef;
- onderzoek naar de meest geëigende contractvorm voor ontwerp, bouw e.d.;
- risico-inventarisatie en -beheersing;
- opstellen rapport voorstudiefase.

## 2.5 Aanpak uitvoering onderzoek

Voor de uitvoering van de in sectie 2.4 genoemde activiteiten zijn er een aantal werkgroepen ingesteld, te weten:

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| - berekeningstechnische eisen           | : Suister, v. Aart, v.d. Waals |
| - verkeerstechnische eisen              | : Hamel                        |
| - milieutechnische- / esthetische eisen | : Barneveld                    |
| - contracten                            | : Hannema                      |
| - kosten/ baten                         | : Zijlstra                     |
| - literatuuronderzoek                   | : Nuijens                      |

Gezien het grote aantal aspecten die spelen bij een drijvende weg en de mogelijke uitvoeringsvormen is, ter afbakening van het onderwerp, het volgende ideaal plaatje van de drijvende weg als uitgangspunt gekozen:

ontwerp is iets nieuws;

- ontwerp is geschikt voor tijdelijke en permanente situaties;
- ontwerp is geschikt voor de meest voorkomende situaties (kanalen, meren en rivieren) in Nederland;
- de drijvende weg is modulair van opbouw;
- de modules zijn transportabel over de weg;
- de modules zijn in breedte-richting onderling koppelbaar zodat voldaan kan worden aan 3 verkeerscategorieën:
  - voetgangers/ fietsers/ rolstoelgebruikers;
  - personenauto's/ motorfietsen/ bussen;
  - zwaar verkeer;
- de modules zijn in lengterichting koppelbaar tot elke gewenste weglengte;
- de modules zijn in breedterichting modulair uitbreidbaar afhankelijk van het aantal gewenste rijstroken en verkeerscategorie.

**Dit meest kansrijk geachte ontwerp (ideaal plaatje) is het gemeenschappelijk uitgangspunt voor alle werkgroepen.**



### 3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden in het kort de resultaten van de voorstudiefase per activiteit weergegeven.

#### 3.1 Checklist aspecten drijvende weg t.b.v. ontwerpende instanties

Als eerste is er een inventarisatie gemaakt van de belangrijkste ontwerpaspecten (aandachtspunten) die van invloed zijn op ontwerp en uitvoering van een drijvende weg.

Om tot een optimaal ontwerp van een drijvende weg te komen, dienen deze aspecten onderzocht te worden.

De belangrijkste aspecten zijn:

- de vraag waarvoor de drijvende weg dient (tijdelijk, permanent)
- de locatie (op bestaand water, nieuw te graven water);
- bereikbaarheid locatie (via de weg of het water);
- ligging drijvende weg t.o.v. oever (evenwijdig aan/ loodrecht op/ onder hoek met);
- eisen i.v.m. (kruisend) scheepvaartverkeer;
- type verkeer over de drijvende weg;
- dwarsprofiel op de drijvende weg;
- ontwerpsnelheid verkeer op de drijvende weg;
- vertikaal en horizontaal alignement rijweg;
- drijflichaam (direct bereden of als ondersteuning rijdek bij scheepjesbrug);
- oppervlak rijdek;
- klepconstructie naar de oevers;
- doorvaartopening;
- fixatie drijflichaam/weg;
- oevervoorzieningen;
- dynamische effecten door golven (op: de constructie, de weggebruiker);
- calamiteiten;
- milieu;
- contractvorm;
- overige juridische aspecten/ vergunningen;
- kosten.

In Bijlage I is een meer uitgebreide checklist te vinden.

#### 3.2 Literatuurstudie analoge toepassingen

Er is een inventarisatie gemaakt van analoge toepassingen. Hierbij gaat het vooral om drijvende bruggen (floating bridges) die reeds gemaakt zijn in het buitenland, pontons in gebruik bij de genie, stalen pontonconstructies die op de markt verkrijgbaar zijn en ontwikkelingen t.b.v. drijvende huizen en drijvende vliegvelden.

In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van de gevonden toepassingen.



### 3.2.1 Drijvende bruggen in het buitenland

- **Pontonbruggen (floating bridges)**

De meeste hiervan liggen in Lake Washington in de Verenigde Staten en er liggen er ook enkele in Canada met een totale lengte tussen 1500m en 2000m [1,2,3,4].

De elementen zijn ongeveer 5m hoog, 110m lang, 18-30m breed en hebben een diepgang van rond de 3,5 m. De drijvende bruggen zijn verankerd door middel van ankerkabels. Om deze ankerkabels vast te leggen aan de bodem worden drie methodes gebruikt: ingespoten ankers, ankers met ankerschotten en zwaartekracht ankers i.v.m. waterdiepte van 30-60m en de zeer slappe bodemlagen met een dikte van 60m. De elementen zijn uitgevoerd in beton en afhankelijk van het ontwerp in twee of drie richtingen voor- of nagespannen. Ze worden in een bouwdok gemaakt en op locatie door middel van voorspanbouten of voorspanstrengen aan elkaar gekoppeld. Sommigen hebben een scheepvaartopening, die zowel vast als bewegend is uitgevoerd. De eerste brug dateert uit 1940 en de laatste is in 1990 gebouwd. De kosten variëren tussen ca. f 4000/m<sup>2</sup> en f 8000/m<sup>2</sup>, mede afhankelijk van de breedte en aantal scheepvaartopeningen. De constructies zijn ontworpen voor autoverkeer. Bij windsnelheden > 90km/uur worden de bruggen gesloten voor het verkeer i.v.m. overslaand water.

- **Scheepjesbruggen**

Twee in de literatuur gevonden bruggen liggen in Noorwegen in fjorden met een waterdiepte van 500m [11,12]. Het betreffen stalen (vakwerk en koker)bruggen met hoog gelegen rijvloer (ca. 10m boven waterpeil) plaatselijk ondersteund door pontons van lichtbeton met afmetingen van ca. 40x20x7-8,5m en een diepgang van 4m. De lengte bedraagt 845m resp. 1250m en de kosten variëren tussen de f 7000/m<sup>2</sup> en de f 10.000/m<sup>2</sup> (breedte rijweg 13-11m). De constructies zijn ontworpen voor voetgangers en personenautoverkeer.

### 3.2.2 Stalen pontons

- **Genie**

De Genie in Nederland gebruikt aluminium pontons die van Duitse makelaardij zijn (b.v. EWK: Uitvouwende Drijvende Bruggen in Aluminium en Staal). Van origine zijn deze door de Duitsers gedurende de Tweede Wereldoorlog ontwikkeld en vervolgens door de Russen verder ontwikkeld. Uiteindelijk ligt de licentie nu bij de Amerikanen. Deze pontons zijn uitvouwbaar en kunnen vanaf een speciaal voertuig gelanceerd worden en zijn dus over de weg vervoerbaar. De constructies zijn ontworpen voor voertuigen klasse MLC70, waarbij 1 voertuig tegelijk over de scharnierend gekoppelde pontons rijdt met een beperkte snelheid.

- **Marktpartijen**

Een aantal bedrijven leveren standaard stalen pontons. Enkele van deze partijen zijn:

- Janson Bridging B.V.;
- Ravestein Container Pontoon B.V.;
- Mabey Johnson;
- Acrow-Uniflotes.

In het algemeen betreft het bij Janson Bridging B.V. en Ravestein Container Pontons B.V. stalen pontons met geringe afmetingen, lengte variërend van 6-12m, breedte van 2,5m en verschillende hoogten 1,20 en 2,5m, die goed vervoerbaar zijn over de weg. Het verschil tussen Janson Bridging B.V. en Ravestein Container Pontons B.V. zit hem vooral in het koppelingssysteem. Janson Bridging B.V. heeft ook grotere pontons t.b.v. roll-on roll-off installaties met afmetingen van 20x10x3m.

Er zijn ook grote pontons op de markt beschikbaar van b.v. 11m breed, 50m lang en 2,5m hoog, geschikt voor lasten van 1000ton (diepgang is dan 2,35m), kosten ca. f 2500/m<sup>2</sup> en huurprijzen van ca. f 6000/week.

Bij Mabey Johnson en Acrow gaat het vooral om kleine afmetingen (6x2,5x1,3m) waardoor de kosten voor vervoer erg laag blijven.

Groepen gekoppelde pontons worden veelal toegepast als werkeilanden, als extra kade-ruimte bij manifestaties, als drijvers van werk(bailey)bruggen en voor het vervoer van zware lasten van 20 tot 100ton. De kosten van de pontons sec bedragen ca. f 2500/m<sup>2</sup> tot f 3000/m<sup>2</sup>.

### **3.2.3 Drijvende huizen**

Het Nederlandse bedrijf Ooms produceert drijvende huizen onder licentie van een Canadees bedrijf. De huizen drijven op een met polystyreen gevulde betonnen onderbouw.

### **3.2.4 Drijvende vliegvelden**

De huidige drijvende vliegvelden, waarvan het eerste prototype op dit moment in Japan wordt getest, zijn gebouwd op een systeem van holle cilindrs.

**In bijlage II is meer detail-informatie uit de literatuur te vinden.**

### 3.3 Workshop

Een van de doelen van Wegen naar de Toekomst (WNT) is om het innovatie vermogen van de RWS te verhogen in samenwerking met marktpartijen, het toepassen van een brede maatschappelijke benadering en gebruik te maken van denktanks.

Er is daarom een workshop georganiseerd waarbij 25 experts uit diverse vakgebieden en organisaties samen met het projectteam gebrainstormd hebben over de potentie van het concept 'drijvende weg'. Er is eerst gekeken naar mogelijke toepassing met hun voor- en nadelen en de bijbehorende locaties waar het concept toepasbaar/ kansrijk lijkt. Uit de diverse toepassingen zijn de drie meest kansrijke pilot-ideeën geselecteerd en nader uitgewerkt. Gekozen zijn:

- een weg die meegaat met het dynamisch waterpeil;
- een drijvende weg evenwijdig aan een kanaal oever;
- een weg op nieuw te graven water.

De workshop heeft een groot aantal aandachtspunten opgeleverd waar bij het ontwerp rekening mee moet worden gehouden.

**In bijlage VII is het volledige verslag van de workshop opgenomen.**

### 3.4 Survey

Aan de Grontmij is opdracht gegeven een survey-studie uit te voeren naar de kritische factoren voor een aantal kansrijk geachte toepassingen en een afwegingsmodel te maken.

Hiertoe zijn een zestal toepassingen onderzocht n.l.:

- tijdelijke vervanging van een brug/ tunnel;
- tijdelijke werkweg;
- tijdelijke capaciteitsvergroting;
- permanent in bestaand open water;
- permanent in 'nieuw water';
- permanente alternatieve weg (drijvers elk in een eigen bassin).

Hierbij is een onderverdeling gemaakt in de constructiematerialen, de verbinding met de oever, de verankeringsmethode en de uitvoeringsvorm (gekoppelde pontons/ scheepjesbrug).

Daarnaast zijn nadere criteria opgesteld voor gebruikerseisen, constructieve eisen, verkeerskundige eisen, milieu/ ecologische eisen, juridische aspecten, kosten/ baten. De prestaties van de varianten op de verschillende criteria zijn in een score-matrix verwerkt, waarbij aan de score een getalswaarde is toegekend. De getalswaarde geeft aan hoe betreffende variant op een bepaalde criterium scoort t.o.v. een weg op palen. Door aan de in totaal 19 gebruikte criteria verschillende gewichten toe te kennen, kan de variant worden gevonden die het hoogste scoort.

Bij de gekozen criteria en gewichten scoren de varianten 'tijdelijke capaciteitsvergroting' en 'tijdelijke werkweg' met gekoppelde betonnen pontons het hoogst.

Tenslotte zijn bij de survey-studie ook externe deskundigen geraadpleegd en denkbeelden van de Grontmij door hen kritisch tegen het licht gehouden.

**In bijlage VIII is het eindrapport van de survey-studie opgenomen.**



### 3.5 Eigen onderzoek

Door middel van eigen onderzoek zijn de verschillende werkgroepen op zoek gegaan naar eisen die zouden kunnen gelden voor een type drijvende weg zoals het team die als uitgangspunt heeft gekozen (n.l. flexibel koppelbare pontons die over de weg transporteerbaar moesten zijn). Verder is gekeken welke eisen vanuit de huidige ontwerppraktijk (wegen- en bruggenbouw) van toepassing zijn op de drijvende weg of welke aanscherping behoeven of kunnen vervallen.

#### 3.5.1 Ontwerp berekeningen

##### • Uitgangspunten

Om meer inzicht te krijgen in het fenomeen drijvende weg zijn voor 2 uitvoeringsvormen van de drijvende weg globaal de hoofdafmetingen bepaald, is het (vervormings)gedrag onder verschillende verkeerscategorieën globaal onderzocht en zijn de (bouw)kosten bepaald en de risico's in kaart gebracht. Er is hierbij uitgegaan van een fictieve locatie, die representatief wordt geacht voor de meest kansrijke situaties, met onderstaande uitgangspunten.

*Geschied voor de volgende drie categorieën gebruikers:*

1. fiets/ voetgangerverkeer;
2. personenwagenverkeer;
3. alle verkeer (dus incl. vrachtverkeer).

*Twee uitvoeringsvormen:*

1. als direct bereden drijflichaam waarbij de elementen onderling koppelbaar moeten zijn (koppelpontons);
2. als brugconstructie plaatselijk ondersteund door drijflichamen (scheepjesbrug).

*Overige uitgangspunten:*

- voetgangers/ fietsers: breedte tussen de leuning ca. 3,75m en uitsluitend laststelsel volgens klasse 150 (aslastconfiguratie volgens VOSB 1995 [5]);
- personen auto's: breedte tussen barrières ca. 6,90m, klasse 300 VOSB 1995 [5];
- alle verkeer: breedte tussen de barrières ca. 8,90m, klasse 600 VOSB 1995 [5];
- drijvende weg loodrecht op oevers;
- stromend water: 1,5m/sec;
- geen kruisend scheepvaart verkeer;
- drijvende weg is modulair van opbouw:
  - modulen zijn transportabel over de weg;
  - modulen zijn in breedte-richting onderling koppelbaar en uitbreidbaar afhankelijk van aantal gewenste rijstroken en verkeerscategorie;
- modulen zijn in lengte-richting koppelbaar tot elke gewenste lengte.

##### • Staalvarianten

Bij de berekening van deze stalen variant met de gekoppelde pontons is uitgegaan van een oneindig lange, verend (door het water) ondersteunde buigligger. Er zijn 2 belastinggevallen globaal onderzocht, namelijk:

- belastinggeval 1 : hierbij staat het voertuiglaststelsel op het uiteinde van de drijvende weg in het midden van de rijbaan;
- belastinggeval 2 : hierbij staat het voertuiglaststelsel in het midden (langsrichting) van de drijvende weg excentrisch t.o.v. midden van de rijbaan, tegen de voertuigkering.

	verkeers categorie	hoogte pontons [m]	aantal pontons in de breedte [stuks]	lengte pontons [m]	gewicht per stuk [ton]	breedte pontonweg [m]	breedte rijweg [m]
variant 1	fiets/voetgangers verkeer K150	1,50	3	12,00	12,00	7,50	4,05
variant 2	personenwagen verkeer K300	2,00	4	12,00	16,50	10,00	6,90
variant 3	vrachtwagen verkeer K600	2,50	5	12,00	19,00	12,50	8,90

Tabel 3.1 Uitkomsten berekening drijvende weg uitgevoerd als gekoppelde stalen pontons.

	Inzinking [mm]				minimum vrijboord excentrisch op midden (belastinggeval 2) [mm]	kanteling pontons door verkeer; dwarshelling (belastinggeval 2) [%]
	belastinggeval 1 centrisch op uiteinde		belastinggeval 2 excentrisch op midden			
	neerwaarts	opwaarts	links	rechts	rechts	
variant 1	100	-60	498	754	746	3,4
variant 2	278	-19	661	859	1141	2,0
variant 3	252	-26	774	1148	1352	3,0

## Opmerkingen

- Verkorten van de drijvende weg van 500m tot een lengte van 50m geeft bij variant 1 een reductie van ca. 50% in de momenten; hierdoor neemt de inzinking op het uiteinde met ca. 30% toe en komt het andere uiteinde meer omhoog. Om bij het oprijden het inzinken van de drijvende weg te verminderen kan er voor gekozen worden ter plaatse meer of hogere pontons in dwarsrichting aan te brengen.
- De invloed van golven door wind en scheepvaart is buiten beschouwing gelaten.

Tabel 3.2 Inzinking gekoppelde stalen pontons.

	gekoppelde pontons [f/m²]	landhoofden [f]	hulpbruggen op-/afrijden [f]	maken 500m weg [miljoen f]	montage kosten 500m weg [miljoen f]	totaal kosten incl. montage [miljoen f]
variant 1	3290,-	20.000,-	160.000,-	12,9	2,0	14,9
variant 2	5669,-	30.000,-	240.000,-	29,4	3,7	33,1
variant 3	6488,-	40.000,-	320.000,-	42,2	5,1	47,3

Tabel 3.3 Kosten van een drijvende weg van 500m uitgevoerd als gekoppelde stalen pontons (excl. BTW).

	Scheepjesbrug [miljoen f]	gekoppelde pontons [miljoen f]
variant 1	15,8	12,9
variant 2	27,4	29,4
variant 3	32,0	42,2

Tabel 3.4 Kostenvergelijking van een drijvende weg van 500m uitgevoerd in staal als scheepjesbrug en als gekoppelde pontons (excl. BTW).



### • Betonvarianten

	verkeers categorie	hoogte pontons [m]	aantal pontons in de breedte [stuks]	lengte pontons [m]	gewicht per stuk [ton]	breedte pontonweg [m]	breedte rijweg [m]
variant 1	fiets/voetgangers verkeer K150	4,00	3	12,00	99,00	7,50	4,05
variant 2	personenwagen verkeer K300	4,00	4	12,00	99,00	10,00	6,90
variant 3	vrachtwagen verkeer K600	4,00	7	12,00	99,00	17,50	8,90

Tabel 3.5 Uitkomsten berekening drijvende weg uitgevoerd als gekoppelde betonnen pontons.

	Inzinking [mm]				minimum vrijboord excentrisch op midden (belastinggeval 2) [mm]	kanteling pontons door verkeer; dwarshelling (belastinggeval 2) [%]
	belastinggeval 1 centrisch op uiteinde		belastinggeval 2 excentrisch op midden			
	neerwaarts	opwaarts	links	rechts		
variant 1			3809	4139	-139	4,41
variant 2			3633	3975	25	3,42
variant 3			3629	4015	-15	3,09

#### Opmerkingen

- Belastinggeval 1 is niet berekend, omdat bij belastinggeval 2 al onvoldoende vrijboord overblijft.
- De betonnen koker elementen zijn door hun grote gewicht nauwelijks geschikt voor transport over de weg en voldoen dus niet aan het uitgangspunt. De inzinking onder eigengewicht bedraagt 3,30m zodat ook transport over water beperkt is i.v.m. de diepgang. Het vrijboord ten gevolge van het eigengewicht bedraagt 0,70m. Wil men onder de diverse belastinggevallen nog voldoende vrijboord overhouden, b.v. 0,50m, dan zijn veel meer elementen nodig dan hiervoor is aangegeven (kantelen maatgevend) zie bijlage III. De kosten worden hierdoor zo hoog dat dit ontwerp niet realistisch is. Er is dan bijzonder veel materiaal nodig voor tamelijk weinig rijbaanbreedte. Kleine modules leiden bovendien tot veel koppelingen wat duur en onderhoudsgevoelig is.
- Door het uitgangspunt uitbreidbaar in dwarsrichting te laten vallen kan door optimalisatie van de totale doorsnede een aantal tussenwanden vervallen waardoor er meer drijfvermogen wordt verkregen. Dit is niet verder uitgewerkt.
- Bij de scheepjesbrug zijn er zoveel elementen nodig, dat als men ze in de brugrichting zou plaatsen er een zelfde situatie ontstaat als met gekoppelde pontons. Deze variant is dan ook niet verder uitgewerkt.

Tabel 3.6 Inzinking gekoppelde betonnen pontons.

### • Rollen (schommelen) in dwarsrichting t.g.v. verkeer

Bij tegenverkeer op de drijvende weg is het niet uitgesloten dat er zodanige trillingen optreden dat een ongewenste situatie ontstaat (resonantie). Vooralsnog is het niet aan te bevelen tegenverkeer toe te laten, zonder het uitdempend effect van de langskoppeling in langsrichting onderzocht te hebben.

### • Invloed van golven

In de voorgaande ontwerpberoeeningen is de invloed van golven op de constructie niet meegenomen. Uit de literatuur is bekend dat de invloed van golven vaak maatgevend is voor de drijvende constructie (zie ook navolgende sectie 'Invloed van golven door wind en scheepvaart op de drijvende weg').

In bijlage III is meer detail-informatie over de berekeningen te vinden.



- **Invloed van golven door wind en scheepvaart op de drijvende weg**

Uit de literatuur is bekend dat de invloed van golven vaak maatgevend is voor de drijvende wegconstructie. In een specifiek ontwerp moeten de lokale wind-randvoorwaarden (KNMI) worden beschouwd in combinatie met de oriëntatie van de waterweg (kanaal, meer). In Nederland komen in het algemeen de hoogste windsnelheden voor bij windrichtingen tussen Noord-West en Zuid-West. In verband hiermee zullen in kanalen en meren/ plassen met een lengte-as globaal volgens richting West-Oost de grootste golven worden gegenereerd.

**Bepaling vrijboord**

Naast bepaling van de golfhoogte t.g.v. de wind dient ook de golfhoogte t.g.v. van het maatgevend schip voor betreffende waterweg te worden berekend voor bepaling van het benodigde vrijboord i.v.m. overslaand water. Bij een drijvende weg evenwijdig aan een oever dient men erop bedacht te zijn dat door reflectie, bijvoorbeeld tegen een kademuur, de resulterende golfhoogte wel 2 maal zo hoog kan worden.

**Beweging van de drijvende weg, inclusief dynamisch gedrag**

Wanneer wordt uitgegaan van weg-elementen van het type ponton, moet worden nagegaan in hoe verre het ponton gevoelig is voor dynamische opslinging door de berekende golven. Hiertoe moet een berekening worden uitgevoerd naar de karakteristieke eigen- of opslingerfrequentie(s) ( $f$ ) van het ponton(s). Uit vergelijking van de reciproke waarde ( $1/f$ ) met de berekende golfperiode moet blijken of er problemen zijn te verwachten m.b.t. excessieve beweging van de pontons (en daarmee van de drijvende weg).

**In bijlage IV is meer detail-informatie over de berekening en uitgangspunten te vinden.**

### 3.5.2 Verkeerskunde

#### Verkeerskundige/ technische eisen

De eisen worden in belangrijke mate bepaald door de verkeerskundige functie van de weg.

De functie bepaalt de drie centrale aspecten:

- ontwerpsnelheid;
- ontwerpvoertuig;
- aantal richtingen.

Deze drie aspecten bepalen vervolgens (mede) vrijwel alle aan verkeer gerelateerde zaken, zoals:

- dwarsprofiel (verkanting, breedte);
- alignement (knik);
- beveiliging (barriër/ geleiderail in middenberm/ zijberm);
- verlichting;
- markering;
- bewegwijzering;
- geluidwerende voorzieningen;
- eisen bij werk in uitvoering.

Op dit punt ook onderscheid maken naar pilot en lange-termijn-toekomstperspectief.

#### Aandachtspunten

##### • Knik

Als gevolg van ongelijke belasting van de modules kan er in het lengteprofiel van de drijvende weg een knik voorkomen. De knik mag om een aantal redenen niet te groot worden:

- comfort weggebruiker;
- onveiligheid (losraken wielen, stuur uit handen);
- afvallen/ schuiven van lading vrachtwagens;
- zichtproblemen.

De maximaal toelaatbare knik is afhankelijk van de snelheid.

Van de drie eerstgenoemde eisen mag aangenomen worden dat de comfort-eis bepalend is.

Daarnaast kan eventueel getoetst worden op zichtproblemen.

In de verkeerskunde wordt algemeen aangenomen dat de discomfortgrens voor verticale versnelling op ca. 0,5g ligt. Bij metingen op een verkeersdrempel bleek dat 15% van de bestuurders een discomfort van meer dan 0,34g accepteerde.

Opmerkingen:

- In de Noorse literatuur is een grenswaarde van 0,6g gevonden [12];
- In de ROA (Richtlijn voor het Ontwerpen van Autosnelwegen) wordt voor onderstralen een grenswaarde van 1,0g aangehouden [9];
- In de RONA (Richtlijn voor het Ontwerpen van Niet-Autosnelwegen) wordt voor onderstralen een grenswaarde van 0,5g aangehouden [10];
- In de Richtlijn Overgangsconstructies (stootplaten) van Directie Bruggen 1988 (nu Bouwdienst RWS) wordt bij de aansluiting van wegen op zettingsvrij gefundeerde kunstwerken, i.v.m. nazetten van de wegen ter plaatse van de overgang naar kunstwerken een maximale knik in de weg van 1:60 tot 1:70 toegestaan (hellingsverandering, bij 80km/uur, voor niet-autosnelwegen) [8];
- In de VBB [6] mag er in een rijdek geen grotere knik (hellingsverandering) voorkomen dan 1% i.v.m. hinderlijke trillingen en comfort voor de weggebruiker.

*Voorstel: in dit stadium van wordt uitgaan van een maximale verticale versnelling van 0,3g in regelmatig voorkomende situaties en van 0,5g in uitzonderlijke situaties.*



Later kan dit aspect nauwkeuriger worden uitgewerkt m.b.v. simulatiemodellen en/of praktijkproeven (TNO, afdeling wegtransportmiddelen; TUD, afdeling voertuigtechniek).

#### • Dwarsverkanting

Aan de dwarsverkanting van wegen worden eisen gesteld. I.v.m. een goede waterafvoer moet de verkanting minimaal 2,5% zijn. I.v.m. het glijden van stilstaande voertuigen op glad wegdek mag de verkanting niet meer zijn dan 7 à 8%.

Door een asymmetrische belasting verandert de dwarsverkanting van de drijvende weg.

Opmerking:

- In de Amerikaanse literatuur is een grenswaarde voor kantelen van de drijvende weg van 2 graden in het centesimale stelsel gevonden ( $\approx 3\%$ );
- In Nederland worden in de VBB [6] niet expliciet eisen gesteld aan de dwarsverkanting, maar impliciet ligt die wel vast. Deze is afhankelijk van de wringstijfheid van de 'brug' en de lengte/breedte verhoudingen. Deze bepalen het verschil in doorbuiging over de breedte. Dat verschil is in de orde van 0,2 tot 1,0 maal de maximale doorbuigingswaarde bij korte overspanningen en 0,1 tot 0,2 maal bij lange overspanningen. Bij de drijvende weg is sprake van een doorbuiging over grote lengte zodat sprake is van een grote overspanning. Daar de maximale doorbuiging volgens de VBB  $1/300L$  ( $L$ =overspanning) is, zou het verschil tussen de doorbuiging links en rechts in de orde van  $1/1500L$  à  $1/3000L$  moeten liggen. Bij een  $L$  van 350m behoort dan een verkanting van  $350/1500 = 0,23\text{m}$  voor een brede drijvende weg en  $350/3000 = 0,12\text{m}$  voor een smalle. Gemiddeld  $0,18\text{m}$  voor een brug met normale breedte. De dwarsverkanting voor een normale breedte bedraagt dan bij een wegbreedte van de drijvende weg van 12,50m en 7,50m:  $0,18/12,50 = 1,5\%$  respectievelijk  $0,18/7,50 = 2,4\%$ , gemiddeld ca. 2%.

*Voorstel: in dit stadium wordt uitgaan van een dwarsverkanting van 2,5%, die in uitzonderlijke situaties mag oplopen tot 7 à 8%. Onder de gebruiksbelasting mag de dwarsverkanting oplopen tot 5,5%.*

*Toelichting:*

De waarde van 5,5% is opgebouwd uit de dwarsverkanting van 2,5% (i.v.m. waterafvoer) plus 3% kanteling van de weg t.g.v. de gebruiksbelasting (verkeer, golven e.d.).

Dit aspect kan later eventueel nauwkeuriger worden onderzocht met simulatiemodellen en/ of praktijkproeven. In het ontwerp moet ook rekening worden gehouden met de afwisseling van de verkanting als gevolg van verschillende belasting van de modules. Dit kan gevolgen hebben voor comfort en veiligheid.

*Noot:*

Een andere, zeer aantrekkelijke, optie is een weg zonder verkanting waarbij de waterafvoer wordt gegarandeerd door een ideaal drainerend wegooppervlak. Als er bovendien eenrichtingverkeer op de weg is, wordt de weg in het midden belast en zal er minder of geen verkanting ontstaan.

#### • Water op de weg

Door golfslag kan er water op de drijvende weg komen. Aan de maximale dikte van de waterlaag worden eisen gesteld i.v.m. het verlies aan wrijving. Dit aspect dient nog nader te worden uitgezocht.

#### • Ontwerpsnelheid t.p.v. op- en afrit en op drijvende deel

In principe wordt uitgegaan van dezelfde ontwerpsnelheid op de op- en afrit als op het drijvende middendeel. Dit uitgangspunt stelt hoge constructieve eisen aan de op- en afrit, maar de voordelen in termen van verkeersafwikkeling en -veiligheid geven hier de doorslag. Zoals bij de functionele eisen vermeld is (sectie 5.4), is de ontwerpsnelheid op het drijvende middendeel en



op de op- en afrit 80km/uur. Voor de meeste veronderstelde toepassingen van de drijvende weg volstaat 80km/uur.

*Voorstel: in dit stadium van wordt uitgaan van een rijsnelheid van 80km/uur.*

- Vluchtvoorzieningen (afmetingen, afstanden)

Niet van belang voor pilot i.v.m. de geringe lengte, wel van belang voor langere termijn. Dit aspect dient nog nader te worden uitgezocht.

**In bijlage V is meer informatie over de uitgangspunten te vinden.**

### 3.5.3 Milieu/ Ecologie/ Hydraulische randvoorwaarden

- Eisen i.v.m. opheffen barrière-werking voor:

#### Dieren

Onderscheid moet worden gemaakt of de constructie tijdelijk of permanent is. Tijdelijk is in deze context een relatief begrip en hangt af van de locatie (wat is de flora en fauna daar ter plaatse en hoe lopen migratie-routes). Een indicatie van tijdelijk in deze context is 2 jaar.

Indien een constructie als tijdelijk wordt aangemerkt zijn er meestal afscherpende maatregelen voor dieren nodig.

Indien een constructie als permanent wordt aangemerkt dienen er andere voorzieningen getroffen te worden. De voorzieningen met voorkeursvolgorde zijn:

- ecoduct (ellipsvormig met als kleinste afstand 15m);
- tunnel welke helemaal onder water doorgaat;
- openingen door de drijvende weg heen (aandachtspunt hier is dan het geluidsniveau in de openingen).

#### Recreanten

Uitgangspunt is dat het recreatieseizoen loopt van april t/m september.

Indien de drijvende weg parallel aan de oever loopt, dan is het afsluiten van de zijtakken onacceptabel en dienen voorzieningen getroffen te worden voor doorvaart van de volgende groepen (indicatief):

- motorboten : doorvaarthoogte 2,5 - 4m; doorvaartbreedte 6 à 7m;
  - surfers : doorvaarthoogte minstens 5m; doorvaartbreedte 6 à 7m;
  - zeilboten : doorvaarthoogte minstens 12m; doorvaartbreedte 6 à 7m;
  - zwemmers : er dienen zogenaamde opstapplaatsen aanwezig te zijn (om de 100 à 200m).
- Bovenstaande waarden gelden ook voor een drijvende weg loodrecht op de oever.

#### Beroepsvaart

Afsluiten zijtakken onacceptabel; dus voorzieningen treffen voor doorvaart.

Doorvaart parallel aan de oever in principe niet hinderen.

Aandachtspunten voor zowel een drijvende weg loodrecht als parallel aan de oever zijn :

- zichthinder (locatie-afhankelijk);
- radarverstoring (locatie-afhankelijk).

- **Minimale vrije ruimte (doorgangen) onder de drijvende weg i.v.m. ontgroning/ loskomen bodemverontreiniging**

De vraag die hier beantwoord moet worden is wanneer krijgt men sedimentverplaatsing. Sedimentverplaatsing hangt af van de stroomsnelheid ter plekke. Dus de dwarsdoorsnede van het doorstroomprofiel, de huidige stroomsnelheden en de doorsnede van de toekomstige constructie moeten bekend zijn voor de berekening van de verandering van de stroomsnelheid.

- **Minimale vrije ruimte naast de drijvende weg i.v.m. leefmilieu dieren**

Voor de minimale vrije ruimte naast de drijvende weg zijn in het algemeen geen eisen te geven en gelden de zaken welke ook vermeld staan voor eisen i.v.m. opheffen barrière-werking voor dieren. Namelijk, onderscheid moet worden gemaakt of de constructie tijdelijk of permanent is. Tijdelijk is in deze context een relatief begrip en hangt af van de locatie (wat is de flora en fauna daar ter plaatse en hoe lopen migratie-routes). Een indicatie van tijdelijk in deze context is 2 jaar.

- **Eisen aan wateropvang/ lozing op oppervlakte water**

Momenteel zijn er nog geen eisen. Praktijk nu is dat het ter plekke wordt bekeken wat wel en niet kan. Er kan nu van worden uitgegaan dat het run-off water in geval van een tijdelijke constructie gewoon naar het oppervlakte water afgevoerd kan worden (m.b.t. waterwingebieden moet een slag om de arm gehouden worden).

Momenteel worden er echter CIW-aanbevelingen (Commissie Intergraal Waterbeheer) opgesteld. Einde dit jaar is dit afgerond. Concept juli/ augustus klaar. Tegen die tijd checken of er relevante zaken tussen zitten; naar het zich laat aanzien zal dit niet zo zijn voor een tijdelijke constructie; bovendien blijven het aanbevelingen.

- **Eisen aan olie-opvang bij calamiteiten**

Hieromtrent zijn geen eisen. Wel dient er een calamiteitenplan aanwezig te zijn zodat adequaat opgetreden kan worden bij calamiteiten en de schade beperkt kan worden gehouden.

- **Minimale afstand drijvende weg tot oevers i.v.m. onderhoud**

Locatie- en constructieafhankelijk.

- **Eisen aan te gebruiken materialen**

De voorkeurslijst hier is:

- hout (dit is een vernieuwbare grondstof);
- beton (categorie 1 bouwstof waardoor gebruik weinig problemen geeft; er kunnen bovendien veel secundaire materialen inzitten als betongranulaat en staalslakken);
- staal (goed her te gebruiken);
- aluminium (goed her te gebruiken; vraagt echter zeer veel energie waardoor afbraak tropisch bos wordt bespoedigd);
- PE (kost zeer veel energie).

- **Eisen i.v.m. geluidsbelasting door verkeer en golven**

In principe dient elke oplossing te voldoen aan de eisen, gesteld in de wet geluidhinder. Dit betekent dat het geluidsniveau aan eengevel niet hoger mag zijn dan 50 dB(A). Het is niet mogelijk dit eenduidig te vertalen naar een eis aan de weg. De eisen aan de geluidsproductie van de weg zijn sterk afhankelijk van de locatie van de weg.

In stedelijk gebied zullen veel eerder maatregelen nodig zijn aan de weg (stil wegdek en/of geluidsschermen) dan in landelijk gebied. In deze laatste situatie kan vaak worden volstaan met isolerende voorzieningen aan een enkele woning. De definitieve invulling van maatregelen m.b.t. geluid is dus pas te geven als de locatie van de drijvende weg bekend is.



- **Eisen aan dooizouten**

Doelstelling is het zoveel mogelijk beschikbaar houden c.q. berijdbaar houden van de weg bij een zekere faalkans. Het gebruikte dooimiddel is een gegeven. Vaak zullen dit zouten zijn. Voor de run-off van zouten van een tijdelijke constructie naar het oppervlakte water worden momenteel geen problemen voorzien (m.b.t. waterwingebieden moet een slag om de arm gehouden worden). Zie ook 'Eisen aan wateropvang/ lozing op oppervlakte water'.

- **Eisen aan verwarming rijdek**

Indien in het wegdek verwarming aangebracht moet worden dan is een eerste indicatie van technische specificaties:

- afstand leidingen 25 cm;
- diameter polyethyleen (cross-linked)-leidingen van 22 mm;
- afstand wegdek-leidingen 8 cm; leidingen liggen vaak in de STAB-laag;
- watertemperatuur in leidingen 25 à 30 °C.

- **Eisen aan landschappelijke inpassing**

Onderscheid moet worden gemaakt of de constructie tijdelijk of permanent is. Voor zowel tijdelijk als permanent geldt dat landschappelijk ingepast moet worden. Dit hangt dus van de locatie af. Er zijn geen algemene eisen te formuleren. Er moet gecheckt worden aan de 'Leidraad en checklist landschappelijke inpassing hoofdwegen' [7].

**In Bijlage IV is een meer achtergrondinformatie te vinden.**

### 3.5.4 Marktbenadering

- **Voorstel voor de nieuwe waterweg**

Om zoveel mogelijk gebruik te maken van de innovatieve kracht van marktpartijen worden ten aanzien van de drijvende weg functionele eisen en wensen geformuleerd, zoveel mogelijk in volgorde van het belang dat eraan wordt gehecht. De vraag blijft in dat stadium *beperkt tot het ontwerp*. Tot de realisatie kan later worden besloten als het ontwerp en de geraamde kosten daartoe aanleiding geven.

De (ontwerp)markt wordt benaderd in een *openbare procedure*. Een leveranciersselectie lijkt niet zinvol; de geschiktheid van de aanbieders is hier geen zwaartepunt, het gaat meer om de originaliteit van het ontwerp zelf, vooral omdat de realisatie van het ontwerp is losgekoppeld. Wellicht kan als eis worden mee genomen dat de ontwerper ook in staat en bereid is de realisatie ter hand te nemen op een zelf aangedragen locatie. Uit de door gegadigden aangedragen ideeën kunnen de meest kansrijk geselecteerd worden om uit te werken tot een ontwerp. Wij kunnen het aantal ontwerpen maximaliseren, en de feitelijk ontwerpen vergoeden. In de ontwerp-fase kan ook dieper ingegaan worden op de locatie en de geschiktheid van de combinatie ontwerp/ locatie voor een pilot.

De doorlooptijd van een openbare procedure is 52 dagen voor de aanbidding. Wij moeten dan ideeën selecteren, waarna het eigenlijke ontwerpen begint. Dat is dus al een opdracht, en maakt geen deel uit van de eigenlijke aanbestedingsprocedure. Eventueel wordt daarna een ontwerp gekozen voor de realisatie.

Een belangrijke beslissing daarbij is die t.a.v. de *intellectuele eigendom* van het ontwerp. Het claimen door RWS van de intellectuele eigendom verhoogt de kosten van de ontwerp-activiteiten aanmerkelijk en zorgt er bovendien voor dat met bestaande, door het bedrijfsleven voor eigen rekening en risico ontwikkelde componenten niet gewerkt kan worden. Het bij de ontwerper laten berusten van de intellectuele eigendom lijkt daarom in overeenstemming met de doelstellingen van de pilot.

**In Bijlage VI is een meer informatie over de marktbenadering te vinden.**

### 3.6 Kosten/ Baten Analyse

In de kosten/ baten analyse wordt ingegaan op de vraag of een drijvende weg economisch kan concurreren met een conventionele wegconstructie. In principe dient een zogenaamde levenscyclus-analyse (LCA) te worden uitgevoerd, waarbij de eenmalige aanlegkosten + onderhouds- en inspectiekosten gedurende de levensduur + overige kosten (bijv. maatschappelijke) + sloopkosten dienen gekapitaliseerd te worden.

Door de nieuwigheid van het concept 'drijvende weg' zijn er geen ervaringscijfers voor de onderhouds- en inspectiekosten en de overige kosten. Daarom zal van deze kosten een kwalitatieve inschatting worden gemaakt. Om dezelfde reden zijn ook de baten kwalitatief beschreven.

#### Stelling:

De drijvende weg is kansrijk als nieuwe/ innovatieve oplossing, als hij naast technisch ook economisch kan concurreren met de duurste conventionele wegconstructie\* en/of qua baten beter scoort.

\* Bij de conventionele wegconstructie wordt uitgegaan van een weg op palen die bestaat uit een rijdek van prefab liggers van voorgespannen beton op een onderbouw bestaande uit dwarsdragers en prefab palen.

#### 3.6.1 Kosten

In deze paragraaf zijn de kosten van de drijvende weg vergeleken met de 'weg op palen' voor diverse belastingklassen (verkeerscategorieën) voor zowel een weg als permanente constructie als een tijdelijke constructie.

##### • Permanente constructie

In de volgende tabel zijn de kosten van de drijvende weg vergeleken met de 'weg op palen' voor diverse belastingklassen (verkeerscategorieën) voor een weg als permanente constructie.

Omdat de totale breedte van de drijvende weg meestal groter is dan de breedte van een weg op palen zijn, om de kosten te kunnen vergelijken, de kosten voor beide per m<sup>2</sup> omgerekend naar de rijwegbreedte tussen de voertuigkeringen.

variant	belast klasse VOSB	ponton type	afmetingen l x b x h [m]	ponton breedte [m]	rijweg breedte [m]	drijvende weg* [f/m <sup>2</sup> ]	weg op palen* [f/m <sup>2</sup> ]	duurder x-maal [-]
1	150	kleine stalen	12 x 7,50 x 1,5	7,5	4	7450	2069	4,2
2	300	kleine stalen	12 x 10 x 2	10	7	9457	2683	5,1
3	600	kleine stalen	12 x 12,5 x 2,5	12,5	9	10511	2649	5,3
4	?	grote beton	50-100 x 20 x 5	20	20	4000/7000	2500	1,6-2,8
5	?	kleine stalen	6-12 x (stuksx2,5) x 1,2-2,5	?	?	3000/3500	2500	1,2-1,4
6	?	grote stalen	50 x 11 x 2,50	11	?	3000	2649	1,2

toelichting:

- \* prijs f/m<sup>2</sup> is gebaseerd op de rijwegbreedte tussen de voertuigkeringen
- alle genoemde bedragen zijn inclusief eenmalige kosten, algemene kosten, winst en risico en onvoorzien, maar excl. BTW.
- voor verdere toelichting tabel zie volgende pagina

Tabel 3.7 Kostenvergelijking drijvende weg (ponton type) met weg op palen.



## Toelichting tabel 3.7

## variant 1, 2 en 3:

Uitgangspunt voor de kostenberekening zijn de elementen die uit de eigen ontwerpberekening volgen (zie bijlage III). De gehanteerde prijzen/m<sup>2</sup> van de drijvende weg zijn gebaseerd op gekoppelde stalen pontons van 12m lang, 2,5m breed en 1,5-2,5m hoog, die verplaatsbaar zijn over de weg. Door de vele koppelingen en wanden is dit een dure oplossing voor een permanente constructie.

## variant 4:

Gebaseerd op literatuur en informatie uit Amerika en Canada (zie bijlage II). Omdat de uitgangspunten sterk kunnen afwijken van de Nederlandse omstandigheden, zijn de bedragen uitsluitend indicatief bedoeld.

## variant 5:

Prijs gebaseerd op (mondelinge) informatie van marktpartijen, onduidelijk is of de bestaande pontons incl. koppelingen geschikt zijn voor belasting door een bewegende verkeersbelasting. De opgegeven prijs (zie ook 3.2.2 stalen pontons) is verhoogd met f 500/m<sup>2</sup> i.v.m. montagekosten, koppelingen, voertuigkeringen, verankering, landhoofden e.d.

## Algemene opmerking:

De kosten van een drijvende weg worden beïnvloed door de lokale omstandigheden: wel of geen scheepvaart, ligging op bestaand meer/ kanaal, diepte water, draagkracht bodem en oevers, belastingklasse weg, totale lengte en breedte weg, gewenste vrijboord voor het verkeer, maar vooral door de eis voor maximale dwarsverkanting en langsvlakheid (knikken in lengte profiel).

- **Tijdelijke constructie**

Bij de drijvende weg als tijdelijke/ flexibele constructie is een toepassing onderzocht waarbij een bestaande weg volledig wordt afgesloten voor alle verkeer, waarbij het personenautoverkeer wordt omgeleid over een stuk drijvende weg op een naast liggend kanaal. Er wordt steeds een wegvak van 500m gereconstrueerd. Uit een kostenvergelijking tussen een stuk drijvende weg, die steeds 500m versleept wordt, met een weg op palen, die steeds gedemonteerd, verscheept en herbouwd wordt, blijkt dat het break-evenpoint op 29 maal verplaatsen van de drijvende weg ligt.

*Opmerking*

Om tijdens de reconstructie van een wegvak van 14,5km (29x500m) het verkeer via een drijvende weg c.q. weg op palen om te leiden is een extra investering nodig van ca. 41 miljoen. De vraag is of dit maatschappelijk terugverdiend kan worden door b.v. minder filekosten of opweegt tegen de omrijkosten. Afschrijven op één werk lijkt niet haalbaar.

Een toepassing waarbij de elementen van drijvende wegen op meerdere projecten kan worden afgeschreven lijkt meer kansrijk. Gedacht kan hierbij worden aan een depot(s) waar de elementen zijn opgeslagen en van waaruit ze tijdelijk worden 'uitgeleend' om zo bij meerdere projecten te kunnen worden ingezet.

Een ander zeker zo belangrijk voordeel van deze methode is de veel kortere bouwtijd (mobilisatie/ demobilisatie) van de drijvende weg t.o.v. een weg op palen.

### 3.6.2 Baten

In deze paragraaf komen de baten aan de orde. Van de baten is een kwalitatieve inschatting gemaakt.

In tabel 3.8 is de score aangegeven van de drijvende weg t.o.v. een weg op palen. Is de drijvende weg uitgevoerd als permanente constructie dan is deze vergeleken met een permanente weg op palen. Dezelfde redenering is ook gevolgd bij een tijdelijke constructie.

Bij permanent is uitgegaan van een drijvende weg op een bestaande watergang in een polder die regelmatig onder water wordt gezet i.v.m. dynamisch water(peil)beheer. Deze wordt dan vergeleken met een rijdek van prefab liggers met een ter plaatse gestorte druklaag opgelegd op dwarsdragers en gefundeerd op prefab palen in dezelfde watergang. De aanleghoogte van onderkant dek bij de weg op palen is minimaal 0,50m boven de hoogste waterstand, om ecologisch zo min mogelijk een barrière te vormen.

Bij tijdelijk is uitgegaan van dezelfde drijvende weg als hiervoor omschreven bij permanent. Deze wordt dan vergeleken met een rijdek van prefab liggers opgelegd op prefab dwarsdrager en gefundeerd op prefab palen in dezelfde watergang. De aanleghoogte van onderkant dek bij de weg op palen is minimaal 0,50m boven de hoogste waterstand, om ecologisch zo min mogelijk een barrière te vormen.

Verder is er bij de score van uitgegaan dat het om een drijvende weg gaat die bestaat uit gekoppelde pontons en niet om een scheepjesbrug.

**In Bijlage IX is meer informatie over de Kosten/ Baten Analyse te vinden.**



nr.	aspect	drijvende weg		weg op palen
		permanent	tijdelijk	permanent / tijdelijk
1a	scheepvaart mogelijk loodrecht op de oever	0	0	0
b	scheepvaart mogelijk evenwijdig aan de oever	0/?	0/?	0
2	comfort	-	-	0
3	bedrijfszekerheid	0/?	0/?	0
4	flexibiliteit (ruimtelijke ordening)	++	++	0
5	milieu belasting: - staal variant - betonnen variant - andere materialen	- 0 ?	- 0 ?	0 0 0
6	ecologische barrière loodrecht op de oever ecologische barrière evenwijdig aan de oever	0 -	0 -	0 0
7	verstoring bodem verstoring waterbodembodem	0/+ -	0/+ -	0 0
8	geluid	-	-	0
9	landschappelijke inpassing	0/+	0/+	0
10	vergunningen/ procedures	0	+	0
11	tijd nodig voor het weghalen van locatie	++	++	0
12	bouwtijd totaal (maken + plaatsen) nieuwbouw	0/?	0/?	0
13	bouwtijd op locatie (plaatsen)	++	++	0
14	onderhoud/ inspecteerbaarheid rijdek onderhoud/ inspecteerbaarheid onderbouw	0 -	0 0	0 0
15	materiaalgebruik	--	--	0
16	aanlegkosten totaal aanlegkosten in het werk	-- ++	-- ++	0 0
17	kosten nodig voor het weghalen van locatie	++	++	0
18	onderhoudskosten wegdek onderhoudskosten onderbouw	0 0	0 0	0 0
19	ruimtebeslag	-	-	0
20	exploitatiekosten (opslag/ ruimtebeslag)	n.v.t.	--	0
21	herbruikbaarheid constructie	+	+	0

Tabel 3.8 Score-tabel baten drijvende weg t.o.v. weg op palen.

Toelichting score:

- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| ++ zeer veel beter | - slechter            |
| + beter            | -- zeer veel slechter |
| 0 neutraal         | ? onduidelijk         |

Algemeen toelichting op tabel 3.8:

- 1b) In relatief smalle kanalen verkleinen pontons het natte profiel, wat in combinatie met scheepvaart tot grotere retourstromen en ontgronding kan leiden.
- 2) Het comfort valt binnen de eisen, maar de constructie is minder comfortabel om over heen te rijden dan een normale weg op palen. In een weg op palen zal in principe geen knik bij het op- en afrijden komen en er zal geen grote dwarsverkanting optreden.
- 3) Bedrijfszekerheid is neutraal gesteld, Echter, meningen hierover lopen uiteen. De drijvende weg heeft immers meer bewegende delen, die onderhoudsgevoelig zijn waardoor de drijvende weg vaker dicht zou moeten ten opzichte van een weg op palen op dezelfde plaats.
- 6) Bij openingen/ doorgangen in een gekoppelde pontonconstructie evenwijdig aan de oever, is er afgifte van extra geluid in deze openingen/ doorgangen, hetgeen resulteert in heftige schrikreacties en bang worden bij dieren.
- 18) Onderhoudskosten wordt opgesplitst in wegdek en onderbouw en er wordt aangegeven dat er vooral gedacht moet worden aan slijtage. Bij een uitvoeringsvorm van de drijvende weg met kleppen, zal deze slechter scoren qua onderhoudskosten dan een weg op palen.
- 19) Met ruimtebeslag wordt bedoeld dat de breedte van de pontons groter is dan de benodigde breedte van de rijweg. Het ruimtebeslag is afhankelijk voor welke verkeersklasse de drijvende weg geschikt moet zijn. Uit de berekeningen blijkt dat voor klasse 300 de breedte van wegdek van de weg op palen gelijk is aan de breedte van de drijvende pontons, bij de variant fiets-/voetpad en bij klasse 600 zijn de pontons breder dan de weg op palen. Inclusief spud-palen en zeker bij ankers is het ruimte beslag in alle gevallen groter. In Amerika is de drijvende weg niet breder dan de rijweg maar de ankers steken wel ver buiten de constructie uit. In Noorwegen steken de pontons ver buiten de rijweg uit.
- 20) Exploitatiekosten. Het gaat hier vooral ook om de kosten van opslag en de ruimte die een drijvende weg daarbij inneemt. Hierbij wordt calamiteitenvoorzieningen geschrapt.
- 21) Herbruikbaarheid materialen is bij alle alternatieven gelijk. Er wordt voorgesteld om er herbruikbaarheid constructie van te maken omdat dit wel een positief punt is van de drijvende weg.



### 3.7 Aandachtspunten/ risico's

risico-bepaling						te nemen maatregelen			
aspect	ongewenste gebeurtenis	oorzaak	gevolg		kans*	risico	maatregel	preventief	contract
			beschrijving	kwantitatief					
aanbesteding	reactie markt onvoldoende: -aantal deelnemers -kwaliteit	-overspannen markt -gestelde uitgangspunten	-vertraging -herbezinning uitgangspunten	4	3	12	melden		
veiligheid weg	-omslaan pontons	-auto door vangrail	-doden	5	4	20	in toetsplan	-eisen aan bevestiging vangrail -berekeningen toetsen	ja
	-te grote kanteling	-te zwaar verkeer -te smalle pontons	-beschadiging op- en afrit -stremming	4	4	16	in toetsplan	-doorrijpoort -berekeningen toetsen	ja
	-bezwijken koppelingen	-te zwaar verkeer -te grote golven	-stremming	4	4	16	in toetsplan	-doorrijpoort -beproeving vooraf -metingen golfhoogte	ja
	-zinken ponton	-lekken via lasnaden/scheuren -aanvaring schip	-doden	5	4	20	in toetsplan	-compartmentering ponton -pompinstallatie -geleide werken -scheepvaart -vullen met EPS	ja
capaciteit weg	-te laag	-te lage snelheid -te grote knikken	-verder onderzoek	4	3	12	in toetsplan	-berekeningen toetsen -onderzoek vooraf door TU/TNO	ja
financiën	-te kort	-duurder -afhankelijk van idee -nieuwbouw i.p.v. huur	-vertraging	3	4	12	in toetsplan	-bij offerte prijs indicatie vragen	ja
vergunningen	-niet op tijd	-onbekendheid markt -locatie afhankelijk -langere looptijd -onjuiste vergunning aangevraagd	-vertraging	4	4	16	in toetsplan	-vooraf uitzoeken door extern ir-buro -markt vragen om overzicht wat nodig is	ja
locatie proef	-ongeschikt	-te ondiep -te hoge oevers -te slappe oevers -te hoge golven -te sterke stroming onbereikbaar: -sluizen te klein -kanalen te klein	-vertraging -claims als we zelf locatie aanbieden	3	3	9	in toetsplan	-laten aantonen door markt -vooraf goed uitzoeken bij beschikbaarstelling	ja ja

\* kans op ongewenste gebeurtenis

Toelichting score:

score	gevolg
1	zeer klein
2	klein
3	acceptabel
4	groot
5	zeer groot

score	kans
1	zeer klein/ onwaarschijnlijk
2	mogelijk
3	waarschijnlijk
4	vrijwel zeker

risico = gevolg x kans

Tabel 3.9 Risico-inventarisatie en beheersing.

## 4 Conclusies/aanbevelingen

### 4.1 Conclusies

De meest kansrijke toepassingen voor een drijvende weg in Nederland zijn hieronder weergegeven.

- op korte termijn:
  - tijdelijke verbinding:
    - in langsrichting van kanaal als wegomlegging bij werk in uitvoering, grootonderhoud;
    - in langsrichting van kanaal als bypass i.v.m. procedures;
    - als alternatieve oeververbinding bij werk in uitvoering in kanaal zonder scheepvaart.

Opmerking:

Toepassing van een verplaatsbare (b.v. draaibaar, afzinkbaar, ophaalbaar, uitvaarbaar) doorvaartopening in de drijvende weg maakt de toepasbaarheid aanzienlijk groter, denk aan groot onderhoud van kunstwerken over of onder water, maar ook duurder.

- op langere termijn:
  - permanente verbinding in combinatie met integraal waterbeheer:

Op basis van de huidige informatie kan uit een oogpunt van stichtingskosten de drijvende weg niet concurreren met een weg op palen bij eenmalige aanleg. Er zijn echter voordelen voor een drijvende weg die momenteel niet in geld zijn uit te drukken, zoals geschiktheid voor integraal waterbeheer in combinatie met landschappelijke inpassing.

De drijvende weg kan wel concurrerend zijn als elementen (delen van een drijvende weg), vanuit een opslag, vaak hergebruikt worden ten behoeve van tijdelijke verbindingen.

Kijkend ook naar de toekomst (2030) naar ontwikkelingen op het gebied van integraal waterbeheer en dynamisch waterpeil zoals het weer onder laten lopen van polders en ruimte geven aan rivieren, past de drijvende weg in dit wenkend perspectief. (Zie ook Bijlage X)

### 4.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om door te gaan met de volgende fase van het project, de Ideefase.

Redenen hiervoor zijn:

- geeft verdere verdieping en verbreding van kennis van de drijvende weg;
- met deze kennis kan de kosten/ baten analyse realistischer worden ingevuld;
- het is niet uitgesloten dat ideeën uit de markt qua (stichtings)kosten ook concurrerender zijn met de (stichtings)kosten van de weg op palen.

Op basis van het flexibele concept en het toekomstperspectief wordt aanbevolen de markt uit te nodigen om met innovatieve ideeën voor de drijvende weg te komen.

## 5 Idee fase

De Idee fase is het vervolg op de Voorstudiefase. Op basis van de voorstudie is het doel van de pilot hergedefinieerd.

### 5.1 Doel pilot

Doel van de pilot is om inzicht te krijgen in de mogelijke meerwaarde van de drijvende weg t.o.v. de huidige wegenbouwpraktijk. Eventuele meerwaarde wordt door middel van een prototype aan belanghebbenden gedemonstreerd.

De mogelijke meerwaarde wordt bepaald aan de hand van een kwalitatieve afweging van de positieve en negatieve aspecten.

### 5.2 Aanpak

De markt wordt uitgenodigd om met ideeën (innovatieve oplossingen) te komen voor een drijvende weg met een lengte van 500m, geschikt voor nader gedefinieerde verkeersklasse(n) en op één of twee nader gedefinieerde (fictieve) locaties onder nader gedefinieerde lokale omstandigheden. Gelijktijdig dient de markt een idee in te dienen van het prototype dat representatief moet zijn voor hun idee van de 500m lange drijvende weg en dat fysiek gedemonstreerd kan worden op een zelf te kiezen locatie.

Verder dient informatie te worden verstrekt over deze locatie (bestaand of nieuw aan te leggen) waar het prototype gedemonstreerd kan worden. Ook zal om aanvullende informatie m.b.t. tot de ontwerpen en kritische onderdelen worden gevraagd. Indien we zelf nog voor de inlichtingen t.b.v. de aanbesteding een geschikte locatie vinden, kan de markt gevraagd worden ook een variant voor die locatie in te dienen. Voordeel van een eigen locatie is dat als een indiener wel een kansrijke idee heeft maar geen locatie hij toch mee kan doen. Nadeel van beschikbaar stelling van een eigen locatie is dat het Rijk de verantwoordelijkheid naar zich toe haalt (gegevens locatie, vergunningen aanvragen etc.). Omdat wij de ideeën nog niet kennen is het logischer en effectiever dat de indiener zelf de nodige vergunningen aanvraagt.

Na selectie van de beste ideeën (3 à 4), door een jury bestaande uit de leden van het pilot-team aangevuld met externe deskundigen, dienen de desbetreffende opdrachtnemers in de ontwerpfase hun ideeën nader uit te werken tot een ontwerp van de drijvende weg en een ontwerp van het bijbehorende prototype.

Na selectie door het pilot-team van het beste ontwerp dient door opdrachtnemer in de realisatiefase het bijbehorende prototype te worden gebouwd en gedemonstreerd op een door de opdrachtnemer zelf te kiezen locatie. Hiermee is dan de opdracht aan het pilot-team voltooid. Als extra kan overwogen worden om het prototype gedurende een bepaalde periode tijdelijk ter beschikking van opdrachtgever te laten stellen voor het uitvoeren van aanvullende beproevingen, metingen en nader onderzoek door derden.



### 5.3 Beoordeling ideeën

#### • Ontwerp

De ideeën zullen i.v.m. gunning worden beoordeeld op volgende aspecten:

- innovatie;
- duurzaamheid;
- veiligheid (verkeers/ constructief/ calamiteiten);
- wegdek blijft boven water;
- rijcomfort;
- rijnsnelheid;
- capaciteit;
- milieu;
- bereikbaarheid voor hulpdiensten;
- flexibiliteit (uitbreidbaarheid: verlengen/ verkorten);
- herbruikbaarheid componenten/ delen;
- mobilisatie- en demobilisatietijd;
- waterbeheer;
- ruimtebeslag;
- landschappelijke inpassing/ ruimtelijke ordening;
- juridische aspecten;
- kosten.

#### • Prototype

De ideeën zullen i.v.m. gunning worden beoordeeld op volgende aspecten:

- is het een goede weerslag van het ontwerp;
- heeft het voldoende Public Relation-waarde;
- is het innovatief.

### 5.4 Eisen

Aan het ontwerp van de **500m lange drijvende weg** en het **prototype** worden voorlopig volgende eisen gesteld:

- bovenkant rijdek voldoet aan de eisen voor stroefheid en vlakheid conform Standaard RAW Bepalingen [13];
  - bovenkant rijdek zodanig uitvoeren dat het afwaterend vermogen gelijk is aan een rijdek met dwarshelling van 2,5%;
  - is geschikt om personenauto's, conform ontwerpvoertuig type 1\*, erop, over en eraf te laten rijden met een minimale rijnsnelheid van 80 km/uur;
  - is geschikt om een lichte kraanauto (t.b.v. wegslepen bij calamiteiten), ambulance conform het ontwerpvoertuig type 2 resp. 3\*, erop, over en eraf te laten rijden;
  - drijft op het water en volgt het waterpeil;
  - aan de referentie levensduur van de 500m lange weg worden voorlopig geen eisen gesteld;
  - de referentie levensduur van het prototype nog nader vast te stellen (tijdelijke constructie);
  - aan het vertikaal alignement (bogen, hellingen en plotselinge knikken in het lengteprofiel) worden geen expliciete eisen gesteld, e.e.a. wordt aan de deskundigheid van de markt overgelaten;
  - aan het maximale hellingspercentage voor kantelen in dwarsrichting van de weg (om de 'lengte-as') worden geen expliciete eisen gesteld, e.e.a. wordt aan de deskundigheid van de markt overgelaten;
  - aan het aantal rijstroken en breedte rijstroken en redresseerstroken worden voorlopig geen eisen gesteld;
  - aanvragen alle vergunningen t.b.v. demonstratie prototype op locatie door opdrachtnemer.
- \* ontwerpvoertuigtypen later te definiëren

## 5.5 Door de markt te verstrekken informatie

- **Ten behoeve van selectie**

Informatie m.b.t. tot de technische bekwaamheid op het gebied van verkeerstechniek, wegontwerp, ontwerp van bruggen, ontwerp schepen/ pontons, scheeps- c.q. pontonbouw, financiële en economische draagkracht e.d. (*nader in te vullen in de Ideeefase*).

- **Ten behoeve van gunning**

Informatie op basis waarvan de aspecten genoemd in sectie 5.3 gewaardeerd zullen worden:

- *schets van 500m lange weg, bestaande uit:*

- een lengte profiel (langsdoorsnede) over de totale constructie (oevers, overgang op de oevers, drijvende constructie e.d.);
- een dwarsprofiel van de drijvende constructie, oevers, overgang op de oevers e.d.;
- details van de belangrijkste onderdelen (verbinding tussen de modules, overgang op de oevers, fixatie e.d.).

- *toelichting op idee, bestaande uit:*

- een motivering/ toelichting op de gekozen uitgangspunten;
- een risico-inventarisatie van de totale constructie en de kritische onderdelen m.b.t. veiligheid, vergunningen, tijd, geld, duurzaamheid, bereikbaarheid, calamiteiten (aanvaring, brand e.d.) e.d. en een beschrijving hoe men deze risico's denkt te beheersen;
- een globale kostenraming van de 500m lange drijvende weg (gesplitst naar maken (nieuwbouw) in fabriek en in het werk samenstellen tot een drijvend geheel excl. transportkosten);
- globale bouwtijd (gesplitst naar maken fabriek en in het werk samenstellen tot een drijvend geheel excl. transport).

- *schets van het prototype, bestaande uit:*

- een lengte profiel (langsdoorsnede) over de totale pilotconstructie (oevers, overgang op de oevers, drijvende constructie e.d.);
- een dwarsprofiel van de drijvende constructie, oevers, overgang op de oevers;
- details van de belangrijkste onderdelen (verbinding tussen de modules, overgang op de oevers, fixatie prototype);
- een schets van de locatie inclusief totale pilotconstructie in bovenaanzicht.

- *toelichting op idee, bestaande uit:*

- een motivering/ toelichting op de gekozen uitgangspunten/ afwijkingen t.o.v. idee 500m lange weg;
- een risico-inventarisatie van de totale constructie en de kritische onderdelen m.b.t. veiligheid, vergunningen, tijd, geld, duurzaamheid, bereikbaarheid, calamiteiten e.d. en een beschrijving hoe men deze risico's denkt te beheersen;
- een globale kostenraming van pilotconstructie (gesplitst naar maken fabriek en in het werk samenstellen tot één geheel excl. transportkosten);
- globale bouwtijd (gesplitst naar maken oevervoorzieningen en maken in fabriek en in het werk samenstellen tot een drijvend geheel excl. transport);
- overzicht van welke vergunningen en certificaten (scheepsbouw) men denkt nodig te hebben.

- In de **Ontwerpfase** wordt van de markt de volgende informatie gevraagd:  
nog nader in te vullen (betreft een meer gedetailleerde info over het ontwerp van de 500m drijvende weg en het prototype).

- In de **Realisatiefase** wordt van de markt de volgende informatie gevraagd:  
nog nader in te vullen (betreft een steeds verdere gedetailleerde info over uitsluitend het prototype).



## 6 Literatuurlijst

- [1] Gloyd, C.S., 1988. Concrete Floating Bridges. In : Concrete International (may)
- [2] Myint Lwin, M. en C.S. Gloyd, 1984. Rebuilding the Hood Canal Floating Bridge. In : Concrete International (june)
- [3] Myint Lwin, M., 1989. Design of the Third Lake Washington Floating Bridge. In : Concrete International (february)
- [4] Myint Lwin, M., 1993. The Lacey V. Murrow Floating Bridge USA. In : Structural Engineering International (march)
- [5] Nederlands Normalisatie Instituut, 1995. NEN 6788; Het ontwerpen van stalen bruggen; basis-eisen en eenvoudige rekenregels (VOSB 1995)
- [6] Nederlands Normalisatie Instituut, 1995. NEN 6723; Voorschriften betonbruggen; constructieve eisen en rekenmethoden (VBB 1995)
- [7] Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, 1997. Leidraad en checklist landschappelijke inpassing hoofdwegen, P-DWW-97-59
- [8] Rijkswaterstaat, Directie Bruggen, 1988. Richtlijn overgangsconstructies (stootplaten)
- [9] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde Rotterdam, vanaf 1990. Richtlijn voor het ontwerpen van autosnelwegen (ROA)
- [10] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde Rotterdam, vanaf 1989. Richtlijn voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen (RONA)
- [11] Reina, P., 1994. Box Girders Float Across a Fjord. In : Engineering News Record (march)
- [12] Solland, G, S. Haugland en J.H. Gustavsen, 1993. The Bergsøysund Floating Bridge, Norway. In : Structural Engineering International (march)
- [13] Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw in de Verkeerstechniek, 1995. Standaard RAW Bepalingen 1995



