

141-796

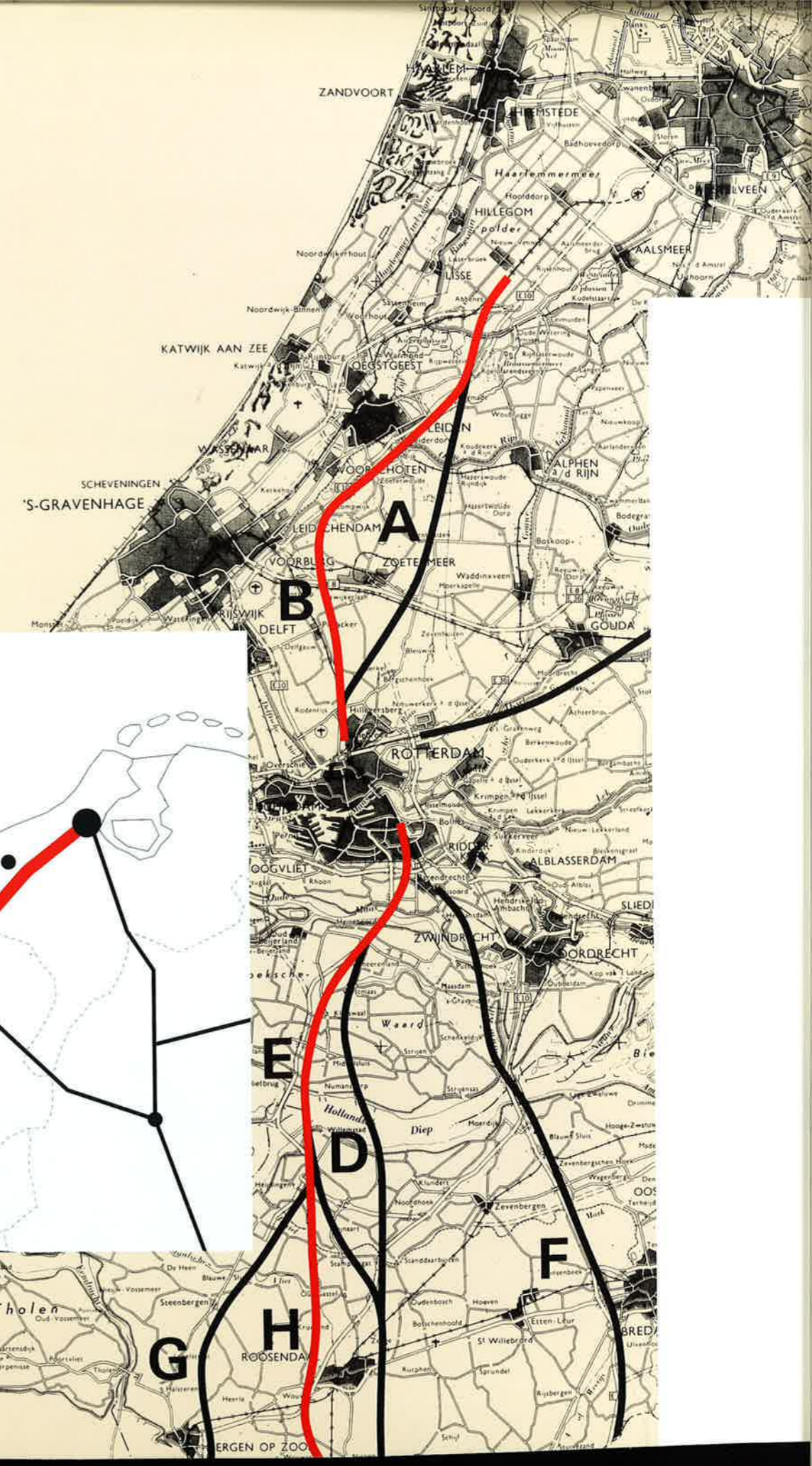
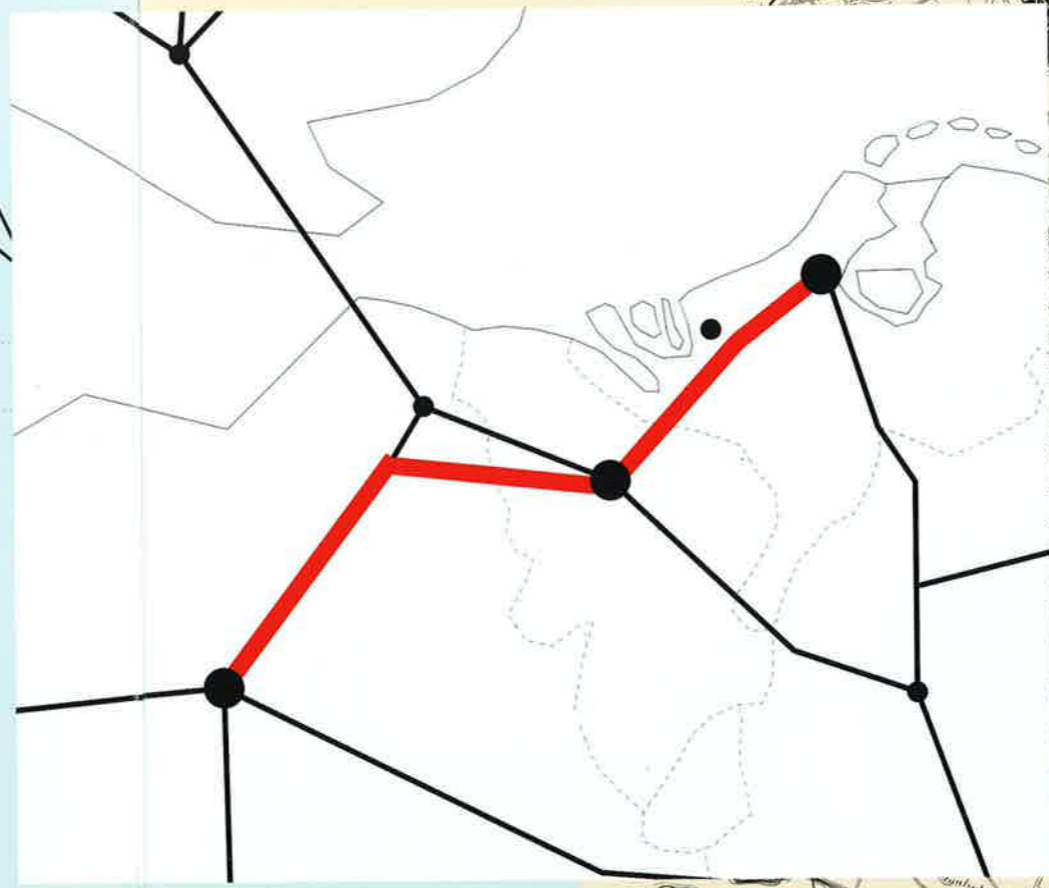
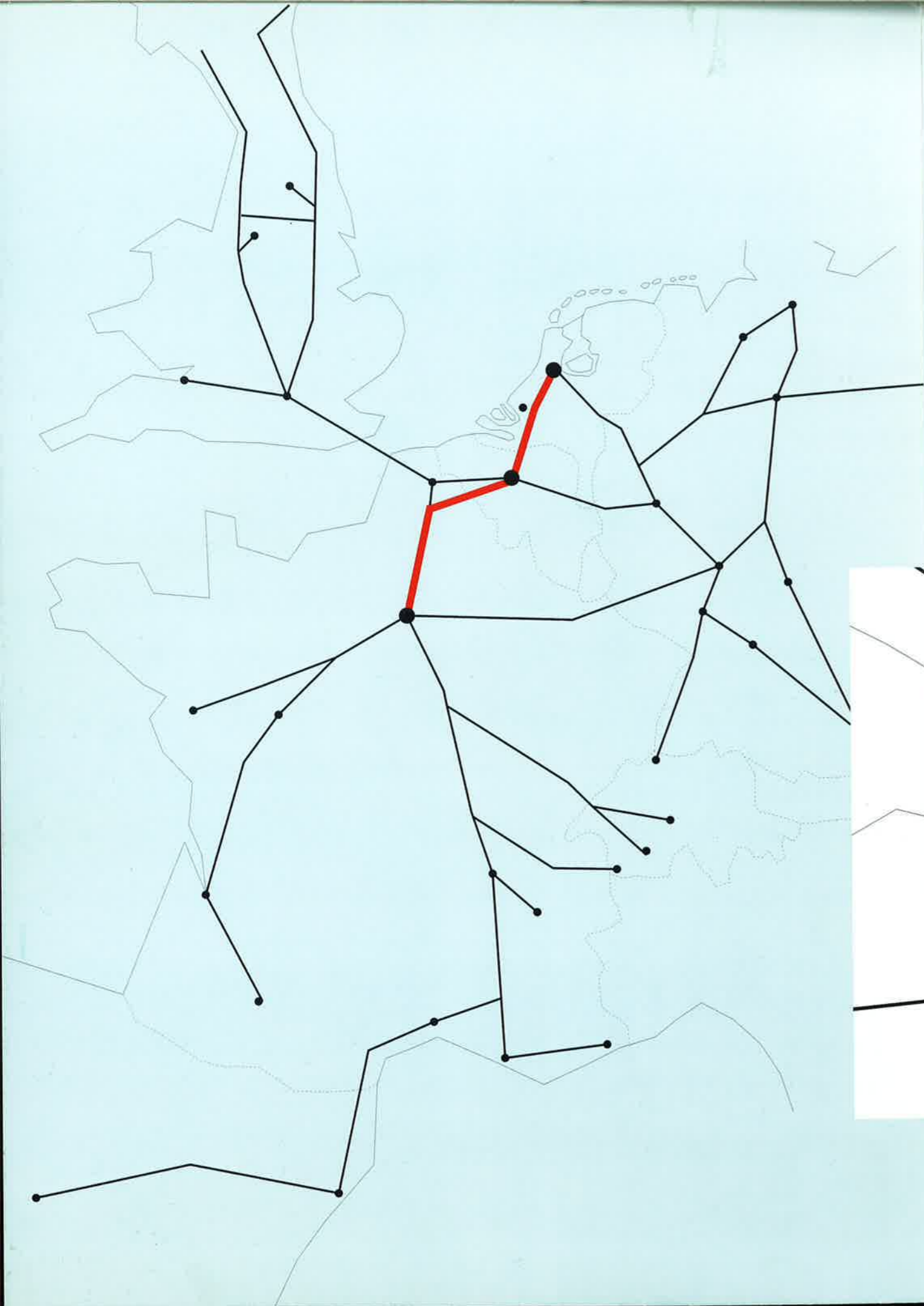
# De HSL als fly-over

Een hoog, snel en lichtvoetig alternatief

A m s t e r d a m - B r u s s e l - P a r i j s



P 141-796





# Een nieuw concept dat z'n waarde al 2000 jaar bewijst



**'t Romeinse principe**

Een slank aquaduct leidt het water met minimaal materiaalgebruik. Dat voordeel is regelrecht naar de HSL fly-over door te trekken.

Het is geen sinecure om in de Randstad nog een traject te realiseren voor de hoge snelheidstrein. De bestaande milieu-effectrapportage geeft aan dat het voorkeurstracé, geoptimaliseerd naar milieu en de overige infrastructuur, tenminste een hoogte van zeven meter heeft.

In de MER gaat men uit van het gebruik van een aarden baan. Dit concept bereikt hier echter z'n grenzen. Verwerving van honderden hectare grond, een bouwtijd van vele jaren, grote gevolgen voor het milieu, het hoort eigenlijk niet in deze tijd.

Een vooruitstrevend project als dit roept om eigentijdse alternatieven. Deze brochure belicht realisatie van de hoge snelheidslijn als fly-over. Een concept dat z'n waarde, in de vorm van aquaducten, al meer dan 2000 jaar bewijst.



Staal/beton compositie

De compositievariant van staal en beton benut de beste eigenschappen van beide materialen. Technisch is het concept goed uitvoerbaar. En de massa is voldoende om geluidemissie effectief te beperken.

## Een constructief alternatief dat nadere beschouwing waard is

Toetsingscriteria

Bij het uitwerken van het concept zijn er drie constructieve varianten getoetst: volledig staal, volledig beton en een compositie van deze materialen.

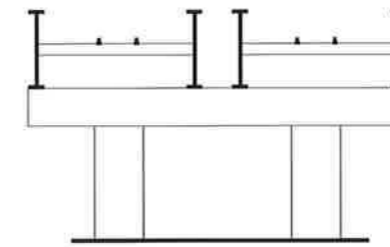
Elke variant is getoetst op de volgende criteria:

- geluidemissie
- esthetische aspecten
- gebruikerseisen
- milieu-effecten
- montage
- kosten

Kan een complex bouwproject concurreren met de klassieke, eenvoudig te realiseren spoordijk? Onder normale omstandigheden waarschijnlijk niet. Maar bij de HSL ligt dat anders.

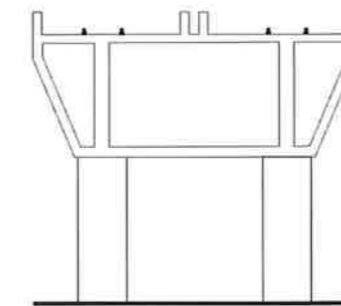
De HSL als fly-over is een innovatief concept dat de uitstraling van een modern vervoermiddel versterkt. Het is binnen drie jaar geheel vanuit de baan zelf te bouwen, en flexibel binnen het tracé in te passen. Resultaat is een visueel open baan die nauwelijks ruimte in beslag neemt en ecologische infrastructuur intact laat.

De fly-over voorkomt een scala van mogelijke problemen. Er vinden geen zettingen plaats. Overlast door bouwverkeer blijft achterwege. Onteigening is eenvoudiger, herverkaveling niet nodig. De fly-over is, kortom, een alternatief dat nadere beschouwing waard is.



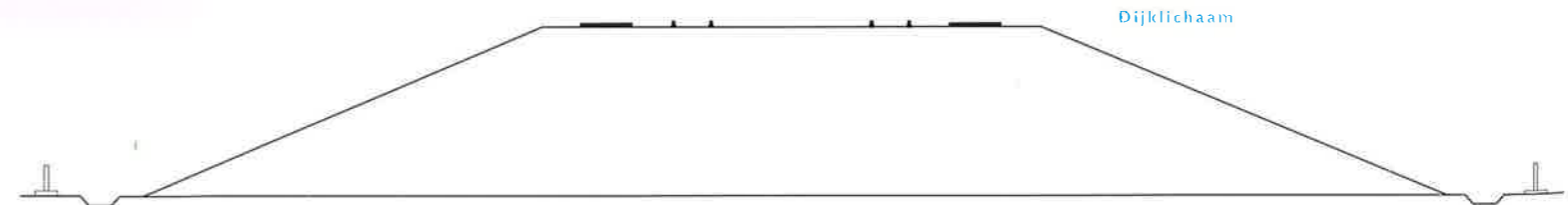
Stalen plaatliggers

In deze vorm minder aantrekkelijk wegens de te hoge geluidemissie. Geluidbeperkende maatregelen zijn materiaaltechnisch inefficiënt en geven constructieve en montageproblemen.

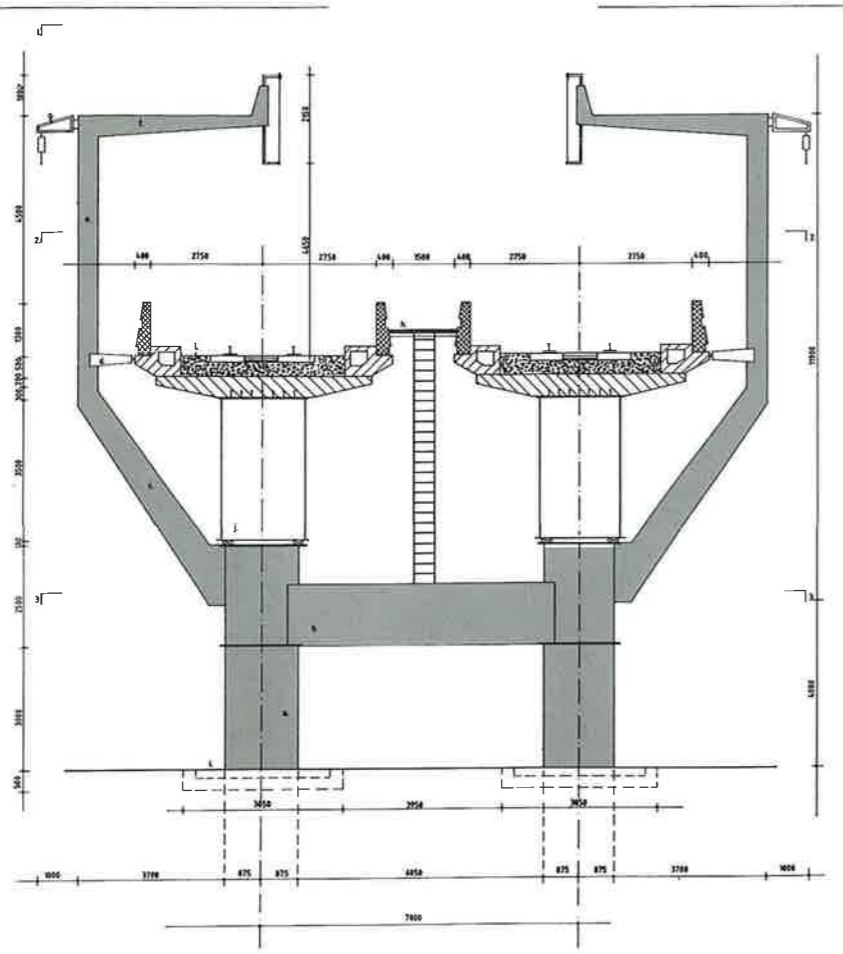


Betonconstructie

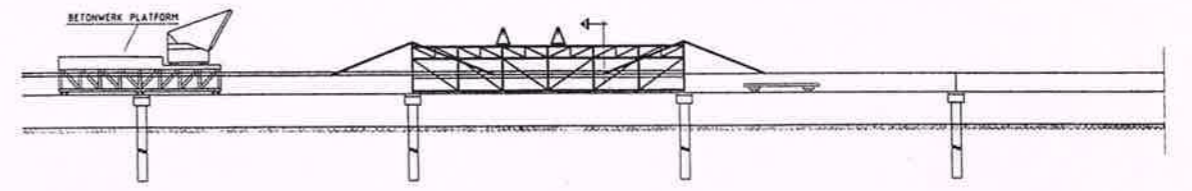
Een volledige betonoplossing is de logische tegenhanger van staal. Bij de gewenste pijlerafstand en de bouwmethode vanaf de baan levert het eigen gewicht onoverkomelijke logistieke problemen op.



Dijklichaam



FASE 1  
BRUGDEEL GESTORT EN VERHARD



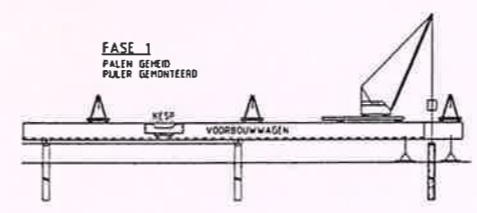
Vooruitstrevende  
montagetechniek

De HSL fly-over is volledig vanuit de baan te bouwen. Een vooruitstrevende bouwmethode die in praktijk wordt gebracht met bestaande en bewezen technieken. Zo wordt de HSL gebouwd met minimale verstoring van de omgeving tijdens de bouwperiode.



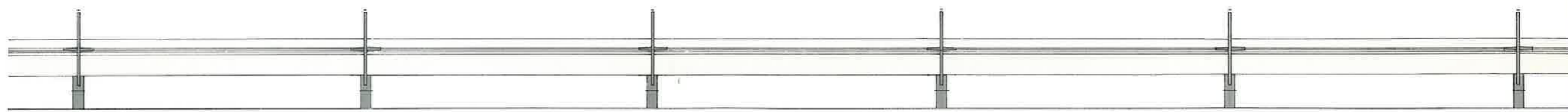
Snelle, stabiele fundatie

Door te funderen op stalen palen is een korte bouwtijd te realiseren. De palen zijn met bekende technieken uit de offshore snel te heien en kunnen vervolgens direct worden belast.



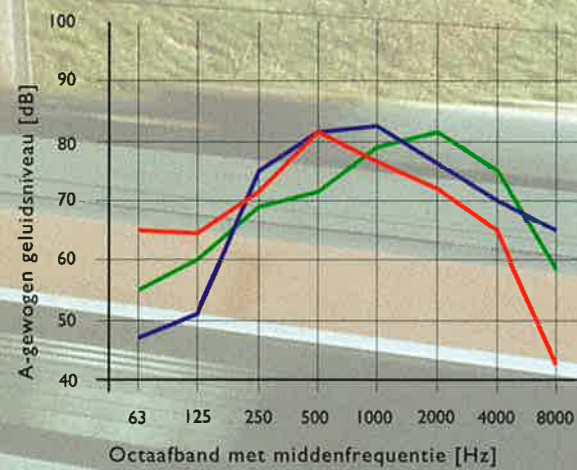
Pijlerafstand 50 meter

De pijlerafstand van 50 meter is constructief goed haalbaar en biedt genoeg ruimte voor bestaande en toekomstige infrastructuur. Het beperkte aantal pijlers verstoort het milieu minimaal en houdt de constructie visueel transparant, ook onder vlakke inijkhoeken.



Hogesnelheidstrein en huidige intercity  
Geluid op 50 meter afstand en hoogte 5 meter

- HSL op brug (composiet)
- HSL op aarden wal
- Intercity NS op aarden wal

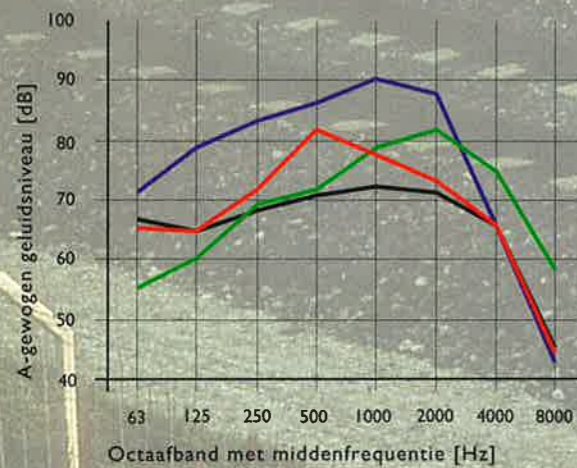


#### Frequentieverschuiving

De geluidniveaus van de HSL komen overeen met die van een intercity (Koploper) bij 140 km/u. De klank verschilt wel. De hoge snelheidstrein op een aarden baan klinkt hoogtoniger. De composietligger geeft juist een laagtoniger klank.

Passerende hogesnelheidstrein  
Geluid op 50 meter afstand en hoogte 5 meter

- Composiet: 84 dB(A)
- Staal: 94 dB(A)
- Beton: 78 dB(A)
- Aarden wal: 85 dB(A)



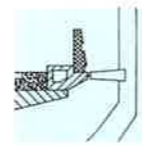
#### Alternatieven in vergelijking

De Technisch Fysische Dienst van TNO heeft de diverse varianten via een rekenmodel met elkaar vergeleken. De composietvariant en de aarden baan zijn geluidtechnisch aan elkaar gewaagd.



#### Geluidscherm ingebouwd

Geluidschermen maken een integraal onderdeel uit van het concept. Vorm, plaatsing en bekleding zijn te optimaliseren voor het beste effect.

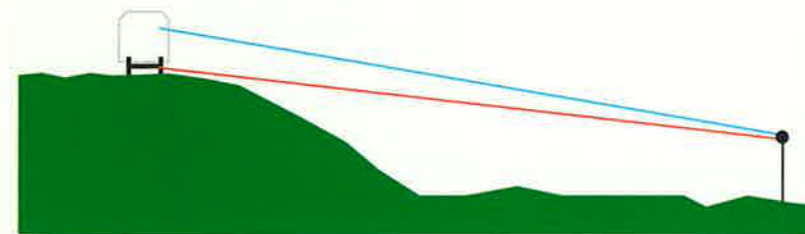


## Het volle gewicht wordt in de strijd tegen geluid gegooid

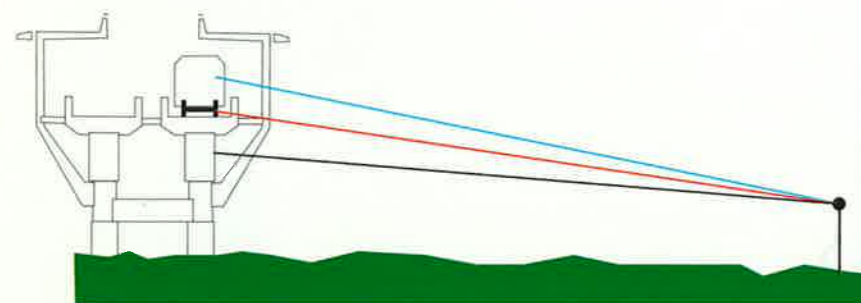
Geluidafstraling is een belangrijke factor bij een nieuw spoortraject. Een brugconcept is hiervoor gevoelig, omdat de liggers zelf geluid afstralen bij het passeren van een trein.

De keus voor composiet is in dit verband erg gunstig. De betonmassa vangt namelijk een groot deel van de trilling op. Zo wordt geluidafstraling effectief beperkt.

Duidelijk pluspunt van de fly-over is, dat geluidbeperkende maatregelen eenvoudig en voordelig te nemen zijn. De fly-over is bijvoorbeeld standaard al voorzien van geluidschermen om direct rolgeluid op te vangen. Op deze wijze wordt standaard reeds het geluidsniveau van een normale intercity gehaald.



— Aërodynamisch geluid  
— Rolgeluid



— Aërodynamisch geluid  
— Rolgeluid (afgeschermd)  
— Bruggeluid

#### Bron van treingeluid

Rijdende treinen geven aërodynamisch geluid, motorgeluid en contactgeluid. Het contact tussen wielen en spoorstaven is hier de maatgevende factor. Naast direct rolgeluid leidt het tot resonantie van de ondergrond (spoordijk of brugligger).



**Open landschap**

Nederland heeft een open landschap dat recht is met fijne accenten. Om dat beeld zoveel mogelijk intact te laten, moet de fly-over hoog genoeg zijn om er van dichtbij onderdoor te kijken. En laag genoeg om op afstand weg te vallen.

# D De slanke lijn vervangt het massieve lichaam



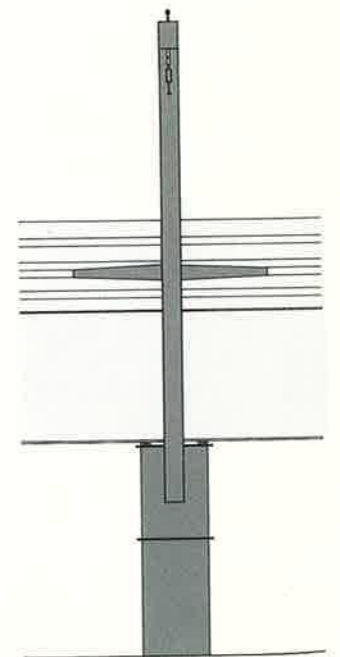
Het Nederlandse landschap is een kostbaar goed; alle redenen om er voorzichtig mee om te gaan. Spoordijk noch fly-over zijn daarin esthetisch gewenste toevoegingen. Via vormgeving biedt de fly-over echter mogelijkheden voor afstemming op de omgeving en voor publieke acceptatie.

Door de goede verhouding tussen liggerhoogte en open ruimte ontstaat een transparant geheel. Om de horizontale lijn zwevend en licht te houden, zijn de liggers lichter van kleur dan de pijlers. Alle vorm is geconcentreerd in de ondersteuning; de bovenleidingdragers zijn er ook aan gemonteerd.

De aandacht ligt dus op de verticale elementen, die om de 50 meter staan. De horizontale lijn wordt zo een drager van snelheid, die een verwachting van reizen oproept.

**Verticale vormgeving**

Alle vorm wordt geconcentreerd in de pijlers en bovenleidingdragers; elke knik, elk element wordt hier expressief gemaakt.





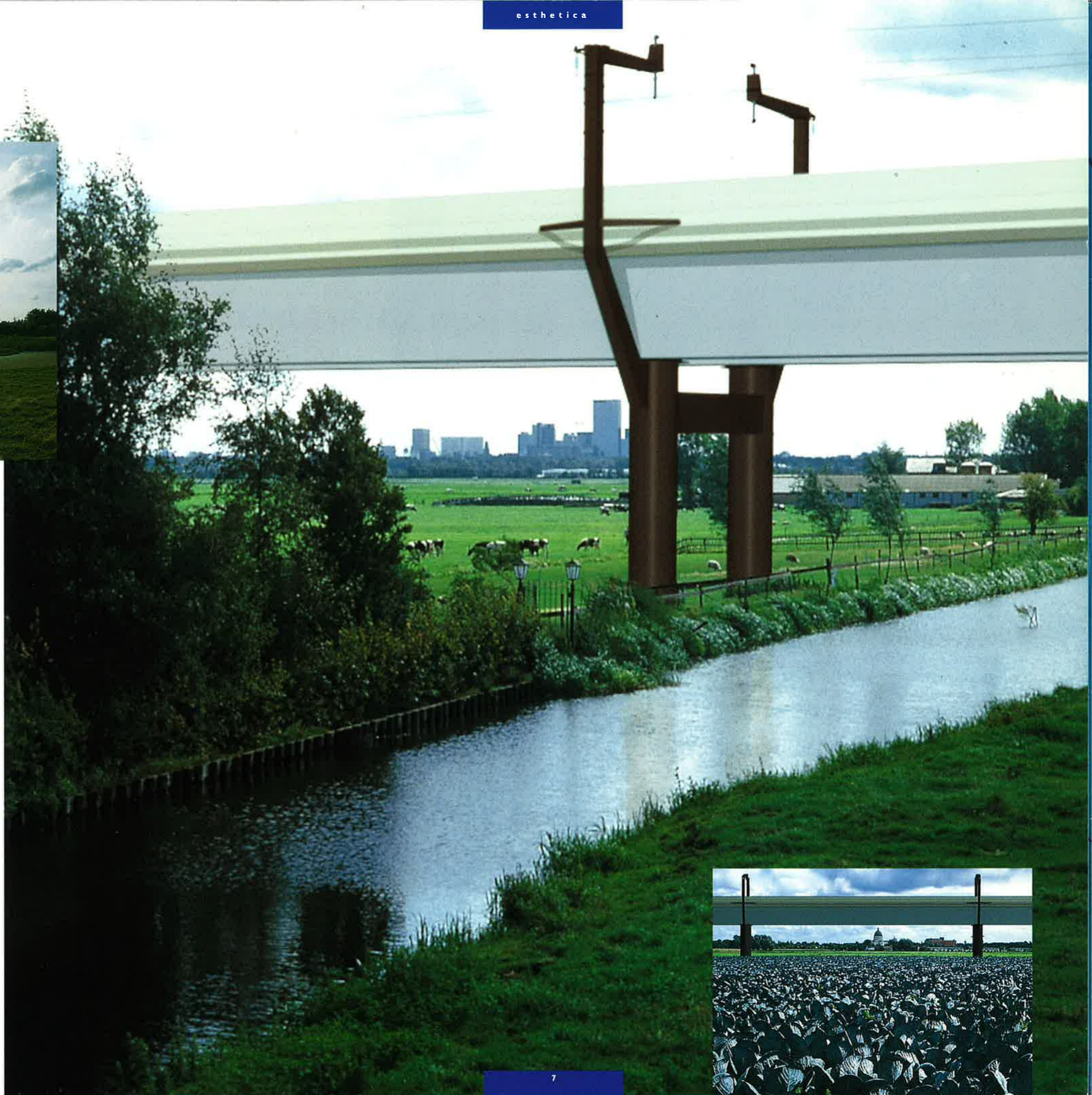


#### Bescherming bijzondere structuren

Een aarden baan vergt bijzondere voorzieningen (stukken doorgaand viaduct) om karakteristieke landschapselementen te behouden. Bij de HSL fly-over gebeurt dit standaard.

#### Gesloten landschap

In stedelijk gebied of gesloten natuurlijk landschap (zoals bos) ziet men de fly-over zelden op afstand. Men kijkt er dus meestal onderdoor; de visuele verstoring is minimaal.

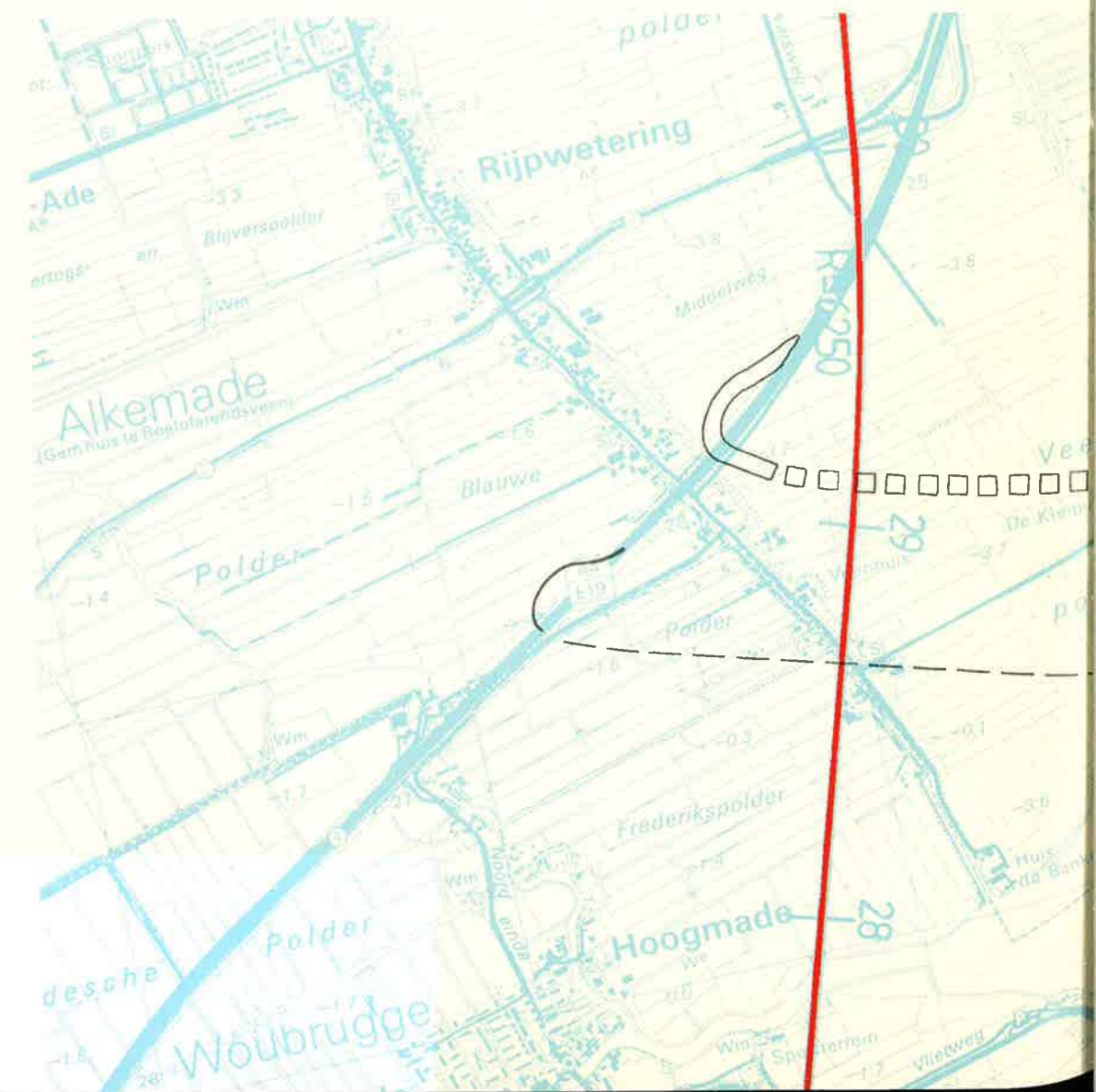




Gestandaardiseerd  
baanonderhoud

Toekomstige  
infrastructuur

De open structuur van  
de fly-over laat makers  
van infrastructurele  
plannen voor de  
toekomst alle ruimte.

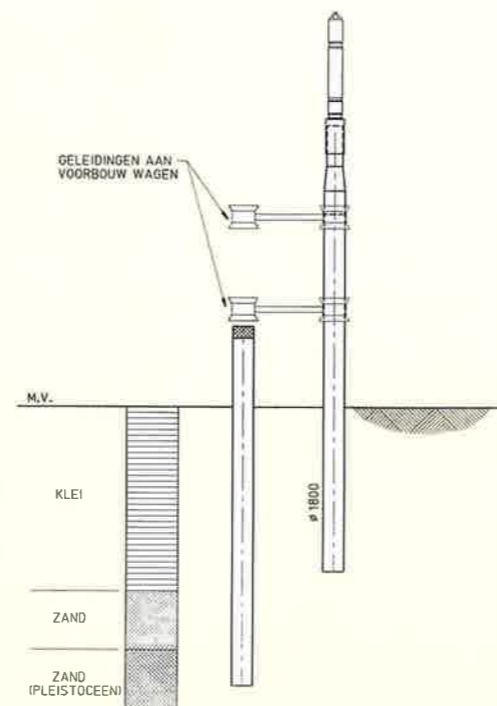




## Doordachte technieken beperken de onderhoudsnota

### Zettingen nihil

Omdat de fly-over direct op het pleistoceen is gefundeerd, blijven zettingen achterwege. Dat beperkt de onderhoudskosten in de toekomst aanzienlijk.



Na de initiële investering is de onderhoudsnota een belangrijke kostenpost. De fly-over is eenvoudig qua vorm, en dus snel en eenvoudig te onderhouden.

Conservering van de bruggdelen is zodanig uit te voeren, dat een zeer lange levensduur gewaarborgd is. Pijlers worden kathodisch voor corrosie behoed.

Het geregelde onderhoud is met speciaal ontwikkelde apparatuur vanaf een onderhoudswagen uit te voeren. Wat achterwege kan blijven, is arbeidsintensief werk als maaien, taluds bijhouden, sloten schonen en hekwerk onderhouden.

In de constructie worden voorzieningen getroffen die de veiligheid garanderen. Ook is er rekening gehouden met vluchtroutes en toegangswegen. De fly-over is door z'n hoge ligging niet toegankelijk voor ongewenst publiek, dieren en auto's.



## De HSL als fly-over laat het milieu met rust

De HSL milieu-effect-rapportage waarschuwt al voor de ingrijpende gevolgen van een hoge en zware spoordijk voor de geologie, de geohydrologie en de waterhuishouding.

De effecten van de fly-over daarentegen zijn zeer beperkt. De fundering op het pleistoceen laat de ondergrondse en bovengrondse waterstructuur zo goed als intact. Polders, watergangen en sloten blijven ongewijzigd.

Bij het doorsnijden van waterwingebieden tellen die voordelen extra. Milieuvergunningen zullen veel eenvoudiger te verkrijgen zijn. Ook anderszins wordt het landschap tijdens de bouw en het gebruik minimaal verstoord. Er hoeft zelfs geen (mogelijk vervuilde) grond te worden afgegraven.

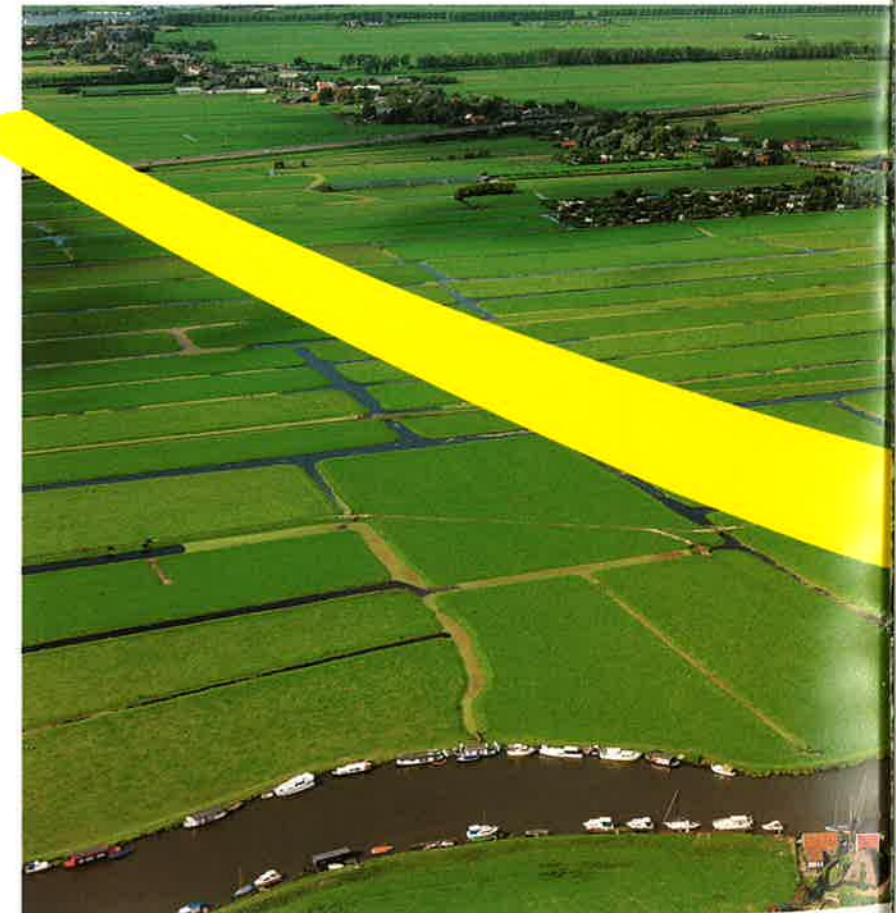
### Geen hervestiging

Onteigenen en hervestigen spelen bij de fly-over een geringe rol; de tijdswinst en het kostenvoordeel bij de procedures is aanzienlijk.



### Sociale veiligheid

Voetgangers- en fietser-tunneltjes dragen niet bij aan een gevoel van sociale veiligheid. Door de hoge en grote overspanning van de fly-over zijn dergelijke voorzieningen in het geheel niet nodig.



**Knelpunten verminderen**

Verreweg de meeste milieutechnische knelpunten zijn bij de HSL fly-over nauwelijks aan de orde. Dat vermindert tevens het risico van onverwachte extra kosten.



De gele lijn geeft het grondbeslag van een dijklichaam aan.

**Ecologische infrastructuur**

Door de constructie van de fly-over wordt er nauwelijks ruimte van de natuur ingenomen. En, wat belangrijker is, de ecologische infrastructuur blijft volledig behouden, zonder doorsnijding.



Complex geheel van autosnelwegen en spoorlijnen domineert landschapspatroon

Extra barriere in ecologische relatie plasgebieden

Complexe situatie door hoge kruising met A4 en zijwegen

Groot ruimtebeslag in stedelijk lint (Leiderdorp)

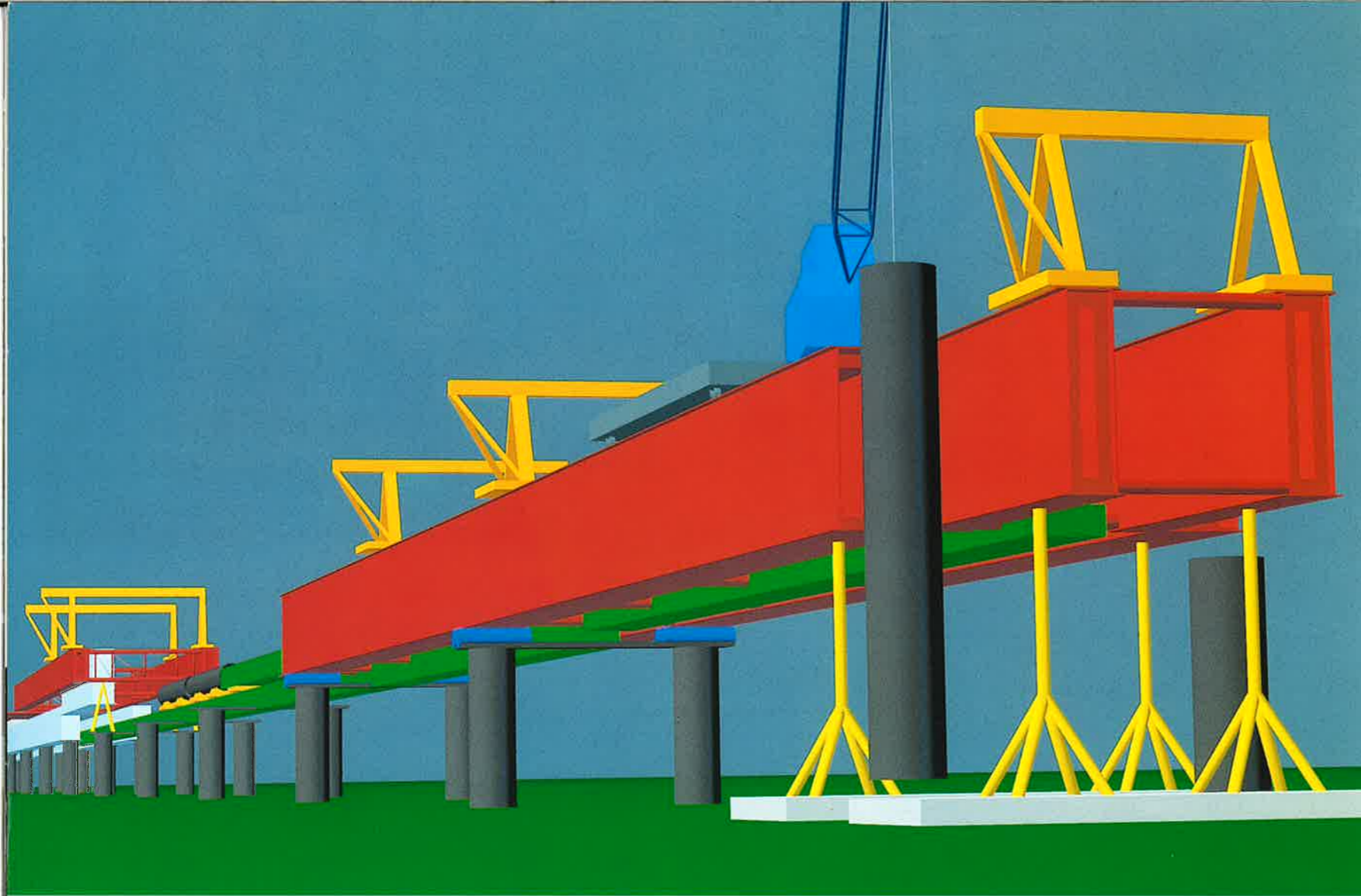
Enige restruimte door bundeling

Extra barriere tussen strandwallengebied en polders

Buffer halverwege nieuwe stedelijke as

Haakse doorsnijding nieuw bosgebied, waardoor beperkte barrierewerking

HSL versterkt hoofdrichting landschap in kassengebied



**Montage vanuit de baan**

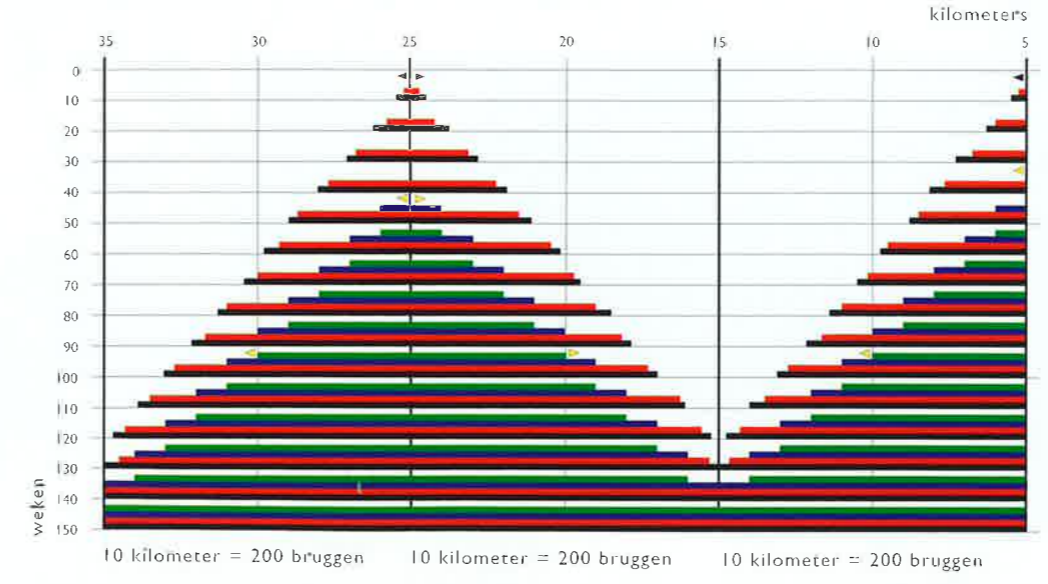
De montage vanuit de baan vindt in drie fases plaats. Eerst worden de pijlers geplaatst, dan de stalen kokerliggers en uiteindelijk wordt het beton op de kokerliggers aangebracht.

**In drie jaar gereed**

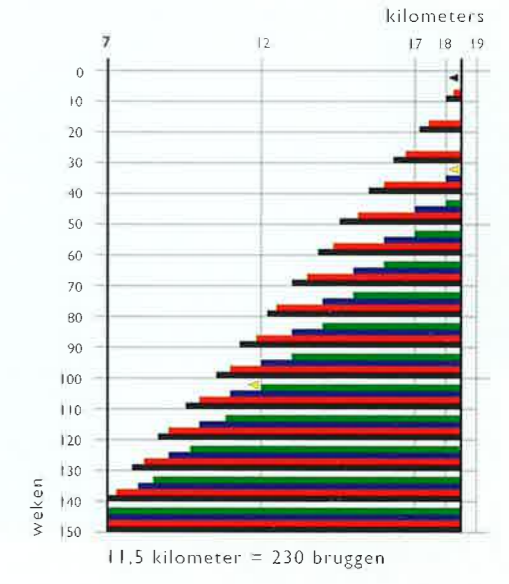
Nauwkeurige productieplanningen tonen aan dat een vérgaand gestandaardiseerde fly-over zonder problemen in drie jaar tijd te realiseren is.

- grind
- beton
- staal
- palen
- ▲ startplaats beton-grind
- ◄ startplaats palen-staal

Amsterdam-Rotterdam



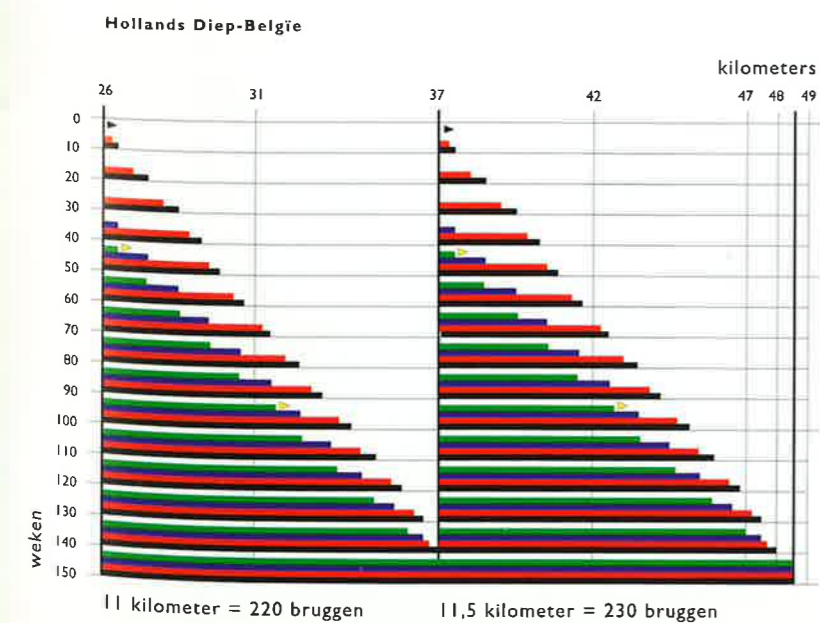
Oude Maas-Hollands Diep





#### Geen verstoring omgeving

Bij normale constructie van kunstwerken levert de benodigde bouwplaats veel ongemak en hinder op. Bij de HSL fly-over is daarvan geen enkele sprake.



## Zonder de grond te raken binnen drie jaar klaar

De montage van de fly-over geschiedt geheel vanuit de baan zelf. Dat geeft enorme voordelen. Op de grond vindt er geen enkele activiteit plaats, en dus geen enkele verstoring. Zelfs het passeren van een autosnelweg vindt plaats zonder enige stremming van het wegverkeer.

Niet alleen het constructiewerk, maar ook de aanvoer van materialen verloopt via de baan. De overlast tijdens de bouwperiode blijft dus beperkt tot het absoluut noodzakelijke.

Omdat de fly-over vérgaand te standaardiseren is, kan de montage rationeel worden opgezet. Vanuit een aantal startpunten wordt een traject van steeds circa tien tot twintig kilometer aangepakt. Binnen zo'n drie jaar ontmoeten de montageploegen elkaar in de lucht, en is de fly-over gereed.

#### Stabiliteit gewaarborgd

Dankzij tientallen jaren off-shore ervaring is het Heerema concern in staat waarborgen te geven voor een snelle en stabiele diepe fundering met stalen palen op het pleistoceen.





# K

## Kostenramingen karakteriseren fly-over als sterk concurrerend

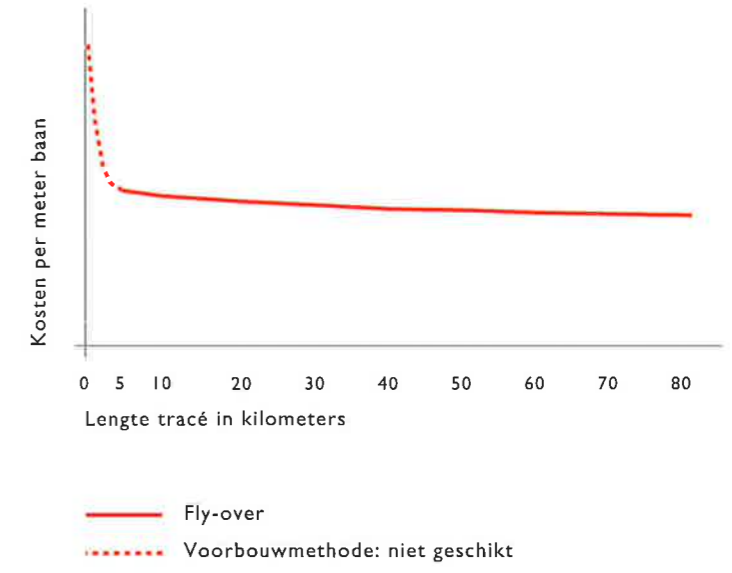
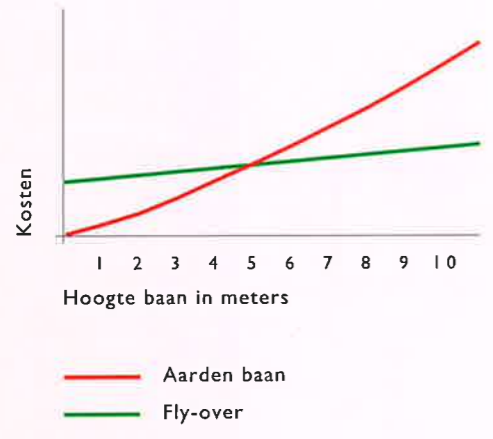
De financiële voordelen van de fly-over liggen niet in de directe bouwkosten, maar juist in de vele bijkomende kostenposten. Die zijn bij de fly-over veel minder belangrijk dan bij een aarden baan.

De grondaankopen zullen geringer zijn en op minder (tijdrovende) onteigeningsproblemen stuiten. Milieuvergunningen zijn eenvoudiger te verkrijgen. Kunstwerken en milieutechnische aanpassingen zijn met de fly-over niet nodig. En door de korte bouwtijd blijft ook het renteverlies beperkt.

Daar komt bij dat de toekomstige kosten bij de fly-over bekend en gering zijn. Er is geen sprake van financiële verrassingen, zoals kostbare kunstwerken achteraf wegens uitbreidingen van de infrastructuur.

**De kosten van hoogte**  
Naarmate een aarden baan hoger wordt, nemen de kosten toe, zowel direct als indirect. Bij de fly-over is de hoogte een post van ondergeschikt belang.

**De kosten per kilometer**  
Na een hoge aanvangs-investering dalen de bouwkosten per kilometer van een fly-over sterk naarmate het tracé langer wordt. Ook de geringere bijkomende kosten per kilometer tellen door.

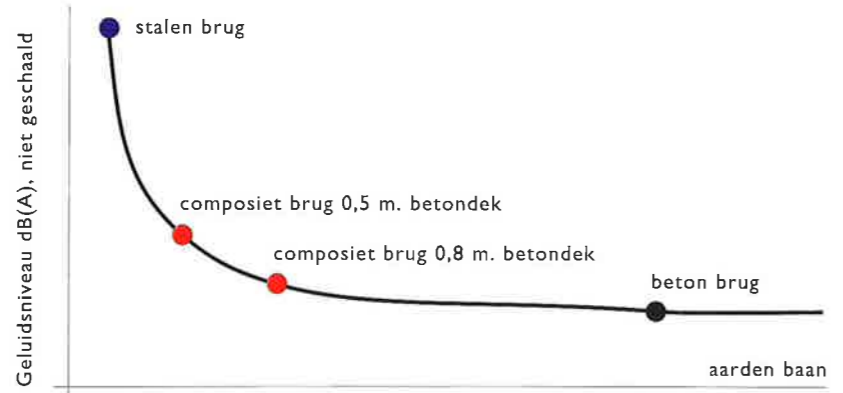
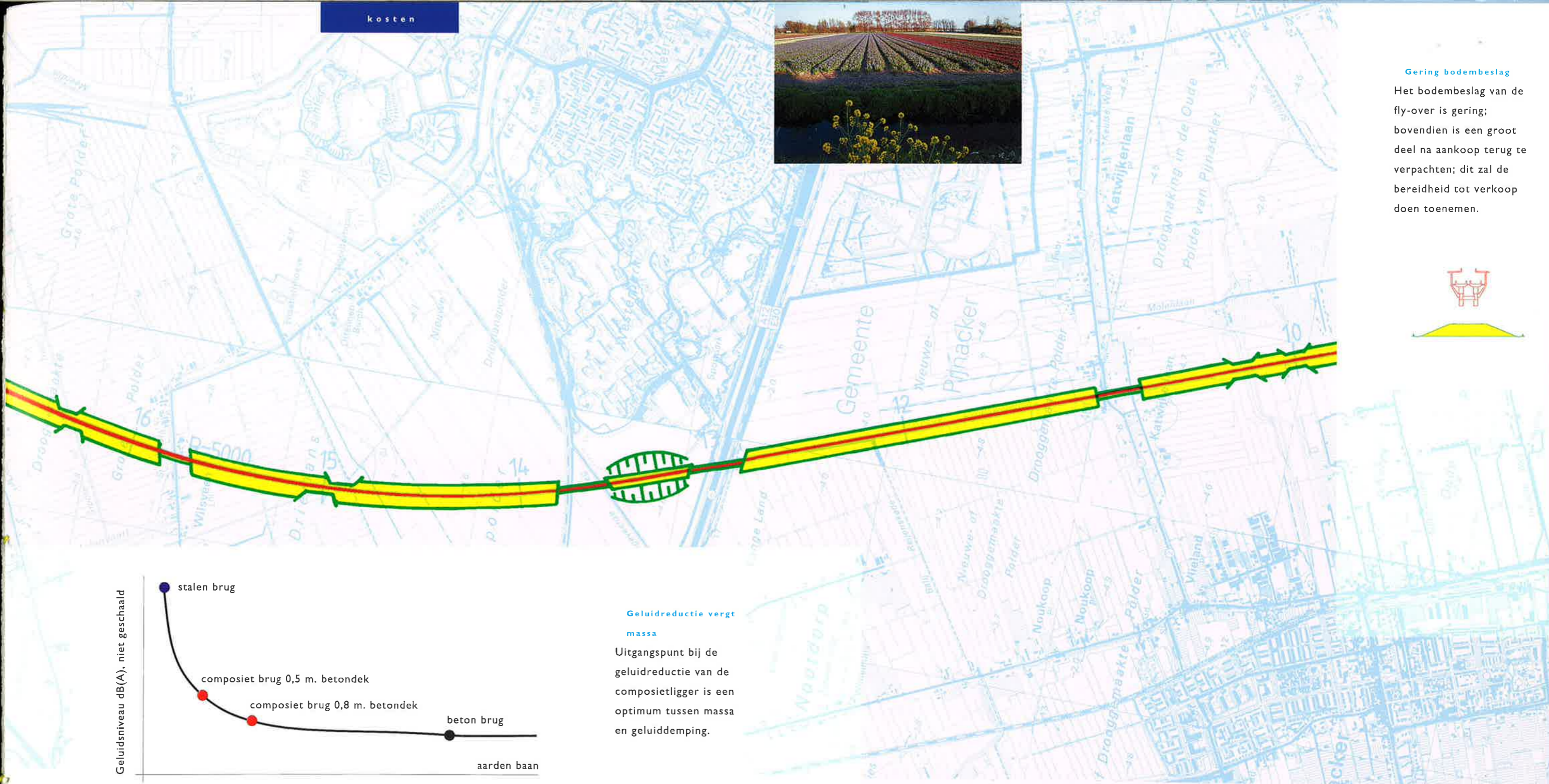
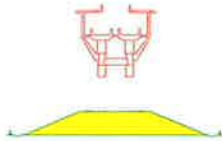






Gering bodembeslag

Het bodembeslag van de fly-over is gering; bovendien is een groot deel na aankoop terug te verpachten; dit zal de bereidheid tot verkoop doen toenemen.



Geluidreductie vergt massa  
Uitgangspunt bij de geluidreductie van de composietligger is een optimum tussen massa en geluiddemping.

Massa brugplaat  
Kosten

**Ervaring in  
spoorbruggen**

HFG heeft in de loop der jaren ruime ervaring opgedaan met spoorbruggen voor NS.



## Een alternatief concept van een ondernemer met visie

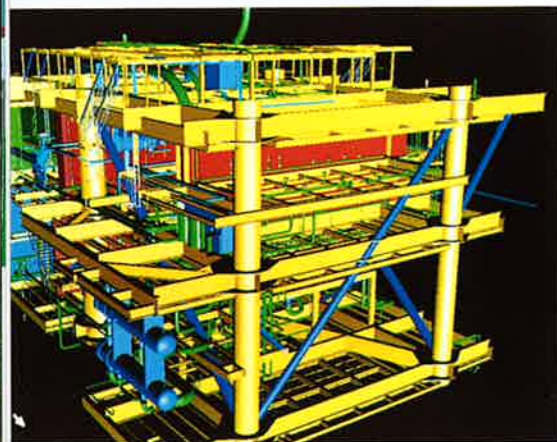
Het concept voor de HSL fly-over is ontwikkeld door Grootint, onderdeel van de Heerema Fabrication Group (HFG). Onderzoek geeft aan dat realisatie van de fly-over mogelijk is met bewezen technieken binnen economische grenzen. Bij nader onderzoek en verdere optimalisatie zijn de voordelen nog te vergroten.

HFG heeft zijn sporen verdiend als ontwerper en bouwer van grote stalen objecten. We noemen off-shore installaties, procesinstallaties, bruggen en tunnels. Hiervoor zijn vele nieuwe concepten en technieken ontwikkeld en succesvol in de praktijk gebracht.

HFG heeft het management gevoerd over tal van complexe projecten. Bovendien beschikt HFG, als onderdeel van het Heerema-concern, over een solide financiële basis.

**Tweede Van Brienoord**

Het invaren en monteren van de tweede Van Brienoordbrug ontving -terecht- alle aandacht van de pers. Het was, samen met de constructie van de brug, een klus waar de naam HFG achter staat.



**Offshore als  
springplank**

HFG is groot geworden in de off-shore. Hiervoor zijn honderden, vaak grootschalige en zeer complexe opdrachten uitgevoerd.





## Colofon

### Constructie, montage, gebruikerseisen

#### Grootint

Zwijndrecht

Ingenieursbureau De Weger

Rotterdam

Ingenieursbureau Veth

Papendrecht

Heeremac

Leiden

### Milieu-effecten

Ingenieursbureau De Weger

Rotterdam

### Geluidaspecten

TNO-Technisch Fysische Dienst

Delft

### Architectonische vormgeving

Dedato / Mensink & Elshuis

Amsterdam

### Video-animatie

Zimmerman Film/Video

Hilversum

### Grafische vormgeving

Dedato / Anne Stienstra, Jannie de Groot

Amsterdam

### Fotografie

Jeroen Nooter

Den Haag

Aerophoto

Schiphol

ABC Press

Amsterdam

Benelux Press

Voorburg

Nederlandse Spoorwegen

Utrecht

Grootint

Zwijndrecht

### Tekst

Jos Knippen

Alkmaar

### Druk

Mart. Spruijt

Amsterdam

