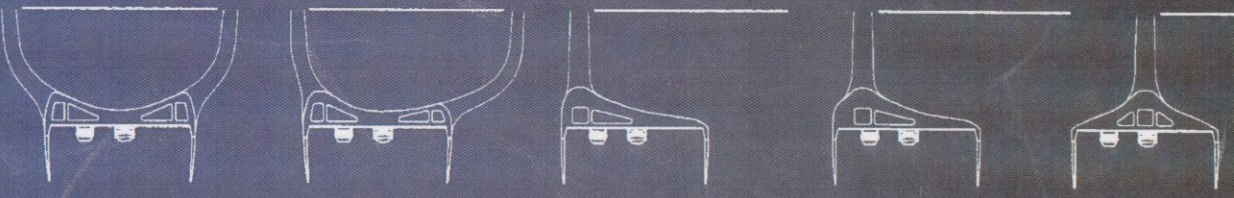


Dubbeldeks autosnelwegen IN NEDERLAND



Aan deze verkenning is door diverse onderdelen van Rijkswaterstaat gewerkt. Daartoe is een projectteam gevormd, bestaande onder andere uit:

**BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT,
AFDELING BRUGGENBOUW, TILBURG**

Ir. H. Nosewicz, *projectleider* en Ir. M. van Grootveld

**BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT,
AFDELING TUNNELBOUW, NIEUWEGEIN**

Ing. J. Hoeksma

REGIONALE DIRECTIE UTRECHT

Mr. E. P. Den Hertog

HOOFDDIRECTIE

Drs. J. Jacobs

**BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT,
AFDELING WEGONTWERP, APELDOORN**

Ing. J. Jongeleen en Ing. B. Wildenberg

**RIJKSWATERSTAAT,
DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE, DELFT**

Ir. C. Padmos

OVERIGE BIJDRAGEN

Adviesdienst Verkeer en Vervoer

B. van Vlimmeren, Bouwdienst, Afdeling Bruggenbouw

Voorts zijn een aantal bureaus ingeschakeld voor ontwerpverkenningen en voor conceptualisatie en eindredactie:

CONCEPT, COÖRDINATIE EN EINDREDACTIE

Ir W. Hartman, Bureau voor stedenbouw, Amsterdam

ONTWERPSTUDIES

DS, landschapsarchitecten, Amsterdam

MVRDV, Rotterdam

Van Berkel & Bos, architectuurbureau, Amsterdam

MODELBEREKENINGEN GELUIDHINDER

TNO, Technisch Fysische Dienst, Delft

LEESWIJZER

Door leden van het projectteam en hun afdelingen en door de externe bureaus zijn verkenningen verricht naar diverse relevante aspecten. Van deze verkenningen zijn rapporten vervaardigd die bij de Bouwdienst zijn in te zien. In het voor u liggende eindverslag worden niet deze deelstudies op de voet gevolgd, maar wordt er een zo beknopt mogelijk geïntegreerd verslag gedaan van de bevindingen. Door lezing van de inleiding en het hoofdstuk "Hoofdlijnen..." heeft de lezer een compleet overzicht van de belangrijkste zaken. Op enkele aspecten wordt vervolgens nog in afzonderlijke hoofdstukken nader ingegaan.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Informatie en Documentatie
Postbus 20901
2500 EX Den Haag
Tel. 070-3517049 / Fax 070-3516430

Dubbeldeks *autosnel*wegen

INHOUD

I	Waarom stapelen?	5
II	Hoofdlijnen	6
III	Vormgeving	12
IV	Schetsboek constructeurs	24
V	Het interregionale net	28
VI	Milieu en geluid	32
VII	Realiseren	34

.....
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Informatie en Documentatie
Postbus 20901
2500 EX Den Haag
Tel. 070-3517049 / Fax 070-3516430

I

Waarom stapelen?

Tegenover de nog steeds groeiende behoefte aan verkeersruimte, zowel voor de auto als voor het openbaar vervoer, staat een groeiende weerstand tegen het toenemende ruimtebeslag dat dit met zich meebrengt. En als er sprake is van nieuwe tracés komt daar nog het bezwaar bij van de verdergaande versnippering van de ruimte. In deze studie wordt onderzocht of het mogelijk is om het ruimtegebruik te beperken door de uitbreiding van de infrastructuur boven de bestaande wegen en spoorwegen aan te leggen; een vorm van dubbel ruimtegebruik. Bovendien ontstaan door het stapelen een aantal opties voor nieuwe kwaliteiten van het wegennet. In deze verkenning is er voor gekozen om een model uit werken dat uitgaat van een nieuw, vrijliggend, wegensstelsel dat een congestievrije afwikkeling van het verkeer over grotere afstand biedt.

In het *Special Issue-nummer* van Scientific American van oktober 1997, dat gaat over 'the future of transportation', wordt melding gemaakt van een rechtstreekse relatie tussen welvaartsontwikkeling enerzijds en de ontwikkeling van de mobiliteit anderzijds; bij groei van de welvaart groeit de mobiliteit mee. En dat gaat zowel op voor de ontwikkelingslanden als voor de geïndustrialiseerde landen. Als constanten tekenen zich de tijdsbesteding (60-90 minuten per persoon per etmaal) af en een aandeel van 10 à 15 % van het inkomen dat in de ontwikkelde landen aan vervoer wordt besteed. Binnen deze begrenzungen optimaliseert eenieder naar de vervoersmogelijkheden, de eigen balans tussen geld- en tijdsbesteding, en de vervoersbehoefte.

Voor de Nederlandse situatie betekent dit dat de nog steeds groeiende welvaart voor een deel wordt omgezet in mobiliteit, waarbij de groei vooral in het autoverkeer wordt gerealiseerd en voor een geringer deel door openbaar vervoer en in de stedelijke gebieden ook nog door de fiets.

Het gevolg is een voortdurende behoefte aan meer verkeersruimte voor de auto. In de stedelijke gebieden ontbreekt in de meeste gevallen de ruimte voor uitbreiding van de infrastructuur. We zien dan ook dat de meeste investeringen in infrastructuur buiten de steden plaatsvinden.

Maar overal stuit de uitbreiding van infrastructuur op weerstand vanwege het ruimtebeslag, vanwege versnippering van de ruimte, vanwege milieuhinder, etc. Dit geldt voor verbreding van bestaande tracés, en in nog hogere mate voor het aanleggen van nieuwe. In dit

spanningsveld is het interessant om te onderzoeken of er oplossingen zijn waarbij het ruimtebeslag voor uitbreiding kan worden beperkt. Zo wordt er de laatste jaren veel geëxperimenteerd met de mogelijkheden van ondergrondse aanleg van allerlei vormen van infrastructuur. Daarbij blijkt dat behalve de relatief hoge kosten ook het vraagstuk van de interne veiligheid (wat gebeurt er in de tunnel bij ongelukken of calamiteiten) en dat van de beleving van de reiziger beperkingen inhouden.

In deze studie wordt onderzocht of stapelen van infrastructuur in een aantal situaties een oplossing zal kun-

nen bieden. De basisgedachte is daarbij dat toevoeging van infrastructuur plaatsvindt boven de bestaande infrastructuur, zodat er in de breedte geen extra ruimtegebruik optreedt; noch voor verbreding, noch voor het trekken van nieuwe tracés. Behalve een bouwkundig principe is deze zoekrichting ook te zien in verband met het model van bundelen van infrastructuur, waarbij de infrastructuur voor verschillende modaliteiten zoveel mogelijk in een bundel wordt samengevoegd om daarmee aspecten als hinder, versnippering en ruimtebeslag beter te kunnen beheersen.

Het stapelen krijgt een extra dimensie als we het zien als de manier om een nieuw stelsel van hoofdwegen te realiseren; een stelsel waarmee de stedelijke concentraties in de randstad met elkaar en met de andere belangrijke regio's in NW-Europa, congestievrij, worden verbonden. De optie van stapelen duikt overigens regelmatig op in de studies voor capaciteitsverruiming in de centrale corridors in Nederland. Omdat de tracés van deze corridors voor een goed deel samenvallen met die van het beschreven nieuwe stelsel is het interessant om deze toepassingen van het stapelen te plaatsen in het perspectief van de opbouw van een nieuw hoogwaardig landelijk stelsel, waardoor ze een extra betekenis krijgen.

Deze gedachte is nader verkend, waarbij aspecten als de vervoerswaarde, de verkeerstechniek, de haalbaarheid, en de inpassing en vormgeving aan de orde zijn gekomen. In dit rapport wordt daarvan verslag gedaan.

Vervoersprestatie Nederlandse bevolking ¹								
	auto bestuurder ²	auto passagier	openbaar vervoer ³	bromfiets	fiets	lopen	overig	totaal
	miljard km							
1986	69,6	46,5	18,7	1,8	11,9	4,9	2,1	155,5
1987	72,0	47,0	19,1	1,6	11,2	5,0	2,3	158,2
1988	76,4	46,0	19,4	1,7	11,8	4,8	2,2	162,3
1989	78,6	48,0	18,9	1,4	12,8	5,0	2,8	167,5
1990	78,2	48,4	21,5	1,5	13,0	5,0	2,0	169,6
1991	80,2	49,5	26,6	1,2	12,8	5,2	2,7	178,2
1992	82,4	49,5	26,4	1,2	12,9	5,2	2,7	180,3
1993	82,4	49,0	26,6	1,3	12,6	5,2	3,2	180,3
1994	85,9	51,6	25,1	1,2	13,1	5,7	2,8	185,4
1995	86,5	51,6	24,6	1,2	13,2	5,6	2,9	185,6
1996	86,3	51,1	24,8	1,2	12,5	5,5	2,9	184,3

¹ Exclusief mobiliteit van tehuysbewoners; inclusief veelvuldige verplaatsingen
² Afkomstig uit Personenauto Panel
³ De vervoersprestatie van het openbaar vervoer omvat alle vervoer met trein, tram, metro en bus

II

Dubbeldekkers in hoofdlijnen

De grondgedachte van dit project is simpelweg dat het in ons land, waar sterk het gevoel heerst van 'we zijn vol', een goed uitgangspunt zou zijn om bij de uitbreiding van infrastructuur verder af te zien van extra ruimtebeslag. Nieuwe infrastructuur wordt vanwege dat uitgangspunt soms al onder de grond gestopt. Dat is echter niet zo aantrekkelijk voor de weggebruiker, en het is bovendien behoorlijk kostbaar; daarom komt die oplossing slechts bij uitzondering in aanmerking. Bouwen boven de bestaande wegen zou wel eens voor minder kosten hetzelfde doel kunnen dienen. De ruimtewinst is evident en bovendien is het aangenamer voor de weggebruiker en kan het ook nog voordelig zijn in de verwervingskosten.

Bij het idee van gestapelde infrastructuur dient zich bovendien op een vanzelfsprekende manier de mogelijkheid aan om een nieuw, vrijliggend, stelsel van wegen tot ontwikkeling te brengen, waarmee een nieuwe kwaliteit aan het Nederlandse vervoerstelsel wordt toegevoegd.

EEN NIEUW STELSEL

In deze verkenning is er voor gekozen om een stelsel te onderzoeken dat aanvullend moet zijn op het bestaande netwerk, en dat kan worden ingezet om vooral voor de langere afstanden te functioneren. Het huidige hoofdwegenet loopt vooral in de randstad vol met kortere, lokale, ritten, waardoor er congestie optreedt. Het nieuwe stelsel heeft een interregionale dimensie: het verbindt de belangrijkste stedelijke concentraties in de randstad met elkaar en met de omliggende regio's in

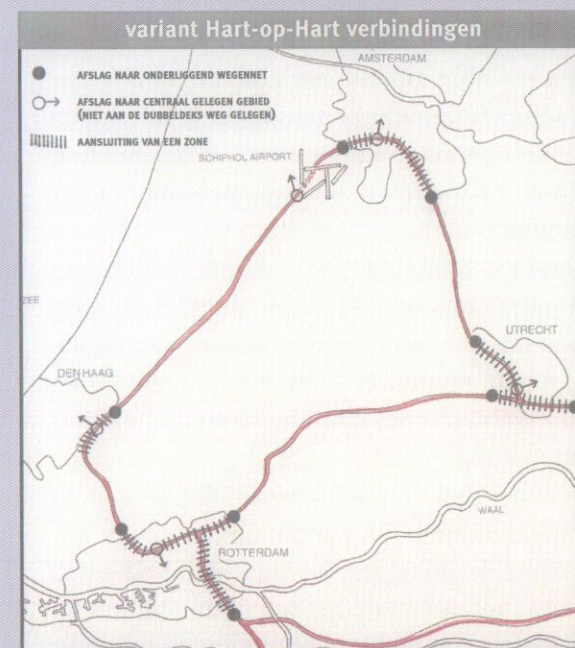
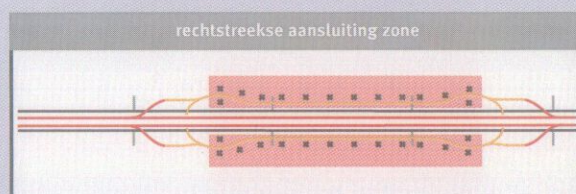
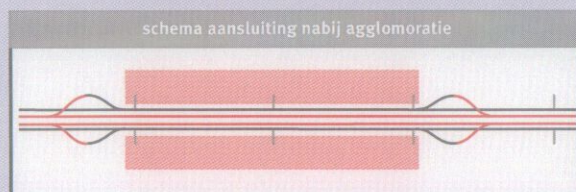
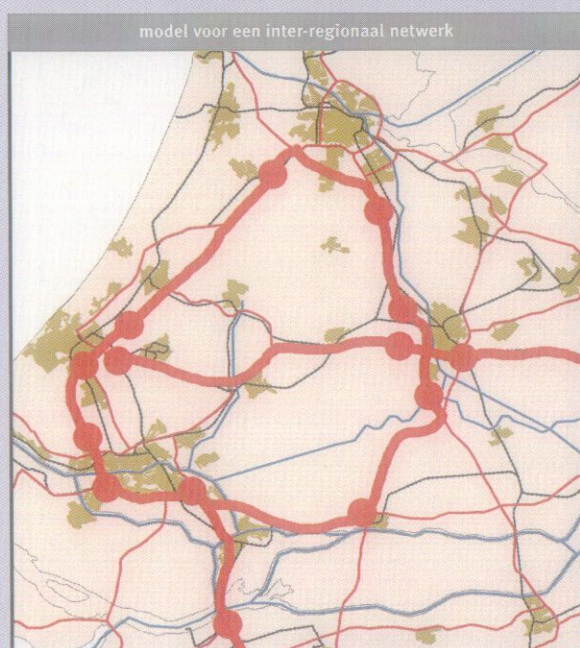
het buitenland. Het heeft derhalve een grotere maaswijdte dan het bestaande hoofdwegenet, en mikt op de ritten die langer zijn dan 35 kilometer. In deze verkenning is het concept van dit nieuwe stelsel de basis geweest voor de studie van de diverse aspecten die daarbij een rol spelen.

Dit nieuwe stelsel bestaat in principe uit wegen van 2x2 rijstroken die onafhankelijk van het bestaande autosnelwegennet, op een eigen infrastructuur, functioneren. De ontwerpsnelheid is tenminste 120 km/u, en de kans dat de weg wordt overbelast door korte ritten wordt laag gehouden door het aantal op- en afritten te beperken. Ook is denkbaar dat dit wordt voorkomen door (in drukke uren) tol te heffen, waardoor het gebruik verder kan worden gereduceerd tot een acceptabel niveau. Bovendien worden de aansluitingen bij de stedelijke gebieden dusdanig ontworpen en gesitueerd dat het onaantrekkelijk is om de weg voor binnenstedelijke ritten te gebruiken. Op bijgaande schema's is te zien dat de aansluiting op het stedelijk net aan de rand van de agglomeratie ligt. Er wordt daar alleen de mogelijkheid geboden om, van buiten komend, de beweging stad-in te maken; en uit de stad komend is het slechts

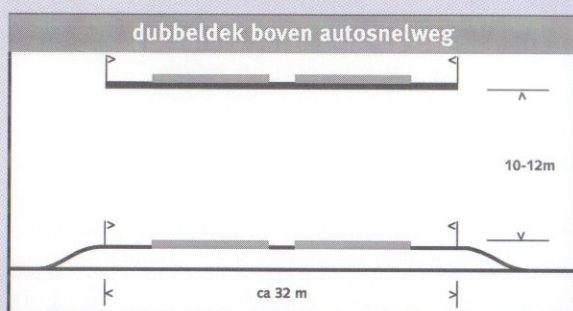
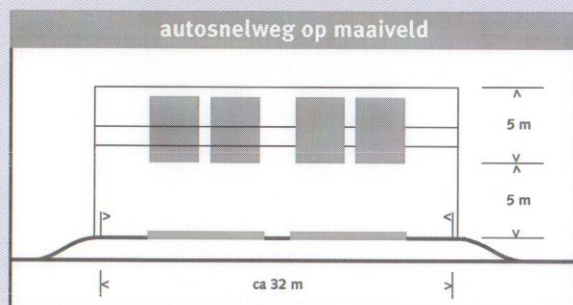
mogelijk om richting stad-uit op de dubbeldekker aan te sluiten.

Uit een modelberekening voor het aangenomen netwerk blijkt dat voor zo'n stelsel voldoende aanbod van langere ritten kan bestaan om aanleg te overwegen. Gemiddeld zal de helft van het verkeer tussen de centra, bij vrije toegang, gebruik maken van dit stelsel. Er zijn echter aanzienlijke verschillen tussen de te onderscheiden delen van het net. In het algemeen zal er wel voldoende verkeersaanbod zijn voor een weg met 2x2 rijstroken, maar op enkele onderdelen zullen 2x3 stroken gewenst kunnen zijn. Daarentegen hebben de doorverbindingen langs de centra, door de beperkte wijze van aansluiten, een veel geringere belasting, waardoor daar een enkele strook per richting voldoende zal zijn. Als aanvulling op dit stelsel is te overwegen om ook de A2 te 'dubbelen'; het huidige verkeersbeeld rechtvaardigt deze gedachte.

Een andere aanvulling op de verkenning is de variant van Hart-op-Hart verbindingen, waarbij de stedelijke kernzones van de randstad rechtstreeks op het nieuwe stelsel, en daarmee op elkaar worden aangesloten. Deze rechtstreekse aansluitingen worden daarbij dusdanig vormgegeven dat de aanliggende 'kavels' worden ontsloten, zonder evenwel een 'kortsluiting' op het onderliggende net te laten ontstaan. De capaciteitsruimte die uit de berekeningen naar voren kwam voor de weggedeeltes direct langs de steden wordt daarmee nuttig gebruikt. Er is overigens voor deze variant geen nieuwe modelberekening gemaakt, hoewel dat voor een beter inzicht in het functioneren zeker wenselijk is. Terwijl in het basismodel juist de perifere gebieden van de betere bereikbaarheid profiteren worden in de Hart-



op-Hart-variant ook de centrale gebieden daar deelgenoot van gemaakt. Deze variant ondersteunt daarmee het vigerend ruimtelijk beleid, dat gericht is op concentratie en behoud van 'massa' in de stedelijke gebieden, maar vergt wel extra inspanning voor een goede inpassing en aansluiting van de stedelijke omgeving. Samen gaan met stadsontwikkeling ligt daarbij in de rede.



STAPELEN

De principe-doorsnede is die waarbij direct boven de bestaande weg 2x2 rijstroken worden toegevoegd. De totale breedte kan daarmee binnen de bestaande maat blijven. De vrije hoogte tussen onder- en bovendeck wordt bepaald door een vrije doorrijhoogte van ca. 5 meter, met daarboven een zone van ca. 5 meter om borden, verlichting e.d. te plaatsen. De onderkant van het bovendeck ligt daardoor ca. 10 meter boven het wegdek van de onderste weg. Bij deze maatvoering is het ook mogelijk om een ongelijkvloerse kruisende dwarsweg tussen onder- en bovenweg door te halen, door het bovendeck plaatselijk nog extra op te tillen, naar in totaal ca. 12 meter.

In deze doorsnede kan aan een constructie met portalen over de weg worden gedacht, waarop het dek rust. Maar omdat daarmee de onderste weg in een tunnelachtige ruimte komt te liggen kan de voorkeur uitgaan naar een constructie met één kolom in de middenberm. Vaak is echter de ruimte in de middenberm onvoldoende om daar een steunpunt te plaatsen. In die situaties kan het in de rede liggen om het bovendeck op te splitsen over twee wegdelen die naast de bestaande weg liggen, met steunpunten in de zijbermen.

Bij de ontwerpverkenningen die zijn uitgevoerd op verschillende situaties in het wegennet blijkt al snel dat vele variaties op deze basisprincipes mogelijk en nodig zijn

om intelligent op de lokale gegevens in te spelen. Ook zijn er corridors waar een gestapelde combinatie van spoorwegen en wegen een interessante optie kan zijn, om tegelijkertijd de versnippering te verminderen en om het ruimtebeslag te beperken

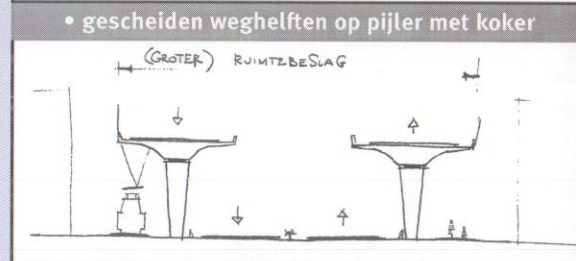
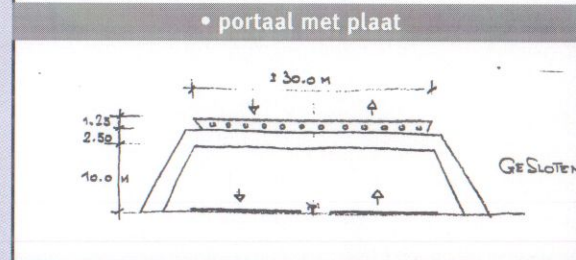
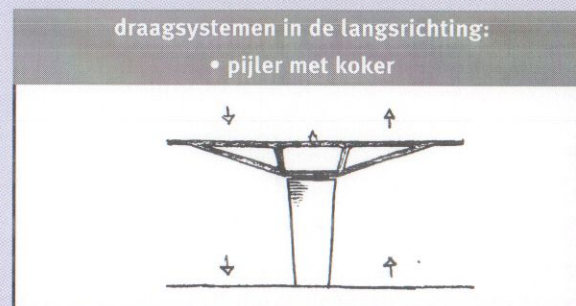
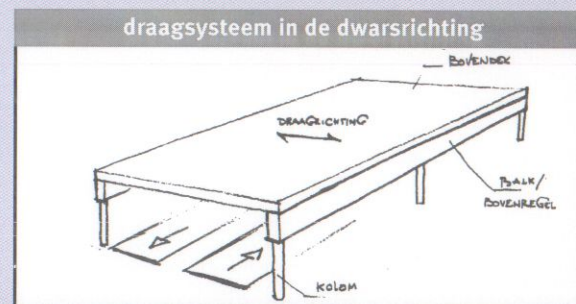
CONSTRUCTIEVE ASPECTEN

Constructief levert het bouwen van een bovendeck geen fundamentele problemen op; er kan op bekende bouwwijzen worden teruggevallen. Als bouw materiaal is uitgegaan van beton, waarbij gezien het grote herhalings-effect waar bij de dubbeldekker sprake van is altijd gedacht zal worden aan het toepassen van prefab-elementen.

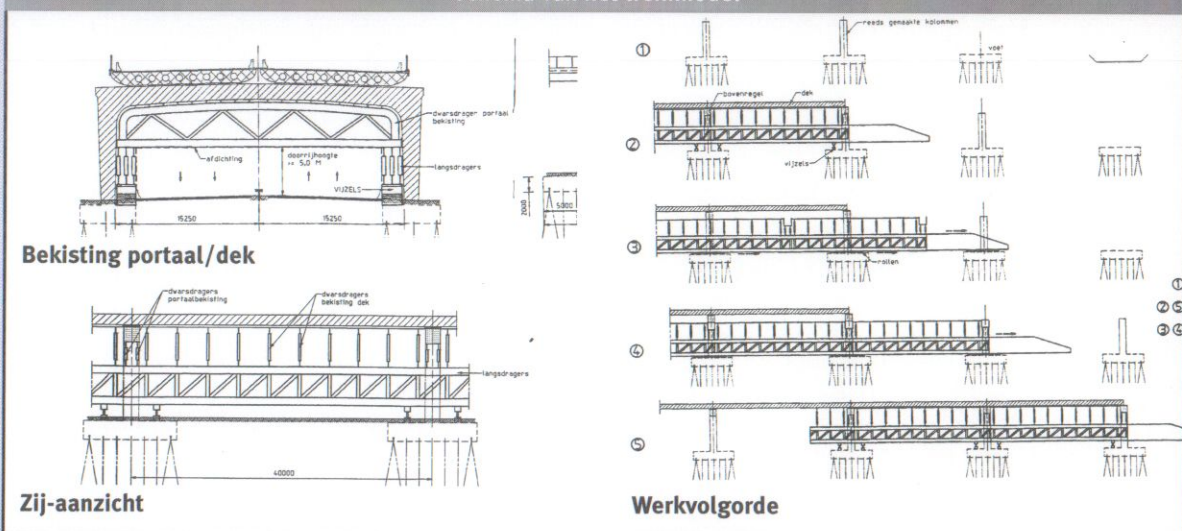
Er zijn constructief twee hoofdsystemen te onderscheiden. Het draagsysteem in de dwarsrichting biedt de mogelijkheid om grote overspanningen in de langsrichting te combineren met een lichte, eventueel te prefabriceren, liggerconstructie in de dwarsrichting. Een bezwaar is dat de portalen in de langsrichting hoge liggers nodig maken, waardoor de onderste weg visueel sterk wordt ingesloten. Er zijn echter situaties waarin dat een voordeel kan zijn, bijvoorbeeld omdat daar juist gekozen wordt voor het insluiten, teneinde de geluidshinder door de onderste weg te reduceren.

Het draagsysteem in de langsrichting heeft uit oogpunt van vormgeving in vele gevallen de voorkeur, omdat het vanuit de omgeving gezien een slankere aanblik biedt, en omdat de onderste weg er minder door wordt ingesloten. Daarbij levert de constructie waarbij de steunpunten in de middenberm staan de prettigste situatie op voor de onderste weg; de afstand tussen de kolommen kan 40 tot 80 meter bedragen; de draagconstructie kan bestaan uit een koker. Als de middenberm te weinig ruimte biedt voor het plaatsen van steunpunten, dan is er ook de mogelijkheid om het wegdek in twee delen te splitsen die rusten op steunpunten in de zij-

bermen van de weg. Een alternatief is een draagsysteem op portalen, waarbij het dek bestaat uit een plaat met sparingsbuizen. Deze constructie is relatief licht, maar heeft het nadeel dat de portalen niet verder dan 30 tot 40 meter uit elkaar kunnen staan, waardoor voor



schema van het treinmodel



de automobilist van de onderste weg een onrustige omgeving van langsflitsende steunpunten ontstaat. Uit de ontwerpverkenningen die gemaakt zijn, blijkt dat het op de lange rechte stukken door het open landschap het meest aantrekkelijk is om uit te gaan van een systeem in de langsrichting, met kolommen in de middenberm of in de zijbermen, waarover kokerliggers. Daar waar afslagen moeten worden gemaakt en (dus ook) in een stedelijke omgeving biedt de portaalconstructie voordelen.

Een complicerende factor wordt gevormd door het feit dat het bovendek boven en vlak naast een doorfunctioenerende weg moet worden gebouwd. Door echter een bouwwijze te kiezen waarbij vanaf de ondersteuningen en boven de bestaande weg wordt gewerkt kan de verstoring voor het wegverkeer beperkt blijven. Voor de langere trajectdelen kan er daarbij nog tijdwinst en kostenbesparing worden bereikt door te bouwen volgens het zogenaamde 'treinmodel'. Daarbij wordt op een soort mobiele bouwplaats die steunt op de funderingsconstructies en die zich verplaatst langs het traject, het gehele bovengrondse deel van de constructie gemaakt.

VORMGEVING

In wisselwerking met de constructeurs zijn ook verkenningen gedaan naar de vormgevingsaspecten van de dubbeldekker. In het volgende hoofdstuk wordt dat met diverse ontwerpschetsen en visualisaties zichtbaar gemaakt. Bij een maatschappelijke beoordeling van de dubbeldekker zal zeker de vormgeving en de wijze waarop de constructie is ingepast in stad en land een belangrijke rol spelen. Uit de schetsen moge blijken dat, met voldoende zorg voor dit aspect, er een overtuigend resultaat is te bereiken. Het is dan belangrijk om nauwkeurig in te spelen op de lokale situatie; het is niet zinvol één standaard ontwerp voor het gehele traject te kiezen, want dit zal te gauw leiden tot een te grove wijze om met de omgeving om te gaan.

VEILIGHEID

Er zijn een aantal veiligheidsaspecten die specifiek zijn voor de dubbeldekker, en die gevolgen hebben voor de inrichting van het systeem.

Voor het bovendek is er bij situaties met ongelukken, of met calamiteiten geen mogelijkheid om te vluchten in de zijberm. Daarom moet er gedacht worden aan een vluchtrichting langs de weg, vanwaar men via de op- en afritten of via aangebrachte trappen het viaduct kan verlaten. Voor de hulpverlening dient, naast de bereikbaarheid over de rijbaan of de vluchtstrook, ook gedacht te worden aan gebruik van een helicopter. Voor de dubbeldekker zal hoe dan ook een specifieke vorm van 'incident management' moeten worden ontwikkeld.

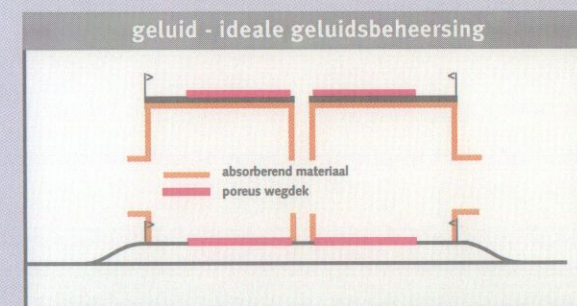
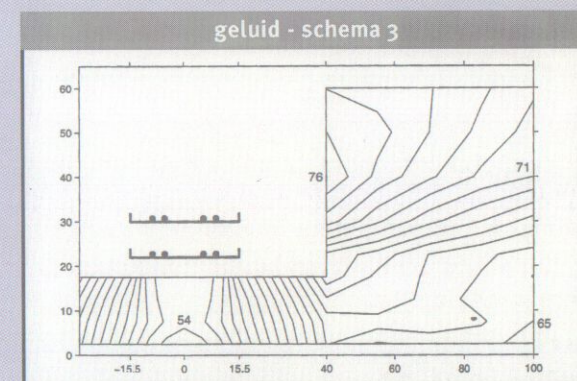
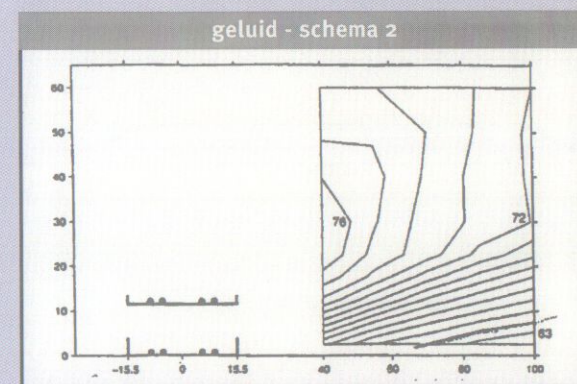
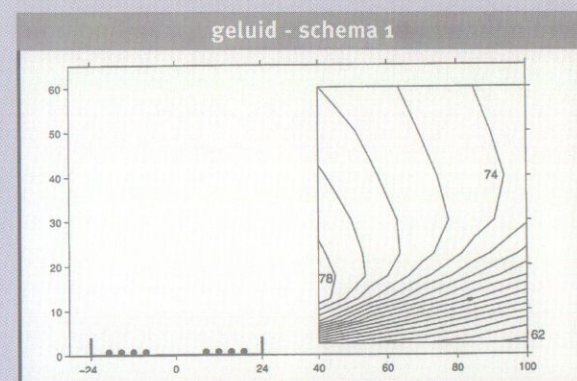
De veiligheidssituatie voor de onderste weg verandert echter ook door de aanwezigheid van een bovendek, hoewel de gekozen, relatief grote hoogte van dit dek die effecten wel beperkt. Op de onderste weg kan de veiligheid in gevaar komen door de kans op vallende lading; dit vraagt zeker in de bochten (op- en afritten) om hogere en/of zwaardere vangrails, terwijl dat ook elders te overwegen is. Verder moet voorkomen worden dat er, door een combinatie van bovendek en bijvoorbeeld hoge schermen, op de onderste weg een situatie ontstaat dat giftige of ontvlambare stoffen niet weg kunnen. Als vuistregel dient te worden aangehouden dat minimaal eenderde van de omhulling van de weg open dient te zijn naar de buitenlucht. Een spleet in het bovendek kan daarbij functioneel zijn. Aandacht is gewenst voor de mogelijke effecten van lichtcontrasten en van wisselende weersomstandigheden waardoor de veiligheidssituatie van de onderste weg kan worden beïnvloed.

Behalve deze aspecten van de interne veiligheid van de weg zal de relatie met de omgeving, de zogenaamde externe veiligheid, soms om bijzondere maatregelen vragen. Hierin wijkt de dubbeldekker echter niet fundamenteel af van de benadering die bij de gebruikelijke autosnelweg zal gelden, zij het dat denkbaar is dat het vervoer van gevaarlijke stoffen op het bovendek moet worden uitgesloten.

GELUID

Aan de hand van modelberekeningen zijn enkele situaties met elkaar vergeleken op het punt van het geluidsniveau in de directe omgeving. In schema 1 is te zien welke etmaalwaardes gelden in de omgeving van een weg met 2x4 rijstroken en schermen van 4 meter hoog. De gestapelde doorsnede met 4 meter hoge schermen beneden en 2 meter hoge schermen op het bovendek (schema 2) laat etmaalwaardes zien die iets voordeliger zijn. De aanvankelijke verwachting was dat de hoge ligging van de helft van de wegcapaciteit een duidelijke winst zou opleveren. Nadere analyse leidde tot de conclusie dat het tegenvallen van het resultaat het gevolg is van weerkaatsing van het geluid van de benedenweg tegen de onderkant van het viaduct, waardoor het in de omgeving terecht komt. Schema 3, waar ook de onderste weg al hoog ligt, laat dit reflectie-effect duidelijk zien.

Overleg met deskundigen leerde dat het mogelijk moet worden geacht om daar op adequate wijze wat aan te doen; sterker nog, dat het mogelijk moet worden geacht om de geluidhinder veroorzaakt door de onderste weg aanzienlijk in te perken. Dat wordt bereikt door, in combinatie met lagere geluidsschermen langs de onderste weg, de onderkant van het viaduct van de



bovenliggende weg van absorberend materiaal te maken en te voorzien van absorberende 'schorten', zodat de geluidsemissie van de onderste weg voor een groot deel wordt geabsorbeerd. Het resultaat zou zelfs kunnen zijn dat bij een optimale behandeling de geluidhinder van een dubbeldekker niet meer is, en soms zelfs minder zou kunnen zijn, dan die van de oorspronkelijke 2x2strooks-weg op maaiveld. In vergelijking met een 'gewone' uitbreiding, voorzien van de gebruikelijke geluidsschermen, levert dat een aanzienlijke winst op, ook voor de gebieden die verder van de weg af liggen; de weg kan in principe in zijn geheel stiller worden. Overigens is het van belang om te bedenken dat voor alle wegen geldt dat er op het gebied van het ontwikkelen van stillere wegdekken nog steeds voortgang wordt geboekt, waardoor het aspect van de geluidhinder minder belangrijk kan worden in het wegontwerp en bij de inpassing in de omgeving.

Als variant op de standaarddoorsnede van de dubbeldekker is ook gekeken naar een situatie waarbij de beide wegen zijn opgetild (zie ook schema 3). Er blijkt dan onder deze wegen een zone te ontstaan met een gering geluidsniveau. Dat schept de mogelijkheid om in de directe nabijheid en ook onder deze wegen allerlei stedelijke functies te situeren. Vooral binnen de agglomeraties levert dat interessante perspectieven voor intensivering op.

MILIEU

Als we de balans opmaken van de milieueffecten die de dubbeldekker, als alternatief voor een uitbreiding op maaiveld, op het milieu kan hebben dan houden de plussen en de minnen elkaar redelijk in evenwicht. Nadelige effecten zijn vooral de inbreuk op het landschappelijke beeld en de mogelijke verstoring door geluid en verlichting van de natuurlijke omgeving. Het aantal faunaslachtoffers als gevolg van aanrijdingen zal vooral toenemen onder de vogels; voor de lopende en kruipende dieren zal er juist voordeel zijn vergeleken met een verdubbeling op maaiveld van de bestaande weg. Dit voordeel geldt ook voor de barrièrewerking voor dieren: deze wordt door de dubbeldekker in principe niet vergroot. Het grote voordeel van de dubbeldekker ligt besloten in de doelstelling: geen extra ruimtegebruik voor de infrastructuur, en voorkomen en soms zelfs terugdringen van de versnippering.

REALISERINGSASPECTEN

Wat kost een dergelijk stelsel, hoe haalbaar moet het worden geacht? Is het te financieren en hoe ligt het juridisch en procedureel. Er is een quick-scan van deze aspecten gemaakt.

KOSTEN

In deze paragraaf kan slechts een globale indruk worden gegeven van dit aspect, zodat een eerste beoordeling van kostenniveau en haalbaarheid mogelijk wordt. Verder onderzoek is echter beslist noodzakelijk om voldoende inzicht te verwerven voor een gedegen beoordeling op dit punt.

Om dat mogelijk te maken zijn de kosten van een

kaart van infrastructuur-projecten in komende jaren



bovendek vergeleken met die van een gewone uitbreiding op maaiveld, en met die voor een tunnel; alle drie met een gelijke vervoerscapaciteit. In hoofdstuk VII is aangegeven wat daarbij wel, resp. niet is meegeteld. Daarbij komt naar voren dat de maaiveldaanleg van een gemiddeld stuk weg ruwweg 25 à 30 miljoen gulden kost per kilometer weg. Het bovendek kost naar schatting 80 à 120 miljoen per kilometer (de hoogte die wordt gekozen werkt sterk door in de kosten), en voor een tunnel wordt dit bedrag op grond van ervaringscijfers geschat op 170 à 220 miljoen (het verschil hangt af van de keuze voor open bouwput of voor boren). Dus het bovendek is gemiddeld ca. driemaal zo duur als een maaiveld oplossing en een tunnel ca. achttmaal; waarmee de dubbeldekker een interessante optie blijkt te zijn om ruimtelijke problemen aan te pakken.

Om deze kosten op hun betekenis voor de haalbaarheid te schatten zijn ze afgezet tegen de te verwachten overheidsinvesteringen in infrastructuur in de komende decennia. Gaan we uit van een stelsel van ca. 300 kilometer dat in dertig jaar wordt gerealiseerd tegen een

prijs van gemiddeld 100 miljoen gulden per kilometer, dan zou er jaarlijks ca. 1 miljard in moeten worden geïnvesteerd. Uit het Infrastructuur Fonds werd in 1995 1,4 miljard en in 1996 1,6 miljard (verdeeld over 1,1 aanleg en 0,5 benutting) besteed aan nieuwbouw. In de discussie en ook in de bestedingen tekent zich een forse groei van het budget voor aanleg af; sommigen spreken van een groei naar 1 miljard extra per jaar. Indien de aanleg van de dubbeldekker geheel uit algemene middelen zou moeten geschieden, dan zou de gehele groei van het budget daaraan moeten worden besteed.

Een andere benadering is om de kosten te berekenen van een voertuigkilometer afgelegd op de dubbeldekker. We hebben daarvoor een zeer globale begijfering gemaakt - 'op de achterkant van een sigarendoos'. De begijfering gaat uit van een private financiering en exploitatie. Eerst zijn de kosten van rentelasten (verband houdend met de financiering van de aanleg), afschrijving en exploitatie berekend. Vervolgens is daartegen afgezet het verwachte aantal gebruikers van de dubbeldekker. Het is duidelijk dat aan de kostenkant de hoogte van het rendement zeer bepalend is, en dat aan de kant van het gebruik de schatting van de verkeersintensiteit (wat zal het effect van tolheffing zijn?) een grote rol speelt. Bij de ongunstigste combinatie van een hoog vereist rendement (15% van de aanlegkosten) en een bescheiden gebruik (4 spitsuren van 5700 mvt/u) is de prijs voor één voertuigkilometer 180 cent. Bij een bescheiden rendement (10% van de aanlegkosten) en een intensiever gebruik, komen de kosten voor één voertuigkilometer op 72 cent. In het laatste geval zou het gebruik van de weg voor bijvoorbeeld de rit van Amsterdam naar Utrecht dus ca. 20 gulden kosten.

Aan de kostenkant kan een gunstiger beeld ontstaan indien (een deel van) de kosten van de aanleg uit de algemene middelen zou worden gefinancierd. Een reden om dat te doen kan liggen in het feit dat de dubbeldekker als onderdeel van diverse corridors kan worden beschouwd. De middelen die voor deze capaciteitsuitbreidingen al in diverse meerjarige plannings zijn opgevoerd, zouden dan aan deze specifieke vorm van uitbreiding kunnen worden besteed.

FINANCIERING

Er is een continuüm van financieringsmogelijkheden tussen de uitersten van private financiering enerzijds en publieke financiering anderzijds. Is er sprake van publieke financiering, dan worden de investeringsuitgaven via het budgetmechanisme (begroting, infrastructuur-fonds of de budgettering) beschikbaar gesteld. Zowel bij publieke als private financiering komen de uiteindelijke lasten (investeringsuitgaven en exploitatie) bij de burger terecht in de vorm van belasting (direct of

indirect) of gebruikersbijdragen in de vorm van tol. Belangrijk criterium is daarbij op welke wijze de burger uiteindelijk het goedkoopste uit is.

De essentie van publieke-private-samenwerking is risicoverdeling. Private financiering van infrastructuur kan de financiële ruimte van de overheid vergroten.

In Europa is sprake van een sterk toenemende belangstelling voor private financiering, hetgeen tot uitdrukking komt in verscheidene projecten.

De gedachte zoals die nu ontwikkeld is, voor een dubbeldekker die de agglomeraties in de randstad met elkaar en met NW-Europa verbindt, geeft mogelijkheden voor verschillende financieringsvormen.

- Als eerste vorm is er het huidige model: alleen de aanleg geschiedt privaat, de overheid ontwikkelt, financiert en exploiteert. Een volledig publieke financiering die ten laste gaat van de algemene middelen.

- Als tweede vorm voor de financiering zouden Rijk (en/of gemeenten) en marktpartijen gezamenlijk een samenwerkingsplatform (consortium) op kunnen richten. Dit platform is verantwoordelijk voor het ontwerpen, aanleggen, financieren en exploiteren van infrastructuur. De risico's die hiermee gepaard gaan worden door de partijen gezamenlijk gelopen en gedeeld.

- Als derde vorm zou onderscheid gemaakt kunnen worden naar de gebieden tussen de knooppunten (lijninfrastructuur) en de knooppunten zelf. Daarbij zouden de lijndelen volgens één van de hierboven genoemde vormen kunnen worden gefinancierd. Voor de delen binnen de stedelijke knooppunten zou onderzocht kunnen worden in hoeverre private partijen (projectontwikkelaars en/of aannemers) geïnteresseerd zijn om te komen tot een volledig private ontwikkeling, aanleg, financiering en exploitatie van deze delen, in combinatie met de ontwikkeling van het aanpalende onroerend goed, dat kavels heeft die een directe aansluiting op de dubbeldekker krijgen. In dit concessiemodel speelt de overheid een beperkte rol op het punt van de financiering, maar zij zal wel stringente voorwaarden verbinden aan het gunnen van een dergelijke concessie.

Het is op grond van de nu beschikbare informatie niet opportuun om uitspraken te doen over de vorm van financiering. Bovendien zal dat zeker een uitgebreide maatschappelijke en politieke afweging vergen.

PROCEDURES

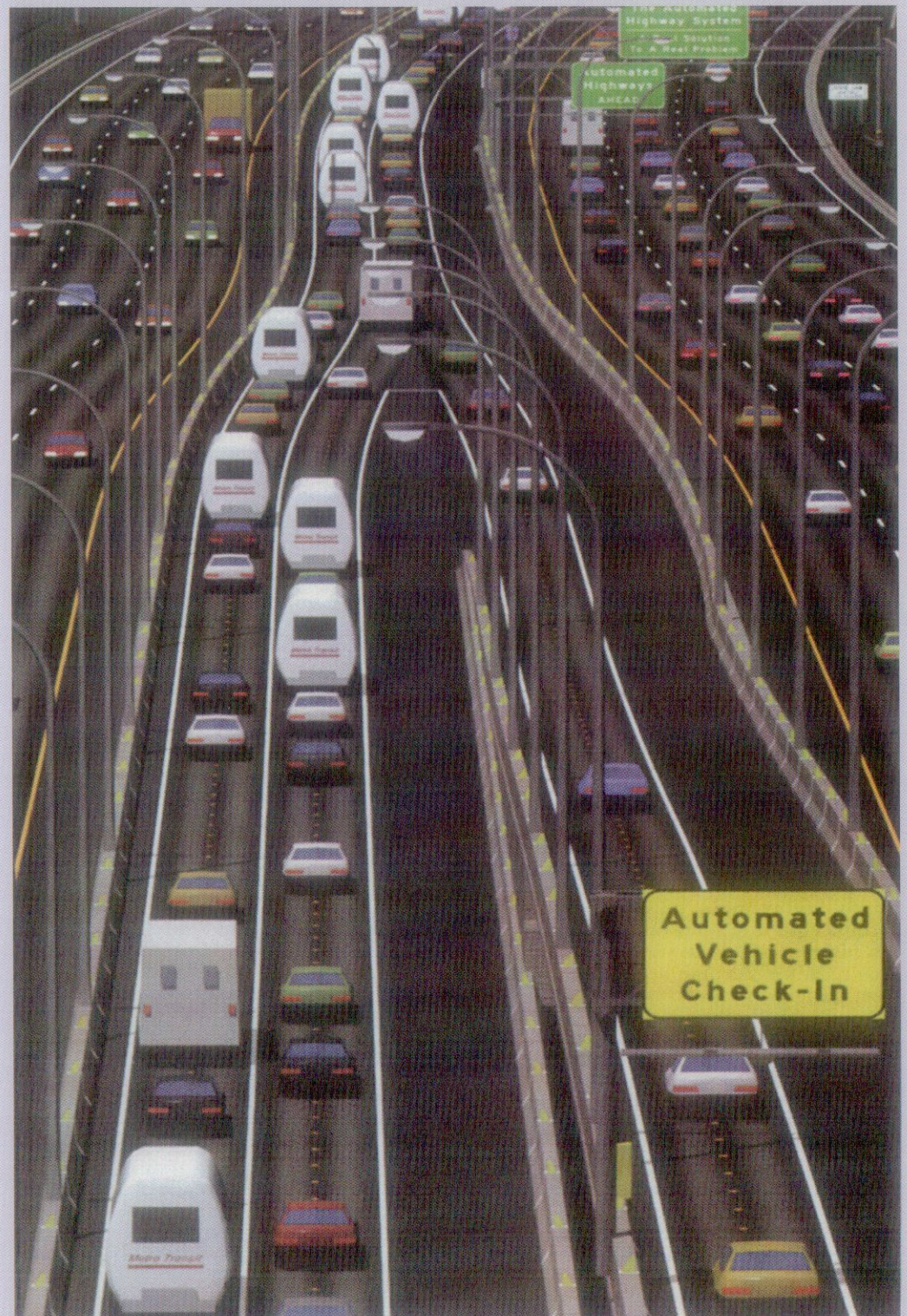
Uit een verkenning van het juridische aspect is gebleken dat het aanleggen van een bovendeck geheel valt onder de werking van de Tracéwet, en dat derhalve een procedure van tenminste drie en een half jaar nodig zal zijn; niet meer of minder dan de proceduredtijd voor elke andere infrastructurele ingreep van enige omvang. Wel kan eventueel procedurele tijdswinst en financiële winst

worden geboekt door het feit dat er voor deze nieuwe infrastructuur geen of weinig grond hoeft te worden verworven of onteigend.

INNOVATIES

Voor een verder weg liggende toekomst kan de dubbeldekker bijzondere kansen bieden voor de introductie van nieuwe systemen. Het feit dat dit stelsel op een eigen infrastructuur ligt, maakt het immers mogelijk om hier andere vervoerstechnieken te introduceren, waaronder automatische voertuiggeleiding, geautomati-

seerd goederenvervoer en communicatie/informatiesystemen. En dat kan gebeuren zonder dat het functioneren van het bestaande wegennet daardoor in gevaar wordt gebracht. Het nieuwe en het bestaande systeem kunnen naast elkaar blijven bestaan, waardoor een geleidelijke vernieuwing mogelijk wordt. Ook is het denkbaar om bij deze innovaties andere vormen van beheer en exploitatie van de infrastructuur te beproeven.



illustratie uit Scientific American/oktober 1997 ~ National Automated Highway System Consortium/VRW ~ USA

CONCLUSIES

Uit deze verkenning mag de conclusie worden getrokken dat het stapelen van infrastructuur een interessante en reële optie is.

Dit geldt vooral ook omdat door het stapelen op een termijn van bijvoorbeeld dertig jaar een stelsel van bovenregionale en internationale betekenis kan worden ontwikkeld. Dit beeld krijgt met name realiteitswaarde als de voorgenomen investeringen in de capaciteitsverruiming en de concrete vormgeving van de Nederlandse transportassen en corridors in dit perspectief worden geplaatst. Met deze investeringen die al 'onderweg' zijn kunnen, mits daar in de ontwerpeisen op wordt ingespeeld, grote stappen worden gezet in de aanleg van een samenhangend nieuw stelsel.

Uit de globale vervoerswaardeberekening die voor het geschetste model is gemaakt blijkt dat er een redelijke markt is voor dit stelsel. De bouwkosten zijn echter aanzienlijk hoger dan die voor een gangbare wegverbreding die dezelfde capaciteit toevoegt. Denkbaar is, omdat het hier om extra vervoerskwaliteit gaat, om de kosten van de weg geheel of gedeeltelijk bij de gebruiker te leggen. Op dit moment is moeilijk te zeggen of en op welk punt er een evenwicht te vinden is tussen de last die de gebruiker draagt en de kosten die (moeten) worden doorberekend.

Ook heeft de dubbeldekker toekomstwaarde, in die zin dat daarop allerlei nieuwe systemen tot ontwikkeling

kunnen komen, terwijl tegelijkertijd nog zo lang als gewenst op het bestaande wegennet op de klassieke wijze het verkeer kan plaatsvinden. Procedureel wijkt een gestapelde constructie niet essentieel af van de aanleg van een maaivelduitbreiding.

Constructief vormt het stapelen geen groot probleem. Het bouwen boven een doorfunctionerende weg is een interessante opgave, waarmee overigens al de nodige ervaring is opgedaan. Gezien de omvang van de bouwopgave dient het mogelijke voordeel van een seriematige bouw nader onderzocht te worden. Met goede zorg is een in de omgeving passende vormgeving zeer wel te realiseren.

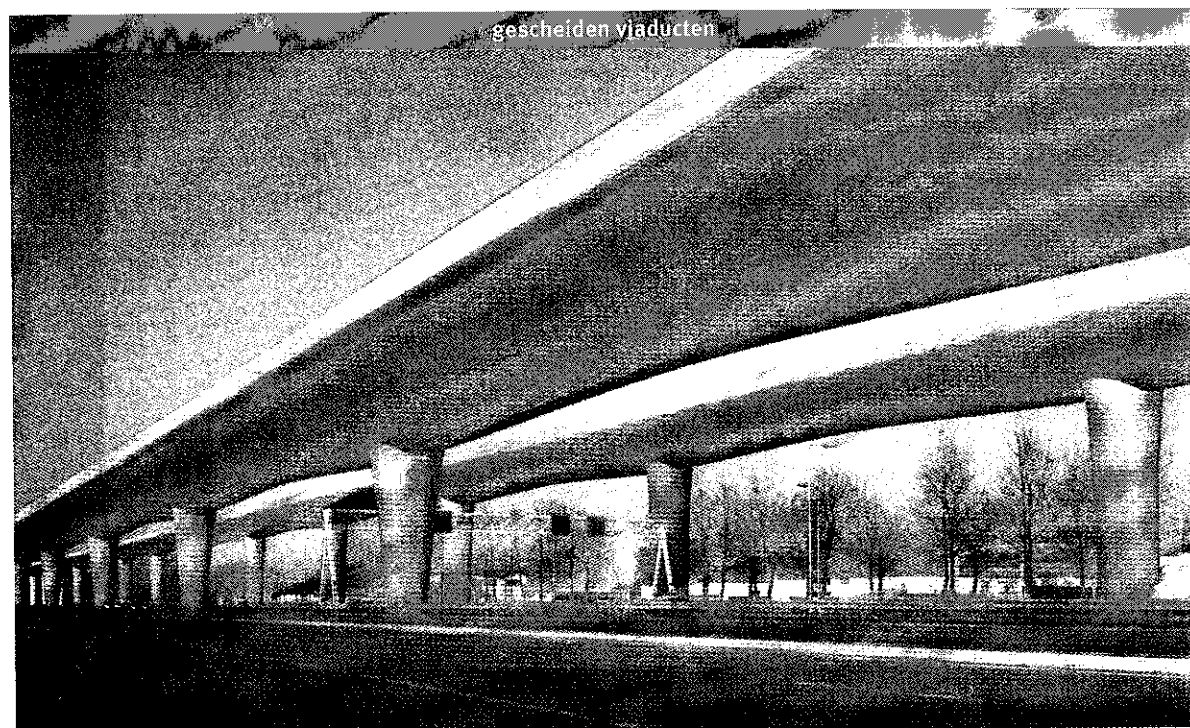
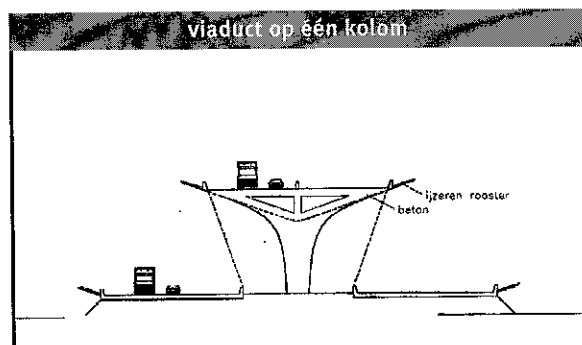
Bijzondere aandacht vraagt de geluidhinder; enerzijds kan de situatie ongunstig uitpakken, omdat het geluid tegen de onderkant van het viaduct weerkaatst naar de omgeving, anderzijds kan door het toepassen van absorberende materialen en door het aanbrengen van absorberende schotten aan de viaducten een grotere beheersing van het totale geluidsniveau ontstaan. Het wordt dan mogelijk om zelfs een verbetering, ook in vergelijking met de huidige geluidsbelasting, te realiseren.

Op het punt van het milieu houden voordelen (minder versnippering, minder ruimtebeslag) en de nadelen (inbreuk op landschappelijke beeld, en hinder voor vogels) elkaar in evenwicht.

III

Vormgeving

Het is duidelijk dat de ruimtelijke winst die het stapelen van infrastructuur oplevert, zal worden afgewogen tegen de grotere zichtbaarheid en aanwezigheid van het vervoerstelsel waarmee dat gepaard gaat. Hoewel de grote mobiliteit een vanzelfsprekend aspect is van het dagelijks leven, is er ook de neiging om alles wat infrastructuur is zo veel mogelijk weg te stoppen, en te isoleren van datzelfde dagelijks leven. De hoge snelheden, het grote energieverbruik en de zware infrastructuur, het lawaai, het stof en de stank, zijn moeilijk te verzoenen met de andere aspecten van het dagelijks leven die worden gekenmerkt door rust, nabijheid, verzorging, etc.



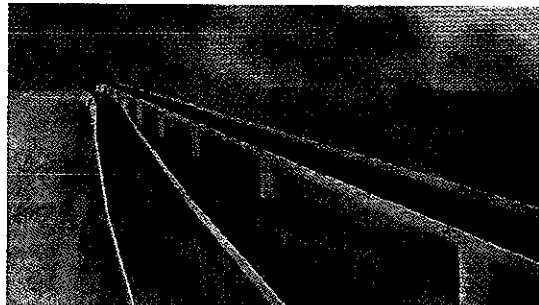
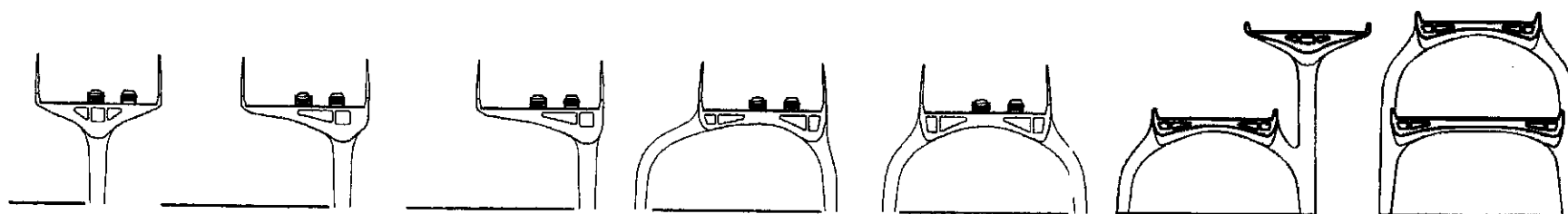
Deze spanning wordt meestal opgelost door het ene publieke domein, dat van de lage snelheid, strikt te scheiden van dat van de hoge snelheid. Dat gebeurt door afstand te bewaren, door schermen te plaatsen, en soms zelfs door de zware infrastructuur ondergronds te brengen. Het gevolg is wel dat de vormgeving en inrichting van de infrastructuur helemaal wordt bepaald door de eigen technische eisen enerzijds, en door de negatieve doelstelling vanuit de omgeving van 'onzichtbaarheid' anderzijds.

Het model van stapeling is naar zijn aard een optie waarbij 'onzichtbaarheid' niet het doel kan zijn. De opgave zal eerder zijn om de infrastructuur dusdanig vorm te geven en in te passen in de omgeving van stad of landschap dat deze daarin een vanzelfsprekende plaats krijgt, een plaats en vorm die ook het belang dat in onze maatschappij aan de mobiliteit wordt toegekend, recht doet en zichtbaar maakt. Daarom is in deze verkenning een aantal ontwerp bureaus ingezet om mogelijke beelden te leveren van de wijze waarop de dubbeldekker kan worden vormgegeven en geïntegreerd in de omgeving.

Hoewel er aanleiding is om de dubbeldekker als een systeem met een eigen verschijningsvorm te beschouwen zijn er vanuit de eisen die de omgeving stelt vele redenen om de concrete vormgeving op lokaal niveau te bepalen. Wel zullen er voor de weggebruiker en voor de omgeving specifieke kwaliteiten van de dubbeldekker te herkennen zijn die te maken hebben met functionele eisen, bouwwijze, e.d.

DESIGN VAN DE VIADUCTEN

In de doorsnede zijn een aantal varianten ontwikkeld die behalve door de constructieve eisen, tevens door overwegingen van uitzicht, aanzicht, geluidsafscherming, e.d. zijn bepaald. In de lange rechte gedeeltes heeft de constructie op één kolom in de middenberm met daarop een kokerligger de voorkeur bij de ontwerpers. In situaties dat de middenberm te krap is, of als er aanleiding is om de twee weghelften uit elkaar te leggen, wordt de ene kolom in het midden vervangen door twee kolommen, bijvoorbeeld in de zijbermen.

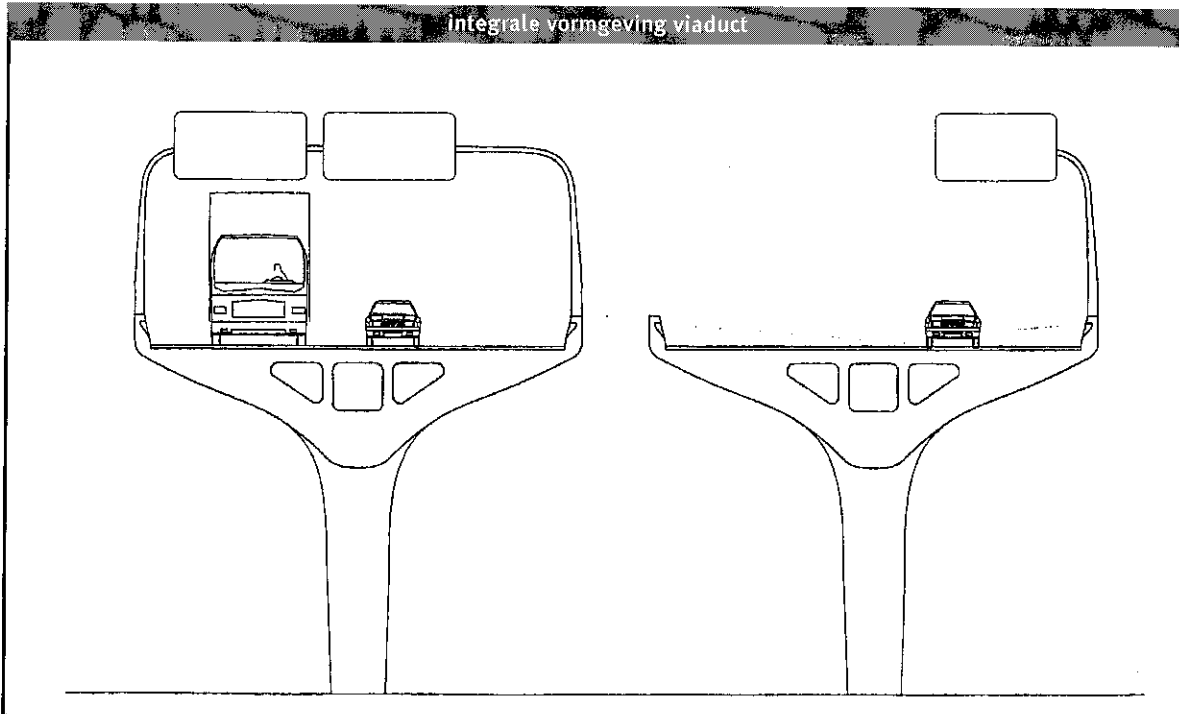


▲ Bij lange oversnijdingen met andere infrastructuur, en in stedelijke situaties waar op- en afritten gemaakt moeten worden zal de constructievorm van kolom met kokerligger plaatselijk overgaan in een constructie met portalen. In bijgaande reeks doorsneden en de bijbehorende visualisaties is te zien hoe deze transformatie kan verlopen.

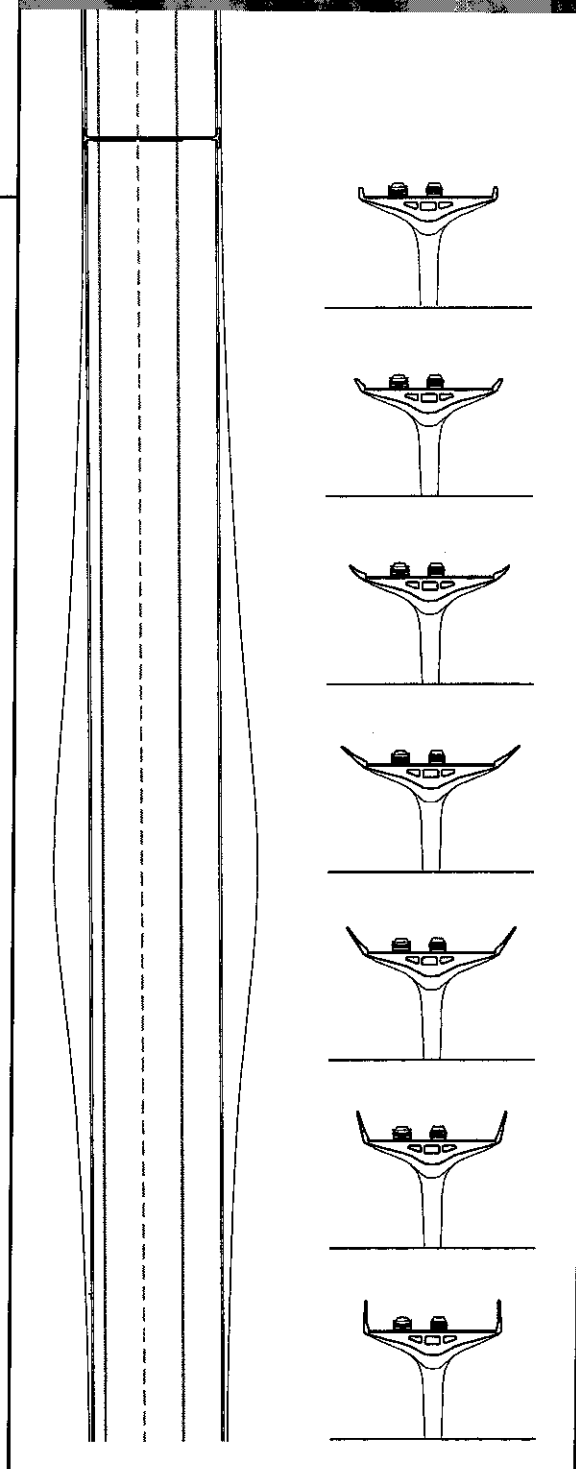
Interessant is een ontwerp waarbij de geluidsschermen als het ware uitklappen en toevouwen, afhankelijk van de eisen die er vanuit de omgeving aan geluidsbescherming worden gesteld. ►

In de ontwerpverkenning is ook een aanzet gegeven voor een design van de viaducten, waarbij viaduct, wegconstructie, en de onderdelen als verlichting, bebording en de geluidsschermen als één samenhangend geheel worden ontworpen. ▼

integrale vormgeving viaduct



stand geluidsscherm past zich geleidelijk aan de omgevingselen aan



SCHETSEN VOOR LANDELIJKE SITUATIES

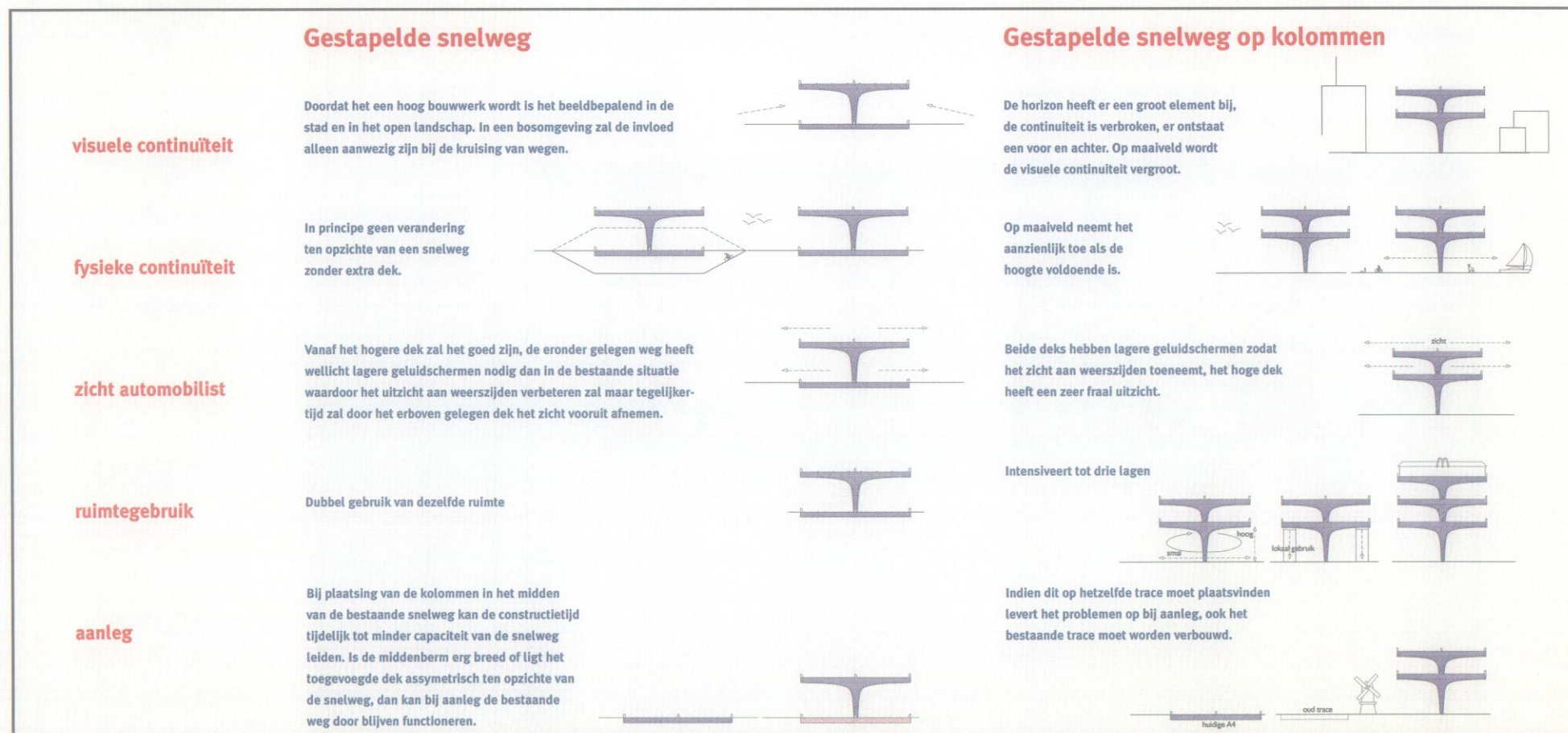
Het stelsel bestaat uit lange wegdelen die, zonder aansluitingen, door landelijk gebied lopen, afgewisseld door delen die in het stedelijk gebied zijn ingepast. In de corridors speelt bovendien nogal eens de combinatie met het spoor.

Voor de landelijke delen zijn er enkele aspecten die steeds een rol spelen bij het bepalen van de meest optimale oplossing:

- De visuele continuïteit heeft te maken met de impact die de ingreep heeft op het bestaande landschap. In een bos is een viaduct bijvoorbeeld een geringere verandering in het beeld dan in het weidse polderlandschap.
- De fysieke continuïteit betreft de mate waarin de snelweg een barrière vormt voor gewenste verbindingen in het lokale weefsel. Lange passages en verdiepte tunnels zijn grotere obstakels dan brede en korte versies. Maar ook de lucht is niet vrij van verbindingen; verhoogde constructies belemmeren de vlucht van sommige vogelsoorten.
- De weggebruiker ervaart het landschap vanaf de snelweg, maar het zicht op de omgeving neemt steeds verder af door de toename van geluidsschermen. Een hoge ligging van de weg kan daarop een gunstig effect hebben (zie de paragraaf over de geluidsaspecten), wat nog versterkt wordt door het betere uitzicht dat men vanaf een hogere positie heeft.

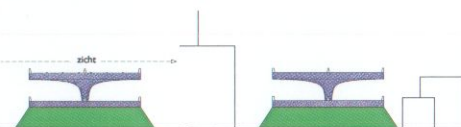
- Het stapelen van infrastructuur levert een beperking van het ruimtegebruik; bij sommige vormen van stapeling kan er zelfs ruimtewinst ontstaan.

In onderstaand schema zijn een reeks vormen van uitbreiding van de infrastructuur, zowel door verbreden als door te stapelen, op deze aspecten met elkaar vergeleken.



Gestapelde snelweg op dijklichaam

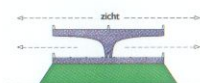
Er komt een dijk aan de horizon. Een dijk voegt zich soepel in het landschap waardoor het landschapsbeeld minder verandert dan met een kolommenvariant. De visuele continuïteit op maaiveld verkleind.



Afhankelijk van het aantal, de hoogte en de breedte van de onderdoorgangen



Door hogere ligging wellicht minder geluidschermen dan in de maaiveldligging waardoor het uitzicht groter is.



Dubbel ruimtegebruik.



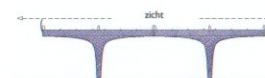
Tijdens de uitvoer zal het hele bestaande trace moeten worden opgehoogd, waardoor de capaciteit van de snelweg tijdelijk minder is.



Verbrede snelweg op kolommen

De horizon heeft er een element bij. Doordat het een relatief hoog bouwwerk is heeft het een structurerende werking. Op maaiveld wordt de visuele continuïteit vergroot.

Neemt aanzienlijk toe als de hoogte voldoende is.



De hoogte en de lengte van de geluidschermen zal afnemen ten opzichte van de bestaande situatie omdat de geluidsbron hoger ligt.

Dubbel, onder het dek ontstaat een ruimte welke eveneens gebruikt kan gaan worden



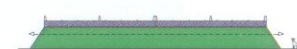
De uitvoering leidt tot tijdelijke vermindering van de capaciteit van de bestaande snelweg indien op hetzelfde trace aangelegd.



Verbrede snelweg op een dijklichaam

Er komt een dijk aan de horizon. Een dijk voegt zich soepel in het landschap waardoor het landschapsbeeld minder verandert dan met een kolommenvariant. De visuele continuïteit op maaiveld verkleind.

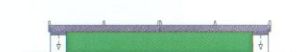
Afhankelijk van het aantal, de hoogte en de breedte van de onderdoorgangen.



De hoogte en de lengte van de geluidschermen zal afnemen ten opzichte van de bestaande situatie omdat de geluidsbron hoger ligt.



Geen verschil met verbrede snelweg op maaiveld



Bij de uitvoer zal het hele bestaande trace moeten worden opgehoogd, en een nieuwe laag er bovenop worden aangebracht hetgeen een tijdelijke vermindering van de capaciteit van de snelweg betekent (in sommige gevallen ligt het bestaande trace al op een dijk, zie dan 4)



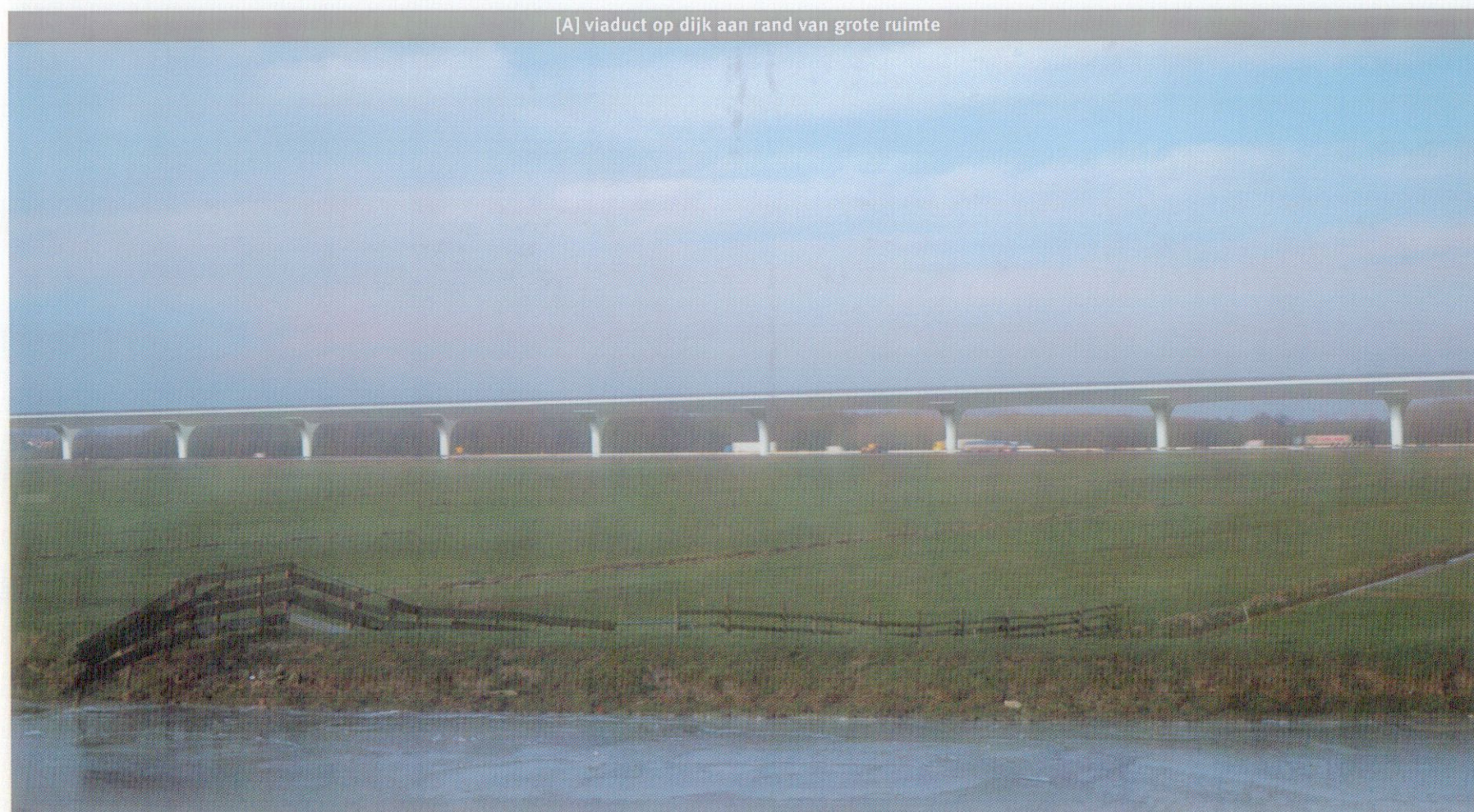
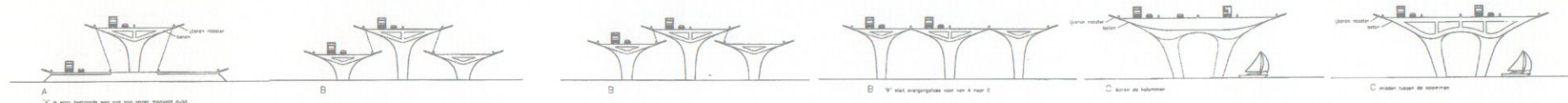
Het gewicht dat aan de aspecten moet worden toegekend hangt sterk af van de omgeving waarin de nieuwe infrastructuur geplaatst wordt. In bijgaand voorbeeld wordt geschetst hoe de vormgeving er uit zou kunnen zien in een weidegebied.

Voor het langste deel van het traject [A] loopt de dubbeldekker aan de rand van een grote ruimtelijke eenheid. Op dit deel van het tracé is er voldoende ruimte in de middenberm voor een kolom, zodat de constructie met een minimaal aantal kolommen mogelijk is; dat komt de ruimtelijke continuïteit zeer ten goede.

Voor de kruising met een belangrijk element als een wetering met dijken erlangs [B], worden de onderste wegdelen ook omhoog gebracht, zodat de wetering met dijken en wegen weer als een belangrijke landschappelijke eenheid kan worden beleefd.. Daarmee zijn zowel de visuele continuïteit als de continuïteit van de verbindingen gediend.

Bij de kruising van een plassen gebied [C] worden beide delen op één viaduct hoog over het landschap gevoerd, waardoor dit zowel visueel als in het gebruik onbelemmerd onder de infrastructuur doorloopt.

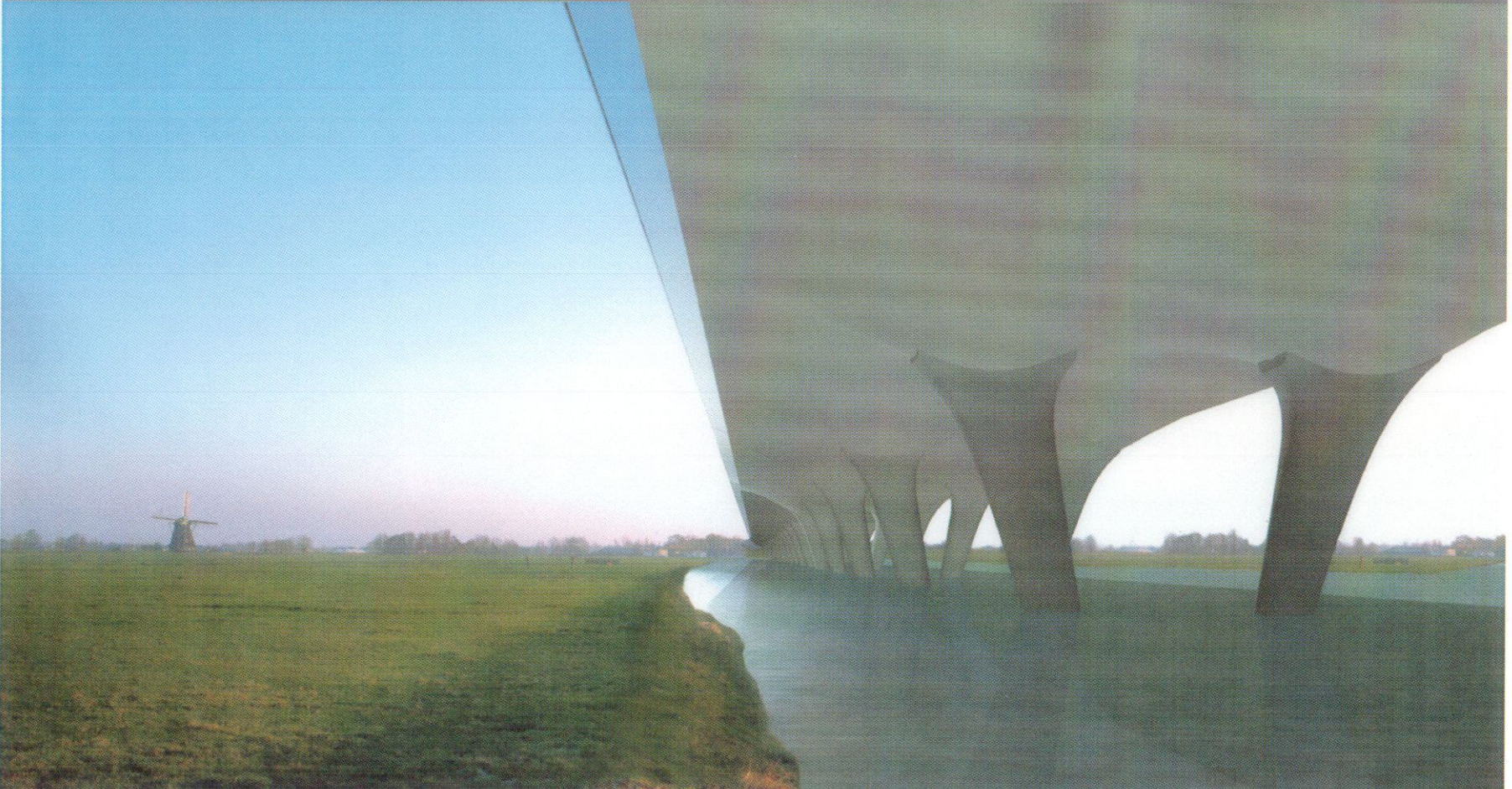
In het ecologisch netwerk wordt op deze plaats een situatie van beperking vervangen door een royale verbinding tussen essentiële landschappelijke eenheden.



[B] herstel continuïteit bij kruisen van wetering



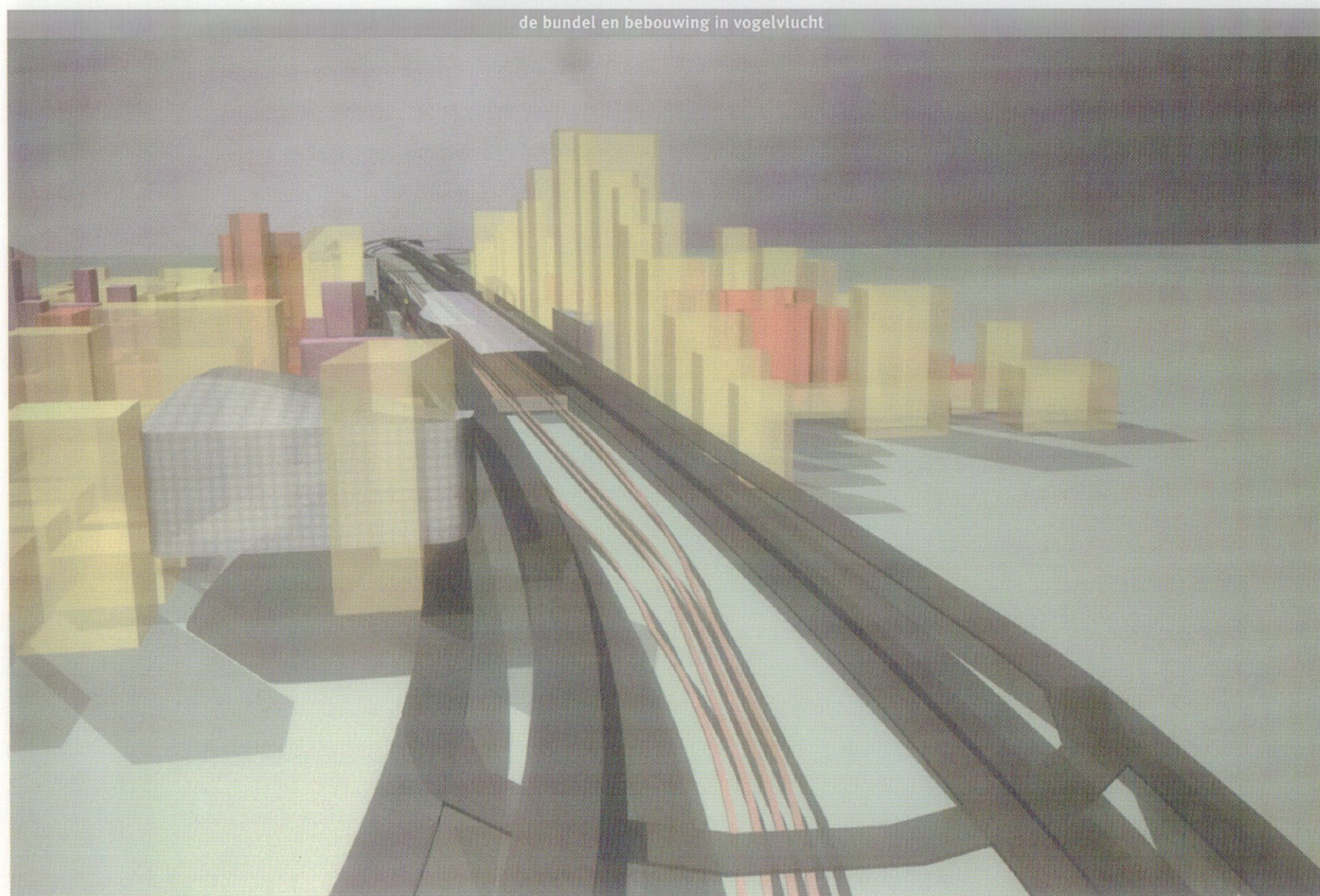
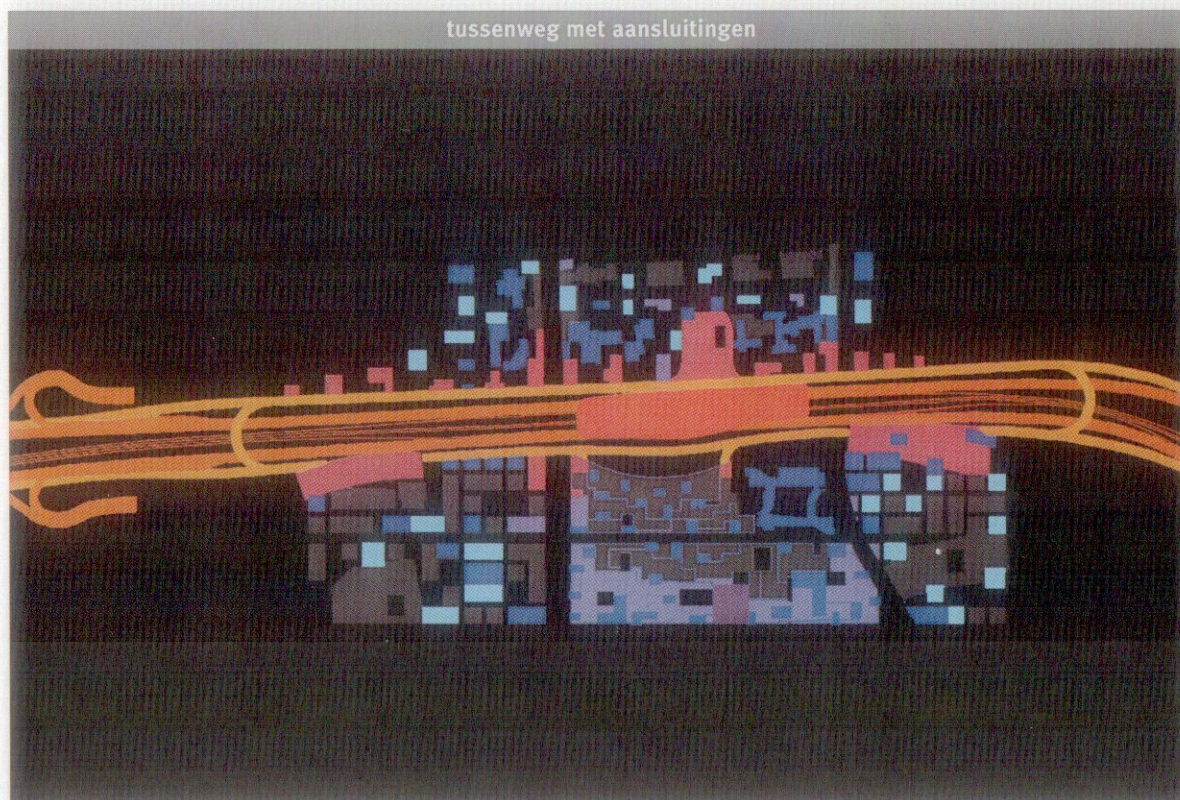
[C] hoog over plassengebied



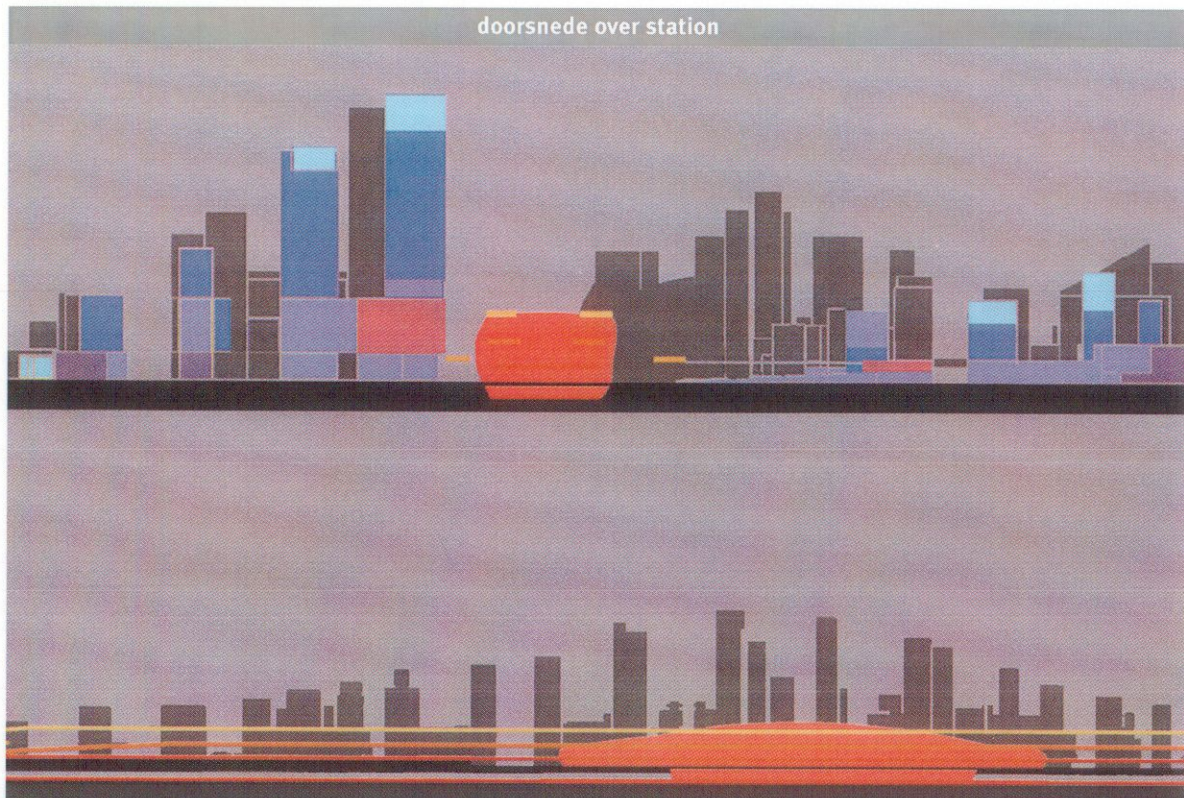
SCHETSEN VOOR STEDELIJKE SITUATIES

Voor de trajectdelen die in de stedelijke gebieden zijn gelegen is nader uitwerking gegeven aan de gedachte om daar, behalve een doorgaande verbinding, ook een directe aansluiting op een stedelijke zone te realiseren, zoals in de variant van de Hart-op-Hart verbindingen is geschetst.

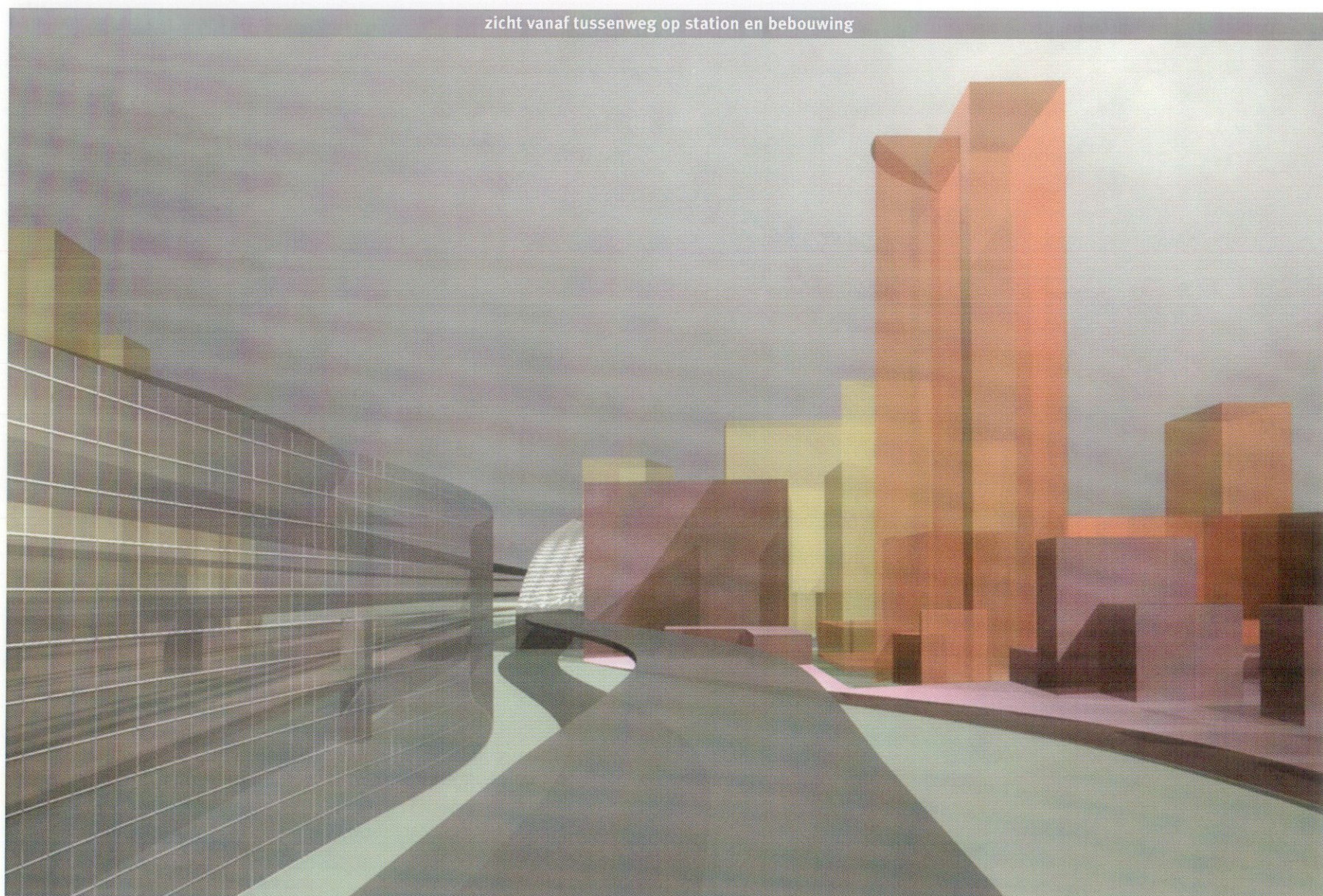
In eerste ontwerp is er sprake van een compacte situatie, waarin ook een pakket aan railverbindingen en een station is ingepast. Via een soort tussenweg, in hoogte gelegen tussen de hoge dubbeldekker en de bestaande autosnelweg op dijkhoogte, wordt de aansluiting met een reeks gebouwen gemaakt. Een intense verbinding en vervlechting van infrastructuur en bebouwing ontstaat daarmee. In de doorsnede is de functionele relatie in schema te zien.



doorsnede over station



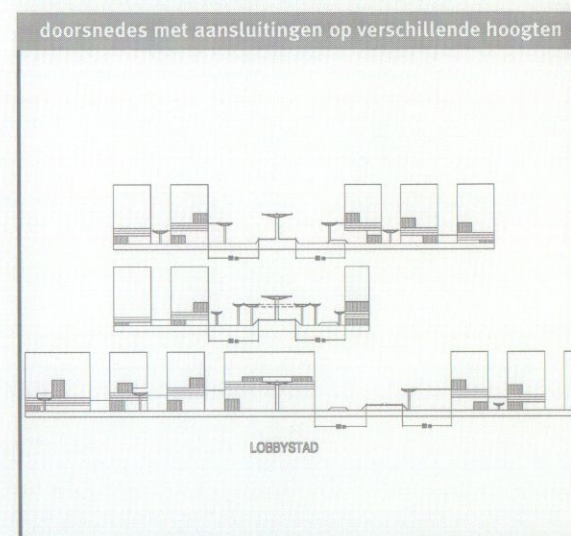
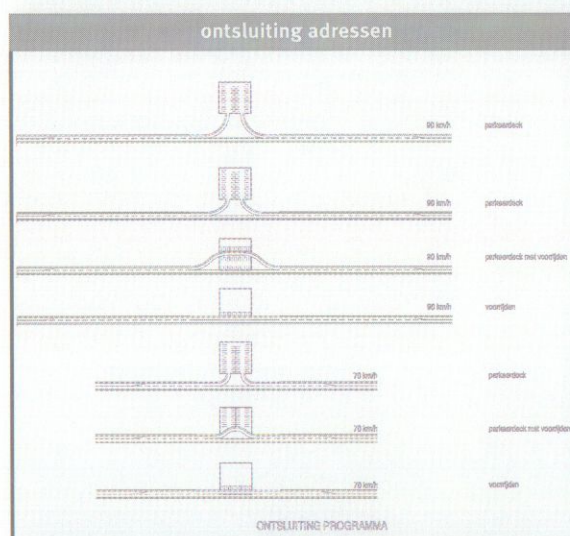
zicht vanaf tussenweg op station en bebouwing



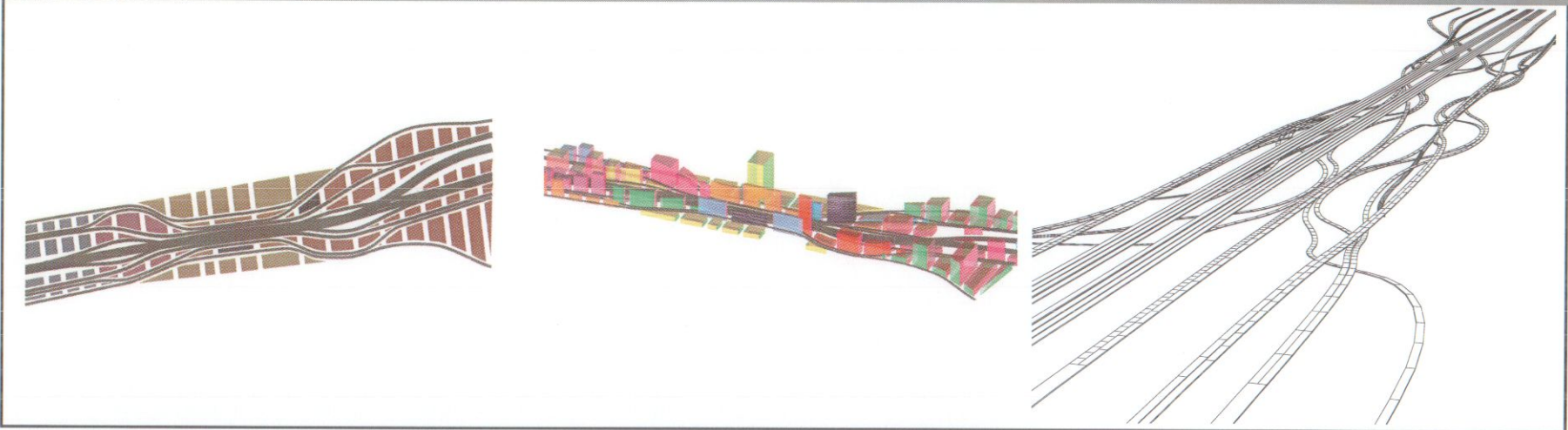
In het andere ontwerp worden in het stedelijk gebied wegen afgesplitst van de dubbeldekker. Deze wegen worden vervolgens naar snelheid, hoogteligging en positie dusdanig ontworpen dat er, zowel naast als onder de viaducten een zone ontstaat met een acceptabel geluidsklimaat, waardoor er allerlei stedelijke functies een plaats kunnen vinden. De gebouwen richten zich door contour en vormgeving naar de ruimte die de geluidscontouren laten. Ook hier ontstaan bebouwingsmogelijkheden waar deze tot op heden, door de geluidhinder niet waren.

Uitstijgend tot 30 meter hoogte biedt het dubbeldek panoramische vergezichten over de stad en met dezelfde beweging wordt de milieubelasting tot een minimum gereduceerd.

Op smallere onderdelen van het traject wordt het systeem tot een luchtige bundel van wegen, die adressen op verschillende hoogten ontsluiten. Gebouwen krijgen een adres aan de snelweg, aan het openbaar vervoer en aan het maaiveld.



bundeling van wegen



vogelvlucht perspectief centrale deel



SCHETSEN VOOR EEN CORRIDORSITUATIE

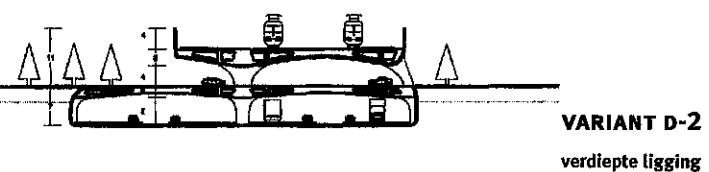
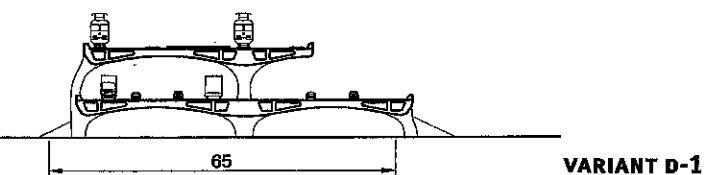
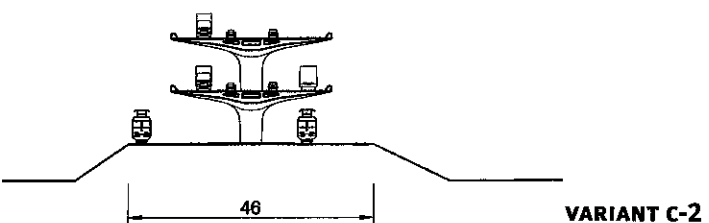
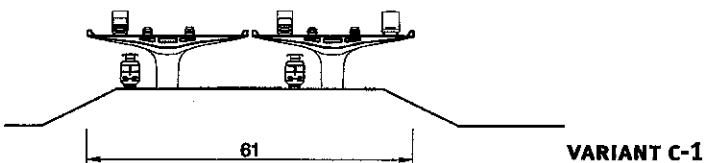
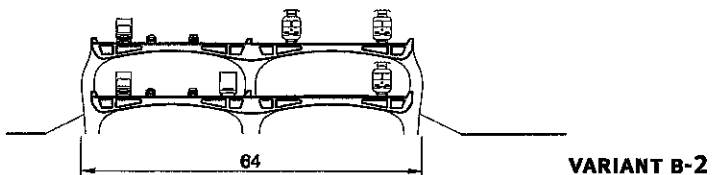
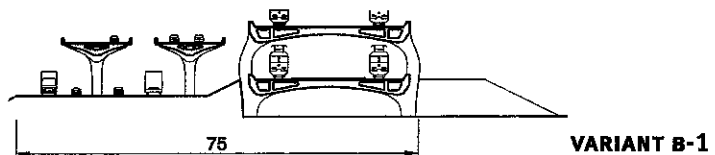
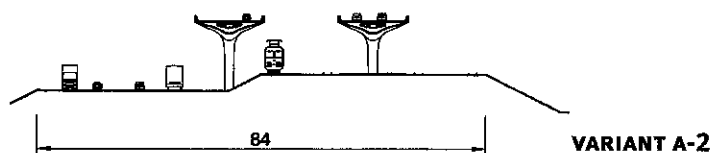
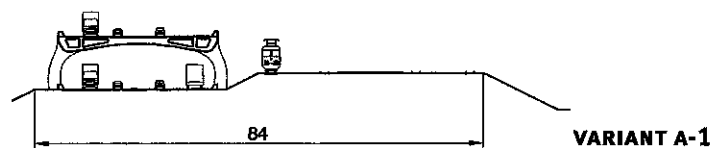
Nederland kent een aantal corridors, waarin de verbindingen tussen de agglomeraties door meerdere vervoersvormen worden onderhouden. Daar waar sprake is van een noodzakelijke uitbreiding betreft dat veelal zowel het spoor als de weg. Bij de uitbreiding van de infrastructuur is natuurlijk aan de orde of er door herschikking en bundeling van de infrastructuur, een optimaler inrichting en gebruik van de ruimte mogelijk is. Daarbij hoeft niet alleen aan de orde te zijn de stapeling van weg op weg, maar is het ook denkbaar dat een weg boven het spoor komt te liggen, of omgekeerd. In bijgaande doorsneden worden een aantal varianten getoond van een situatie waar uitbreiding in de breedte van een bundel infrastructuur, waardoor een maat van ca. 150 meter nodig zou zijn, sterk wordt bemoeilijkt door de omgeving met allerlei bebouwing. Stapelen en bundelen bieden de mogelijkheden om dat zonder dure tunnels, en zonder sloop op te lossen. De totale breedte bij een enkelvoudige stapeling kan worden beperkt tot ca. 64 meter; ongeveer de maat die de huidige infrastructuur ter plaatse nodig heeft. Ook lijken hierbij kansen te liggen om de geluidhinder van al dit verkeersgeweld beter te beteugelen, zeker als de stapeling volgens variant D2 een half verdiepte ligging krijgt, en het kruisende verkeer tussen onder- en bovenlaag door kan worden geleid. Het effect voor de omgeving kan op deze wijze goed worden beheerst.

buitenkant aan omgeving aangepast



spoorweg boven, autoweg onder





IV

Schetsboek constructeurs

De constructeurs van de Bouwdienst hebben in schetsvorm een aantal principes voor de constructie van een bovendek onderzocht. Hier wordt daarvan in collage-vorm verslag gedaan. Zij zijn uitgegaan van een principe standaard situatie. In deze schetsen is niet ingegaan op gecompliceerdere situaties die ontstaan bij afslagen, kruisingen met grote rivieren e.d., noch op combinaties waarin ook spoorwegen in de bundeling zijn betrokken.

Om te beginnen zijn de principes en de richting van de draagconstructie op hun bruikbaarheid beoordeeld: in de langsrichting of in de dwarsrichting. Tevens worden enkele speculatieve verkenningen gedaan naar wat minder gangbare constructiewijzen, welke echter voordelen bieden voor het uitzicht, of die het mogelijk maken om in de loop der tijd de constructie verder uit te bouwen als drager voor diverse vormen van transport. Tenslotte wordt een bouwwijze beschreven voor een min of meer geïndustrialiseerde bouwstroom.

DRAAGSYSTEMEN IN DE LANGSRICHTING

Bij de draagsystemen in de langsrichting zijn twee soorten steunpunten mogelijk:

• de portaalconstructie

Daarbij liggen de funderingen in de zijberm en eventueel ook nog in de middenberm, zij het dat dat laatste onaantrekkelijk is voor de weggebruiker.

Een portaal betekent een lijnoplegging voor het wegdek, waardoor nagenoeg geen extra wringing wordt geïntroduceerd. De meest goedkope constructievorm voor het dek is dan de plaat, al dan niet met sparingsbuizen. De meest optimale overspanningen liggen rond de 30-40 meter waarbij grote slankheden zijn te halen ($1/30$ à $1/35$ van de overspanning).

Bij de keuze voor een portaalconstructie is een constructie met bescheiden afmetingen mogelijk, maar een nadeel is dat de kolommen betrekkelijk dicht op elkaar staan waardoor het uitzicht van de weggebruiker op de onderste weg wordt ingesloten.

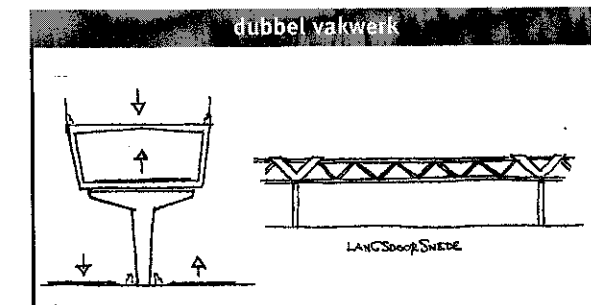
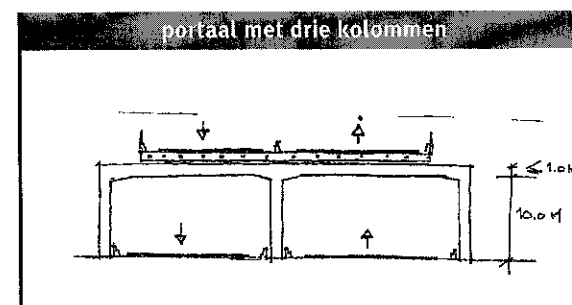
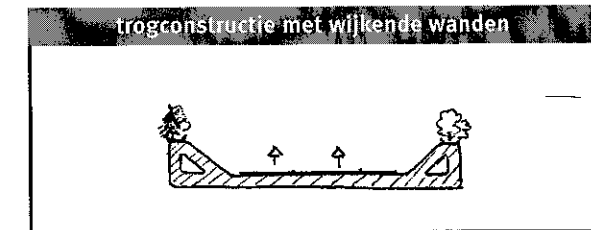
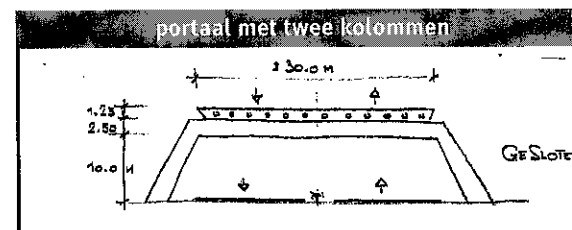
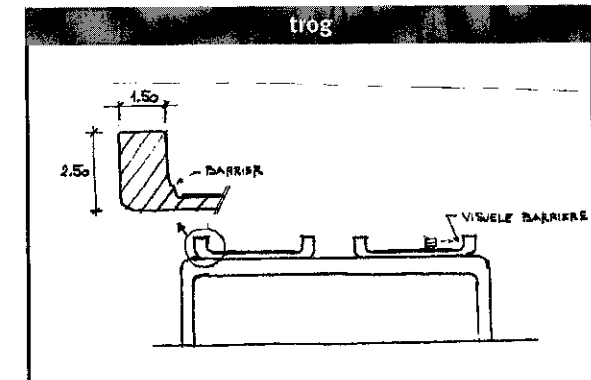
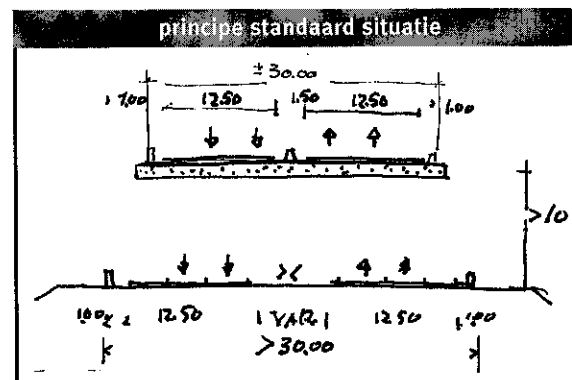
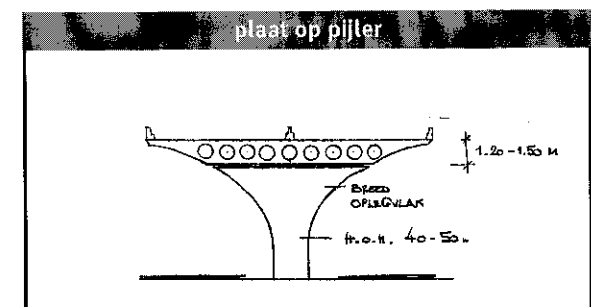
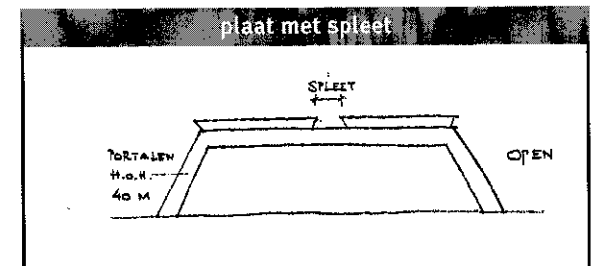
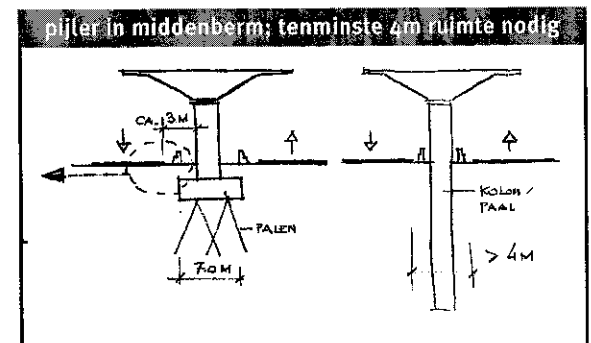
• de pijlerconstructie

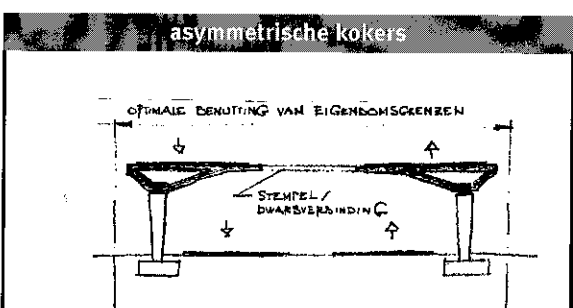
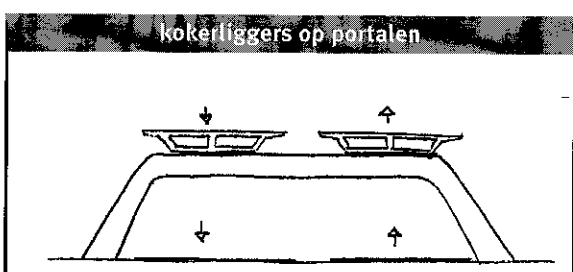
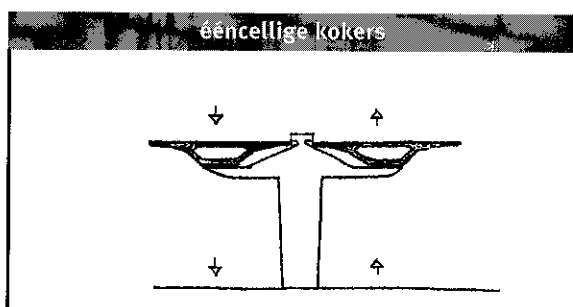
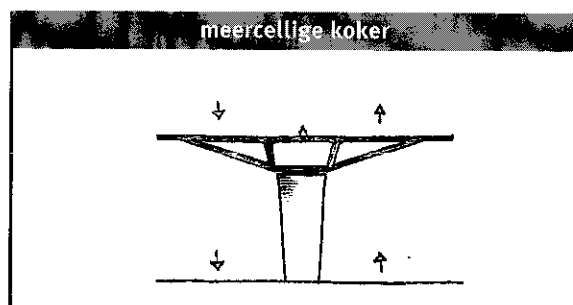
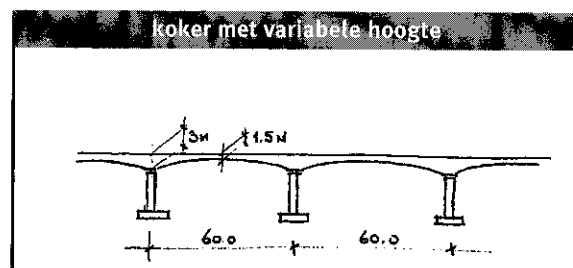
Daarbij is de keuze voor een constructie met één enkele kolom in de middenberm voor de weggebruiker van de onderweg het meest aantrekkelijk. Maar pijlers in de zijbermen, waarbij het bovendek wordt opgedeeld behoort bij deze constructiewijze tevens tot de mogelijkheden.

Het meest voor de hand liggende draagsysteem is hierbij de koker, gezien zijn grote torsiestijfheid (het gehe-

le bovendek rust op één middenkolom). De koker is, in het geval van één pijler, ca. 30 meter breed; de constructiehoogte is afhankelijk van de overspanning. Bij 80 meter overspanning bedraagt deze ca. 4 meter. Hierbij gaat het om een, over een aantal velden doorgaande, statisch onbepaalde constructie (lengte van segmenten tussen de dilataties van bijvoorbeeld $4 \times 80 = 320$ meter).

Overigens zijn er voor de dekconstructie nog een hele reeks mogelijkheden, met ieder hun eigen specifieke voor- en nadelen; bijgaande schetsen geven daar iets van aan.





CONCLUSIES

- De constructie met één pijler in de middenberm is het meest aantrekkelijk voor de weggebruiker, omdat de afstand tussen de steunpunten groot is, en de steunpunten het zicht nauwelijks belemmeren. Twee aparte constructies in de zijbermen is goed geschikt voor de dubbeldekswegen en laat meer licht toe op de benedenweg. Het vraagt echter meer ruimte, buiten het bestaande wegprofiel, wat een probleem kan opleveren.

- De portaalconstructie met 2 kolommen is een efficiënte oplossing. De plaats van de steunpunten en de geringe afstand daartussen zijn echter een groot nadeel voor de weggebruiker.
- De meest optimale dekconstructies zijn die van een plaat met sparingsbuizen in combinatie met de portaalconstructie, en van een koker in combinatie met een pijlerconstructie.

DRAAGSYSTEMEN IN DE DWARSRICHTING

Deze systemen houden in principe in dat de fundering in de zijbermen ligt; de steunpunten zullen meestal de vorm van portalen hebben die in de langsrichting naast de weg staan.

Daarbij kunnen diverse vormen van liggers voor de bovenregel worden toegepast, waarmee de afstanden tussen kolommen wordt beïnvloed. De grote mate van repetitie zal het uitvoeren ter plaatse aantrekkelijk maken, bijvoorbeeld door middel van een standaard bekisting die gedragen wordt door een over de kolommen verplaatsbare tijdelijke constructie.

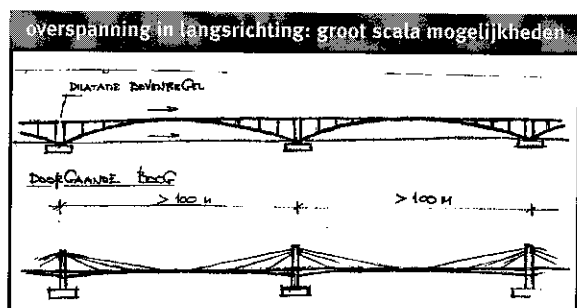
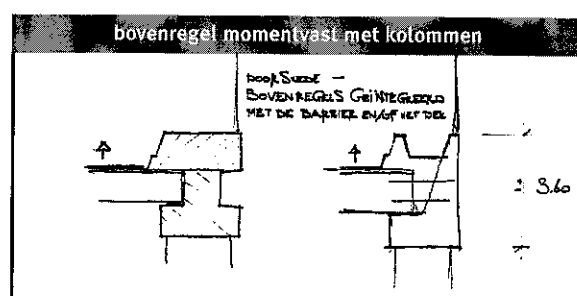
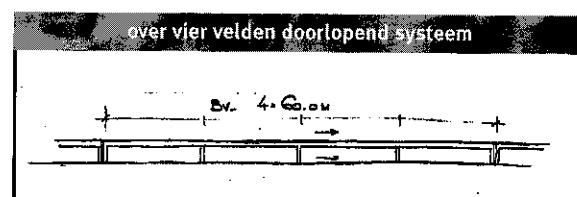
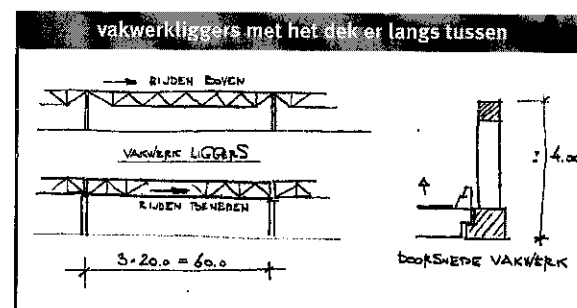
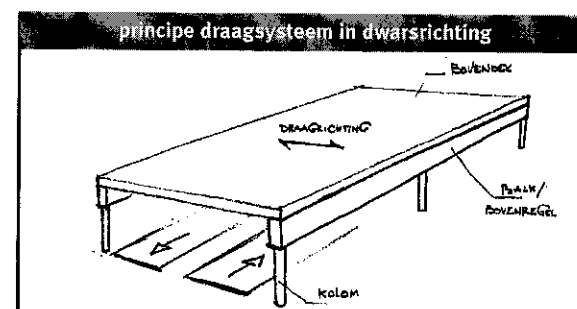
Tevens zullen de afstanden tussen de dilatatie's zo groot mogelijk worden gehouden, opdat de bovenregel een statisch onbepaald, over een aantal velden doorlopend systeem heeft. Ook kan de bovenregel momentvast met de kolommen worden verbonden en eventueel worden geïntegreerd met de randconstructies van het dek. Dit alles werkt de economie van de totale constructie in de hand.

In bijgaande schetsen is te zien dat er voor de overspanningen in de langsrichting nog een groot scala aan vormen beschikbaar is; de toepassing zal sterk afhangen van de opgave zoals die lokaal bepaald wordt.

De liggers in de dwarsrichting hebben een constante afmeting. Deze overspanning is tevens vrij beperkt (± 30 m), waardoor de constructiehoogte relatief klein is. De mogelijkheid van prefabricage of een uniforme uitvoeringsmethode ter plaatse neemt hierdoor toe.

CONCLUSIES

- Voor de constructie van zowel de portalen als voor het daarop geplaatste bovendeck bestaat een breed scala van mogelijke toepassingen met praktische uitvoerbaarheid.
- Deze constructiewijze heeft een grote flexibiliteit met betrekking tot de grootte van de overspanningen in langsrichting. Door de keuze van de vorm van het portaal en de hoogte van de bovenregel kan dit worden beïnvloed. Het systeem leent zich goed voor lange stukken waarin het profiel niet wijzigt.



- Het nadeel van het systeem is dat de onderste weg vrijwel opgesloten wordt door de kolommen, maar vooral door de hoge bovenregels van de portalen. Overigens kunnen er situaties zijn waarin dit gegeven positief uitpakt, omdat die bovenregel als geluidsscherm kan werken om het geluid dat tegen de onderkant van het viaduct weerklaart te absorberen.
- Een nadeel is ook dat het aanzicht van opzij een zeer zware constructie te zien geeft die weinig doorzicht biedt.

BIJZONDERE ASPECTEN

ENKELE SPECULATIEVE VERKENNINGEN

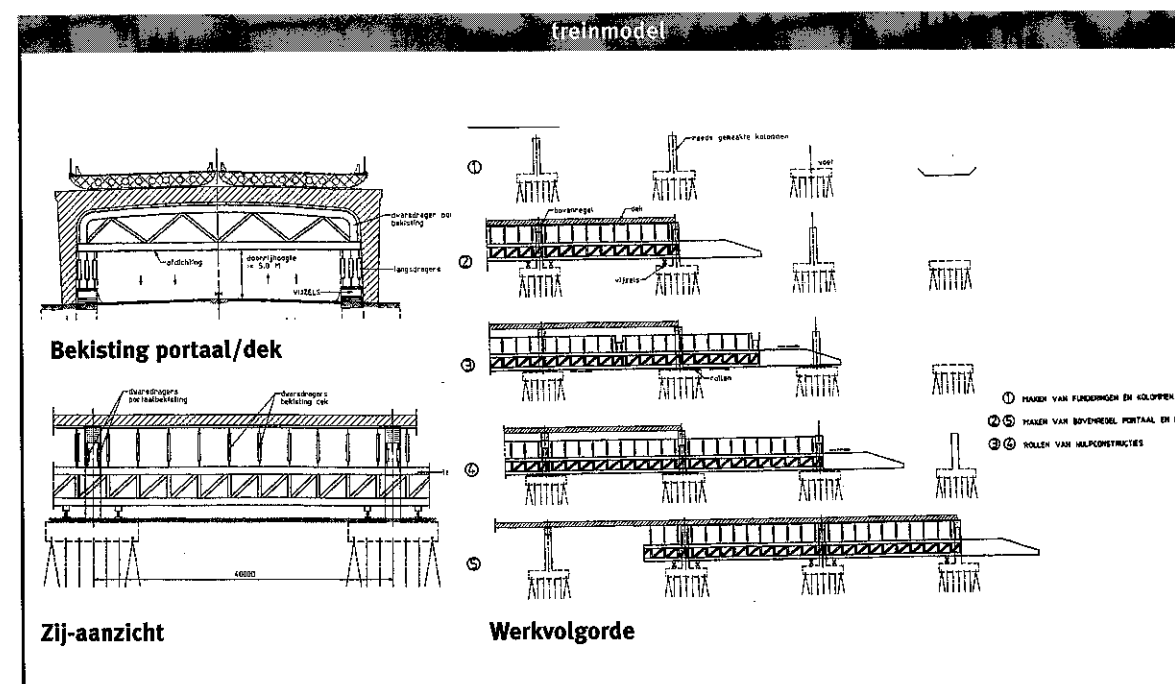
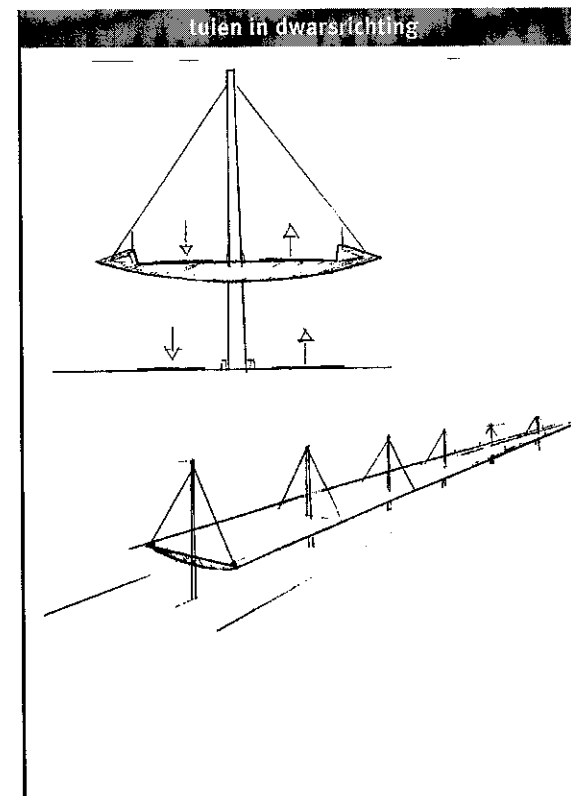
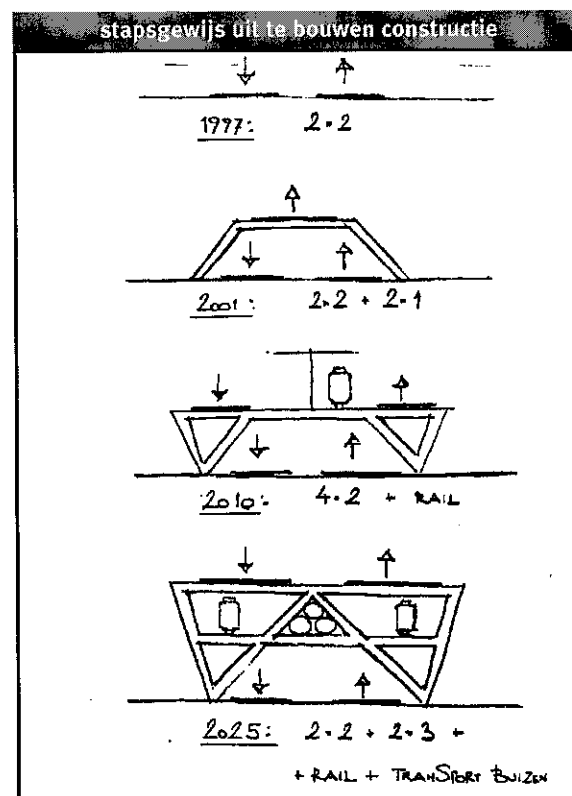
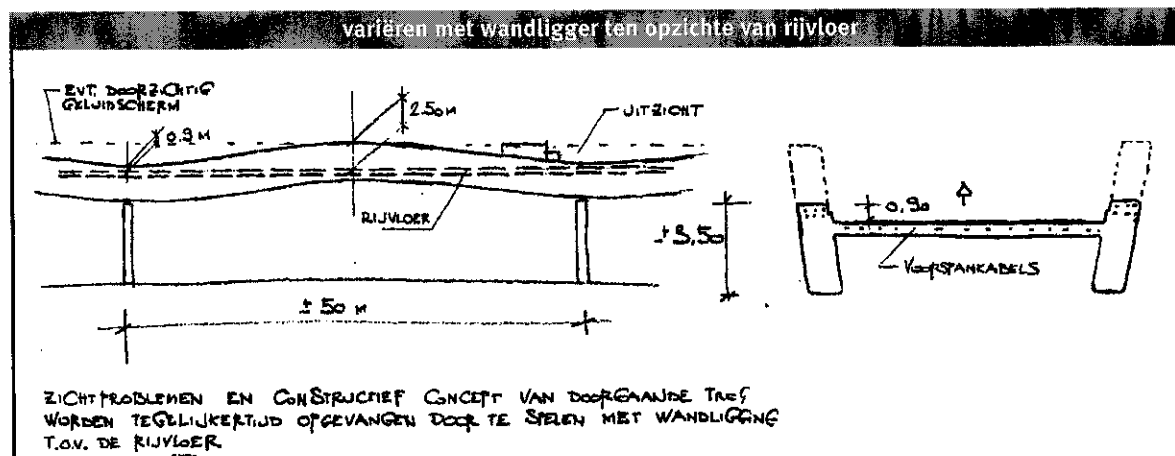
In deze verkenningen is op creatieve wijze nagedacht over de mogelijkheid om het zicht vanaf het bovendek, wat één van de charmes van deze weg kan zijn, zo goed mogelijk te verzoenen met constructieve oplossingen. Daarnaast is een idee geschetst van een constructiewijze waarbij het mogelijk is om in de loop der tijd de draagconstructie uit te bouwen en tevens om deze voor allerlei vervoerssoorten te gebruiken.

DILATATIES

Een aandachtspunt vormen de voegovergangen. Zeker bij de lange viaducten waar hier sprake van zal zijn is het van belang om een overgang te construeren die voor de weggebruiker zo min mogelijk hinder oplevert. Nader onderzoek op dit punt is gewenst.

DE UITVOERING

- Als bouw materiaal is in principe uitgegaan van beton. Mede door de moderne technologieën is het onderhoudsarm, en kan het een zeer slanke vormgeving en maatvoering verdragen. Ook leent het materiaal zich goed voor industriële productie; een optie die met de grote series waar het hier om gaat zeer belangrijk is.
- Een complicerende factor wordt gevormd door het feit dat het bovendek boven en vlak naast een doorfunctionerende weg moet worden gebouwd. Door echter een bouwwijze te kiezen waarbij vanaf de ondersteuningen en boven de bestaande weg wordt gewerkt kan de verstoring voor het wegverkeer beperkt blijven. Voor de langere trajectdelen kan er daarbij nog tijdswinst en kostenbesparing worden bereikt door te bouwen volgens het zogenaamde treinmodel. Daarbij wordt op een soort mobiele bouwplaats die steunt op de funderingsconstructies en die zich verplaatst langs het traject, het gehele bovengrondse deel van de constructie gemaakt.



VEILIGHEID

Een bijzonder aspect van de bouw van een dubbeldekker vormt de veiligheid, en dat betreft zowel de situatie voor de onderliggende weg als die op het bovendek. Behalve de gebruikelijke veiligheidsaspecten spelen voor de dubbeldeks situatie een aantal specifieke punten die een duidelijk effect kunnen hebben op de vormgeving en de constructie van de dubbeldekker.

Deze zijn nader beschouwd en de conclusies zijn de volgende:

- In verband met de gevaren bij het vrijkomen van gevaarlijke (vluchtige en ontplofbare) stoffen en het vrijkomen van rook in geval van brand, is het hoog plaatsen van het bovendek gunstig. Hierbij valt te denken aan de minimale maat van ca. 10 meter boven het maaiveld. Een spleet in het midden van het bovendek is in dit verband aan te bevelen. De breedte hiervan moet echter tot ca. 2 meter beperkt blijven, om te voorkomen dat voertuigen door deze spleet naar beneden vallen en om eventuele grote lichtcontrasten te vermijden.
- Een voorwaarde vanuit de veiligheid is dat minimaal 30-40% van het oppervlak rondom de onderste weg open moet blijven, om grote overdrukken bij eventuele gasexplosies te voorkomen.
- De open ruimte in en/of naast het bovendek moet worden beveiligd, daar waar sprake is van het mogelijk vallen van kleine voorwerpen op de weg beneden. Dit kan bijvoorbeeld door een fijnmazig net te plaatsen op de gevaarlijke plaatsen.
- Het is aan te bevelen om met name bij bochten een anti-kantel voorziening, of een versterkte randconstructie aan te brengen.

- Tevens valt te overwegen om de rand- en/of middenbermconstructie voldoende zwaar te maken voor het keren van vrachtauto's van bepaalde gewichtsklassen teneinde de risico's van het naar beneden vallen af te dekken. Overwogen kan worden om op het bovendek het vervoer van gevaarlijke stoffen of van extreem zware voertuigen niet toe te staan, teneinde het voor deze categorieën veel grotere gevaar van vallen te vermijden.

- Het systeem moet vanuit maaiveld voldoende toegankelijk zijn voor hulpverlening. Een (verder te onderzoeken) methode van hulpverlening via de lucht draagt bij aan extra veiligheid en mogelijk ook aan de economie van het systeem. Een doorsteekconstructie in de middenberm kan de toegankelijkheid van de afzonderlijke rijbanen verbeteren.

- Vluchten op het bovendek gebeurt vooral langs de rijbaan en de vluchtstrook. Vandaar vindt men zijn weg naar trappen die op regelmatige afstanden zijn aangebracht.

- Vervoer van gevaarlijke stoffen kan in een stedelijke omgeving een knelpunt worden voor de veiligheid van de omgeving. Overwogen kan worden om daar, op het bovendek, geen vervoer van gevaarlijke stoffen toe te staan.

V

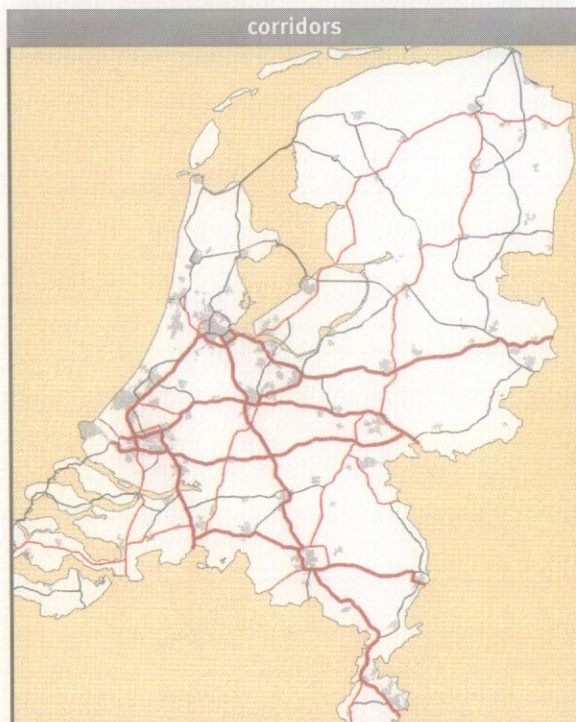
Het interregionale net

Hoewel het idee van het stapelen in eerste instantie was ingegeven door de wens om het ruimtegebruik dat voor nieuwe infrastructuur nodig is te beperken, komt toch heel snel de dimensie van het verkeersgebruik en het nut ervan om de hoek kijken. Welke rol kan dit in eerste instantie bouwkundig concept spelen bij het oplossen van de verkeersvraagstukken in Nederland?

We gaan dan om te beginnen uit van een stelsel waarbij het bovendek een weg is van 2x2 rijstroken; geschikt voor alle voertuigen die ook op het huidige hoofdwegenet verkeren; de ontwerpsnelheid is 120 km/u. De capaciteitstoevoeging is dan maximaal 4.300 mvt/uur voor elke richting.

Het is echter duidelijk dat er behalve capaciteitswinst ook nieuwe kwaliteiten van verkeer mogelijk worden. Er kan met het bovendek een nieuw netwerk van verbindingen in Nederland ontstaan dat is ingericht en gedimensioneerd voor langere afstanden en waarop een congestievrije afwikkeling wordt gewaarborgd, eventueel door de toegang tot deze weg te reguleren, al dan niet door tolheffing.

De dubbeldeksoptie is ook zeer geschikt voor het aanpakken van lokale knelpunten in het hoofdwegenet en voor de uitbreidingen die in een aantal corridors in Nederland spelen en waarbij met de ruimte gewoekerd moet worden. Als we in staat zijn om in enkele decennia al dit soort lokale ingrepen aan elkaar te koppelen, kunnen we stapsgewijs, gebruikmakend van deze investeringsstroom, het netwerk opbouwen waarvan hiervoor sprake was.



NETWERKEN VOOR DE LANGE AFSTAND

Een groot deel van het verkeer op het hoofdwegenet in Nederland bestaat uit betrekkelijk korte ritten. Vooral in de nabijheid van de grotere agglomeraties vullen de wegen zich met lokale ritten. Dat gaat gepaard met congestie, en de oorspronkelijke functie van de autosnelweg voor verplaatsingen over de lange afstand komt daardoor in het gedrang. De vraag doet zich voor of er mogelijkheden zijn om de verbindingen over de grotere afstanden van dit oponthoud te vrijwaren. Er is een bovendek denkbaar dat een samenhangend netwerk van verbindingen vormt, en we kunnen dit netwerk zodanig situeren en dimensioneren dat het vooral voor de wat langere ritten gaat dienen.

Op wegvakken in de stedelijke omgeving met hoge intensiteiten legt ca. 75% van het verkeer afstanden af die kleiner zijn dan 35 kilometer. Tussen de stedelijke gebieden is dat percentage 30% (en 20% > 80 km.) en op de grens van de randstad is dit 20% (en 35% > 80 km). Gezien dit verkeersbeeld hanteren we 35 kilometer als grens tussen lange en korte ritten.

FUNCTIONELE UITGANGSPUNTEN

Het model dat hier gekozen is, gaat uit van differentiatie van het verkeer naar de lengte van de verplaatsing. Gezien die doelstelling zouden het ontwerp en het gebruik van dit stelsel als kenmerk moeten hebben een rijnsnelheid van tenminste 120 km/uur, en een congestievrij functioneren. Vooral dat laatste betekent dat de toegang zo wordt gereguleerd dat de weg nooit te vol loopt waardoor congestie zou ontstaan. Dit houdt in dat de afstanden tussen de toegangen voor Nederlandse begrippen groot moeten zijn en dat er daarenboven de mogelijkheid is om de toegang tot de weg te reguleren, bijvoorbeeld door toeritdosering. Dat laatste kan eventueel ook door tolheffing worden ondersteund. Daarmee en door het aantal en vooral door de plaats en volledigheid van aansluitingen/knooppunten wordt de capaciteit bepaald (aantal rijstroken, wel of geen tidal flow).

Het is overigens niet gezegd dat een dergelijk net in zijn geheel dubbeldeks moet worden uitgevoerd; de keuze voor stapelen hangt geheel af van de eisen die de lokale situatie stelt.

De onderliggende rijbanen spelen in dit model de rol van verdeler voor het bovenliggende net. Ook kan eventueel op bepaalde plaatsen de onderliggende rijbaan heringedeeld worden (kortere afstand, lagere snelheid,

wisselstrook, etc.) om een evenwichtiger capaciteitsbenutting te verkrijgen. De ontwerpsnelheid op het toe te voegen net is 120 km/uur, passend bij de doelselling om het verkeer over langere afstand het primaat te geven. Voor het onderliggende wegennet (bestaande hoofdwegennet -HWN-) dat in dit concept vooral voor de kortere ritten beschikbaar is, kunnen eventueel (plaatselijk) lagere rijsnelheden worden aangehouden, afhankelijk van de betreffende regio.

HET NETWERK

De keuze voor de trajecten waar men het langere afstandsverkeer wenst te verbeteren is een beleidskeuze. Deze is in hoge mate bepalend voor de consequenties van dit concept ten aanzien van gebruiksfuncties en ruimtelijke ordening. Voor dit concept wordt uitgegaan van de verbinding van de belangrijkste economische centra in de randstad (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Utrecht en de mainports Schiphol en de Rotterdamse haven) met elkaar en van de randstad als geheel met regio's over de grens (Duitsland en België).

Bij de vertaling van de gedefiniëerde functie naar de weg infrastructuur zijn vervolgens de onderstaande uitgangspunten gehanteerd en keuzes gemaakt:

- Het netwerk bestaat uit een ring (delen van de A4, A15, A27, A2, A9) met daaraan toegevoegd de A12, als rechtstreekse verbinding tussen Utrecht en Den Haag en routes richting Duitsland en België, respectievelijk de A15 en de A16. Bij verdere uitwerking kunnen er overwegingen zijn om het net verder uit te breiden. Er kunnen redenen zijn om bijvoorbeeld de A2 vanaf Utrecht naar het zuiden aan dit beeld toe te voegen; vooralsnog zijn we, ook met de modelberekening, uit-

gegaan van een zo beperkt en wijdmazig mogelijk stelsel, teneinde een zo duidelijk mogelijk effect te bereiken. Het net bestaat uit doorgaande routes met wisselpunten naar het onderliggende net.

- In de knooppunten van de doorgaande routes van het netwerk wordt alleen voorzien in afslaande bewegingen voor zover relevant voor de geformuleerde functie van het net. Dat betekent dat de uitwisselingen ter plaatse van het knooppunt vaak niet volledig zijn. Bij het knooppunt A12-A4 (Prins Clausplein) is zelfs helemaal geen directe verbinding nodig. Overige afslaande bewegingen vinden plaats via het onderliggende wegennet. (NB: Andere overwegingen dan hier genoemd kunnen de volledige uitwisseling bij de knooppunten in het doorgaande net wel wenselijk maken, denk bijvoorbeeld aan dynamisch verkeersmanagement waar het wenselijk kan zijn om mogelijkheden te hebben om het verkeer tijdelijk om te leiden).

- Aantakkingen op de doorgaande routes zijn in principe gedacht direct vóór en direct ná de eerdergenoemde economische centra. Toegevoegd is een aantakking ter hoogte van Gouda, met als argumenten de grote afstand tussen Den Haag en Utrecht alsmede de aantakking van Rotterdam-Noord in oostelijke richting. De

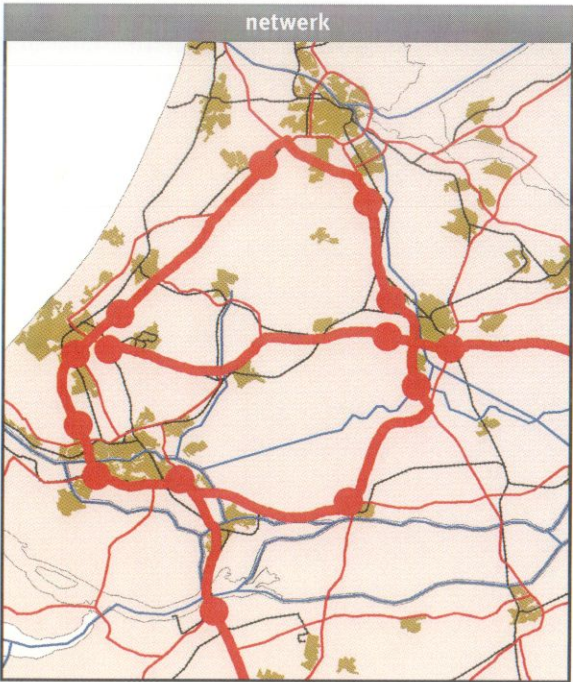
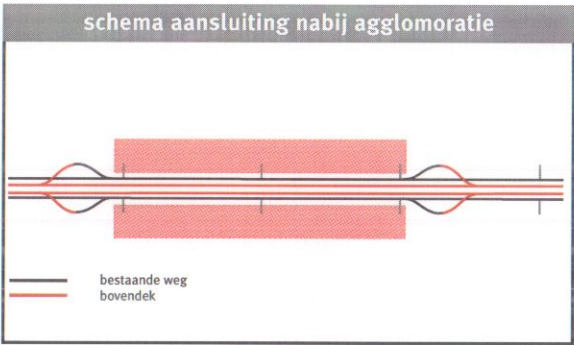
aantakkingen bij de economische centra zijn zodanig dat het niet mogelijk is via de doorgaande route van de ene aantakking naar de andere te rijden en de route zo als stedelijke rondweg te gebruiken (zie schema).

DE CIJFERS

Om inzicht te krijgen in de verschuivingen van de verkeersstromen die de beschreven aanpassingen tot gevolg hebben, is in het project Infra 2015+ met behulp van het randstadmodel, door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) een eenvoudige berekening uitgevoerd. Daarbij is uitgegaan van een bestaande herkomst- en bestemmingsmatrix voor personenauto's voor de avondspits die aan het bestaande en het nieuwe net worden toegedeeld. De consequentie van deze werkwijze is onder andere dat een eventuele wijziging in de modal split verwaarloosd wordt.

Resultaten van de berekening zijn weergegeven in tabel 1. Uit de getallen blijkt dat de verdeling van het verkeer over de doorgaande en parallelle routes van plaats tot plaats aanzienlijk varieert. Zeer grofweg zou men kunnen stellen dat ongeveer de helft van het verkeer tussen de economische centra wordt afgewikkeld via de doorgaande stroken en de helft via de minder hoogwaardige parallelle routes. Dit geldt echter zeker niet tussen Amsterdam en Utrecht waar het aandeel op het doorgaande net beduidend hoger is en op de wegvakken Den Haag - Rotterdam en Den Haag - Gouda met een duidelijk lager aandeel.

Vanwege de in dit model gekozen beperkte aantakpunten hebben de doorgaande routes ter plaatse van de stedelijke gebieden naar verwachting een uiterst kleine belasting. Afgezien van de routes langs Rotterdam, met de haven als mainport waar nog tot ongeveer een kwart



tabel 1: verwachte verdeling van het verkeer over de doorgaande (bovenliggende) en onderliggende routes

		bovenliggende route	onderliggende route
A4	Amsterdam - Den Haag	30 - 55%	45 - 70%
	langs Den Haag	5%	95%
	Den Haag - Rotterdam	25 - 30%	70 - 75%
	langs Rotterdam (Benelux)	25%	75%
A9	langs Amsterdam	10%	90%
A2	Amsterdam - Utrecht	60 - 70%	30 - 40%
	langs Utrecht	5%	95%
A12	Den Haag - Gouda	10 - 30%	70 - 90%
	Gouda - Utrecht	40 - 60%	40 - 60%
	langs Utrecht	10%	90%
A27	Utrecht - Gorinchem	40 - 80 %	20 - 60%
A15	langs Rotterdam	20 - 25%	75 - 80%
	Rotterdam - Gorinchem	40 - 50%	50 - 60%

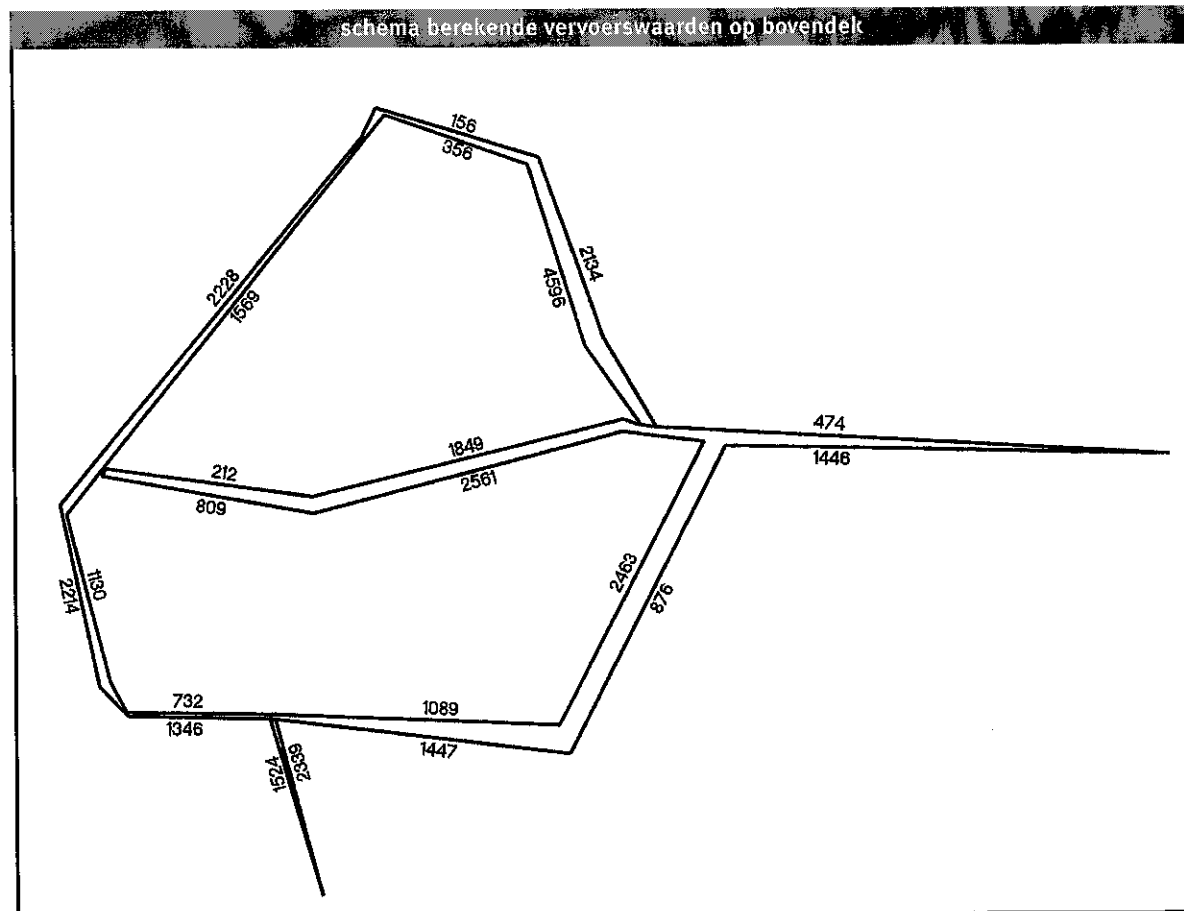
van het totale verkeer gebruik maakt van de doorgaande routes, is het percentage gebruikers nergens hoger dan 10%. Van het verkeer langs de grote steden maakt derhalve in de meeste situaties 90% of meer van de weggebruikers gebruik van het onderliggende net (huidige hoofdwegennet, etc.)

Uit de cijfers blijkt verder dat op vrijwel het gehele net van doorgaande routes een minimumprofiel van 2x2 stroken (o.a. in verband met inhalen vrachtverkeer) nodig en voldoende is; op een groot deel van het net zelfs ruim voldoende. Een hoge intensiteit op de doorgaande route komt alleen voor tussen Amsterdam en Utrecht. Bij deze verbinding kunnen zelfs 2x3 stroken noodzakelijk zijn.

Nabij de grote steden voldoet qua capaciteit steeds een enkele strook per richting. De lage intensiteit op de doorgaande routes langs de steden houdt vooral verband met de gekozen opzet van de aansluitingen bij de steden. Om bij de steden een betere benutting van de doorgaande routes te bereiken is daar een andere opzet van de aansluitingen te overwegen; in de variant die hierna wordt geschetst wordt daar verder op ingegaan.

Om een indruk te krijgen van de verkeersbelasting die op het bovendek en op de onderliggende weg drukt, is een modelberekening uitgevoerd, waarbij de cijfers zijn afgeleid van de gegevens voor 1987. De berekende verkeersintensiteiten op het bovendek, zoals die op bijgaand schema zijn af te lezen, zijn gebaseerd op het huidige verkeersbeeld in de spits. Voor de situatie die over bijvoorbeeld twintig jaar is te verwachten moeten we uitgaan van een verdere groei van het verkeer. Voor de projectie voor het jaar 2015 zijn grove aannames gedaan: we zijn uitgegaan van een ophogingspercentage van 50%.

Voor het gedeelte van de A4 tussen Amsterdam en Den Haag is dat nader gespecificeerd, waarbij drie wegvakken zijn onderscheiden. Deze wegvakken zijn Badhoevedorp-Schiphol(1), Schiphol-knooppunt Burgerveen(2), en knooppunt Burgerveen-Leidschendam(3). Berekend over het jaar 1987 is de procentuele verdeling tussen bovenliggend en totaal verkeer respectievelijk 30%, 55% en 50% en dus blijft op het onderliggend wegennet achtereenvolgens 70%, 45% en 50% van het totale verkeer. Opgehoogd naar het verwachte verkeer in 2015 zijn de intensiteiten in mvt/uur voor alle verkeer, inclusief vrachtverkeer, tijdens de avondspits weergegeven in tabel 2.



tabel 2: intensiteiten in motorvoertuigen per uur (inclusief vrachtauto's) in avondspits				
jaar 2015		bovenliggende route		onderliggende route
wegvak 1 Badhoevedorp - Schiphol		5.700		13.000
wegvak 2 Schiphol - Burgerveen		5.700		4.890
wegvak 3 Burgerveen - Leidschendam		5.700		5.800
intensiteiten in motorvoertuigen per uur per rijrichting (inclusief vrachtauto's) in avondspits				
jaar 2015		bovenliggende route		onderliggende route
rijrichting		n	z	n z
wegvak 1 Badhoevedorp - Schiphol		3.340	2.350	8.368 4.635
wegvak 2 Schiphol - Burgerveen		3.340	2.350	3.278 3.518
wegvak 3 Burgerveen - Leidschendam		3.340	2.350	2.267 1.612

Als richtwaarde voor de capaciteit van een 2-strooks autosnelweg is circa 4.300 mvt/uur gehanteerd.

Als richtwaarde voor de capaciteit van een 2-strooks autosnelweg is circa 4.300 mvt/uur gehanteerd.

VARIANT HART-OP-HART VERBINDINGEN

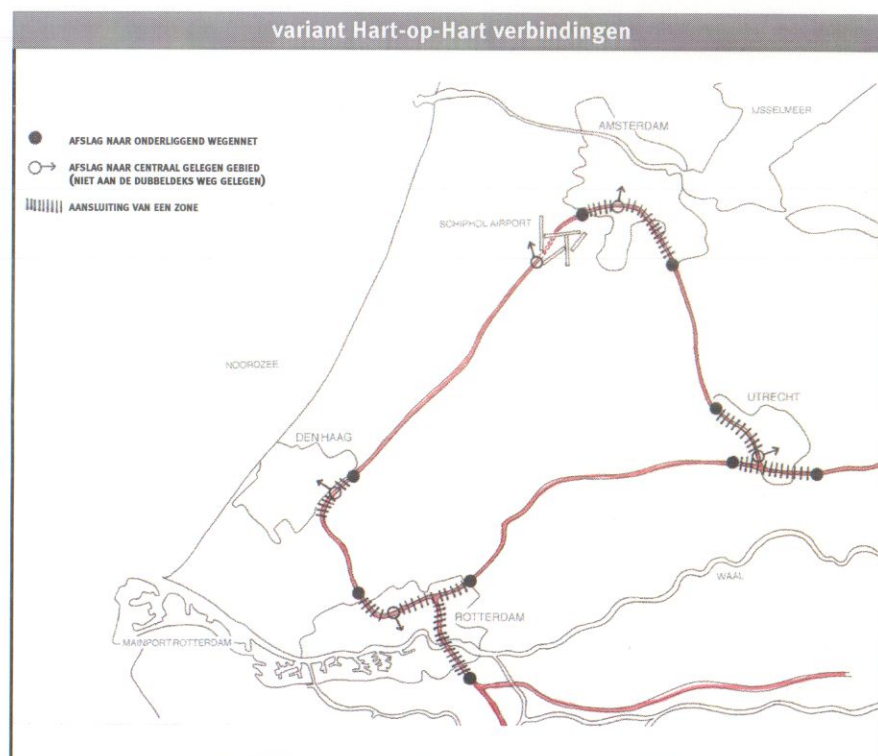
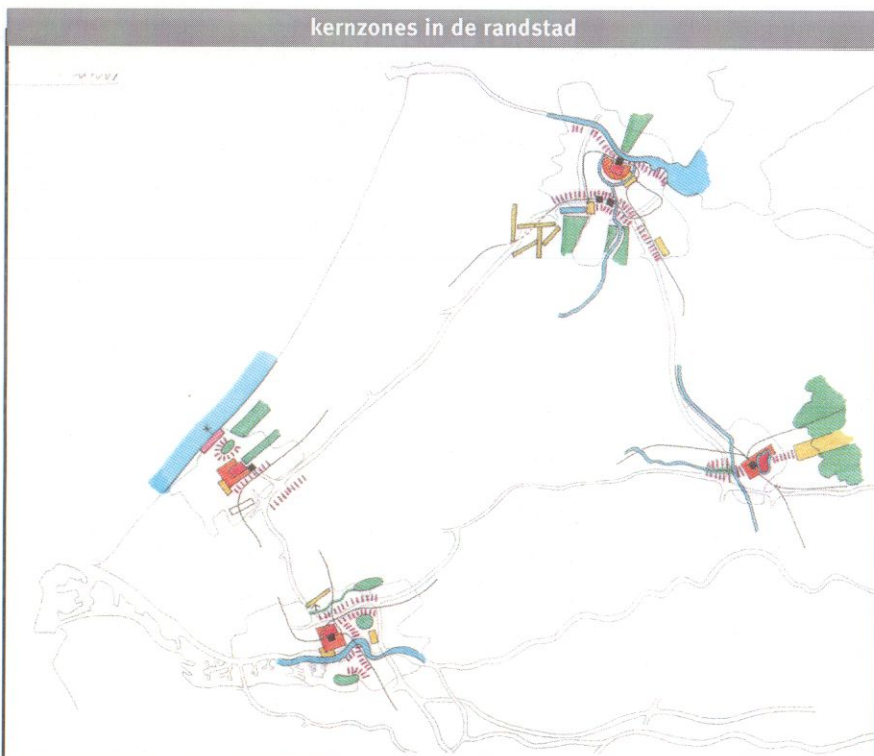
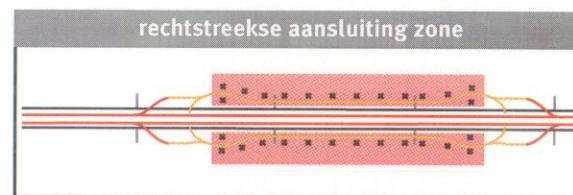
Een variant op het basismodel is een stelsel dat evenzeer gericht is op het bedienen van het verkeer over de lange afstand, dat functioneert op de schaal van de randstad en op de verbindingen met andere grote regio's, maar dat tevens beoogt om de kernzones van de grote steden rechtstreeks aan te doen.

In een nota van EZ en Vrom van enige jaren geleden over de internationale positie van de randstad werd het begrip kernzone gehanteerd om de centrale gebieden in de stedelijke gebieden aan te duiden waar de potentie en de dynamiek voor hoogwaardige economische ontwikkeling aanwezig zijn. Deze zones omvatten zowel de aloude binnensteden als de in ontwikkeling zijnde goed ontsloten delen van de agglomeraties, veelal gelegen aan of nabij de ringwegen. De kernzones herbergen zowel de kwaliteiten van de oude centra als die van de nabijheid van binnenflank en buitenflank van de randstad. Het Hart-o-Hart-model mikt op het ontsluiten van deze gebieden voor het verkeer over de langere afstand.

Naast de aansluitingen zoals die in het basismodel zijn gemaakt, worden in deze variant de trajectdelen die in de agglomeraties lopen rechtstreekse aangesloten op de kernzones, evenwel zonder een kortsluiting te maken met het onderliggend wegennet. Met deze zonale ontsluiting, waarbij via een tussenweg toegang tot functies ontstaat, komen er 'adressen' aan de nieuwe weg te liggen.

De positie van de kerngebieden wordt hiermee versterkt en uitdunning en verval van draagvlak voor allerlei functies en voor het openbaar vervoer worden voorkomen. Ook in termen van duurzaamheid en voorkomen van kapitaalvernietiging een goede strategie die aansluit bij het ruimtelijk beleid.

In het basismodel zien we dat de belasting van de delen die nabij de steden lopen gering is. In de variant van de Hart-op-Hart-verbindingen wordt ingespeeld op deze ruimte, door in deze wegvakken een directe aansluiting op (een beperkt stuk) stedelijk gebied te maken. Door te stapelen boven bijvoorbeeld de ringwegen wordt het ook mogelijk om het tracé zo te kiezen dat deze aansluitingen ook letterlijk in die kerngebieden komen te liggen. Deze gebieden krijgen daardoor een unieke bereikbaarheid met zowel het openbaar vervoer als met de auto, wat ze in hoge mate concurrerend maakt tegenover gebieden die slechts voor de ene of de andere modaliteit goed zijn ontsloten.



VI

Milieu en geluid

Bij de uitbreiding van infrastructuur ontstaat er een toename van de druk op het milieu. Vergeleken met een verbreding op maaiveld laat de dubbeldekker zowel voordelen als nadelen zien, zonder dat de balans duidelijk doorslaat in de ene of de andere richting. In concrete situaties zal een nauwkeuriger afweging uitsluitel moeten geven. Voor het aspect geluid biedt de dubbeldekker zelfs kansen op betere beheersing.

MILIEU

Voor aspecten als stank en stofproductie zal de dubbeldekker niet essentieel verschillen van een maaiveld uitbreiding.

De winst van een dubbeldekker voor het milieu zit in de mogelijkheid om het ruimtebeslag te beperken, en in het vermijden van nieuwe tracés, zodat verdere versnippering wordt voorkomen. Een belangrijk aspect van de infrastructuur in het landschap is de continuïteit van de landelijke verbindingen voor mens en dier. Door het stapelen worden op zijn minst de barrières niet vergroot. Er zijn in het landelijk gebied ook een aantal zones te identificeren waar te overwegen is om niet alleen de uitbreiding op een hoger niveau te tillen, maar om dat ook te doen met de bestaande weg. Zowel de landschappelijke continuïteit kan daarbij gebaat zijn, als ook de ecologische doorverbinding over een royale breedte. In een aantal gevallen zou dit als het 'meest milieuvriendelijke alternatief' (het MMA) naar voren kunnen komen bij de tracéstudie.

Onzeker is of vliegende vogels last zullen hebben van de viaducten; nader onderzoek zal daarover uitsluitel moeten geven.

GELUID

De verdubbeling van het verkeersvolume die het aanleggen van een bovendeck ruwweg met zich mee zal brengen zal bij een gelijkvloerse aanleg een verhoging van het geluidsniveau met 3 dB met zich meebrengen. Wat is daar tegenover het effect van een gestapelde uitbreiding?

Bij dubbeldeks wegen kan gesteld worden dat in een aantal gevallen en onder bepaalde voorwaarden het totale effect niet het effect van de som der dekken is, doch minder dan 3 dB. Afhankelijk van de uitvoering kan het effect van een dergelijke constructie ertoe leiden dat het geluidsniveau in de directe omgeving daalt. Door de TPD-TNO-TU zijn met hun experimentele rekenmodel geluidsberekeningen gemaakt. Met dit model

zijn alle effecten op relatief korte afstand zichtbaar te maken, aangezien dit model geen rekening houdt met meteorologische effecten. Voor deze berekeningen is uitgegaan van situaties die hieronder nader zijn beschreven, en die zijn vergeleken met een situatie van 2x4 rijstroken die op het maaiveld zijn gelegen.

DE AANNAMES

Voor de vergelijking zijn verder enige aannames gedaan, te weten:

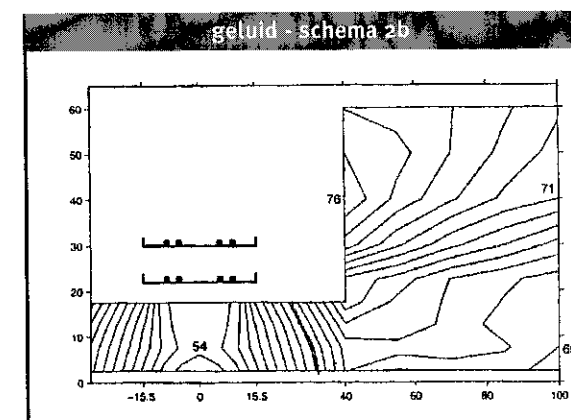
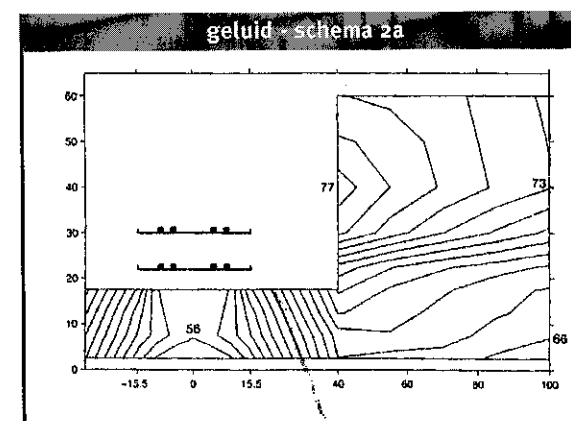
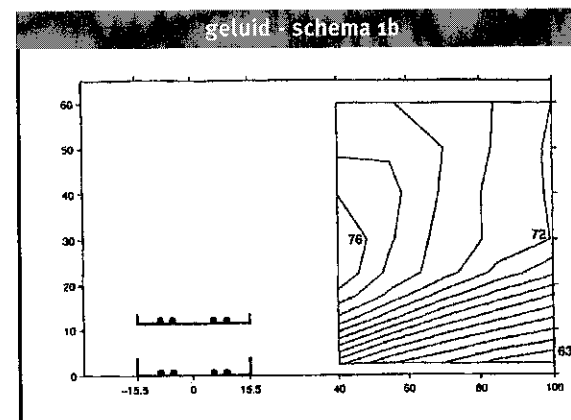
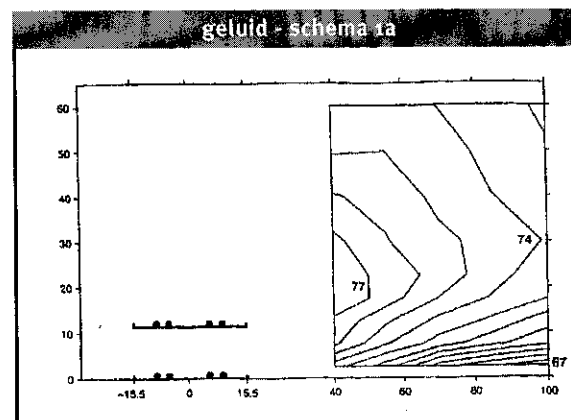
- de intensiteit van het verkeer op boven- en onderdek zijn gelijk;
- de rijksnelheden op beide zijn gelijk;
- het wegdek is in beide gevallen gelijk.

Voor de geluidsberekeningen zijn aangehouden een verkeersintensiteit van 60.000 mvt/etmaal op de varianten met twee wegdekken en 120.000 mvt/etmaal voor de 2x4 variant. Voor de nachtuurintensiteit is aangehouden 1,1% en een verdeling van het verkeer in de navolgende categorieën: 80% lichte voertuigen, 10% zwaar verkeer en 10% middelzwaar. De rekensnelheid voor de lichte voertuigen is 120 km/uur en voor de overige 80 km/uur.

De onderzijde van het bovendeck is absorberend uitgevoerd en als er geluidsschermen worden toegepast zijn deze eveneens absorberend uitgevoerd. Een aftrek volgens artikel 103 is niet toegepast. Het wegdek waarmee is gerekend is het standaard ZOAB zoals dat door RWS wordt toegepast.

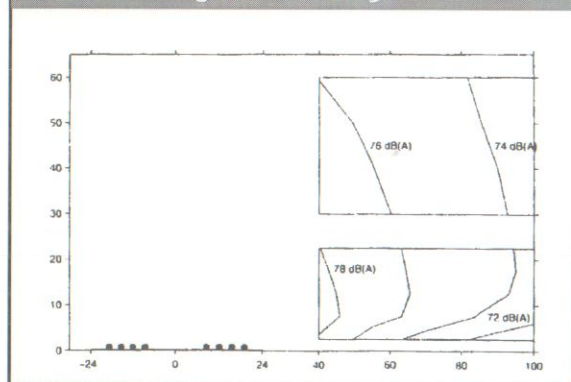
De wegsituaties zijn als volgt geschematiseerd:

- 1a. Een weg op maaiveld en de andere op 11,5 meter, beide voorzien van een scherm van 0,9 meter (een safety barrier).
- 1b. Als a, maar met een scherm van 4 meter voor de maaiveldweg en een van 2 meter op het bovendeck.
- 2a. Twee wegen op resp. 22 meter en 30 meter hoogte, voorzien van safety barrier (0,9 meter hoog).

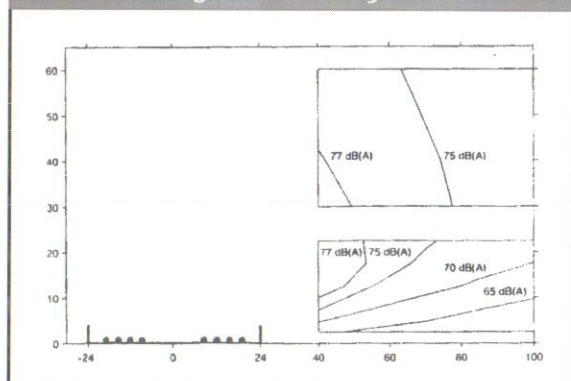


- 2b. Als a, maar beiden met scherm van 2 meter.
- 3a. Een weg op maaiveld met 2x4 rijstroken zonder scherm.
- 3b. Idem met schermen van 4 meter hoogte.

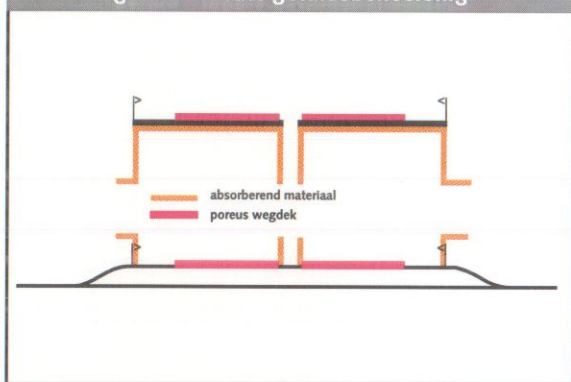
geluid - schema 3a



geluid - schema 3b



geluid - ideale geluidsbeheersing



stedelijk gebied onder de wegen



DE RESULTATEN

Op bijgaande diagrammen zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. Wat direct in het oog springt is dat de dubbeldeksweg met schermen (1.b.), slechts in geringe mate beter scoort dan een weg op maaiveld met hoge schermen (3.b.). Wat niet direct opvalt is echter dat de geluidswaarden in hoge mate worden bepaald door de 'onderste' weg en dat met name de reflecties tegen de onderkant van het viaduct het te verwachten goede beeld totaal verstoren. Dit ondanks het feit dat is aangenomen dat die onderzijde absorberend is gemaakt. Het effect van de reflectie is heel duidelijk te zien bij de uitstulping van de grafiek voor de twee hoger gelegen wegen (2.b.).

Overleg met deskundigen leerde dat het mogelijk moet worden geacht om dit nadelige effect te reduceren en de geluidsbijdrage van de onderste weg aanzienlijk in te perken. Duidelijk is dat ophogen van de geluidsschermen langs de onderste weg geen soelaas zal bieden. Maar door de onderkant van het viaduct van absorberende bekleding te voorzien en aan de zijkanten schotten te maken, eveneens voorzien van absorberende bekleding, zal de geluidsemissie van de onderste weg voor een groot deel worden weggenomen.

Bovenstaande houdt in dat de 'gewone' stapeling een gering geluidsvoordeel heeft boven een maaivelduitbreiding, maar dat de geluidsdruk op de omgeving nog aanzienlijk kan worden gereduceerd door een pakket aan maatregelen waarmee een optimale absorptie en

een minimale uitstraling van het geluid van de onderste weg wordt bereikt. Op deze wijze kan de winst ook nog gelden voor gebieden op een grotere afstand van de weg. Hoewel niet vallend binnen de wettelijke geluidhindercontouren, is het ook van belang om in een ruimere omgeving van de wegen stilte na te streven.

Een interessant voordeel van hoger gelegen wegen is gelegen in het feit dat er, mits goed voorzien van geluidsreducerende maatregelen, een zone onder deze wegen ontstaat met een acceptabel geluidsklimaat, zodat deze gebieden bruikbaar zijn voor een stedelijk programma. Met name in stedelijke gebieden kan op dit gegeven worden ingespeeld; bij goede inpassing is het mogelijk dat bij hoogliggende wegen niet meer een grote afstand tot de weg hoeft te worden bewaard, maar dat het stedelijk gebied onder de weg doorloopt. Er ontstaat een grotere kans op stedelijke verdichting, in zones die tot op heden niet bruikbaar zijn als gevolg van de geluidhinder.

Verder is het van belang, hoewel niet specifiek voor de dubbeldekker, dat een nieuwe generatie geluidsarme wegdekken wordt ontwikkeld die een aanzienlijk grotere reductie mogelijk maken; een extra vermindering van 3 tot 6 dB wordt mogelijk geacht.

VII Realiseren

Natuurlijk is het heel interessant om de verkeerskundige aspecten te beschouwen, en om de constructiewijze en de vormgeving te bestuderen. Maar tenslotte draait een hoop, zo niet alles, om de vraag wat het kost, en hoe en door wie een dergelijke nieuwe infrastructuur zou kunnen worden gerealiseerd, gefinancierd, geëxploiteerd, etc. En duidelijkheid over juridische procedures en proceduretijden is bij een dergelijk project van groot belang.

KOSTEN EN BATEN VAN DE DUBBELDEKKER

KOSTEN

Om een indruk te krijgen van de kosten van de dubbeldeksoptie zijn deze ingeschat voor een standaarddoorsnede en constructie (zie de constructie zoals die is aangehouden bij de beschrijving van de bouwmethode van het treinmodel) en voor een lengte van één 'standaardkilometer'. Bij portalen van 10 meter hoog zijn deze kosten 85 miljoen, bij grotere portaalhoogtes kan dit oplopen tot 121 miljoen gulden. Ter vergelijking: de kosten voor de uitbreiding van een weg op maaiveld met eenzelfde capaciteit bedragen gemiddeld, inclusief de bijbehorende gebruikelijke kunstwerken en voorzieningen, 25 à 30 miljoen gulden per kilometer. Overigens kunnen deze kosten in stedelijke gebieden wel een factor twee hoger uitvallen. De kosten van een tunnel, klassiek uitgevoerd, bedragen ongeveer 170 miljoen en die voor twee geboorde tunnelbuizen 220 à 250 miljoen gulden.

Als we de kosten van de uitbreiding op maaiveld op 1 stellen, dan zijn die voor een dubbeldekker 2,5 tot 4, en die voor een tunnel 6 tot 9.

Bij deze cijfers is te bedenken dat vele factoren de kosten en de onderlinge verhoudingen drastisch kunnen veranderen. Dit geldt zeker voor tracédelen in de bebouwde kom waar krappe ruimte de grondkosten en de bouwkosten sterk kunnen beïnvloeden.

HAALBAAR?

Hoe realistisch is de gedachte dat een stelsel van dubbeldeks wegen tegen deze kosten in Nederland kan worden gerealiseerd? In deze globale schets is daar geen harde uitspraak over te doen. Wat we wel kunnen doen is aan de hand van enkele becijferingen 'op de achterkant van een sigarendoos' een inschatting maken. Twee invalshoeken kunnen daarvoor dienen:

- a. de investeringen plaatsen in het totaal aan investeringen voor de verkeerswegen in Nederland, en
- b. een schatting maken van wat het gebruik van de dubbeldekker per kilometer zal moeten kosten bij een renderende financiering en exploitatie.

In het Infrastructuur Fonds was in 1995 1,4 miljard gulden beschikbaar voor aanleg en benutting. In 1997 was dit bedrag opgelopen tot 1,6 miljard, verdeeld over 1,1 miljard voor aanleg en 0,5 miljard voor benutting. Voor beheer en onderhoud werd in deze jaren 775 mio, resp 850 mio uitgetrokken. In diverse (politieke) beschouwingen over het investeringsniveau voor de infrastructuur komt naar voren dat een verhoging met ca. 1 mld per jaar noodzakelijk is om de groei van de mobiliteitsvraag bij te kunnen houden. Als er van uit gaan dat het geschetste stelsel ca 300 km lengte heeft, dat de aanlegkosten per kilometer gemiddeld 100 mio gulden bedragen en dat het stelsel in de tijd van 30 jaar wordt aangelegd, dan houdt dat een investeringsniveau in van gemiddeld 1 miljard per jaar. Als dat geld uit de algemene middelen zou moeten komen, dan zou dat, bij een verruimd budget van 2,1 miljard per jaar, inhouden dat bijna de helft van de middelen voor de aanleg van infrastructuur in dit nieuwe stelsel wordt gestoken. Om een schatting te kunnen maken van de kosten die moeten worden opgebracht per voertuigkilometer voor het gebruik van de weg moeten we becijferen wat de kosten zijn van een kilometer weg per jaar. Daarbij wordt voor het rekenvoorbeeld uitgegaan van een private financiering en exploitatie. En deze kosten delen we vervolgens door het aantal voertuigkilometers dat in dat zelfde jaar gebruik maakt van dat stuk weg. Daarbij gaan we in deze berekening voorbij aan de effecten die een tolheffing op het gebruik van de weg zal hebben.

De kosten zijn te becijferen als een percentage van de aanlegkosten, welke laatste we voor deze berekening stellen op 100 mio gulden per kilometer. Bij een rente-

percentage van 6%, een afschrijving van 3% en exploitatiekosten van 1% kost deze kilometer weg jaarlijks 10% van 100 mio gulden=10 mio gulden.

Als we voor het rekenvoorbeeld een gedeelte van de A4 nemen ter hoogte van het knooppunt Burgerveen dan is daarvoor de spitsbelasting in de modelberekening geschat op 5.700 mvt/uur voor beide richtingen tezamen. Als we verder veronderstellen dat de spits op dit deel 5 uren duurt, en dat er over het hele jaar 300 dagen zijn waarop er sprake is van een spitsituatie, dan is de toe te rekenen vervoersprestatie op dit stuk weg jaarlijks tenminste $5.700 \times 5 \times 300 = 8.550.000$ mvt/km.

Een gebruiker zal bij deze veronderstellingen 10mio/8.55mio=120 cent per kilometer moeten opbrengen. Indien de investering een hoger rendement moet opleveren, dan zouden de kosten bijvoorbeeld kunnen oplopen tot 15 mio gulden per kilometer per jaar, en dan kost het gebruik van de weg bij een zelfde belasting ca 180 cent per kilometer.

Er zijn echter wegdelen waar aanzienlijk hogere vervoersprestaties verwacht mogen worden, (zowel op de onderliggende weg als op het bovendek). Op de A2 tussen Amsterdam en Utrecht is op het bovendek een spitsbezetting te verwachten van ca. 10.000 mvt per uur, waarbij het aantal spitsuren per etmaal tenminste 6 is. Het gebruik van de weg is dan te becijferen op $10.000 \times 6 \times 300 = 18$ mio mvt per jaar. Bij een dergelijke verkeersintensiteit is het nodig om het bovendek een maat van 2x3 stroken te geven; de kosten van dit wegdeel worden daardoor ca 30% hoger dan de standaard, en wel 13 à 19,5 mio. Bij deze belasting liggen de gebruikskosten tussen 13mio/18mio=72 cent per mvt per kilometer en 19,5mio/18mio=108 cent per mvt per kilometer. Het ritje van Amsterdam naar Utrecht (van Holendrecht tot Oude Rijn) zou dan tussen 20 gulden en 30 gulden kosten.

In deze berekeningen is slechts rekening gehouden met het (betaald) gebruik van deze weg in de spitsuren. We mogen er echter wel van uitgaan dat er de komende decennia ook buiten de spitsuren een dermate hoge verkeersdruk ontstaat, met de daarmee gepaard gaande stremming, dat we mogen veronderstellen dat het aantal gebruikers nog zal toenemen; en daarmee zal de prijs navenant gaan dalen. Aan de kostenkant kan een gunstiger beeld ontstaan indien (een deel van) de investeringen uit de algemene middelen zou worden gefinancierd. Bovendien zal lang niet overal een bovendek nodig zijn om dit stelsel te realiseren; over grote delen is een maaiveldoplossing adequaat. Dat werkt natuurlijk sterk door in het kostenplaatje.

FINANCIERING

Er is een continuüm van financieringsmogelijkheden tussen de uitersten van private financiering enerzijds en publieke financiering anderzijds. De essentie van publieke-private-samenwerking is risicoverdeling.

Private financiering van infrastructuur kan de financiële ruimte van de overheid vergroten. In Europa is sprake van een sterk toenemende belangstelling voor private financiering, hetgeen tot uitdrukking komt in verscheidene projecten.

Werd private financiering tot voor kort dan ook nog bijna volledig gerelateerd aan een tekort aan financiële middelen bij de overheid, inmiddels zijn daar andere overwegingen bij gekomen. Naast een tekort aan financiële middelen spelen ook efficiency en effectiviteit, de risicoverdeling en het zoeken naar synergie en innovatieve ontwikkelingen een rol. Tussen de uitersten van volledig publieke financiering en volledig private financiering bestaan tal van publiek-private-samenwerkingsvormen.

Een project kan publiek of privaat gefinancierd worden; ingeval van publieke financiering worden de investeringsuitgaven via het budgetmechanisme (begroting, infrastructuur-fonds of de budgettering) beschikbaar gesteld. Zowel bij publieke als private financiering komen de uiteindelijke lasten (investeringsuitgaven en exploitatie) bij de burger terecht in de vorm van belasting (direct of indirect) of gebruikersbijdragen in de vorm van tol. Belangrijk criterium is daarbij op welke wijze de burger uiteindelijk het goedkoopste uit is.

Onderscheiden we projecten naar de fasen ontwikkeling/planning, bouw, financiering en exploitatie (Design, Built, Finance and Operate) dan kunnen al deze fasen volledig publiek, gemengd of volledig privaat worden bekostigd dan wel gefinancierd. De volgende constructies kunnen dan worden onderscheiden:

- volledig private ontwikkeling, aanleg, financiering en exploitatie (komt in Nederland niet voor, wel in Frankrijk en Engeland)
- geheel privaat m.u.v. de planning (zgn. Eurotunnel model, dat vooral gebruikt wordt in Groot-Brittannië)
- tolmodel. In dit model worden aanleg, financiering en exploitatie privaat uitgevoerd en vindt nadere regulering plaats door de overheid.
- concessiemodel; In dit model vindt de aanleg privaat plaats en financiert de overheid via een vaste of variabele vergoeding (schaduwtol). Dit model wordt gehanteerd bij de Noord en de Wijkertunnel).
- huidig model; Alleen de aanleg en (delen van) het ontwerp geschieden door private partijen.
- publiek model; Alle activiteiten, inclusief de aanleg, in handen van de overheid. Dit model bestaat in Neder-

land misschien nog ergens op lokaal niveau.

De gedachte zoals die nu ontwikkeld is voor een dubbeldekker die de agglomeraties in de randstad met elkaar en met NW-Europa verbindt, geeft mogelijkheden voor verschillende financieringsvormen.

Voorwaarde is natuurlijk dat het gaat om een project met een goed (maatschappelijk) rendement. Wanneer de meerwaarde van een dubbeldeks autosnelweg is aangetoond (in termen van bedrijfseconomisch - of maatschappelijk rendement) kan gezocht worden naar een financiële structuur.

- Als eerste vorm is er het huidige model: alleen de aanleg geschiedt privaat, de overheid ontwikkelt, financiert en exploiteert. Een volledig publieke financiering die ten laste gaat van de algemene middelen en die dus het het financieringstekort vergroot.

- Als tweede vorm voor de financiering zouden Rijk (en/of gemeenten) en marktpartijen gezamenlijk een samenwerkingsplatform (consortium) op kunnen richten. Dit platform is verantwoordelijk voor het ontwerpen, aanleggen, financieren en exploiteren van infrastructuur. De risico's die hiermee gepaard gaan, worden door de partijen gezamenlijk gelopen. Er vindt een spreiding plaats van (financiële) risico's. De publieke sector blijft niet zitten met onrendabele delen, maar investeert samen met private partijen in het hele project. Opbrengsten en kosten worden evenredig verdeeld, net als de risico's.

- Als derde vorm zou onderscheid gemaakt kunnen worden naar de gebieden tussen de knooppunten (lijn infrastructuur) en de knooppunten zelf. Daarbij zouden de lijndelen volgens één van de hierboven genoemde vormen kunnen worden gefinancierd. Voor de delen binnen de stedelijke knooppunten zou onderzocht kunnen worden in hoeverre private partijen (projectontwikkelaars en/of aannemers) geïnteresseerd zijn om te komen tot een volledig private ontwikkeling, aanleg, financiering en exploitatie van deze delen, in combinatie met de ontwikkeling van het aanpalende onroerend goed, dat kavels heeft die een directe aansluiting op de dubbeldekker krijgen. In dit concessiemodel speelt de overheid een beperkte rol op het punt van de financiering. De overheden zullen echter wel stringente voorwaarden verbinden aan het gunnen van een dergelijke concessie, zeker op het punt van de ruimtelijke ordening.

Het is op grond van de nu beschikbaar zijnde informatie niet opportuun om uitspraken te doen over de vorm van financiering. Bovendien zal dat ook een uitgebreide maatschappelijke en politieke afweging vergen.

Colofon

UITGAVE

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
de Bouwdienst

VISUALISATIES

Bouwdienst, Tilburg

VORMGEVING

De Daad, Amsterdam

LITHOGRAFIE EN DRUK

Zetterij Niek van Dijk bv, Amsterdam

© mei 1998