



141-669

Ervaring

met de Hogesnelheidslijn

Amsterdam - Belgische grens

een

integraal

ontwerp

proces



Aan het verzoek van DHV Milieu en Infrastructuur BV een voorwoord voor deze brochure te schrijven voldoe ik graag. Het maken van plannen voor hogesnelheidstreinverbindingen met België, Frankrijk en Engeland is een complex proces. Enerzijds vanwege de grootschaligheid van het project, anderzijds door de vele internationale, vervoers-, macro- en bedrijfs-economische, ruimtelijke, milieu-, budgettaire en bestuurlijke aspecten. Gekozen is voor een integraal en flexibel ontwikkelingstraject. Uitgangspunt daarbij was het bundelen van de in ons land aanwezige kennis en ervaring op deze terreinen. Dit heeft geleid tot een projectorganisatie waarin de overheid, de NV Nederlandse Spoorwegen, ingenieursbureaus en consultants participeren. Essentieel daarbij was de verschillende culturen en disciplines tot een hecht, enthousiast en innovatief team te smeden. Mede dankzij DHV Milieu en Infrastructuur BV is dit gelukt.

K.H. van Hout.

Projectdirecteur HSL

Ministerie van Verkeer en Waterstaat.



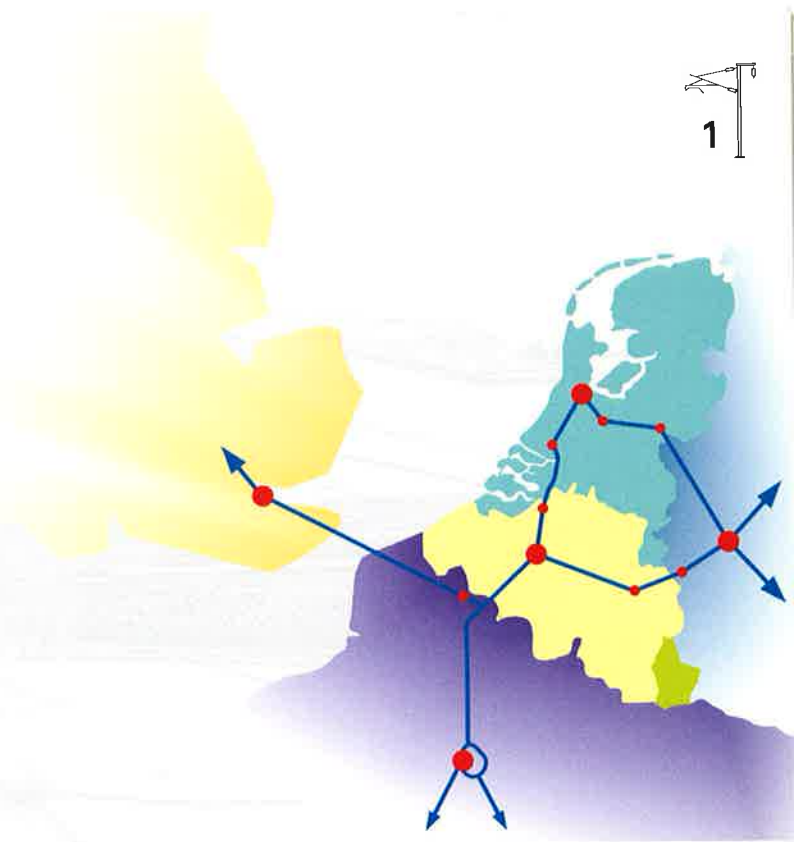
Leeswijzer

Deze projectbeschrijving van de inbreng en ervaring van DHV Milieu en Infrastructuur BV bij de voorbereiding van een groot (inter)nationaal infrastructureel project, is opgebouwd enerzijds uit een meer algemene beschrijving van het project, de werkwijze en het proces- en projectmanagement, anderzijds uit een globaal overzicht van de inbreng per deelnemende discipline.

Hij wordt afgesloten met een overzicht van diensten en instrumenten, die DHV kan bieden.

Onderstaande inhoudsopgave geeft aan op welke pagina welke bijdrage is te vinden:

	blz.
Project en werkwijze	1 - 3
HSL en Ruimtelijke Ordening	4 - 5
HSL en Geluid	6 - 7
HSL en Natuurlijk Milieu	8 - 9
HSL en Civieltechniek	10 - 11
HSL en Grote Kunstwerken	12 - 13
HSL en Kostenramingen	14 - 15
HSL en Beoordelingskader	16
Wat kan DHV u bieden?	



Inleiding

Nieuwe wegen- en spoorwegenprojecten worden gekenmerkt door lange voorbereidings- en gebruiks-termijnen, terwijl de realisatietermijnen steeds korter worden. Het gaat vaak om ingrijpende veranderingen in bestaande ruimtelijke, economische en maatschappelijke structuren. Tijdens de lange voorbereidingstijd wijzigen regelmatig wetten en procedures, waardoor een flexibel plan- en ontwerpproces en een doelmatige projectorganisatie nodig zijn. De investeringskosten worden immers voor 80 à 90 % reeds tijdens de voorbereidings- en besluitvormingsfase bepaald en voor 90 % tijdens de uitvoeringsfase uitgegeven. Om in deze tijd 80 à 100 km HSL-tracé in een dichtbevolkt gebied in Nederland op een verantwoorde wijze voor te bereiden is in totaal 1100 km tracé, zowel op of naast bestaande spoorlijnen als over nieuwe verbindingen, uitgewerkt in nauw overleg met alle betrokkenen. Dankzij een integratie van disciplines en geavanceerde hulpmiddelen voor ontwerpen, effectvoorspellingen en presentatie is deze inspanning in twee jaar geleverd met een team van circa 35 medewerkers. De beleidsadvisering, inclusief het integraal ontwerpproces, heeft

daarbij een belangrijk aandeel; de toepassing en uitwerking ervan zijn een vak apart, waarin DHV voorop loopt.

Geschiedenis

In april 1991 bracht de Nederlandse regering een nota uit over een

en nadelen voor milieu en landschap. De wijze waarop deze nota was voorbereid leidde tot een onvoldoende draagvlak voor een zo ingrijpend project. Besloten werd tot een nieuwe, meer integrale aanpak, hetgeen resulteerde in de Nieuwe HSL-nota (PKB deel 1). Deze nieuwe nota is gebaseerd op de Wet Ruimtelijke Ordening en getoetst aan de nieuwe Tracéwet. Als onderdeel van deze Nieuwe HSL-nota (1994), die uit 4 delen bestaat, zijn 23 deelrapporten verschenen waarin alle voor de besluitvorming benodigde informatie is neergelegd.

Projectorganisatie

De initiatiefnemer voor het HSL-project is het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De NV Nederlandse Spoorwegen, als toekomstig exploitant bij de planvorming betrokken, heeft de opdracht ontvangen om het werk aan de PKB-procedures en voor het Tracébesluit uit te voeren. Om dit werk te kunnen doen is een projectorganisatie opgericht tussen Directoraat Generaal Vervoer Rijkswaterstaat, NS-Rail Infrabeheer, NS-Ingenieursbureau en DHV Milieu en Infrastructuur BV.



hogesnelheidslijn (HSL) tussen Amsterdam en de Belgische grens. Daarin werd beschreven waarom zij voorstander is van de aansluiting van Nederland op het Europese HSL-net, en werd ingegaan op de economische belangen en de voor-



De door DHV geleverde expertise betreft vooral :

- ruimtelijke ordening;
- geluid en trillingen;
- milieu (landschap, ecologie, bodem en water);
- tracé-uitwerking en geotechniek;
- constructieve civieltechniek (kunstwerken e.d.);
- kostenraming en kosten-systematiek;
- methodieken ten behoeve van ontwerp, effectvoorspelling en afwegingskader, waaronder beleidsanalyse, MER en risico-analyse.

Uitwisseling van kennis en ervaring tussen V en W, NS en DHV heeft ertoe geleid dat het *Projectbureau HSL-Infra* als projectorganisatie voor de nieuwe infrastructuur goed heeft kunnen functioneren. Door de verschillende disciplines gelijkwaardig in het ontwerpproces te laten participeren wordt door alle betrokkenen een beter inzicht verkregen in de relaties tussen het ontwerp en de omgevingseffecten.

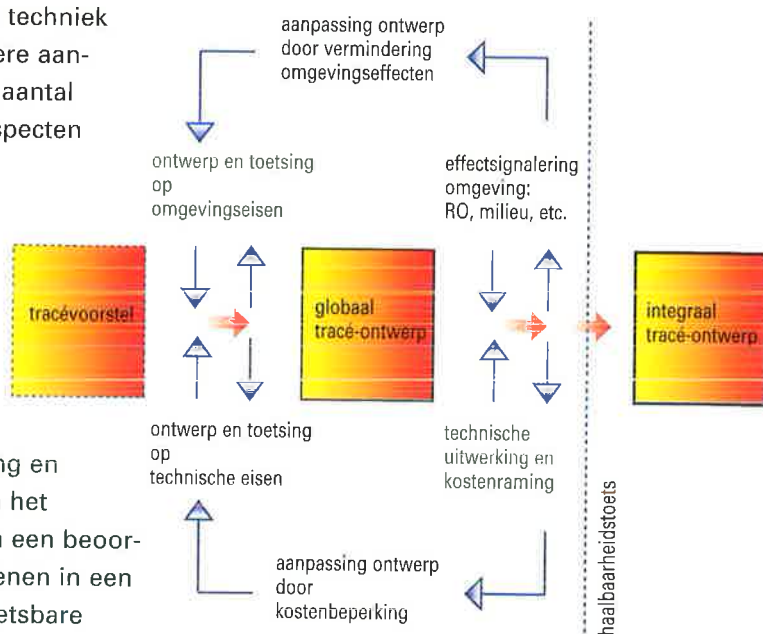
Integraal ontwerp-proces

Het proces van het doorlopen van besluitvormingsprocedures voor initiatieven als een HSL

volgt een complex traject, waarbij maximaal draagvlak moet worden gecreëerd binnen een kritiek tijdpad. Tegenstrijdige belangen, inzichten en argumenten leiden tot gevoelige, politiek geladen keuzes. Het noodzakelijke interdisciplinaire onderzoek binnen dit soort megaprojecten en de vertaalslag van beleid naar techniek vragen bijzondere aandacht voor een aantal methodische aspecten van projecten en procesmanagement. Het genereren van alternatieven, het opstellen van een objectieve effectbeschrijving en -vergelijking en het ontwikkelen van een beoordelingskader dienen in een zeer open en toetsbare vorm plaats te vinden.

Gezien de ervaring van DHV met dit soort processen is daarbij gekozen voor een cyclisch en integraal ont-

werpproces, waarvan de effectsignalering op de omgeving een wezenlijk onderdeel vormt. In eerste instantie worden de tracévoorstellen, die voldoen aan de projectdoelstellingen, getoetst aan de omgevings- en de gebruikers-eisen. Vanuit de disciplines ruimtelijke ordening, stedenbouw, landschap en ecologie zijn voorstellen geformuleerd met betrekking tot de ruimtelijke en landschappelijke inpassing van de tracés. De bevindingen van alle disciplines worden op



elkaar afgestemd en verwerkt tot meerdere wezenlijk verschillende tracé-ontwerpen. De effecten van



deze voorlopige tracé-ontwerpen worden in beeld gebracht, zowel met betrekking tot vervoerswaarde, omgevingseffecten als financiën. Voor zover nodig wordt daarna een volgende verfijningsslag ingegaan in dit proces van afstemming en bijstelling.

Tracévarianten

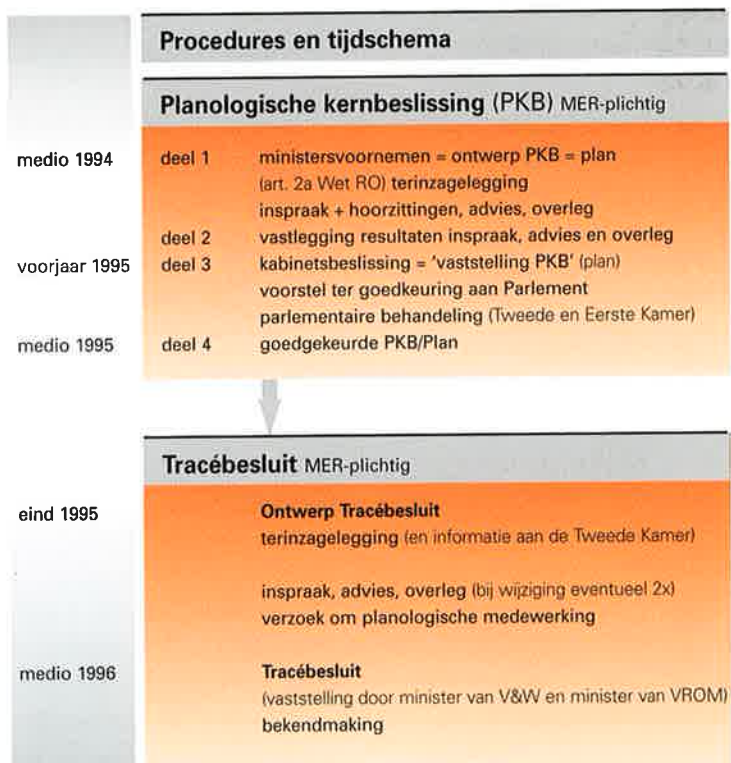
De beperkte capaciteit op de bestaande spoorlijn vanaf Amsterdam via Rotterdam naar Roosendaal en Antwerpen maakt, ook na de in Rail 21 voorziene uitbreiding van de infrastructuur, dat de concurrentiepositie van de trein in de verbinding Randstad-Brussel en verder kwetsbaar blijft. Om deze reden is ervoor gekozen een tweetal strategische scenario's uit te werken; één waarbij Nederland volwaardig onderdeel gaat uitmaken van het Europese hogesnelheidsnet (het scenario "onderdeel van") en één waarbij via klassieke treindiensten zo goed mogelijke verbindingen met dat net worden gerealiseerd (het scenario "verbinden met"). Binnen deze scenario's zijn verschillende vervoerskundige alternatieven en infrastructurele varianten ontwikkeld. De rol van het projectbureau ligt vooral in het presenteren van deze tracévarianten en in het op objectieve wijze beschrijven van de effecten.

Hoe verder?

De Nederlandse wetgeving kent zorgvuldige en uitgebreide procedures om de belanghebbenden te informeren over het voorgenomen beleid, en om hen hierop te laten inspreken; vervolgens om op basis van deze inspraak en het bestuurlijk overleg de plannen waar nodig aan te passen, bij te stellen en verder uit te werken. De hieruit resulterende tracékeuze dient door het parlement

Tracébesluit een gedetailleerde uitwerking plaatsvinden, waarna de diverse gemeenten de nieuwe tracéplannen in hun bestemmingsplannen kunnen inpassen.

Het Projectbureau HSL-Infra is thans betrokken bij de voorbereiding van de delen 3 en 4 (zie schema). Hiertoe is het projectbureau verder uitgebreid naar ruim



te worden goedgekeurd. Op basis van deze beslissing kan in het daaropvolgende Ontwerp

100 medewerkers, waarvan ongeveer de helft door DHV wordt ingevuld.

HSL en Ruimtelijke Ordening

Kader

Het ruimtelijk beleidskader voor de ontwikkeling van de HSL in Nederland wordt onder andere ontleend aan de volgende rijksnota's:

- Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV-2);
- Economie met open grenzen;
- Vierde nota over de ruimtelijke ordening Extra (VINEX);
- Nationaal Milieubeleidsplan-2 (NMP-2).

De ruimtelijke context in deze nota's wordt voor een belangrijk deel bepaald door de wens de positie van Nederland binnen Europa te versterken. Aansluiting van de Randstad op het Europese hogesnelheidsnet kan hieraan een wezenlijke bijdrage leveren.

In de dichtbevolkte Randstad maakt de bestaande ruimtelijke structuur het echter bijzonder lastig om deze aansluiting te realiseren. Daarnaast worden ook vanuit andere sectoren (wonen, werken, recreatie, natuur) claims gelegd op de schaarse ruimte in de Randstad.

De ruimtelijke ordening moet in dit spanningsveld een evenwicht zien te vinden, zodat de verschillende ruimtelijke functies zich evenredig en volwaardig kunnen ontwikkelen.

Voor de HSL heeft DHV een belangrijke bijdrage geleverd aan het



inzichtelijk maken van de consequenties van deze grootschalige infrastructuur. Daarnaast is de interactie met andere ruimtelijke ontwikkelingen, zoals de VINEX-lokaties geanalyseerd.

Meer concreet bestaat de inzet van de discipline ruimtelijke ordening uit:

- inventariseren van knelpunten en aandragen van oplossingen;
- bijdragen aan het tracé-ontwerp-proces;
- beschrijven en beoordelen van de ruimtelijke effecten van de verschillende tracévarianten.

Ook zijn de wettelijke ruimtelijke ordening procedures nader uitgewerkt en vertaald naar het HSL-project.

Ontwerp

Ten behoeve van het tracé-ontwerp-proces is een uitgebreide inventarisatie gemaakt van de huidige ruimtelijke structuur van het studiegebied, alsmede van de relevante ruimtelijke ontwikkelingen die de structuur van het studiegebied in de nabije toekomst mede zullen bepalen.

Het zwaartepunt van deze inventarisatie lag op het provinciale niveau: de streekplannen. Op dit niveau wordt het ruimtelijk beleid in de regel vertaald naar concrete uitwerkingen (aantallen woningen, omvang van bedrijfsterreinen, enzovoort) voor ruimtelijk afgebakende gebieden.

Het ontwerp van een HSL leidt, afhankelijk van het te kiezen alternatief, tot een aanzienlijke ingreep in de bestaande ruimtelijke structuur. De ontwikkeling van (inter)nationale railinfrastructuur als een zelfstandig ruimtelijk element zal vrijwel altijd op gespannen voet staan met de gewenste en autonome ruimtelijke ontwikkelingen op regionaal en lokaal niveau. Bij bundeling met bestaande lijnen treden deze knelpunten meer in stedelijke gebieden op, terwijl bij nieuwe lijnen vaak landelijke gebieden worden doorsneden.

In het tracé-ontwerp-proces heeft de discipline ruimtelijke ordening de voorgestelde tracévarianten beoordeeld op hun invloed op de huidige en toekomstige ruimtelijke struc-



- de wijze waarop de betreffende tracévariant het gebied doorsnijdt (horizontale en verticale ligging van de HSL).

De ruimtelijke relaties tussen deze functies, alsmede de belevingsaspecten zijn in kwalitatieve zin bij de beoordeling betrokken. Als voorbeeld kan genoemd worden de doorsnijding van de lintbebouwing van Rijpwetering door het voorkeurstracé. Het aantal aan te kopen woningen en het verlies aan landbouwgrond is relatief beperkt. Niettemin wordt het effect van de HSL als "ernstig" beoordeeld vanwege de aantasting van het woon- en leefmilieu, en de verstoring van de huidige stedenbouwkundige structuur door de aanpassingen in de ontsluiting voor het autoverkeer. Hiervoor zijn alternatieven ontwikkeld.



tuur. In het verlengde daarvan zijn voorstellen gedaan om de tracévarianten beter in te passen in de totale ruimtelijke structuur.

Effecten

Het ontwerpproces heeft geresulteerd in een aantal - ook ruimtelijk aanvaardbare - tracévarianten. Om een afweging tussen deze tracévarianten mogelijk te maken, zijn de ruimtelijke effecten per tracévariant beschreven en beoordeeld, zowel kwantitatief als kwalitatief. Bij deze beoordeling is vooral gekeken naar de functionele waarde van een gebied voor de volgende aspecten:

- **wonen**
- **werken**
- **landbouw**
- **recreatie**

Voor de kwantitatieve beoordeling is een specifieke methodiek ontwikkeld. Hierin wordt per gebied de omvang van de aantasting van de huidige of toekomstige ruimtelijke structuur afgemeten aan:

- de omvang en gevoeligheid van het doorsneden gebied;

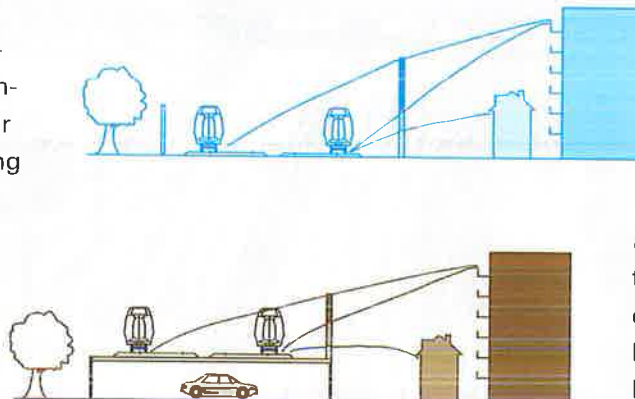


HSL en Geluidhinder

Kader

Voor de omwonenden van een nieuw HSL-tracé is de angst voor mogelijke geluidhinder één van de belangrijkste punten van zorg. Daarnaast is ook de mogelijke verstoring van nog relatief stille gebieden een belangrijk aandachtspunt. Met het oog daarop kent het dichtbevolkte Nederland met de Wet geluidhinder een uitgebreide en strenge regelgeving, ter voorkoming of beperking van geluidhinder. Deze wetgeving schrijft voor op welke wijze de geluidbelasting van geluidgevoelige objecten moet worden gemeten of berekend, en stelt grenswaarden aan de maximaal toegestane geluidbelasting. Daarom is het van groot belang, reeds bij het ontwerp van het tracé, de baan ook vanuit het oogpunt van geluid zo goed mogelijk in te passen. Waar dat onvoldoende mogelijk is, moeten geluidbeperkende en/of -isolerende maatregelen worden getroffen. In enkele gevallen, waarin maatregelen onvoldoende uitkomst bieden, moeten woningen aan de woonbestemming worden onttrokken, hetgeen meestal aankoop en sloop betekent. Vooral dit laatste heeft, naast financiële, ook sociaal-psychologische gevolgen voor de bewoners.

Naast de Wet geluidhinder zijn andere beleidsuitgangspunten van de overheid richtinggevend geweest voor het beoordelen van de geluidaspecten van de verschillende tracévarianten, zoals het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV-2), het Nationaal Milieubeleidsplan-2 (NMP-2), de Wet milieu-



beheer (Wm) en het provinciaal beleid ten aanzien van milieubeschermingsgebieden (tot voor kort aangeduid als "stiltegebieden").

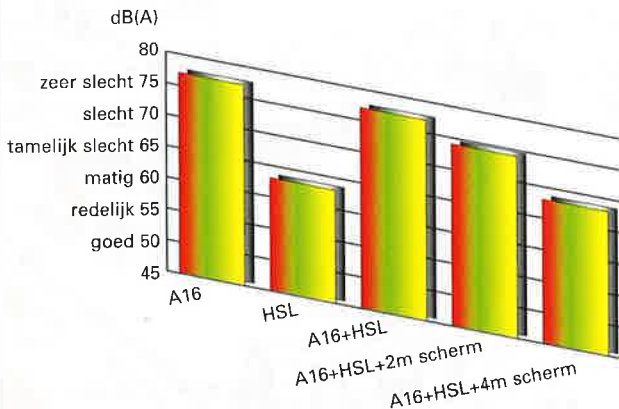
Behalve aan geluid is ook aandacht besteed aan het mogelijk optreden van trillingen door de hogesnelheidstrein.

Ontwerp

Omdat niet op voorhand vaststond dat hinder door het geluid van de HSL - door het mogelijk specifieke

karakter daarvan - zonder meer binnen het regime van de wet behandeld kon worden, was onderzoek nodig. Onderzoek naar het karakter van dit geluid, naar de effectiviteit van geluidschermen en naar, ten opzichte van "normaal treingeluid", mogelijk afwijkende hinderbeleving. Metingen in Frankrijk aan de TGV-Atlantique wezen uit dat de uitbreiding van het geluid en de werking van geluidschermen even goed kan worden berekend voor geluid van de hogesnelheidstrein (HST) als voor dat van "gewone" treinen, mits de juiste coëfficiënten in de bestaande wettelijke rekenmodellen van het Besluit geluidhinder spoorwegen (BGS) worden ingevoerd.

Zoals hiervoor reeds is aangegeven, werd in een integraal ontwerpproces gezocht naar mogelijke alternatieve tracévarianten. Dit in een streven naar optimale inpassing in de omgeving, binnen technische randvoorwaarden en projectdoelstellingen, waarbij tevens gelet wordt op de kosten. Op deze wijze kon direct in het basisontwerp van de tracévarianten rekening worden gehouden met het belang van het zoveel mogelijk voorkomen van geluidhinder. In het oog springende



voorbeelden hiervan zijn: het streven naar bundeling van het HSL-tracé met bestaande weg- en spoorinfrastructuur, waarmee aantasting van nog stille gebieden kan worden voorkomen, en verdiepte aanleg bij passages van verstedelijkte gebieden op korte afstand.

Ten behoeve van de besluitvorming over de HSL en een globale tracékeuze is voor de geluidaspecten een berekeningsmethode ontwikkeld met als criteria: geluidhinder in de woonomgeving (het aantal door geluid en mogelijk door trillingen gehinderde personen en het aantal te amoveren woningen); geluidhinder bij verblijfsrecreatie (het aantal geluidbelaste voorzieningen); de aantasting van stiltegebieden (ha); de toename van het oppervlak dat belast wordt met geluid door inter-lokaal verkeer (ha).

Om voor de verschillende tracévarianten de kwantitatieve scores op deze criteria te bepalen werden in een iteratief proces geluidcontouren berekend voor verschillende niveaus van geluidbelasting, eerst nog zonder rekening te houden met aanvullende geluidbeperkende

maatregelen. Uit deze contouren bleek waar deze maatregelen noodzakelijk zijn met het oog op de aanwezigheid van

geluidgevoelige objecten (woningen, scholen, ziekenhuizen, stiltegebieden, enzovoort). Op grond daarvan werden opnieuw contouren berekend, nu met aangepaste tracing en/of met geluidschermen (of -wallen) die noodzakelijk zijn om zoveel mogelijk aan de grenswaarden van de Wet geluidhinder te voldoen. Vervolgens werden de aantallen woningen tussen de contouren geteld met behulp van een geografisch gegevensbestand. Door rekening te houden met de uit bestaand onderzoek bekende dosis-effectrelaties en met de gemiddelde woningbezetting, kon het aantal gehinderden worden geschat. Bij deze berekening van contouren voor een globale tracékeuze werden baanhoogte, snelheid, treinsamenstelling en -frequentie mede in rekening gebracht.

Het iteratief proces werd geoperationaliseerd door het computerondersteunde ontwerpen (3D-CAD) te integreren met het standaard rekenmodel Railverkeer (SRM-II van het BGS), waardoor zeer snel de effecten van tracé-aanpassingen en geluidbeperkende maatregelen zichtbaar werden. De geluidcontouren werden geplot op een topografi-

sche ondergrond. Het hiervoor ontwikkelde systeem is inmiddels onder de naam dBMOSS op de markt gebracht.

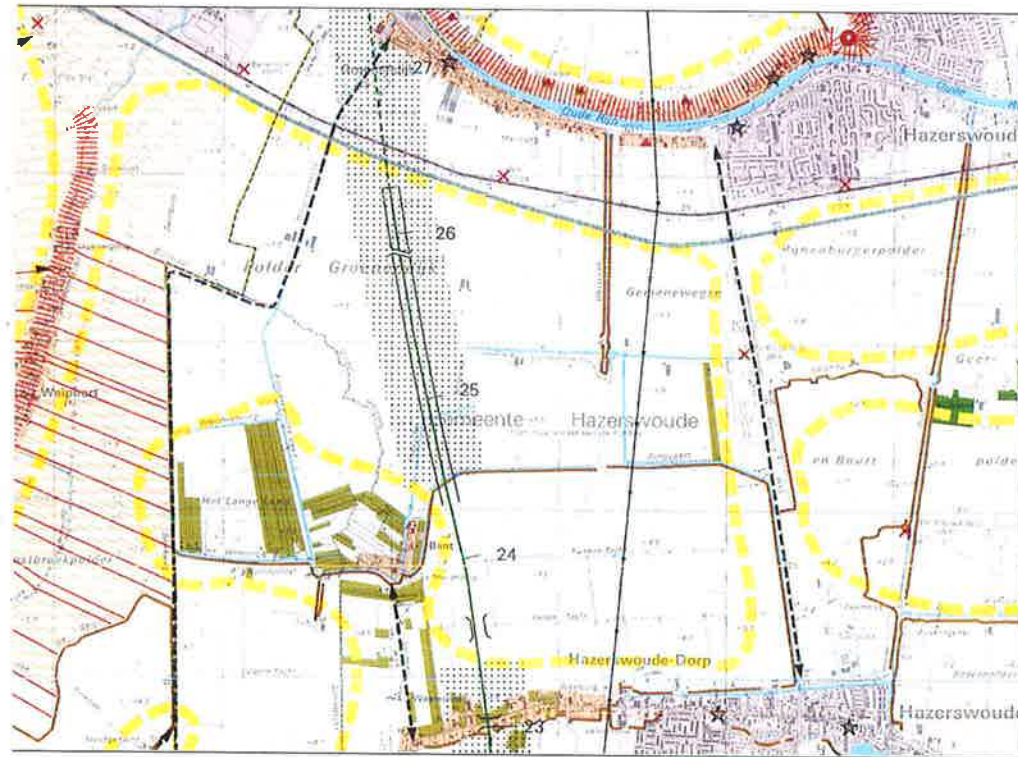
DHV past dit systeem ook toe voor de geprojecteerde HST van Amsterdam naar Keulen, en voor diverse wegenprojecten.



Waar de beschouwde tracévarianten bundelen met bestaande infrastructuur (rijkswegen en/of spoorwegen) werd de milieukwaliteitsmaat berekend. Deze maat biedt de mogelijkheid de cumulatie van geluidhinder en de geluidbeperkende maatregelen voor de verschillende geluidbronnen in hun onderlinge samenhang te beoordelen.

Ten behoeve van de tracévergelijking zijn de kosten van geluidbeperkende voorzieningen, gevelisolatie en, waar nodig, aankoop van woningen geraamd, en in het uiteindelijke beoordelingskader meegenomen.

HSL en Natuurlijk Milieu



Kader

Het natuurlijk milieu omvat zowel de levende als niet-levende onderdelen van het milieu, dat wil zeggen: flora, fauna, bodem en water. Door hun wederzijdse beïnvloeding vertonen deze onderdelen een sterke samenhang die, tezamen met de manier waarop de mens hierop inspeelt, ruimtelijk tot uiting komt in het landschap. Het landschap vertoont dan ook een veelheid aan structuren en patronen.

De volgende disciplines vertegenwoordigen het natuurlijk milieu:

- bodem en water, gericht op de abiotische factoren;
- ecologie, met als belangrijkste aandachtsveld de levende natuur (flora en fauna);
- landschap, met nadruk op de manier waarop de verschillende aspecten visueel-ruimtelijk tot uiting komen.

Deze drie disciplines zijn nauw betrokken geweest bij de tracering en hoogteligging van de varianten, op een zodanige wijze dat zo goed mogelijk rekening is gehouden met de verschillende waarden van het natuurlijk milieu in het doorsneden gebied.

Voor iedere discipline is een methodiek ontwikkeld om de effecten van de HSL op het natuurlijk milieu zo goed mogelijk te kunnen beschrijven en kwantificeren en daarmee de tracévarianten met elkaar te kunnen vergelijken.

Met de verschillende tracévarianten als uitgangspunt en de methodiek als leidraad, is allereerst een uitgebreide beschrijving gemaakt van de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen van het natuurlijk milieu in het studiegebied tussen Amsterdam en de Belgische grens. De inventarisatiegegevens zijn weergegeven op thematische kaarten.

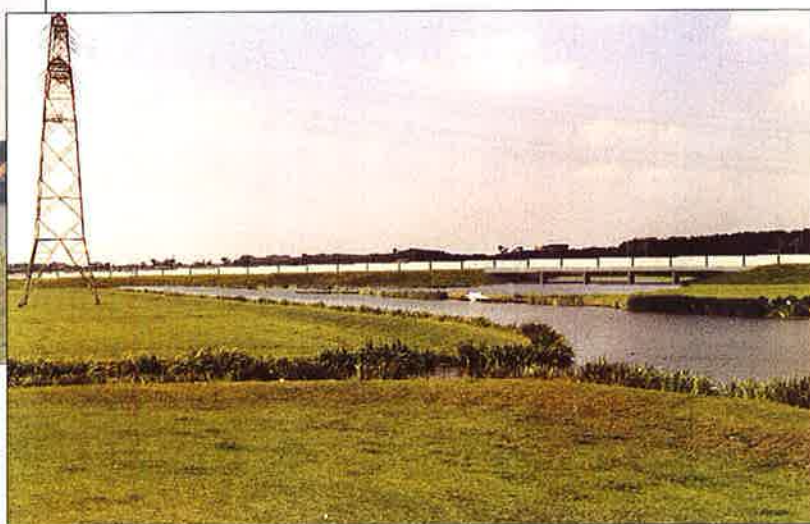
Vervolgens zijn de effecten beschre-

ven en gekwantificeerd. Ook deze effecten zijn weergegeven op kaart. Tenslotte zijn de effecten van de verschillende tracés met elkaar vergeleken teneinde te komen tot nadere tracékeuzes.

Het studiegebied en de HSL

Het studiegebied tussen Amsterdam, Rotterdam en de Belgische grens kent een grote variatie aan verschillende landschapstypen. Deze zijn door hun specifieke combinatie van bodemsamenstelling, waterhuishouding, natuurwaarden, menselijke beïnvloeding en ruimtelijke kenmerken stuk voor stuk als een eenheid te beschouwen. Ze zijn dan ook voor elke discipline een leidraad geweest bij de beschrijving van de waarden en effecten.

Een HSL is een infrastructuurelement van een hoog, (inter)nationaal schaalniveau met een sterk autonoom karakter. Dit is vooral het gevolg van de grote boogstralen en de veiligheidseisen die met hoge snelheden samenhangen. Dit staat in contrast met het bestaande landschap, dat veelal bestaat uit elementen van een lager schaalniveau. Afhankelijk van het gekozen baanconcept, variërend van een tunnel tot een hoge aardebaan, en de gekozen tracering zijn de effecten op het natuurlijk milieu gering tot zeer ernstig.



Waarden en effecten: een voorbeeld.

Als voorbeeld van bovengenoemde werkwijze wordt hieronder ingegaan op een deelgebied dat voor alle drie de disciplines belangrijke waarden herbergt en daarmee gevoelig is voor de aanleg van de HSL.

Het *veenweidegebied* tussen de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder en de Oude Rijn wordt gekenmerkt door een grote openheid en waterrijkdom. Door de hoge grondwaterstand is het gebied op veel plaatsen rijk aan weidevogels en wintergasten. Gronden die samenvallen met natuur(kern)-gebied zijn tevens bodembeschermingsgebied. Bovendien zijn de open, moeilijk toegankelijke veenweidepolders ten noorden van de Oude Rijn uitgeroepen tot stiltegebied. De ontginningsgeschiedenis heeft in dit gebied duidelijke sporen achtergelaten: vooral het verkavelingspatroon met lange, smalle kavels, de bebouwingslinten en molens hebben een belangrijke cultuurhistorische waarde. Gezien de gevoeligheden van het gebied is gestreefd naar een zo laag mogelijke ligging. Door waterkerings-eisen bij een aantal noodzakelijke kruisingen is dit echter niet overal mogelijk. Voorbeelden zijn de hoge waterkerende wanden bij de toegang tot het aquaduct onder de Ringvaart, de hoge baan en het viaduct met geluidschermen bij de

kruising met Rijkswatering en de schuine kruising met rijksweg A4 en de Does.

Genoemde knelpunten vragen, in samenhang met de reeds aanwezige problemen, om een zorgvuldige inpassing van de HSL. Een en ander zal in onderlinge afstemming tussen de disciplines en in overleg met betrokken overheden tijdens de verdere planvorming worden uitgewerkt.

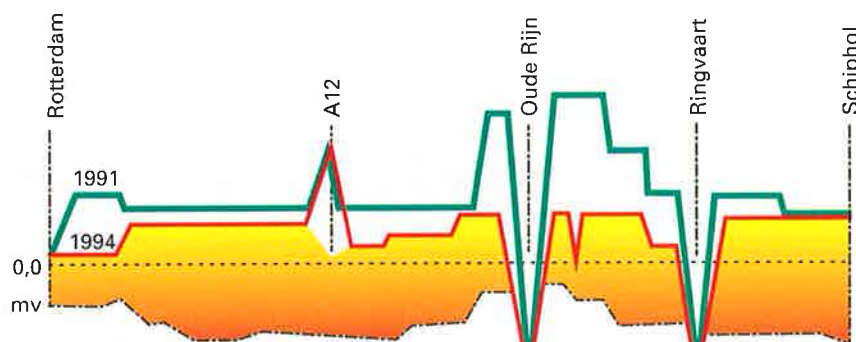
Landschapvisie

Het Nederlandse landschap is kwetsbaar voor grote ingrepen. Een belangrijk uitgangspunt in de visie

pende wijziging ten opzichte van het HSL-ontwerp van 1991.

Om het zicht op de grotere samenhang, de oriëntatie, te behouden dient voortdurende aanpassing van de HSL aan de lokale situatie te worden voorkomen. Het zichtbaar zijn van de verschillen, dus van een duidelijke hiërarchie in schaalniveaus, komt de oriëntatie ten goede.

Dit is onder meer te bereiken door een duidelijke eigen identiteit van de HSL (eenheid in vormgeving, toegepaste materialen en kleurgebruik) en door gelijksoortige oplossingen voor gelijksoortige situaties.



Vergelijking baanhoogten Voorontwerpen 1991 en 1994

is daarom ook het behoud van het zicht op de horizon. Dit is onder andere te bereiken door een zo laag mogelijke ligging van de HSL in open gebieden, het voorkomen van hoge viaducten over de HSL en het aanleggen van zo ruim mogelijke onderdoorgangen. Dit is een ingrij-

In de vervolgfase van het project zal in nauw overleg tussen disciplines als stedenbouw, architectuur, planologie en civieltechniek vanuit deze visie gewerkt worden aan een inpassingsplan voor het voorkeustracé.

HSL en Civieltechniek

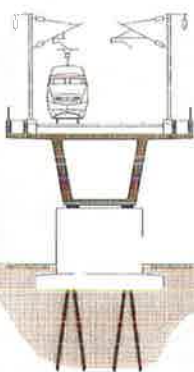
Ten behoeve van de HSL zijn de civieltechnische voorontwerpen gericht op het verschaffen van inzicht in consequenties van ontwerpen, om afwegingen mogelijk te maken. Daarnaast dient in het kader van de Tracéwet bij het tracébesluit een bandbreedte te worden aangegeven, waarbinnen verdere uitwerking zal plaatsvinden. Hiervoor is het nodig de ontwerpen al een niveau verder uit te werken. Om een indruk te krijgen van mogelijke oplossingen met hun karakteristieken, bezien vanuit de verschillende disciplines, is gebruik gemaakt van de "baanconcepten". Dit zijn schematische voorstellingen van mogelijke hoofdoplossingen. In hoofdlijnen zijn er drie verschillende groepen baanconcepten te onderscheiden:

- ondergrondse;
- half-ondergrondse;
- bovengrondse.

Om de haalbaarheid van de mogelijke oplossingen te bepalen is het eerder beschreven integrale ontwerpproces toegepast. Samenhangend met de methodiek van kostenramingen zijn vrijwel alle benodigde onderdelen in een vrij grote mate van detail geïnventariseerd en van een eigen, specifiek op

de locatie passend voorontwerp voorzien.

Uitgaande van het interdisciplinair voorgestelde en beoordeelde lengteprofiel van de tracévarianten en van de (uit geotechnische en



spoortechnische overwegingen) benodigde dwarsprofielen, is de aardebaan

voor de verschillende tracédelen ontworpen. Bij nadere uitwerking bleek de

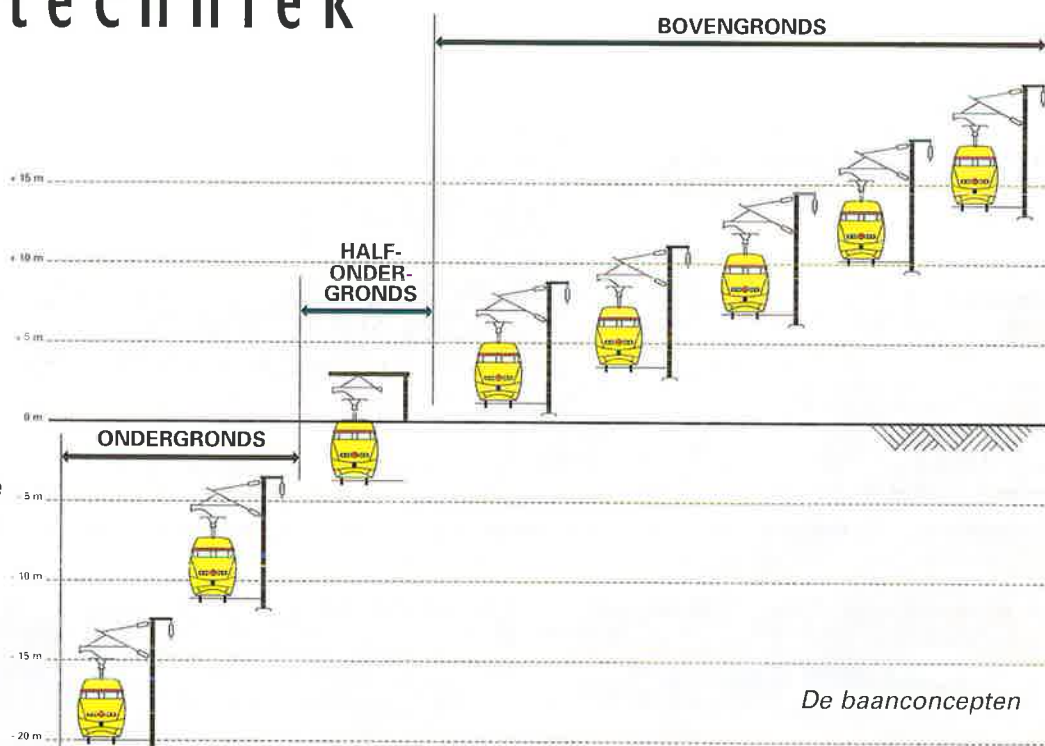
hoogteligging van het tracé dikwijls door dwangpunten in verband met de waterhuishouding (waterkeringen, doorvaarhoogten en dergelijke) te worden bepaald.

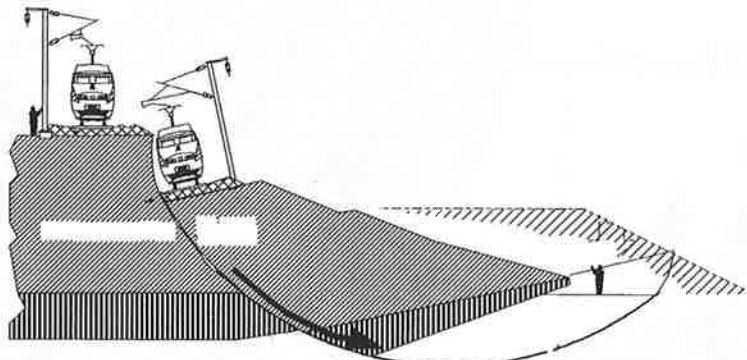
Van de mogelijke technische oplossingen voor de passages van waterwegen en dijken zijn risico-analyses gemaakt, met als doel om, onder behoud van een maatschappelijk

aanvaarde veiligheid, tot een optimalisatie van functionaliteit, omgevingshinder en kosten te komen. Deze werkwijze heeft tot gevolg gehad dat op een aantal punten alternatieve waterbouwkundige oplossingen het oorspronkelijke tracévoorstel aanzienlijk hebben verbeterd.

De bestaande boven- en ondergrondse infrastructuur wordt doorsneden of op andere wijze beïnvloed door de tracévarianten. De daardoor benodigde wegaanpassingen, weg- en kabeltracéomleidingen e.d. zijn tevens bij het ontwerp van de tracévarianten betrokken. In enkele gevallen heeft dit geleid tot een geïntegreerd ontwerp van aanpassing van het tracé in combinatie met rijkswegontwerp/-reconstructie (A4), of grootschalige aanpassing van een weg (A16 bij Breda).

Voor zover sprake is van te verwachten belangrijke effecten tijdens de aanleg van de HSL zijn uitvoeringsaspecten mede beschouwd. Aparte aandacht is besteed aan





innovatieve oplossingen, zoals tunnelbakken met geluiddempende wandbekleding, geboorde tunnels, toepassing van folieconstructies, enzovoort. Voor de aanleg van maatgevende onderdelen - veelal de tunnels in de tracés - zijn globale uitvoeringsplanningen gemaakt voor de inschatting van de kosten en de doorlooptijd van de aanleg van de HSL.

Tevens is een studie uitgevoerd naar de mogelijke winning en verwerking van (zee)zand voor de aardebaan, passend binnen het vigerende ontgrondingenbeleid. Hierbij speelt enerzijds de eventuele ontziltning van zeezand een grote rol, anderzijds de logistiek van deze verwerking. Uitgangspunt hierbij is de instandhouding van de bestaande kwaliteit van grond- en oppervlaktewater binnen de invloedssfeer van de spoorlijn.



het comfort als vanwege veiligheidsredenen. In een gebied met een zo wisselende en slappe bodemsamenstelling als West-Nederland is daarom een optimale interactie tussen het geotechnische, het baan- en het landschappelijke ontwerp noodzakelijk. Na bestudering van het beschikbaar gestelde grondonderzoek is ervoor gekozen om West-Nederland op te delen in een beperkt aantal karakteristieke geotechnische gebieden. Voor elk relevant baanconcept zijn de

belangrijkste geotechnische aspecten voor die gebieden bestudeerd, met als uitgangspunt om zo volledig mogelijk gebruik te maken van de geologische eigenschappen van de ondergrond. Waar nodig zijn interpolatietechnieken toegepast. Eén en ander is verwerkt in een databestand.

Op deze wijze is het mogelijk om snel een indruk te krijgen van de relevante geotechnische aspecten van een nieuw aangedragen tracévariant, en met name de globale vaststelling van:

- de te verwachten zettingen, consolidatietijden en zettingversnellende technieken;
- het benodigd dwarsprofiel (met name taludhellingen en eventuele steunbermen ter waarborging van de stabiliteit);
- het benodigd grondverzet.

Ten behoeve van de grote kunstwerken die opgenomen zijn in de tracévarianten (tunnels, tunnelbakken, aquaducten en bruggen) zijn studies verricht naar de verschillende funderingsmogelijkheden. Bij deze studie hebben de bemalingstechnische (on)mogelijkheden vanwege milieukundige eisen een grote rol gespeeld.

Omdat de techniek van het boren van tunnels voor de HSL steeds als reële mogelijkheid is gezien, zijn tevens studies verricht naar het boorproces zelf (waaronder de kwaliteit van de vrijkomende grond), de optredende zettingen aan het maaiveld en de invloed van het boorproces op bestaande (paal)funderingen.

De resultaten van bovenstaande studies zijn meegenomen in de uiteindelijke vergelijking van de tracévarianten.

Geotechnische aspecten

Juist bij de HSL worden, in verband met de snelheden, zeer hoge eisen gesteld aan de blijvende vlakheid en stabiliteit van de baan, zowel voor

HSL en Grote Kunstwerken

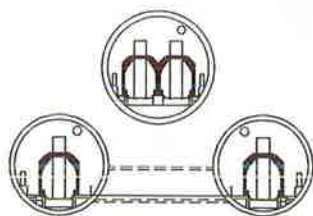
Door de sterke nadruk op het inpassen in de omgeving, en als gevolg daarvan de vele lage en verdiepte liggingen, is het aantal en de omvang van de kunstwerken aanzienlijk.

Op basis van een globaal verticaal alignement, aangedragen door de disciplines railtechniek, milieu, ruimtelijke ordening en stedenbouw, werd het mogelijke verticale alignement op zijn locatie bepaald.

Via een geïntegreerde ontwerp-methode vanuit de diverse disciplines leidde dit veelal tot aanpassingen aan het verticale alignement en aan de constructievormen van de kunstwerken.

Meest Milieuvriendelijke Alternatief

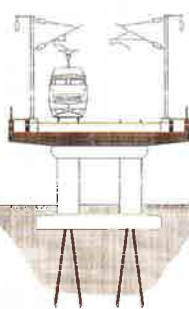
Een duidelijk voorbeeld van deze werkwijze is de ontwikkeling van het meest milieuvriendelijke alternatief. In plaats van, uitgaande van het bovengrondse tracé, bij knelpunten ondergronds te gaan, is bij dit alternatief een omgekeerde benadering toegepast. Uitgegaan is van een volledig ondergrondse ligging, in de



vorm van een geboorde tunnel volgens een zo recht mogelijke verbinding. De directe projectkosten

daarvan zijn enkele malen duurder dan die van een bovengronds tracé. Daarom is in multidisciplinair verband onderzocht op welke tracédelen een hogere ligging op niet al te grote bezwaren zou stuiten. Dit

kan een in open bouwput gemaakte tunnel, een open bak, een aardebaan of een viaduct zijn. Voor het noordelijke tracé bleek dit met name in de Haarlemmermeerpolder en



nabij Zoetermeer tot de mogelijkheden te behoren. Dit heeft tot gevolg dat in het meest milieuvriendelijke alternatief tussen Amsterdam en Rotterdam (45 km lengte) zo'n 22 km ondergronds tracé overblijft.

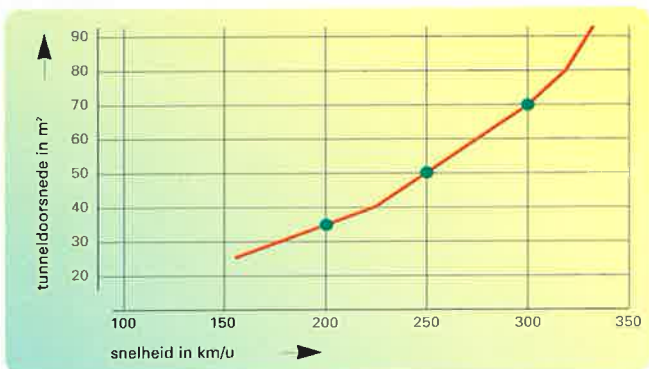
De kosten van alleen een tunnel van 10 à 15 km onder het Groene Hart blijken ongeveer gelijk aan die van alternatieven welke uitgaan van bundeling met de bestaande lijn Rotterdam-Delft-Den Haag-Leiden-Schiphol.



Deze aanpak is overgenomen in de aanbevelingen van de Stuurgroep Ondergrondse Infrastructuur (SOVI, dec.1993)

Daarnaast heeft de rijsnelheid invloed op de grootte en de vormgeving van de gesloten tunneldoorsneden en dientenge-

volge op de kosten. Dit is in een gevoeligheidsanalyse uitgewerkt. Elk onderzocht tracé bevat een veelheid aan kunstwerken. De grotere kunstwerken zoals tunnels, open bakconstructies en lange viaducten beslaan daarbij 50% van de aanlegkosten. Vanwege de dominerende invloed van die grotere kunstwerken zijn deze qua ontwerp en qua constructieve berekeningen zo ver uitgewerkt, dat hiervan een kostenraming te maken is met een nauwkeurigheid die past bij deze projectfase. Daartoe zijn enige basisvarianten constructief doorgerekend. Het analyseren en interpreteren van beschikbaar grondonderzoek vormde hiervoor een belangrijk gegeven.



Relatie rijnsnelheid en benodigde tunneldoorsnede voor een enkelsporige tunnelbuis; drukdichtheid materieel: $t = 5s$

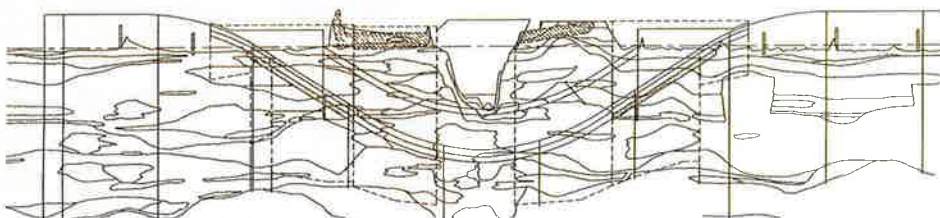
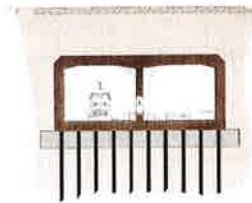
Voor een variantenstudie van de kruisingen met twee grote wateren, de Oude Maas en het Hollandsch Diep, is aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. De hierdoor verkregen kennis en inzichten zijn toegepast bij het onderzoeken en doorrekenen van de vele tracévarianten. Bij afgezonken tunnels is onderzoek verricht naar de gevolgen van het

van het grondwater een grote rol in de kostenramingen. Door bij uitvoering ervan uit te gaan dat er niet wordt bemalen, teneinde de verdroging in de omgeving tegen te gaan, is rekening gehouden met het toepassen van ondermeer onderwaterbeton en trekpalen.

met de zinksleuf doorsnijden van vervuilde waterbodems en naar de hoeveelheid, de verwijdering, het transport en de opslag van vervuilde baggerspecie. Daarnaast speelt bij diepe constructies in de grond de invloed

De acht noordelijke en de dertien zuidelijke tracévarianten die zijn beschouwd beslaan ongeveer 1100 km lengte. Hierin komen ongeveer 950 kunstwerken voor van zeer groot tot zeer klein. De engineering- en kostengroep heeft via topografische kaarten, luchtfoto's en tracéverkenningen in het veld, de benodigde kunstwerken geanalyseerd en in grootteklassen ingedeeld.

Enkele kunstwerken kunnen als zeer groot aangeduid worden. Als voorbeeld geeft het voorkeurstracé het volgende beeld. De langste afgezonken tunnel is ongeveer 2150 m lang met een afgezonken deel van 1037 m. De grootste in open bouwput gemaakte tunnel heeft een lengte van 2500 m. Er zijn veel verdiepte open bakconstructies bekeken waarvan de langste 3700 m is. In het voorkeurstracé komt één aquaduct voor. Van de vele viaducten, waaronder heel veel kleine, is de langste 1000 m. De grootste brug, die over het Hollandsch Diep bij de Moerdijkbruggen, is 1085 m lang.

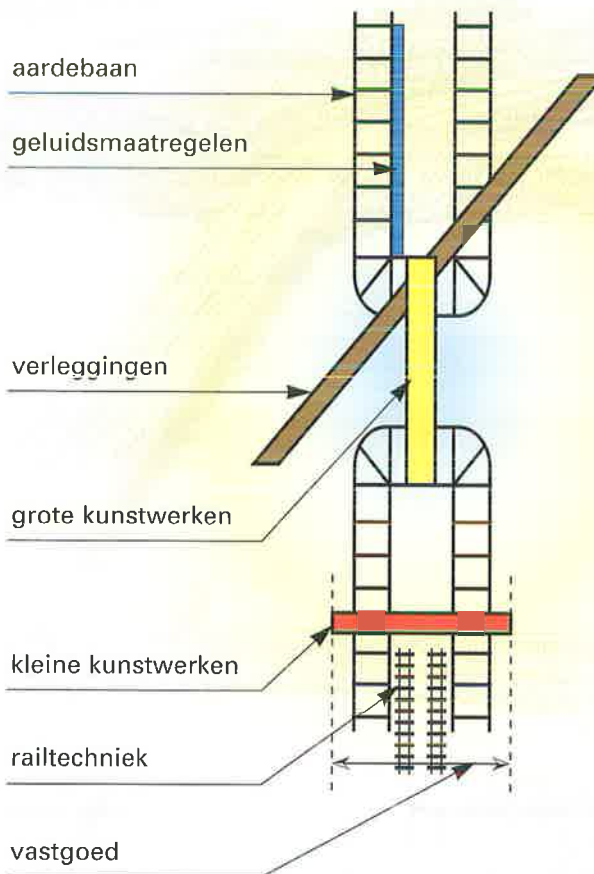


HSL en Kostenramingen

Het doel van een kostenraming is om een zo reëel mogelijke schatting te geven van de totale te verwachten investeringskosten van de HSL-tracévarianten. De ramingen betreffen zowel de voorbereidings- als de uitvoeringskosten vanaf het definitieve tracébesluit tot en met de ingebruikname. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het ontwikkelingsstadium van het project en de vergelijkbaarheid van de tracés onderling.

De opzet van de ramingen is gebaseerd op een koppeling van de ramingsbedragen aan een overschrijdingskans. Hierbij is in hoofdlijnen aangesloten bij de methodiek van "Raamwerk voor Ramingen" van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- herkenbaarheid van de methodiek (vergelijkbaarheid met bestaande begrotingstechnieken respectievelijk ontwikkelingen);
- inzichtelijkheid van de methodiek (eenduidige definitie van de gehanteerde begrippen);
- herkenbaarheid van de inhoud (terugvindbaarheid basisgegevens en een duidelijke relatie tussen de begroting, het ontwerp en het Programma van Eisen).

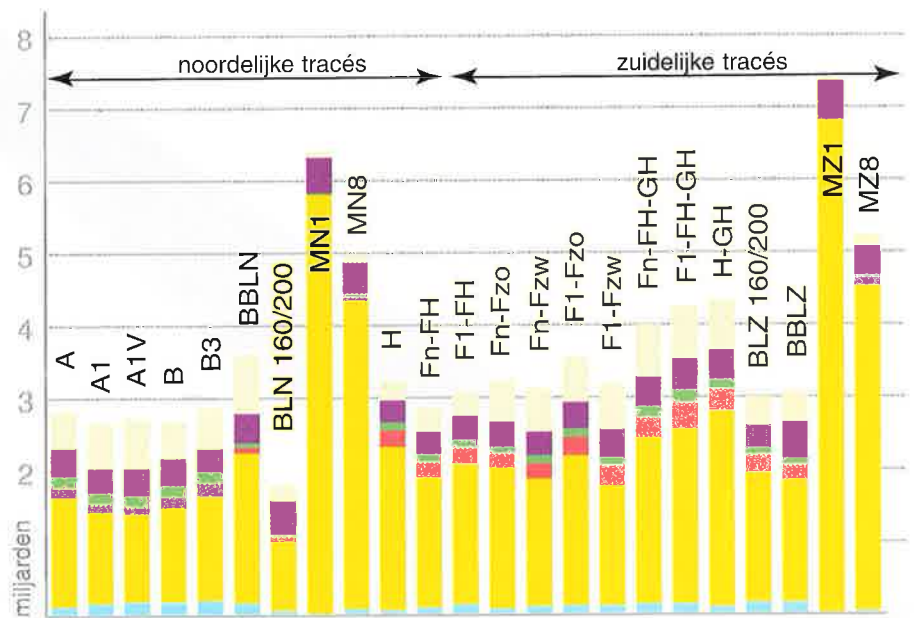


Bij een bepaalde projectfase is sprake van een bepaalde onzekerheidsmarge. Voor de vaststelling van de overschrijdingskansen is gebruik gemaakt van een statistische benadering waarbij zowel rekening gehouden is met de geschatte onzekerheden van de begrotingsonderdelen afzonderlijk, als ook met hun onderlinge afhankelijkheden.

Variaties in uitgangspunten en/of randvoorwaarden zijn in gevoeligheidsanalyses verkend.

Bij de totstandkoming van de begroting is rekening gehouden met een opbouw die aansluit bij een mogelijke opdeling in latere fasen van het project, teneinde het geheel in de volgende projectfasen op een beheersbare wijze te kunnen besturen, controleren en analyseren. De begrotingen met bijbehorende voorontwerpen zijn hierop afgestemd. De gepresenteerde kosten zijn geënt op het voorlopige Programma van Eisen en op de daarop gebaseerde voorontwerpen.

Voor het opstellen van de diverse begrotingen is gebruik gemaakt van het programmapakket IBIS-Calc. Dit begrotingsprogramma is toegerust om met grote hoeveelheden data om te gaan. Elk tracé is in een beperkt aantal tracédelen opgesplitst, waarbij als kostenposten zijn onderscheiden :



De gepresenteerde cijfers van de verschillende tracés zijn van het niveau "haalbaarheidsstudie". Van de geselecteerde tracévarianten zijn de belangrijkste onderdelen uitgewerkt en begroot als "voorontwerp". Een aantal tracés zijn globa-

ler beschouwd en begroot. Dit komt tot uitdrukking bij de berekende (ruimere) onzekerheidsmarges.

Het totaal begrote volume voor alle varianten bedraagt circa f 80 miljard.



HSL en Beoordelingskader

INTEGRALE TRACÉVERGELIJKING		0-VAR	BBLN	MN8	A1	
NATUURLIJK MILIEU						
Landschap	Openheid	0	25.5	23.5	49.5	
	Kleinschaligheid	0	3.25	0	2.5	
	Oriëntatie	0	8.25	18.25	55	
	Cultuurhistorische waarde	0	10	0.25	24	
Ecologie	Aardkundige waarde	0	7	0	0.75	
	Kwantitatief biotoopverlies	0	305.5	56.2	478	
	Kwalitatief biotoopverlies (verstoring)	0	0	150	2009	
	Kwalitatief biotoopverlies (versnippering)	0	1.5	12.2	39.5	
Bodem & water	Verbroken ecologische relaties	0	0	4		
	Vergraving bodem	0	0	3		
	Bodembeschermingsgebieden	0	9.1	0		
	Grondwaterbeschermingsgebieden	0	0	0		
RUIMTELIJKE ORDENING	Zandbehoefte	0	0	1		
	Berging baggerspecie	0	0	0		
	Wonen	Bestaand				
		Toekomstig				
Werken	Bestaand					
	Toekomstig					
Recreatie	Bestaande voorzieningen					
	Toekomstige voorzieningen					
	Bestaande rooivoorzieningen					
Landbouw	Bestaand					
	Toekomstig					

De basis waarop de verschillende tracévarianten systematisch en verifieerbaar kunnen worden beschreven, vergeleken en getoetst wordt gevormd door het zogenaamde beoordelingskader. Bij het vaststellen van de beoordelingsaspecten is primair gelet op de relevantie voor de tracévergelijking.

Voor de beschrijving van de effecten is per thema (natuurlijk milieu, ruimtelijke ordening, woon- en leefmilieu) een aantal voor de onderlinge vergelijking relevante aspecten bepaald. Binnen het thema natuurlijk milieu zijn dat bijvoorbeeld landschap, ecologie en bodem en water. Binnen deze

aantallen woningen, oppervlakten verstoring of lengten doorsnijding uitgedrukt.

Een vergelijking van de effecten is in tabellen opgenomen: één tabel met de gesommeerde (kwantitatieve) effecten (zie voorbeeld) en een tweede tabel met daarin afgeleide (kwalitatieve) scores in de vorm van een vijfpuntschaal (++, +, 0, -, --).

Het is aan de gekozen bestuurders om de internationale concurrentiepositie, de vervoerswinst, de omgevingseffecten en de investeringskosten tegen elkaar af te wegen. De nota en de deelrapporten zijn daarbij hulpmiddelen om de effecten op geobjectiveerde wijze (meetbaar en controleerbaar) overzichtelijk in beeld te brengen, en de consequenties van keuzes, inclusief onzekerheden, zichtbaar te maken.

aspecten zijn vervolgens criteria gekozen waarmee de optredende effecten, waar mogelijk, kwantitatief kunnen worden bepaald. Zo zijn als criteria voor landschap gekozen openheid, kleinschaligheid, oriëntatie, cultuurhistorische waarde en aardkundige waarde. Naast de beschrijving van de aard van de effecten is ook direct de omvang bepaald. Deze score wordt in kwantificeerbare eenheden, zoals

Wat kan DHV u bieden?



DHV Milieu en Infrastructuur BV is actief betrokken bij besluitvormingsprocessen en strategische advisering, gebaseerd op haar inhoudelijke kennis en ervaring.

Besluitvorming over complexe ruimtelijke en infrastructurele vraagstukken is in de jaren 90 in dichtbevolkte ontwikkelde gebieden alleen nog mogelijk bij een goede inhoudelijke voorbereiding, met gevoel voor realiteit en communicatie met de omgeving.

DHV levert haar adviezen en diensten volgens een projectmatige aanpak, gericht op kwaliteit, tijd en kostenbeheersing.

DHV Milieu en Infrastructuur BV heeft bewezen probleemoplossend te werken met behulp van haar diensten op de gebieden van:

Milieumanagement: waaronder milieu-economische en haalbaarheidsstudies, milieurendement, milieu-effectrapportages, milieurisico-identificatie, geluid, natuur- en landschapontwikkeling;

Milieutechnologie: waaronder bodem- en grondwaterverontreiniging, scheiden en behandelen van afvalstromen, luchtverontreiniging;

Ruimtelijke ordening: waaronder planontwikkeling, VINEX-lokaties, grondbeleid en grondexploitatie, centrumprojecten;

Logistiek en Verkeer: waaronder openbaar vervoer, verkeersplanning, verkeersveiligheid, prognoses

verkeers(regel)techniek, logistiek; **Infrastructuur:** waaronder spoorwegen, wegen, waterwegen, kustwaterbouw, havens, luchthavens, kunstwerken.

Voor zowel grote als kleine projecten verzorgen wij beleids- en strategische advisering, integrale studies en onderzoek, projectmanagement en ontwerp en uitvoering.

Wij zijn een onderdeel van de **DHV-Groep**. Via de structurele aanwezigheid met 2500 medewerkers in vele landen, waaronder tien Europese, beschikken we tevens over de contacten, kennis en ervaringen met verkeers- en infrastructurele projecten in deze landen. Dit is vooral van belang bij grensoverschrijdende projecten, zoals transeuropese netwerken.

De spoorwegexpertise van de DHV werkmaatschappijen in Duitsland, Engeland, Hongarije, Nederland, Polen, Portugal, Spanje en Tsjechië is gebundeld in het samenwerkingsverband **DHV Railways**.

DHV Railways is bij 10 à 15 grote spoorwegprojecten in deze landen ingeschakeld.

De ruim 400 medewerkers van DHV Milieu en Infrastructuur BV bieden op integrale wijze zowel de aanpak als de oplossing voor hedendaagse vraagstukken. Zij gebruiken hierbij onder andere de volgende hulpmiddelen:

- verkeersmodellen [Quo Vadis, Randstadmodel, model Midden-Nederland, Noordwest-Europees model];
- geluidsanalyse van weg- en spoorwegverkeer [dBMOSS];
- twee- en driedimensionale ontwerppakketten [Autocad, 25 DHV-licenties, MOSS, 10 DHV-licenties];
- geografische en aardkundige informatiesystemen [ARC-info, Remote Sensing];
- thematische kaartvervaardigingsmethodieken;
- geotechnische en geohydrologische modellen [PLAXIS, MSTAB, NENGE, MZET, MICROFEM, MSEEP];
- hydrologische en waterloopkundige mathematische modellen;
- bodemverontreinigings- en -verspreidingsmodellen [o.a. BOSS];
- economische instrumenten;
- milieurendementsmodellen [o.a. Primavera];
- kostenramingsmodellen [IBIS calq];
- basisgrondexploitatieberekeningen;
- vastgoed beheersmodellen.

DHV Milieu en Infrastructuur BV werkt met een kwaliteitssysteem waarin voor het eerst zowel strategische als vakinhoudelijke advisering en diensten integraal zijn gecertificeerd conform ISO 9001.



DHV Milieu en Infrastructuur BV
Laan 1914, nr 35
Postbus 1076
3800 BB Amersfoort
Tel.: 033 - 68 27 00
Fax.: 033 - 68 28 01

Projectbureau HSL-Infra
Catharijnesingel 33
Postbus 2025
3500 HA Utrecht
Tel.: 030 - 35 62 62
Fax.: 030 - 35 84 26

Uitgave : DHV Milieu en Infrastructuur BV
Fotografie : NV Nederlandse Spoorwegen,
Deutsche Bundesbahn,
KLM Luchtfotografie,
Nycom Beeldtechnieken,
C. Dekker,
P. de Graaf,
Projectbureau HSL-Infra,
DHV Milieu en Infrastructuur BV
Ontwerp/druk: DHV Facilities BV, Amersfoort