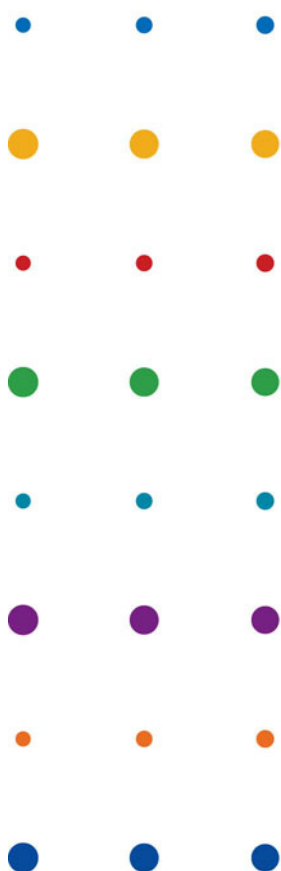


MER verbetering bereikbaarheid Den Haag Ontwerpnotitie



Deelrapport

Stadsgewest Haaglanden
mei 2007

MER verbetering bereikbaarheid Den Haag Ontwerpnoot

Deelrapport

dossier : A7841-01.001

registratienummer : WN-ZH20070200

Stadsgewest Haaglanden
mei 2007

INHOUD**BLAD**

1	REALISTISCHE ONTWERPEN OP HOOFDLIJNEN	5
1.1	De ontwerpen in het MER	5
1.2	De gedefinieerde alternatieven	5
1.3	Verantwoording werkwijze	7
2	ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN BELEIDSKADER	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Programma van Eisen	9
2.3	Profiel van vrije ruimte	11
2.4	Bouwmethoden	12
2.5	Bouwhinder	15
3	ONTWERPEN VAN DE ALTERNATIEVEN	23
3.1	Combinatiealternatief (C)	23
3.2	Tracé Trekvliet (T2)	28
3.3	Tracé Trekvliet (T3)	32
3.4	Tracé Boortunnel korte variant	36
3.5	Tracé Boortunnel lange variant	40
3.6	Tracé Trekvliet Boortunnel variant	42
3.7	Tracé Noordelijke Boortunnel variant	45
3.8	Tracé Voorburg	49
3.9	Tracé Haagweg	53
3.10	Tracé Mercuriusweg	58
3.11	Tracé Prinses Beatrixlaan	61
4	LEEMTEN IN KENNIS	65
5	COLOFON	67

DHV B.V.

1 REALISTISCHE ONTWERPEN OP HOOFDLIJNEN

1.1 De ontwerpen in het MER

Het Stadsgewest Haaglanden heeft DHV opdracht verstrekt om een Milieu Effecten Rapportage (MER) op te stellen voor het Trekvliettracé (een nieuwe aansluiting van de Centrale Zone van Den Haag op het Rijkswegennet). Naast het Stadsgewest Haaglanden zijn de gemeenten Den Haag, Leidschendam-Voorburg en Rijswijk betrokken bij deze MER. De vastgestelde startnotitie (maart 2005) en richtlijnen (december 2005) zijn daarbij leidend.

Het doel van het MER is om een voorkeursalternatief (VKA) te kunnen selecteren uit de gedefinieerde tracéalternatieven en de milieueffecten in de afweging een volwaardige plaats te geven. Hiertoe worden de milieueffecten van de alternatieven bepaald en beschreven op basis van de ontwerpen die in deze ontwerpnotitie zijn beschreven en de verkeersanalyse die inzicht geeft in de verkeersstromen.

Aan de ontwerpen worden twee belangrijke eisen gesteld:

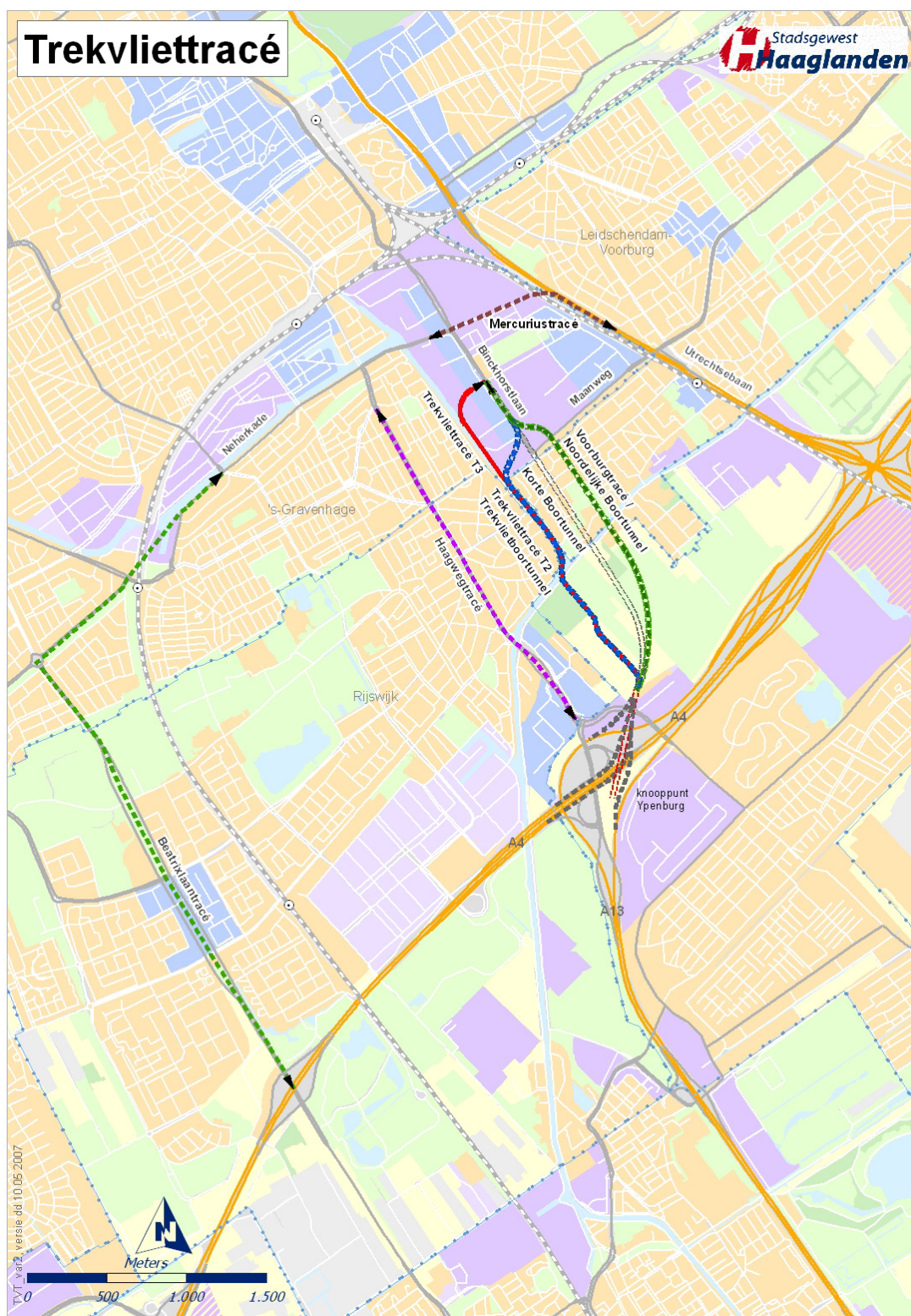
1. realistisch en realiseerbaar (maakbaar) binnen gangbare randvoorwaarden in tijd en geld;
2. voldoende uitwerkingsniveau om de milieueffecten voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen om vergelijking van de alternatieven en afweging mogelijk te maken (voldoende nauwkeurig in relatie tot een positief advies van de cie. m.e.r.).

Na de keuze van een VKA (of enkele VKA's) kunnen ontwerpaspecten nader worden uitgewerkt.

1.2 De gedefinieerde alternatieven

In onderstaande tabel zijn de ontwerpen van de alternatieven en varianten opgenomen, met bijbehorende codering voor de m.e.r.-studie. De bijbehorende tekeningen (overzicht, lengteprofiel, breedteprofiel, ruimtebeslag tijdelijk/definitief) zijn opgenomen in de bijlage. De alternatieven en of varianten worden beschreven van oost: de aansluiting op de A4 en/of de A13 naar west: de aansluiting op de Centrumring:

1. Combinatiealternatief (C)
 - Korte tunnel Rijswijkseweg – Haagweg
 - Korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan
 - Versterking van het OV (geen ontwerp)
2. Tracé Trekvliet (T2)
3. Tracé Trekvliet (T3)
4. Tracé Boortunnel korte variant (BTK)
5. Tracé Boortunnel lange variant (BTL)
6. Tracé Trekvliet Boortunnel variant (TBT)
 - Variant op de BTK
7. Tracé Noordelijke Boortunnel variant (NBT)
 - Variant op de BTK
8. Tracé Voorburg (V2)
9. Tracé Haagweg (H)
10. Tracé Mercuriusweg (M)
11. Tracé Prinses Beatrixlaan (B)



Figuur 1: studiegebied

Het referentiealternatief bestaat uit de bestaande situatie en de vastgestelde aanpassingen aan het verkeersnetwerk van de regio. In het kader van dit MER zijn geen ontwerpwerkzaamheden verricht.

Het MMA bestaat uit het tracéalternatief dat het beste scoort op de milieuaspecten. Voor dit tracé worden maatregelen gedefinieerd om de negatief scorende effecten te mitigeren. Hieruit vloeien geen aanvullende ontwerpwerkzaamheden voort.

1.3 Verantwoording werkwijze

In overleg met het Begeleidingsteam MER Trekvliettracé (BT), waarin de gemeenten zijn vertegenwoordigd onder voorzitterschap van het Stadsgewest Haaglanden, zijn door DHV de uitgangspunten opgesteld en de ontwerpen op hoofdlijnen uitgewerkt. Parallel aan de ontwerpwerkzaamheden zijn de verkeersmodellen gemaakt door de Werkgroep Verkeer van Stadsgewest Haaglanden. DHV heeft de voorliggende ontwerpen afgestemd met de verkeersmodellen.

In een ontwerpatelier op 6 december 2005 zijn de ontwerpen besproken met een brede vertegenwoordiging van de drie gemeenten en Stadsgewest Haaglanden. Het doel van het atelier was om ontwerpkeuzes te maken en knelpunten op te lossen. Het verslag van het atelier is als bijlage bij deze notitie gevoegd. De deelnemers aan het atelier zijn contactpersonen voor nadere informatie en vragen over de voorliggende ontwerpen.

Op 19 december 2005 is het document "Planbeschrijving Alternatieven MER studie Trekvliettracé, DHV, december 2005 / concept versie 1.0" geleverd aan het Begeleidingsteam MER Trekvliettracé voor de eerste ambtelijke consultatie. Na ontvangst door het Begeleidingsteam is het ontwerpdocument verspreid binnen de drie gemeenten en Stadsgewest Haaglanden.

Op 13 januari 2006 is het ambtelijk commentaar van de drie gemeenten en Stadsgewest Haaglanden gebundeld in de gezamenlijke schriftelijke reactie van het Begeleidingsteam 'Planbeschrijving Alternatieven MER studie Trekvliettracé, Reactie op de ontwerpen, versie 0.5 d.d. 13-1-2006'. Deze reactie is vastgesteld in het Regieteam van de opdrachtgever en de drie gemeenten en vervolgens ter verwerking aangeboden aan DHV.

Op 21 april 2006 is het document "Ontwerpnnotitie MER verbetering bereikbaarheid Den Haag, versie 2, d.d. 17 april 2006" ingediend. Het commentaar op deze tweede versie van de ontwerpnnotitie van het Begeleidingsteam MER Trekvliettracé is in drie fasen verwerkt in het eindconcept versie 5.d.d. 15 december 2006. In het voorjaar van 2007 zijn er twee varianten op de BTK uitgewerkt: de Trekvliet Boortunnel (TBT) en de Noordelijke Boortunnel (NBT). Deze zijn verwerkt in de voorliggende definitieve versie van het ontwerpverslag.

De ontwerpen die zijn beschreven in de voorliggende ontwerpnnotitie vormen de basis voor de milieueffectrapportage. Op basis van deze ontwerpen en de verkeersanalyse worden de milieueffecten bepaald en beschreven.

DHV B.V.

2 ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN BELEIDSKADER

2.1 Inleiding

Als de nieuwe aansluiting van de Centrale Zone van Den Haag op het Rijkswegennet wordt geopend is het verkeersaanbod van en naar de Centrale Zone gegroeid als gevolg van alle ruimtelijke ontwikkelingen. De Binckhorst is dan volop in ontwikkeling. De Neherkade kruist ongelijkvloers alle oost – west verbindingen als onderdeel van de capaciteitsvergroting van de Centrumring. In de ontwerpen is rekening gehouden met dergelijke, door de gemeente Den Haag reeds in gang gezette, ontwikkelingen.

De tunnelalternatieven in deze ontwerpnotitie zijn uitgewerkt op basis van de randvoorwaarden en uitgangspunten die in de volgende paragrafen zijn opgenomen. De tunnel komt in hoofdlijnen overeen met de tunnels van de Noordelijke Randweg te Den Haag.

In 2006 is de vernieuwde wetgeving inzake de borging van tunnelveiligheid in werking getreden. De strekking van de nieuwe wetgeving en de gevolgen voor de tunnelalternatieven zijn op hoofdlijnen geïntegreerd in het ontwerp. In het MER wordt tunnelveiligheid als volwaardig thema afgewogen in een apart bijlagenrapport 'Tunnelveiligheid'.

2.2 Programma van Eisen

Het programma van eisen is afgestemd op het doel: het opstellen van realistische en realiseerbare (maakbare) ontwerpen op hoofdlijnen, die voldoende informatie bieden om de milieuthema's voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen en beoordelen. Na afronding van de m.e.r. en de keuze van het VKA wordt het programma van eisen compleet gemaakt voor de nadere uitwerking van het VKA.

Het programma van eisen in het kader van de studie is een Programma van Eisen opgesteld dat bestaat uit eisen aan het ontwerp, waarbij tunnelveiligheidseisen op hoofdlijnen zijn meegenomen, eisen vanuit de omgeving en overige uitgangspunten.

De belangrijkste eisen aan het ontwerp van de tunnelalternatieven zijn:

- de ontwerpsnelheid van het tracé bedraagt 70 km/uur. Ter plaatse van de aansluitingen wordt een ontwerpsnelheid van 50 km/uur aangehouden;
- het tracé dient te bestaan uit 2 doorgaande rijstroken per richting;
- de wegcategorie voor het gehele tracé is gebiedsontsluitingsweg type I;
- de maximale langshelling in de tunnel is 4,5 %;
- het traject dient geschikt te zijn voor het vervoer van gevaarlijke stoffen categorie II (d.w.z. dat explosiegevaarlijke stoffen, zoals LPG en benzine en dergelijke geen gebruik kunnen maken van deze route);
- daar waar de tunnel een ondergrondse ligging heeft in een bebouwde omgeving geldt een minimale gronddekking van 1,00 meter tussen de bovenkant tunneldek en het maaiveld;
- ter plaatse van vaarwegen geldt een minimale dekking tussen bovenkant tunneldek en de bodem van de vaarweg van 0,50 meter;
- in de langsrichting hebben horizontale delen een afschot van 0,1% richting de pompkelders;
- voor de tracés die ongelijkvloers aansluiten op knooppunt Ypenburg blijft de bestaande functionaliteit van het knooppunt gehandhaafd;

- voor de tracés die ongelijkvloers aansluiten op knooppunt Ypenburg wordt tevens voorzien in de aansluiting van de Laan van Hoornwijck
- voor de tracés die ongelijkvloers aansluiten op knooppunt Ypenburg wordt voorzien in de mogelijkheid van een fasering van de aanleg. In de eerste fase wordt aangesloten op de Laan van Hoornwijck, in de tweede fase wordt de ongelijkvloerse aansluiting op Ypenburg gerealiseerd;
- de tracéalternatieven worden conflictvrij aangesloten op de Centrumring.

De volgende eisen die voortkomen uit de aanscherping van de wetgeving inzake tunnelveiligheid zijn meegenomen in het ontwerp:

- snelheidsovergangen worden in de tunnel niet toegepast (uniforme rijsnelheid in de gehele tunnel);
- de zichtlengte (o.b.v. stopzicht) is het maatgevend criterium voor de bepaling van de minimale boogstraal voor bochten in de tunnel;
- in een tunnel worden geen aansluitingen toegepast (geen in- en uitvoegstroken, het aantal stroken in de tunnel varieert niet);
- in het kader van beheersing van calamiteiten wordt een gescheiden middentunnel van 1,8 meter toegepast welke ingedeeld wordt als vluchtroute;
- voor geboorde tunnels wordt uitgegaan van twee tunnelbuizen zonder een extra tunnelbuis voor hulpdiensten / onderhoudsploegen, maar voorzien in dwarsverbindingen h.o.h. circa 250 meter.

De Veiligheidsrichtlijnen deel C (VRC) zijn van toepassing verklaard.

De eisen die aan de alternatieven worden gesteld vanuit de omgeving:

- met betrekking tot de bereikbaarheid van de scheepvaart is de Trekvljet de enige toegangspoort tot Den Haag. Hierover vinden ruim 10.000 scheepvaartbewegingen beroepsvaart per jaar plaats (Bron dienst Stadsbeheer Den Haag). Volgens de vuistregel 1 schip = 80 vrachtwagens, zijn dit 800.000 vrachtwagenbewegingen per jaar. Daarnaast dienen woonboten (+/- 250) gemiddeld éénmaal per 4 jaar Den Haag te verlaten voor groot onderhoud. Met betrekking tot de pleziervaart, watersport (roeivereniging) en rondvaarten zijn geen nadere gegevens beschikbaar. De Provincie heeft in haar nota Provinciale vaarwegen en scheepvaart vastgelegd (deel B, pagina 15) dat de scheepvaart tussen Rotterdam en Den Haag een hoofdverbinding is voor de beroepsvaart waarvoor de maximale toegestane stremming is gedefinieerd:
 - o maximaal 14 dagen per jaar tussen 20.00 -06.00 uur;
 - o één keer per jaar 24 uur;
 - o één keer per 10 jaar maximaal 14 dagen aaneengesloten met incidentele doorvaart.
- met betrekking tot de waterhuishouding in relatie tot de aanleg van het Trekvliettracé heeft Delfland op 24 augustus 2000 schriftelijk gereageerd en op 11 april 2006 e.e.a. mondeling toegelicht. Daarbij is aangegeven dat tijdens de uitvoeringsfase:
 - o minimaal halve breedte profiel Trekvliet moet worden gehandhaafd (i.v.m. afwatering richting zee en doorstroming oppervlaktewater Den Haag);
 - o de uitstroom van de Broeksloot niet mag worden verstoord (i.v.m. poldergemaal);
 - o voorkomen moet worden dat boezemwater via bouwput in polder kan stromen;
 - o voorzieningen treffen dat de waterhuishouding niet wordt verstoord;
 - o uitvoering in compartimenten en niet over gehele lengte Trekvliet tegelijk moet plaatsvinden.
- geen aantasting van het archeologische werelderfgoed Forum Hadriani, een voormalige Romeinse stad;
- geen aantasting van de (functionaliteit van de) bestaande omgeving: woningen, bedrijven, groen, verkeerssituatie, en andere aspecten;
- het pretpark Drievliet, ter hoogte van de aansluiting van de Trekvliet aan de Zuidvliet, blijft geheel behouden (besluit gemeente Den Haag);

- de tunnelmond van de tunnelalternatieven die de Zuidvliet kruisen en boven komen in de Vlietzone wordt op minimaal 25 meter van de oever van de Zuidvliet gesitueerd om de continuïteit van de Zuidvliet, de parallelweg en de bebouwing te waarborgen (eis van gemeente Den Haag).

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij de uitwerking van de ontwerpen:

- de traditionele tunnels worden 'cut and cover' in situ aangelegd in een open bouwkuip;
- voor de geboorde tunnels wordt uitgegaan van twee tunnelbuizen met een buitendiameter van circa 11 meter (binnendiameter circa 10 meter);
- de ontwerpen zijn doelmatig.
- In de ontwerpen worden de principes van Duurzaam Bouwen toegepast, zoals zij worden verwoord in het Haags milieubeleid.

Voor het ontwerpen van het dwarsprofiel, het horizontale- en het verticale alignement zijn de volgende richtlijnen toegepast:

- CROW uitgave "Handboek wegontwerp" voor wegen buiten de bebouwde kom;
- CROW uitgave ROA (richtlijnen ontwerpen van autosnelwegen);
- CROW uitgave ASVV (Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom).

2.3 Profiel van vrije ruimte

Dwarsprofiel op maaiveld

De rijbaan buiten de tunnel op maaiveldniveau heeft een totale breedte van 7,25 meter en is als volgt opgebouwd:

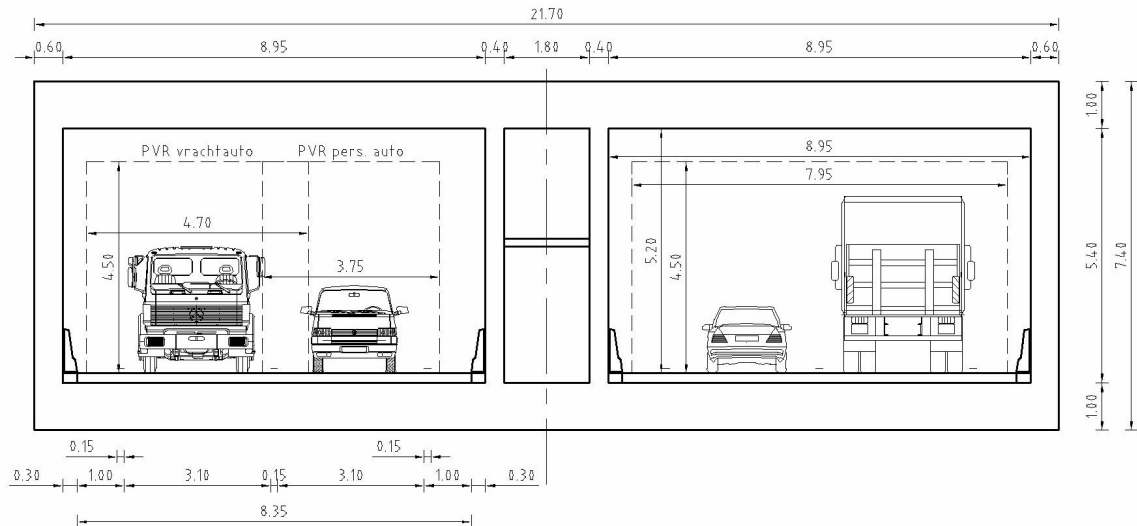
- 0,45 meter redresseerstrook;
- 3,10 meter rijstrookbreedte;
- 0,15 meter belijning;
- 3,10 meter rijstrookbreedte;
- 0,45 meter redresseerstrook.

De midden- en zijbermbreedtes dienen, afhankelijk van de situatie, nader bekeken te worden. De hoogteligging van de weg moet gelijk zijn aan de hoogteligging van de wegen waarop wordt aangesloten.

Dwarsprofiel in tunnel

Een tunnel dient te bestaan uit 2 fysiek gescheiden rijrichtingen met elk 2 rijstroken met een ontwerpsnelheid van 70 km/uur. Per rijrichting bedraagt de inwendige breedte van de tunnelbuis 8,95 meter en is als volgt opgebouwd (zie ook onderstaand figuur):

- barriër van 0,30 meter;
- berging(breedte) van 1,00 meter;
- rijstrookbreedte van 3,10 meter;
- belijning 0,15 meter;
- rijstrookbreedte van 3,10 meter;
- berging(breedte) van 1,00 meter;
- barriër van 0,30 meter.



Figuur 2: dwarsprofiel

Voor de inwendige hoogte van de tunnel is 5,20 meter aangehouden. Hierbij is rekening gehouden met 0,50 meter ten behoeve van signalering en ventilering, 0,10 meter voor overlagingen en 0,10 meter ten behoeve van bouwtoeranties. In het kader van de veiligheid wordt een gescheiden middentunnel met een inwendige breedte van 1,80 meter toegepast welke ingedeeld wordt als vluchtroute.

Inclusief de geschatte constructiediktes zijn de buitenmaten van een in situ gebouwde tunnel 21,70 meter breed bij 7,00 meter hoog. De buitendiameter van een geboorde tunnel is circa 10,50 meter (Hubertustunnel Den Haag).

2.4 Bouwmethoden

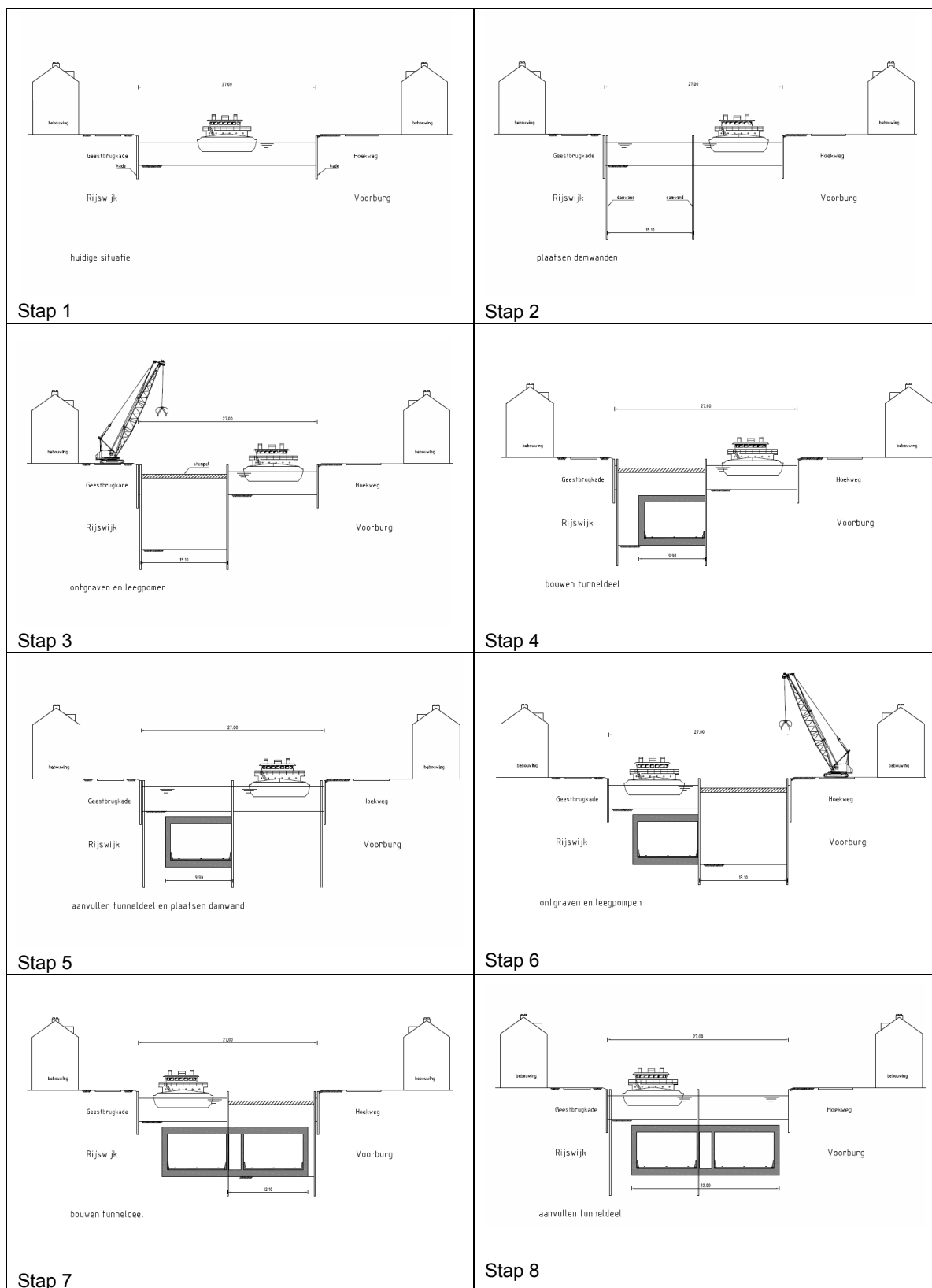
Voor de tunnelalternatieven zijn verschillende bouwmethoden mogelijk. In de Richtlijnen wordt verzocht hier specifiek aandacht aan te besteden. De gangbare en beproefde bouwmethoden zijn:

- in situ in een open bouwkuip
- boren
- afzinken
- wanden-dak methode

Innovatieve bouwmethoden, waarmee nog geen of zeer beperkte ervaring is opgedaan, blijven vooralsnog buiten beschouwing.

In situ in een open bouwkuip

In situ bouwen in een open bouwkuip is een efficiënte en beproefde bouwwijze. Hiertoe worden eerst de damwanden van de bouwkuip aangebracht. Vervolgens wordt de kuip ontgraven tot de gewenste diepte. In de kuip worden trekpalen (of trekankers) aangebracht en een onderwaterbetonvloer gestort. De bouwkuip wordt drooggezet, waarbij de bouwkuip voldoende grondwaterdicht moet zijn om te voorkomen dat in de omgeving van de bouwkuip een grondwaterstandverlaging wordt veroorzaakt. In de droge bouwkuip wordt de definitieve tunnelconstructie gerealiseerd (zie onderstaande tekening).



Boren

Een geboorde tunnel kenmerkt zich door de beperkte overlast die de aanleg met zich meebrengt voor de omgeving. Boven het tracé van de tunnel is op maaiveld vrijwel niets te merken van de aanleg. De tunnelboormachine graaft ondergronds de tunnel voor zich uit en voert alle grond naar achteren af via het gerealiseerde deel van de tunnel. De betonnen tunnelementen en andere bouwmaterialen worden via dezelfde route aangevoerd, zodat alle bovengrondse bouwstromen zich concentreren rondom de startschacht. Met het boren van tunnels in een stedelijke omgeving wordt veel ervaring opgedaan. In Den Haag wordt de Hubertustunnel geboord en in Rotterdam het Statenwegtracé voor Randstadrail. Het tracé volgt in de stedelijke omgeving zo veel mogelijk het stratenpatroon. Het boren van tunnels is het experimentele stadium voorbij en een beproefde bouwmethode waarvoor voldoende ervaring beschikbaar is.

Een boortunnel bestaat uit een startschacht, de bouwput waarin de tunnelboormachine (TBM) wordt opgebouwd en de boorwerkzaamheden starten, en een ontvangtschacht, de bouwput waar de TBM aankomt. Rondom deze schachten en toeritten is de overlast vergelijkbaar met die van de traditionele bouwmethoden. De diepte van de start- en ontvangtschacht wordt bepaald door de diepte waarop de TBM veilig kan vertrekken. De vuistregel hiervoor is een diepte van één keer de diameter van de TBM als gronddekking boven de tunnel. Een tunnel met een grote diameter van circa 15+ meter, waarin voldoende ruimte beschikbaar is voor beide rijrichtingen, wordt circa 4 meter dieper aangelegd dan twee tunnels met een kleine diameter van circa 10,50 meter. Het wegdek komt daardoor circa 4 meter dieper te liggen waardoor een veel groter hoogteverschil moet worden overwonnen om weer op het maaiveld te komen. De kostenbesparing door realisatie van één tunnelbuis wordt teniet gedaan door de kostentoename van de diepere start- en ontvangtschacht. Eén grote diameter geboorde tunnel is vooral interessant als het geboorde deel van de tunnel lang is, zoals bijvoorbeeld bij de tunnel voor de hogesnelheidslijn onder het groene hart.

Door aanvullende maatregelen kan de vertrek- en aankomstdiepte van de TBM in de start- respectievelijk ontvangtschacht verder worden beperkt. Aanvullende maatregelen zijn onder meer uit het aanbrengen van bovenbelasting op het maaiveld, grondverbeteringen en dichtblokken.

Afzinken

Afzinktunnels worden over het algemeen gebruikt voor het kruisen van waterwegen. De reden hiervoor is dat de bouwmethode tot aanzienlijk minder overlast leidt voor het scheepvaartverkeer en andere functies van de te kruisen waterweg dan een bouwput die langdurig beperkingen oplevert. De tunnelementen worden gemaakt in een bouwdok, in het algemeen in de buurt van de locatie. De geprefabriceerde elementen worden vervolgens naar de bouwplaats gevaren en afgezonken in de zinksleuf die van tevoren is uitgebaggerd. Het afzinkproces is kort in verhouding tot de bouwtijd van de tunnel in een bouwput, zodat de hinder minimaal is. Voorwaarde is de beschikbaarheid van ruimte voor een bouwdok en een vaarweg of gebaggerde geul met voldoende grote diepgang voor het transport van de elementen.

Wanden-dak methode

De wanden-dak methode wordt veelal toegepast in stedelijke gebieden, waar verstoring van de omgeving, in het bijzonder de verkeersfuncties, tot een minimum beperkt dient te worden. De diepe stations van de Noord-Zuidlijn in de binnenstad van Amsterdam worden op deze bouwwijze gerealiseerd. Het principe van de wanden-dak methode is dat eerst de wanden en het tunneldak worden gemaakt, waarna de maaiveldsituatie direct kan worden hersteld. Daarna wordt onder het dak de grond ontgraven en de tunnel verder afgebouwd. Op deze manier wordt de periode dat het maaiveld niet beschikbaar is geminimaliseerd. Omdat het werken onder het dak in den droge moet gebeuren is deze methode geschikt

als het polderprincipe kan worden toegepast, gebruikmakend van een in de grond aanwezige afsluitende laag. Als dit niet het geval is, dan kan worden gekozen een afsluitende laag op voldoende diepte in de grond aan te brengen. Dit is een kwetsbaar proces dat uiterst zorgvuldig moet worden uitgevoerd. De wanden-dak methode is een bouwwijze met (zeer) hoge bouwkosten. De noodzaak tot spoedig herstel van het maaiveld moet voldoende groot zijn om de extra investering te verantwoorden.

2.5 Bouwhinder

Kaders voor beoordeling van trillingen en geluid in de bouwfase

In dit stadium van het onderzoek zijn nog geen keuzes gemaakt voor de wijze waarop de alternatieven worden gerealiseerd en welk materieel zal worden ingezet om de bouwwerkzaamheden uit te voeren. In de tracéalternatieven worden twee bouwmethoden onderscheiden:

- in situ in een open bouwkuip
- boren

Het boorproces van een tunnel levert relatief weinig bouwhinder op. De boormachine werkt ongemerkt ondergronds en de bouwstromen vinden plaats door het reeds gerealiseerde deel van de tunnel. De bouwstromen komen in de startschacht bovengronds, zodat de bouwhinder zich daar concentreert. De start- en ontvangtschacht worden in situ in een open bouwkuip gerealiseerd. De in situ bouwmethode in een open bouwkuip houdt het ter plaatse bouwen van de tunnel vanaf het maaiveld in. Onderstaande beschouwingen van de bouwhinder hebben betrekking op deze bouwmethode. Gezien de ligging van de tracéalternatieven in stedelijk gebied en de plaatselijk voorkomende geringe afstand tot woningen verdient het zeker aanbeveling de beoordeling van trillingen en geluid mee te nemen in de nadere uitwerking van het bouwproces. In deze paragraaf wordt uitgewerkt binnen welke kaders optredende bouwtrillingen en bouwgeluid te zijner tijd zullen worden beoordeeld.

2.5.1 Trillinghinder in de bouwfase

In het kader van schade en hinder door trillingen zijn op dit moment nog geen wettelijke normen voorhanden met betrekking tot trillingen. Er zijn echter wel richtlijnen opgesteld door de Stichting Bouw Research. Uit vaste jurisprudentie ten aanzien van het systeem van vergunningverlening Wet milieubeheer is af te leiden dat deze richtlijn beschouwd kan worden als de meest recente algemeen aanvaarde milieutechnische inzichten op het gebied van trillingen voor mensen. Voor de uit te voeren trillingbeoordeling binnen het project ligt het voor de hand liggend de meet- en beoordelingsmethodiek uit volgende SBR richtlijnen trillingen te volgen:

- deel A "Schade aan gebouwen; Meet- en beoordelingsrichtlijn" van augustus 2002;
- deel B "Hinder voor personen in gebouwen; Meet- en beoordelingsrichtlijn" van augustus 2002;
- deel C "Storing aan apparatuur; Meet- en beoordelingsrichtlijn" van augustus 2002.

SBR richtlijn A "Schade aan gebouwen; Meet- en beoordelingsrichtlijn"

In deze richtlijn zijn per gebouwcategorie de grenswaarden voor de trillingssnelheid gegeven bij de van belang zijnde frequenties geldend voor metingen op het niveau van de fundering. Voor gegevens omtrent de apparatuur, de meetprocedure, de te meten grootheden, de relevante frequentiegebieden, etc. wordt naar de richtlijn zelf verwezen.

Categorie indeling

Ten behoeve van deze beoordeling dient het gebouw ingedeeld te worden in een categorie, voor zowel de hoofddraagconstructie als voor de overige elementen. Voor een uitgebreide omschrijving van deze categorieën wordt verwezen naar bovenvermelde richtlijn.

Gebouwcategorie:

- Categorie 1: Beton- of houten draagconstructie;
- Categorie 2: Stenen metselwerk, in goede conditie;
- Categorie 3: Oude/monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde en in slechte staat verkerende gebouwen of onderdelen daarvan.

Naast de onderverdeling voor het gebouw, wordt bij de grenswaarde rekening gehouden met de duur en de frequentie van de trillingen:

- Incidenteel voorkomende kortdurende trillingen (geen vermoeiingsverschijnselen);
- Herhaald voorkomende kortdurende trillingen (b.v. weg/railverkeer; heien);
- Continu trillingen (inbrengen fundatiepalen/damwanden d.m.v. trilblokken, etc).

Vervolgens wordt nog onderscheid gemaakt naar de methode van onderzoek, te weten een uitgebreide meting dan wel een beperkte meting. Bij toepassing van een beperkte meting worden strengere grenswaarden aangehouden. De correctiefactoren die het type meting in rekening brengen, zijn gegeven in tabel 1.

tabel 1: Partiële veiligheidsfactoren voor het type metingen

Type meting	Factor
indicatief	1,6
beperkt	1,4
uitgebreid	1,0

Naast schade die de trillingen direct aan het gebouw kunnen veroorzaken, dient beoordeeld te worden of de trillingen mogelijk indirect schade kunnen veroorzaken, ten gevolge van zakkingen van het fundament. Daartoe dient ten eerste vastgesteld te worden of dergelijke zakkingen mogelijk zijn.

Hiertoe dient de methode van funderen te worden beoordeeld. Indien op grond van de geldende funderingssituatie dergelijke zakkingen mogelijk zijn, dan dient getoetst te worden aan de grenswaarde hiervoor, op basis van trillingsmetingen op de begane grond, nabij de fundatie.

Grenswaarden

De grenswaarde uit tabel 2 geldt voor de maximale trillingsnelheid (topwaarde) op de hoogste verdieping; met betrekking tot mogelijke schade aan de draagconstructie.

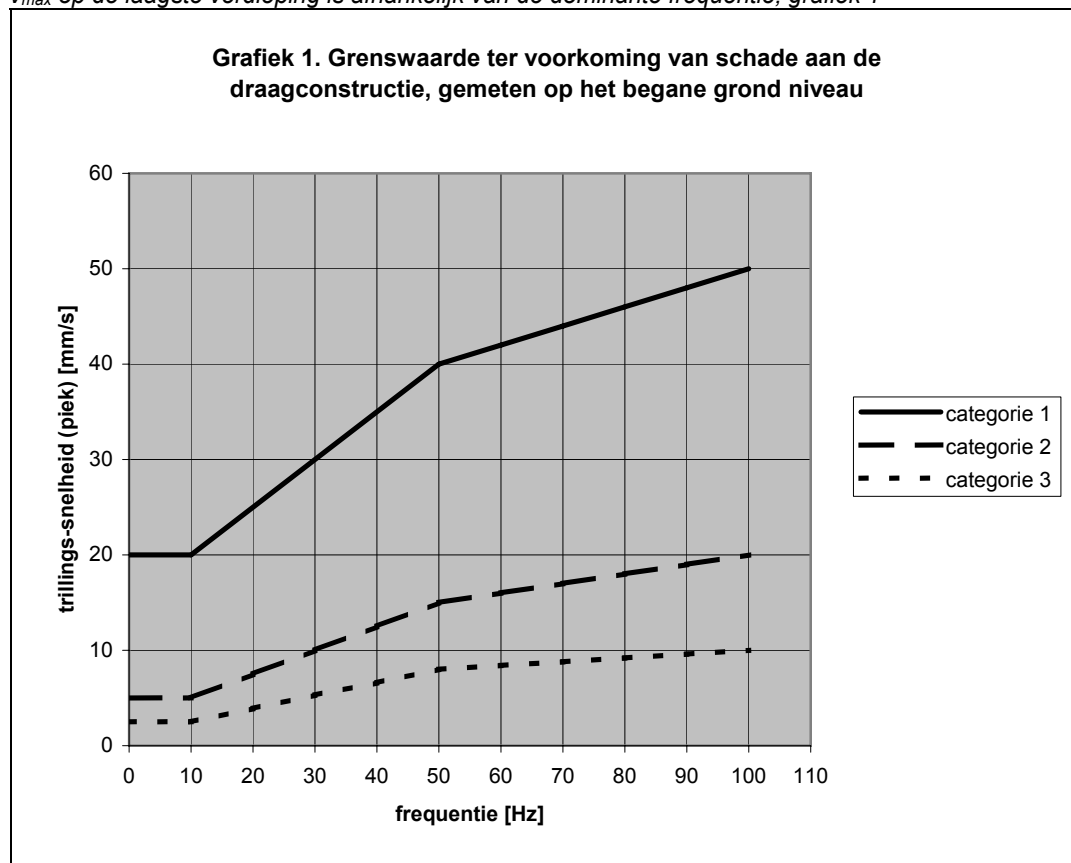
tabel 2: Grenswaarde op hoogste verdieping

Categorie	Maximale trillingssnelheid
1	$v_{\max} = 40\text{mm/s}$
2	$v_{\max} = 15\text{mm/s}$
3	$v_{\max} = 8\text{mm/s}$

Afhankelijk van trillingsbron en meetmethode moeten hier nog correcties op worden toegepast.

Maximale trillingssnelheid op begane grond niveau, ter voorkoming van schade aan de draagconstructie:

$v_{\max}$ op de laagste verdieping is afhankelijk van de dominante frequentie, grafiek 1



Afhankelijk van het type trillingsbron, dienen nog correctiefactoren te worden toegepast. Deze correctiefactoren staan in tabel 3.

tabel 3: Overzicht correctiefactoren op grenswaarden

Trillingsbron	Correctie
Kortdurend	1,0
Herhaald kortdurend	1,5
Continu	2,5

SBR richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen; Meet- en beoordelingsrichtlijn

Voor het optreden van hinder voor personen in gebouwen kan uitgegaan worden van de SBR Richtlijn Trillingen deel B "Hinder voor personen in gebouwen; Meet- en beoordelingsrichtlijn", van de Stichting Bouwresearch. In deze bijlage wordt een samenvatting gegeven van de grenswaarden, zoals in deze richtlijn is vermeld. Daarbij wordt er van uitgegaan dat de metingen zijn verricht middels de voorschriften, zoals in deze richtlijn zijn opgenomen. Voor gegevens omtrent de apparatuur, de meetprocedure, de te meten grootheden, de relevante frequentiegebieden, etc. wordt naar de richtlijn zelf verwezen.

De streefwaarden in de SBR-publikatie zijn aangegeven voor de maximale frequentiegewogen effectieve snelheid $v_{\max}$. Dit komt overeen met het in DIN 4150 voorgestelde beoordelingssysteem op grond van de KB-waarde (Kennwerte für die Beurteilung von Erschütterungen). De waarde van $KB_{\max}$ is gelijk aan de maximale frequentiegewogen effectieve snelheid. In de waarde van v_{per} is de eventueel beperkte tijdsduur van het trillingssignaal meegewogen. De v_{per} -waarde correspondeert met de in DIN 4150 genoemde KB_{FTr} .

De streefwaarden zijn afhankelijk van de gebouwfunctie en de omstandigheden waaronder de trillingen voorkomen. De streefwaarden zijn aangegeven door:

- A_1 streefwaarde voor de trillingssterkte $v_{\max}$ ($KB_{\max}$);
- A_2 Hoogste streefwaarde voor de trillingssterkte $v_{\max}$ ($KB_{\max}$);
- A_3 streefwaarde voor de trillingssterkte v_{per} (KB_{FTr}).

Trillingen in gebouwen kunnen als toelaatbaar worden geacht indien is voldaan aan één van de volgende voorwaarden:

- * de waarde van de maximale trillingssterkte $v_{\max}$ ($KB_{\max}$) dient kleiner te zijn dan A_1 ;
- * de waarde van de maximale trillingssterkte $v_{\max}$ ($KB_{\max}$) dient kleiner te zijn dan A_2 , waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode v_{per} (KB_{FTr}) kleiner dient te zijn dan A_3 .

In deze richtlijn wordt onder 10.5.4. (continu of herhaald voorkomende trillingen over korte perioden (bouw- en sloopwerkzaamheden)) het volgende gesteld: Voor continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende uitsluitend de dagperiode en over korte perioden (3 maanden (78 dagen) of minder) kunnen tijdelijk hogere waarden worden toegelaten dan volgens 10.5.2. of 10.5.3. Er treedt dan waarschijnlijk wel hinder op, maar deze kan, indien gemotiveerd, in verband met de beperkte tijdsduur in veel gevallen worden geaccepteerd. Als waarden dienen uitsluitend in de dagperiode (07.00 – 19.00 uur) de waarden uit tabel 4 te worden aangehouden.

Tabel 4: streefwaarden in de dagperiode voor continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een korte periode voor alle gebouwfuncties.

Duur D van de activiteiten gedurende korte periode								
D ≤ 1 dag			6 dagen < D ≤ 26 dagen			26 dagen < D ≤ 78 dagen		
A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
0,8	6	0,4	0,4	6	0,3	0,3	6	0,2

Opmerking: omdat bij het aanhouden van hogere waarden hinder te verwachten is, wordt aanbevolen de bewoners of gebruikers vooraf tijdig te informeren over de aard en duur van de trillingen en hen bij de planning van de werkzaamheden die trillingen veroorzaken, te betrekken.

SBR richtlijn C "Storing aan apparatuur; Meet- en beoordelingsrichtlijn"

Deze richtlijn behandelt de wijze waarop trillingsmetingen in gebouwen kunnen worden uitgevoerd en de wijze waarop zij kunnen worden geïnterpreteerd in relatie tot door de fabrikanten van de gevoelige apparatuur verstrekte specificaties. In deze richtlijn worden echter geen grenswaarden of criteria gegeven. Het is de verantwoordelijkheid van de fabrikant om deze criteria op te stellen. In bijlage 1 van richtlijn C wordt een toelichting gegeven op internationaal bekende ontwerprichtlijnen. (BNN- en FHA-Vibration criteria) Er wordt verondersteld dat de dynamische eigenschappen van het apparaat zijn verdisconteerd in de door de fabrikant opgegeven grenswaarden. (tenzij anders door de fabrikant aangegeven) De gegeven eisen gelden dan ook voor de ondersteuning (vloeren) van de apparaten.

Voor de realisatie van het Trekvielttracé is het van belang te kijken of er langs het bouwterrein gebouwen voorkomen waar werkzaamheden worden uitgevoerd welke trillinggevoelig zijn. Hierbij kan gedacht worden aan rekencentra met computers (bv banken, universiteiten) of gebouwen waarin gevoelige apparatuur staat opgesteld zoals precisiebalansen of microscopen met een vergroting meer dan 400x.

2.5.2 Geluidhinder in de bouwphase

In het kader van geluid ten gevolge van bouw- en sloopwerkzaamheden wordt over het algemeen verwezen naar de circulaire bouwlawaai (1991). In deze circulaire wordt als toetsingsnorm voor de geluidsbelasting door bouw- en sloopwerkzaamheden op de gevels van woningen, tijdens de gehele duur van de werkzaamheden, een L_{pAeq} van 65 dB(A) aanbevolen tijdens de dagperiode. (07.00 – 19.00 uur) Deze norm heeft betrekking op het geluidsniveau dat gedurende de werkzaamheden op de gevels van de dichtstbijzijnde woningen wordt gemeten. Bij gevoelige objecten zoals een ziekenhuis, kan een lagere toetsingsnorm worden aangehouden. (60 dB(A))

Voor de bouwwerkzaamheden aan één van de alternatieven zal zelfs de ruimere waarde van 65 dB(A) in de praktijk problemen opleveren met de inpasbaarheid. De bouwwerkzaamheden vinden plaats in stedelijk gebied, lokaal op geringe afstanden van geluidsgevoelige bestemmingen zoals woningen. Overschrijding van de toetsingsnorm hangt niet alleen af van de geluidsemisatie, maar ook van de afstand tot aan de plaats waar hinder op kan treden.

In onderstaande tabel 5 staan de geluidsniveaus zoals deze verwacht kunnen worden bij verschillende type bouwwerkzaamheden.

Tabel 5: Geluidsniveaus op 15 meter afstand van de bouwwerkzaamheden

Apparaat	Lp @ 15m1 in dB(A)
Heien met hydroblok of dieselblok zonder demping	95 – 105
Heien met gedempt blok	90 – 100
Trillen damwanden	85 – 105
grondverwijderend schroeven en boren	80 – 85
hydraulisch drukken	65 – 75

Bij heien met een hydraulisch blok of een dieselblok zonder demping kan overschrijding van de toetsingsnorm (65 dB(A)) voorkomen tot 150 – 300 meter vanaf de heistelling.

Bij inbrengen en uithalen van damwanden met een trilblok kan de toetsingsnorm (65 dB(A)) worden overschreden tot op een afstand van 100 tot 400 meter vanaf de stelling.

Tijdens grondverdringend schroeven, grondverwijderend schroeven en boren worden de geluidsniveaus bij deze funderingstechnieken bepaald door de geluidsemissie van materieel, zoals een kraan en aggregaten. De toetsingsnorm (65 dB(A)) kan ook bij deze technieken worden overschreden: bij ongedempt materieel tot op circa 60 meter afstand.

Bij het hydraulisch drukken worden de geluidsniveaus eveneens bepaald door de geluidsemissie van materieel. De toetsingsnorm (65 dB(A)) kan bij deze technieken worden overschreden echter dit is alleen op zeer korte afstand.

Voor de realisatie van het Trekvliettracé is het van belang om een inventarisatie te maken van locaties met veel woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen in de nabijheid van het gekozen tracé. Vervolgens dient te worden onderzocht hoe de geluidhinder in de bouwfase door keuze van geschikte bouw wijzen, materieel en aanvullende maatregelen tot een aanvaardbaar niveau kan worden teruggebracht.

2.5.3 Bouwtijd

In algemene termen de duur van de bouwhinder schetsen

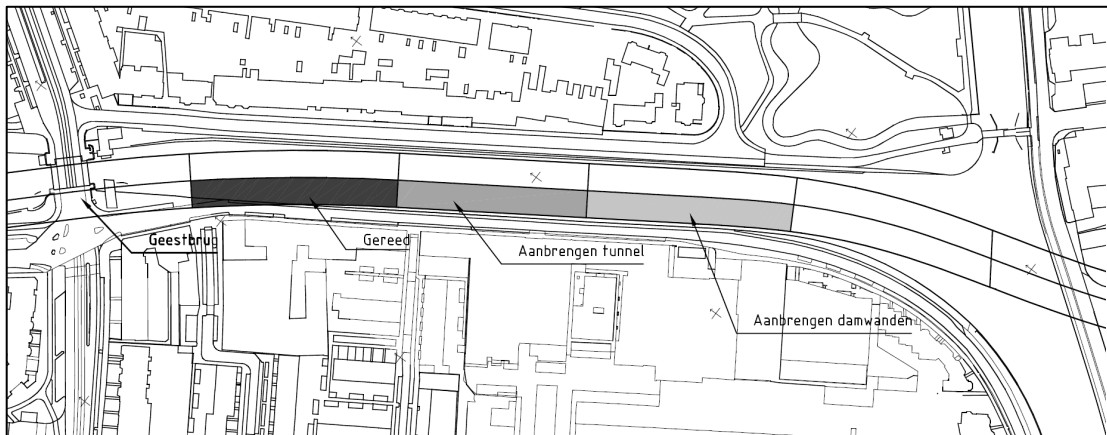
In dit stadium van het onderzoek zijn nog geen keuzes gemaakt voor de wijze waarop de alternatieven worden gerealiseerd. Inzicht in de fasering van de werkzaamheden en de daarbij benodigde bouwtijd ontbreekt. Dat zal in de voorbereiding van de realisatiefase nader worden uitgewerkt in overleg met de bouwer. In algemene termen kan wel iets worden gezegd over de bouwtijd en daarmee de duur van de optredende bouwhinder. Dit heeft uitsluitend betrekking op de in situ bouwmethode in een open bouwkuip, dat wil zeggen op alle alternatieven met uitzondering van de boortunnels. De start- en ontvangtschacht van de boortunnels worden wel in situ gerealiseerd in een open bouwkuip.

Fasering

De werkzaamheden worden gefaseerd uitgevoerd. Dat wil zeggen dat steeds delen van de tunnel worden gerealiseerd. Op deze wijze ontstaat een soort van bouwtrein die zich over het tracé voortbeweegt. De bouwtrein beweegt zich langs een woning op een bepaalde locatie langs het betreffende tracé. De bouw hinder neemt toe, heeft een piek van circa 4 maanden en neemt vervolgens weer af. Gedurende de piek in de bouw hinder kunnen ook fasen worden onderscheiden:

1. circa 4 weken voor het trillen van damwanden en het heien van betonpalen: inzet van materieel met kenmerken als opgenomen in tabel 5
2. circa 3 weken voor het uitgraven van de bouwkuip: inzet van graafmachines, kippers, vrachtwagens en ander materieel om grond te verplaatsen
3. circa 6 weken voor het storten van beton: inzet van betonmixers, betonpompen, verdichters
4. circa 4 weken voor afwerken en aanvullen: inzet van graafmachines, kippers, vrachtwagens en ander materieel om grond te verplaatsen

De eerste fase levert de meest intensieve bouw hinder op. Deze fasering is gevisualiseerd in onderstaande tekening.



DHV B.V.

3 ONTWERPEN VAN DE ALTERNATIEVEN

3.1 Combinatiealternatief (C)

Het Combinatiealternatief bestaat uit een tweetal uitbreidingen van bestaande infrastructuur om de doorstroming te bevorderen alsmede maatregelen ter versterking van het Openbaar Vervoer. De uitbreidingen bestaan uit:

- een korte tunnel in de Rijswijkseweg – Haagweg met één rijstrook per richting om het doorgaande verkeer conflictvrij onder de kruispunten met de Jan van der Heijdenstraat en de Geestbrugweg door te leiden
- een korte tunnel die met één rijstrook per richting de Maanweg en de Prins Bernhardlaan verbindt voor het doorgaande verkeer op deze route

Beide ontwerpen worden nader toegelicht.

Voor de maatregelen ter versterking van het Openbaar Vervoer wordt korthedshalve verwezen naar de ontwerpen die daartoe zijn uitgewerkt voor lijn 11 en het Stedenbaanstation Binckhorst door de gemeente Den Haag.

3.1.1 Beschrijving

Korte tunnel Rijswijkseweg – Haagweg

De korte tunnel in de Rijswijkseweg – Haagweg heeft een toerit direct na de helling vanaf de Hoornbrug, kruist de Geestbrugweg en de Jan van der Heijdenstraat en komt weer op maaiveld tussen de Jan van der Heijdenstraat en de Van Musschenbroekstraat. De tunnel biedt een conflictvrije doorstroming met één rijstrook per rijrichting. De tunnel ligt circa 1 meter onder het maaiveld met het wegdek op ca. 7 meter onder MV (onderzijde constructie circa 10 meter – MV). Het tunneldeel is bij dit tracé circa 400 meter lang met toeritten van ieder ca. 250 meter.



figuur 3: Korte tunnel Rijswijkseweg – Haagweg

Korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan

De korte tunnel die de Maanweg en de Prins Bernhardlaan verbindt voor het verkeer op deze route heeft een toerit ter hoogte van het hoofdkantoor van de KPN aan de Maanweg, kruist de aansluiting Voorburg op de Utrechtsebaan en de aansluiting van de Laan van Nieuw Oostende onderlangs en komt weer op maaiveld na de bocht in de Prins Bernhardlaan. De tunnel biedt een conflictvrije doorstroming met één rijstrook per rijrichting. De tunnel ligt circa 1 meter onder het maaiveld met het wegdek op ca. 7 meter onder MV (onderzijde constructie circa 10 meter – MV). Het tunneldeel is bij dit tracé circa 400 meter lang met toeritten van ieder ca. 250 meter.



Figuur 4: Korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan

3.1.2 Bouwfase

Voor de start bouw van de beide tunnels dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tunneltracé.

Korte tunnel Rijswijkseweg – Haagweg

De Rijswijkseweg - Haagweg is een belangrijke aansluiting van de Centrale Zone van Den Haag op het knooppunt Ypenburg met een grote verkeersintensiteit. In het midden van de Rijswijkseweg - Haagweg liggen tramsporen. In de bouwfase wordt voorrang gegeven aan het tramverkeer, het bestemmingsverkeer en langzaam verkeer. Voor het overige, met name het doorgaande verkeer wordt de Rijswijkseweg - Haagweg tijdens de bouw gestremd. Het beperkte verkeer wordt over het halve profiel van de weg afgewikkeld door de korte tunnel aan te leggen in een langsfasering, zoals bijvoorbeeld is gebeurd bij de bouw van de Koningstunnel in Den Haag. De beperkte verkeersstromen worden verlegd naar één zijde, zodat aan de andere zijde een tunnelwand en de helft van het tunneldak kan worden gerealiseerd. Vervolgens wordt in de tweede fase het beperkte verkeer omgelegd boven de reeds gerealiseerde tunnelhelft en wordt de tweede tunnelhelft aangelegd. De werkwijze zal tevens in de lengterichting worden gefaseerd om de kruisingen van de Rijswijkseweg - Haagweg minimaal te stremmen. Dit zijn de tijdelijke hoofdontsluitingsroutes voor het autoverkeer. De aanleg van de korte tunnel op dit deel van het tracé is complex.

Korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan

De korte tunnel die de Maanweg en de Prins Bernhardlaan verbindt moet worden gerealiseerd onder de aansluiting Voorburg op de Utrechtsebaan. Deze aansluiting is een onmisbare schakel tussen de Utrechtsebaan en het onderliggend wegennet. Dat blijkt uit de dagelijkse verkeersdruk op dit punt. Langdurige stremming van het verkeer ten behoeve van de bouw van de tunnel wordt niet haalbaar geacht. Dat betekent dat de fasering moet voorzien in het uitvoeren van werkzaamheden in verkeersluwe perioden, dat wil zeggen 's nachts, in het weekeinde en in vakantieperioden. De bouw van de tunnel is complex en kostbaar.

3.1.3 Bouwhinder

Korte tunnel Rijswijkseweg – Haagweg

Bouwhinder

De Rijswijkseweg – Haagweg en de omgeving is een woon- en verblijfsgebied. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op geringe afstand van de gevels van de woningen. Ter plaatse van de toeritten lokaal op een minimale afstand van circa 7 meter. De daarbij optredende bouwhinder, alsmede de bereikbaarheid van de betreffende woningen (ook voor nood- en hulpdiensten) is een knelpunt.

Verkeer

De Rijswijkseweg - Haagweg is een belangrijke aansluiting van de Centrale Zone van Den Haag op het knooppunt Ypenburg met een grote verkeersintensiteit. Ondanks de langsfasering is het niet mogelijk om het doorgaande verkeer tijdens de bouw over deze route af te wikkelen. Voor dit verkeer is eigenlijk geen alternatieve route beschikbaar, zodat de overige invalswegen tijdens de bouwfase verder worden overbelast. Bouwverkeer van en naar de bouwplaats geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur.

Bouwtijd

De korte tunnel wordt gefaseerd aangelegd in een langsfasering. Dat betekent dat de bouwstroom twee keer een woning op een bepaalde locatie passeert. Per passage duurt de realisatie van het betreffende tunneldeel circa 4 maanden. De totale bouwtijd van de korte tunnel Rijswijkseweg – Haagweg bedraagt circa 4 jaar.

Korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan

Bouwhinder

De Maanweg is een kantooromgeving met het hoofdkantoor van KPN en het internationaal strafhof. De Prins Bernhardlaan is vooral ter hoogte van de toerit een woonomgeving. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op variërende afstanden van de gevels van kantoren en woningen. De bouwhinder is beheersbaar.

Verkeer

De Maanweg – Prins Bernhardlaan is een belangrijke aansluiting op de Utrechtsebaan en een knelpunt door de grote verkeersintensiteit. Tijdens de aanleg van de korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan is de aansluiting Voorburg op de Utrechtsebaan minder beschikbaar. Voor het verkeer op deze aansluiting zijn nauwelijks alternatieven voor handen. De bestaande doorstromingsproblemen ter hoogte van deze aansluiting nemen toe. De optredende verkeershinder in de bouwfase is een belangrijk knelpunt voor de fasering van de korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan. Bouwverkeer van en naar de bouwplaats geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur.

Bouwtijd

De bouwtijd van de korte tunnel is afhankelijk van de fasering die wordt uitgewerkt in relatie tot de bereikbaarheid van de aansluiting Voorburg op de Utrechtsebaan. De totale bouwtijd van de korte tunnel Maanweg – Prins Bernhardlaan zal daardoor langer zijn dan circa 4 jaar.

3.1.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

Voor beide tunnels voldoet één rijstrook per rijrichting voor de conflictvrije afwikkeling van de verkeersstroom.

3.1.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

De ontwerpuitgangspunten zijn primair geformuleerd voor de tunnelalternatieven die in de volgende paragrafen worden beschreven.

3.1.6 (Resterende) aandachtspunten

- De inrichting van de verkeersstromen op maaiveld ter hoogte van de toeritten van de korte tunnels:
 - Rijswijkseweg – Haagweg
Opstelvakken voor afslaand verkeer op de kruispunten, tramsporen en halte nabij het kruispunt, alsmede de parallelstructuur voor bestemmings- en langzaamverkeer en voetpad naast de toeritten tussen de beide gevels passen

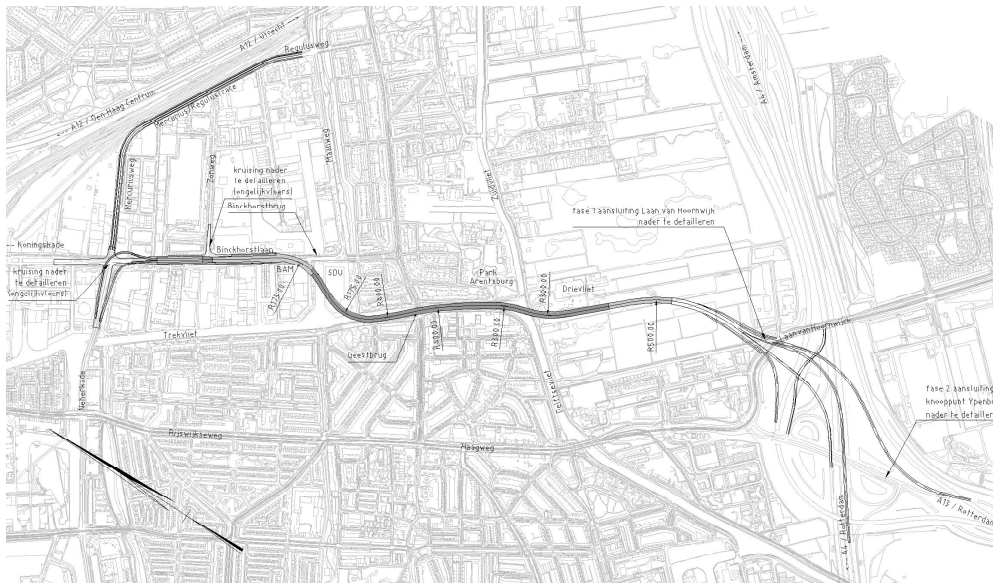
- Maanweg – Prins Bernhardlaan
De tunnel is verlengd tot voorbij de opstelvakken aan beide zijden van de aansluiting Voorburg en de Laan van Nieuwe Oosteinde
- Rijswijkseweg – Haagweg: De bouwfaserings dient nader te worden uitgewerkt om onder meer de gevolgen voor het doorgaande verkeer en de bereikbaarheid van winkels en woningen nader te bepalen;
- Rijswijkseweg – Haagweg: De optredende bouwhinder dient nader te worden verkend, alsmede maatregelen om de bouwhinder terug te dringen tot een aanvaardbaar niveau voor de omwonenden
- Maanweg – Prins Bernhardlaan: De bouwfaserings dient nader te worden uitgewerkt om te onderzoeken wat de gevolgen zijn voor de verkeersstromen op de aansluiting Voorburg van de Utrechtsebaan (haalbaarheidsonderzoek);
- Tunnelveiligheid: de relatief korte tunnels dienen te voldoen aan de tunnelveiligheidseisen. De consequenties daarvan voor het ontwerp van de tunnels dient nader te worden onderzocht / uitgewerkt.

3.2 Tracé Trekvliet (T2)

3.2.1 Beschrijving

Het Tracé Trekvliet kruist, komend vanaf knooppunt Ypenburg, de laan van Hoornwijck bovenlangs, komt op maaiveld in de Vlietzone tot aan Drievliet. Daar start een tunnel onder de Zuidvliet, die vervolgens in een centrale ligging de Trekvliet volgt. De tunnel ligt hier onder de bodem van de Zuidvliet en Trekvliet, om zodoende geen beperking voor het scheepvaartverkeer te veroorzaken. Na een S-bocht onder de Binckhorsthaven / Jupiterkade volgt de tunnel de Binckhorstlaan. Na de passage van de haventoeegang komt de tunnel omhoog tot onder het maaiveld en is een open bak ter hoogte van de aansluiting van de Zonweg. De Zonweg wordt onderlangs gekruist, waarbij er een aansluiting komt vanuit de tunnel op de Zonweg en een aansluiting van de Zonweg via de tunnel richting knooppunt Ypenburg. Het tracé blijft verdiept en buigt af richting Neherkade, waarop het tracé op maaiveld aansluit.

Het tunnelgedeelte ligt onder het bodemniveau van de Trekvliet in verband met de scheepvaart op de Trekvliet, waardoor het wegdek op ongeveer 11 meter onder MV ligt. De onderzijde van de constructie ligt op een diepte van circa 14 meter onder MV. Ter hoogte van de Jupiterkade ligt het wegdek ca. 7 meter onder MV (onderzijde constructie circa 10 meter – MV). Het tunneldeel is bij dit tracé ca. 1.850 meter lang, met toeritten van ieder ca. 250 meter.



Figuur 5: Tracé Trekvliet (T2)

3.2.2 Bouwfase

Voor de start bouw van de tunnel dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tunneltracé. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de te verleggen kabels en leidingen.

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
>Ø 800 <Ø 1500 x 4 <Ø 800 x 8	160 KV x 4 150 KV x 34 25 KV x 18 10 KV x 7	14 st.	67 Bar x 2 40 Bar x 1 8 Bar x 1	Stadsverwarming 1 maal

De tunnel wordt gefaseerd gebouwd in een open bouwkuip:

- damwanden plaatsen met minimaal 2 meter werkruimte tussen de damwanden en de buitenzijde van de tunnel;
- trekpalen plaatsen en onderwaterbetonvloer storten;
- bouwkuip droogmalen en de tunnel realiseren;
- de Geestbrug wordt gedeeltelijk gesloopt en in de tunnelconstructie herbouwd.

Er wordt van uitgegaan dat de bouw van de tunnel op 4 plaatsen gelijktijdig start om de bouwtijd te beperken. Vanaf de Geestbrug wordt richting de Binckhorstlaan gewerkt. Vanaf de Thijssenweg wordt gewerkt richting de Geestbrug en de Laan van Hoornwijck. Daarnaast wordt gestart aan de toerit bij de Binckhorstlaan. Deze werkrichting heeft als voordeel dat de knelpunten bij de Geestbrug en de Thijssenweg gefaseerd aangelegd kunnen worden.

De tunnel in de Trekvliet wordt gerealiseerd in een langsfasering. In de Trekvliet worden drie damwanden geplaatst. Ter weerszijden van de Trekvliet als tijdelijke kademuren en één in het midden van de Trekvliet. Eerst wordt één helft van de Trekvliet drooggezet. Daarbij wordt ook in de lengterichting een compartimentering toegepast. In de doorgezette bouwkuipen wordt één helft van de tunnel gerealiseerd. Ondertussen wordt het scheepvaartverkeer afgewikkeld (éénrichtingverkeer) in de andere helft van de Trekvliet. Dit komt tevens tegemoet aan de eis van het Hoogheemraadschap betreffende het minimale doorstroombrofiel van de Trekvliet. Als de tunnelhelft gereed is wordt gewisseld. De bouwkuip wordt onder water gezet en de andere zijde van de Trekvliet wordt drooggezet. Het scheepvaartverkeer en de waterafvoer vinden plaats boven de gerealiseerde tunnelhelft. Als de andere tunnelhelft gerealiseerd is wordt de damwand in het midden van de Trekvliet verwijderd en worden de kademuren weer opgebouwd.

3.2.3 Bouwhinder

Bouwhinder

De Trekvliet en de omgeving is een woon- en verblijfsgebied. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op geringe afstand van de gevels van de woningen. Lokaal op een minimale afstand van circa 9 meter (op de grens van de Trekvliet en kade). De daarbij optredende bouwhinder is een knelpunt.

Verkeer

Voor de realisatie van de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan dient alle verkeer te worden omgeleid via de nieuwe aansluiting van de Regulusweg en Mercuriusweg. Voor alle bestemmingsverkeer en langzaamverkeer blijft de Binckhorstlaan bereikbaar. Bouwverkeer van en naar de bouwplaats geeft een

extra belasting van de bestaande infrastructuur. Ter hoogte van de Trekvljet zal het bouwverkeer gebruik maken van de kaden aan de beide zijden.

Bouwtijd

Het deel van de tunnel in de Trekvljet wordt gefaseerd aangelegd in een langsfasering. Dat betekent dat de bouwstroom twee keer een woning op een bepaalde locatie passeert. Per passage duurt de realisatie van het betreffende tunneldeel circa 4 maanden. De totale bouwtijd van de het Tracé Trekvljet bedraagt circa 6 jaar.

3.2.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

De gemeente Rijswijk heeft bezwaar gemaakt tegen de zijligging aan Rijswijkse zijde vanwege de geringe afstand tot de bestaande bebouwing. Gemeente Rijswijk geeft aan dat er ter plaatse meerdere woningen op staal gefundeerd zijn (dit is niet nader gespecificeerd). De gemeente wijst op het risico van beschadigingen van de woningen en onacceptabele bouw hinder voor de bewoners ter plaatse. Mede op basis van dit bezwaar heeft de opdrachtgever besloten tot uitwerking van een middenligging voor de passage Trekvljet.

In het tracé is een S-bocht opgenomen ter hoogte van de haventoeegang om zo min mogelijk terreinen en panden te raken. Uitgaande van behoud van de nieuwe panden aan de westkant van de Binckhorstlaan (dwangpunt) wordt ter hoogte van de S-bocht het terrein in de hoek van de haventoeegang en de Binckhorstlaan doorsneden. De S-bocht is geschikt voor een maximale snelheid van 50 km/uur. Vergroting van de maximum snelheid tot 70 km/uur leidt tot verruiming van de S-bocht en grotere doorsnijding van terreinen.

Het tracé is verdiept aangelegd op de Binckhorstlaan om conflictvrij te kunnen aansluiten op de Neherkade / Centrumring.

Een nader onderzoek naar de mogelijkheden om de tunnel in het Trekvljettracé af te zinken is niet uitgevoerd op basis van de volgende gesignaleerde knelpunten:

- Geestbrug: de doorvaartopening van de Geestbrug is te smal voor het transport van tunnelelementen;
- bouwdok: In de directe omgeving is minimaal één bouwdok nodig om de tunnelelementen te bouwen. Als ter weerszijden van de Geestbrug wordt afgezonken dan zijn twee bouwdokken noodzakelijk, één aan Haagse zijde van de Geestbrug en één aan de Rijswijkse zijde;
- in de Trekvljet wordt een diepe zinksleuf gebaggerd waarin de elementen worden afgezonken;
- de transportroute vanaf het bouwdok naar de Trekvljet moet over voldoende diepgang beschikken om de elementen te transporteren (of worden uitgebaggerd).

3.2.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

De maximale snelheid in de tunnel is vanwege de S-bocht ter hoogte van de haventoeegang begrensd op 50 km/uur. Snelheidsovergangen in de tunnel zijn om veiligheidsredenen ongewenst.

Ter hoogte van de S-bocht wordt het terrein in de hoek van de haventoeegang en de Binckhorstlaan doorsneden.

3.2.6 Aandachtspunten

De verdiepte aanleg van de Binckhorstlaan betekent dat in de bouwfase de Binckhorstlaan gestremd wordt voor doorgaand verkeer. Het doorgaande verkeer maakt in deze fase gebruik van de aangepaste Mercuriusweg en Regulusweg. Deze aanpassing moet vooruitlopend op de aanleg van het Trekvliettracé gerealiseerd zijn. Bestemmingsverkeer en langzaam verkeer zal tijdens de bouw wel doorgang vinden.

De volgende ontwerpaspecten verdienen aandacht bij nadere uitwerking:

- bouwhinder voor de omwonenden van de Trekvliet
- ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg;
- ongelijkvloerse aansluiting van de Binckhorstlaan op de Neherkade – Mercuriusweg, met name de mogelijkheid tot aanpassing van de richting van de conflictvrije kruising in de richting van de Binckhorstlaan – Lekstraat - Koningstunnel;
- passage van de Geestbrug;
- aantasting van het SDU terrein.

3.2.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

In de eindsituatie heeft de Trekvliettunnel een ongelijkvloerse aansluiting op zowel de A13 als de A4 bij knooppunt Ypenburg. Als de aanleg wordt gefaseerd, dan zal de Trekvliettunnel in de eerste fase gelijkvloers aansluiten op de Laan van Hoornwijk.

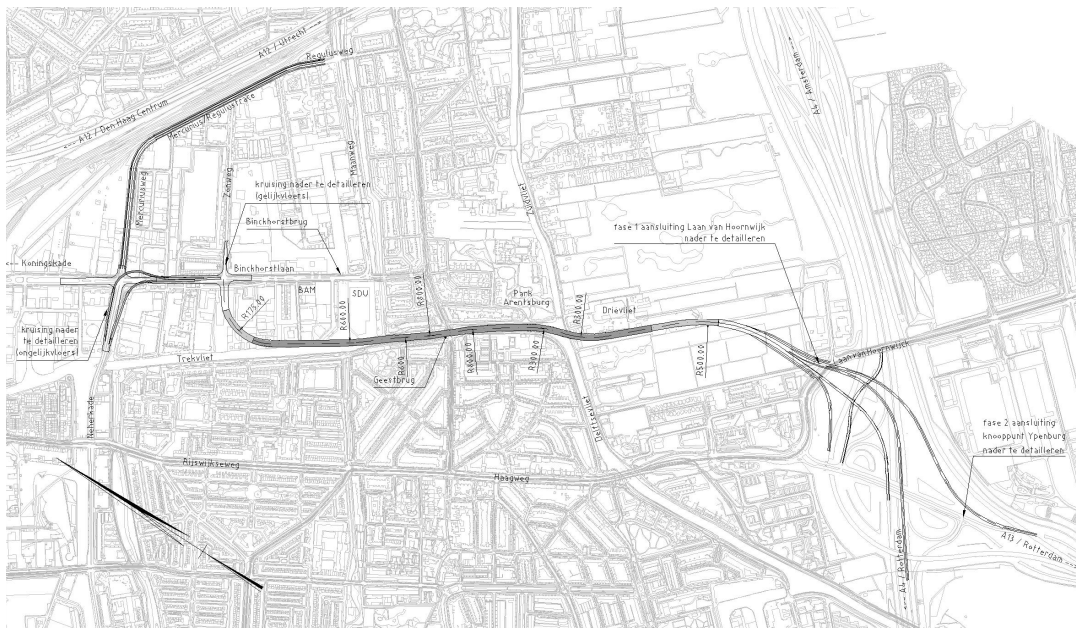
3.3 Tracé Trekvliet (T3)

3.3.1 Beschrijving

Het Tracé Trekvliet kruist, komend vanaf knooppunt Ypenburg, de laan van Hoornwijck bovenlangs, komt op maaiveld in de Vlietzone tot aan Drievliet. Daar start een tunnel onder de Zuidvliet, die vervolgens in een centrale ligging de Trekvliet volgt. De tunnel ligt hier onder de bodem van de Zuidvliet en Trekvliet om geen beperking voor het scheepvaartverkeer te veroorzaken.

Het tunneltracé kruist ter hoogte van de ingang van de Binckhorsthaven de Trekvliet en komt in de oostelijke oever, aan de kant van de Binckhorst, op maaiveld. Na een bocht sluit het tracé gelijkvloers aan tegenover de Zonweg op de kruising van de Zonweg en de Binckhorstlaan. De doorgaande verkeersroute volgt de Binckhorstlaan (buigt af op de kruising) en buigt onder het kruisingsvlak van de Binckhorstlaan en Mercuriusweg – Neherkade af richting Neherkade, waarop het tracé op maaiveld aansluit.

Het tunnelgedeelte ligt onder het bodemniveau van de Trekvliet in verband met de scheepvaart op de Trekvliet, waardoor het wegdek op ongeveer 11 meter onder MV ligt. De onderzijde van de constructie ligt op een diepte van circa 14 meter onder MV. Ter hoogte van de Jupiterkade ligt de tunnel ca. 7 meter onder MV (onderzijde constructie circa 10 meter – MV). Het tunneldeel is bij dit tracé ca. 1.200 meter lang, met toeritten van ieder ca. 250 meter.



Figuur 6: Tracé Trekvliet (T3)

3.3.2 Bouwfase

Voor de start bouw van de tunnel dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tunneltracé. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de te verleggen kabels en leidingen.

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
>Ø 800 <Ø 1500 x 4 <Ø 800 x 13	150 KV x 34 10 KV x 3	4 st.	67 Bar x 2 8 Bar x 2	Stadsverwarming 2 maal

De tunnel wordt gefaseerd gebouwd in een open bouwkuip:

- damwanden plaatsen met minimaal 2 meter werkruimte tussen de damwanden en de buitenzijde van de tunnel;
- trekpalen plaatsen en onderwaterbetonvloer storten;
- bouwkuip droogmalen en de tunnel realiseren;
- de Geestbrug wordt gedeeltelijk gesloopt en in de tunnelconstructie herbouwd.

Er wordt van uitgegaan dat de bouw van de tunnel op 4 plaatsen gelijktijdig start om de bouwtijd te beperken. Vanaf de Geestbrug wordt richting de Binckhorstlaan gewerkt. Vanaf de Thijssenweg wordt gewerkt richting de Geestbrug en de Laan van Hoornwijck. Daarnaast wordt gestart aan de toerit loodrecht op de Binckhorstlaan. Deze werkrichting heeft als voordeel dat de knelpunten bij de Geestbrug en de Thijssenweg gefaseerd aangelegd kunnen worden.

De tunnel in de Trekvljet wordt gerealiseerd in een langsfasering. In de Trekvljet worden drie damwanden geplaatst. Ter weerszijden van de Trekvljet als tijdelijke kademuren en één in het midden van de Trekvljet. Eerst wordt één helft van de Trekvljet drooggezet. Daarbij wordt ook in de lengterichting een compartimentering toegepast. In de drooggezette bouwkuipen wordt één helft van de tunnel gerealiseerd. Ondertussen wordt het scheepvaartverkeer afgewikkeld (éénrichtingverkeer) in de andere helft van de Trekvljet. Dit komt tevens tegemoet aan de eis van het Hoogheemraadschap betreffende het minimale doorstroomprofiel van de Trekvljet. Als de tunnelhelft gereed is wordt gewisseld. De bouwkuip wordt onder water gezet en de andere zijde van de Trekvljet wordt drooggezet. Het scheepvaartverkeer en de waterafvoer vindt plaats boven de gerealiseerde tunnelhelft. Als de andere tunnelhelft gerealiseerd is wordt de damwand in het midden van de Trekvljet verwijderd en worden de kademuren weer opgebouwd.

3.3.3 Bouwhinder

Bouwhinder

De Trekvljet en de omgeving is een woon- en verblijfsgebied. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op geringe afstand van de gevels van de woningen. Lokaal op een minimale afstand van circa 9 meter (op de grens van de Trekvljet en kade). De daarbij optredende bouwhinder is een knelpunt.

Verkeer

Voor de realisatie van de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan dient alle verkeer te worden omgeleid via de nieuwe aansluiting van de Regulusweg en Mercuriusweg. Voor alle bestemmingsverkeer en langzaamverkeer blijft de Binckhorstlaan bereikbaar. Bouwverkeer van en naar de bouwplaats geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur. Ter hoogte van de Trekvljet zal het bouwverkeer gebruik maken van de kaden aan de beide zijden.

Bouwtijd

Het deel van de tunnel in de Trekvljet wordt gefaseerd aangelegd in een langsfasering. Dat betekent dat de bouwstroom twee keer een woning op een bepaalde locatie passeert. Per passage duurt de realisatie van het betreffende tunneldeel circa 4 maanden. De totale bouwtijd van de het Tracé Trekvljet bedraagt circa 6 jaar.

3.3.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

De gemeente Rijswijk heeft bezwaar gemaakt tegen de zijligging aan Rijswijkse zijde vanwege de geringe afstand tot de bestaande bebouwing. Gemeente Rijswijk geeft aan dat er ter plaatse meerdere woningen op staal gefundeerd zijn (dit is niet nader gespecificeerd). De gemeente wijst op het risico van beschadigingen van de woningen en onacceptabele bouw hinder voor de bewoners ter plaatse. Mede op basis van dit bezwaar heeft de opdrachtgever besloten tot uitwerking van een middenligging voor de passage Trekvljet.

In het tracé is een bocht opgenomen ter hoogte van de aansluiting op de kruising van de Binckhorstlaan en de Zonweg. De bocht is geschikt voor een maximale snelheid van 50 km/uur. Vergroting van de maximum snelheid tot 70 km/uur leidt tot verruiming van de bocht en grotere doorsnijding van terreinen. De snelheid moet tevens worden beperkt vanwege de VRI regelde kruising direct na de tunnel.

Een ongelijkvloerse kruising van de Zonweg is in dit tracé niet mogelijk, tenzij wordt afgezien van aansluiting van de Binckhorstlaan en de Zonweg. Dit is ongewenst in verband met de ontsluiting van de Binckhorst.

Het Tracé Trekvljet kruist ter hoogte van de ingang van de Binckhorsthaven de Trekvljet en komt in de oostelijke oever, aan de kant van de Binckhorst, op maaiveld. Dit is noodzakelijk om het grote hoogteverschil tussen de diepe ligging in de Trekvljet (in verband met scheepvaart eisen) en het maaiveld ter plaatse van de gelijkvloerse aansluiting te overbruggen. Dit gaat ten koste van bestaande en toekomstige bestemmingen van dit deel van de oever.

Een nader onderzoek naar de mogelijkheden om de tunnel in het Trekvljettracé af te zinken is niet uitgevoerd op basis van de volgende signaleerde knelpunten:

- Geestbrug: de doorvaartopening van de Geestbrug is te smal voor het transport van tunnelementen;
- bouwdok: In de directe omgeving is minimaal één bouwdok nodig om de tunnelementen te bouwen. Als ter weerszijden van de Geestbrug wordt afgezonken dan zijn twee bouwdokken noodzakelijk, één aan Haagse zijde van de Geestbrug en één aan de Rijswijkse zijde;
- in de Trekvljet wordt een diepe zinksleuf gebaggerd waarin de elementen worden afgezonken;
- de transportroute vanaf het bouwdok naar de Trekvljet moet over voldoende diepgang beschikken om de elementen te transporteren (of worden uitgebaggerd).

3.3.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

De maximale snelheid in de tunnel is vanwege de gelijkvloerse aansluiting op de kruising Binckhorstlaan – Zonweg en de bocht daar ter plaatse begrensd op 50 km/uur. Snelheidsovergangen in de tunnel zijn om veiligheidsredenen ongewenst.

Het tracé sluit niet conflictvrij aan op de Centrumring. De gelijkvloerse aansluiting op de Binckhorstlaan tegenover de Zonweg en de daaruit voortvloeiende afslaande beweging voor de doorgaande verkeersstromen veroorzaken weerstand op de verkeersdoorstroming.

3.3.6 Aandachtspunten

De volgende ontwerpaspecten verdienen aandacht bij nadere uitwerking:

- bouwhinder voor de omwonenden van de Trekvljet
- ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg;
- ongelijkvloerse aansluiting van de Binckhorstlaan op de Neherkade – Mercuriusweg, met name de mogelijkheid tot aanpassing van de richting van de conflictvrije kruising in de richting van de Binckhorstlaan – Lekstraat - Koningstunnel;
- passage Geestbrug;
- de helling van de tunnel (open bak) aan de Haagse zijde is gesitueerd in de kade van de Binckhorst: aantasting van de oostelijke oever van de Trekvljet tussen de aansluiting op de Binckhorstlaan en de haventoeegang voor bestaande en toekomstige bestemmingen;
- aantasting van de percelen van de Binckhorst ter hoogte van de bocht;
- de kruising met de Binckhorstlaan en de Zonweg wordt gelijkvloers uitgevoerd, hierdoor is de kans op filevorming in de tunnel groter.

3.3.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

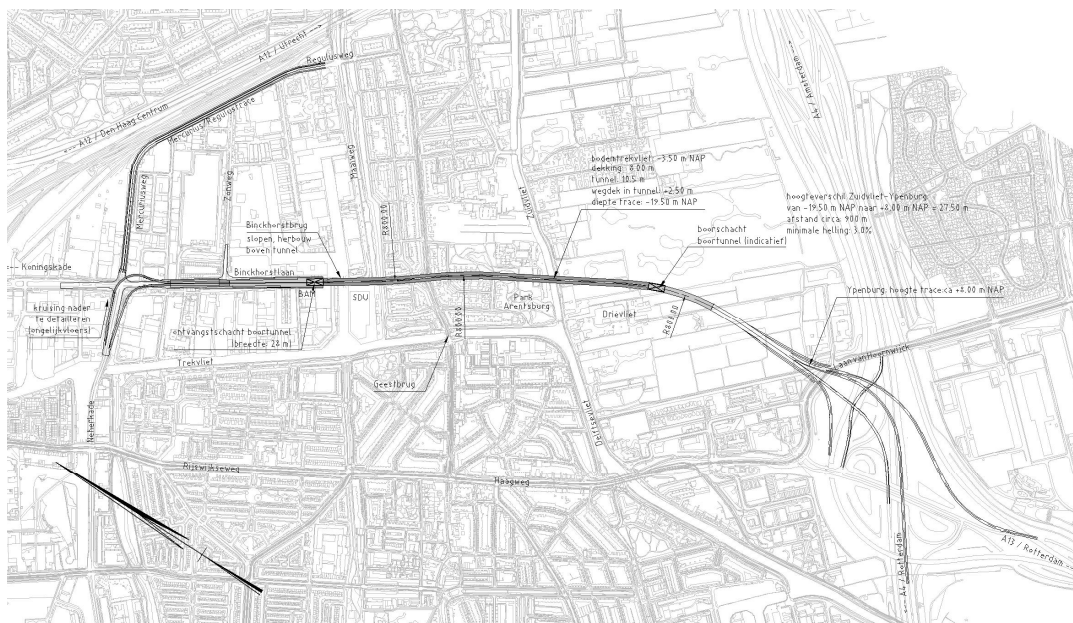
In de eindsituatie heeft de Trekvljetunnel een ongelijkvloerse aansluiting op zowel de A13 als de A4 bij knooppunt Ypenburg. Als de aanleg wordt gefaseerd, dan zal de Trekvljetunnel in de eerste fase gelijkvloers aansluiten op de Laan van Hoornwijck. Voor deze aansluiting zijn geen ontwerpwerkzaamheden voorzien.

3.4 Tracé Boortunnel korte variant

3.4.1 Beschrijving

Vanaf de hoge ligging ter hoogte van de ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg volgt het 'Tracé Boortunnel korte variant' (BTK) een langgerekte helling van maximaal 4% tot het diepste punt onder de Zuidvliet. Vervolgens gaat het tracé onder het doveninstituut Effatha door en volgt het stratenpatroon via de Den Burghstraat en de Binckhorstlaan. Het tracé gaat onder de Binckhorstbrug door en gaat met een helling over in een verdiepte ligging ter hoogte van de Zonweg. De Zonweg wordt onderlangs gekruist, waarbij er een aansluiting komt vanuit de tunnel op de Zonweg en een aansluiting van de Zonweg via de tunnel richting knooppunt Ypenburg. Het tracé blijft verdiept en buigt af richting Neherkade, waarop het tracé op maaiveld aansluit.

Voor de realisatie van de boortunnel is het noodzakelijk voldoende diep onder de Zuidvliet en Voorburg door te gaan. De bovenzijde van de boortunnel ligt op een niveau van circa 10 meter – MV (onderzijde op circa 21 meter – MV), waardoor het wegdek op ongeveer 18 meter onder MV ligt. Het geboorde tunneldeel is bij dit tracé circa 1.200 meter lang, met toeritten van ieder ca. 300 meter, deels in een open bak en voor een deel gesloten.



Figuur 7: Tracé Boortunnel korte variant

3.4.2 Bouwfase

Uitgangspunt voor het boortunnelalternatief zijn twee tunnelbuizen met een buitendiameter van circa 10,5 meter. De startschacht wordt gerealiseerd in de Vlietzone waar voldoende ruimte aanwezig is voor aanvoer van de TBM en voor de installaties ter ondersteuning van de TBM. De ontvangtschacht wordt gerealiseerd in de Binckhorstlaan ter hoogte van de Binckhorstbrug. De TBM wordt na het boren van de eerste buis gedemonteerd en opnieuw naar de startschacht verplaatst voor de tweede tunnelbuis.

Ter plaatse van de startschacht en ontvangtschacht worden aanvullende maatregelen genomen om de gronddekking te minimaliseren tot circa 7 meter. De onderzijde van de constructie van de schachten ligt op circa 18 meter – MV. De onderlinge afstand (tussenruimte) van de tunnelbuizen wordt ter plaatse verkleind tot 3 meter. Voor het overige tracé wordt rekening gehouden met een tussenruimte van 5 meter.

De paalfundering van de Binckhorstbrug is een obstakel voor de boortunnel. De Binckhorstbrug wordt gedemonteerd, de onderbouw gesloopt en de funderingspalen verwijderd. Vervolgens wordt de brug weer opgebouwd op een fundering die wel door de boortunnel gepasseerd kan worden.

Voor de start bouw van de ontvangtschacht en het verdiepte deel van de Binckhorstlaan dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tracé. Kabels en leidingen ter plaatse van het geboorde gedeelte van de tunnel worden niet verlegd (de boormachine gaat er onderdoor). Te verleggen kabels en leidingen zijn:

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
<Ø 800 x 3	150 KV x 11	3 st.	40 Bar x 1	Stadsverwarming 1 maal

3.4.3 Bouwhinder

Bouwhinder

Het geboorde deel van de tunnel geeft geen bouwhinder. De boormachine doet ondergronds vrijwel ongemerkt zijn werk. De startschacht en ontvangtschacht worden wel traditioneel gebouwd, maar bevinden zich op gunstige locaties ter hoogte van de brug in de Binckhorstlaan en in de Vlietzone.

Verkeer

Voor de realisatie van de ontvangtschacht en de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan dient alle verkeer te worden omgeleid via de nieuwe aansluiting van de Regulusweg en Mercuriusweg. Voor alle bestemmingsverkeer en langzaamverkeer blijft de Binckhorstlaan bereikbaar. Bouwverkeer van en naar de ontvangtschacht en de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur. Voor het geboorde deel van de tunnel vinden alle bouwtransporten ondergronds plaats via het reeds gerealiseerde deel van de geboorde tunnel. In de startschacht komen de bouwstromen bovengronds. Dit is op een gunstige plaats in de Vlietzone.

Bouwtijd

De totale bouwtijd van de korte boortunnel bedraagt circa 4 jaar.

3.4.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

Het Tracé Boortunnel Korte Variant bestaat uit twee geboorde tunnels met een diameter van circa 10,5 meter. Een geboorde tunnel met een grote diameter van circa 15+ meter waarin voldoende ruimte beschikbaar is voor beide rijrichtingen moet dieper worden aangelegd en komt ter hoogte van de ontvangtschacht circa 4 meter dieper aan. Het verticaal alignement van de weg past niet bij de gewenste aansluiting van de Zonweg in de Binckhorst. De geboorde tunnelvariant met grote diameter is verder buiten beschouwing gelaten.

Het boortunneltracé heeft een gestrekt verloop vanaf Ypenburg met een grote boog en rechtstand direct in het verlengde van de Binckhorstlaan via het Arentsburgpark en de Den Burghstraat. Het is een logisch tracé voor het doorgaande verkeer met een ontwerpsnelheid van 70 km/uur.

Het tracé is verdiept aangelegd op de Binckhorstlaan om conflictvrij te kunnen aansluiten op de Neherkade / Centrumring.

3.4.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

Het Boortunnelalternatief bestaat uit twee tunnelbuizen, zonder een extra tunnelbuis die kan dienen als vluchtroute in calamiteitsituaties. Voor vluchtroutes is voorsnog rekening gehouden met dwarsverbindingen tussen de beide tunnelbuizen op 250 meter afstand.

3.4.6 Aandachtspunten

De Vliet is het eerste aandachtspunt wat dit tracé tegenkomt. Langs de Vliet dient aan weerskanten rekening te worden gehouden met grondkerende constructies tot naar verwachting NAP-8 m. Een knelpunt voor dit tracé ligt ter hoogte van de Vliet, Nieuw Hadriani. Dit is een nieuw ontwikkeld appartementencomplex met luxe villa's, gefundeerd op palen met een paalpuntniveau van NAP-21 m. Het is zonder extra technische maatregelen waarschijnlijk niet mogelijk om onder dit complex door te boren.

Een volgende aandachtspunt is de Den Burghstraat. Het tracé volgt hier het stratenpatroon, maar omdat de twee tunnelbuizen gezamenlijk breder zijn dan de straat, zullen afspraken gemaakt moeten worden met de eigenaren van de huizen aan weerszijde van de straat. De woningen aan de Den Burghstraat en de Binckhorstlaan en omgeving zijn naar alle waarschijnlijkheid allen gefundeerd op staal (al dan niet in combinatie met een kelder) of op korte palen (tot NAP-6,0 m).

Ter hoogte van de Binckhorstbrug komt het tracé naar de oppervlakte, tijdens de bouw zal het noodzakelijk zijn om de Binckhorstbrug te slopen en na afloop van de bouw opnieuw worden aangelegd middels een erg dure bouwwijze met aangepaste fundering. Het is niet mogelijk om onder de brug door te boren, omdat dan het tracé niet op tijd op maaiveld komt voor de aansluiting met de Mercuriusweg. De huidige fundering van de Binckhorstbrug is op dit moment nog onbekend. Verwacht wordt dat een fundering op staal of op korte palen is toegepast (tot NAP-6), maar het is ook mogelijk dat een paalfundering is toegepast tot in de pleistocene zandlaag (NAP-17 m). De Binckhorstbrug is een basculebrug en daardoor zeer gevoelig voor zettingen. Gezien de ondiepe passage zal de brug in beide gevallen gesloopt of aangepast moeten worden. Het achterhalen van de toegepaste fundatie is toch van belang om de mate van de ingreep te kunnen bepalen.

De reconstructie van de Binckhorstbrug, de aanleg van de ontvangtschacht en de verdiepte aanleg van de Binckhorstlaan betekenen dat in de bouwfase de Binckhorstlaan gestremd wordt voor doorgaand verkeer. Het doorgaande verkeer maakt in deze fase gebruik van de aangepaste Mercuriusweg en Regulusweg. Deze aanpassing moet vooruitlopend op de aanleg van het Boortunneltracé gerealiseerd zijn. Bestemmingsverkeer en langzaam verkeer zal tijdens de bouw wel doorgang vinden.

De volgende ontwerpaspecten verdienen aandacht bij nadere uitwerking:

- ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg;
- ongelijkvloerse aansluiting van de Binckhorstlaan op de Neherkade – Mercuriusweg, met name de mogelijkheid tot aanpassing van de richting van de conflictvrije kruising in de richting van de Binckhorstlaan – Lekstraat - Koningstunnel;
- reconstructie van de Binckhorstbrug;
- het 'onderstalrecht' regelen wanneer het boortracé particuliere percelen onderlangs passeert;
- optimalisatie van de ligging van het gehele boortracé
- optimalisatie van de diepte en breedte van de start- en ontvangtschacht, onder meer door aanvullende maatregelen te nemen (bovenbelasting, grondverbetering);
- optimalisatie van de afstand van dwarsverbindingen tussen de tunnelbuizen.

3.4.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

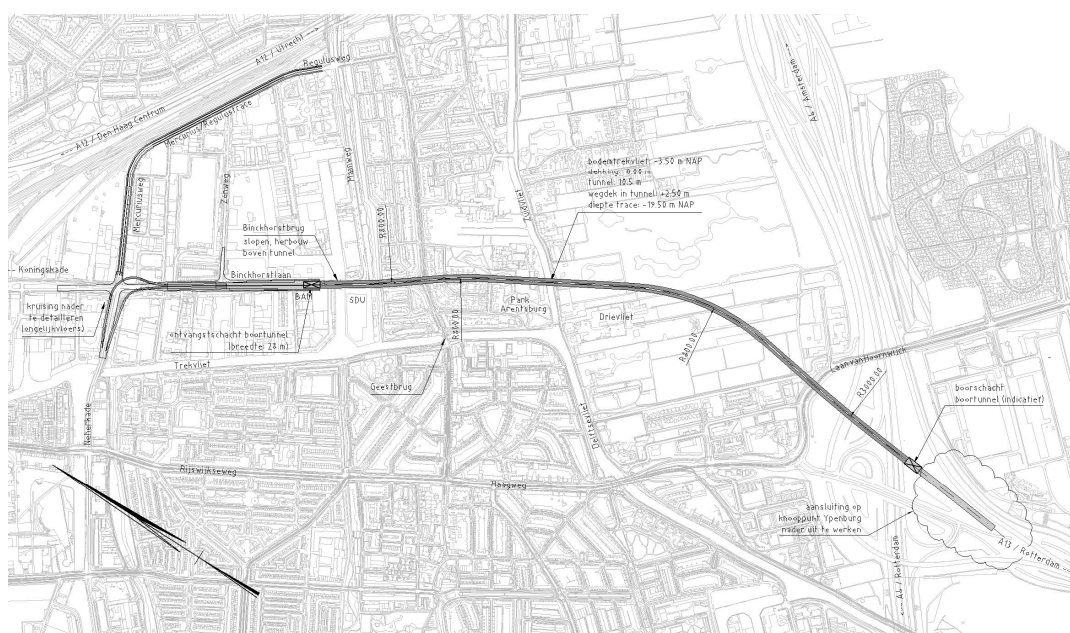
In de eindsituatie heeft de Boortunnel een ongelijkvloerse aansluiting op zowel de A13 als de A4 bij knooppunt Ypenburg. Een gelijkvloerse aansluiting van het Boortunneltracé op de Laan van Hoornwijck, voor het geval een fasering gewenst is, is niet onderzocht. Als de aanleg wordt gefaseerd, dan zal de Trekvieltunnel in de eerste fase gelijkvloers aansluiten op de Laan van Hoornwijck.

3.5 Tracé Boortunnel lange variant

3.5.1 Beschrijving

Vanaf de A13 gaat het 'Tracé Boortunnel lange variant' (BTL) omlaag om de A4, alle aansluitingen van knooppunt Ypenburg en de Laan van Hoornwijck onderlangs te kruisen. Vanaf de Vlietzone (kruising met de Zuidvliet) is het lange boortunneltracé identiek aan het korte boortunneltracé.

Het geboorde tunneldeel is bij het lange boortunneltracé circa 2.600 meter lang, met toeritten van ieder ca. 300 meter, deels in een open bak en voor een deel gesloten.



Figuur 8: Tracé Boortunnel lange variant

3.5.2 Bouwfase

De startschacht voor het lange boortunneltracé wordt gerealiseerd aan de oostzijde van knooppunt Ypenburg. Voor het overige is de bouwfase van de lange boortunnel identiek aan de bouwfase van de korte boortunnel.

3.5.3 Bouwhinder

Bouw hinder en verkeer

De startschacht bevindt zich op gunstige locatie ter hoogte van knooppunt Ypenburg

Bouwtijd

De totale bouwtijd van de lange boortunnel bedraagt circa 5 jaar.

3.5.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

Kortheidshalve wordt verwezen naar de korte boortunnel.

3.5.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

Het lange boortunneltracé heeft geen aansluiting op de A4. De Laan van Hoornwijck kan niet worden aangesloten, omdat deze door de geboorde tunnel onderlangs wordt gekruist. Voor het overige wordt verwezen naar de korte boortunnel.

3.5.6 Aandachtspunten

De volgende ontwerpaspecten verdienen aandacht bij nadere uitwerking:

- aansluiting op de A13;
- inrichting van het werkterrein nabij de startschacht aan de oostkant van het knooppunt Ypenburg.

Voor de overige aandachtspunten wordt verwezen naar de korte boortunnel.

3.5.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

Een gelijkvloerse aansluiting van het lange Boortunneltracé op de Laan van Hoornwijck in de eerste fase van de aanleg is niet mogelijk

3.6 Tracé Trekvliet Boortunnel variant

3.6.1 Beschrijving

Het 'Tracé Trekvliet Boortunnel' (TBT) is een variant op de BTK en heeft ook een ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg. Vanaf de hoge ligging ter hoogte van de ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg volgt de TBT een langgerekte helling van maximaal 4% tot het diepste punt onder de Zuidvliet. De ruimtelijke ligging van het tracé is te vergelijken met dat van T2. De tunnel start in de Vlietzone. Daarna loopt de tunnel onder de Zuidvliet door, die vervolgens in een centrale ligging de Trekvliet volgt.

Het tracé snijdt het kwadrant aan van Binckhorst op de hoek van de Jupiterkade, kruist de Junorstraat en buigt af met een S-bocht in het verlengde van de Binckhorstlaan. Na de passage van de haventoeegang komt de tunnel omhoog tot onder het maaiveld en ligt in een open bak vanaf de Junorstraat. De Zonweg wordt onderlangs gekruist, waarbij er een aansluiting komt vanuit de tunnel op de Zonweg en een aansluiting van de Zonweg via de tunnel richting knooppunt Ypenburg. Het tracé blijft verdiept en buigt af richting Neherkade, waar het tracé op maaiveld aansluit.

Voor de realisatie van de boortunnel is het noodzakelijk voldoende diep onder de Zuidvliet en Trekvliet door te gaan. De bovenzijde van de boortunnel ligt op een niveau van circa 10 meter – MV (onderzijde op circa 21 meter – MV), waardoor het wegdek op ongeveer 18 meter onder MV ligt. Het geboorde tunneldeel is bij dit tracé circa 1.200 meter lang, met toeritten van ieder ca. 400 meter, deels in een open bak en voor een deel gesloten.



Figuur 7: Tracé Trekvliet Boortunnel variant

3.6.2 Bouwfase

Uitgangspunt voor het boortunnelalternatief zijn twee tunnelbuizen met een buitendiameter van circa 10,5 meter. De startschacht wordt gerealiseerd in de Vlietzone waar voldoende ruimte aanwezig is voor aanvoer van de TBM en voor de installaties ter ondersteuning van de TBM. De ontvangtschacht wordt gerealiseerd in de Binckhorst in de hoek van de Jupiterkade. De TBM wordt na het boren van de eerste buis gedemonteerd en opnieuw naar de startschacht verplaatst voor de tweede tunnelbuis.

Ter plaatse van de startschacht en ontvangtschacht worden aanvullende maatregelen genomen om de gronddekking te minimaliseren tot circa 7 meter. De onderzijde van de constructie van de schachten ligt op circa 18 meter – MV. De onderlinge afstand (tussenruimte) van de tunnelbuizen wordt ter plaatse verkleind tot 3 meter. Voor het overige tracé wordt rekening gehouden met een tussenruimte van 5 meter.

Voor de start bouw van de ontvangtschacht en het verdiepte deel van de Binckhorstlaan dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tracé. Kabels en leidingen ter plaatse van het geboorde gedeelte van de tunnel worden niet verlegd (de boormachine gaat er onderdoor). Te verleggen kabels en leidingen zijn:

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
<Ø 800 x 3	150 KV x 11	3 st.	40 Bar x 1	Stadsverwarming 1 maal

3.6.3 Bouwhinder

Bouwhinder

Het geboorde deel van de tunnel geeft geen bouwhinder. De boormachine doet ondergronds vrijwel ongemerkt zijn werk. De startschacht en ontvangtschacht worden wel traditioneel gebouwd, maar bevinden zich op gunstige locaties ter hoogte de Binckhorst Twins en in de Vlietzone.

Verkeer

Voor de realisatie van de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan dient alle verkeer te worden omgeleid via de nieuwe aansluiting van de Regulusweg en Mercuriusweg. Voor alle bestemmingsverkeer en langzaam verkeer blijft de Binckhorstlaan bereikbaar. Bouwverkeer van en naar de ontvangtschacht en de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur. Voor het geboorde deel van de tunnel vinden alle bouwtransporten ondergronds plaats via het reeds gerealiseerde deel van de geboorde tunnel. In de startschacht komen de bouwstromen bovengronds. Dit is op een gunstige plaats in de Vlietzone.

Bouwtijd

De totale bouwtijd van de boortunnel bedraagt circa 4 jaar.

3.6.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

De variant bestaat uit twee geboorde tunnels met een diameter van circa 10,5 meter. Een geboorde tunnel met een grote diameter van circa 15+ meter waarin voldoende ruimte beschikbaar is voor beide rijrichtingen moet dieper worden aangelegd en komt ter hoogte van de ontvangtschacht circa 4 meter dieper aan. Het verticaal alignement van de weg past niet bij de gewenste aansluiting van de Zonweg in de Binckhorst. De geboorde tunnelvariant met grote diameter is verder buiten beschouwing gelaten.

Het tracé is verdiept aangelegd op de Binckhorstlaan om conflictvrij te kunnen aansluiten op de Neherkade / Centrumring.

3.6.5 Verificatie ontwerputgangspunten

Het Boortunnelalternatief bestaat uit twee tunnelbuizen, zonder een extra tunnelbuis die kan dienen als vluchtroute in calamiteitsituaties. Voor vluchtroutes is vooralsnog rekening gehouden met dwarsverbindingen tussen de beide tunnelbuizen op 250 meter afstand.

3.6.6 Aandachtspunten

Het Trekvliettracé loopt ten westen van Drievliet. Aan deze zijde is Drievliet bezig met uitbreidingsplannen voor onder andere een achtbaan. Deze is inmiddels gerealiseerd. De funderingswijze hiervan is op dit moment nog onbekend. Indien de bodemopbouw vergelijkbaar is met die van de Laan van Hoornwijk dient rekening te worden gehouden met funderingspalen tot in de zandlaag op minimaal NAP-17 m. Hier zullen in ieder geval maatregelen genomen moeten worden om zettingen te voorkomen. Langs de Vliet is een tankstation aanwezig. Gezien de bodemopbouw wordt verwacht dat op het bovenste zandpakket is gefundeerd. Gedacht wordt aan een fundering op korte palen tot bijvoorbeeld NAP-6,0 m. Waarschijnlijk zijn er wel ondergrondse voorraadtanks aanwezig. Met de huidige inzichten zullen deze tijdens de bouw niet verplaatst hoeven te worden, wel dienen deze apart bewaakt te worden. Daarnaast dient langs de Vliet rekening gehouden te worden met grondkerende constructies tot naar verwachting NAP-8 m. De bodem van de Trekvliet ligt op circa NAP-3,30 m. De breedte is circa 26 m. Aan weerszijden dient rekening te worden gehouden met grondkerende constructies tot naar verwachting NAP-8 m.

Een knelpunt is de Geestbrug. Dit is een basculebrug en daardoor extreem gevoelig voor zettingen. Het passeren van de basculekelder en het landhoofd met de tunnelboormachine levert hierdoor de nodige risico's op. Als er een kleine zetting optreedt, dan kan de brug niet meer functioneren. De basculekelder van de Geestbrug (oostzijde van de Trekvliet) is gefundeerd op staal op een niveau van circa NAP-3,60 m. De overzijde is gefundeerd op korte palen tot circa NAP-6,0 m. De breedte van de Trekvliet bij de brug is circa 10,5 m.

De ontvangtschacht wordt aangelegd ter hoogte van de Jupiterkade. Om dit mogelijk te maken zal het noodzakelijk zijn om het gebouw van de BAM te slopen. Daarnaast is door de S-bochten meer sloop van nabij gelegen panden nodig ondermeer langs de Junorstraat en zal deze S-bocht ook grote invloed hebben op de toekomstige inrichting van dit gebied.

De volgende ontwerpaspecten verdienen aandacht bij nadere uitwerking:

- ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg;
- ongelijkvloerse aansluiting van de Binckhorstlaan op de Neherkade – Mercuriusweg, met name de mogelijkheid tot aanpassing van de richting van de conflictvrije kruising in de richting van de Binckhorstlaan – Lekstraat - Koningstunnel;
- het 'onderstalrecht' regelen wanneer het boortracé particuliere percelen onderlangs passeert;
- optimalisatie van de diepte en breedte van de start- en ontvangtschacht, onder meer door aanvullende maatregelen te nemen (bovenbelasting, grondverbetering);
- optimalisatie van de afstand van dwarsverbindingen tussen de tunnelbuizen.

3.6.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

In de eindsituatie heeft de Boortunnel een ongelijkvloerse aansluiting op zowel de A13 als de A4 bij knooppunt Ypenburg. Een gelijkvloerse aansluiting van het Boortunneltracé op de Laan van Hoornwijk, voor het geval een fasering gewenst is, is niet onderzocht. Als de aanleg wordt gefaseerd, dan zal de Trekvieltunnel in de eerste fase gelijkvloers aansluiten op de Laan van Hoornwijk.

3.7 Tracé Noordelijke Boortunnel variant

3.7.1 Beschrijving

Het 'Tracé Noordelijke Boortunnel' (NBT) is een variant op de BTK en heeft een ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg. Vanaf de hoge ligging ter hoogte van de ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg volgt de NBT een langgerekte helling van maximaal 4% tot het diepste punt onder de Zuidvliet. Het alternatief is qua ligging te vergelijken met V2, waarbij het hier wel duidelijk om een andere aanlegmethode gaat, waardoor de effecten anders zullen zijn. De tunnel start in de Vlietzone, loopt daarna met een langgerekte flauwe bocht onder de Vliet door, via de Arentsburghlaan richting de Binckhorst. De tunnel eindigt in de Binckhorst, naast de Binckhorstbrug ter plekke van de huidige Basal betoncentrale. Ter hoogte van de Binckhorsthaven ligt de tunnel diep om geen beperking voor het bestaande scheepvaartverkeer te veroorzaken. Na de passage van de haventoeegang komt de tunnel omhoog tot onder het maaiveld en is een open bak ter hoogte van de aansluiting van de Zonweg. De Zonweg wordt onderlangs gekruist, waarbij er een aansluiting komt vanuit de tunnel op de Zonweg en een aansluiting van de Zonweg via de tunnel richting knooppunt Ypenburg. Het tracé blijft verdiept en buigt af richting Neherkade, waarop het tracé op maaiveld aansluit.

Voor de realisatie van de boortunnel is het noodzakelijk voldoende diep onder de Zuidvliet en Voorburg door te gaan. De bovenzijde van de boortunnel ligt op een niveau van circa 10 meter – MV (onderzijde op circa 21 meter – MV), waardoor het wegdek op ongeveer 18 meter onder MV ligt. Het geboorde tunneldeel is bij dit tracé circa 1.150 meter lang, met toeritten van ieder ca. 400 meter, deels in een open bak en voor een deel gesloten.



Figuur 7: Tracé Noordelijke Boortunnel variant

3.7.2 Bouwfase

Uitgangspunt voor het boortunnelalternatief zijn twee tunnelbuizen met een buitendiameter van circa 10,5 meter. De startschacht wordt gerealiseerd in de Vlietzone waar voldoende ruimte aanwezig is voor aanvoer van de TBM en voor de installaties ter ondersteuning van de TBM. De ontvangtschacht wordt gerealiseerd in de Binckhorstlaan ter hoogte van de Binckhorstbrug. De TBM wordt na het boren van de eerste buis gedemonteerd en opnieuw naar de startschacht verplaatst voor de tweede tunnelbuis.

Ter plaatse van de startschacht en ontvangtschacht worden aanvullende maatregelen genomen om de gronddekking te minimaliseren tot circa 7 meter. De onderzijde van de constructie van de schachten ligt op circa 18 meter – MV. De onderlinge afstand (tussenruimte) van de tunnelbuizen wordt ter plaatse verkleind tot 3 meter. Voor het overige tracé wordt rekening gehouden met een tussenruimte van 5 meter.

Voor de start bouw van de ontvangtschacht en het verdiepte deel van de Binckhorstlaan dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tracé. Kabels en leidingen ter plaatse van het geboorde gedeelte van de tunnel worden niet verlegd (de boormachine gaat er onderdoor). Te verleggen kabels en leidingen zijn:

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
<Ø 800 x 3	150 KV x 11	3 st.	40 Bar x 1	Stadsverwarming 1 maal

3.7.3 Bouwhinder

Bouwhinder

Het geboorde deel van de tunnel geeft geen bouwhinder. De boormachine doet ondergronds vrijwel ongemerkt zijn werk. De startschacht en ontvangtschacht worden wel traditioneel gebouwd, maar bevinden zich op gunstige locaties ter hoogte van de brug in de Binckhorstlaan en in de Vlietzone.

Verkeer

Voor de realisatie van de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan dient alle verkeer te worden omgeleid via de nieuwe aansluiting van de Regulusweg en Mercuriusweg. Voor alle bestemmingsverkeer en langzaamverkeer blijft de Binckhorstlaan bereikbaar. Bouwverkeer van en naar de ontvangtschacht en de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur. Voor het geboorde deel van de tunnel vinden alle bouwtransporten ondergronds plaats via het reeds gerealiseerde deel van de geboorde tunnel. In de startschacht komen de bouwstromen bovengronds. Dit is op een gunstige plaats in de Vlietzone.

Bouwtijd

De totale bouwtijd van de korte boortunnel bedraagt circa 4 jaar.

3.7.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

De variant bestaat uit twee geboorde tunnels met een diameter van circa 10,5 meter. Een geboorde tunnel met een grote diameter van circa 15+ meter waarin voldoende ruimte beschikbaar is voor beide richtingen moet dieper worden aangelegd en komt ter hoogte van de ontvangtschacht circa 4 meter

dieper aan. Het verticaal alignement van de weg past niet bij de gewenste aansluiting van de Zonweg in de Binckhorst. De geboorde tunnelvariant met grote diameter is verder buiten beschouwing gelaten.

Het boortunneltracé heeft een gestrekt verloop vanaf Ypenburg met een grote boog en rechtstand direct in het verlengde van de Binckhorstlaan. Het is een logisch tracé voor het doorgaande verkeer met een ontwerpsnelheid van 70 km/uur.

Het tracé is verdiept aangelegd op de Binckhorstlaan om conflictvrij te kunnen aansluiten op de Neherkade / Centrumring.

3.7.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

Het Boortunnelalternatief bestaat uit twee tunnelbuizen, zonder een extra tunnelbuis die kan dienen als vluchtroute in calamiteitsituaties. Voor vluchtroutes is voorsnog rekening gehouden met dwarsverbindingen tussen de beide tunnelbuizen op 250 meter afstand.

3.7.6 Aandachtspunten

Het eerste aandachtspunt, wat dit alternatief tegen komt, is de bebouwing op de Westvlietweg. De TBM moet de bebouwing ondergronds passeren zonder dat er schade optreedt. Gezien de ervaringen die opgedaan zijn met geboorde tunnels in binnen en buitenland is dit mogelijk. Wel dient er nader onderzoek gedaan te worden om zoveel mogelijk risico's uit te sluiten. Met de betreffende eigenaren zal een overeenkomst gesloten moeten worden over het boren in hun grond en onder hun pand. Gezien de bodemopbouw wordt verwacht dat op het bovenste zandpakket is gefundeerd. Mogelijk op staal of een fundering op korte palen tot bijvoorbeeld NAP-6,0 m. Daarnaast zal het tracé ook het aanwezige golfsterrein in de Vlietzone doorsnijden met de startschacht, hiervoor zal een oplossing gevonden moeten worden. Langs de Vliet dient aan weerskanten rekening te worden gehouden met grondkerende constructies tot naar verwachting NAP-8 m.

Het tweede aandachtspunt is het gebied rond de Klein Arendsburchstraat, de Paradijsstraat en de Overburgkade. Hier kruist het tracé ook enkele panden. Deze zijn naar alle waarschijnlijkheid allen gefundeerd op staal (al dan niet in combinatie met een kelder) of op korte palen (tot NAP-6,0 m). Hiervoor geldt ook dat er onder huizen doorgeboord moet worden en er overeenkomsten met de eigenaren gesloten moeten worden. Een groot deel van de bebouwing is in bezit van een woningstichting.

Daarna kruist het tracé een aantal kantoren aan de Maanweg (waaronder Keukenkampioen). In het geval van een fundatie op staal kunnen de kantoren mogelijk behouden blijven, maar in het geval van een fundatie op palen dient de hal te worden gesloopt of aangepast. Het achterhalen van de toegepaste fundatie is dus van wezenlijk belang.

Daarnaast zal het noodzakelijk zijn om de Basal, de betonfabriek naast de Binckhorstbrug, uit te plaatsen naar een andere locatie, omdat hier de ontvangtschacht wordt gebouwd. De fundering van de Binckhorstbrug is op dit moment nog onbekend. Verwacht wordt dat een fundering op staal of op korte palen is toegepast (tot NAP-6), maar er is ook een kleine kans dat een paalfundering is toegepast tot in de pleistocene zandlaag (NAP-17 m).

Tenslotte kruist de tunnel de haven van Binckhorst. Verwacht wordt dat een grondkerende constructie is toegepast tot NAP-8 m, maar mogelijk is een diepere constructie toegepast. Achter de noordelijke kade is mogelijk nog een oude kadeconstructie aanwezig. Het betreffende perceel zal indien voor dit tracé wordt gekozen waarschijnlijk worden opgekocht, waarna de kadeconstructie kan worden gesloopt en/of aangepast voordat de tunnel wordt aangelegd. Wel zal gezorgd moeten worden voor voldoende diepte om de ingang van de Binckhorsthaven vrij te houden, maar hiervoor zijn technische oplossingen beschikbaar.

De volgende ontwerpaspecten verdienen aandacht bij nadere uitwerking:

- ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg;
- ongelijkvloerse aansluiting van de Binckhorstlaan op de Neherkade – Mercuriusweg, met name de mogelijkheid tot aanpassing van de richting van de conflictvrije kruising in de richting van de Binckhorstlaan – Lekstraat - Koningstunnel;
- het 'onderstalrecht' regelen wanneer het boortracé particuliere percelen onderlangs passeert;
- optimalisatie van de diepte en breedte van de start- en ontvangtschacht, onder meer door aanvullende maatregelen te nemen (bovenbelasting, grondverbetering);
- optimalisatie van de afstand van dwarsverbindingen tussen de tunnelbuizen.

3.7.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

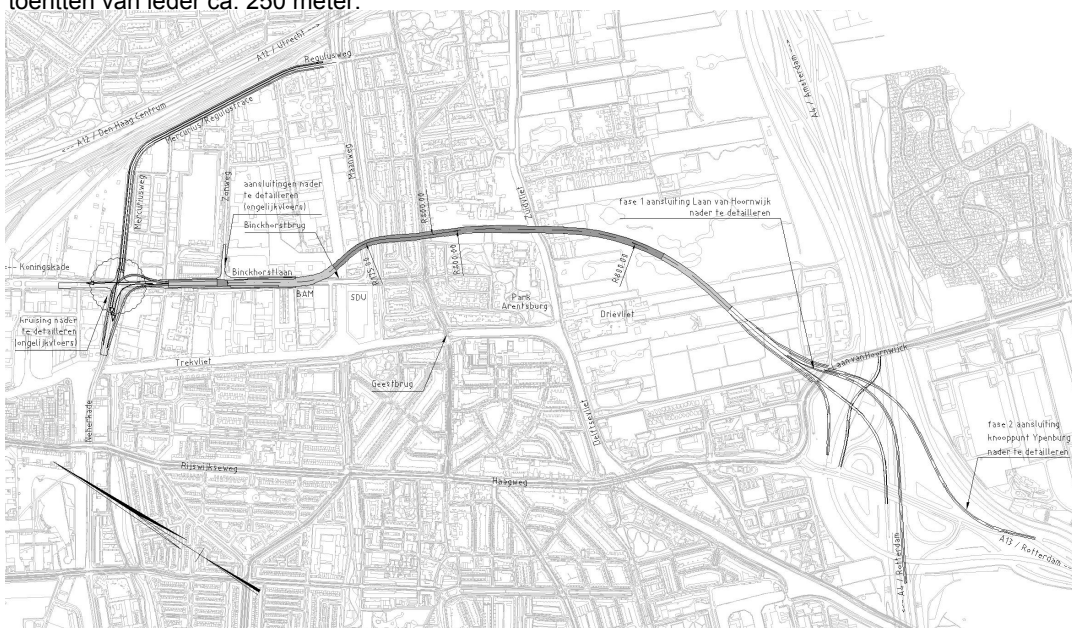
In de eindsituatie heeft de Boortunnel een ongelijkvloerse aansluiting op zowel de A13 als de A4 bij knooppunt Ypenburg. Een gelijkvloerse aansluiting van het Boortunneltracé op de Laan van Hoornwijck, voor het geval een fasering gewenst is, is niet onderzocht. Als de aanleg wordt gefaseerd, dan zal de Trekviertunnel in de eerste fase gelijkvloers aansluiten op de Laan van Hoornwijck.

3.8 Tracé Voorburg

3.8.1 Beschrijving

Het Tracé Voorburg kruist, komend vanaf knooppunt Ypenburg, de laan van Hoornwijck bovenlangs, komt op maaiveld in de Vlietzone door de Hoge Broekpolder. Daar start een tunnel onder de Zuidvliet, en vervolgens Voorburg-West ter hoogte van de Arentsburghlaan en de Arentsburghstraat. De tunnel kruist de Maanweg en sluit, met een S-bocht onder de Binckhorsthaven door, aan op de Binckhorstlaan. Ter hoogte van de Binckhorsthaven ligt de tunnel diep om geen beperking voor het bestaande scheepvaartverkeer te veroorzaken. Na de passage van de haventoeegang komt de tunnel omhoog tot onder het maaiveld en is een open bak ter hoogte van de aansluiting van de Zonweg. De Zonweg wordt onderlangs gekruist, waarbij er een aansluiting komt vanuit de tunnel op de Zonweg en een aansluiting van de Zonweg via de tunnel richting knooppunt Ypenburg. Het tracé blijft verdiept en buigt af richting Neherkade, waarop het tracé op maaiveld aansluit.

Ter hoogte van de kruising van de Binckhorsthaven en de kruising van de Zuidvliet ligt de tunnel onder het bodemniveau in verband met de scheepvaart, waardoor de bovenkant van het wegdek op ongeveer 11 meter onder MV ligt. De onderzijde van de constructie ligt op een diepte van circa 14 meter onder MV. Voor het overige ligt de tunnel circa 1 meter onder het maaiveld met het wegdek op ca. 7 meter onder MV (onderzijde constructie circa 10 meter – MV). Het tunneldeel is bij dit tracé ca. 1.650 meter lang, met toeritten van ieder ca. 250 meter.



Figuur 9: Tracé Voorburg

3.8.2 Bouwfase

Voor de start bouw van de tunnel dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tunneltracé. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de te verleggen kabels en leidingen.

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
>Ø 800 <Ø 1500 x 2 <Ø 800 x 4	150 KV x 18 25 KV x 2 10 KV x 7	5 st.	67 Bar x 2 8 Bar x 1	

De tunnel wordt gefaseerd gebouwd in een open bouwkuip:

- damwanden plaatsen met minimaal 2 meter werkruimte tussen de damwanden en de buitenzijde van de tunnel;
- trekpalen plaatsen en onderwaterbetonvloer storten;
- bouwkuip droogmalen en de tunnel realiseren;
- de Arentsburghstraat is te smal voor realisatie van de tunnel, zodat sloop en herbouw van de woningen ter plaatse noodzakelijk is;
- ter hoogte van het Arentsburghpark is de locatie van het archeologisch werelderfgoed Forum Hadriani. Archeologisch onderzoek stelt hoge eisen aan de bouwwijze en planning ter plaatse.

Er wordt van uitgegaan dat de bouw van de tunnel op 4 plaatsen gelijktijdig start om de bouwtijd te beperken. Vanaf de Arentsburghlaan wordt richting de Binckhorstlaan en de Zuidvliet gewerkt. Daarnaast wordt gestart aan de toerit bij de Binckhorstlaan en in de Vlietzone. Deze werkwijze heeft als voordeel dat een groot bouwterrein kan worden ingericht ter hoogte van de Arentsburghlaan.

3.8.3 Bouwhinder

Bouwhinder

De Arentsburghstraat en de omgeving is een woon- en verblijfsgebied. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op geringe afstand van de gevels van woningen. De daarbij optredende bouwhinder is een knelpunt.

Verkeer

Voor de realisatie van de verdiepte ligging van de Binckhorstlaan dient alle verkeer te worden omgeleid via de nieuwe aansluiting van de Regulusweg en Mercuriusweg. Voor alle bestemmingsverkeer en langzaamverkeer blijft de Binckhorstlaan bereikbaar. Bouwverkeer van en naar de bouwplaats geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur.

Bouwtijd

De realisatie van een tunneldeel ter hoogte van de passage Arentsburghstraat duurt circa 4 maanden. De totale bouwtijd van de het Tracé Voorburg bedraagt circa 6 jaar.

3.8.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

De gemeente Leidschendam-Voorburg heeft bezwaar gemaakt tegen het Tracé Voorburg, vanwege de noodzakelijke sloop ter hoogte van de Arentsburghstraat en het doorsnijden van het archeologische erfgoed Forum Hadriani.

Aanvankelijk voorzag het Tracé Voorburg in een aansluiting op de Maanweg: na kruising van de Broeksloot in een tunnel (ter hoogte van de Arentsburghstraat) buigt het tracé scherp af om aan te sluiten op de Maanweg in de richting van de Binckhorstbrug. Het hoogteverschil tussen de tunnel onder de Broeksloot en de hoge ligging op de Binckhorstbrug kan niet worden aangesloten met hellingen zonder het maximale hellingspercentage van 4% ruimschoots te overschrijden. Tevens is de S-bocht dermate krap dat een snelheid van 50 km/uur niet haalbaar is (30 km/uur is zelfs nauwelijks realiseerbaar). Het ontwerp van het Tracé Voorburg is aangepast door met een S-bocht onder de haventoeegang door direct verdiept aan te sluiten op de Binckhorstlaan. Verkeerskundig is het Tracé Voorburg daarmee identiek aan het alternatief Tracé Trekvllet T2.

In het tracé is een S-bocht opgenomen ter hoogte van de haventoeegang om zo min mogelijk terreinen en panden te raken. De terreinen ter hoogte van de (ongelijkvloerse) kruising met de Maanweg worden doorsneden, alsmede het terrein aan de oostkant van de Binckhorstlaan, tussen de Binckhorstlaan en de haven. De S-bocht is geschikt voor een maximale snelheid van 50 km/uur. Vergroting van de maximum snelheid tot 70 km/uur leidt tot verruiming van de S-bocht en grotere doorsnijding van terreinen.

Het tracé is verdiept aangelegd op de Binckhorstlaan om conflictvrij te kunnen aansluiten op de Neherkade / Centrumring.

3.8.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

Het archeologische erfgoed Forum Hadriani, een voormalige Romeinse stad, wordt ter hoogte van de Arentsburghlaan doorkruist. Als gevolg van de bouwwijze van de tunnel vanaf maaiveld zal het deel van het archeologisch monument dat zich in het tracé bevindt worden opgegraven.

Ter hoogte van de Arentsburghstraat is sloop en herbouw van woningen noodzakelijk om de tunnel te kunnen realiseren. De terreinen ter hoogte van de (ongelijkvloerse) kruising met de Maanweg worden doorsneden, alsmede het terrein aan de oostkant van de Binckhorstlaan, tussen de Binckhorstlaan en de haven.

De maximale snelheid in de tunnel is vanwege de S-bocht ter hoogte van de haventoeegang begrensd op 50 km/uur. Snelheidsovergangen in de tunnel zijn om veiligheidsredenen ongewenst.

3.8.6 Aandachtspunten

De verdiepte aanleg van de Binckhorstlaan betekent dat in de bouwfase de Binckhorstlaan gestremd wordt voor doorgaand verkeer. Het doorgaande verkeer zal in deze fase worden omgeleid via de aangepaste Mercuriusweg en Regulusweg. Deze aanpassing moet vooruitlopend op de aanleg van het Trekvllettracé gerealiseerd zijn. Bestemmingsverkeer en langzaam verkeer zal tijdens de bouw wel doorgang vinden.

De volgende ontwerpaspecten verdienen aandacht bij nadere uitwerking:

- ter hoogte van de Arentburghstraat is sloop en herbouw van woningen noodzakelijk;
- bouwhinder voor de omwonenden van de Arentburghstraat;
- ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg;
- ongelijkvloerse aansluiting van de Binckhorstlaan op de Neherkade – Mercuriusweg, met name de mogelijkheid tot aanpassing van de richting van de conflictvrije kruising in de richting van de Binckhorstlaan – Lekstraat - Koningstunnel;
- aantasting van de terreinen ter hoogte van de (ongelijkvloerse) kruising met de Maanweg, alsmede het terrein aan de oostkant van de Binckhorstlaan, tussen de Binckhorstlaan en de haven.

3.8.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

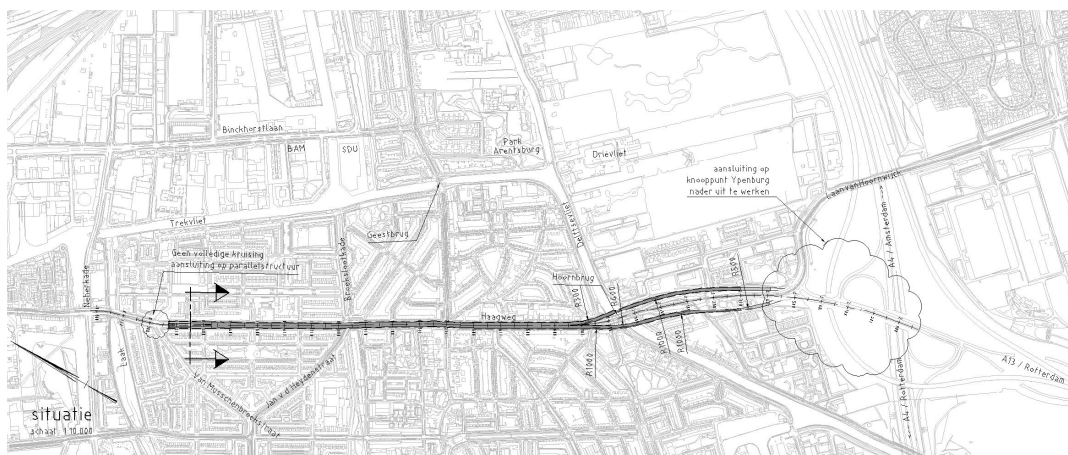
In de eindsituatie heeft het Tracé Voorburg een ongelijkvloerse aansluiting op zowel de A13 als de A4 bij knooppunt Ypenburg. Als de aanleg wordt gefaseerd, dan zal de Trekvliettunnel in de eerste fase gelijkvloers aansluiten op de Laan van Hoornwijck.

3.9 Tracé Haagweg

3.9.1 Beschrijving

Het Tracé Haagweg gaat vanaf knooppunt Ypenburg direct ondergronds ter hoogte van de bestaande aansluiting van de Laan van Delfvliet op de Laan van Hoornwijck. Het Tracé Haagweg kruist de Delftse Vliet ter hoogte van de Hoornbrug. Het tracé ligt hier diep om geen belemmering voor het scheepvaartverkeer te veroorzaken. Het Tracé Haagweg volgt ondergronds de Haagweg, de Rijswijkseweg en sluit op maaiveld aan ter hoogte van de Van Musschenbroekstraat. De Laak wordt met een brug gekruist en vervolgens sluit het tracé in beide richtingen aan op de Neherkade, de Centrumring. De Haagweg – Rijswijkseweg en Hoornbrug blijven beschikbaar voor bestemmingsverkeer en voor de aanliggende wijken met een aansluiting op de kruising Laan van Hoornwijck.

Vanwege de beperkte ruimte aan weerszijden van de Hoornbrug en de aanwezige paalfundering van de brug is de tunnel vanaf de brug tot aan het knooppunt Ypenburg gesplitst. Het tracé van het tunneldeel voor het verkeer richting Den Haag is gesitueerd ten noorden van de Laan van Hoornwijck en de Hoornbrug. Het tunneldeel voor het verkeer richting knooppunt Ypenburg is gesitueerd ten zuiden van de Laan van Hoornwijck en de Hoornbrug. Ter hoogte van de kruising van de Delftse Vliet ligt de tunnel onder het bodemniveau in verband met de scheepvaart, waardoor het wegdek op ongeveer 11 meter onder MV ligt. De onderzijde van de constructie ligt op een diepte van circa 14 meter onder MV. Voor het overige ligt de tunnel circa 1 meter onder het maaiveld met het wegdek op ca. 7 meter onder MV (onderzijde constructie circa 10 meter – MV). Het tunneldeel is bij dit tracé circa 1.900 meter lang met toeritten van ieder ca. 250 meter.



Figuur 10: Tracé Haagweg

3.9.2 Bouwfase

Voor de start bouw van de tunnel dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tunneltracé. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de te verleggen kabels en leidingen.

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
>Ø 1500 x 5 >Ø 800 >Ø 1500 x 4 <Ø 800 x 22	150 KV x 1 10 KV x 9	11 st.	4 Bar x 3	

De Haagweg – Rijswijkseweg is een belangrijke aansluiting van de Centrale Zone van Den Haag op het knooppunt Ypenburg met een grote verkeersintensiteit. In het midden van de Haagweg – Rijswijkseweg liggen tramsporen. In de bouwfase wordt voorrang gegeven aan het tramverkeer, het bestemmingsverkeer en langzaam verkeer. Voor het overige, met name het doorgaande verkeer wordt de Haagweg – Rijswijkseweg tijdens de bouw gestremd. Het beperkte verkeer wordt over het halve profiel van de weg afgewikkeld door de tunnel aan te leggen in een langsfasering, zoals bijvoorbeeld is gebeurd bij de bouw van de Koningstunnel in Den Haag. De beperkte verkeersstromen worden verlegd naar één zijde, zodat aan de andere zijde een tunnelwand en de helft van het tunneldak kan worden gerealiseerd. Vervolgens wordt in de tweede fase het beperkte verkeer omgelegd boven de reeds gerealiseerde tunnelhelft en wordt de tweede tunnelhelft aangelegd. De werkwijze zal tevens in de lengterichting worden gefaseerd om de kruisingen van de Haagweg – Rijswijkseweg minimaal te stremmen. Dit zijn de tijdelijke hoofdontsluitingsroutes voor het autoverkeer. De aanleg van Het Tracé Haagweg op dit deel van het tracé is complex.

De kruising van de Delftse Vliet wordt gerealiseerd met af te zinken tunneldelen ter hoogte van de doorvaartopening van de brug. Als gevolg van de beperkte breedte van de doorvaartopening in de brug is het niet mogelijk de tunnel in twee helften te realiseren. De afstand tot de brug is te klein om schepen langs een bouwkuip en vervolgens door de doorvaartopening van de brug te manoeuvreren. Dit zou een ongewenste langdurige stremming van het scheepvaartverkeer betekenen.

De tunneldelen tussen de Delftse Vliet en de aansluiting op knooppunt Ypenburg (de Laan van Hoornwijck) worden gefaseerd gebouwd in een open bouwkuip:

- damwanden plaatsen met minimaal 2 meter werkruimte tussen de damwanden en de buitenzijde van de tunnel;
- trekpalen plaatsen en onderwaterbetonvloer storten;
- bouwkuip droogmalen en de tunnel realiseren.

3.9.3 Bouwhinder

Bouwhinder

De Rijswijkseweg – Haagweg en de omgeving is een woon- en verblijfsgebied. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op geringe afstand van de gevels van de woningen. Ter plaatse van de toeritten lokaal op een minimale afstand van circa 4 meter. De daarbij optredende bouwhinder, alsmede de bereikbaarheid van de betreffende woningen (ook voor nood- en hulpdiensten) is een knelpunt.

Verkeer

De Rijswijkseweg - Haagweg is een belangrijke aansluiting van de Centrale Zone van Den Haag op het knooppunt Ypenburg met een grote verkeersintensiteit. Ondanks de langsfasering is het niet mogelijk om het doorgaande verkeer tijdens de bouw over deze route af te wikkelen. Voor dit verkeer is eigenlijk geen alternatieve route beschikbaar, zodat de overige invalswegen tijdens de bouwfase verder worden overbelast. Bouwverkeer van en naar de bouwplaats geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur.

Bouwtijd

De tunnel wordt gefaseerd aangelegd in een langsfasering. Dat betekent dat de bouwstroom twee keer een woning op een bepaalde locatie passeert. Per passage duurt de realisatie van het betreffende tunneldeel circa 4 maanden. De totale bouwtijd van de het Tracé Haagweg bedraagt circa 6 tot 7 jaar.

3.9.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

Het tracédeel van het Tracé Haagweg vanaf de Hoornbrug tot aan knooppunt Ypenburg is verkeerskundig slechts effectief als tevens een ongelijkvloerse aansluiting op de A13 en A4 wordt gerealiseerd. In een nadere uitwerking dient te worden onderzocht of een ongelijkvloerse aansluiting realiseerbaar is met behoud van de bestaande functionaliteit van het knooppunt Ypenburg.

In het alternatief is gekozen voor twee tunnels voor éénrichtingverkeer voor het tracédeel tussen de Delftse Vliet en de aansluiting op knooppunt Ypenburg (de Laan van Hoornwijck), omdat in het traject onvoldoende ruimte beschikbaar is om de tunnel vanaf de Haagweg in zijn geheel naar de noord- of de zuidzijde van de Laan van Hoornwijck en de Hoornbrug af te buigen.

Het Tracé Haagweg sluit op maaiveld aan op de kruising met de Van Musschenbroekstraat. Het verschuiven van de tunneluitgang in de richting van de Neherkade is niet mogelijk, omdat in dat geval de Van Musschenbroekstraat moet worden afgesloten. Doordat het tunneltracé dan een uitrit heeft ter hoogte van de kruising is het hoogteverschil te groot voor een gelijkvloerse aansluiting en te klein voor een ongelijkvloerse aansluiting.

Het Tracé Haagweg sluit met een T-aansluiting gelijkvloers aan op de Neherkade. De doorgaande verkeersstromen over de Neherkade gaan onder het kruisingsvlak door. Een ongelijkvloerse aansluiting van het tracé op de Neherkade is niet mogelijk, omdat in dat geval aansluitingen op vier niveaus moeten worden gerealiseerd. Dat is op deze locatie niet realiseerbaar zonder grootschalige ingreep in de bestaande gebouwde omgeving.

Voor het Tracé Haagweg komen bij uitstek de voordelen van de wanden-dak methode tot hun recht. De periode waarin de openbare ruimte aan de verkeersfunctie wordt onttrokken voor de gefaseerde bouw van de tunnel wordt daarmee beperkt. In de bodem ontbreekt echter een natuurlijke grondwaterafsluitende laag die nodig is voor het droog ontgraven van de bouwput onder het dak. Het vanaf maaiveld aanbrengen van een waterafsluitende laag is een kwetsbaar proces dat uiterst zorgvuldig moet worden uitgevoerd. De wanden-dak methode is een verder een bouwwijze met (zeer) hoge bouwkosten. In overleg met de opdrachtgever is besloten voor het Tracé Haagweg te kiezen voor een bouwmethode met een open bouwput.

3.9.5 Verificatie ontwerputgangspunten

De maximale snelheid in de tunnel is vanwege de gelijkvloerse aansluiting op de kruising Rijswijkseweg – Van Musschenbroekstraat begrensd op 50 km/uur. Snelheidsovergangen in de tunnel zijn om veiligheidsredenen ongewenst.

Ondanks de toepassing van twee smalle tunnels is sloop van enkele gebouwen rond de Hoornbrug aan de zijde van Den Haag noodzakelijk.

Ter hoogte van de tunneluitgang tussen de Wenckebachstraat en de Van Musschenbroekstraat biedt het profiel van gevel tot gevel juist voldoende ruimte voor alle verkeersstromen: de tram, twee keer twee rijstroken in de tunneluitgang, gecombineerd langzaam verkeer en bestemmingsverkeer langs de tunneluitgang en voetpaden. Door de combinatie van langzaam verkeer en bestemmingsverkeer is het

noodzakelijk de snelheid ter plaatse te beperken tot maximaal 30 km/uur. De verkeerscapaciteit van deze passage van de tunneltoegang is gering. De bestaande verkeerssituatie op maaiveld rondom de Rijswijkseweg wijzigt ingrijpend.

In het gesplitste deel van de tunnel is geen gescheiden middentunnel toegepast als vluchtroute. In plaats daarvan worden vluchtroutes naar het maaiveld opgenomen op een onderlinge afstand van circa 250 meter.

Het Tracé Haagweg voorziet niet in een ongelijkvloerse aansluiting op de Centrumring (Neherkade).

3.9.6 (Resterende) aandachtspunten

- De verkeerscirculatie in de omgeving van de tunneluitgang: de verkeerscapaciteit van de passage op maaiveld van de tunnelingang is dermate beperkt dat de Rijswijkseweg tussen de Wenkebachstraat en de Van Musschenbroekstraat praktisch gezien niet meer bruikbaar is voor verkeer met bestemmingen in de wijken. De wijkontsluiting van dit gebied en de verkeerscirculatie rondom de tunnelingang dient geheel te worden herzien;
- Inpassing van de toerit ter hoogte van de Van Musschenbroekstraat. Ter weerszijden van de toerit blijft net voldoende ruimte over voor een combinatie van langzaam verkeer en autoverkeer met een maximale snelheid van 30 km/uur;
- De optredende bouwhinder dient nader te worden verkend, alsmede maatregelen om de bouwhinder terug te dringen tot een aanvaardbaar niveau voor de omwonenden
- Verplaatsing van de tramhalte t.p.v. de tunnelingang (onvoldoende ruimte in de doorsnede);
- De bouwfaserings dient nader te worden uitgewerkt om onder meer de gevolgen voor het doorgaande verkeer en de bereikbaarheid van winkels en woningen nader te bepalen;
- De haalbaarheid van de ongelijkvloerse aansluiting op knooppunt Ypenburg met behoud van de bestaande functionaliteit van het knooppunt;
- Sloop van bebouwing rond de Hoornbrug (aan de zijde van Den Haag) om de beide tunneldelen om de Hoornbrug heen te kunnen leiden;
- Tijdens de aanleg van het noordelijke tunneldeel gaan er veel parkeerplaatsen verloren voor de bedrijven die langs de Laan van Hoornwijck gevestigd zijn;
- Kruising van de tram richting Delft t.h.v. de Broekpolder;
- Vormgeving van het kruispunt Rotterdamseweg – Laan van Hoornwijck voor de eerste fase van de aanleg;
- Kruising van de tunnel met het benzinestation ten zuiden van de Rotterdamseweg;
- Aanleg van de beide tunnels ter weerszijden van de Hoornbrug:
 - de doorvaartopening van de brug is beperkt in breedte en moet beschikbaar blijven voor het scheepvaartverkeer;
 - de stabiliteit van de fundering van de Hoornbrug;
- De aanleg van de tunnels naast het grondlichaam waarop de Laan van Hoornwijck en de tramsporen liggen.

3.9.7 Fasering aansluiting knooppunt Ypenburg

In de eindsituatie is een ongelijkvloerse aansluiting van Het Tracé Haagweg op zowel de A13 als de A4 bij knooppunt Ypenburg gewenst. Deze aansluiting is complex als gevolg van:

- de geringe afstand van de tunnelingang tot het knooppunt;
- de grote hoogteverschillen, m.n. van het Tracé Haagweg ter plaatse en de A4;
- de vele dwangpunten, zoals onder meer de tramsporen, de Laan van Hoornwijck, de verbindingsbogen van het knooppunt.

In een nadere uitwerking dient te worden onderzocht of dit realiseerbaar is met behoud van de bestaande functionaliteit van het knooppunt Ypenburg.

Als de aanleg van Het Tracé Haagweg wordt gefaseerd, dan zal de tunnel in de eerste fase gelijkvloers aansluiten op de Laan van Hoornwijck ter hoogte van de kruising met de Rotterdamseweg.

3.10 Tracé Mercuriusweg

3.10.1 Beschrijving

Het tracé Mercuriusweg ligt in het verlengde van de Mercuriusweg (Neherkade) in Den Haag met een rechtstreekse aansluiting op de A12/Utrechtsebaan. Het tracé kruist het spooremplacement onderlangs in een tunnel. De afrit van de A12 naar de Mercuriusweg toe kruist bovendien de Utrechtsebaan onderlangs. Ter hoogte van de A12/Utrechtsebaan is de aansluiting enkelzijdig, dat wil zeggen uitsluitend van en naar het Prins Clausplein. Er komt geen aansluiting richting centrum. Het tracé voorziet in een ongelijkvloerse aansluiting van de Mercuriusweg – Neherkade en Binckhorstlaan.

Het tracé gaat onder de Utrechtsebaan en het spoorwegemplacement door, waardoor het wegdek op een diepte van circa 6 meter onder MV ligt. De onderzijde van de constructie ligt op circa 9 meter – MV. Het tunneldeel van deze variant is 300 meter (richting Prins Clausplein) en 600 meter lang (vanaf Prins Clausplein dus inclusief kruising van de Utrechtsebaan), met toeritten van 250 meter.



Figuur 11: Tracé Mercuriusweg

3.10.2 Bouwfase

Voor de start bouw van de tunnel dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tunneltracé. De kabels en leidingen van ProRail op het spooremplacement vragen bij deze variant aandacht. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de te verleggen kabels en leidingen.

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
<Ø 800 x 4	150 KV x 7 25 KV x 1 10 KV x 2	6 st.	8 Bar x 1	ProRail K&L

Het verkeer op de Utrechtsebaan en het spoorverkeer mogen geen hinder ondervinden van de bouwfase. In buitendienststellingen worden per spoor damwanden geplaatst en wordt een fundering gerealiseerd. Op de funderingen wordt het tunneldak gerealiseerd, zodat het spoor daarop kan worden overgenomen. Voor de Utrechtsebaan wordt een vergelijkbare werkwijze toegepast. Vervolgens wordt onder het tunneldak ontgraven tot de gewenste diepte, trekpalen geplaatst, een onderwaterbetonvloer aangebracht en de bouwput drooggezet. In de bouwput wordt vervolgens de tunnel afgebouwd.

Voor het overige worden de toeritten gefaseerd gebouwd in een open bouwkuip:

- damwanden plaatsen met minimaal 2 meter werkruimte tussen de damwanden en de buitenzijde van de tunnel;
- trekpalen plaatsen en onderwaterbetonvloer storten;
- bouwkuip droogmalen en de toeritten realiseren.

3.10.3 Bouwhinder

Bouwhinder

De Voorburgse zijde van de Utrechtsebaan ter hoogte van de te realiseren aansluiting is een woon- en verblijfsgebied. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op beperkte afstand van de gevels van de woningen. De daarbij optredende bouwhinder is een knelpunt.

Verkeer

Het verkeer op de Utrechtsebaan en het spoorverkeer mogen geen hinder ondervinden van de bouwfase. De bouwfasering dient daarop te worden afgestemd. Bouwverkeer van en naar de bouwplaats geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur. Het Mercuriustracé ligt echter relatief gunstig.

Bouwtijd

De totale bouwtijd van de het Mercuriustracé bedraagt circa 3 jaar.

3.10.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

Het tracé van de Mercuriustunnel is overgenomen van eerdere studies naar deze directe aansluiting van de Centrumring op de Utrechtsebaan. Voor een nadere heroverweging van de gemaakte keuzes in de voorgaande studie is geen aanleiding.

3.10.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

Het tracé Mercuriusweg voldoet aan de geformuleerde ontwerpuitgangspunten, maar biedt geen rechtstreekse aansluiting op de A4 en A13.

3.10.6 (Resterende) aandachtspunten

- De inpassing van de extra uitvoegstrook en invoegstrook op de Utrechtsebaan;
- De bouwhinder ter hoogte van de uitvoegstrook aan de Voorburgse zijde van de Utrechtsebaan;
- De flexibiliteit van de bereikbaarheid van de Centrale Zone vanaf het Rijkswegennet neemt niet toe, maar blijft geheel afhankelijk van de (reeds overbelaste) Utrechtsebaan;
- De knip in de Maanweg om het verkeer vanuit de Binckhorst via het Mercuriustracé naar de Utrechtsebaan te 'dwingen' (de weefbeweging ten gevolge van de aansluiting Voorburg is een knelpunt op de Utrechtsebaan);
- De ontsluiting van de Binckhorst is geconcentreerd op het kruispunt Mercuriusweg-Binckhorstlaan, hetgeen kwetsbaarheid van de ontsluiting van de Binckhorst met zich mee brengt.

- De ontsluiting van de Binckhorst en de inrichting van de verbinding Regulusweg-Mercuriusweg met 2 rijbanen in beide richtingen als ontsluitingsweg van de Binckhorst (tezamen met de Binckhorstlaan en de Maanweg);
- Nadere uitwerking van de bouwfaserings, waarbij de tunnel het spooreplacement en de A12 kruist, waarbij beide verkeersstromen niet gehinderd mogen worden tijdens de bouwphase.

3.10.7 Fasering aansluiting Utrechtsebaan

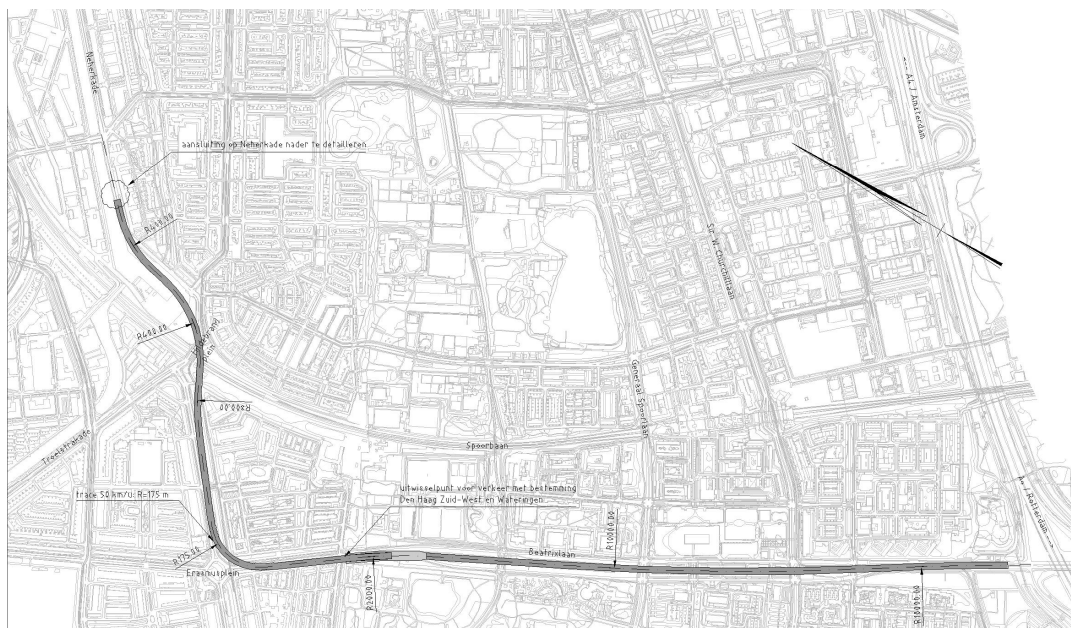
Voor de Mercuriustunnel wordt geen fasering voorzien voor de aansluiting op de Utrechtsebaan.

3.11 Tracé Prinses Beatrixlaan

3.11.1 Beschrijving

Het Tracé Prinses Beatrixlaan sluit aan op de bestaande afrit 11 Rijswijk en Delft van de A4. De helling van het viaduct over de A4 wordt in de middenberm van de bestaande Beatrixlaan voortgezet tot onder het maaiveld. De tunnel volgt in de middenberm de Prinses Beatrixlaan. Ter hoogte van de Guntersteinweg wordt een enkelzijdig uitwisselingspunt gerealiseerd voor verkeer van en naar de bestemming Den Haag Zuid-West / Wateringen. Het tracé buigt bij het Erasmusplein met een bocht af onder de Erasmusweg. De tunnel wordt westelijk van de Erasmusweg gesitueerd tussen de Erasmusweg en de bebouwing. Vervolgens worden het Hildebrandplein, station Moerwijk en de Laakhaven ongelijkvloers gekruist, waarbij het tracé in het verlengde van de Neherkade op maaiveld komt.

De tunnel ligt dicht onder het maaiveld, waardoor het wegdek op een diepte van circa 7 meter onder MV ligt. De onderzijde van de tunnel ligt op een diepte van circa 10 meter – MV. Het tunneldeel is bij dit tracé ca. 4.250 meter lang, met toeritten van ieder ca. 250 meter.



Figuur 12: Tracé Prinses Beatrixlaan

3.11.2 Bouwfase

Voor de start bouw van de tunnel dienen er zoveel mogelijk kabels en leidingen verlegd te worden naar buiten het tunneltracé. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de te verleggen kabels en leidingen.

Riool	Eneco	Glasvezel	Gas	Overig
>Ø 1500 x 1 >Ø 800 >Ø 1500 x 4 <Ø 800 x 18	160 KV x 1 150 KV x 10 25 KV x 8 10 KV x 5	27 st.	8 Bar x 4 4 Bar x 3 1 Bar x 2	Delfluent Ø 1000 x 1

Voordat het tunneldeel met toegang tussen de A4 en de Sir Winston Churchilllaan kan worden gerealiseerd moeten de tramsporen en de zuidelijke rijstroken van de Prinses Beatrixlaan in zuidelijke richting worden verlegd om de middenberm ook hier vrij te maken. De toegang en tunnel worden in de middenberm gerealiseerd. De tunnel wordt gefaseerd aangelegd, zodat het verkeer minimaal gehinderd wordt. Dit geldt in het bijzonder voor de bocht nabij het Erasmusplein en de kruising van het station Moerwijk / het Hildebrandplein.

De tunnel wordt gefaseerd gebouwd in een open bouwkuip:

- damwanden plaatsen met minimaal 2 meter werkruimte tussen de damwanden en de buitenzijde van de tunnel;
- trekpalen plaatsen en onderwaterbetonvloer storten;
- bouwkuip droogmalen en de tunnel realiseren;
- de kruisingen worden gefaseerd aangelegd zodat alle verkeer doorgang kan vinden;
- de aansluiting op de Neherkade wordt nader uitgewerkt wanneer meer bekend is over de aanpassing van de Neherkade ter plaatse.

Er wordt van uitgegaan dat de bouw van de tunnel op meerdere plaatsen gelijktijdig start om de bouwtijd te beperken.

3.11.3 Bouwhinder

Bouwhinder

De Erasmusweg, het Hildebrandplein en de Beatrixlaan ter hoogte van het Erasmusplein en de omgeving is een woon- en verblijfsgebied. De bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd op variërende afstanden van de gevels van de woningen. De bouwhinder is voor de Beatrixlaan en de Erasmusweg beheersbaar. Ter hoogte van het Hildebrandplein is de bebouwing dichter en kan een knelpunt optreden t.a.v. de bouwhinder.

Verkeer

Het Hildebrandplein is een knelpunt in het verkeersnetwerk waar een aantal belangrijke verkeersstromen samenkomen onder de spoorkruising. Dit stelt eisen aan de bouwfaserings. Ondanks een goed uitgewerkte faserings zal in de bouwfasings verkeerhindering optreden. Bouwverkeer van en naar de bouwplaatsen geeft een extra belasting van de bestaande infrastructuur.

Bouwtijd

De realisatie van een tunneldeel zal circa 4 maanden duren. De totale bouwtijd van de het Tracé Beatrixlaan bedraagt circa 7 jaar.

3.11.4 Gemaakte keuzen met bijbehorende afweging

De Beatrixtunnel is een lange tunnel met de uitgang ter hoogte van de Neherkade. Dit ontwerp heeft de voorkeur boven een tunnel tot aan het Erasmusplein, omdat de verkeersstroom richting de Centrale Zone in dat geval bovengronds over de Erasmusweg - Hildebrandplein moet worden afgewikkeld. Als voor de kortere tunnelvariant wordt gekozen, dan moeten ingrijpende maatregelen worden getroffen voor verbetering van de verkeersdoorstroming op deze route. In plaats daarvan is gekozen om uit te gaan van

een lange tunnel die direct aansluit op de Neherkade. Met name het Hildebrandplein is in de actuele situatie al een knelpunt voor het verkeer.

Een groot deel van het verkeer dat gebruik maakt van de aansluiting Rijswijk op de A4 heeft een bestemming in Den Haag Zuid-West / Wateringen. Dit verkeer kan onder de Beatrixlaan en alle kruisingen door geleid worden door te voorzien in een uitwisselingspunt ter hoogte van de Guntersteinweg. Deze verkeersstroom heeft geen relatie met het doel van het initiatief, de verbinding van de Centrale Zone en het Rijkswegennet. Desondanks is het efficiënt om het uitwisselingspunt in deze studie te betrekken.

Voor de bocht in de tunnel ter hoogte van het Erasmusplein is gekozen voor een ontwerpsnelheid van 50 km/uur. Vergroting van de boogstraal voor een snelheid van 70 km/uur leidt tot sloop van de gebouwen aan de binnenzijde van de bocht.

Het verkeer van de Sir Winston Churchilllaan, de Generaal Spoorlaan en andere kruisende wegen hebben geen aansluiting op de tunnel.

De bestaande aansluiting op de A4 wordt gehandhaafd.

3.11.5 Verificatie ontwerpuitgangspunten

De maximale snelheid in de tunnel is vanwege de bocht ter hoogte van het Erasmusplein begrensd op 50 km/uur. Snelheidsovergangen in de tunnel zijn om veiligheidsredenen ongewenst.

Het Tracé Prinses Beatrixlaan voorziet niet in een ongelijkvloerse aansluiting op de A13 en de Centrumring (Neherkade).

3.11.6 (Resterende) aandachtspunten

- De bovengrondse afwikkeling van het (doorgaande) verkeer van de Sir Winston Churchilllaan en de Generaal Spoorlaan in de richting van de aansluiting A4 en vice versa;
- Kruising met het spoor en station Moerwijk ter hoogte van het Hildebrandplein alsmede de bouwfasering voor deze locatie;
- De fasering van de bouwwerkzaamheden en de afwikkeling van het verkeer tijdens de bouw vanaf het Erasmusplein tot en met de aansluiting op de Neherkade;
- Het tracé heeft geen rechtstreekse aansluiting op de A13.

3.11.7 Fasering aansluiting A4

Voor het Tracé Prinses Beatrixlaan wordt geen fasering voorzien voor de aansluiting op de A4.

DHV B.V.

4 LEEMTEN IN KENNIS

Aan de ontwerpen zijn twee belangrijke eisen gesteld:

1. realistisch en realiseerbaar (maakbaar) binnen gangbare randvoorwaarden in tijd en geld;
2. voldoende uitwerkingsniveau om de milieueffecten voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen om vergelijking van de alternatieven en afweging mogelijk te maken (voldoende nauwkeurig in relatie tot een positief advies van de cie. m.e.r.).

Op dit moment is de bestaande situatie nog niet gericht in detail onderzocht voor de ontwerpen op de volgende onderwerpen:

- bodemgesteldheid;
- funderingen/funderingsresten;
- kabels en leidingen (overleg met de eigenaren).

Geconcludeerd kan worden dat alle gepresenteerde ontwerpen realiseerbaar zijn binnen aanvaardbare randvoorwaarden. Nog niet alle knelpunten en aandachtspunten zijn opgelost. Wel is vastgesteld dat ze op aanvaardbare wijze oplosbaar zijn.

Duurzaam Bouwen krijgt daarin ook nadrukkelijk een plaats. Hoe de alternatieven verder worden uitgewerkt en de resultaten daarvan is nog ongewis.

DHV B.V.

5 COLOFON

Opdrachtgever	: Stadsgewest Haaglanden
Project	: MER verbetering bereikbaarheid Den Haag
Dossier	: A7841-01.001
Omvang rapport	: 67 pagina's
Auteur	: Robert de Jager en Wieger Savenije
Bijdrage	:
Projectleider	: Robert de Jager
Projectmanager	: Jelle Hannema
Datum	: mei 2007
Naam/Paraaf	:

DHV B.V.

BIJLAGE 1 Ontwerptekeningen