

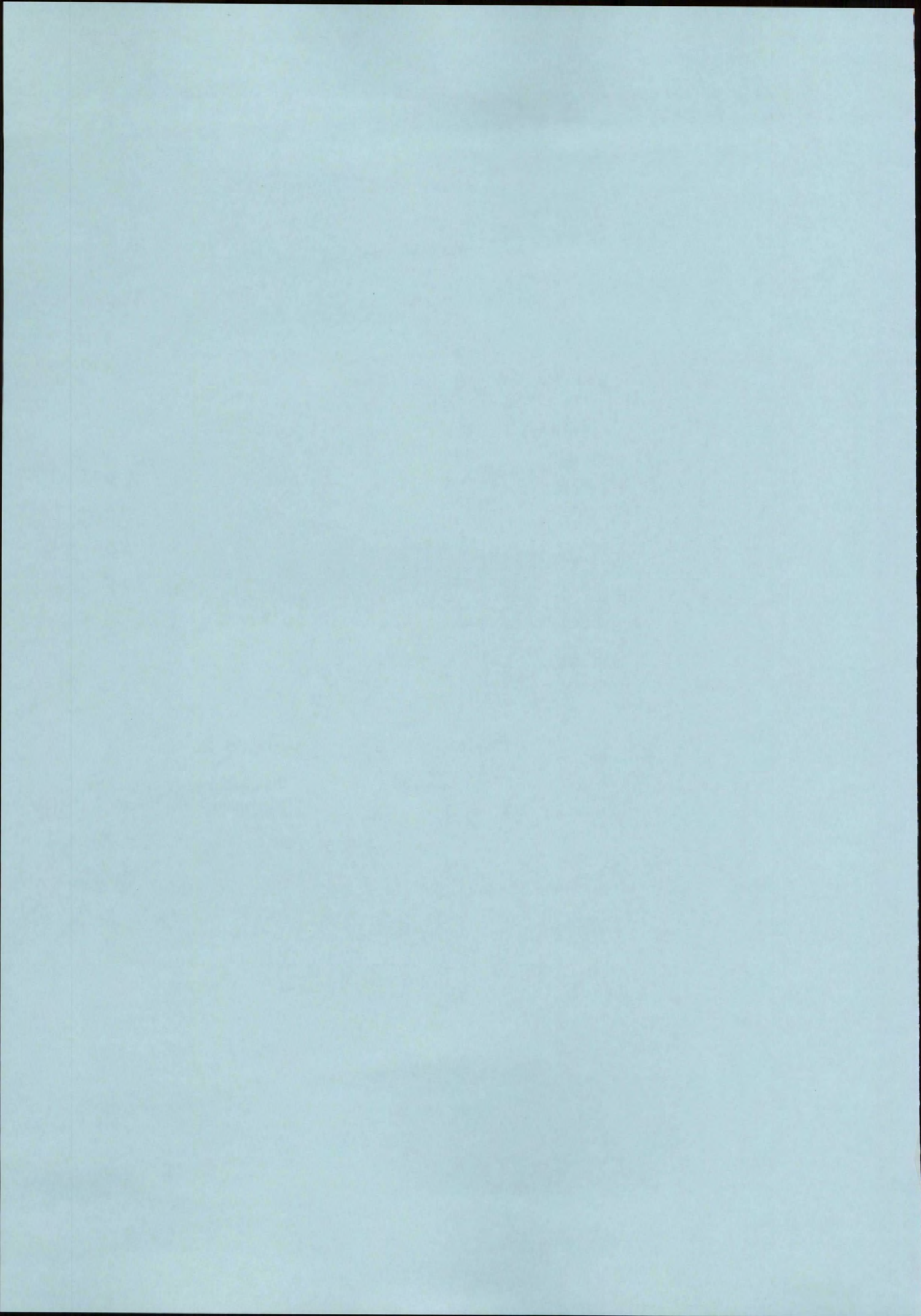


Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 3d

**Vormgeving van Knooppunten
Muiderberg & Holendrecht**

30 september 2002





Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 3d

**Vormgeving van Knooppunten
Muiderberg & Holendrecht**

30 september 2002



Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Algemeen	6
1.2	Doelstelling document	6
2	Documentinhoud	7
2.1	Probleemstelling	7
2.2	Doelstelling	7
2.3	Afbakening	7
2.4	Resultaat	7
2.5	Relatie met andere projecten	7
3	Uitgangspunten	8
3.1	Algemeen	8
3.2	Uitgangspunten	8
3.3	Randvoorwaarden, eisen, dwangpunten en wensen.	8
4	Omschrijving van de varianten	10
4.1	Knooppunt Holendrecht	10
4.1.1	De 'hooggelegen' oplossing	10
4.1.2	De 'laaggelegen' oplossing	11
4.1.3	Oplossing met wisselstroken	12
4.2	Knooppunt Muiderberg	15
4.2.1	Uitbreiding van het knooppunt met aansluiting op de tunnel	15
4.2.2	De 'hooggelegen' oplossing van reconstructie knp. Muiderberg.	17
4.2.3	De 'laaggelegen' oplossing van reconstructie knp. Muiderberg.	18
4.2.4	Oplossing met wisselstroken	19
4.2.5	Alternatieve oplossingen Muiderberg	20
	<i>Variant met handhaving van bestaand knooppunt Muiderberg</i>	20
	<i>Wisselstrook-variant met handhaving van bestaand knooppunt Muiderberg</i>	20
4.3	Beoordeling	22

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het gebied Amsterdam-Almere is als ruimtelijke reservering opgenomen in het kabinetsstandpunt NVVP, waarbij een verbinding tussen rijksweg 6 en 9 een mogelijke optie is. Er is opdracht gegeven voor uitvoeren van een technische haalbaarheidsstudie naar een tunnel A6/A9.

Een onderdeel van de technische haalbaarheidsstudie is het ontwerpen van knooppunten Muiderberg en Holendrecht. Deze vormen de verbinding tussen de tunnel en het bestaande rijkswegennet. Per knooppunt wordt uitgegaan van minimaal 2 en maximaal 4 varianten.

In dit document zal per knooppunt uiteengezet worden welke ontwerpvarianten mogelijk zijn en wat dit voor consequenties heeft voor de bestaande infrastructuur en de tunnel.

Verder komen aan bod:

- de uitgangspunten, randvoorwaarden en wensen
- de voor- en nadelen per variant
- het benoemen van de knelpunten
- schifting van de verschillende varianten in deze technische studie

1.2 Doelstelling document

Dit document beschrijft de overwegingen die geleid hebben tot de voorgestelde varianten van knooppunt Holendrecht en Muiderberg.

2 Documentinhoud

2.1 Probleemstelling

De aansluitingen van de tunnel op de knooppunten Holendrecht (A9) en Muiderberg (A6) dienen te worden onderzocht op haalbaarheid en kosten. De kostenraming vormt geen onderdeel van dit document, en is beschreven "kostenraming A6/A9" opgesteld door de Bouwdienst.

2.2 Doelstelling

Hoofddoelstellingen van dit document:

- Onderzoek naar de oplossingsmogelijkheden voor de aansluiting van de tunnel op het rijkswegennet.
- Onderbouwing van de gekozen oplossingen

2.3 Afbakening

Dit document beperkt zich tot het beschrijven en schetsen van oplossingsmogelijkheden van de knooppunten Holendrecht en Muiderberg. Verdere uitwerking van de gekozen varianten gebeurt middels horizontale & verticale alignementen en dwarsprofielen.

2.4 Resultaat

Het resultaat is een overzicht van de uitgewerkte knooppunten voorzien van een aansluiting op de tunnel, schaal 1:5000.

De volgende ontwerpen behoren bij dit resultaat:

- o Knooppunt Holendrecht, de 'hooggelegen' oplossing, nr. NHTZ-2002-71153
- o Knooppunt Holendrecht, de 'hooggelegen' oplossing, wisselstrook-variant, nr. NHTZ-2002-71154
- o Knooppunt Muiderberg, de 'hooggelegen' oplossing, nr. NHTZ-2002-71155
- o Knooppunt Muiderberg, de 'hooggelegen' oplossing, wisselstrook-variant, nr. NHTZ-2002-71156

2.5 Relatie met andere projecten

- Bereikbaarheidsoffensief Noordelijke Randstad (BONR)
- Quick Scan Weg corridor Haarlemmermeer – Almere

Deze projecten staan omschreven in het PvA, d.d. 21-12-2002.

Lopende projecten die een raakvlak hebben met deze studie, zijn voor wat betreft de knooppunten:

- Corridor Regio Amsterdam – Almere – 't Gooi (CRAAG)
- Corridor Amsterdam – Utrecht (CAU I en CAU II)
- Lokale ontwikkelingen

3 Uitgangspunten

3.1 Algemeen

Bij het tot stand komen van de knooppuntsvormen is onder andere gekeken naar de te verwachten intensiteiten met als prognosejaar 2020. Hieraan lagen in eerste instantie de cijfers van de diVV Amsterdam ten grondslag, later vervangen door meer recente verkeerscijfers van Rijkswaterstaat Noord-Holland (Noordvleugelmodel, DHV).

Bij het inpassen van de extra benodigde verbindingswegen tussen tunnel en knooppunt, is begonnen met de vraag in hoeverre de bestaande vormgeving van elk van de knooppunten inpasbaar is in een nieuw te ontwerpen (volledig) knooppunt. Op dit punt onderscheiden de knooppunten zich van elkaar.

Knp. Holendrecht ontwikkelt zich namelijk 'evenwichtig' waarbij doorgaande rijkswegen de grootste verkeersstromen te verwerken krijgen. Knp. Muiderberg krijgt daarentegen te maken met een (verdere) verschuiving van het zwaartepunt. Niet het Gooi (A1), maar Almere (A6) zal in de toekomst veruit het meeste verkeer genereren op knp. Muiderberg. Deze ontwikkeling heeft tot gevolg dat de oorspronkelijke vormgeving van het knooppunt (met de A1 als voornaamste verkeersstroom) in de toekomstige situatie niet meer voldoet.

Het resultaat is een uitbreiding van knp. Holendrecht tot een volledig knooppunt met aansluiting op de tunnel en een totale reconstructie van knp. Muiderberg.

3.2 Uitgangspunten

Als uitgangspunt hebben de onderstaande gegevens gediend:

- prognose voor 2020 van de verkeersintensiteiten, DHV 12-03-2002
- verbinding tussen beide knooppunten, uitsluitend ondergronds
- rekening houden met de basisrichtlijnen van de ROA, gelet op de studiefase van dit project is verdere verdieping in de ontwerpsfeer niet noodzakelijk
- de bestaande ondergrond zoals deze op dit moment beschikbaar is
- het projectgebied is beperkt tot de knooppunten Holendrecht en Muiderberg en omvat niet de hierop aansluitende rijkswegen A1, A2, A6 en A9
- de projecten CAU I en CRAAG (zie § 2.5)

3.3 Randvoorwaarden, eisen, dwangpunten en wensen.

In een dergelijke studiefase zijn er weinig harde beperkingen op te leggen, het gaat eerder om een 'indicatief' ontwerp om de (on-)mogelijkheden en consequenties ervan te kunnen beoordelen.

Bij het vormgeven van de knooppunten is rekening gehouden met de onderstaande punten:

Randvoorwaarden

- Vanaf het knooppunt aansluiten op de tunnel. Hierbij kan de keuze van het type tunnel bepalend zijn voor de vormgeving van het weggedeelte tussen het knooppunt en de tunnel. Met name de 'Parijse' (dubbeldeks) variant en de variant met wisselstroken (3 tunnelbuizen) zullen van invloed zijn op de vormgeving.

Eisen

- reële oplossing voor de knooppunten i.c.m. een tunnelaansluiting

Dwangpunten

- Naardermeer (knp Muiderberg)
- Naardertrekvaart (knp Muiderberg)
- spoorlijn Amsterdam-Almere (knp Muiderberg)
- Holendrechtplas (knp Holendrecht)
- Wegas aansluiten op bestaande weginfrastructuur

Wensen

- Inpassen van bestaande infrastructuur in toekomstig ontwerp
- Compact ontwerpen van de knooppunten
- Gevolgen van de uitbreiding voor het omliggende landschap trachten te beperken
- Kostenbewust ontwerpen

4 Omschrijving van de varianten

4.1 Knooppunt Holendrecht

Algemeen

Als gevolg van de huidige vormgeving van het knooppunt en de verdeling van de verkeersstromen, is het mogelijk deze vorm uit te bouwen tot een zogenaamde "halve turbine-oplossing". Een knooppuntsvorm met (semi-) directe verbindingswegen voor de grootste verkeersstromen, zoals bijvoorbeeld in figuur 1 is weergegeven). Andere mogelijke oplossingen dragen niet bij tot een betere doorstroming of zijn duurder, complexer dan wel moeilijker uitvoerbaar. Derhalve is gekozen 2 varianten nader te bekijken, welke beiden gebaseerd zijn op het basis-principe van een "halve turbine-oplossing", welke hieronder nader zijn omschreven. In beide oplossingen is het echter niet mogelijk gebleken de aansluiting Meibergdreef op het bestaande knooppunt te handhaven (in §4.1.1 wordt dit gemotiveerd).

Wisselstroken

Op basis van deze 2 varianten zijn er ook alternatieven te bedenken met inpassing van wisselstroken. Uiteraard zal inpassing consequenties hebben voor het knooppunt, het één en ander staat nader omschreven in §4.1.3.

De 'Parijse variant'

Een andere tunneloplossing, de zogenoemde 'Parijse variant', heeft tot gevolg dat er volstaan kan worden met een andere knooppuntsoplossing en de vormgeving van het gedeelte tussen het knooppunt en de tunnel. De oorzaak ligt in de beperkte ontwerpsnelheid van 70km/u in plaats van de gehanteerde 120km/u. Vanwege de lagere ontwerpsnelheid is het mogelijk 'compacter' te ontwerpen, zodoende kan gesteld worden dat als de oplossing met 120km/u technisch haalbaar is, de oplossing met de 'Parijse variant' ook realiseerbaar is. Verdere uitwerking van deze variant, blijft voor wat betreft de knooppunten achterwege.

4.1.1 De 'hooggelegen' oplossing

Een uitgangspunt in deze is het zoveel mogelijk handhaven van het bestaande knooppunt, verder uitgebouwd met een verbinding richting de tunnel.

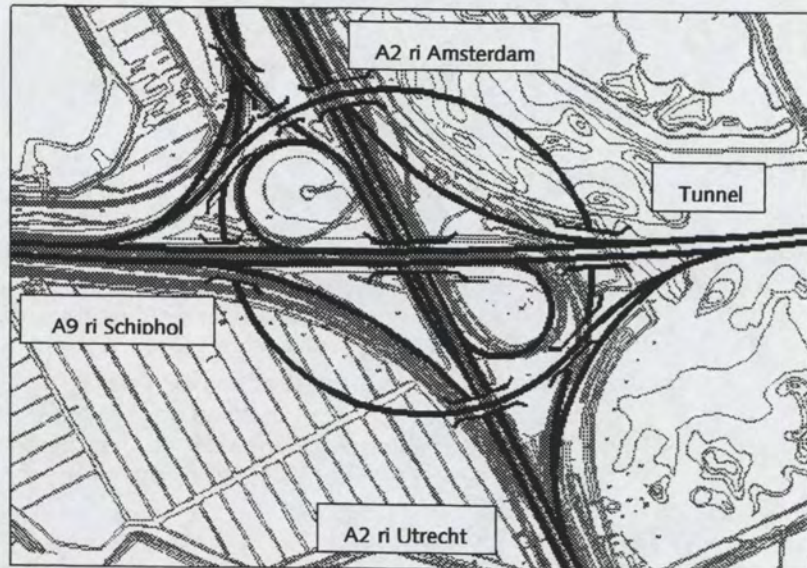
Korte beschrijving (zie figuur 1)

De grote verkeersstromen worden via semi-directe verbindingswegen naar de doorgaande rijkswegen geleid. Deze verbindingswegen kruisen de A9 'laag' en de A2 'hoog', op niveau 1. De verbindingsslussen zijn aangepast aan de nieuwe situatie en de doorgaande wegvakken zijn uitgebreid met één of meerdere rijstroken. Er wordt van niveaus gesproken om aan te geven hoe de verschillende wegvakken elkaar kruisen. Het maaiveld wordt beschouwd als niveau 0.

Kunstwerken

Bij deze oplossing kan er gebruik gemaakt worden van de bestaande kunstwerken. Het bestaande kunstwerk van de Meibergdreef, gelegen over de A2, zal zijn functie verliezen. De motivatie hiervoor is dat het ombouwen van het bestaande 'halve' knooppunt naar een volledig knooppunt, met behoud van de

aansluiting Meibergdreef, leidt tot een aanzienlijk complexere knooppunts-oplossing en een navenant hoger kostenplaatje. De nieuwe kunstwerken bevinden zich grotendeels op locaties in het huidige verkeer.



Figuur 1 :Knooppunt Holendrecht 'Hooggelegen A9 richting tunnel'

Voordelen

- Een relatief geringe aanpassing van het knooppunt waarbij de huidige verkeersstromen grotendeels intact kunnen blijven.
- Relatief goedkope oplossing, aangezien er sprake is van uitbreiding op het bestaande knooppunt.

Nadelen

De volgende nadelen zijn te verwachten bij deze oplossing:

- De hoge ligging van de wegvakken tussen het knooppunt en de tunnel. Hierdoor is er langer sprake van 'visuele' hinder door de zichtbare aanwezigheid van verkeer en wegmeubilair.
- Faseringsproblemen door de in het aanwezige verkeer te verrichten uitvoeringswerkzaamheden.

4.1.2 De 'laaggelegen' oplossing

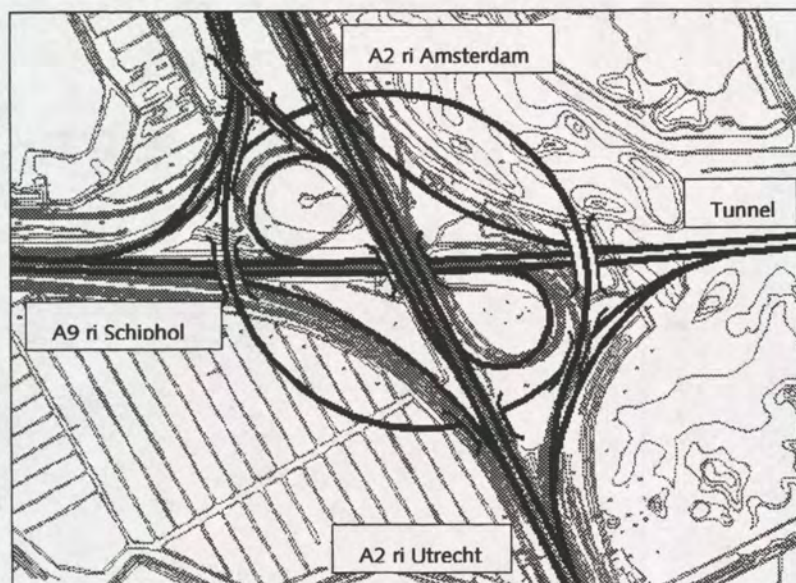
Deze oplossing is qua vormgeving gelijk, maar in hoogte het tegenovergestelde van de 'hooggelegen' oplossing.

Korte beschrijving (zie figuur 2)

De A2 zal ter plaatse van het knooppunt de A9 bovenlangs kruisen. De A9 bevindt zich in deze situatie op maaiveldhoogte. De overige verbindingswegen worden hierop aangepast.

Kunstwerken

Alle bestaande kunstwerken verliezen hun functie en worden vervangen / aangevuld door nieuwe kunstwerken. Ook bij deze oplossing geldt dat het instant willen houden van de Meibergaansluiting op het knooppunt Holendrecht tot een aanzienlijk hoger kostenplaatje zal leiden.



Figuur 2 :Knooppunt Holendrecht 'Laaggelegen A9 richting tunnel'

Voordelen

- Het voordeel van deze oplossing is de verminderde 'visuele' hinder in vergelijking met de voorgaande oplossing.
- Een gunstigere Ausgangssituatie naar de tunnel toe aangezien de toeleidende wegvakken zich al op een laag niveau (namelijk niveau -1) bevindt.

Nadelen

De volgende nadelen zijn te verwachten bij deze oplossing:

- Aanzienlijk hogere aanlegkosten van het knooppunt als gevolg van het volledig ombouwen van het bestaande knooppunt.
- Grote verkeershinder gedurende een lange tijd op dit overbelaste deel van het wegennet.

4.1.3 Oplossing met wisselstroken

Uitgangspunt is de tunnelvariant met 3 tunnelbuizen en 2 rijstroken per tunnelbuis. De middelste tunnelbuis zal in deze oplossing een wisselstrook-functie krijgen.

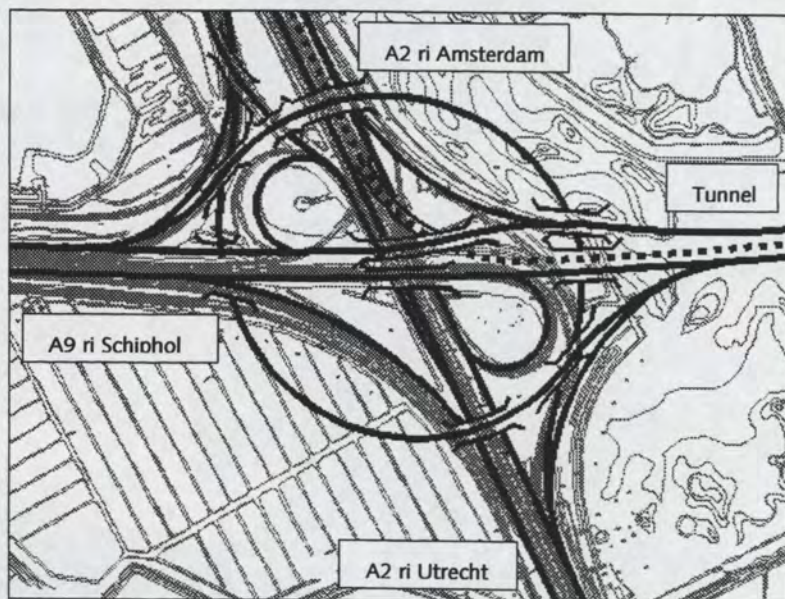
Korte beschrijving (zie figuur 3 en 4)

De vormgeving van het knooppunt is gebaseerd op de in §4.1.1 en §4.1.2 omschreven oplossingen. Waarbij de wisselstrook een verbinding zal worden tussen enerzijds Almere en anderzijds de A2 richting Amsterdam (zie figuur 3) en/of A9 richting Amstelveen/Schiphol (zie figuur 4). Een voorkeur is te verwachten voor de op §4.1.1 gebaseerde hooggelegen-oplossing met een 2-strooks wisselbaan in de richting van A2-Amsterdam.

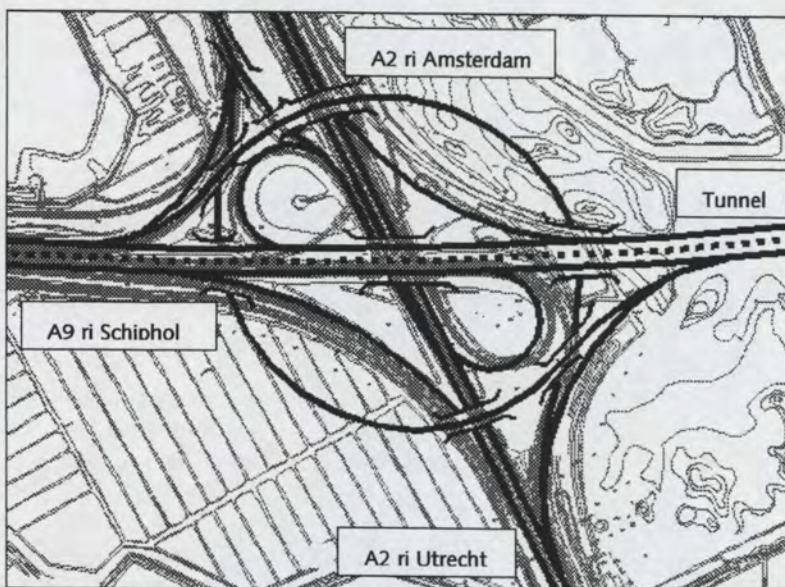
De reden hiervoor is:

- De kosten van deze oplossing.
- De te verwachten verkeersstromen, waarbij het zwaartepunt vooral in de richting van Amsterdam is gelegen.

De oplossing met een 2-strooks-wisselbaan richting de A2 Amsterdam is in de uitwerking meegenomen.



Figuur 3 :Knooppunt Holendrecht “hooggelegen” met wisselstrook richting A2-Amsterdam (stippellijn).



Figuur 4 :Knooppunt Holendrecht “hooggelegen” met wisselstrook richting A9-Schiphol (stippellijn).

Kunstwerken

Indien er gekozen wordt voor de op §4.1.1 gebaseerde oplossing, zijn de consequenties voor het inpassen van een 2-strooks wisselbaan relatief eenvoudig.

Voor de op §4.1.2 gebaseerde oplossing geldt het volgende:

Naast de benodigde kunstwerken voor de standaard knooppuntoplossing zijn er voor deze oplossing extra kunstwerken en zogenaamde “dive-unders” nodig

voor de wisselstroken. Een "dive-under" is de tegenhanger van een fly-over waarbij een aantal wegvakken verdiept (beneden maaiveld) worden gepasseerd.

Voordelen wisselstrook-variant

- Efficiënter gebruik maken van de rijstroken, door meer capaciteit te bieden in de spitsrichting (middels wisselstroken).
- Bij complicaties kan de wisselbaan als alternatief dienen voor het verwerken van het verkeer.

Nadelen wisselstrook-variant

De volgende nadelen zijn te verwachten bij deze oplossing:

- Door de extra benodigde kunstwerken zijn hogere aanlegkosten te verwachten, waarbij de hoogte van de extra aanlegkosten afhankelijk is van de gekozen oplossing.
- Grote verkeershinder gedurende een lange tijd op dit overbelaste deel van het wegennet.
- Complexere situatie voor de weggebruiker, in de spits geldt op de wisselstrook een beperking van de herkomst en bestemmingsmogelijkheden.
- Een kortere gesloten tunnel als gevolg van extra benodigde lengte voor de toeritten naar de tunnel.

4.2 Knooppunt Muiderberg

Algemeen

Door een verdere verschuiving van het zwaartepunt van het verkeersaanbod richting de verbinding Amsterdam – Almere, is de bestaande vormgeving van het knooppunt achterhaald. Een totale reconstructie van het knooppunt om in te spelen op deze ontwikkelingen, zijn verwoord in de oplossingen zoals genoemd in §4.2.2 en §4.2.3.

Aangezien hier echter sprake is van een aanzienlijke ingreep op het bestaande knooppunt en de aanlegkosten navenant zijn, is ook gekeken naar een oplossing welke uitgaat van het uitbreiden van het bestaande knooppunt met een aansluiting op de tunnel en capaciteitsuitbreiding binnen het knooppunt, middels extra rijstroken (§4.2.1).

Wisselstroken

Op basis van deze varianten zijn er ook alternatieven te bedenken met inpassing van wisselstroken. Uiteraard zal inpassing consequenties hebben voor het knooppunt, het één en ander staat nader omschreven in §4.2.4.

De 'Parijse variant'

Een andere tunneloplossing, de zogenoemde 'Parijse variant', heeft tot gevolg dat er volstaan kan worden met een andere knooppuntoplossing en de vormgeving van het gedeelte tussen het knooppunt en de tunnel. De oorzaak ligt in de beperkte ontwerpsnelheid van 70km/u in plaats van de gehanteerde 120km/u. Vanwege de lagere ontwerpsnelheid is het mogelijk 'compacter' te ontwerpen. Daardoor kan gesteld worden dat als de oplossing met 120km/u technisch haalbaar is, de oplossing met de 'Parijse variant' ook realiseerbaar is. Verdere uitwerking van deze variant, blijft voor wat betreft de knooppunten achterwege.

4.2.1 Uitbreiding van het knooppunt met aansluiting op de tunnel

Het bestaande knooppunt is gekozen als uitgangspunt, waarbij een uitbreiding plaatsvindt van het aantal benodigde rijstroken per wegvak en een aansluiting van de tunnel op dit knooppunt.

Korte beschrijving (zie figuur 5)

Vanuit Almere is er een doorgaande wegverbinding richting de tunnel en visa versa. De grootste afbuigende verkeersstromen worden afgewikkeld middels (semi) directe verbindingswegen. Vanwege de omvangrijke verkeersstroom tussen Almere en Amsterdam zijn er weefvakken met 3 rijstroken noodzakelijk. Het in- en uitvoegend verkeer op de A1 en A6 overheersen hier het wegbeeld.



Figuur 5: Knooppunt Muiderberg, uitbreiding van bestaande knooppunt

Kunstwerken

Naast het uitbreiden van de bestaande kunstwerken zullen er een aantal nieuwe kunstwerken nodig zijn voor het ombouwen van het bestaande knooppunt tot een volledig knooppunt. Enkele bestaande kunstwerken, waaronder het kunstwerk van de wisselstrook kunnen in dit knooppunt niet gehandhaafd blijven als gevolg van de extra verbindingen van en naar de tunnel.

Een extra kunstwerk in het nabij gelegen spoorlichaam ten behoeve van de verlegde afrit Amsterdam - Almere is noodzakelijk. De overige rijbanen worden onder het bestaande spoorviaduct geleid.

Consequenties van deze oplossing

Het bestaande knooppunt blijft qua vormgeving zoveel mogelijk gehandhaafd, waar nodig uitgebreid met extra rijstroken. Aanvullend zijn de wegvakken van en naar de tunnel.

Voordelen

- De uitbreiding van het knooppunt blijft relatief beperkt. Door optimalisering van het ontwerp is het allicht mogelijk kostenbesparing te realiseren, middels optimaal gebruikmaking van bestaande kunstwerken en verharding.

Nadelen

De volgende nadelen zijn te verwachten bij deze oplossing:

- Faseringsproblemen door de in het aanwezige verkeer te verrichten uitvoeringswerkzaamheden.
- De vormgeving van het knooppunt is niet gebaseerd op de toekomstige verdeling van de verkeersstromen. Er zullen veel verstoringen plaatsvinden, waardoor het knooppunt aan kwaliteit en capaciteit inboet en dus de kans op file (en de omvang ervan) toeneemt.

4.2.2 De 'hooggelegen' oplossing van reconstructie knp. Muiderberg.

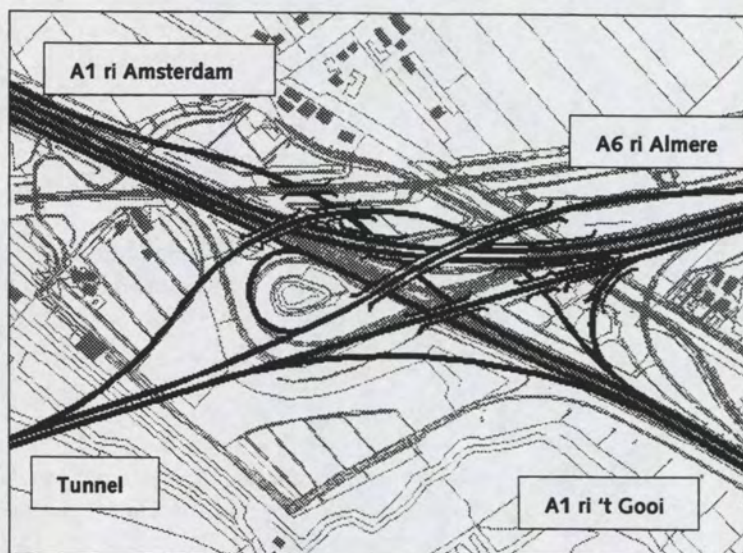
Uitgangspunt van deze oplossing is het creëren van een nieuwe knooppuntsoplossing waarbij het verkeer tussen Amsterdam en Almere de hoofdverbinding zal gaan vormen en het verkeer tussen 't Gooi en Amsterdam een ondergeschikte functie zal krijgen. Met de benaming 'hooggelegen' wordt onderscheid gemaakt in de verticale vormgeving van het knooppunt, waarbij met 'hooggelegen' een verwijzing wordt gemaakt naar het wegvak van Almere richting de tunnel op niveau 2.

Korte beschrijving (zie figuur 6)

De hoofdverbinding tussen Amsterdam (A1) en Almere (A6) komt min of meer buiten het knooppunt te liggen, waarbij de tunnel en de A1 hierop zijn aansluiting zullen vinden. Een verbinding tussen A1-noord en de tunnel en omgekeerd is hier op basis van de ontwerprichtlijnen niet in te passen zonder verlegging van de A1. Gezien de te verwachten geringe intensiteit tussen de A1-noord (vanuit Amsterdam) en de tunnel is daarom besloten deze verbinding te laten vervallen.

Kunstwerken

Er zijn een aantal nieuwe kunstwerken nodig en aanpassing van het spoor-kunstwerk. Het huidige kunstwerk van de wisselstrook kan in deze oplossing niet gehandhaafd blijven. De bestaande kunstwerken binnen het huidige knooppunt verliezen hun functie.



Figuur 6: Knooppunt Muiderberg 'Hooggelegen richting tunnel'

Voordelen

- Optimale verkeersafwikkeling.
Het vernieuwde knooppunt is vormgegeven op basis van het toekomstige aanbod, waarbij er een verdere verschuiving plaatsvindt van het verkeers-

aanbod vanuit Almere. De hoofdstroom Amsterdam-Almere bevindt zich nu op de doorgaande verbinding.

- Gebruik maken van een meerstrooks wisselbaan

Er bestaat binnen deze verbinding de mogelijkheid relatief eenvoudig (opnieuw) een meerstrooks wisselbaan aan te leggen om effectiever in te spelen op het onevenwichtige aanbod van verkeer in de ochtend- en avondspits. Het één en ander aansluitend op de bestaande wisselstrook (na uitvoering CRAAG een 2-strooks wisselbaan) op de A1 tussen knooppunt Muiderberg en Amsterdam. Bijkomend voordeel is dat door een gunstigere herschikking van de rijstroken, het bestaande spoorkunstwerk gehandhaafd kan blijven.

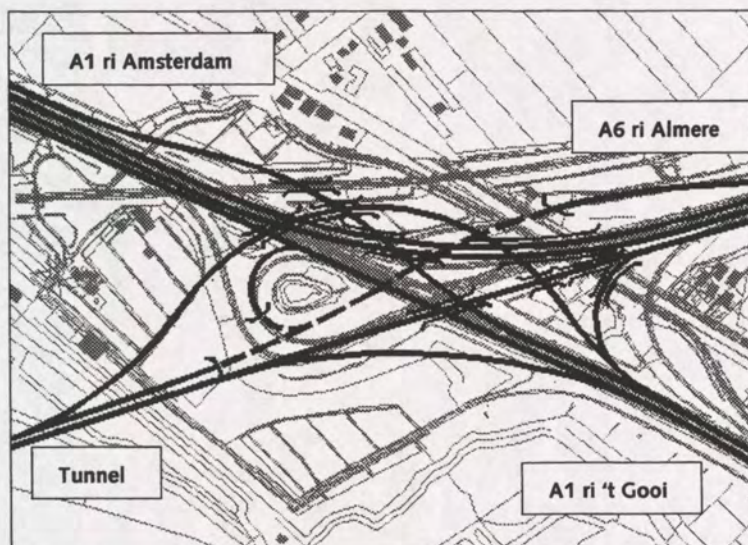
Nadelen

De volgende nadelen zijn te verwachten bij deze oplossing:

- Aanzienlijke kosten als gevolg van de volledige reconstructie van het knooppunt en omvangrijke nieuwe kunstwerken.
- Er zal veel verkeershinder te verwachten zijn door de bouw van kunstwerken 'in het verkeer'.
- Vanwege de hoge ligging kan er sprake zijn van visuele hinder of landschappelijke inpassingproblemen.

4.2.3 De 'laaggelegen' oplossing van reconstructie knp. Muiderberg.

Idem als de hierboven omschreven 'hooggelegen' oplossing waarbij het verschil schuilt in het toeleidende wegvak vanaf de A6 richting de tunnel. Deze bevindt zich in deze oplossing namelijk op niveau -1 (zie figuur 7).



Figuur 7: Knooppunt Muiderberg 'Laaggelegen richting tunnel'

Voordelen

- Een gunstigere Ausgangssituatie naar de tunnel toe aangezien de toeleidende wegvakken zich al op een laag niveau (namelijk niveau -1) bevindt.

- Het voordeel van deze oplossing is de verminderde 'visuele' hinder in vergelijking met de voorgaande oplossing.

Nadelen

De volgende nadelen zijn te verwachten bij deze oplossing:

- Kostenverhogend ten opzichte van de 'hooggelegen' oplossing.
- Mogelijk grondwaterproblemen door verdiepte ligging van diverse wegvakken, waardoor allicht extra maatregelen nodig zijn. Te denken valt aan permanente bemaling of een bakconstructie.

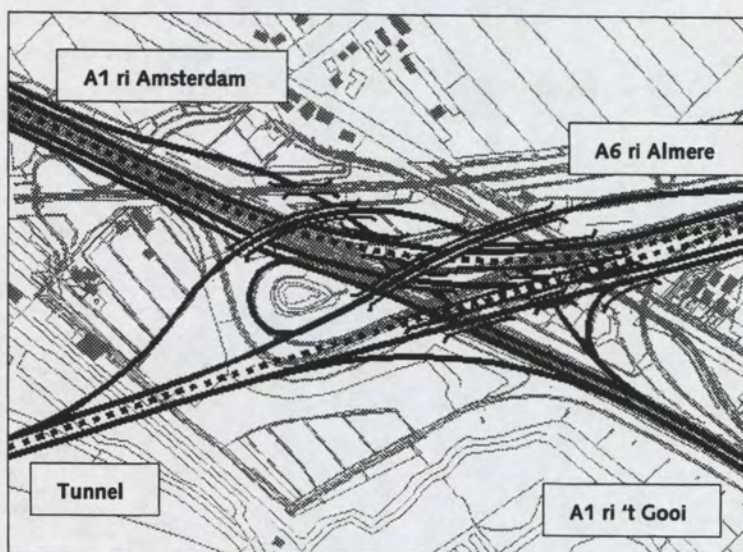
4.2.4 Oplossing met wisselstroken

Uitgangspunt is de tunnelvariant met 3 tunnelbuizen en 2 rijstroken per tunnelbuis. De middelste tunnelbuis zal in deze oplossing een wisselstrook-functie krijgen.

Korte beschrijving (zie onderstaand figuur 8)

De vormgeving van het knooppunt is gebaseerd op de oplossingen zoals beschreven in §4.2.2 en §4.2.3. Waarbij de wisselstrook een verbinding zal vormen tussen enerzijds Almere en anderzijds de A9 richting Amstelveen / Schiphol en/of de A2 richting Amsterdam.

Vanuit kostenooptpunt en realiseerbaarheid is gekozen voor een wisselstrook-variant op basis van de hooggelegen oplossing.



Figuur 8: Knooppunt Muiderberg 'Hooggelegen richting tunnel' met wisselbanen (stippellijnen)

Kunstwerken

Naast de benodigde kunstwerken voor de standaard knooppuntoplossing zijn er extra kunstwerken nodig voor de wisselstroken.

Voordelen wisselstrook-variant

- Efficiënter gebruik maken van de rijstroken, aangezien er een duidelijk onevenwichtige spitsbeweging aanwezig is.
- De 2 strooks wisselbuis kan bij calamiteiten gebruikt worden als een alternatieve omleidingsroute.

Nadelen wisselstrook-variant

De volgende nadelen zijn te verwachten bij deze oplossing:

- Hogere aanlegkosten voor het knooppunt.
- Grote hinder gedurende een lange tijd op dit overbelaste deel van het wegennet.
- Complexere situatie voor de weggebruiker, in de spits geldt op de wisselstrook een beperking van de herkomst en bestemmingsmogelijkheden.
- Een kortere gesloten tunnel als gevolg van extra benodigde lengte voor de toeritten naar de tunnel.

4.2.5 Alternatieve oplossingen Muiderberg

Deze oplossingen gaan voorbij aan het uitgangspunt van de opdracht een verbinding te realiseren tussen de knooppunten, maar kan beschouwd worden als alternatief. Hierop zijn uiteraard weer afgeleiden te bedenken, te denken valt aan het variëren in het aanwijzen van de wisselstrookbuis (midden-, noordelijke- of zuidelijke tunnelbuis).

Variant met handhaving van bestaand knooppunt Muiderberg

Korte beschrijving

In deze oplossing kan knooppunt Muiderberg gehandhaafd blijven. De tunnel passeert het knooppunt ondergronds waarbij er een tweetal opties te bedenken zijn waar de tunnel weer boven komt:

- voor de Hollandse brug (2^e Hollandse brug noodzakelijk);
- na de Hollandse brug (Flevoland).

Deze oplossing zal uitsluitend verkeer van en naar de A6 bedienen. Voordelen Ten aanzien van knooppunt Muiderberg is deze oplossing aanzienlijk kostenbesparend, omdat het bestaande knooppunt Muiderberg binnen deze studie gehandhaafd kan blijven. Extra kosten ontstaan echter door een grotere tunnellenlengte.

Nadelen

- Minder efficiënte gebruikmaking van de tunnelbuizen, aangezien het aanbod alleen in de spitsrichting groot is.
- De tunnelverbinding vormt geen alternatieve route voor weggebruikers van en naar 't Gooi.

Wisselstrook-variant met handhaving van bestaand knooppunt Muiderberg

Gebaseerd op bovenstaande oplossing, maar dan met als uitgangspunt een tunnelverbinding met 3 tunnelbuizen en 2 rijstroken per tunnelbuis. Hierin fungeert de middelste tunnelbuis als wisselstrookbuis voor het spitsverkeer.

Hier zijn twee opties mogelijk:

- Twee buizen voor het verkeer van en naar 't Gooi en de wisselstrookbuis voor het spitsverkeer vanuit Almere.
- Twee buizen voor het verkeer van en naar Almere en de wisselstrookbuis voor het spitsverkeer vanuit 't Gooi.

Korte beschrijving

De buitenste tunnelbuizen zijn in de eerste optie uitsluitend beschikbaar voor verkeer van en naar 't Gooi. Deze aansluiting komt net ten zuiden van het huidige knooppunt te liggen. De 2-strookswisselbaan kruist de A1 en de zuidelijke baan van de A6 om uit te komen in de middenberm van de A6. Aan de kant van knooppunt Holendrecht kan deze tunnelbuis doorgetrokken worden tot voorbij het knooppunt en tussen de rijbanen van de A9 en/of A2 bovengronds komen. Een andere mogelijkheid is aan te sluiten op één van de wisselstrookoplossingen van knooppunt Holendrecht (figuur 3 en 4).

Bij de tweede optie geldt het tegenovergestelde.

De buitenste tunnelbuizen zijn beschikbaar voor verkeer van en naar Almere. De rijbaan vanuit Almere richting de tunnel passeert de A1 noordelijk van het knooppunt, de rijbaan in tegengestelde richting passeert de A1 aan de zuidzijde van het knooppunt. De 2-strookswisselbaan kruist de zuidelijke baan op niveau 2 en buigt af naar het zuiden om uiteindelijk aan te sluiten op wisselstrook in de middenbermligging van de A1.

Voordelen

Betere benutting van de tunnelbuizen door het gebruik van wisselstroken en ten opzichte van het alternatief zonder wisselstroken een betere bereikbaarheid; niet alleen het verkeer van en naar Almere heeft een alternatief, maar ook het verkeer van en naar 't Gooi (er wordt meer capaciteit geboden).

Nadelen

Gedeeltelijke aanpassing van het knooppunt blijft noodzakelijk. De tunnel voorziet door een beperkte aansluiting op de beide knooppunten in een beperkte keuzevrijheid van de weggebruikers.

4.3 Beoordeling

In deze paragraaf zal in een tweetal tabellen een vergelijking gemaakt worden van de verschillende knooppuntoplossingen en de beoordeling ervan op verschillende aspecten. Het betreft hier een eerste globale inschatting van de in deze studiefase verkregen kennis.

Variant	Verkeerskundig	Uitvoerbaar- heid	Lengte van de tunnel	Kosten
'hooggelegen'	+	++	+	+
'laaggelegen'	+	-	+	-
'hooggelegen'+w	++	+	0	0
'laaggelegen'+w	++	-	0	--

Tabel 4.1 Overzicht van beoordeelde varianten van knooppunt Holendrecht ('+w' is variant met wisselstrook)

Variant	Verkeerskundig	Uitvoerbaar- heid	Lengte van de tunnel	Kosten
'uitbreiding knp'	-	++	0	++
'hooggelegen'	+	0	+	0
'laaggelegen'	+	0	+	-
'hooggelegen'+w	++	0	0	0
'laaggelegen'+w	++	0	0	-

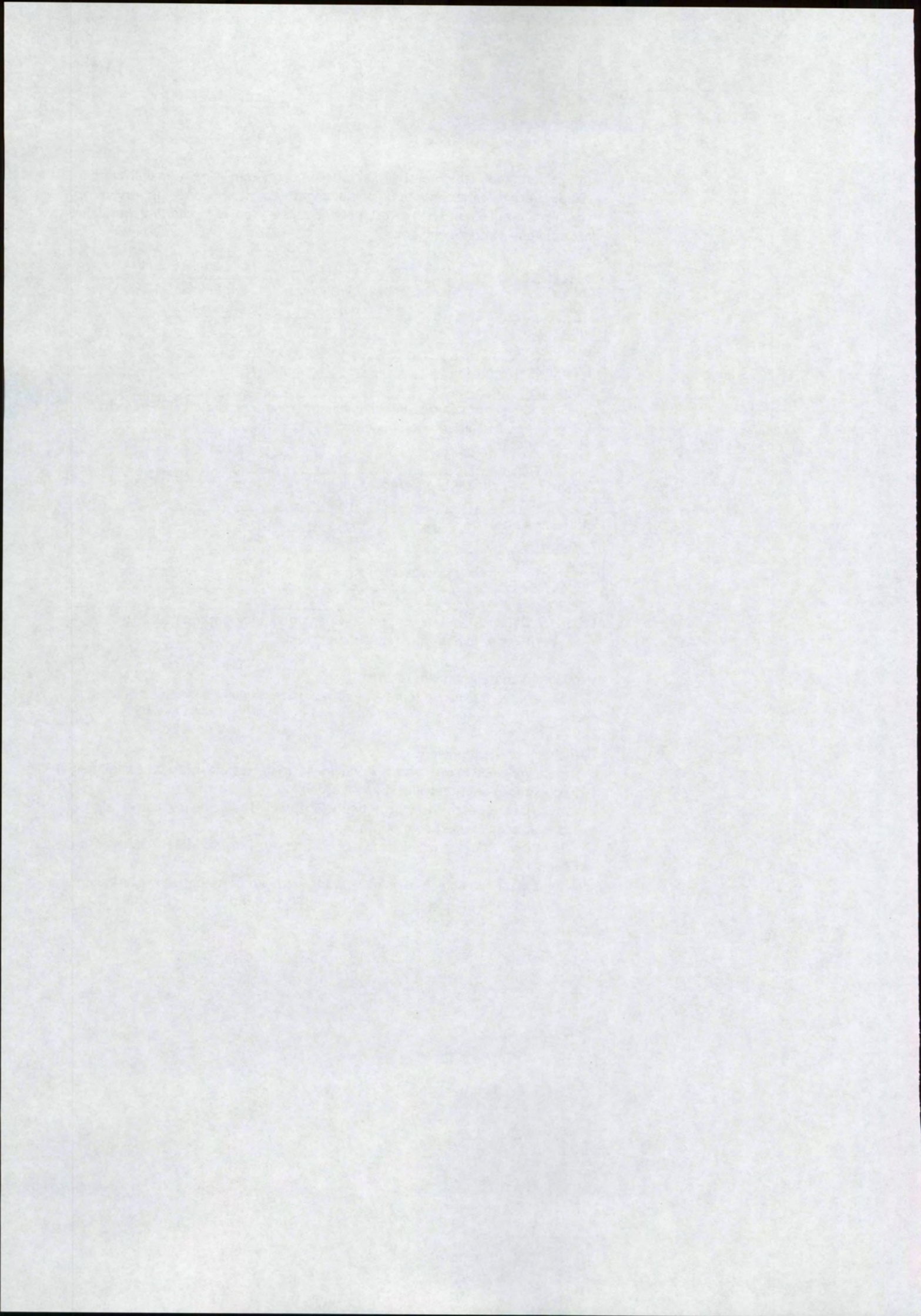
Tabel 4.2 Overzicht van beoordeelde varianten van knooppunt Muiderberg ('+w' is variant met wisselstrook)

Verklaring van de gebruikte tekens:

--, -, 0, + en ++ geven de scores per aspect per oplossing aan ten opzichte van elkaar.

Toelichting op de aspecten:

- met 'verkeerskundig' wordt bedoeld de mate waarin het verkeer binnen een knooppunt afgewikkeld kan worden;
- met 'uitvoerbaarheid' wordt bedoeld zowel de realiseerbaarheid als de faseerbaarheid van het knooppunt;
- 'lengte van de tunnel' slaat op de lengte van het afgesloten deel van de tunnel;
- het aspect 'kosten' is een inschatting van het kostenplaatje per variant t.o.v. elkaar.



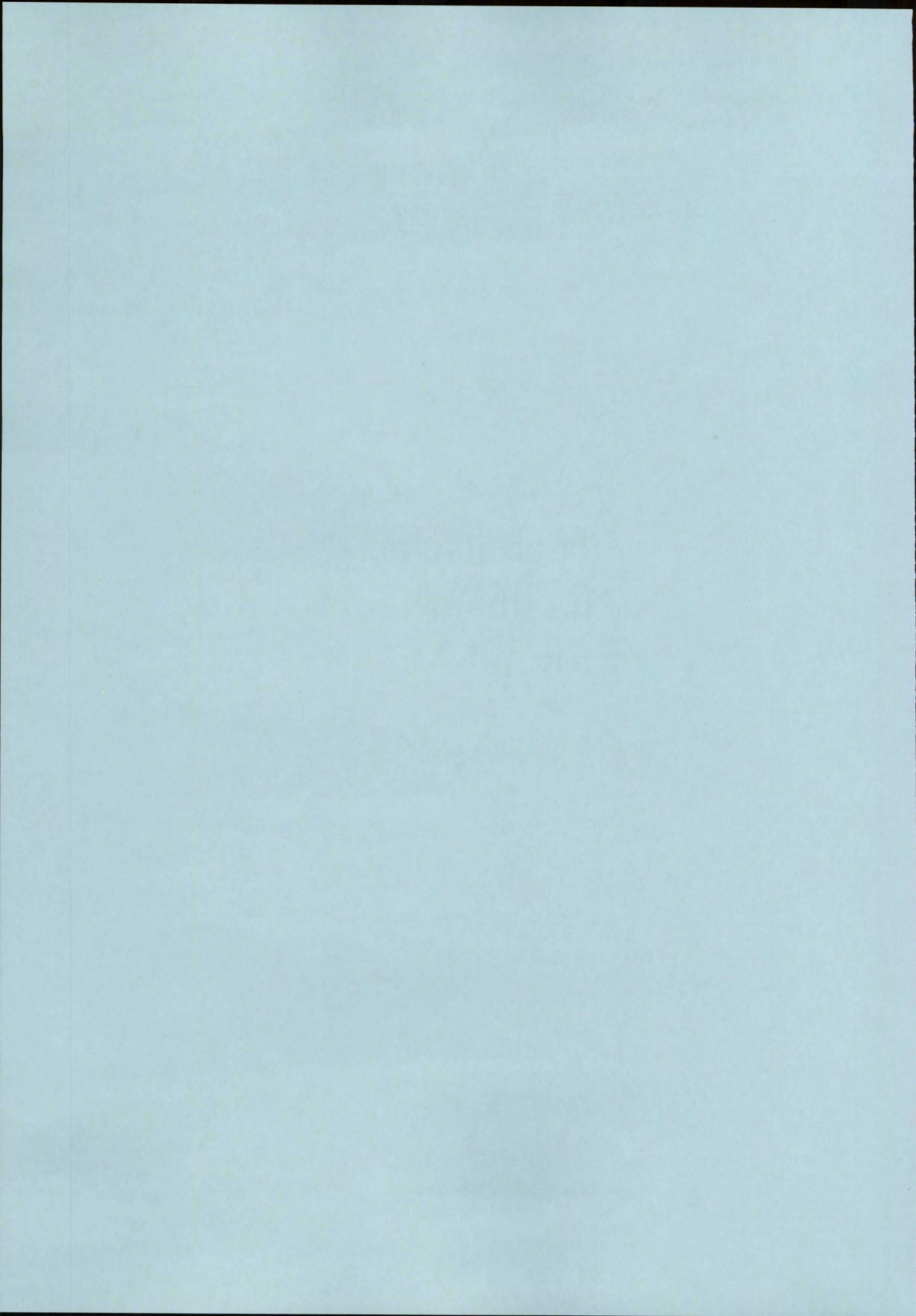


Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 4

Beoordeling varianten

30 september 2002



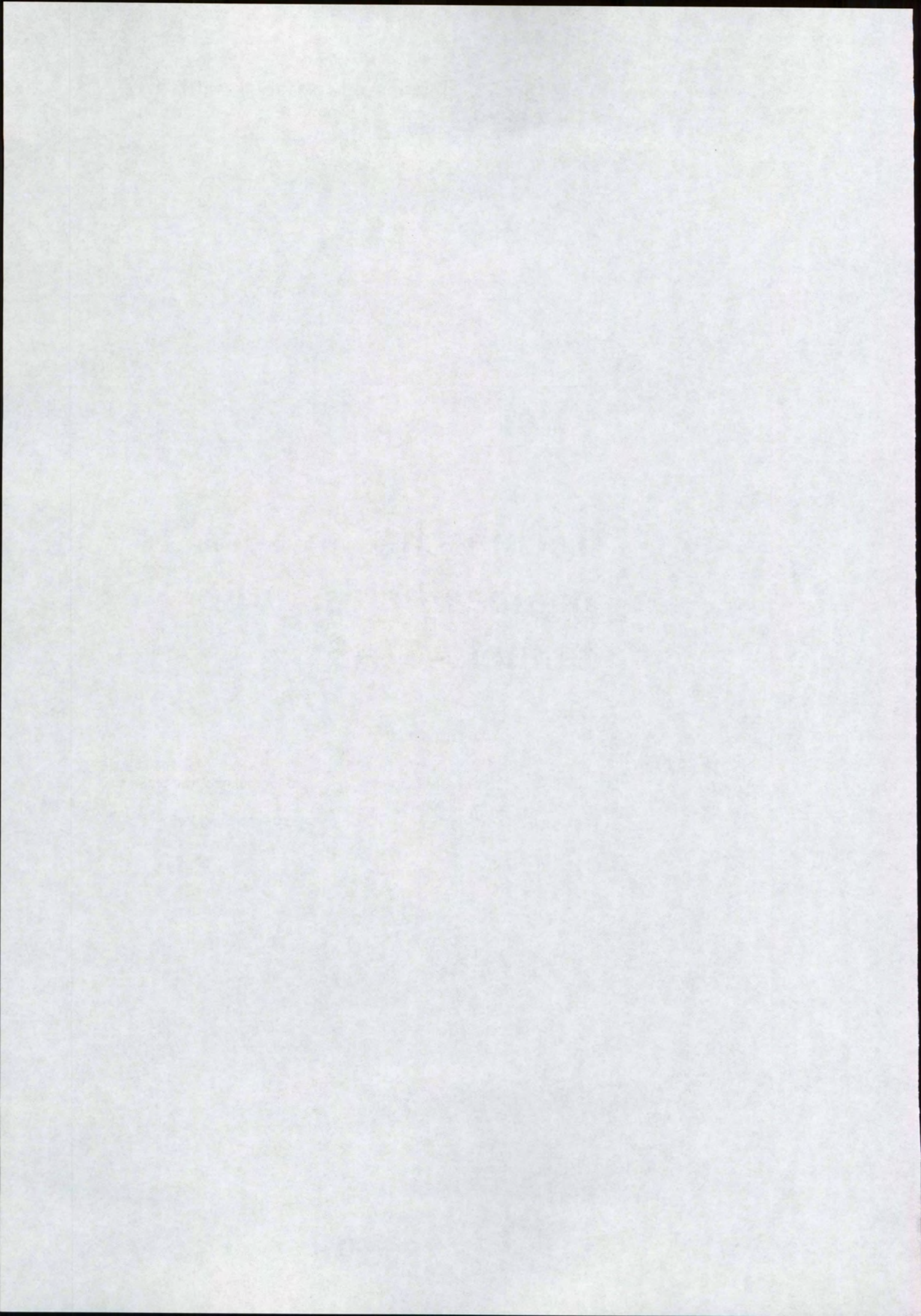


Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 4

Beoordeling varianten

30 september 2002



Inhoudsopgave

1	Documentinhoud	5
1.1	Doelstelling document	5
1.2	Doelstelling	5
1.3	Afbakening	6
1.4	Resultaat	6
1.5	Relatie met andere projectonderdelen	6
2	Geotechnische en –hydrologische aspecten	7
2.1	Algemeen	7
2.2	Geotechnische aspecten	7
2.2.1	Haalbaarheid boortunnel	7
2.2.2	Funderingstype	8
2.3	Geohydrologische aspecten	8
2.3.1	Grondwateronttrekking	8
2.3.2	Afvoeroppervlakte water	8
2.3.3	Grondwaterstroming	8
3	Interne veiligheid	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Algemene uitgangspunten	11
3.2.1	Berekeningsmethodiek	11
3.2.2	Verkeersgegevens	11
3.2.3	Ongevalfrequenties	12
3.3	Berekeningen	12
3.3.1	Oriënterende berekeningen groepsrisico	12
3.3.2	Samenvattende conclusies oriënterende berekeningen groepsrisico	23
3.3.3	Variantenberekeningen groepsrisico	23
3.3.4	Samenvattende conclusies variantenberekeningen	29
3.3.5	Verwachtingswaarden	29
4	Externe veiligheid	31
4.1	Algemeen	31
4.2	Externe veiligheid tunneltracé	31
4.3	Externe veiligheid omleidingsroutes	32
4.4	Externe veiligheid t.a.v. waterkeringen	32
4.4.1	Kans op inundatie	32
4.4.2	Maatregelen ter voorkoming van inundatie	33
5	Veiligheidsniveau tunnel (voorzieningen)	35
5.1	Algemeen	35
5.2	Constructieve voorzieningen	35
5.2.1	Bescherming tunnelwand (constructieve integriteit)	35
5.2.2	Overige constructieve voorzieningen	37
5.3	Tunneluitrusting	37
6	Emissies	39
6.1	Algemeen	39
6.2	Globale beschouwing	39
6.3	Effecten project- c.q. variantspecifieke kenmerken	40
6.4	Opwarming tunnel	41

Bijlage 1 Verkeersintensiteit A1 wegvak Diemen-Naarden	43
Bijlage 2 Voorbeeld invoerberekening interne veiligheid	45
Bijlage 3 VLG - regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen	49

1 Documentinhoud

1.1 Doelstelling document

Dit document beschrijft de effecten welke de uitgewerkte varianten hebben op aspecten zoals geohydrologie, geotechniek, veiligheid en emissies. Dit vormt de uitwerking van een door de Bouwdienst afdeling Tunnelbouw uitgevoerde activiteit binnen de technische haalbaarheidsstudie A6/A9, zoals omschreven in het plan van aanpak:

6. *Beoordelen varianten*

Naar een beperkt aantal aspecten wordt globaal onderzoek gedaan (zo nodig per variant), waarbij alleen datgene wordt onderzocht wat relevant is voor de technische haalbaarheid van een tunnel en/of de raming van de kosten.

Hydrologie/geotechniek

Hydrologie: bepalen van effecten op grondwaterpeil en grondwaterstromen, van belang voor de haalbaarheid van de tunnel (dus slechts een zeer beperkt deel van de totale hydrologische effecten van de aanleg van een tunnel wordt onderzocht).

Geotechniek: bepalen van de interactie tussen de (aanleg van de) tunnel en de grondgesteldheid (eveneens niet uitputtend, maar alleen zo ver betrekking op de haalbaarheid van de tunnel).

Veiligheid

Interne veiligheid (risico's voor de weggebruikers van een tunnel): globale bepaling van ongevalkansen en slachtoffers; bepalen benodigde voorzieningen.

Aandachtspunten: bypasses, vluchtmogelijkheden, bereikbaarheid hulpdiensten, consequentie en risico's van wel/niet vluchtstrook.

Berekening van ongevalkansen is nodig om de benodigde voorzieningen te bepalen; deze voorzieningen zijn relevant voor het bepalen van de kosten.

Externe veiligheid (risico's van een tunnel voor de nabije omgeving, bijv. ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen):

opstellen van een globaal beslismodel voor de keuze tussen vervoer van gevaarlijke stoffen via de tunnel of via de route A9-A1; aandacht voor invloed van ongevallen op waterkeringen.

Overig

Globale bepaling van de hoeveelheden uitlaatgassen met afvoermogelijkheden (voor zo ver relevant voor de kosten van de tunnel).

1.2 Doelstelling

Hoofddoelstellingen van dit document:

- *Het beoordelen van de varianten op de aspecten hydrologie, geotechniek, veiligheid en emissies;*
- *Het bepalen van de interne veiligheid van de tunnel;*
- *Het bepalen van de invloed van de tunnel op de externe veiligheid;*
- *Het bepalen van eventueel benodigde voorzieningen i.r.t. de veiligheid;*
- *Het globaal bepalen van emissies en benodigde afvoer;*

-
- *Verzamelen respectievelijk onderzoeken van aandachtspunten binnen het studiegebied:*

Daarbij worden alleen die aspecten onderzocht die relevant zijn voor de technische haalbaarheid van een tunnel, of de raming van de kosten.

1.3 Afbakening

Dit document beperkt zich tot:

1. Het globaal bepalen van het effect van de tunnel op de geohydrologie, m.n. grondwaterstroming en de verificatie van de geschiktheid van de gekozen bouwmethoden i.r.t. de aanwezige grondgesteldheid;
2. Het uitvoeren van oriënterende berekeningen ter bepaling van de invloed van variatie van essentiële parameters op de interne veiligheid;
3. Het bepalen van de FN curve van de uitgewerkte varianten en toetsen aan de vergelijkingswaarde;
4. Het relateren van de externe veiligheid aan ontwikkelingen in de omgeving;
5. Het beschouwen van de externe veiligheid i.r.t. de te kruisen waterkeringen;
6. Het bepalen van het algemene uitrustingsniveau van de tunnel;
7. Het globaal afschatten van de emissie van de tunnel naar de omgeving.

1.4 Resultaat

De aspecten t.a.v geohydrologie en geotechniek zijn opgenomen in een Rapport Geotechnische en geohydrologische aspecten, d.d. 180502, opgesteld door Fugro onder opdracht nummer M-0964.

De oriënterende berekeningen en het bepalen van de FN curve van de uitgewerkte varianten zijn uitgevoerd door het Steunpunt Tunnelveiligheid van de Bouwdienst.

De overige werkzaamheden en analyses zijn in diverse documenten vastgelegd. De resultaten zijn in dit rapport vastgelegd.

1.5 Relatie met andere projectonderdelen

Dit document vormt mede de basis voor de bepaling van de technische haalbaarheid van de uitgewerkte varianten. De resultaten van m.n. de berekeningen van de interne veiligheid kunnen invloed hebben op de eerder gedane ontwerpaannamen, m.n. de afstand van de vluchtdeuren c.q. dwarsverbindingen bij de boortunnelvarianten. Indien een koppeling gelegd wordt met de Bijzondere voorzieningen, zoals omschreven in § 4 van het rapport Dwarsverbindingen kunnen kosten geraamd gaan worden.

2 Geotechnische en –hydrologische aspecten

2.1 Algemeen

Deze aspecten zijn beschreven in Rapport Geotechnische en geohydrologische aspecten, d.d. 180502, opgesteld door Fugro onder opdracht nummer M-0964:

- § 5 Geohydrologische aspecten;
- § 6 Technische haalbaarheid van de boortunnel: geotechniek.

Dit rapport is in zijn geheel als bijlage bij de Eindrapportage toegevoegd.

In § 2.2 en 2.3 worden de kenmerkende aspecten weergegeven.

2.2 Geotechnische aspecten

Onderzocht zijn aspecten m.b.t. de haalbaarheid van de boortunnel.

Deze aspecten zijn in hoofdzaak reeds verwerkt in het rapport Dwarsprofielen § 2 Bouwmethoden en § 3 Bijzondere voorzieningen.

Voor de in-situ tunnelvarianten en de toeritten is tevens de keuze van het funderingstype van belang.

2.2.1 Haalbaarheid boortunnel

M.b.t. tot het boorproces in het algemeen kan op basis van de aanwezige grond het volgende gesteld worden:

- t.b.v. het verticale evenwicht is bij een boordiameter van 15m een gronddekking van minimaal 7m Pleistoceen zand vereist, bij een aanwezige 2Holocene deklaag (klei en veen) van maximaal 8m.
- t.p.v. de start- en ontvangtschachten wordt door de Holocene deklaag geboord.
Hier dient een grondverbetering dan wel grondvervanging te worden toegepast.
In het ontwerp wordt een grondvervanging d.m.v. cohesief zand toegepast, afgedekt met 1m grond;
- De aanwezigheid van zandlagen met losse tot matig vaste pakking boven nap-20m kan tot boorfrontinstabiliteit leiden.
Wegens beperkte gegevens kunnen deze lagen ook hieronder voorkomen. De boortunnelvarianten liggen mede i.v.m. de kruising van de Gooiboog voor het grootste gedeelte, ca.5000m onder dit niveau.
Een nader onderzoek naar dit aspect moet meer uitsluitsel geven.
- De aanwezigheid van grindlagen en daarmee de doorlatendheid van de grond heeft grote invloed op de keuze van het type boormachine.
Epb-schilden worden vnl. ingezet in slecht waterdoorlatende, cohesieve (kleiige) grondsoorten. M.b.v. additieven is het toepassingsgebied ook meer naar waterdoorlatende, zandige, grondsoorten verschoven.
Slurry-schilden worden vnl. toegepast in waterdoorlatende, niet-cohesieve (zandige) grondsoorten, echter ook hierbij kunnen problemen m.b.t. de boorfrontstabiliteit ontstaan wanneer de grove fractie (grind) te groot is. Mede op basis van deze overwegingen is in het ontwerp uitgegaan van een slurry-schild.

M.b.t. de realisatie van de dwarsverbindingen kunnen zowel vriestechnieken als chemische injectie worden toegepast.

Bij te grove zandlagen is chemische injectie niet mogelijk.

Vriezen is mogelijk in alle grondsoorten waar water in aanwezig is.

Bij het vriezen in grindige is echter weinig bekend over het sterktegedrag van de bevroren grond.

In het ontwerp is uitgegaan van de vriesmethode.

M.b.t. de tunnelwand is voor de boortunneldiameters, m.u.v. de Double-O tunnel, aan de hand van de geotechnische gegevens een globale afschatting gemaakt van de optredende momenten en normaalkrachten bij de met ontwerpvoistregels bepaalde tunnelwanddikten.

Hoewel de verhouding moment/normaalkracht relatief hoog is worden hierdoor geen specifieke problemen, waardoor ontwerpaanpassingen noodzakelijk zijn, verwacht.

Voor de boortunnelvariant BT-4, Double-O tunnel, is geen afschatting gemaakt in dit stadium, gezien de twijfelachtige technische haalbaarheid alsmede de complexiteit van de benodigde berekening.

2.2.2 Funderingstype

Op basis van de in het tracé lokaal voorkomende hoge sondeerwaarden is voor de fundering van de in-situ tunnelvarianten en de toeritten onderscheid gemaakt in een tweetal funderingstypen:

- vibro-combipalen indien de inheidiepte groter is dan 4m in lagen met een sondeerwaarde groter dan 20Mpa;
- prefab betonpalen in de overige situaties.

Voor de diepgelegen start- en ontvangtschachten van de boortunnel worden trekelementen met groutinjectie als fundering toegepast.

2.3 Geohydrologische aspecten

Onderzocht zijn de gevolgen van:

- grondwateronttrekking (bemalingen) tijdens de bouwfase.
- de aanwezigheid van de gereede constructie op de afvoer van oppervlaktewater en grondwaterstromingen.

2.3.1 Grondwateronttrekking

Eventuele bemalingen kunnen worden toegepast bij:

- het gesloten gedeelte van de in-situ tunnelvarianten;
- de toeritten van de boortunnel- en de in-situ tunnelvarianten.

Uit oriënterende berekeningen blijkt echter dat de omvang van de bemaling (debiet en tijdsduur) bij de noodzakelijke bouwkuipafmetingen hoogstwaarschijnlijk geen vergunning wordt afgegeven.

Tevens is het te onttrekken water brak tot zout, waardoor de ligging van de zoet-zoutgrens wordt beïnvloed en het lozen van het onttrokken water eveneens problematisch is.

Bij de gekozen bouwmethoden c.q. uitgewerkte varianten wordt om bovenstaande reden geen bemaling toegepast.

2.3.2 Afvoeroppervlakte water

Dit aspect betreft:

- het gesloten gedeelte van de in-situ tunnelvarianten;
- de toeritten van de boortunnel- en de in-situ tunnelvarianten;

Het gesloten gedeelte van de in-situ tunnelvarianten heeft een zodanige gronddekking, minimaal 2m, dat aangenomen wordt dat de waterhuishouding voor het afvoeren van regen- en oppervlaktewater in de eindfase hersteld kan worden.

In de bouwfase zullen mogelijk aanvullende maatregelen getroffen moeten worden.

De relatief lange toeritten blijven ook in de in de eindfase een barrière vormen, waardoor voorzieningen, zoals sloten rond de toeritten en duikers onder de toeleidende weg noodzakelijk zijn.

2.3.3 Grondwaterstroming

Het regionale stromingspatroon van het grondwater loopt van oost naar west.

De globale langsrichting van het geboorde tunneltracé loopt eveneens van oost naar west, dus nagenoeg evenwijdig aan de stromingsrichting.

Tevens is de verhouding tussen de hoogte van de boortunnelvarianten en de hoogte van het watervoerend pakket maximaal ca. $15\text{m}/38\text{m} = 0.4$.

De in-situ tunnelvarianten is nagenoeg geheel in de Holocene deklaag (klei en veen) gelegen en is deze verhouding nog geringer.

Uit literatuurstudies blijkt dat pas bij een afsluiting van ca. 0.7 significante verschillen in de stijghoogte voor en achter de barrière verwacht kunnen worden.

Op grond van bovenstaande wordt geen beïnvloeding van de grondwaterstroming verwacht.

Wel dient bij de in-situ tunnelvarianten de deklaag weer hersteld te worden om m.n. in het westelijk gedeelte om stroming vanuit het watervoerende pakket naar het maaiveld te voorkomen.

3 Interne veiligheid

3.1 Algemeen

Onder interne veiligheid wordt hier verstaan het risico voor de weggebruikers ten gevolge van incidenten in de tunnel.

De interne veiligheid (en ook de in hoofdstuk 4 beschouwde externe veiligheid) vormen slechts een onderdeel van het totale veiligheidsvraagstuk. Het doel van het beschouwen van de interne en externe veiligheid is vooral het verkrijgen van inzicht in de kans op en grootte van mogelijke grote ongevallen (rampen), waarbij in één keer bij één ongeval een groot aantal slachtoffers optreden. Daarnaast dient (nadat een eerste grove schifting van varianten heeft plaatsgevonden) voordat de uiteindelijke keuze wordt gemaakt ook aandacht te worden besteed aan zelfredzaamheid en hulpverlening door het uitvoeren van scenarioanalyses. Bij de uiteindelijke keuze dient ook de materiele schade (vooral de economische schade ten gevolge van het niet beschikbaar zijn van de tunnel) een rol te spelen bij het bepalen van de tunnelcategorie en eventuele beschermende maatregelen.

De interne veiligheid wordt doorgaans in beeld gebracht met 2 risicomaten, te weten:

- Het groepsrisico.
Dit geeft een schatting van de kans op een ramp met een bepaald aantal dodelijke slachtoffers. Het groepsrisico wordt doorgaans gepresenteerd in een diagram waarbij de frequentie op de ene as en het aantal slachtoffers op de andere as wordt weergegeven (FN curve).
- De verwachtingswaarde. De verwachtingswaarde is hier het verwachte gemiddeld aantal dodelijke slachtoffers per jaar. In dit document is aan de verwachtingswaarde slechts weinig aandacht besteed omdat de verwachtingswaarde weliswaar een maat is voor de veiligheid in de tunnel maar niet wordt gezien als maatgevend voor het wel of niet acceptabel zijn van een variant.

Voor de interne veiligheid (de veiligheid van weggebruikers) bestaat nog geen norm. Als vergelijkingswaarde wordt voor het groepsrisico een norm aangenomen die 10 maal soepeler is dan de oriënterende waarde voor de externe veiligheid (de veiligheid van omwonenden van een weg) die is vastgesteld op 0.01: N^2 per kilometer weg (N staat voor het aantal slachtoffers van één incident; deze norm geldt vanaf 10 slachtoffers). Voor een eventuele toekomstige norm voor de interne veiligheid mag namelijk worden verwacht dat deze soepeler (hier aangenomen op een factor 10 in de frequentie richting) zal zijn dan de norm voor de externe veiligheid. Dit omdat het rijden op een weg (en zeker in een tunnel) een grotere mate van vrijwilligheid heeft dan het wonen langs een weg.

Dit komt voor een tunnel met een lengte van 7km neer op een vergelijkingswaarde voor de interne veiligheid van 0,7 : N^2 voor de gehele tunnel.

In de bij de resultaten opgenomen grafieken is deze vergelijkingswaarde aangegeven als IV hulplijn. Deze IV hulplijn is op te vatten als een mogelijke toekomstige norm; het groepsrisico (de berekende FN curve) dient dan in zijn geheel onder deze hulplijn te liggen.

3.2 Algemene uitgangspunten

3.2.1 Berekeningsmethodiek

Voor het berekenen van zowel de FN curve als de verwachtingswaarde is door de Bouwdienst een model ontwikkeld waarmee op eenvoudige wijze varianten zijn door te rekenen.

Een voorbeeld van een berekeningsinvoer is toegevoegd als Bijlage 2.

Het model bevindt zich echter nog in de Concept versie en bevat veel aannamen waar nog geen consensus over bestaat. Het model is daarom vooral geschikt voor het onderling vergelijken van varianten en minder geschikt om het te vergelijken met een norm.

Naar verwachting zal er op termijn (mogelijk 2003) een versie beschikbaar zijn waarbij consensus bereikt is en het model geschikt is om aan te tonen dat de interne veiligheid voldoet aan de, nog vast te stellen, norm.

Overigens is met het huidige model een vergelijking te maken met bestaande tunnels. De bestaande tunnels kunnen ook als een soort norm beschouwd worden omdat het niet te verwachten is dat alle bestaande tunnels, bij het vaststellen van een norm, ineens allemaal als onvoldoende veilig zullen worden aangemerkt.

Op basis van bovenstaande kan er in ieder geval van uitgegaan worden dat het huidige model een redelijke graadmeter is voor de interne veiligheid.

3.2.2 Verkeersgegevens

Voor de berekening van de interne veiligheid moet onder meer het aantal voertuigen per jaar worden ingevoerd.

Uitgangspunten naast de verkeersintensiteiten in de maatgevende ochtendspits hierbij zijn;

1. De verdeling van de verkeersintensiteit over het etmaal;
2. De verdeling van de verkeersintensiteit over de week.

Ad 1)

Volgens opgave van Directie Noord-Holland kan de huidige verdeling over het etmaal van het traject Diemen-Naarden in de A1, zie Bijlage 1, worden gespiegeld naar de tunnel A6-A9 in het jaar 2020.

Dit betekent dat de in de quick-scan berekende intensiteiten 7.95% van de etmaalintensiteit bedragen.

Ad 2)

Voor de verkeersintensiteiten in het weekend wordt aangenomen dat deze 30% lager liggen dan op de werkdagen.

Dit betekent een correctiefactor van $(5 \cdot 100 + 2 \cdot 70) / 7 \cdot 100 = 0.914$

Op basis van de gegevens verstrekt door Directie Noord-Holland wordt verder uitgegaan van de volgende verkeerskenmerken:

- verkeerscategorieën:
 - Percentage personenwagens : 89%;
 - percentage vrachtverkeer : 10%;
 - percentage busverkeer : 1%;
- vervoer gevaarlijke stoffen:
 - brandbaar gas GF3 (lpg) cat. 0 : 2451transp/jr.
 - brandbare vloeistof LF2 (benzine) cat. I : 6281transp/jr;
 - brandbare vloeistof LF1 (dieselolie) cat. II : 17798transp/jr;
 - toxische vloeistof LT1 cat. II : 576transp/jr.

Dit is gebaseerd op waarneming op het traject Diemen-Muiden in de A1 in 1997, toenemend met 1% per jaar tot 2020.

In de berekening is het aantal transporten dieselolie omgezet naar transporten benzine door het aantal te delen door 15 i.v.m. het verschil in ontstekingskans.

- Aantal uren per tunnelbuis dat het spits is:
3h per buis met een gemiddeld percentage per uur van 7.5% van het dagtotaal.
Dit is aangenomen op basis van de verdeling van de verkeersintensiteit van het traject Diemen-Naarden in de A1, hierin zijn 3 spitsuren (16.00 t.m.18.00h, met een percentage van 7.54, 7.95 en 7.10, gemiddeld 7.53%) te onderscheiden;
- Aantal uren per tunnelbuis dat het nacht is:
8h met een gemiddeld percentage per uur van 1% van het daggemiddelde.
Dit is aangenomen op basis van de verdeling van de verkeersintensiteit van het traject Diemen-Naarden in de A1, hierin zijn 8 nachturen (22.00t.m. 05.00h, met een percentage van 2.78, 2.18, 0.98, 0.47, 0.30, 0.37 en 1.16, gemiddeld 1.03%).
- Aantal keer dat de tunnel volloopt tijdens de spits:
0.71 maal gedurende de spits van 3h.
Dit is gebaseerd op de verwachting van DNH dat tijdens elke spits de file vanaf het knooppunt de tunnel in zal reiken.
Aangenomen is dat deze filekans van 1.00 zich niet in het weekend zal voordoen waardoor deze op $1.00 \cdot 5/7 = 0.71$ kan worden gesteld.
Deze hoge filekans is gebaseerd op de in de quick-scan berekende verkeersintensiteit bij een tunnel met 2*3 rijstroken.
Hierbij is de I/C verhouding erg hoog, nl. 1.03 (en volgens Directie Noord-Holland nog hoger).
- Aantal keer dat de tunnel volloopt tijdens de dagperiode
Hiervoor wordt een 10-maal zo kleine kans aangenomen dan in de spits, dus 0.071.
- Tijdens onderhoud wordt het verkeer bij de tunnels met 2 rijkkokers omgeleid via de Gaasperdammerweg of A10.
Bij de tunnels met 3 of meer rijkkokers blijft tijdens onderhoud altijd minimaal 1 rijkoker per rijrichting ter beschikking.
Derhalve wordt er vanuit gegaan dat tijdens onderhoud geen tegenverkeer wordt ingesteld.

3.2.3 Ongevalfrequenties

Vooralsnog wordt de ongevalfrequentie voor alle delen (neergaande helling, horizontaal deel en opgaande helling) gelijkgehouden; hierbij is voor letselongevallen aangehouden $1 \cdot 10^{-7}$ per vtgkm, voor UMS (uitsluitend materiele schade) een 10 x hogere frequentie en voor pechgevallen een 50 x hogere frequentie.

Omdat het wel of niet aanwezig zijn van een vluchtstrook niet in het model opgenomen is, worden de frequenties van (letsel)ongevallen in de varianten waarin een vluchtstrook aanwezig is, gereduceerd met 25%. Dit is geschat op basis van Duits onderzoek.

3.3 Berekeningen

3.3.1 Oriënterende berekeningen groepsrisico

Om de effecten van de variabele varianten- en verkeerskenmerken te onderzoeken zijn eerst een aantal oriënterende berekeningen uitgevoerd. Onderzocht zijn, bij de te onderscheiden categorie tunnels 0, I en II, de volgende variabelen:

- h.o.h. afstand vluchtdeuren 150, 125, 100m en 60m;
- h.o.h. afstand ventilatieschachten 1700, 1400 en 1000m;
- het wel of niet aanwezig zijn van een vluchtstrook.
- verkeersintensiteit 48.5, 36.4 en 24.2 miljoen vtg/jr;
- filekans 100, 50, 25 en 0%;
- lengte van de tunnel 4200, 7000 en 11200m.

Voor het onderscheid in een categorie 0, I en II tunnel wordt verwezen naar Bijlage 3.

Bij de oriënterende berekeningen is naast de algemene gegevens zoals vermeld in § 3.2.2 en 3.2.3 uitgegaan van de volgende gegevens:

- verkeersintensiteit in de maatgevende ochtendspits:
 - richting Almere-Haarlemmermeer : 7608mvt/h;
 - richting Haarlemmermeer-Almere : 3987mvtg/h,dit komt, met de correctie voor de weekenden, neer op een totaal aantal voertuigen (basis) van 48.5miljoen vtg/jr;
- dwarsdoorsnede tunnel (rijbaanindeling) : 2*3 rijstroken
- langspoorprofiel tunnel:
 - totale tunnallengte : 7000m;
 - lengte helling : 1300m;
 - h.o.h afstanden vluchtdeuren (basis) : 125m;
 - h.o.h.afstand ventilatieschachten (basis) : 1400m;conform de boortunnelvarianten BT-1 t.m. 4.

De uitgangspunten m.b.t. de verkeersintensiteit en rijbaanindeling zijn aangehouden conform de uitgangspunten en resultaten van de quick-scan. Hoewel bij deze uitgangspunten het volgende op te merken is:

- de I/C waarde is in deze situatie >1 en ligt dus boven de gewenste maximale I/C waarde van 0.85;
- de dwarsdoorsnede met 2*3 rijstroken komt in de uitgewerkte varianten niet voor tenzij bij de varianten BT-1 en IST-1 de vluchtstrook wordt vervangen door een rijstrook,

is om redenen van consistentie hier toch voor gekozen, waarbij tevens opgemerkt kan worden dat ook de algemene verkeersgegevens, conform § 3.2.2 gebaseerd zijn op deze hoge verkeersintensiteit.

Dit uitgangspunt impliceert tevens dat bij de variabele - het wel of niet aanwezig zijn van een vluchtstrook - voor de eenduidigheid uitgegaan wordt van 2*3rijstroken en 2*3 rijstroken +vluchtstrook, hoewel dit niet aansluit bij de uitgewerkte varianten.

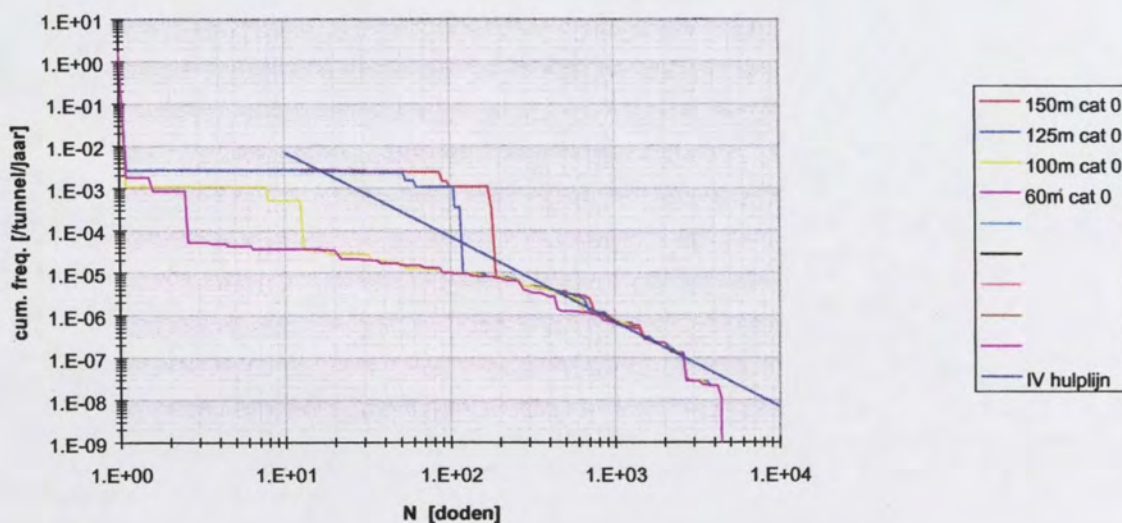
Hoewel de lengte van de tunnel in de uitgewerkte varianten redelijk vast ligt is het effect van deze variabele toch onderzocht om een uitspraak te kunnen doen over het effect een mogelijke verlenging dan wel verkorting van de tunnel.

1^e serie oriënterende berekeningen

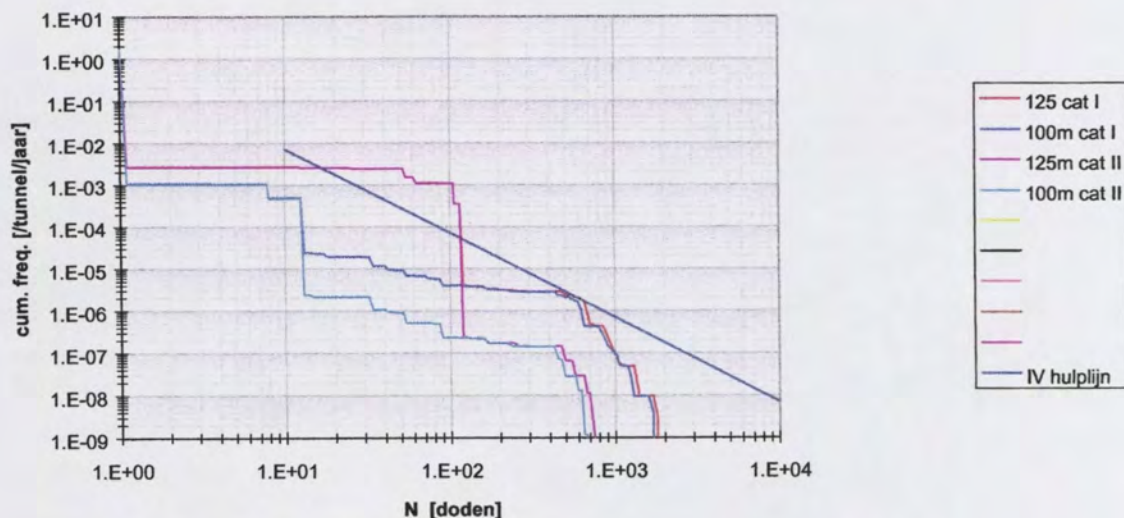
In de 1^e serie wordt de invloed van de vluchtdeurafstand onderzocht. Voor een categorie tunnel 0 is gevarieerd met 150, 125, 100 en 60m. Om de verschillen in effect voor een categorie tunnel I en II te bepalen is hier gevarieerd met 125 en 100m.

Resultaten 1^e serie oriënterende berekeningen

Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusie 1^e serie berekeningen:

In de eerste grafiek is te zien dat de staart van de FN curve nagenoeg gelijk blijft onafhankelijk van de h.o.h. afstand van de vluchtdeuren; dit komt door de aanname in het rekenmodel dat bij explosies niemand tijdig kan ontvluchten. De invloed van de h.o.h. afstand is vooral merkbaar bij vrachtwagenbranden in een file (het gebied tot ca. 100 slachtoffers bij 125m). Voor grote benzinebranden is de invloed beperkt omdat hiervoor hoge slachtofferpercentages zijn gehanteerd.

In de tweede grafiek is te zien dat het verbieden van LPG (categorie I tunnel) bewerkt dat de staart van de FN curve grotendeels verdwijnt. Het ook verbieden van benzine (categorie II tunnel) bewerkt een reductie tot ver onder de vergelijkingswaarde. Ook hier is de h.o.h afstand vooral merkbaar bij vrachtwagenbranden in een file.

Bij de gekozen uitgangspunten t.a.v. het verkeer, de (grote) filekansen en de aannamen in het rekenmodel is een h.o.h. afstand tussen de vluchtdeuren van 125m te groot; het risico ligt in dit gebied ver boven de vergelijkingswaarde ongeacht de categorie tunnel. Bij een h.o.h. afstand van 100m (en in versterkte mate voor 60m) zijn de vrachtwagenbranden niet meer maatgevend.

Nader onderzoek en, op grond daarvan, herziening van de aannamen in het model kunnen van grote invloed zijn voor de conclusie ten aanzien van de h.o.h. afstanden.

2° serie oriënterende berekeningen

In de 2° serie wordt de invloed van de **ventilatieschachtafstand** onderzocht. Deze is bepalend voor de maximale effectafstanden van een aantal (brand)scenario's onderzocht.

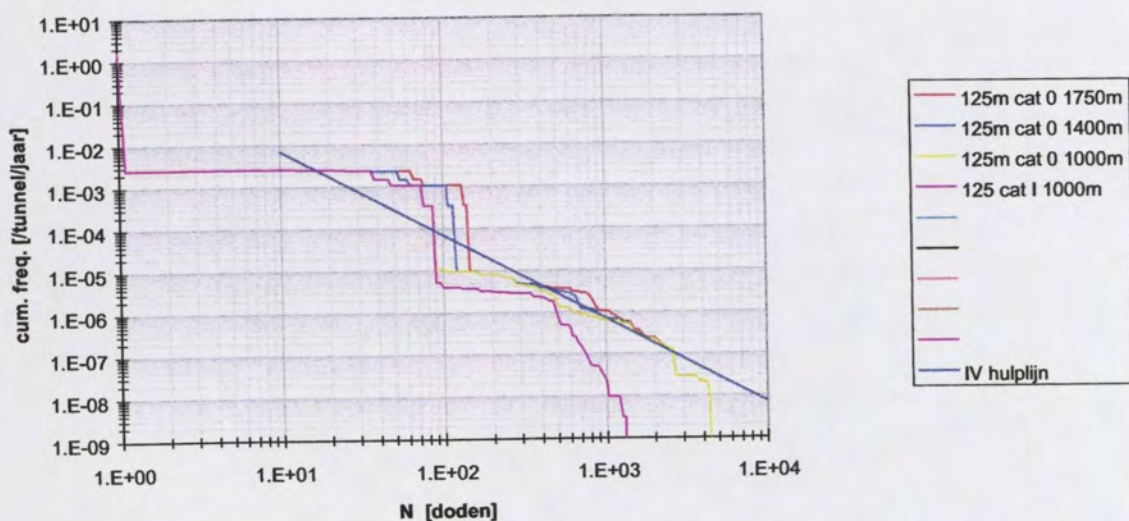
Voor een categorie tunnel 0 is gevarieerd met 1750 (3schachten), 1400 (4schachten) en 1000m (6 schachten).

Op basis van de resultaten uit de 1° serie berekeningen is hierbij voor de vluchtdeurafstand gevarieerd met 125 en 100m.

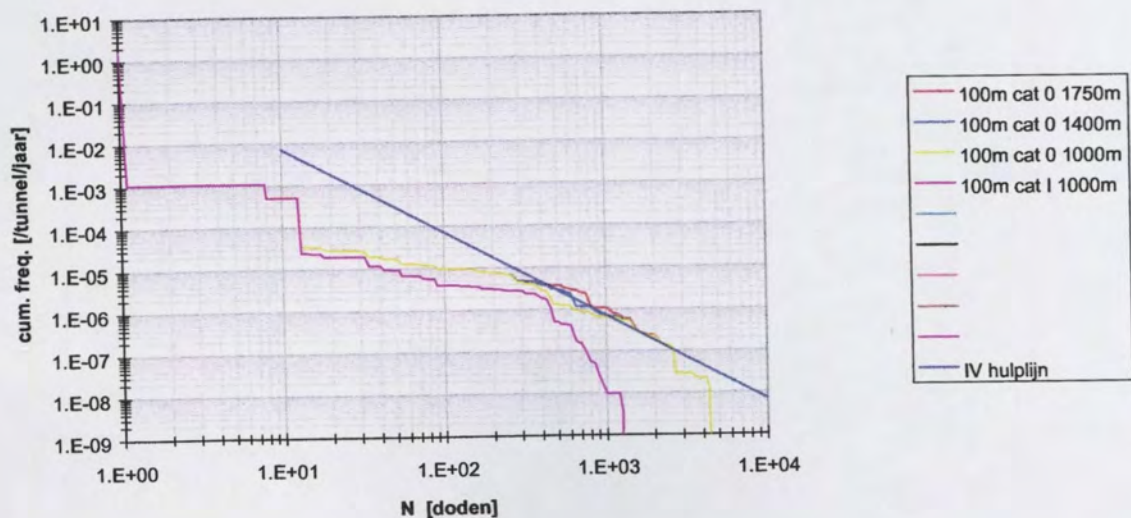
Om de verschillen in effect voor een categorie tunnel I (en II) te bepalen is voor beide series (vluchtdeurafstand 125 en 100m) de berekening voor een categorie tunnel I en schachtafstand 1000m toegevoegd.

Resultaten 2° serie berekeningen:

Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusie 2° serie berekeningen:

bij vluchtdeur afstanden van 125m heeft de h.o.h. afstand van de ventilatieschachten invloed op het aantal slachtoffers bij vrachtwagenbranden en benzine branden. De invloed is echter niet dermate dat de overschrijding van de vergelijkingswaarde bij vrachtwagenbranden hiermee weggenomen wordt (daarvoor zijn nog aanzienlijk meer schachten nodig).

Bij vluchtdeur afstanden van 100m heeft de h.o.h. afstand van de ventilatieschachten nagenoeg geen invloed op het aantal slachtoffers bij vrachtwagenbranden (dit geldt ook voor de niet berekende categorie tunnel II). Bij benzine branden is er wel enige invloed.

3^e serie oriënterende berekeningen

In de 3^e serie wordt de invloed van **vluchtstroken** onderzocht.

De berekening is uitgevoerd door aan te nemen dat de ongevalfrequentie met 25% afneemt. Er is in deze berekening geen rekening gehouden met de mogelijke positieve invloed van vluchtstroken op de filekans.

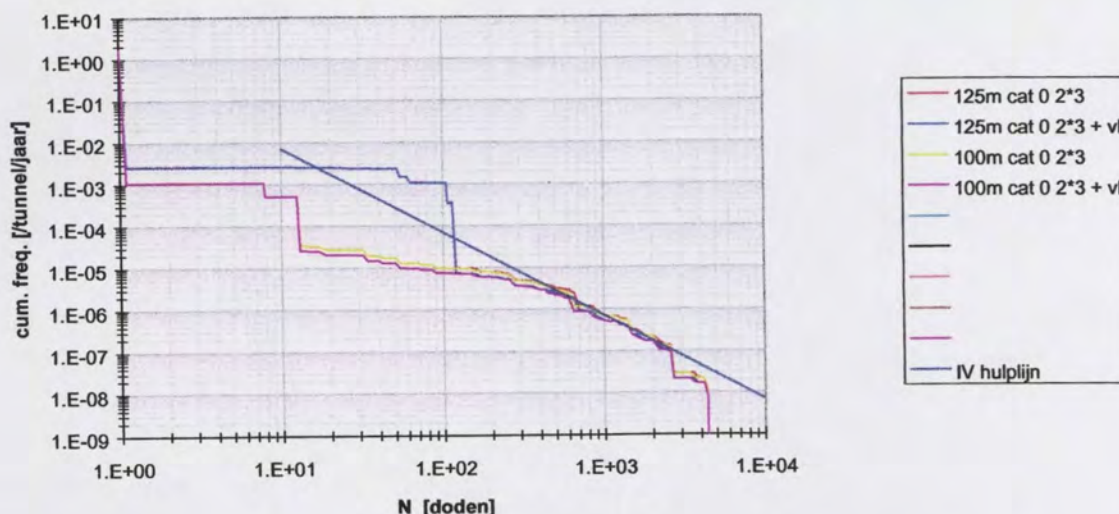
De aanwezigheid van een vluchtstrook zal naar verwachting ook een positief effect hebben op het potentieel aantal slachtoffers bij branden omdat de concentratie van de, toxische, rook wordt verlaagd. Hoe groot dit effect zou kunnen zijn is vooralsnog onbekend en het is daarom niet in de berekening meegenomen.

De berekeningen zijn alleen uitgevoerd voor een categorie 0 tunnel, de voor categorie I en II tunnels relevante effecten zijn vergelijkbaar.

Op basis van de resultaten uit de 1^e serie berekeningen is hierbij voor de vluchtdeurafstand gevarieerd met 125 en 100m.

Resultaten 3^e serie berekeningen:

Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusie 3^e serie berekeningen:

in het gebied van de vrachtwagenbranden (tot ca. 100 slachtoffers bij 125m) is de invloed vrijwel nihil. Dit komt omdat in het rekenmodel aangenomen is dat de frequentie van vrachtwagenbranden onafhankelijk is van de ongevalfrequentie.

In het gebied van de gevaarlijke stoffen is de frequentie lineair afhankelijk van de ongevalfrequentie omdat in het rekenmodel alle uitstromingen van gevaarlijke stoffen gemodelleerd zijn na het optreden van een letselongeval.

Het toepassen van een vluchtstrook heeft, indien geen rekening wordt gehouden met de mogelijke positieve invloed op de filekans, geen grote invloed op het groepsrisico.

4° serie oriënterende berekeningen

In de 4° serie wordt de invloed van de **verkeersintensiteit** onderzocht. Voor

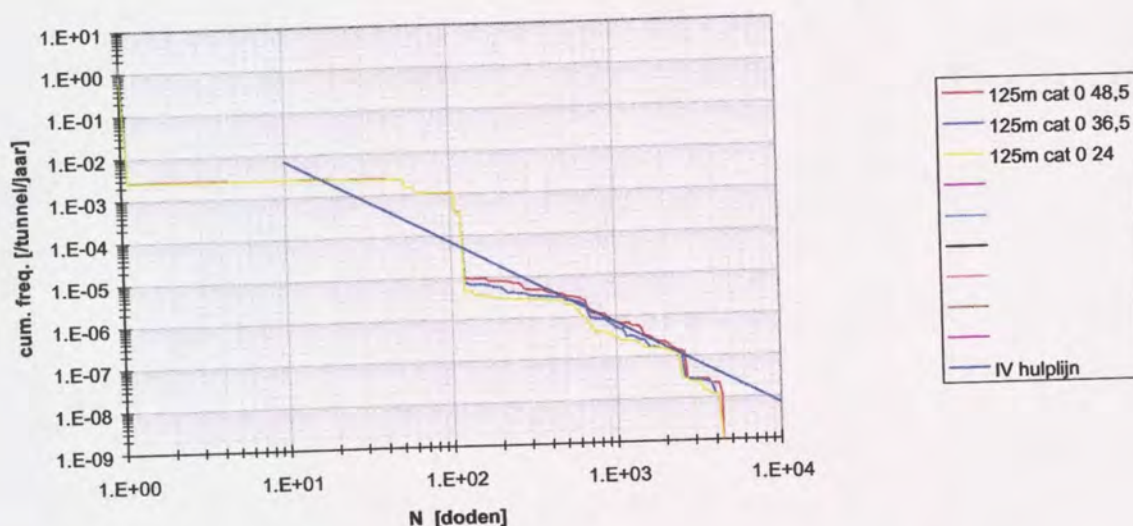
Voor een categorie 0 tunnel is gevarieerd met een jaarintensiteit van 48,5 miljoen, 36,5 miljoen (ca 75 %) en 24,25 miljoen mvt (halvering). Dezelfde reductiefactor is gebruikt voor het aantal transporten met gevaarlijke stoffen.

Aangehouden is dat de filekans (0.71 resp. 0.071) wel gelijk blijft, bij de gereduceerde verkeersintensiteiten. Dit is gedaan omdat te verwachten filekans mogelijk sterk afhankelijk is van de verkeersafwikkeling bij de knooppunten gelegen na de tunneluitgang.

De berekeningen zijn alleen uitgevoerd voor een vluchtdeur afstand van 125m en categorie 0. De voor andere vluchtdeur afstanden en categorieën relevante effecten zijn vergelijkbaar.

Resultaten 4° serie berekeningen:

Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusie 4° serie berekeningen:

in de staart van de FN kromme neemt de frequentie af omdat hiervoor het aantal transporten van gevaarlijke stoffen maatgevend is. Opvallend is dat in het gebied van enkele tot ruim 100 slachtoffers het risico nagenoeg ongewijzigd blijft. De verklaring hiervoor is dat het aantal vrachtwagenbranden weliswaar flink gereduceerd wordt doch dat verschil treedt op in de situatie dat er geen file benedenstrooms van de brand is waardoor de ventilatie de weggebruikers bovenstrooms beschermt. Omdat bij de berekening van het risico van vrachtwagenbranden in de file enerzijds benedenstrooms altijd evenveel mensen aanwezig zijn en anderzijds de kans op brand afhankelijk is van het aantal voertuigen dat in de file aansluit blijft het risico gelijk. Het verlagen van de intensiteit levert dus alleen een risicoreductie op als hierdoor tevens de filekans wordt gereduceerd. Deze conclusie geldt ook voor andere (niet in deze berekening beschouwde) h.o.h. afstanden, waarbij de curve in het gebied van de vrachtwagenbranden uiteraard wel verschoven ligt (zie serie 1).

5^e serie oriënterende berekeningen

In de 5^e serie wordt de invloed van de **filekans** onderzocht.

De bij de in § 3.2.2 berekende filekans van 0.71 in de spits en 0.071 gedurende de dag wordt op 100% gesteld.

Voor de categorie 0 tunnel is gevarieerd met een filekans van 100,50, 25 en 10% alsmede een situatie zonder file.

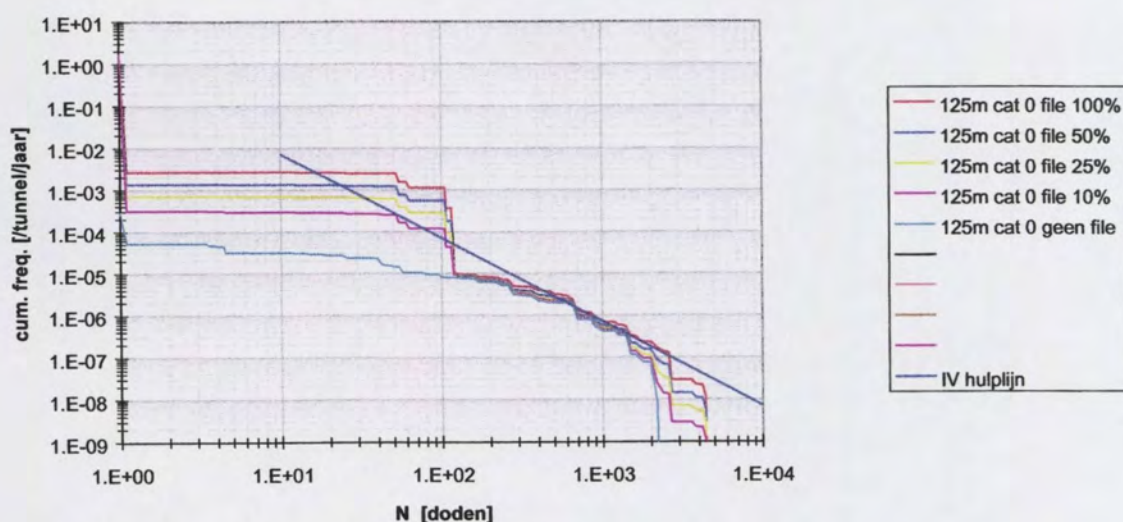
Gezien de te verwachten geringe invloed is voor de vluchtduur afstand alleen 125m aangehouden.

Om de verschillen in effect voor de vluchtduurafstand te bepalen is hiernaast de berekening vluchtduurafstand 100m met 100% filekans en geen file toegevoegd.

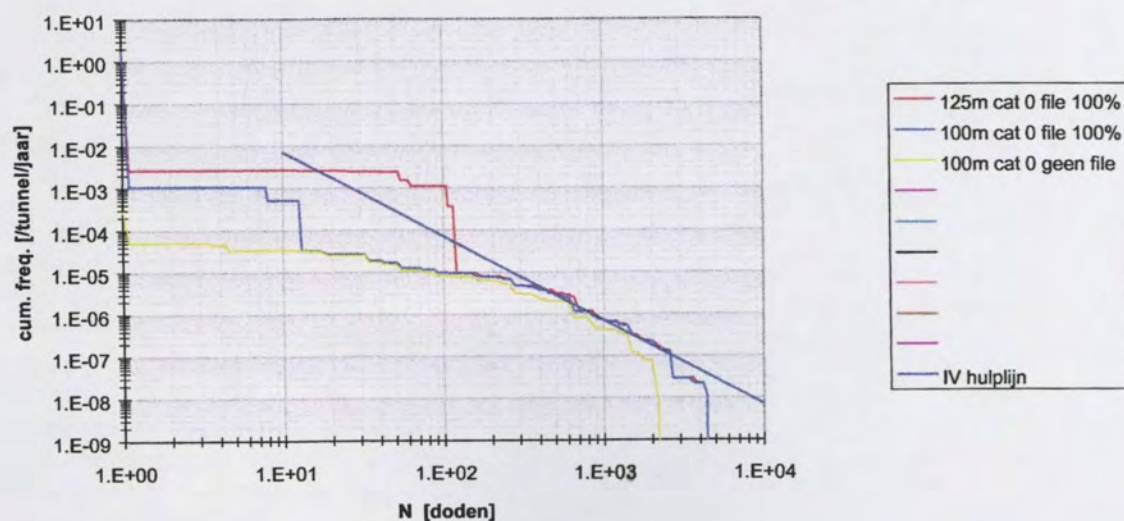
De voor categorie I en II tunnels relevante effecten zijn vergelijkbaar.

Resultaten 5^e serie berekeningen:

Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusie 5^e serie berekeningen:

bij h.o.h. afstanden van 125m neemt de frequentie van ongevallen met maximaal ca 100 slachtoffers (vrachtautobranden zijn hier maatgevend) bijna evenredig af met de filekans; hetzelfde geldt voor ongevallen met meer dan ca 1300 slachtoffers (LPG is hier maatgevend).

Bij vluchtdeuren h.o.h. 100m zit de winst in het gebied tot ca 10 slachtoffers en in de staart van de FN curve.

In de tussenliggende gebieden is de winst beperkt; dit komt doordat hier scenario's met gevolgen voor mensen in de file bovenstrooms invloed hebben.

6° serie oriënterende berekeningen

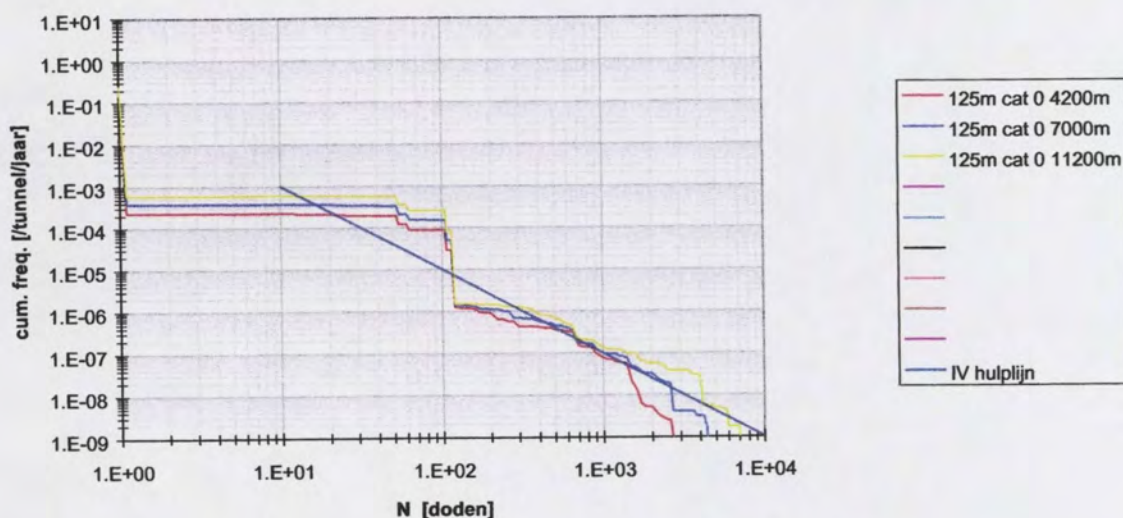
In de 6° serie wordt de invloed van de **tunnellengte** onderzocht. Voor een categorie 0 tunnel wordt gevarieerd in de tunnallengten 4200m, 7000m en 11200m (veelvouden van 1400m, de h.o.h. afstand van de ventilatieschachten).

Op basis van de resultaten uit de 1° serie berekeningen is hierbij voor de vluchtdeurafstand gevarieerd met 125 en 100m.

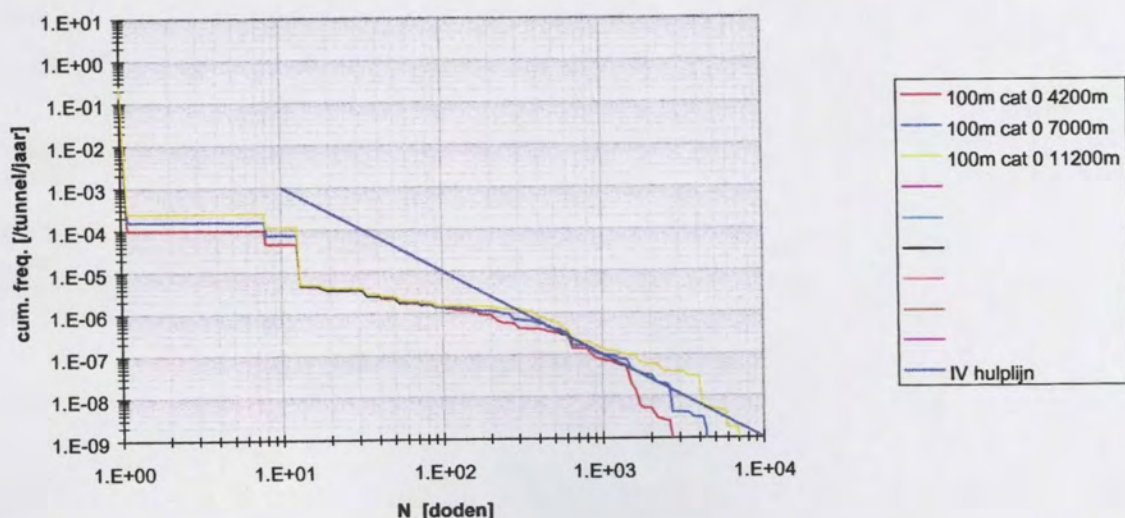
De voor categorie I en II tunnels relevante effecten zijn vergelijkbaar. Omdat de risico's voor de gehele tunnel worden uitgerekend dient ook de vergelijkingswaarde evenredig met de tunnallengte te veranderen. Daarom is er hier voor gekozen om de risico's per kilometer weer te geven met de vergelijkingswaarde per kilometer ($0.1 : N^2$).

Resultaten 6° serie berekeningen:

Groepsrisico per km tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico per km tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusie 6^e serie berekeningen:

De frequentie van het aantal branden in een file neemt zowel evenredig toe met het aantal verreden kilometers per voertuig als met het aantal op de file toe rijdende voertuigen en is dus afhankelijk van het kwadraat van de tunnellenlgte. Bij de weergave in bovenstaande grafieken per km tunnel blijft voor de frequentie dus een evenredigheid met de tunnellenlgte over. In de staart van de FN curve neemt het aantal slachtoffers per incident toe bij toenemende tunnellenlgte (bij explosies is aangenomen dat niemand in de tunnel tijdig kan vluchten).

3.3.2 Samenvattende conclusies oriënterende berekeningen groepsrisico

De conclusies van bovenstaande oriënterende berekeningen kan als volgt worden samengevat:

- de categorie indeling van de tunnel heeft grote invloed op het groepsrisico; met name bij de grote slachtofferaantallen treden grote verschillen op;
- de invloed van de h.o.h. afstanden van de vluchtdeuren is groot in het gebied van de vrachtwagenbranden (tot ca 100 slachtoffers bij 125m). Bij grotere aantallen slachtoffers (ongevallen met gevaarlijke stoffen) is de invloed veel geringer. Bij de in het rekenmodel gehanteerde (basis) aannamen is een h.o.h. afstand van 125m te groot;
- de h.o.h. afstanden van de ventilatieschachten heeft invloed op het aantal slachtoffers bij benzinebranden en vrachtwagenbranden; bij vrachtwagenbranden is het voordeel, bij de gehanteerde aannamen in het rekenmodel, alleen aanwezig bij h.o.h. afstanden van de vluchtdeuren van meer dan 100m;
- het effect van vluchtstroken is bij gelijkblijvende filekans gering. Het positieve effect van verdunning van de toxische rook is hierbij niet beschouwd;
- de verkeersintensiteit heeft alleen invloed op het groepsrisico indien de filekans daardoor wordt verminderd. Het aantal transporten met gevaarlijke stoffen is nagenoeg lineair van invloed op de frequentie van het aantal incidenten met veel slachtoffers;
- de filekans heeft grote invloed aan het begin van de FN curve (vrachtwagenbranden) en de staart van de FN curve (explosies van LPG);
- de lengte van de tunnel is lineair van invloed op de frequentie van het groepsrisico per km tunnel. Daarnaast neemt in de staart van de FN curve het aantal slachtoffers per incident toe.

3.3.3 Variantenberekeningen groepsrisico

Om een beeld te krijgen of de varianten voor de te onderscheiden categorie 0, I en II tunnels aan de vergelijkingswaarde voldoen zijn per tunnel berekeningen gemaakt waarbij de werkelijke parameters van de diverse varianten worden ingevoerd.

Deze parameters zijn tevens aangepast aan de bevindingen van de oriënterende berekeningen.

Er zijn een tweetal series variantenberekeningen uitgevoerd;

- varianten, standaard indeling; hierbij is de rijstrookindeling conform de uitgewerkte varianten aangehouden;
- varianten, mogelijke uitbreiding; hierbij is gekeken naar het effect indien de beschikbare vluchtstrook wordt vervangen door een spits- c.q. extra rijstrook.

Voor de variantenberekeningen zijn de bij de varianten behorende parameters in de berekening ingevoerd.

Voor de berekening van de bij het beschikbaar zijnde aantal rijstroken behorende jaarintensiteit is uitgegaan van de volgende aannamen:

- de maximaal toelaatbare verkeersintensiteit per tunnelbuis c.q. rijlkoker wordt bepaald met een I/C (intensiteit/capaciteit) factor van ca 0.85. De maximale verkeersintensiteit per tunnelbuis bedraagt dan:
 - 2-rijstroken: $0.85 \cdot 4650 = 3952 \text{ mvt/h}$;
 - 3-rijstroken: $0.85 \cdot 7400 = 6290 \text{ mvt/h}$;
- indien de maximaal toelaatbare verkeersintensiteit in de maatgevende richting lager is dan de berekende verkeersintensiteit, wordt er vanuit gegaan dat (elders) compenserende maatregelen zijn getroffen die zowel voor de ochtend- als avondspits gelden, waardoor ook in de niet-maatgevende richting een vermindering van intensiteit is te verwachten;
- voor het bepalen van de totale verkeersintensiteit wordt bepaald in welke rijrichting de maximaal toelaatbare verkeersintensiteit het eerst bereikt wordt, waarna de verkeersintensiteit in de andere rijrichting wordt bepaald aan de hand van de verhouding zoals berekend in de quick-scan:
 - richting Almere-Haarlemmermeer : 7608 mvt/h ;
 - richting Haarlemmermeer-Almere : 3987 mvt/h ,
- vervolgens wordt aan de hand van de in § 3.2.2 aangegeven algemene verkeersgegevens de jaarintensiteit berekend.

De overige algemene verkeersgegevens zijn conform die in § 3.2.2. waarbij opgemerkt kan worden dat ondanks het feit dat bij de variantenberekeningen een lager I/C verhouding is aangenomen dan waarop de filekans is gebaseerd, deze kans toch op de aldaar vermelde waarde van 0.71 resp. 0.071 blijft gehandhaafd, omdat niet duidelijk is welke invloed de verkeersintensiteit heeft op de filekans.

Op basis van de resultaten van de oriënterende berekeningen is de afstand van de vluchtdeuren in de variantenberekeningen teruggebracht naar 100m.

Dit wil zeggen dat ook de afstand van de dwarsverbindingen van de boortunnelvarianten zonder afgescheiden langsvluchtgang, BT-1 en BT-3 100m bedraagt.

Variantenberekening standaardindeling.

Hierbij worden de varianten conform de onderstaande tabel 1 berekend.

Tabel 1

Categorie 0/I/II tunnel standaardindeling					
Variant	Lengte Tot/hor	afstand schacht/vldeur	aantal rijstroken	vluchtstrook	aantal mvt/jr *10 ⁶
BT1	7000/5700	1400/100	2*2	ja	25.4
BT2	7000/5700	1400/100	2*2	nee	25.4
BT3	7000/5700	1400/100	3*2	Ja	48.7
BT4	7000/5700	1400/100	4*2	nee	48.7
BT5 ¹⁾	7500/6200	1500/100	2*2	Ja	25.4
IST1	7200/7100 ²⁾	1440/100	2*2	ja	25.4
IST2	7200/7100 ²⁾	1440/100	3*2	ja	48.7

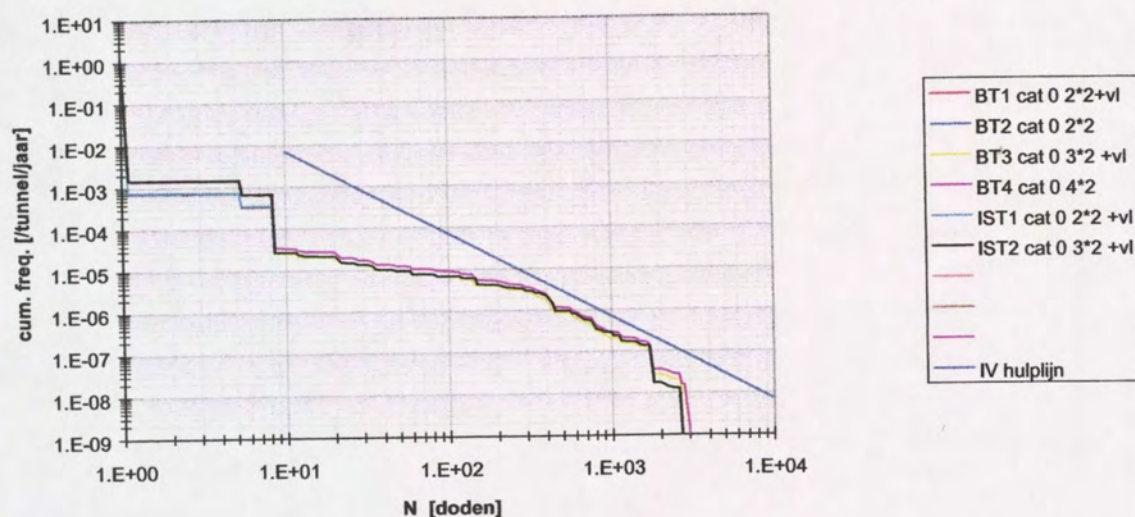
1) alleen voor personenauto's

2) de aanwezige langshelling is zo gering dat deze kan worden verwaarloosd, echter rekentechnisch is een minimum hellingslengte gewenst.

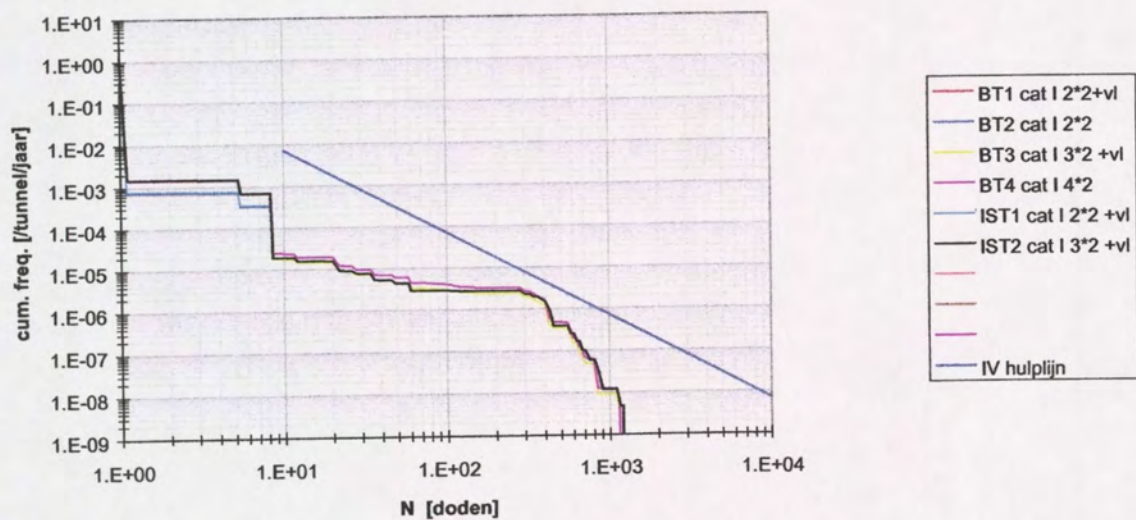
Voor BT5 kan met het rekenprogramma geen groepsrisico worden gevonden; deze variant komt dus niet voor in de grafieken.

Resultaten variantenberekening standaardindeling:

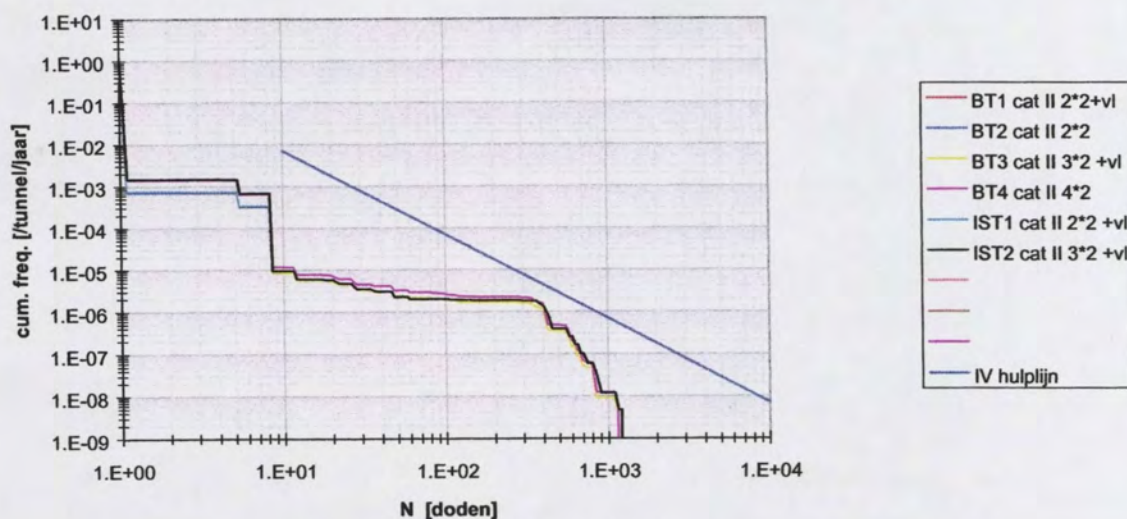
Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusies variantenberekeningen groepsrisico standaardindeling:

- omdat voor alle varianten (per categorie tunnel) het aantal transporten met gevaarlijke stoffen gelijk is gehouden komen de staarten van de FN curven dicht bij elkaar te liggen;
- de varianten met vluchtstrook scoren iets beter in het gebied van de gevaarlijke stoffen dan de varianten zonder vluchtstrook omdat de ongevalfrequentie met 25% is verlaagd;
- in het gebied tot ca 10 slachtoffers zijn de vrachtautobranden maatgevend. De verschillen tussen de varianten treden hier op door het verschillend aantal vrachtauto's (10% van het totaal aantal voertuigen);
- bij een tunnel categorie 0 ligt de FN curve over een groot gebied ongeveer evenwijdig aan en enigszins onder de vergelijkingswaarde;
- bij een categorie I of II tunnel komt de FN curve slechts op één punt enigszins in de buurt van de vergelijkingswaarde, de rest van de curve ligt ver onder de vergelijkingswaarde.

Variantenberekening mogelijke uitbreiding

Hierbij worden de varianten conform de onderstaande tabel 2 berekend.

Tabel 2

Categorie 0/I/II tunnel mogelijke uitbreiding					
Variant	Lengte Tot/hor	afstand schacht/vldeur	aantal rijstroken	vluchtstrook	aantal mvt/jr *10 ⁶
BT1	7000/5700	1400/100	2*3	nee	40.2
BT2 ¹⁾	7000/5700	1400/100	---	nee	---
BT3	7000/5700	1400/100	3*3	nee	76.8
BT4 ¹⁾	7000/5700	1400/100	---	nee	---
BT5 ²⁾	7500/6200	1500/100	2*3	nee	40.2
IST1	7200/7100 ³⁾	1440/100	2*3	nee	40.2
IST2	7200/7100 ³⁾	1440/100	3*3	nee	76.8

1) geen uitbreiding mogelijk

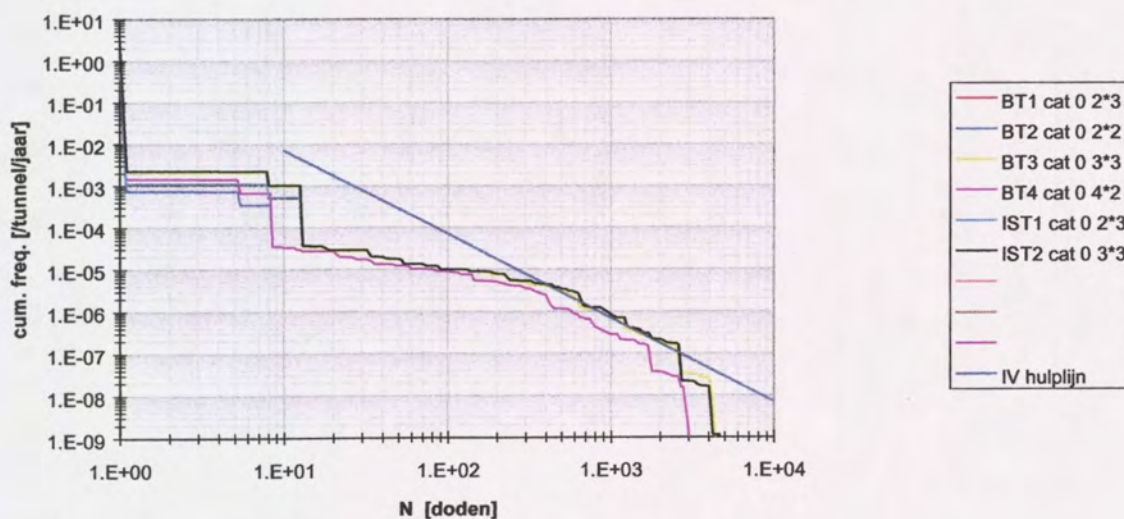
2) alleen voor personenauto's

3) de aanwezige langshelling is zo gering dat deze kan worden verwaarloosd, echter rekentechnisch is een minimum hellingslengte gewenst.

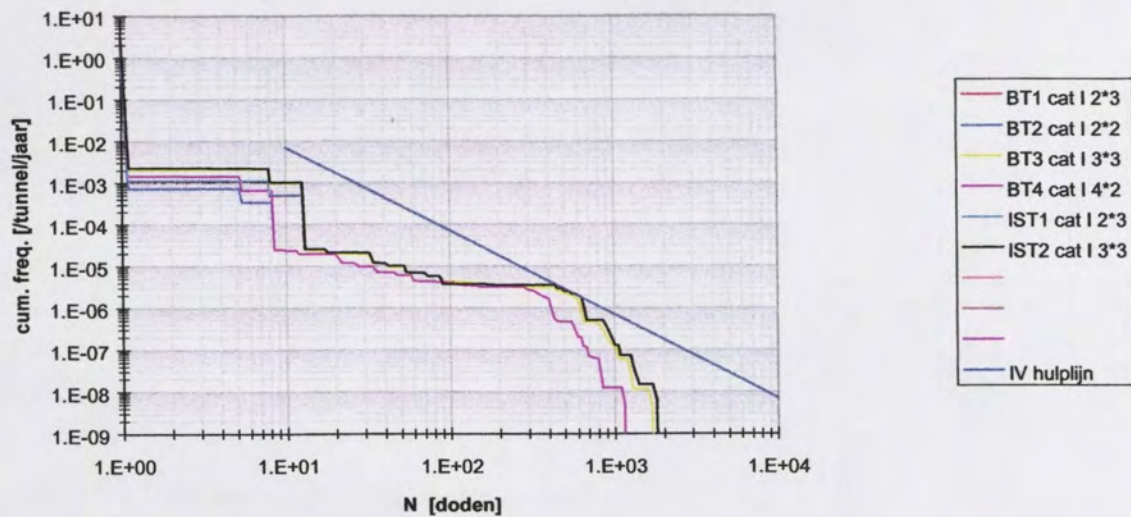
Voor BT5 kan met het rekenprogramma geen groepsrisico worden gevonden; deze variant komt dus niet voor in de grafieken.

Resultaten variantenberekening mogelijke uitbreiding:

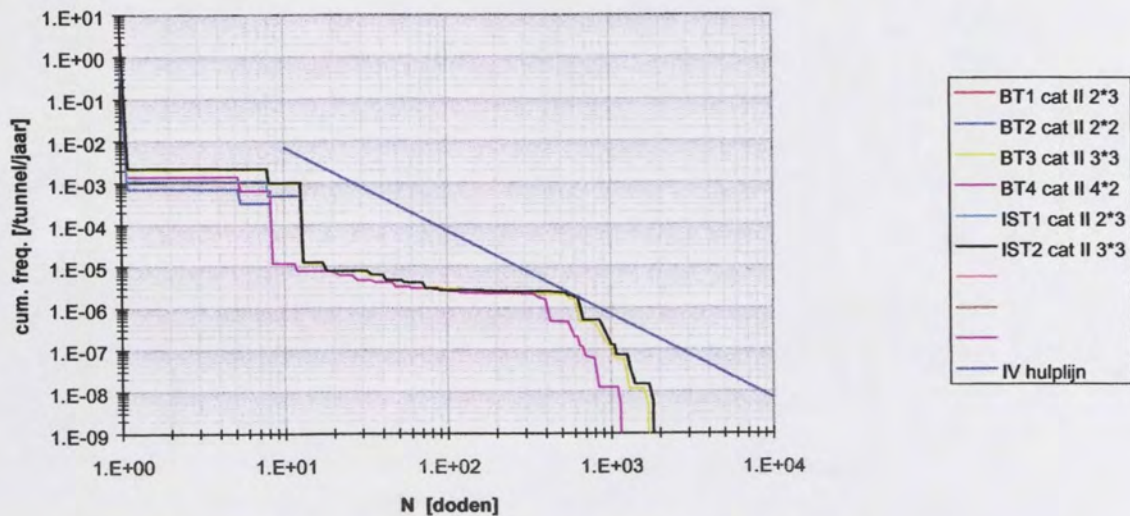
Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Groepsrisico hele tunnel t.g.v. kleine kans, grote gevolgen ongevallen



Conclusies variantenberekening groepsrisico mogelijke uitbreiding:

- omdat voor alle varianten (per categorie tunnel) het aantal transporten met gevaarlijke stoffen gelijk is gehouden is de frequentie van incidenten met gevaarlijke stoffen voor alle varianten hetzelfde. Het aantal slachtoffers bij incidenten met gevaarlijke stoffen is afhankelijk van het aantal personen in het effectgebied; de invloed van 3 i.p.v. 2 rijstroken is duidelijk te zien;
- in het gebied tot ca 10 slachtoffers zijn de vrachtautobranden maatgevend. De verschillen tussen de varianten treden hier voor de frequentie op door het aantal vrachtauto's (10% van het totaal aantal voertuigen) en voor de gevolgen door het aantal aanwezigen in het bedreigde gebied (afhankelijk van het aantal rijstroken);

- bij een categorie 0 tunnel ligt de FN curve bij de varianten met 3 rijstroken over een groot gebied enigszins boven de vergelijkingswaarde.
- bij een categorie I of II tunnel raakt de FN curve bij de varianten met 3 rijstroken op één punt aan de vergelijkingswaarde, de rest van de curve ligt onder de vergelijkingswaarde.

3.3.4 Samenvattende conclusies variantenberekeningen

- bij de standaardindeling ligt de FN curve voor een categorie 0 tunnel (bij alle relevante varianten) over een groot gebied ongeveer evenwijdig aan en enigszins onder de vergelijkingswaarde; voor een categorie I en II tunnel komt de FN curve (bij alle relevante varianten) slechts op één punt enigszins in de buurt van de vergelijkingswaarde, de rest van de curve ligt ver onder de vergelijkingswaarde.

Op basis van de resultaten van de oriënterende berekeningen is een vergroting van de vluchtdeurafstanden van 100m naar 125m niet mogelijk bij de gekozen uitgangspunten t.a.v. het verkeer, de (grote) filekansen en de aannamen in het rekenmodel.

Nader onderzoek en, op grond daarvan, herziening van de aannamen in het model kunnen van grote invloed zijn voor de conclusie ten aanzien van de h.o.h. afstanden;

- bij de mogelijke uitbreiding naar 2*3 rijstroken ligt de FN curve voor een categorie 0 tunnel (bij alle relevante varianten) over een groot gebied enigszins boven de vergelijkingswaarde; voor een categorie I en II tunnel raakt de FN curve (bij alle relevante varianten) op één punt aan de vergelijkingswaarde, de rest van de curve ligt onder de vergelijkingswaarde.

Op basis van de resultaten van de oriënterende berekeningen zal een verkleining van de vluchtdeurafstanden van 100m naar 60m voor de relevante varianten geen oplossing bieden omdat het effect van de vluchtdeurafstand in het betreffende gebied relatief gering is.

3.3.5 Verwachtingswaarden

Hiervoor zijn geen oriënterende berekeningen gemaakt, maar is de verwachtingswaarde (het verwachte gemiddeld aantal dodelijke slachtoffers per jaar voor de gehele tunnel) voor de varianten met standaardindeling van tabel 1 (zie 3.3.4) berekend.

De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel 3.

Tabel 3

Verwachtingswaarden varianten standaardindeling			
Variant	Categorie 0	Categorie 0	categorie II
BT-1	2.36	2.36	2.36
BT-2	2.85	2.85	2.85
BT-3	4.57	4.57	4.57
BT-4	5.47	5.47	5.47
BT-5	---	---	2.14
IST-1	2.41	2.41	2.41
IST-2	4.66	4.66	4.66

Per variant blijkt de verwachtingswaarde niet wordt beïnvloed door de categorie indeling van de tunnel (het verschil treedt pas op bij het, niet weergegeven, 3^e cijfer achter de komma).

De invloed van vluchtstroken is duidelijk herkenbaar.

Dit is te zien door het onderling vergelijken van varianten met een gelijke verkeersintensiteit BT1 met BT2 en BT3 met BT4).

Hierbij moet worden opgemerkt dat de positieve invloed van vluchtstroken op de filekans niet in de berekening is meegenomen.

Indien de filekans op 0 wordt gesteld dan treedt een verlaging van het aantal slachtoffers op van ca 0,6 voor alle varianten met 25,4 miljoen vtg/jr en ca 1,2 voor alle varianten met 48,7 miljoen vtg/jr, bij alle categorieën. Dit komt doordat in het rekenmodel is aangenomen dat bij branden (ook branden van personenwagens), bij een file benedenstrooms van de brand er zich dicht bij de brand niet-zelfredzame personen kunnen bevinden. In het model is (pessimistisch) aangenomen dat hulp door derden niet wordt verleend. Voor personen bovenstrooms is, bij werkende ventilatie, aangenomen dat niemand het slachtoffer wordt.

4 Externe veiligheid

4.1 Algemeen

Onder externe veiligheid wordt verstaan het risico voor de aanwezigen naast de weg ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen op de weg.

Hierbij kunnen 2 aspecten worden onderscheiden:

- de invloed die de aanwezigheid van de tunnel heeft voor omwonenden in de directe omgeving (boven en naast het tunneltracé);
- de invloed die het verbieden van transporten gevaarlijke stoffen door de tunnel heeft voor omwonenden in directe omgeving van de dan noodzakelijke omleidingroutes.

Voor de bepaling van de externe veiligheid worden 2 criteria onderscheiden nl.:

- het plaatsgebonden risico.

Dit geeft de kans op een dodelijke situatie voor een bepaalde plaats ten opzichte van de beschouwde risicovolle activiteit (hier dus t.o.v. de weg) ervan uitgaande dat er continu een persoon onbeschermd op die plaats aanwezig is. Het risico wordt doorgaans gepresenteerd door risico contouren op een kaart (zoals hoogtelijnen op een topografische kaart). Voor dit risico is een grenswaarde gesteld van 10^{-6} per jaar voor nieuwe situaties (bv. nieuwe weg, nieuwbouw) en dus hier van toepassing. Voor belangrijke situaties wordt echter de mogelijkheid open gelaten om, op basis van een integrale belangenafweging, van deze grenswaarde af te wijken. In een dergelijk geval moet dit aan de betrokken ministeries ter goedkeuring worden voorgelegd.

- het groepsrisico.

Dit geeft een schatting van de kans op een ramp met een bepaald aantal dodelijke slachtoffers. Het groepsrisico wordt doorgaans gepresenteerd in een diagram waarbij de frequentie op de ene as en het aantal slachtoffers op de andere as wordt weergegeven (FN curve).

Voor het groepsrisico geldt een oriënterende waarde van $0.01:N^2$ per km weg (N staat voor het aantal slachtoffers van één incident).

Gezien de stand van zaken t.a.v. de berekeningsuitgangspunten voor tunnels en de complexiteit van de omgeving in brede zin voor de mogelijke omrijdroutes kan niet worden voldaan aan het gestelde in het Plan van Aanpak.

In de volgende paragrafen wordt hier nader op ingegaan.

4.2 Externe veiligheid tunneltracé

Er is een globale berekeningsmethode ontwikkeld door het IPO (interprovinciaal overleg) voor het bepalen van de externe risico's (IPORBM). Deze methode is niet specifiek bedoeld voor tunnels maar voor open wegen en geeft een inzicht in de orde van grootte van het externe risico.

Voor tunnels wordt bij deze methode doorgaans aangenomen dat de tunnel voor omwonenden wel bescherming geeft bij branden maar niet bij explosies (de gevolgen van explosies worden berekend alsof het een open weg betreft). Berekeningen op deze manier gemaakt leiden er toe dat t.o.v. een open weg situatie bij een tunnel het plaatsgebonden risico sterk wordt verminderd (omdat brandbare vloeistoffen hiervoor maatgevend zijn), maar dat het groepsrisico gelijk is aan de open weg situatie (omdat LPG hiervoor maatgevend is).

In werkelijkheid mag echter verwacht worden dat de tunnel wel enige bescherming biedt bij explosies, maar dat leidt er tevens toe dat de tunnelmonden een extra risicopunt worden. Explosies in tunnel komen daar dan naar buiten, wat tevens inhoudt dat naarmate de tunnel langer wordt het risico bij de tunnelmonden toeneemt.

Het bepalen van de externe veiligheid is alleen interessant als de tunnel een categorie 0 tunnel wordt (LPG is namelijk maatgevend hiervoor).

Op basis van de resultaten van de berekeningen van de interne veiligheid lijkt het *op voorhand niet onmogelijk* om alle varianten (BT-5, "Parijse variant" valt buiten deze beschouwing) met de standaardindeling een categorie 0 tunnel te maken.

Gezien het tijdsplan, de benodigde gegevens t.a.v. de omgeving en de extra onzekerheden t.o.v. de berekeningen van de interne veiligheid m.b.t. de uitgangspunten is het niet zinnig geacht deze berekeningen binnen deze studie te maken.

Tevens zou het wenselijk zijn om na te gaan welke beleidsmatige aspecten rond de keuze van de categorie tunnel een rol spelen.

4.3 Externe veiligheid omleidingsroutes

Vooropgesteld kan worden dat alle transporten van gevaarlijke stoffen die wel in de tunnel worden toegelaten de externe veiligheid van het wegennet welke de huidige verbinding tussen de A6 en de A9 vormen zal verbeteren. Nochtans geeft het opstellen van een externe veiligheidsanalyse voor de routing van gevaarlijke stoffen over het bestaande wegennet bij het wel of niet toelaten van alle gevaarlijke stoffen door de nieuwe tunnel duidelijkheid over de effecten hiervan.

Hierbij kan opgemerkt worden dat de problematiek t.a.v. de externe veiligheid ook speelt bij de A10 zuid-as en het gesignaleerde externe veiligheidsprobleem op de A10 west. Het lijkt voor de hand liggend en zelfs gewenst om m.b.t. het transport van gevaarlijke stoffen het hele gebied rond Amsterdam in één studie te beschouwen bij een aantal alternatieven. Als argument geldt dat verwacht mag worden dat niet alleen het wel of niet toelaten van alle gevaarlijke stoffen tot de tunnel A6-A9 invloed heeft op de externe veiligheid langs de A1, A9 en A10 maar ook het wel of niet toelaten tot de tunnel in de zuid-as.

Door het Steunpunt Tunnelveiligheid wordt, in opdracht van de Directie Noord-Holland en de gemeente Amsterdam, in het kader van de veiligheid van de A10 zuid-as momenteel een plan van aanpak gemaakt m.b.t. de externe veiligheid. Hierin zal een integrale aanpak voor een studie naar de externe veiligheid voor het gehele hoofdwegenstelsel rond Amsterdam worden voorgesteld.

Deze studie zal plaats vinden in het 3^e kwartaal van 2002; de

tunnelverbinding tussen de A6 en A9 is hierin echter niet opgenomen.

Op basis van de verkregen resultaten lijkt het echter wel mogelijk om ook hiervoor tendensen te onderkennen en/of een aanvullende studie te laten verrichten.

4.4 Externe veiligheid t.a.v. waterkeringen

4.4.1 Kans op inundatie

Alle tunnelvarianten doorkruisen meerdere polders en de daarbij behorende boezemwateren Vecht, Amsterdam-Rijnkanaal als Gein.

M.b.t. inundatie kunnen zich de volgende situaties voordoen:

1. De tunnel inundeert in de eindfase t.g.v. inundatie van een van de polders;
2. De tunnel inundeert in de eindfase t.g.v. bezwijken van de tunnelwand.
3. De tunnel inundeert in de bouwfase t.g.v. menselijk falen

Ad 1)

Bij inundatie van een van deze polders t.g.v. het bezwijken van de boezemkade

zal de waterstand in de polder waarschijnlijk gelijk zijn aan dat van het bijbehorende boezemwater.

Het waterpeil van zowel Vecht, Amsterdam-Rijnkanaal als Gein bedraagt ca. nap-0.40m.

T.g.v. inundatie van de tunnel, via de toeritten resp. ventilatieschachten, kunnen ook de overige polders geïnundeerd worden.

Ad 2)

De kans op het verloren gaan van de constructieve integriteit van de tunnelconstructie zo gering dat hier in feite geen rekening me hoeft te worden gehouden.

Indien dit toch zou optreden, b.v. door explosie in de tunnel zal het waterpeil dan gelijk zijn aan het polderpeil van de polder waarin het falen plaats vindt (in-situ tunnel) resp. de stijghoogte in het watervoerend pakket (boortunnel). Deze zijn lager dan de eerder vermelde boezempeilen welke dus maatgevend zijn.

Ad 3)

T.g.v. procedurefouten bij het werken aan het boorfront of het openen van de dwarsverbindingen kan de tunnel tijdens de bouwphase inunderen. Voor de kans op menselijk falen wordt vaak 10^{-3} aangehouden en is dus niet te verwaarlozen klein.

De effecten zijn gelijk aan die bij het bezwijken van de tunnelwand, tenzij de inundatie gepaard gaat met een blow-in t.p.v. een der boezemwateren, waarbij het waterpeil gelijk wordt aan dat van het boezemwater.

4.4.2 Maatregelen ter voorkoming van inundatie

De openingen waardoor inundatie in de tunnel kan plaats vinden zijn:

1. open toeritten;
2. ventilatie- vluchtschachten (en toegangen gesloten deel van de toerit).

Ad 1)

Voor de open toeritten komen in principe 2 mogelijkheden in aanmerking:

- het installeren van schuiven, welke bij inundatie van de betreffende polder de tunnelkokers afdichten.

Dit is een oplossing welke:

- pas werkt als de schuiven zijn neergelaten
- storingsgevoelig is;
- veel onderhoud vergt;
- relatief kostbaar is.

Om deze reden wordt deze oplossing slechts toegepast als er geen andere mogelijkheden zijn (bv. i.v.m. de situatie c.q. beschikbare ruimte (bv. Willemsspoortunnel in stedelijke bebouwing);

- het aanleggen van kanteldijken met een hoogte boven nap-0.40m rondom de toeritten.

In situaties waarin de kerende hoogte t.o.v. het maaiveld relatief hoog is wordt op enige afstand rondom de toerit een volledig dijklichaam aangelegd.

In de te beschouwen situatie is de hoogte van de kanteldijk (maximaal ca nap) t.o.v. het bestaande maaiveld (ca nap -1.20 resp. nap -1.90m) relatief gering. Hierdoor kan op eenvoudige wijze een waterkering worden gerealiseerd door de wanden van de toerit op te trekken tot nap, al dan niet met een grondaanvulling.

Aansluiten op de wanden van de toerit moet dan wel een over een geringe lengte een kanteldijk worden aangebracht tot aan het punt waar de weg het niveau van nap bereikt.

Ad2)

T.p.v. de ventilatie- vluchtschachten en het gesloten gedeelte van de toerit bevinden zich openingen welke in verbinding staan met de tunnelbuizen. Door deze openingen boven nap te leggen en het betonwerk (en de eventuele benodigde doorvoeren) onder dit niveau waterdicht uit te voeren kan een eventuele inundatie voorkomen worden.

Onder het niveau van nap moeten de schachten dan wel aangevuld worden waardoor deze op een verhoging van 1.20m a 1.90m in de polder komen te liggen.

5 Veiligheidsniveau tunnel (voorzieningen)

5.1 Algemeen

Uit de berekeningen t.a.v. de interne veiligheid mag afgeleid worden dat mogelijk alle tunnelvarianten in de standaard indeling als categorie 0 tunnel zouden kunnen voldoen aan een nog vast te stellen groepsrisiconorm. Of de tunnel in gebruik wordt genomen als categorie 0, I of II tunnel is in principe een bestuurlijk besluit.

Afgezien van deze formele procedure geldt als beleid binnen Rijkswaterstaat dat het doorgaand wegvervoer van gevaarlijke stoffen in principe onbelemmerd moet kunnen plaats vinden op het hoofdwegennet.

Een uitzondering hierop is gemaakt voor tunnels, voor zover het essentiële oeververbindingen (die grote rivieren en kanalen kruisen) in hoofdwegen betreft. Dit omdat deze voor de economie belangrijke infrastructuur niet verloren mag gaan of voor lange tijd buiten gebruik moet worden gesteld t.g.v een calamiteit.

Overigens wordt in tunnels opgenomen in het rijkswegennet hetzelfde niveau van veiligheidsvoorzieningen hebben ongeacht de formele categorie indeling. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de constructieve voorzieningen om dit veiligheidsniveau te garanderen alsmede op uitrusting van de tunnels.

5.2 Constructieve voorzieningen

5.2.1 Bescherming tunnelwand (constructieve integriteit)

Als uitgangspunt voor de constructieve integriteit geldt dat de constructie voldoende reserve (veiligheid) dient te bezitten om niet te bezwijken onder "elke denkbare" (combinatie van) belasting(en).

Tevens dient eventuele schade aan de constructie zodanig hersteld te kunnen worden dat de constructie na een calamiteitsbelasting weer met de benodigde reserve (veiligheid) in gebruik kan worden genomen.

In principe dekken de in de betreffende normen voorgeschreven materiaal en belastingsfactoren de constructieve integriteit voldoende af.

De vraag is echter wat onder "elke denkbare belasting" moet worden verstaan. In het algemeen wordt gesteld dat belastingen met een kans van voorkomen groter dan 10^{-4} /jaar in de berekeningen moeten worden meegenomen, belastingen met een kans van voorkomen kleiner dan 10^{-6} /jaar worden als te verwaarlozen beschouwd.

Hierbij kan worden opgemerkt dat het overgangsgebied nogal vaag gedefinieerd is terwijl ook in het bepalen van de kans van optreden vaak een redelijk grote onzekerheid zit.

Categorie II tunnel

De maatgevende belasting hierbij zal zijn een vrachtautobrand, qua kans en een dieseloliebrand qua gevolg.

Een grote vrachtautobrand heeft een totale vuurbelasting van ca 100MW, een brandcurve van deze brand is nog niet vastgesteld.

Gezien de ervaringen bij recente branden in het buitenland en het huidige inzicht moet rekening gehouden worden met maximale temperaturen van 1000 à 1100°C.

Voor de dieseloliebrand geldt hetzelfde als voor de benzinebrand bij een categorie I tunnel.

Deze heeft een totale vuurbelasting van gemiddeld ca 200MW en als piek ca 300MW, met een brandcurve conform de RWS-curve, dwz maximale temperaturen van ca 1350°C en een tijdsduur van 2uur.

De constructieve integriteit kan verzekerd worden door het voldoende beperken van de temperatuurstijging per tijdseenheid van het beton (maatgevend voor het afspatgedrag bij op normaalkracht belaste boortunnels) of de temperatuur van wapeningsstaal (maatgevend bij op buiging belaste conventionele tunnels).

Hiervoor kan bv. een hittewerende bekleding worden aangebracht.

NB

Opgemerkt kan worden dat voor de "Parijse variant", BT-5, waar alleen personenauto's in worden toegelaten de brandbelasting beduidend minder zal zijn, dit beïnvloed de afweging van het wel of niet aanbrengen van een bescherming tegen brand.

Categorie I tunnel

De maatgevende belasting hierbij zal zijn een vrachtautobrand, qua kans en een benzinetankautobrand, qua gevolg, zij het dat de kans op een benzinebrand een orde hoger is dan die op een dieseloliebrand.

In principe is er qua brand geen verschil tussen een categorie II tunnel en een categorie I tunnel.

Bij de uitstroom van benzine die kan leiden tot deze brand bestaat tevens de kans op het ontstaan van gassen welke tot explosie(deflagatie of detonatie) kunnen leiden.

De grootte van de hierbij optredende explosiedrukken is zeer moeilijk te bepalen en te interpreteren, omdat het in feite een dynamisch effect betreft. De orde van grootte van de dynamische explosiedrukken varieert globaal van ca 0.1Bar met een relatief lange positieve faseduur van ca 150-450ms (deflagatie) tot 25Bar met een relatief korte positieve faseduur van ca 50-150ms (detonatie).

Op pragmatische basis c.q. het ALARA-principe worden de (afgezonken)tunnels onder waterwegen berekend op een geringe statische explosiedruk van 1Bar.

(Door de relatief grote bovenbelasting van deze doorgaans diep gelegen tunnels is de constructie, m.u.v. de middenwanden, bestand tegen enige explosiedruk van binnen uit. De waarde van 1Bar is uitgerekend a.h.v. bestaande tunnels.)

De kans dat uitstroom van brandbare vloeistoffen leidt tot een explosie met hoge drukken is zo gering dat hier geen rekening mee wordt gehouden.

Deze kans is wel afhankelijk de mogelijk optredende plasgrootte en dus van de helling van het wegdek en de capaciteit van de riolering.

Door de hieraan gestelde eisen wordt dit echter beperkt.

Categorie O tunnel

Naast de maatgevende brandbelasting conform de Categorie I tunnel zou hierbij ook rekening gehouden moeten worden met explosiedruk t.g.v. uitstroom van LPG.

Hierbij doet evenwel het probleem zich voor dat spreiding in de mogelijke explosiedruk relatief groot is en het moeilijk is met de huidige kennis van zaken een realistische belasting aan te geven.

Mogelijke oplossingen voor het opnemen van explosiedrukken zijn:

- de zwakste schakel (middenwanden) kan dusdanig verstevigd worden dat zij niet meer maatgevend worden.
Voor ondiep gelegen (in-situ gebouwde tunnels;) blijft de grootte van de op te nemen explosiedruk dan echter zeer beperkt;
- een energieabsorberende constructie (gedacht moet worden aan een dikte van meer dan 1.00m) voor de wanden dak en vloer aan te brengen, dus een tunnel in een tunnel.

- Een aparte koker voor het vervoer van lpg, eveneens voorzien van een energieabsorberende constructie, waarbij uitgegaan wordt van zo klein mogelijke overspanningen.

Vanuit kostenoverwegingen lijken de beide laatste voorzieningen geen reële optie.

Indicatief zal het explosiebestendig maken van een tunnel met een lengte van ca 7km en 2 rijkokers met 3 rijstroken minimaal euro $300 \cdot 10^6$ extra gaan kosten.

Voor de boortunnels geldt dat de diepe ligging en de ronde doorsnede op zich uiterst geschikt zijn om krachten van binnenuit op te nemen.

Hiervoor zijn wel wat algemene beschouwingen gedaan (bv. in COB verband), echter de exacte invloed van explosies op bv. de waterdichting en krachtsoverdracht t.p.v. de voegen moet zeker nog nader onderzocht worden. Overigens betekent het niet dat het explosiebestendig maken van de constructie een snelle her-ingebruikname van de tunnel garandeert.

Er moet nl. vanuit gegaan worden dat de energieabsorberende constructie hersteld moet worden, terwijl ook de tunnelinstallaties hoogst waarschijnlijk verloren zijn gegaan.

Wel zou een dergelijke voorziening het effect van een explosie naar de omgeving kunnen beperken. Dit is van belang bv. bij ondiep gelegen tunnels met overbouw en in deze studie dus niet van belang.

Op basis van bovenstaande worden onafhankelijk van de categorie tunnel alleen maatregelen genomen ter bescherming van de tunnelwand tegen brand conform een categorie I tunnel.

Dit houdt in dat:

- bij de boortunnelvarianten BT-1 t.m. 4 de tunnelwand boven de step-barriers wordt voorzien van ca. 45mm hittewerende bekleding;
- bij de in-situ tunnelvarianten IST 1 en 2 het tunneldak en de bovenste 1m wordt voorzien van 27mm hittewerende bekleding.

Opgemerkt wordt dat recente ontwikkelingen aangeven dat beton afspatbestendig gemaakt kan worden gemaakt door toevoeging van polypropyleenvezel, waardoor een boortunnel zonder hittewerende bekleding mogelijk is.

Gezien het nog onzekere gedrag van de boortunnelwand t.a.v. spanningen en vervormingen bij een grote temperatuurgradiënt is gekozen voor een hittewerende bekleding.

Voor de "Parijse variant", BT-5, is de brandbelasting beduidend geringer; hierbij wordt voorlopig uitgegaan van een hittewerende bekleding met een geringe dikte van 12mm op de tunnelwanden boven de step-barriers en het dak van de onderste rijkoker.

5.2.2 Overige constructieve voorzieningen

Naast de bescherming van de tunnelwand worden de volgende voorzieningen in de tunnel opgenomen (afhankelijk van de variant):

- langsvluchtgang (vluchten);
- dwarsverbindingen (vluchten en toegang hulpverlenende diensten);
- vluchtschacht naar maaiveld (vluchten).

Voor de beschrijving van deze voorzieningen wordt verwezen naar Rapport Dwarsverbindingen hoofdstuk 4 Bijzondere voorzieningen.

5.3 Tunneluitrusting

T.a.v. de uitrusting van de tunnel (tunnelinstallaties) wordt er tot nu toe geen onderscheid gemaakt tussen categorie I en categorie II tunnels.

De tunneluitrusting bestaat in hoofdzaak uit:

- energie voorziening met noodstroomaggregaten en no-break installaties;
- tunnelverlichting;
- drainagepompen;
- tunnelventilatie en overdrukinstallatie vluchtwegen;

-
- verkeersinstallatie met o.a. snelheidsonderschijdingssysteem, matrixborden, hoogtedetectie en slagbomen;
 - brandblusinstallatie met hulpposten en poederbluskasten;
 - communicatiesysteem met o.a. closed-circuit tv; hf-, geluids- en intercominstallatie;
 - vluchtwegaanduiding
 - besturingsinstallatie.

Gezien het karakter en lengte van de onderzochte tunnels kan deze standaarduitrusting mogelijk uitgebreid worden met:

- voorzieningen voor vluchtactivatie, om bij een calamiteit de automobilisten tot vluchten te bewegen;
- verkeersdosering, ter beperking van het optreden van file in de tunnel.

Verder staat momenteel ter discussie of tunnels waarin lpg transport is toegestaan moeten worden voorzien van een zgn. sprinklerinstallatie.

Hiermee kan mogelijk een zgn. warme Blevé worden voorkomen.

Gezien de onzekerheid over mogelijke negatieve effecten en bedrijfszekerheid in de situatie van een verkeerstunnel, alsmede de hoge kosten verbonden aan deze installatie, lijkt de toepassing vooralsnog niet kosteneffectief.

Om deze reden is nog niet besloten om een sprinklerinstallatie toe te passen.

Voor de "Parijse variant", BT-5, wordt vooralsnog van dezelfde tunneluitrusting uitgegaan, wel zal i.v.m. de beperkte hoogte van het PvR (profiel van vrije ruimte) tevens moeten worden voorzien in speciale voertuigen ter bestrijding van calamiteiten (bluswagens ed.)

Voor de bewaking en de bediening van de tunnel wordt er van uitgegaan dat deze ondergebracht wordt in een centrale verkeerspost, zoals de Wijde Blik.

6 Emissies

6.1 Algemeen

Voor het bepalen van de emissies m.n. naar de omgeving is in eerste instantie een globale beschouwing opgezet.

Deze beschouwing is gebaseerd op algemene uitgangspunten, welke niet geheel overeenkomen met de naderhand vastgestelde project- c.q. variantspecifieke kenmerken.

In dit hoofdstuk zal eerst de globale beschouwing worden behandeld, waarna getracht wordt de effecten van de project- c.q. variantspecifieke kenmerken aan te geven.

Tevens is globaal een mogelijk probleem t.a.v. opwarming van de tunnel aangegeven.

6.2 Globale beschouwing

De emissie van het verkeer kan voor een tunnel worden berekend op basis van in 1998 verstreekte gegevens door TNO Wegtransport; deze gegevens reiken tot 2010. Het doen van voorspellingen voor de periode na 2010 is nauwelijks zinvol omdat er nog geen zicht is in hoeverre auto's dan nog schoner kunnen worden gemaakt. Omdat het erop lijkt dat de ondergrens voor emissie van verbrandingsmotoren is bereikt kunnen deze waarden ook voor de jaren na 2010 als bovengrens beschouwd worden.

In de gegevens van TNO is tevens een schatting van de verkeerssamenstelling qua leeftijdsopbouw en typen verbrandingsmotoren opgenomen.

Voor de globale berekeningen is uitgegaan van:

- 12% vrachtverkeer, hetgeen voor het Nederlandse wegennet een goed daggemiddelde is
- situaties waarbij de bezetting van een rijstrook varieert tussen 60-80%

Het verkeer wekt zelf een luchtstroming op. Het is gunstig deze luchtstroming te gebruiken om de emissieconcentratie in de tunnel binnen de perken te houden. Bij hogere luchtsnelheden moet de tunnel mechanisch geventileerd worden hetgeen hoge energiekosten met zich mee brengt.

De door het verkeer opgewekte stromingssnelheid is bepaald op basis van de verkeersgegevens qua bezetting en percentage vrachtverkeer.

De maximaal toelaatbare emissieconcentraties in de tunnel worden door twee randvoorwaarden bepaald:

1. de maximale concentratie voor weggebruikers: deze is volgens de meest recente inzichten 1 ppm, ofwel 1880 microgram/m³ (Zie o.a. Piarc 1999)
2. de maximale concentratie van de tunnellucht die bij de openingen vrijkomt en invloed uitoefent in de directe (bebouwde) omgeving van die openingen:
Uit ervaring blijkt een waarde van ca. 500 microgram/m³ reëel te zijn indien er op minimaal 100m van de tunnelopening geen bebouwing aanwezig is.

De tweede voorwaarde is maatgevend en leidt tot een maximale tunnallengte of afstand tussen openingen van ca. 2000 tot 2500m bij een uitstoot van de tunnellucht op maaiveldhoogte.

Wanneer d.m.v. een schoorsteen de tunnellucht op grotere hoogte wordt uitgestoten verspreidt de tunnellucht zich beter in de omgevingslucht en kan de

onderlinge afstand tussen schoorstenen tot maximaal ca. 4000m bij een schoorsteenhoogte van ca. 30m.

Deze waarden gelden zowel bij een tunnelbuis met 2 rijstroken als een met 3 rijstroken er vanuit gaande dat alle rijstroken in gebruik zijn.

Verder zijn de waarden nauwelijks afhankelijk van de vorm van de doorsnede van de rijkoker, min of meer rond bij de boortunnelvarianten en rechthoekig bij de in-situ tunnelvarianten.

Bij een tunnelbuis met 2 rijstroken en een vluchtstrook kan de onderlinge afstand groter zijn.

Het lijkt echter niet wenselijk om hiermee rekening te houden, omdat de mogelijkheid bestaat dat de vluchtstrook in de toekomst gewijzigd wordt in een spitsstrook of extra rijstrook.

De bovenstaande beschouwing is gebaseerd op langsventilatie, hetgeen een voor Nederlandse tunnels een gebruikelijk systeem is.

Hierbij kan opgemerkt worden dat er in de boortunnelvarianten mogelijk ruimte is voor luchtkanalen onder of boven het wegdek. Hiermee zou over het laatste deel van een ventilatietraject – de afstand tussen de ventilatieopeningen – verse lucht kunnen worden ingeblazen, waardoor de concentratie aan het eind van het traject lager uitkomt. Daarmee kunnen de ventilatietrajecten dus langer worden gemaakt.

Echter de kosten voor dergelijke systemen zijn aanzienlijk, maar moeten aan de andere kant worden afgewogen tegen de kosten voor ventilatieschachten en eventueel schoorstenen.

6.3 Effecten project- c.q. variantspecifieke kenmerken

Als afwijkingen op de uitgangspunten in de globale beschouwing kunnen voor alle varianten de volgende punten worden aangemerkt:

- voor het percentage vrachtverkeer wordt 10% i.p.v. 12 procent aangehouden;
- voor de bezettingsgraad van een rijstrook wordt 0.50 à 0.70 i.p.v. 0.60 à 0.80 aangehouden;
- op basis van:
 - de berekeningen t.a.v. de interne veiligheid;
 - de functie als vluchtweg naar maaiveld,is voor de schachtafstand (lengte van het ventilatietraject) ca. 1400 à 1500m i.p.v. 2000 à 2500m aangehouden;
- om geen kortsluiting te veroorzaken tussen de verse in te laten luchten de uit te stoten tunnellucht is .p.v. de ventilatieschachten een schoorsteen van ca. 10m hoog voorzien voor de uitlaat.
De toelaatbare afstand van 2000 à 2500m wordt dan groter en is geschat op 2500 à 3000m.
- bovenstaande toelaatbare afstanden van 2500 à 3000m gelden niet voor de toeritten omdat hier geen ventilatieschachten aanwezig zijn.
Bij de toeritten zal de emissie zich echter meer als lijnemissie dan als puntemissie gedragen, waardoor de concentratie ook zal afnemen.

Globaal kan gesteld worden dat de som van deze afwijkingen zelfs bij een zeer hoge bezettingsgraad naar alle waarschijnlijkheid een lagere concentratie zal geven dan de in § 6.2 aangegeven 500 microgram/m³.

Voor de "Parijse variant", BT-5, geldt bovendien dat deze alleen maar geschikt is voor personenauto's, waardoor de emissie lager zal liggen dan bij de overige varianten.

Verder is de afstand van de emissiepunten (ventilatieschachten en toeritten) tot de bebouwing in een aantal gevallen groter dan de bij de aangegeven maximale, toegestane waarde van 500 microgram/m³, afstand van 100m,

waardoor deze waarde als ondergrens beschouwd mag worden. Echter bij de schachten t.p.v. de Vecht en Gein is incidentele bebouwing op korte afstand aanwezig en ook de toerit aan de zijde van de A1 ligt op relatief korte afstand van de bebouwing van Amsterdam Zuid-oost, waardoor mogelijk aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

6.4 Opwarming tunnel

Door de verbranding van benzine e.d. wordt door het verkeer warmte geproduceerd, die aan de lucht in de tunnelkoker wordt afgegeven. Deze warmte kan worden afgevoerd d.m.v. (natuurlijke) ventilatie en (tijdelijke) buffering in de tunnelmassa en aangrenzende grondlagen.

Als arbitraire bovengrens voor de temperatuur van de tunnellucht kan 40°C worden aangehouden.

Bij m.n. de boortunnelvarianten werkt de benodigde laag hittewerende bekleding, met een relatief grote dikte en over een groot deel van de tunnelkoker als een isolerende laag, waardoor de warmte minder goed op natuurlijke wijze kan worden afgevoerd

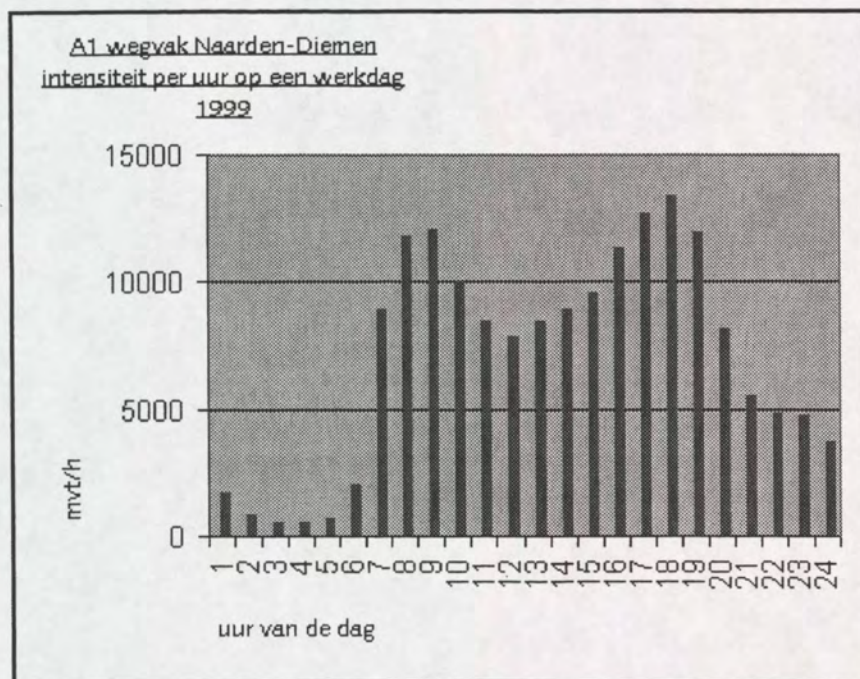
Uit oriënterende berekeningen voor de Westerscheldetunnel, lang circa 6500m, 2*2rijstroken en verkeersintensiteit van 10.000 mvt/rijkoker/etmaal lijkt dit geen probleem.

Bij een hoger verkeersaanbod van 60.000 mvt/rijkoker/etmaal moeten aanvullende maatregelen genomen worden, bv. starten tunnelventilatie of verkeersdosering.

Voor de boortunnelvarianten met een verkeersintensiteit van maximaal circa 96.000 mvt/rijkoker/etmaal zou de warmteafgifte een probleem op kunnen leveren.

Doordat deze warmte door de ventilatieschachten, h.o.h. circa 1500m, kan worden afgevoerd, wordt niet verwacht dat de temperatuur in de tunnel een probleem zal zijn.

Bijlage 1 Verkeersintensiteit A1 wegvak Diemen-Naarden



1) percentage ten opzichte van dagtotaal

Uur	% 1)
0	0,98
1	0,47
2	0,3
3	0,28
4	0,37
5	1,16
6	5,32
7	7,03
8	7,16
9	5,97
10	5,03
11	4,66
12	5,01
13	5,32
14	5,69
15	6,77
16	7,54
17	7,95
18	7,1
19	4,84
20	3,28
21	2,82
22	2,78
23	2,17

00-24	100
-------	-----

07-19	75,23
19-23	13,72
23-07	11,05

Bijlage 2 Voorbeeld invoerberekening interne veiligheid

Tunnel A6-A9 oriënterende berekening 1^e serie no 1 **Invoergegevens tbv interne veiligheid (FN curve)**

Karakteristieken

categorie tunnel	: 0 / I / II	
verkeersintensiteit:	: 48.5*10 ⁶ vtg/etmaal totaal (gebaseerd op referentiejaar 2020);	
aantal rijkokers/-buizen	: 2 stuks	
wisselkoker	: ja / nee	Gegevens buitenkokers / wisselkoker
aantal rijstroken per rijkoker	: 3 stuks	
vluchtstrook	: ja / nee	
lengte totale tunnel	: 7000m	
lengte helling	: 1300m	
afstand tussen ventilatieschachten	: 1400m	
afstand vluchtdeuren	: 150m	versie dd 220702

Toelichting

Wisselkoker

In het programma kan geen wisselkoker worden ingevoerd.

Het aanwezig zijn van een wisselkoker wordt op de volgende wijze in de berekening verdisconteerd:

- de tunnel wordt opgesplitst in 2 tunnels in de langsricting;
- de buitenste kokers zijn 24h per etmaal in gebruik waaraan een verkeersintensiteit en verdeling over het etmaal wordt toebedeeld;
- de binnenste (wisselkoker) wordt beschouwd als een tunnel met 2 rijkokers, die elk slechts een beperkt deel (maximaal 12h) per etmaal in gebruik zijn, hieraan wordt de rest van de verkeersintensiteit en een verdeling over de openingstijd toebedeeld;
- het beperken van de beschikbaarheid kan ingevoerd worden door het aantal nachturen minimaal op 12h en het % auto's in de nachturen op 0 te stellen.

Voor de FN curve van de totale tunnel moeten de FN curven van beide "tunnels" opgeteld worden.

Vluchtstrook aanwezig

In het programma kan geen vluchtstrook worden ingevoerd.

Het aanwezig zijn van een vluchtstrook wordt op de volgende wijze in de berekening verdisconteerd:

- er wordt van uit gegaan dat de vluchtstrook zich over de gehele lengte van de tunnel bevind.
De frequenties van UMS en letselongeval worden met een percentage van 25% verminderd (gebaseerd op Duits onderzoek.).

Lengte totale tunnel en afstand tussen de ventilatieschachten

In het programma kan de aanwezigheid van tussen ventilatieschachten niet worden ingevoerd.

Het aanwezig zijn van tussenventilatieschachten wordt op de volgende wijze in de berekening verdisconteerd:

- de maximale effectafstand van een gaswolk (explosie) wordt berekend over een afstand gerelateerd c.q. gelijk aan de totale tunnellenlengte;
- de maximale effectafstand van brand- c.q. rookgassen wordt berekend over een afstand gerelateerd c.q. gelijk aan de afstand tussen de ventilatieschachten.

Tunnelmodel versie 27-06-00 invoer per tunnel

Waarde	Omschrijving
3	aantal uren per etmaal dat het spits is per buis
8	aantal uren per etmaal dat het nacht is

0.075	% totale verkeersintensiteit/etmaal dat in spits gem./uur door tunnel gaat/100
0.01	% totale verkeersintensiteit/etmaal dat in nacht gem./uur door tunnel gaat/100
0	aantal ongevallen per jaar per buis waarbij tegenverkeer wordt ingesteld
0	gemiddelde duur van tegenverkeer [uur/ongeval]
0	gemiddelde duur nachtelijk onderhoud per tunnelbuis [uur/jaar]
100	Gem. snelheid personenauto's [km/uur]
80	Gem. snelheid bussen en vrachtauto's [km/uur]
7000	lengte hele tunnel [m]
5700	lengte horizontale deel tunnel [m]
2	aantal tunnelbuizen
3	aantal rijstroken per tunnelbuis
0	% rijstroken dat bij tegenverkeer beschikbaar is voor verkeer in een richting/100
48,5 ^E +06	verkeersintensiteit tunnel [vtg/jr]
1	reactietijd operator (afsluiten tunnelbuis) bij detectie ongeval [min]
15	reactietijd operator (afsluiten tunnelbuis) bij ernstig ongeval of CO detectie [min]
Var	tussenafstand (h.o.h.) vluchtdeuren [m]
1.3	Gem. aantal inzittenden in personenauto
7468	aantal (volle) tankwagens met brandbare vloeistof (LF) per jaar 17798/15 LF1 + 6281 LF2
576	aantal (volle) tankwagens met toxische vloeistof (LT) per jaar
2451	aantal (volle) druktankwagens met brandbaar gas (GF) per jaar
0	aantal (volle) druktankwagens met toxisch gas (GT) per jaar
0	aantal vrachtwagens geladen met explosieven (E) per jaar
1	Aanwezigheid ventilatie in de tunnel (1 = ja, 0 = nee)
1	Aanwezigheid PASysteem in de tunnel (1 = ja, 0 = nee)
0	Aanwezigheid hittewerende bekleding in de tunnel (1 = ja, 0 = nee)
1	Aanwezigheid CO detectie systeem in de tunnel (1 = ja, 0 = nee)
0	file tijdens spits- en tegenverkeersituatie
0	file tijdens dag- en tegenverkeersituatie
0	file tijdens nacht- en tegenverkeersituatie
0.71	aantal keer dat de tunnel volloopt (file) tijdens spitsperiode per buis per dag zonder tegenverkeer
0.071	aantal keer dat de tunnel volloopt (file) tijdens dagperiode per buis per dag zonder tegenverkeer
0	aantal keer dat de tunnel volloopt (file) tijdens nachtperiode per buis per dag zonder tegenverkeer
5.0E-06	Pech frequentie (onafh. etmaalperiode, onafh. Wel/geen tegenverkeer) alle delen
1.0E-06	UMS frequentie (spits, geen tegenverkeer) alle delen
1.0E-07	letselongeval frequentie (spits, geen tegenverkeer) alle delen
1.0E-06	UMS frequentie (dag, geen tegenverkeer) alle delen
1.0E-07	letselongeval frequentie (dag, geen tegenverkeer) alle delen
1.0E-06	UMS frequentie (nacht, geen tegenverkeer) alle delen
1.0E-07	letselongeval frequentie (nacht, geen tegenverkeer) alle delen
0.89	% personenauto/motor van totale verkeer/100
0.01	% bus van totale verkeer/100
0.999	ventilatie start bij operatoractie
0.999	Automatische ventilatie na CO-detectie
1400	maximale effectafstand in tunnel met ventilatie brand in bus
350	maximale effectafstand in tunnel zonder ventilatie brand in bus
1400	maximale effectafstand in tunnel met ventilatie brand in vrachtauto niet brandbare lading
350	maximale effectafstand in tunnel zonder ventilatie brand in vrachtauto niet brandbare lading
1400	maximale effectafstand in tunnel met ventilatie brand in vrachtauto brandbare lading
600	maximale effectafstand in tunnel zonder ventilatie brand in vrachtauto brandbare lading
1400	maximale effectafstand gaswolk in tunnel met ventilatie vanaf rand vloeistofplas 5m3 LT
1400	maximale effectafstand gaswolk in tunnel zonder ventilatie vanaf rand vloeistofplas 5m3 LT
1400	maximale effectafstand gaswolk in tunnel met ventilatie vanaf rand instantane vloeistofplas LT
1400	maximale effectafstand gaswolk in tunnel zonder ventilatie vanaf rand instantane vloeistofplas LT
1400	maximale effectafstand rookgassen in tunnel met ventilatie vanaf rand vloeistofplas 5m3 LF

600	maximale effectafstand rookgassen in tunnel zonder ventilatie vanaf rand vloeistofplas 5m3 LF
1400	maximale effectafstand rookgassen in tunnel met ventilatie vanaf rand instantaan vloeistofplas LF
600	maximale effectafstand rookgassen in tunnel zonder ventilatie vanaf rand Instantaan vloeistofplas LF
1400	maximale effectafstand rookgassen in tunnel met ventilatie vanaf ongeval fakkel GF
600	maximale effectafstand rookgassen in tunnel zonder ventilatie vanaf ongeval fakkel GF

Bijlage 3 VLG - regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen

.....

In het kader van de Wet Vervoer Gevaarlijke Stoffen (WVGS) is in de regeling Vervoer over Land van Gevaarlijke Stoffen (VLG) in bijlage 2, hoofdstuk II de tunnelregeling opgenomen.

Hierbij zijn de wegtunnels verdeeld in 2 categorieën (zie bijlage):

- categorie I tunnels;
- categorie II tunnels.

In grote lijnen houdt de regeling in dat in categorie I tunnels niet wordt toegelaten het vervoer van:

- explosieven;
- brandbare gassen in bulk;
- Een aantal zeer toxische stoffen.

In categorie II tunnels wordt daarnaast ook niet toegelaten het vervoer van:

- gemakkelijk brandbare stoffen in bulk, zoals benzine;
(dieselolie is daarentegen wel toegestaan).

In tunnels die niet in de betreffende tabellen zijn opgenomen gelden geen beperkingen, anders dan voor de open weg.

Deze tunnels worden ook wel categorie 0 tunnels genoemd.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat het indelen van een tunnel in een der categorieën in principe een bestuurlijke beslissing is, waarbij de betreffende tunnel expliciet in een der tabellen opgenomen wordt.

- b. te lossen elders dan op het adres van de ontvanger, alsmede op plaatsen waar gevaarlijke stoffen worden aangewend.

Artikel 3 Tunnelregime

1. Het is verboden:

- a. de in tabel 3 vermelde gevaarlijke stoffen te vervoeren door tunnels van categorie I, genoemd in tabel 1;
 - b. de in tabel 4 vermelde gevaarlijke stoffen te vervoeren door tunnels van categorie II, genoemd in tabel 2;
 - c. stationaire drukhouders die zijn vrijgesteld ingevolge randnummer 1.1.3.2 die mengsels van koolwaterstoffen met UN-nummer 1965 hebben bevat, te vervoeren door tunnels van categorie I of II.
2. De in dit artikel bedoelde tunnels worden aangeduid met verkeersbord C 22, bedoeld in bijlage 1 bij het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990. Onder het bord wordt een onderbord geplaatst waarop met Romeinse cijfers de categorie van de tunnel wordt aangegeven.

Tabel 1 Tunnels van categorie I

naam	weg en plaats	onder
Beneluxtunnel	A4 bij Vlaardingen en Hoogvliet	Nieuwe Waterweg
Coentunnel	A10 in Amsterdam	Noordzeekanaal
Drechtunnel	A16 tussen Zwijndrecht en Dordrecht	Oude Maas
Noordtunnel	A15 tussen Hendrik-Ido-Ambacht en Alblisserdam	Noord
Vlaketunnel	A58 tussen Kruiningen en Kapelle	Kanaal door Zuid-Beveland
Wijkertunnel	A9 tussen Beverwijk en Velsen	Noordzeekanaal
Zeeburgertunnel	A10 in Amsterdam	IJ

Tabel 2 Tunnels van categorie II

naam	weg en plaats	onder
Botlektunnel	A15 tussen Hoogvliet en Rozenburg	Oude Maas
Heinenoord-tunnel	A29 tussen Barendrecht en Oud-Beijerland	Oude Maas
IJ-tunnel	Stedelijke weg te Amsterdam	IJ
Kiltunnel	S43 tussen Dordrecht en 's-Gravendeel	Dordtse Kil
Maastunnel	Stedelijke weg te Rotterdam	Nieuwe Maas
Piet Heintunnel	Stedelijke weg te Amsterdam	Amsterdam-Rijnkanaal
Velsertunnel	A22 bij Velsen	Noordzeekanaal

Artikel 4

Het vervoer van de stoffen die in tabel 3 zijn opgenomen, is routeplichtig als bedoeld in artikel 12, eerste lid, van de Wet vervoer gevaarlijke stoffen.

Tabel 3

Klasse	Vervoer in tanks	Losgestort vervoer	Vervoer in colli in hoeveelheden groter dan 1.1.3.6
1			Alle stoffen boven de hoeveelheden als bedoeld in 1.1.3.6 alsmede vuurwerk met de UN-nummers 0336 en 0337 met een totale netto explosieve massa van meer dan 20 kilogram
2	letters F, T, TF, TC, TO, TFC, TOC, UN 1858, UN 2073		
4.1			UN 3221, 3222, 3231, 3232
4.2	UN 1366, 1370, 1380, 1381, 2003, 2005, 2445, 2447, 2845, 2870, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3076, 3194, 3203		
4.3	alle stoffen	alle stoffen	
5.2			UN 3101, 3102, 3111, 3112
6.1	UN 1092, 1238, 1239, 1259, 1613, 1695, 2334, 2382, 2438, 3294		
8	UN 1052, 1744, 1786, 1790, 1829, 1831, 2240, 2502, 2817		UN 2502
lege tanks, voertuigen of containers ongereinigd van hierboven genoemde stoffen			

Tabel 4

Klasse	Vervoer in tanks	Losgestort vervoer	Vervoer in colli in hoeveelheden groter dan 1.1.3.6
1			alle stoffen boven de hoeveelheden als bedoeld in 1.1.3.6 alsmede vuurwerk met de UN-nummers 0336 en 0337 met een totale netto explosieve massa van meer dan 20 kilogram
2	letters F, T, TE, TC, TO, TFC, TOC, UN 1858, UN 2073		alle stoffen met brandbare (F) eigenschappen
3	stoffen van verpakkingsgroep I en II		stoffen van verpakkingsgroep I en II
4.1			UN 3221, 3222, 3231, 3232
4.2	alle stoffen	alle stoffen	alle stoffen
4.3	alle stoffen	alle stoffen	alle stoffen
5.2	alle stoffen		alle stoffen
6.1	UN 1092, 1098, 1143, 1163, 1182, 1185, 1238, 1239, 1244, 1251, 1259, 1613, 1695, 1994, 2334, 2382, 2438, 2482, 2484, 2485, 2606, 2929*, 3279*, 3294		UN 1051, 1092, 1098, 1143, 1163, 1182, 1185, 1238, 1239, 1244, 1251, 1259, 1613, 1614, 1695, 1994, 2334, 2382, 2407, 2438, 2480, 2482, 2484, 2485, 2606, 2929*, 3279*, 3294
8	alle stoffen	alle stoffen	alle stoffen
lege tanks, voertuigen of containers ongereinigd van hierboven genoemde stoffen			

* Voor zover het stoffen betreft van verpakkingsgroep I, bedoeld in randnummer 4.1.

Artikel 5 Laden en lossen

Het laden of lossen van ontplofbare stoffen en voorwerpen van klasse 1 in hoeveelheden die per transporteenheid groter zijn dan de vrijgestelde hoeveelheden van randnummer 1.1.3.6 van bijlage 1 alsmede vuurwerk met de UN-nummers 0336 en 0337 met een totale netto explosieve massa van meer dan 20 kilogram geschiedt onder toezicht van een ter zake deskundige.

Artikel 6 Weersomstandigheden

1. Indien het zicht door weersomstandigheden zoals mist, sneeuw en regen minder is dan 200 m, is het niet toegestaan:
 - a. gevaarlijke stoffen te vervoeren in transporteenheden met tanks waarvan de capaciteit meer dan 3000 liter is;
 - b. vuurwerk boven de vrijgestelde hoeveelheden als bedoeld in randnummer 1.1.3.6, alsmede vuurwerk met de UN-nummers 0336 en 0337 met een totale netto explosieve massa van meer dan 20 kilogram.
2. Het is niet toegestaan gevaarlijke stoffen te vervoeren in tanks, losgestort of in colli, in hoeveelheden die per transporteenheid groter zijn dan de voorwaardelijk vrijgestelde hoeveelheden bedoeld in randnummer 1.1.3.6 van bijlage 1 en vuurwerk met de UN-nummers 0336 en 0337 met een totale netto explosieve massa van meer dan 20 kilogram:
 - a. indien door weersomstandigheden het zicht minder is dan 50 m; of
 - b. bij glad wegdek.

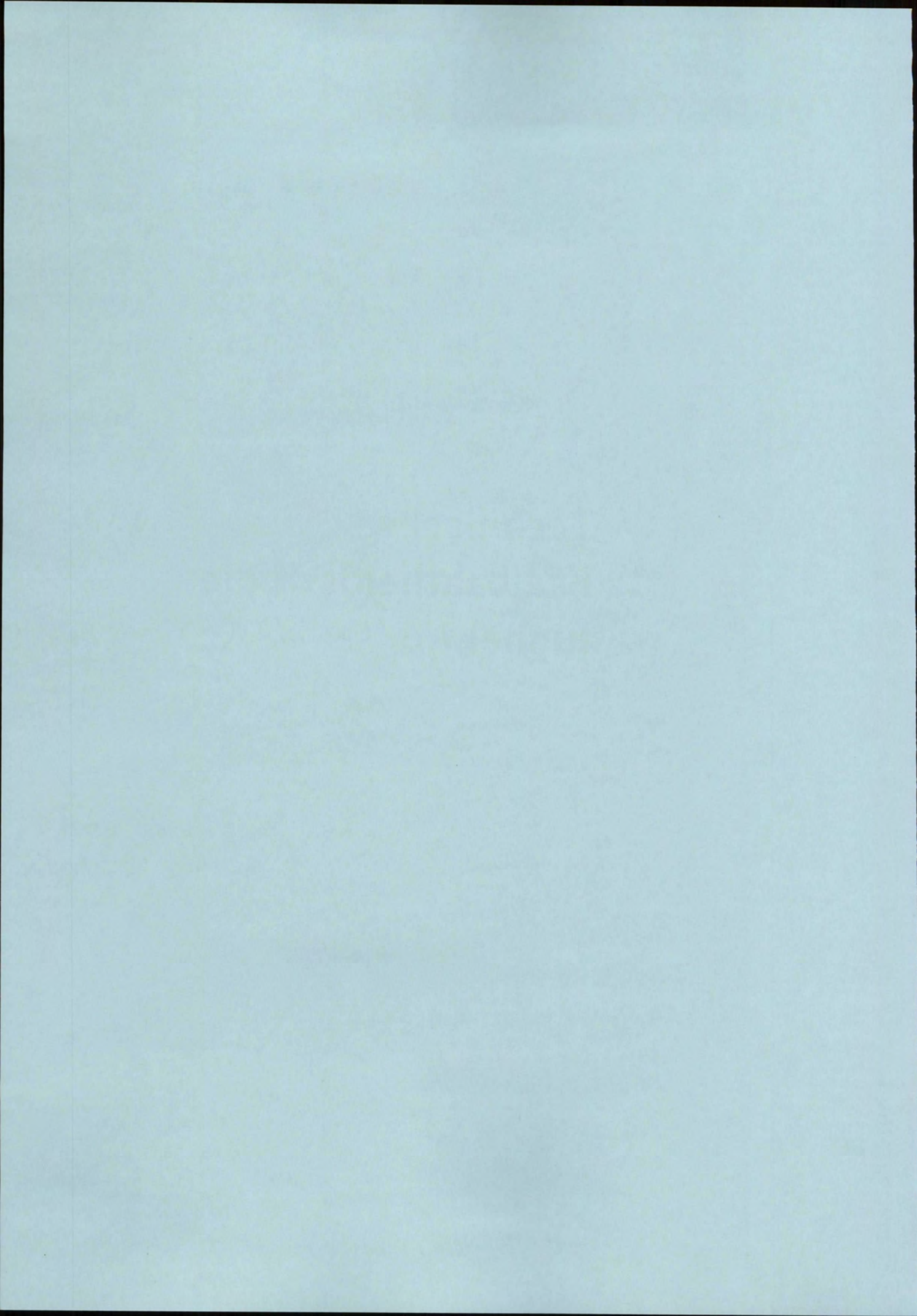


Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 5

Kostennota

30 september 2002



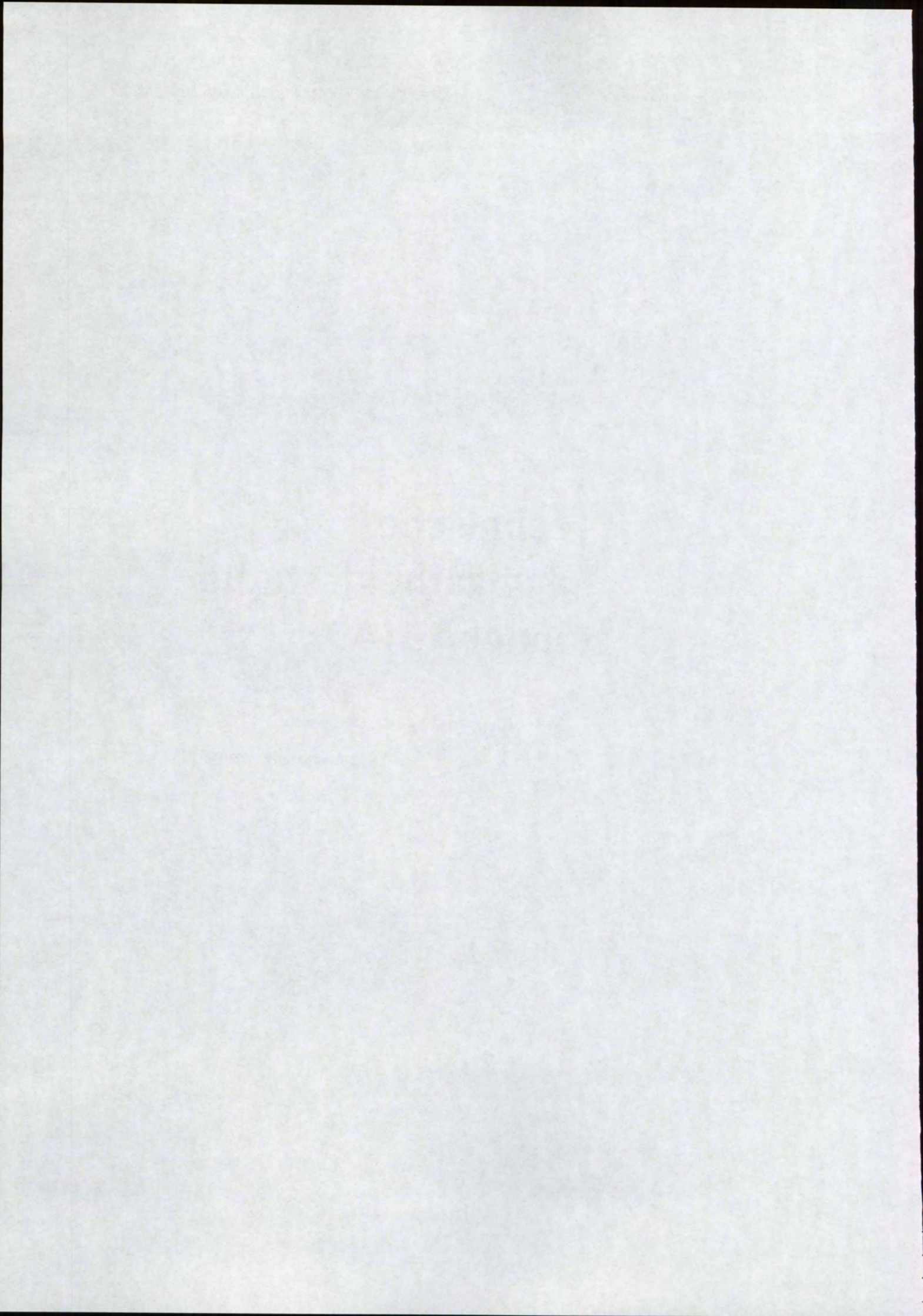


Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 5

Kostennota

30 september 2002



Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	13
1.1	Algemene omschrijving project.....	14
1.2	Doel van de kostennota.....	15
1.3	Opbouw	15
2	SCOPEBESCHRIJVING	16
2.1	Inleiding.....	16
2.2	Algemene projectscope.....	16
2.2.1	Boortunnelvarianten volgens lineair profiel	16
2.2.2	In-situ tunnelvarianten volgens profiel	16
2.2.3	In-situ tunnelvarianten volgens hobbel profiel	16
2.2.4	Knooppuntvarianten	17
2.3	Beschrijving scope per variant	18
2.3.1	Variant BT-1.....	18
2.3.2	Variant BT-2.....	18
2.3.3	Variant BT-3.....	18
2.3.4	Variant BT-4.....	19
2.3.5	Variant BT-5.....	19
2.3.6	Variant IST-1 en IST-1/2.....	20
2.3.7	Variant IST-2 en IST-2/2.....	20
2.4	Uitsluitingen.....	20
2.5	Samenvoegen deelraming tot projectraming.....	20
3	RAMING VAN KOSTEN (DETERMINISTISCH)	22
3.1	Algemeen	22
3.2	Algemene aannamen en uitgangspunten	22
3.3	Uitgangspunten Tunnel varianten.....	22
3.3.1	Algemene Aspecten Tunnelvarianten	23
3.3.2	Boortunnelvariant	23
3.3.3	In-situ tunnel.....	24
3.4	Uitgangspunten Knooppunten.....	25

3.4.1	Aspecten knooppunten	25
3.4.2	Aansluiting knooppunten - tunnelvarianten.....	25
3.5	Opbouw van kosten en kostenverklaring	27
3.5.1	Algemeen.....	27
3.5.2	Indirecte-, bijkomende kosten en diversen	27
3.5.3	Onvoorzien percentages.....	28
3.6	Resultaten kostenramingen	28
3.6.1	Raming per variant	29
3.6.2	Risico's en onzekerheden	31
4	RISICOANALYSE EN DE POST ONVOORZIEN	33
4.1	Risico's en onzekerheden	33
4.2	Omgang met onzekerheden	34
4.2.1	Politiek / bestuurlijk.....	34
4.2.2	Juridisch / wettelijk.....	34
4.2.3	Organisatorisch / communicatie	34
4.2.4	Maatschappelijk /omgeving.....	34
4.2.5	Financieel / economisch	35
4.2.6	Ruimtelijk / omgeving.....	35
4.2.7	Technisch (ontwerp en Uitvoering)	35
4.3	Onvoorzien percentages	35
5	AANBEVELINGEN.....	37
	Werkwijze	49
	Risico-inventarisatie.....	50
	Vervolg.....	50
Bijlage D2	Risicoregister.....	50

Tabellen

Tabel 1 Tunnelvarianten	17
Tabel 2 Toeritlengte	17
Tabel 3 Disciplinevertegenwoordigers	22
Tabel 4 Correctie knooppuntramingen - variant.....	26
Tabel 5 Gehanteerde percentages voor de indirecte-, bijkomende kosten en diversen.....	28
Tabel 6 Gehanteerde percentages voor object onvoorzien.....	28
Tabel 7 Resultaat ramingen In miljarden prijspeil medio 2002.....	29

Figuren

Figuur 1 Variant BT-1	18
Figuur 2 Variant BT-2	18
Figuur 3 Variant BT-3	19
Figuur 4 Variant BT-4	19
Figuur 5 Variant BT-5	19
Figuur 6 Variant IST-1 en IST-1/2	20
Figuur 7 Variant IST-2 en IST-2/2	20
Figuur 8 Ramingsopbouw PRI (1995)	27

Versiebeheer

Versie	datum	Omschrijving/wijziging
1.0	2-09-02	Ramingen BT1, 2, 3 en 4 plus IST 1 en 2.
1.1	27-09-02	Ramingen BT1 t/m 5 plus IST 1/ 2, 2/2, 1 en 2 kleine toevoegingen raming knooppunten plus extra varianten. Excl. Bijlagen.
1.11	27-09-02	Versie 1.11 incl. bijlagen
1.12	24-10-02	Versie 1.12 definitief maken, incl. opmerkingen

Voorwoord

.....

...

Deze kostennota geeft in een aantal stappen aan hoe de diverse ramingen voor het project "Technische haalbaarheidsstudie tunnelverbinding A6/A9" tot stand zijn gekomen. Tevens is dit rapport een motivatie voor de kwaliteit van de raming.

De uitgangspunten welke aan de basis van de ramingen liggen, zijn in goed overleg met de deskundigen van Directie Noord Holland en de Bouwdienst overeengekomen en gebundeld in deze kostennota.

De technische haalbaarheidsstudie is ondersteund met ramingen van de diverse varianten. Gepoogd is om in deze zeer vroege projectfase een zo realistisch mogelijke indicatie af te geven voor de verwachte investeringskosten per variant. De vele uitgangspunten en aannames maken dat deze getallen nimmer als taakstellende budgetbedragen kunnen worden gebruikt, maar wel om richting gevende besluiten te nemen.

Met investeringskosten wordt bedoeld het totaal aan geld wat verwacht wordt na realisatie te hebben besteed volgens de nu weergegeven scope.

Wij hopen dat met deze kostennota genoeg basisinformatie wordt gegeven waardoor vertrouwen wordt gegeven in de geraamde en gepresenteerde cijfers naar de opdrachtgever(s).

Samenvatting

Projectscope

Het project omvat de (technische) haalbaarheidsstudie van een nieuw te realiseren tunnelverbinding voor wegverkeer tussen RW 6 en RW 9 met inbegrip van aanpassingen van de knooppunten Muiderberg (A1/A6) en Holendrecht-Zuid (A2/A9).

Binnen de studie is onderscheidt gemaakt tussen Boortunnels en in-situ tunnels¹. Tevens zijn verschillende alignementen en tracés beschouwd. Voor de boortunnels zijn 5 varianten benoemd met een gelijk tracé, een viertal gelijke alignementen en een afwijkend alignement.

De in-situ varianten hebben een ander tracé en er zijn 2 verschillende alignementen.

Een lineair alignement conform de boortunnelvarianten en een hobbel alignement waarbij de tunnel zo dicht mogelijk onder het maaiveld blijft en alleen bij (water/spoor) kruisingen dieper gaat.

Naast het door de Bouwdienst Rijkswaterstaat uitgewerkte tunneldeel zijn de door Rijkswaterstaat directie Noord Holland aangeleverde knooppunten aan de ramingen toegevoegd om te komen tot een complete project investeringsraming.

Als basis voor de ramingen van de knooppunten hebben de hooggelegen 3x2 en 2x3 varianten gediend. De 2*2 en de 4*2 varianten zijn hieruit afgeleid.

Het tunneldeel heeft een lengte van circa 6,9 kilometer voor de boortunnels en 7,3 kilometer voor de in-situ tunnels.

Totale lengte inclusief de toeritten (exclusief knooppunten) voor de boortunnel 9,9 kilometer en voor de in-situ tunnel 10,2 kilometer.

Omschrijvingen van de varianten conform de technische beschrijvingen.

Resultaten raming

In de samenvattende tabel zijn de investeringskosten aangegeven. Hierbij is een voor deze projectfase realistische verwachting bepaald binnen de grenzen van de huidige eisen.

Uit ervaring van RWS met grote projecten is gebleken dat naast de raming van voorziene delen een flinke post onvoorzien noodzakelijk is.

In de gepresenteerde bedragen is rekening gehouden met de globale mate van uitwerking en de onbekendheid van veel maatgevende parameters.

De raming is opgedeeld in maatgevende delen waarbij, afhankelijk van het onderdeel en de variant, gedifferentieerd onvoorzien is toegevoegd tussen 10% en 40%.

¹ In-situ tunnels volgens bouwkuip + onderwater beton principe, waarbij de kruising met het Amsterdam Rijn kanaal als afgezonken tunnel wordt uitgevoerd.

Variant	PU (Project uitgave)	DUU (Directe uitvoerings uitgave)	Totale investerings- kosten ² (incl.BTW 19%)	Marge (ingeschat)
BT-1 + knpt 2*2	€. 2,6	€. 0,4	€. 3,0	+/- 30%
BT-2 + knpt 2*2	€. 2,1	€. 0,3	€. 2,4	+/- 30%
BT-3 + knpt 3*2	€. 3,8	€. 0,6	€. 4,3	+/- 30%
BT-4 + knpt 4*2	€. 3,5	€. 0,5	€. 4,1	+/- 40%
BT-5 + knpt 2*2	€. 1,8	€. 0,3	€. 2,1	+/- 35%
IST-1 + knpt 2*2	€. 1,9	€. 0,3	€. 2,2	+/- 25%
IST-2 + knpt 3*2	€. 2,6	€. 0,4	€. 2,9	+/- 25%

Resultaat ramingen In miljarden euro's, prijspeil medio 2002

De investeringskosten in de tabel zijn gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- directe, indirecte, bijkomende kosten aangevuld met diversen en onvoorzien;
- apart zijn toegevoegd de (DUU's);
- ramingen op niveau investeringskosten, inclusief 19 % BTW;
- prijspeil medio 2002, (Euro);
- ramingen conform PRI-systematiek, (1995);
- marge is ingeschat.

Risico's en onzekerheden

In een risicosessie zijn met behulp van expert judgement de belangrijkste risico's geïdentificeerd en gekwalificeerd.

Naast de politiek/bestuurlijke onzekerheid is voor het project door de betrokkenen aangemerkt als risicovol de technische realiseerbaarheid van de BT4 en de BT5 oplossing.

Hierbij kunnen BT4 en BT5 niet in één adem genoemd worden. Voor BT4 worden als hoofd risico's het boorconcept en de grootte van de afmetingen aangemerkt. Bij BT5 worden als hoofd risico's de bouwfaserings (tijd en locatie) en het ontwerp van de toeritten (niveaus van de rijbanen in de tunnel) aangemerkt.

Binnen de raming en het ontwerp is de afstemming, aansluiting en wisselwerking op het raakvlak een risicopunt van in de vervolgfases van het project nader zal worden ingevuld.

De risicosessie is kwalitatief in de ramingen verwerkt in het percentage onvoorzien en de ingeschatte spreiding.

² Bedrag met afronding is gebaseerd op werkelijke ramingsbedragen en niet op de som van voorgaande afgeronde bedragen.

Aanbevelingen

De aansluiting van de knooppunten op tunnelvarianten qua hoogteligging en rijstrookindelingen nader afstemmen.

Een kwantitatieve risicoanalyse na een duidelijke scopeafbakening zal meer inzicht geven in de hoogte en de nauwkeurigheid van de verwachte investeringskosten. Tevens kan dit als middel worden gebruikt om de risico's te gaan beheersen.

De geotechnische aspecten zullen beter moeten worden uitgewerkt om de risico's te beheersen en de aannames te ijken.

BT4 vormt een interessante optie voor nader kostenonderzoek en afstemming met adviseurs en/of leveranciers.

BT5 kan, gezien vanuit ervaring met project A68, nader uitgediept worden.

In de volgende fase na afstemming van de diverse deelontwerpen kunnen aan de hand van nadere uitwerking van de risicoanalyse (incl. onzekerheden) probalistische ramingen worden gemaakt.

1 Inleiding

1.1 Algemene omschrijving project

Rijkswaterstaat Directie Noord Holland heeft de Bouwdienst opdracht gegeven een (technische) haalbaarheidsstudie naar een wegverbinding tussen knooppunt Muiderberg (aansluiting A6 op de A1) en knooppunt Holendrecht (aansluiting A9 op de A2) uit te voeren. Deze nieuwe verbinding zal zo veel mogelijk ondergronds uitgevoerd moeten worden. De knooppunten Holendrecht en Muiderberg zullen moeten worden aangepast en tevens worden de volgende water- en spoorwegen gekruist:

- Spoorweg Gooiboog respectievelijk Flevoboog;
- Spoor Amsterdam – Hilversum;
- Vecht;
- Amsterdam – Rijnkanaal;
- Gein;
- Spoor Amsterdam – Utrecht.

Er zijn twee tracés uitgewerkt:

- boortunnel tracé ;
- in-situ tunnel tracé.

Binnen de tracés zijn verschillende alignementen gehanteerd:

- 1 alignement voor BT1 t/m BT4;
- 1 alignement voor BT5;
- 2 alignementen voor BT1 en BT2.

Binnen de verschillende tunnelvarianten zijn bijbehorende knooppunten met aanpassingen onderkend.

De tunnelvarianten hebben om de 1500 meter een gecombineerde vlucht- en ventilatie schacht.

Het tracé heeft een lengte van ca.12 km waarvan het gesloten tunneldeel van BT1 t/m BT4 circa 6,9 km is. Variant BT 5 onderscheid zich met een gesloten tunneldeel van circa 7,5 km. De in-situ varianten hebben een gesloten tunneldeel van 7,3 km.

De tunnelvarianten onderscheiden zich in ontworpen dwarsdoorsnede, technische haalbaarheid en aangepaste knooppunten Muiderberg en Holendrecht (zie ook H2).

1.2 Doel van de kostennota

Het doel van deze kostennota waarin een aantal tunnelvarianten met aansluitende knooppunten worden beschreven is tweeledig:

- een eenduidig en voor deze fase van het project voldoende nauwkeurig beeld scheppen van de (te verwachten) kosten voor besluitvorming;
- het zichtbaar maken van financiële verschillen tussen de diverse oplossingsrichtingen.

1.3 Opbouw

Deze kostennota is verdeeld in hoofdstukken. Na de inleiding in hoofdstuk 1 wordt in hoofdstuk 2 de scope met de bijbehorende fysieke begrenzingen beschreven van de alternatieven die zijn onderzocht.

In hoofdstuk 3 wordt de raming van kosten en uitgangspunten gepresenteerd waarbij de standaard systematiek wordt gehanteerd bij het opstellen van bedrijfseconomische ramingen volgens Rijkswaterstaat.

In hoofdstuk 4 worden na het weergeven van de raming van kosten, de resultaten van de risicoanalyse en de post onvoorzien beschreven.

In hoofdstuk 5 worden de aanbevelingen omschreven.

In de bijlagen van de kostennota zijn o.a. de onderbouwingen van de ramingen toegevoegd.

2 Scopebeschrijving

2.1 Inleiding

Voor een uitgebreide scopeomschrijving zie rapport "Technische haalbaarheidsstudie A6/A9".

De ramingen zijn opgesteld door kostprijsafdelingen van de diverse technische disciplines:

- Directie Noord-Holland, voor de ombouw van de knooppunten en grondverwerving;
- Bouwdienst Rijkswaterstaat, DIBK, voor de tunnel, toeritten, installaties en het samenvoegen van de deelramingen tot de integrale ramingen.

2.2 Algemene projectscope

Voor alle varianten geldt dat er vlucht/luchtschachten om de circa 1,5 kilometer worden gerealiseerd. Bedieningsgebouwen zijn gesitueerd bij het begin en einde van de tunnelbuizen.

Dwarsverbindingen bij de varianten met meerdere tunnelbuizen zijn voorzien van dwarsverbindingen om de 100 resp. 500 meter afhankelijk van de aanwezigheid van een langsvluchtgang.

2.2.1 Boortunnelvarianten volgens lineair profiel

1. Variant **BT-1** met vluchtstrook + knooppunt 2*2 bestaat uit twee tunnelbuizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook.
2. Variant **BT-2** zonder vluchtstrook + knooppunt 2*2 bestaat uit twee tunnelbuizen met ieder 2 rijstroken zonder vluchtstrook.
3. Variant **BT-3** wisselvariant met vluchtstrook + knooppunt 3*2, bestaat uit drie tunnelbuizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook.
4. Variant **BT-4** +knooppunt 4*2 bestaat uit twee brilvormige tunnelbuizen waarin binnen elke tunnelbuis plaats is voor 4 rijstroken zonder vluchtstrook.
5. Variant **BT-5** + knooppunt 2*2 (Parijse variant) bestaat uit een enkele tunnelbuis waarbinnen ruimte is voor twee keer twee rijstroken met een vluchtstrook.

2.2.2 In-situ tunnelvarianten volgens profiel

6. Variant **IST-1/2** met vluchtstrook + knooppunt 2*2 bestaat uit twee buizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook.
7. Variant **IST-2/2** wisselvariant met vluchtstrook + knooppunt 3*2 bestaat uit drie buizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook.

2.2.3 In-situ tunnelvarianten volgens hobbel profiel

8. Variant **IST-1** met vluchtstrook + knooppunt 2*2 bestaat uit twee buizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook.
9. Variant **IST-2** wisselvariant met vluchtstrook + knooppunt 3*2 bestaat uit drie buizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook.

Tabel 1 Tunnelvarianten

Variant	Aantal buizen	Aantal rijstroken	Lengte (gesloten)	Totale lengte + tunneltoerit
BT-1	2	2x2	6,9 km	9,9 km
BT-2	2			
BT-3	3	3x2		
BT-4	4	4x2	7,5 km	
BT-5	1	2x2		
IST-1/2 lineair	2	3x2	7,3 km	10,2 km
IST-2/2 lineair	3			
IST-1 hobbel	2			
IST-2 hobbel	3			

Tabel 2 Toeritlengte

Variant	Lengte toerit	
	Holendrecht	Muidenberg
BT-1	1475 m	1475 m
BT-2		
BT-3		
BT-4		
BT-5	1115 m	1265 m
IST-1/2 lineair	1475 m	1475 m
IST-2/2 lineair		
IST-1 hobbel		1475 m ¹⁾
IST-2 hobbel		

¹⁾ In de raming is een lengte van 1410 m aangehouden.

2.2.4 Knooppuntvarianten

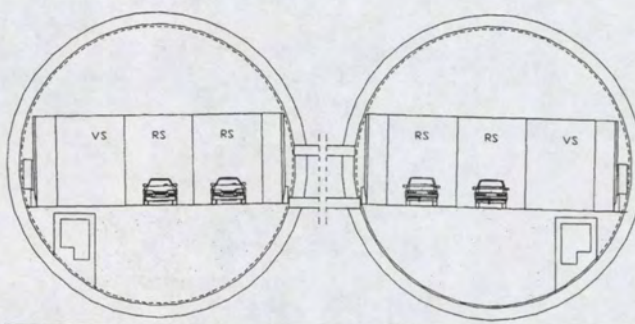
Voor de knooppunten zijn de varianten knooppunt Holendrecht hooggelegen en knooppunt Muiderberg hooggelegen geraamd.

De ramingen van de knooppunten Holendrecht en Muiderberg zijn gebaseerd op uitgewerkte tekeningen van de betreffende knooppuntvarianten 3x2 en 2x3. De andere knooppuntvarianten zoals 2x2 rijstroken en 4*2 rijstroken zijn afgeleid van de uitgewerkte varianten.

2.3 Beschrijving scope per variant

2.3.1 Variant BT-1

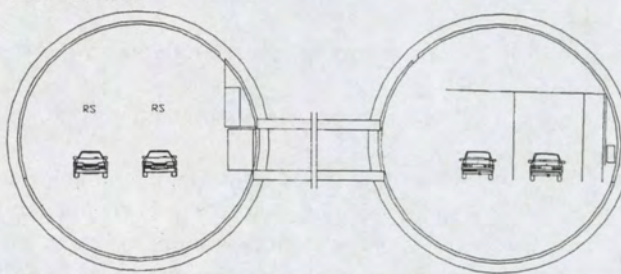
Variant BT-1 bestaat uit twee tunnelbuizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook. De tunnelbuizen hebben een uitwendige diameter van 15,2 m. De dwarsverbindingen worden om de 100 meter geplaatst. De knooppunten worden aangepast aan een tunnel van 2*2 rijstroken.



Figuur 1 Variant BT-1

2.3.2 Variant BT-2

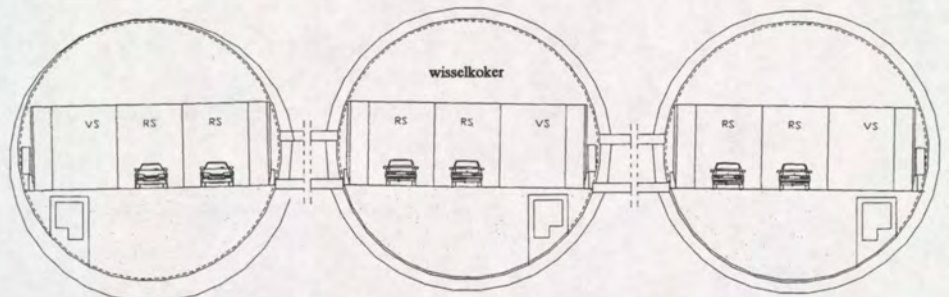
Variant BT-2 bestaat uit twee tunnelbuizen met ieder 2 rijstroken zonder vluchtstrook en een uitwendige diameter van 13,2 m. Hierbij wordt in beide tunnelbuizen een extra vluchtgang gerealiseerd. Hierdoor is de onderlinge afstand tussen de dwarsverbindingen groter dan bij BT-1, namelijk 500 m. De knooppunten worden aangepast aan een tunnel van 2*2 rijstroken zonder vluchtstrook.



Figuur 2 Variant BT-2

2.3.3 Variant BT-3

Variant BT-3 wisselvariant, bestaat drie tunnelbuizen met ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook. De uitwendige diameter is 15,2 m. De buizen worden om de 100 m. met dwarsverbindingen verbonden. De basis knooppunten met 3*2 rijstroken blijven ongewijzigd.

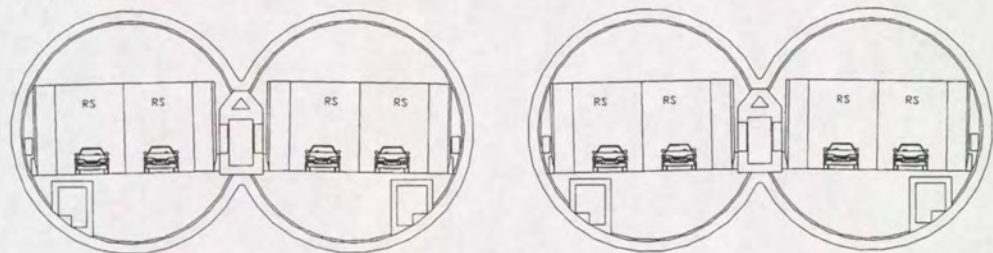


Figuur 3 Variant BT-3

2.3.4 Variant BT-4

Variant BT-4 bestaat uit twee brilvormige tunnels waarin binnen beide tunnels plaats is voor vier rijstroken zonder vluchtstrook. Iedere tunnel bestaat uit 2 aansluitende buizen en is in het midden voorzien van een vluchtgang. De afmetingen van een enkele tunnel bedraagt 23,4m x 11,6 m. De tunnel zal met een zgn. dubbele-O-tunnelboormachine gerealiseerd worden met twee in elkaar grijpende cirkels met een uitwendige diameter van 11,6 meter. De technische haalbaarheid van dusdanig grote diameter welke nog niet is toegepast wordt voor de raming aangenomen.

De knooppunten worden aangepast aan een tunnelt van 4*2 rijstroken zonder vluchtstrook.

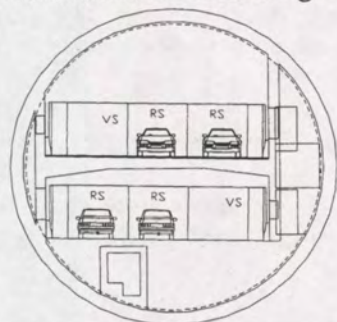


Figuur 4 Variant BT-4

2.3.5 Variant BT-5

Variant BT-5 (Parijse variant) bestaat uit een enkele tunnelbuis met een uitwendige diameter van 14,9 meter. Hierbinnen is ruimte voor 2*2 rijstroken met een vluchtstrook die boven elkaar worden geplaatst. Op beide verdiepingen binnen de tunnelbuis is er ruimte voor een toegang naar een gezamenlijke vluchtgang.

De knooppunten worden aangepast aan een tunnel met 2*2 rijstroken met vluchtstrook. De detaillering hiervoor is niet nader uitgewerkt.



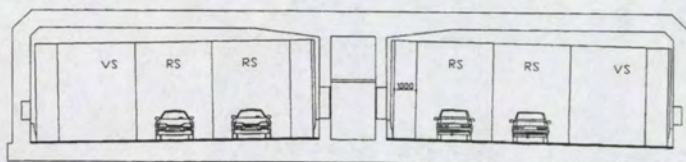
Figuur 5 Variant BT-5

2.3.6 Variant IST-1 en IST-1/2

Variant IST-1 bestaat uit twee buizen voor ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook en tussen de buizen een vluchtgang. De buitenmaten van de tunnel zijn

30,7m x 6,9m.

De knooppunten worden aangepast aan een tunneltoerit van 2*2 rijstroken met een vluchtstrook.

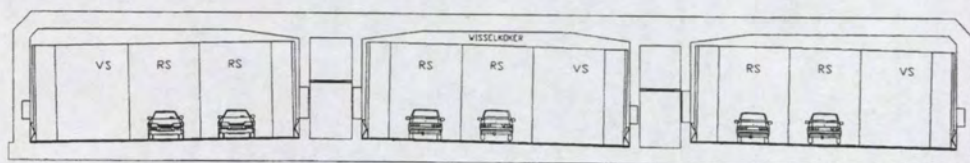


Figuur 6 Variant IST-1 en IST-1/2

2.3.7 Variant IST-2 en IST-2/2

Variant IST-2 en IST2/2 wisselvariant, bestaat uit drie buizen voor ieder 2 rijstroken en een vluchtstrook en twee vluchtgangen. De buitenmaten van de tunnel zijn 47,3m x 6,9 m.

De knooppunten worden aangepast aan een tunneltoerit van 3*2 rijstroken met een vluchtstrook.



Figuur 7 Variant IST-2 en IST-2/2

2.4 Uitsluitingen

Voor zowel de tunnel- als knooppuntvarianten zijn de volgende aspecten niet in de raming opgenomen:

- onderhouds- en exploitatie en overige life-cyclekosten;
- kabels en leidingen;
- grondsanering;
- gebouwopname en monitoring;
- architectonische vormgeving;
- geluidsschermen (knooppunten + toeritten);
- extern onvoorzien (reserveringen voor scope wijzigingen).

2.5 Samenvoegen deelraming tot projectraming

De deelramingen van de verschillende disciplines zijn samengevoegd tot projectramingen. Voor specificaties zie bijlage(n).

3 Raming van kosten (Deterministisch)

3.1 Algemeen

De raming is samengesteld uit deelramingen die opgesteld zijn door twee disciplinevertegenwoordigers zie Tabel 3.

Tabel 3 Disciplinevertegenwoordigers

Omschrijving	Discipline	Vertegenwoordiger
Tunnelvarianten, incl. installaties	Civil deel	Bouwdienst Rijkswaterstaat DIBK
Knooppuntvarianten Muiderberg en Holendrecht	Wegen deel	Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland
Bijkomende kosten Grondverwerving, kabel en leidingen	Totaal	Bouwdienst

De ramingen van de knooppunten en de ramingen van de tunnelvarianten zijn door de Bouwdienst geïmplementeerd tot een projectraming.

3.2 Algemene aannamen en uitgangspunten

Bij de ramingen van zowel de tunnel- en knooppuntvarianten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- prijspeil ramingen medio 2002;
- valuta ramingen in Euro;
- ramingen op niveau investeringskosten, inclusief 19 % BTW;
- ramingen conform PRI-systematiek, zoals vastgelegd in het document "Werk in Uitvoering, d.d. maart 1995";
- productuitgave (PU) en Directe Uitvoeringsuitgave (DUU) zijn apart zichtbaar.

Uitgangspunt van de ramingen van Rijkswaterstaat is dat deze bedrijfseconomisch zijn. Dit betekent dat er gerekend is met gemiddelde prijzen en dat de eventueel te verwachten invloeden van specifieke marktsituaties niet zijn verwerkt.

Invloeden van een *slappe* markt en/of concurrentieverkleinende contractvormen zijn dus uitgesloten.

3.3 Uitgangspunten Tunnel varianten

Navolgend wordt voor de tunnelvarianten de uitgangspunten gegevens welke specifiek bij de tunnelbouwmethode horen. In par.3.3.1 worden de algemeen geldende onderdelen toegelicht.

3.3.1 Algemene Aspecten Tunnelvarianten

De volgende aspecten zijn in de ramingen opgenomen:

- tunnel en toeritten;
- ventilatie- en vluchtschachten, incl. technische ruimten;
- vlucht/luchtschachten om de 1,5 kilometer;
- hittewerende bekleding;
- reflecterende wandbekleding;
- asfaltverharding;
- tunnelinstallaties;
- bouwkundige voorzieningen;
- ingeschoven betonnen troglijger t.p.v. de spoorlijn Amsterdam-Utrecht;
- grondverwerving voor de schachten, toeritten en toeleidende wegen, inclusief tijdelijke verwerving werkterrein, evt. opstellen, overdrachtskosten en het verwerven zakelijk recht onderboren c.q. ondertunnelen;
- vergunningen en leges;
- onderzoekskosten.

In de algemene gegevens zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- uitvoering in een normale/optimale uitvoeringstermijn;
- er voldoende ruimte beschikbaar is om vrijkomende grond kwijt te kunnen;
- tunnelinstallaties 15% van de directe kosten tunnel en toeritten;
- staartkosten en onvoorzien conform Tabel 5 en Tabel 6.

3.3.2 Boortunnelvariant

Voor de raming van de boortunnelvarianten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1 tracé voor alle boortunnelvarianten;
- 1 verticaal alignement voor de boortunnelvarianten 1 t/m 4, ongeacht de diameter;
- 1 verticaal alignement voor BT 5.
- 1 tunnelboormachine per tunnelbuis;
- uitvoeringsmethode conform inzichten Westerscheldetunnel en Groeneharttunnel;
- uitvoeringsmethode toeritten met bouwkuip, damwanden, onderwaterbeton en trekpalen;
- de dubbel-O tunnel is technisch realiseerbaar ook wat betreft de grote afmetingen;
- dwarsverbindingen volgens N.Ö.T.-methode (Neue Östrian Tunnel);
- grondvervanging t.p.v. begin en einde boortraject;
- grondverbetering t.p.v. de spoorlijn Amsterdam-Hilversum en Gooiboog.

Gebruikte tekeningen:

TMH-DA- 302	Langsdoorsnede Boortunnel variant 2, d.d. 26-07-02 IN-SITU variant 6. Rev. 0 concept versie 1.
Kladplot	Toeritten schema t.b.v. diverse varianten, d.d. ontbreekt.
Ing.buro TEC	Boortunnel BT-1,BT-2,BT-3,BT-4,BT-5, d.d. 12-04-02
TMH-DA-010.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3, d.d. 31-07-02, Horizontale doorsneden boven tunnelbuis.
TMH-DA-011.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3, d.d. 31-07-02, horizontale doorsnede t.p.v. wegdek.
TMH-DA-012.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3 d.d. 31-07-02, horizontale doorsnede onder wegdek.
TMH-DA-013.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3 d.d. 31-07-02, horizontale doorsnede onder wegdek.

3.3.3 In-situ tunnel

Voor de raming van de in-situ tunnelvarianten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1 tracé voor alle in-situ tunnelvarianten;
- 2 verticale alignementen voor alle in-situ tunnelvarianten;
- uitvoeringsmethode met bouwkuip, damwanden, onderwaterbeton en trekpalen;
- uitvoeringsmethode kruising Amsterdam-Rijnkanaal, afzinkmethode conform Craag studie;
- tijdelijke hulpbruggen t.p.v. de spoorlijn Amsterdam-Hilversum (in-situ tunnel);
- extra kosten bouwkuip i.v.m. afwatering gesloten delen afgedekt met 20% toeslag op de bouwkuipkosten gesloten delen (excl. Zinkdeel).

Gebruikte tekeningen:

TMH-DA- 302	Langsdoorsnede IN-SITU (2)variant 6, d.d. 26-07-02, Boortunnel (2) variant 2. Rev. 0 concept versie 1
Kladplot	Toeritten schema t.b.v. diverse varianten, d.d. ontbreekt
Ing.buro TEC	In-situ tunnel IST-2, d.d. 17-04-02
TMH-DA-008.DWG	Bouwkuip in-situ varianten t.p.v. standaard, d.d. 31-07-02, doorsneden.
TMH-DA-009.DWG	Bouwkuip in-situ varianten t.p.v. doorsneden d.d. 31-07-02, met waterkelder

3.4 Uitgangspunten Knooppunten

Algemeen

Voor de knooppunten zijn de varianten knooppunt Holendrecht hooggelegen en knooppunt Muiderberg hooggelegen geraamd.

De ramingen van de knooppunten Holendrecht en Muiderberg zijn gebaseerd op uitgewerkte tekeningen van de betreffende knooppuntvarianten aansluitend op tunnelvarianten met 2*3 rijstroken en tunnelvarianten met 3*2 rijstroken. De variant aansluitend op tunnelvarianten met 4*2 en 2*2 rijstroken zijn afgeleid van de raming aansluitend op tunnelvarianten met 3*2 en 2x3 rijstroken.

Uitgangspunten:

- de reconstructie van de knooppunten t.b.v. de aansluiting met de tunnel A6/A9 en het bestaande wegennet volgens ROA-richtlijnen;
- technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9: vormgeving van de knooppunten Muiderberg en Holendrecht d.d. 22-07-02;
- appendix ontwerpnotitie knooppunt Holendrecht en Muiderberg d.d. 02-08-02 .

Gebruikte tekeningen:

NHTZ-2002-71153 t/m 71156

3.4.1 Aspecten knooppunten

De volgende aspecten zijn in de raming opgenomen:

- opschonen werkterreinen, opbreken asfaltverhardingen en amoveren kunstwerken en opstellen;
- aanbrengen aardebanen, verhardingen, riolering, markering en wegmeubilair;
- kosten voor verkeersfaseringen;
- bouw en reconstructie van kunstwerken in de knooppunten;
- aanbrengen van verlichting, verkeerssignalering, DRIP's inclusief portalen en transmissielijnen;
- grondverwervingskosten inclusief aankoop opstellen en schadeloosstellingen;
- onderzoekskosten, landschappelijke inpassing, PR en communicatie, vergunningen en leges en verleggen kabels en leidingen.

3.4.2 Aansluiting knooppunten - tunnelvarianten

Afleiding raming knooppunten naar varianten:

Variant	Aantal buizen	Aantal rijstroken	Basis knooppunt	Correctie t.o.v. basis knooppunt
BT-1	2	2x2	2x3	-5%
BT-2	2			
BT-3	2	3x2	3x2	n.v.t.
BT-4	4	4x2	2x3	+20%
BT-5	1	2x2	2x3	-10%
IST-1/2	2			-5%
IST-2/2	3	3x2	3x2	n.v.t.
IST-1	2	2x2	2x3	-5%
IST-2	3	3x2	3x2	n.v.t.

Tabel 4 Correctie knooppuntramingen - variant

De correcties zijn over de primaire kosten (directe- + Indirectekosten) uitgevoerd en niet over de bijkomende kosten.

3.5 Opbouw van kosten en kostenverklaring

3.5.1 Algemeen

Bij het ramen moet onderscheid worden gemaakt tussen een deterministische en een probabilistische raming. In eerste instantie wordt een *deterministische raming* gemaakt.

Voor de opbouw van de raming wordt gebruik gemaakt van een uniforme ramingsopbouw, die is voortgekomen uit het Project Ramingen Infrastructuur (PRI). Deze uniforme ramingsopbouw wordt momenteel zoveel mogelijk en indien toepasbaar, Rijkswaterstaatsbreed, gehanteerd.

Uniforme ramingsopbouw:	
Directe kosten	
Indirecte kosten	+
Primaire kosten	
Bijkomende kosten	
Diversen	+
Basisraming	
Onvoorzien	+
Subtotaal	
B.T.W.	+
Raming van de kosten (Pu's)	
Raming van de kosten (Duu's)	+
Raming van de kosten (Budgettering) (Marge voor de onzekerheid)	

Figuur 8 Ramingsopbouw PRI (1995)

Uniforme ramingsopbouw (PRI) en ramingsopbouw bedrijfseconomische raming. Niveau primaire kosten komt ongeveer overeen met het niveau aanneemsom bij traditionele contractvormen.

3.5.2 Indirecte-, bijkomende kosten en diversen

De raming is opgebouwd volgens de PRI-systematiek.

Met betrekking tot de indirecte kosten, bijkomende kosten en diversen zijn drie verschillende deelramingen te onderscheiden:

- civiele techniek tunnel, inclusief spoorwegkruisingen en bouwkunde, onderscheiden naar boortunnel en in-situ-tunnel;
- installatietechniek;
- wegen inclusief overige kunstwerken (knooppunten).

Specifieke verschillen tussen de disciplines rechtvaardigen het optreden van verschillen in de percentages voor de indirecte-, bijkomende kosten en diversen van de deelramingen. In Tabel 5 is opgenomen welke percentages gehanteerd zijn.

Tabel 5 Gehanteerde percentages voor de indirecte-, bijkomende kosten en diversen

post	civiele techniek boortunnel	civiele techniek in-situ tunnel	tunnel installaties	wegen en overige kw
indirecte kosten	33,7%	35,9%	10%	Geometrie: 31,5% Kunstwerken 36,5% E&M-install.: 20,5%
bijkomen de kosten	1,75 %		-	4,2%
	Grondverwerving + K&L: € 0,1 Mia.		-	
diversen	10%		-	20%

3.5.3 Onvoorzien percentages

De volgende percentages object onvoorzien zijn meegenomen, waarbij een gedifferentieerd percentage per ontwerpvariant tunnel is aangehouden. Dit is afhankelijk van de mate van standaardontwerp.

Tabel 6 Gehanteerde percentages voor object onvoorzien

Variant	Object onvoorzien Civiel	Object onvoorzien installaties tunnel	Object onvoorzien knooppunten
IST1 + 2	25%	10%	Geometrie: 20%
BT 1 t/m 3	30%	10%	Kunstwerken: 25%
BT 4	40%	10%	E&M- installaties: 25%
BT 5	35%	15%	

Vooralsnog is al het onvoorzien toebedeeld aan de objecten, waarbij in het vervolg van het project een differentiatie gemaakt moet worden in objecten en in project onvoorzien.

3.6 Resultaten kostenramingen

De samenvattende resultaten van de ramingen zijn in Tabel 7 weergegeven. Er is onderscheid gemaakt tussen directe uitvoeringsuitgaven (DUU's) en projectuitgaven (PU's). DUU's bestaan uit de kosten die betrekking hebben op de, al dan niet uitbestede, uitvoering van de eigen taken van Rijkswaterstaat. Te denken valt aan voorbereiding, administratie en toezicht. PU's zijn rechtstreeks aan het project te relateren en bestaan onder meer uit de geraamde aanneemsom (directe, indirecte, onvoorzien en bijkomende kosten), grondverwerving, vergunningen en legeskosten. De laatste kolom van Tabel 7 geeft de ingeschatte onzekerheidsmarge van de raming aan.

Alle varianten zijn conform het "ontwerp" en de technische haalbaarheidsstudie.

Resultaten raming

Variant	PU (Project uitgave)	DUU (Directe uitvoerings uitgave)	Totale investerings- kosten ³ (Ind.BTW 19%)	Marge (ingeschat)
Lineair lengte profiel				
BT-1 + knpt 2*2	€ 2,6	€ 0,4	€ 3,0	+/- 30%
BT-2 + knpt 2*2	€ 2,1	€ 0,3	€ 2,4	+/- 30%
BT-3 + knpt 3*2	€ 3,8	€ 0,6	€ 4,3	+/- 30%
BT-4 + knpt 4*2	€ 3,6	€ 0,5	€ 4,1	+/- 40%
BT-5 + knpt 2*2	€ 1,8	€ 0,3	€ 2,1	+/- 35%
IST-1/2 + knpt 2*2	€ 1,9	€ 0,3	€ 2,2	+/- 25%
IST-2/2 + knpt 3*2	€ 2,6	€ 0,4	€ 3,0	+/- 25%
Hobbel lengte profiel				
IST-1 + knpt 2*2	€ 1,9	€ 0,3	€ 2,2	+/- 25%
IST-2 + knpt 3*2	€ 2,6	€ 0,4	€ 2,9	+/- 25%

Tabel 7 Resultaat ramingen in miljarden prijspeil medio 2002

3.6.1 Raming per variant

variant BT-1 + knpt 2*2 Lineair

BT-1 + knpt 2*2 Lineair lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€1,304	€2,017	€ 0,302	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,144	€0,188	€ 0,038	
Knooppunten	€0,259	€0,387	€ 0,046	
Subtotaal	€1,708	€2,593	€0,387	+/- 30%
Raming van kosten		€2,980		

variant BT-2 + knpt 2*2 Lineair

BT-2 + knpt 2*2 Lineair lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€1,002	€1,550	€ 0,233	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,111	€0,145	€ 0,029	
Knooppunten	€0,259	€0,387	€ 0,046	

³ Bedrag met afronding is gebaseerd op werkelijke ramingsbedragen en niet op de som van voorgaande afgeronde bedragen.

Subtotaal	€1,372	€2,082	€0,308	+/- 30%
Raming van kosten	€2,390			

variant BT-3 + knpt 3*2 Lineair

BT-3 + knpt 3*2 Lineair lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€1,957	€3,028	€ 0,454	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,216	€0,283	€ 0,057	
Knooppunten	€0,307	€0,449	€ 0,054	
Subtotaal	€2,480	€3,760	€0,565	+/- 30%
Raming van kosten		€4,324		

variant BT-4 + knpt 4*2 Lineair

BT-4 + knpt 4*2 Lineair lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€1,701	€2,835	€ 0,425	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,188	€0,246	€ 0,049	
Knooppunten	€0,328	€0,489	€ 0,059	
Subtotaal	€2,217	€3,570	€0,533	+/- 40%
Raming van kosten	€4,103			

variant BT-5 + knpt 2*2 Lineair

BT5 + knpt 2*2 Lineair lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€0,841	€1,301	€ 0,195	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,093	€0,122	€ 0,024	
Knooppunten	€0,246	€0,367	€ 0,044	
Subtotaal	€1,179	€1,789	€0,263	+/- 35%
Raming van kosten	€2,053			

variant IST-1/2 + knpt 2*2 Lineair

IST 1/2 + knpt 2*2 Lineair lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€0,959	€1,426	€ 0,214	
Tunnel discipline	€0,104	€0,136	€ 0,027	

installatietechniek werktuigbouw				
Knooppunten	€0,259	€0,387	€ 0,046	
Subtotaal	€1,322	€1,949	€0,288	+/- 25%
Raming van kosten	€2,237			

variant IST-2/2 + knpt 3*2 Linear

IST 2/2 + knpt 3*2 Lineair lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€1,334	€1,984	€ 0,298	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,145	€0,189	€ 0,038	
Knooppunten	€0,307	€0,449	€ 0,054	
Subtotaal	€1,785	€2,623	€0,389	+/- 25%
Raming van kosten	€3,012			

variant IST-1+ knpt 2*2 Hobbel

IST 1 + knpt 2*2 Hobbel lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€0,939	€1,397	€ 0,210	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,102	€0,133	€ 0,027	
Knooppunten	€0,259	€0,387	€ 0,046	
Subtotaal	€1,322	€1,949	€0,283	+/- 25%
Raming van kosten	€2,200			

variant IST-2 + knpt 3*2 Hobbel

IST 2 + knpt 3*2 Hobbel lengte profiel	Basisraming ex. Onvoorzien en BTW	PU, Incl. Onvoorzien en BTW	DUU	Marge (ingeschat)
Tunnel discipline civiele techniek	€1,291	€1,920	€ 0,288	
Tunnel discipline installatietechniek werktuigbouw	€0,140	€0,183	€ 0,037	
Knooppunten	€0,307	€0,449	€ 0,054	
Subtotaal	€1,737	€2,552	€0,379	+/- 25%
Raming van kosten	€2,931			

3.6.2 Risico's en onzekerheden

In een risicosessie zijn met behulp van expert judgement de belangrijkste risico's geïdentificeerd en gekwalificeerd.

Naast de politiek/bestuurlijke onzekerheid is voor het project door de betrokkenen aangemerkt als risicovol de technische realiseerbaarheid van de BT4 en de BT5 oplossing.

Hierbij kunnen BT4 en BT5 niet in één adem genoemd worden. Voor BT4 worden als hoofdrisico's het boorconcept en de grootte van de afmetingen aangemerkt. Bij BT5 worden als hoofdrisico's de bouwfasering (tijd en locatie) en het ontwerp van de toeritten (niveaus van de rijbanen in de tunnel) aangemerkt.

Binnen de raming en het ontwerp is de afstemming, aansluiting en wisselwerking op het raakvlak een risicopunt dat in de vervolgfase van het project nader zal worden ingevuld.

De risicosessie is kwalitatief in de ramingen verwerkt in het percentage onvoorzien (Tabel 6) en de ingeschatte spreiding (Tabel 7).

4 Risicoanalyse en de post onvoorzien

4.1 Risico's en onzekerheden

De opgestelde ramingen zijn gebaseerd op een groot aantal aannamen, zoals omstandigheden, mogelijke bouwmethoden en constructies en daarmee samenhangende hoeveelheden en prijzen. Daarnaast zijn er vele andere onzekere factoren die het project kunnen beïnvloeden. Dit maakt dat de ramingen een groot aantal onzekerheden bevatten en een indicatief beeld geven van de te verwachte projectuitgaven.

Om deze onzekerheden te verwerken in de raming wordt er onvoorzien opgenomen. Om aan te kunnen geven in hoeverre de raming een reëel beeld geeft van de werkelijke kosten is er een systematiek ontwikkeld, om de onzekerheden in kaart te brengen.

De post onvoorzien bestaat uit drie onderdelen, te weten:

1. Normale onzekerheden (scheefte);
2. Object onvoorzien;
3. Project onvoorzien.

Waarbij de posten onvoorzien (gedeeltelijk) kunnen worden onderbouwd met bijzondere gebeurtenissen.

Hieronder zal in het kort aangegeven worden wat wordt verstaan onder de verschillende onderdelen.

Ad. 1. Normale onzekerheden (scheefte)

De normale onzekerheden geven een onzekerheid op prijs en hoeveelheden uitgedrukt in marge.

In dit project is voor de diverse projectvarianten een marge ingeschat omdat (nog) geen probabilistische berekening is uitgevoerd.

Ad.2. Object onvoorzien

De post onvoorzien gedifferentieerd naar de objectramingen (knooppunten, kunstwerken) wordt object onvoorzien genoemd.

Onder object onvoorzien wordt verstaan:

- onvoorziene wijzigingen die binnen de scope vallen;
- onvoorziene gebeurtenissen tijdens de uitvoering;
- onvoorziene complexiteit tijdens de uitvoering.

Ad. 3. Project onvoorzien & bijzondere gebeurtenissen

Naast het object onvoorzien per deelraming is er nog een "onvoorzien" welke betrekking heeft op het totale project te weten het project onvoorzien.

Te denken valt hierbij aan bijvoorbeeld:

- onvoorziene planontwikkeling en voortschrijdend inzicht tijdens het doorlopen van de diverse fasen van het project;
- onvoorziene juridische procedures;
- uitstel c.q. vertraging van het totale plan of onderdelen daarvan;
- compenserende en mitigerende maatregelen ten aanzien van betrokken partijen en belanghebbenden;
- onvoorziene besluitvormingsprocedures en politieke processen.

Een deel van dit object en projectonvoorzien kan zichtbaar gemaakt worden door een lijst met risico's te bepalen met de diverse betrokkenen binnen het project. Deze risico's, de zogeheten bijzondere gebeurtenissen, zijn te kapitaliseren door middel van het bepalen van de kans van optreden en het bepalen van de verwachte gevolgschade. Naast de bijzondere gebeurtenissen wordt de rest van de post project onvoorzien ingeschat door middel van een percentage onvoorzien.

In dit project is een kwalitatieve benadering gehanteerd waarbij de belangrijkste risico's in een gezamenlijke sessie zijn behandeld en gerubriceerd. Kwantificering is in deze fase lastig en minder zinvol.

4.2 Omgang met onzekerheden

In de afstemsessie risico's is door de betrokkenen een indeling gemaakt naar type risico's en waar deze op te nemen in de raming. Ook zijn acties tot kleine aanpassingen in de ramingen geïnitieerd en later verwerkt. Zie bijlage D2

In het overleg is er een verdeling gemaakt naar de rubrieken:

1. Politiek / bestuurlijk
2. Juridisch / wettelijk
3. Organisatorisch / communicatie
4. Maatschappelijk /omgeving
5. Financieel / economisch
6. Ruimtelijk / omgeving
7. Technisch (Ontwerp en Uitvoering)

Navolgend wordt per rubriek de belangrijkste items aangegeven en waar deze zijn opgenomen in de projectraming. Ook is aangegeven of deze voor alle ontwerpvarianten geldt.

4.2.1 Politiek / bestuurlijk

Als scope wijziging is aangemerkt een wijziging in categorie indeling van de geplande weg. Als project onvoorzien is aangemerkt het tijdstip van ingebruikname als gevolg van korte bouwtijd.

4.2.2 Juridisch / wettelijk

Uitgangspunt voor grondverwerving is het verkrijgen van het zakelijk recht en niet van koop. Als project onvoorzien is aangemerkt is de kans dat de grond boven de tunnel in eigendom moet worden verkregen en geen gebruik door derden mogelijk is.

4.2.3 Organisatorisch / communicatie

Door de lengte van het tracé, kruisingen met hoofdspoorwegen en (hoofd)waterwegen zijn er veel betrokken partijen die grote invloed hebben op de uiteindelijke keuzes, afstemmingen en vergunningen. Deze zeer grote risico's zijn ondergebracht, onder scopewijzigingen en project onvoorzien.

4.2.4 Maatschappelijk /omgeving

Als normale onzekerheid is hier aangemerkt de landschappelijke en architectonische inpassing. Het projectonvoorzien moet de (nadere)eisen van de NS, maar ook hulpverlenende diensten afdekken.

4.2.5 Financieel / economisch

In deze fase van het project is nog niet bekend hoe e.a. op de markt zal worden gezet. Innovatieve aanbestedingen eventueel in combinatie met beheer, onderhoud en exploitatie kunnen tot hogere initiële kosten leiden. Dit moet zijn afgedekt met het project onvoorzien.

4.2.6 Ruimtelijk / omgeving

Door het nog niet uitvoeren van grondonderzoek is de ondergrond en geologie het grootste risico voor alle varianten. In combinatie met eventuele vervuilingen welke gesaneerd moeten worden.

4.2.7 Technisch (ontwerp en Uitvoering)

Technisch worden er risico gezien in de kruising met de bestaande spoorlijnen, maar ook in het ontwerp van de lange toeritten. Dit ten aanzien van o.a. de afwatering. In de raming zijn hier kosten voor meegenomen, maar de normale onzekerheid is hier groot.

In BT 2 wordt een extra risico gezien t.g.v. de tussenafstand van de dwarsverbindingen.

De dubbel-O tunnel (BT4) is een technisch hoogstandje die met deze geometrie en afmetingen nog nergens ter wereld is gerealiseerd. Dit komt tot uitdrukking in de hoge post onvoorzien.

4.3 Onvoorzien percentages

De percentages "object onvoorzien" zijn meegenomen waarbij per ontwerpvariant een gedifferentieerd percentage is aangehouden.

Dit is afhankelijk van de mate van standaard ontwerp.

Zie Tabel 6, pagina 28.

5 Aanbevelingen

De aansluiting van de knooppunten op tunnelvarianten qua hoogteligging en rijstrookindelingen nader afstemmen.

Een kwantitatieve risicoanalyse na een duidelijke scopeafbakening zal meer inzicht geven in de hoogte en de nauwkeurigheid van de verwachte investeringskosten. Tevens kan dit dienen ter ondersteuning van het beheersen van de risico's (Risicomanagement).

De geotechnische aspecten zullen beter moeten worden uitgewerkt om de risico's te beheersen en de aannames te ijken.

BT4 vormt een interessante optie voor nader kostenonderzoek en afstemming met adviseurs en/of leveranciers.

BT5 kan, gezien vanuit ervaring met project A68, nader uitgediept worden.

In de volgende fase na afstemming van de diverse deelontwerpen kunnen aan de hand van nadere uitwerking van de risicoanalyse (incl. onzekerheden) probabilistische ramingen worden gemaakt.

<< einde hoofdttekst document 6813-2002-0099 <<

Bijlagen

Inhoudsopgaven Bijlage

- A Ramingendossier/Logboek
- B Lijst met betrokkenen
- C Literatuurlijst

- D Risicoanalyse
 - o D1 Verslag risicosessie
 - o D2 Risicoregister

- E Ramingdocumenten
 - o E1 Alternatief BT-1
 - o E2 Alternatief BT-2
 - o E3 Alternatief BT-3
 - o E4 Alternatief BT-4
 - o E5 Alternatief BT-5
 - o E6 Alternatief IST-1
 - o E7 Alternatief IST-2
 - o E8 Alternatief IST-1/2
 - o E9 Alternatief IST-2/2

A. Ramingendossier/Logboek

.....

In onderstaand ramingendossier worden de voornaamste wijzigingen ten opzichte van de vorige raming aangegeven.

Versie	datum	Omschrijving/wijziging	Opsteller
Versie 1.0	2-09-02	Ramingen BT1, 2, 3 en 4 plus IST 1 en 2.	DIBK
Versie 1.1	27-09-02	Ramingen BT1 t/m 5 plus IST 1/ 2, 2/2, 1 en 2 kleine toevoegingen raming knooppunten plus extra varianten.	DIBK
Versie 1.11	27-02-02	Versie 1.11 incl. bijlagen	DIBK
Versie 1.12	24-10-02	Versie 1.12 definitief maken, incl. opmerkingen	DIBK

B. Lijst met betrokkenen

Bouwdienst Rijkswaterstaat

Gerard Kooyman
Rene Weersink
Albert Zeilmaker
Erik de Bree
Rutger Voorvelt
Piet Vos
Bas Coopmann
Jan van Beek

Projectleider Bouwdienst, DIU
Assistent projectleider BD
Ontwerpleider DIU.
Kostenmanager DIBK
Kostendeskundige – rapporteur, DIBK
Kostendeskundige, DIBK
Risico analist DIU
Bevoegd Gezag Bouwdienst, DIU

Directie Noord Holland

Sandra Konijn
Henk Doeswijk
Clemens van Kemenade

Principaal
Projectleider DNH
Kostendeskundige

C. Literatuurlijst

- Blauwdruk kosten, versie 1.31 d.d.29 mei 2002
- Technische haalbaarheidsstudie tunnelverbinding A6/A9, versie 2 september 2002.
- Tekeningen:

Gebruikte tekeningen:

TMH-DA- 302	Langsdoorsnede Boortunnel variant 2, d.d. 26-07-02 IN-SITU variant 6. Rev. 0 concept versie 1
Kladplot	Toeritten schema t.b.v. diverse varianten, d.d. ontbreekt
Ing.buro TEC	Boortunnel BT-1,BT-2,BT-3,BT-4,BT-5, d.d. 12-04-02
TMH-DA-010.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3, d.d. 31-07-02, Horizontale doorsneden boven tunnelbuis
TMH-DA-011.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3, d.d. 31-07-02, horizontale doorsnede t.p.v. wegdek
TMH-DA-012.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3 d.d. 31-07-02, horizontale doorsnede onder wegdek
TMH-DA-013.DWG	Vluchtschacht voor varianten BT-1 en BT-3 d.d. 31-07-02, horizontale doorsnede onder wegdek

Gebruikte tekeningen:

TMH-DA- 302	Langsdoorsnede IN-SITU (2)variant 6, d.d. 26-07-02 Boortunnel (2) variant 2. Rev 0 concept versie 1
Kladplot	Toeritten schema t.b.v. diverse varianten, d.d. ontbreekt
Ing.buro TEC	In-situ tunnel IST-2, d.d. 17-04-02
TMH-DA-008.DWG	Bouwkuip in-situ varianten t.p.v. standaard, d.d. 31-07-02, doorsneden.
TMH-DA-009.DWG	Bouwkuip in-situ varianten t.p.v. doorsneden d.d. 31-07-02, met waterkelder

Gebruikte tekeningen:

NHTZ-2002-71153 t/m 71156

Digitale bestanden:

Zie volgende pagina.

D. Risicoanalyse

D.1 Verslag risicosessie

D.2 Risicoregister




Werkwijze

Om inzicht te krijgen in de risico's en onzekerheden van het project is aan de projectmedewerkers gevraagd een eerste inventarisatie van de risico's op te stellen.

Aan de hand van deze inventarisaties is een totaal lijst samengesteld die in een sessie is besproken en aangevuld.

Daarna zijn tijdens de sessie de grootte van de risico's, onzekerheden kwalitatief ingeschat aan de hand van onderstaande kans gevolg tabel.

Risico klasse - A6-A9

klasse A	ongewenst	
klasse B	riskant	
klasse C	kritiek	

		1 klein	2 middel	3 groot	Kans →
Gevolg ↓	1 klein	1	2	3	
	2 middel	2	4	6	
	3 groot	3	6	9	

Risico-inventarisatie

In bijlage D2 is de risico-inventarisatie tabel toegevoegd. Van elk risico wordt een risico-omschrijving (afwijking), de oorzaken en gevolgen omschreven. De inschatting van kans en gevolg en door wie het risico in eerste instantie is aangegeven. Verder is de inventarisatie t.b.v. structurering en compleetheid in de volgende rubrieken ingedeeld:

- Politiek / bestuurlijk
- Juridisch / wettelijk
- Organisatorisch / communicatief
- Maatschappelijk / omgeving
- Financieel / economisch
- Ruimtelijk / omgeving
- Technisch (Ontwerp, uitvoering)

Om snel een indruk te kunnen krijgen van de grootste risico's is de totaal score van het risico (kans x gevolg) weergegeven. Verder wordt nog vermeld welk onderdeel van het project het betreft en hoe het risico wordt gemodelleerd (soort risico, te weten: een scopewijziging (scope), Projectonvoorzien (PO), Objectonvoorzien (OO), (ontwerp- en/of uitvoerings-) Onzekerheid (NO) of risico voor de aannemer (WR)).

In de digitale versie is het dan ook mogelijk om een uitdraai te maken van de risico's gesorteerd naar grootte, de rubriek, de modellering of het soort risico, en het onderdeel waarop het risico betrekking heeft.

Vervolg

Aan de hand van deze eerste risico-inventarisatie en bovenstaande mogelijkheden om te sorteren kan verder worden gegaan met het inventariseren en beheersen van de risico's (toepassen van risicomangement) om zodoende een kwantitatieve onderbouwing van de post onvoorzien (onzekerheden in de raming) te krijgen en de onzekerheden van het project te verkleinen door het toepassen van risicomangement.

Bijlage D2 Risicoregister

Zie Excel bijlage.

Risicoregister tunnel A6 A9

categorie: scope= scopewijziging / uitsluiting; NO=onzekerheden ; BG=bijz. gebeurtenis; PO=onvoorzien; WR= risico aannemer

Totaal nr.	Risico Omschrijving/afwijking	Oorzaak	Gevolg	Kans van optreden	Kosten consequenties	Aangever	Soort	Score	Modellering	Onderdeel	Beheersmaatregelen / opmerkingen
Politiek/bestuurlijk											
P1	1 Aanleggen van topleinen van wege toeliffing tunnel	Toeliffing tunnel	Extra kosten aanleg en grondverwenning	1	3	DNH	Politiek/bestuurlijk	3	SCOPE	knop punten	Eventueel een extra variant doorrekenen, wellicht ook variant afhankelijk
P2	2 Extra voorzieningen vanwege eventuele indeling als categorie-0 tunnel	Categorie indeling tunnel nog onbekend	Toepassen van sprinklerinstallatie en andere aanvullende voorzieningen t.b.v. explosie bestendigheid	2	2	GK	Politiek/bestuurlijk	4	SCOPE	IST 1,2 BST 11m5	
P3	3 Bouwtijd versnelling	Lange politieke besluitvorming. Private financiering eist snelle exploitatie optimaal	Hoge kosten i.v.m. snelle gewenste uitvoering, snelle boommethode: Uitvoertingsijd te krap waardoor niet optimaal	2	3	Sessie	Politiek/bestuurlijk	6	PO	IST 1,2 BST 11m5	
Juridisch/wettelijk											
J1	4 Uitgangspunt dat grond na uitvoering weer in gebruik kan worden genomen blijkt niet juist	Onduidelijkheid t.a.v. regelgeving zakelijk recht i.p.v. koop van grond	Toch grondaankoop noodzakelijk; Minder opbrengsten grond dan gepland	2	3	Sessie	Juridisch/wettelijk	6	PO	IST 1,2 BST 11m5	Tijdens bouw tunneldelen compensatie, in gebruik het gebruiksrecht van de grond terug geven. Hoe zit het nu in de raming: hoge spreiding op grondverwingskosten??
J2	5 Aangescherpte regelgeving op het gebied van (land)tunnels	Tunnelwet is in voorbereiding	Extra voorzieningen noodzakelijk	1	2	Sessie	Juridisch/wettelijk	2	SCOPE	IST 1,2 BST 11m5	
J3	6 Aangescherpte regelgeving ARBO	Grote lengte van de tunnels	Extra voorzieningen tijdens uitvoering	1	1	Sessie	Juridisch/wettelijk	1	NO	BST 11m5	
J4	7 Dwarsverbinding h.o.h. 250 ipv 500 m	Hulpverlenende diensten eisen kleinere h.o.h. afstand dwarsverbindingen		2	3	GK	Juridisch/wettelijk	6	PO	BT2	

Organisatorisch/communicatie

Risicoinventarisatie
Westrandweg

Totaal nr.	Risico omschrijving/afwijking	Oorzaak	Gevolg	Kans van optreden	Kosten consequenties	Aangever	Soort	Score	Modelering	Orderdeel	Beheersmaatregelen / opmerkingen
O1	8 Wensen en eisen belanghebbenden	Langle projectgebied betekent een complexe organisatie en vele belanghebbenden, bevoegde gezagen, o.a.: NS, hoofdwaterwegen, gemeente, belanggenorganisaties, etc.	Eisen bevoegde gezagen worden ingewilligd	3	3	Sessie	Organisatorisch / communicatie	9	SCOPE: PO	Totale project	
O2	9 In een laat stadium alsnog bezwaar op Def. Ontwerp	Innovatieve contractvorm (D&C) en vergunningen traject zijn niet goed te combineren	Stagnatie bij vergunningverlenening, verlate uitvoering en doorloop van kosten ontwerporganisatie etc.; Aanvullende eisen op het ontwerp om aan vergunningen te voldoen	3	3	Sessie	Organisatorisch / communicatie	9	PO	Totale project	
Maatschappelijk/omgeving											
M1	10 Architectonische en landschappelijke inpassing (inclusie in origineel staat herstellen boven de IST tunnels)	Architect wordt ingehuurd om het ontwerp op te leuken	Duurdere constructies en meer geld voor groenvoorziening	3	3	DNH	Maatschappelijk / omgeving	9	SCOPE	kunst werken knoop punten IST 1,2	Opnemen in plan (ontwerp, raming en planning) Ok herstelwerkzaamheden bij instu tunnels opnemen
M2a	11 Ontleggingskanaal dient in stand te worden gehouden	Nog geen ontwerp voor, wel in raming meegenomen	Onzekerheid t.a.v. ontwerpoplossing	2	1	Sessie	Maatschappelijk / omgeving	2	NO	IST 1,2 BST 1t/m5	
M2b	12 Ontleggingskanaal dient in stand te worden gehouden	Randvoorwaarden nog onduidelijk	Grote gevolgen voor huidige ontwerp (tunnel langer)	1	3	Sessie	Maatschappelijk / omgeving	3	BG	IST 1,2 BST 1t/m5	
Financieel/economisch											
F1	13 Meerkosten ontwerp door contracteringsvorm	Project wordt innovatief aanbesteed	Hogere initiële kosten (scope raming voor aannemer uitgebreider dan bij traditionele contracten); Met name overdragen risico's naar aannemer kost geld	3	2	DNH	Financieel / economisch	6	PO	Totale project	Inherent aan contractvorm, W&R post onthoog, dient tengevrederd te worden door optimaler ontwerp en minder risico voor opdrachtgever
F2	14 PvE niet toereikend	Opdrachtgever niet gewend om op functioneel (hoog abstractie)niveau eisen op te stellen	Alsnog te veel inhakden door te strikte eisen, waardoor optimalisaties onbenut; Te veel mogelijkheden opengehouden door functioneel PvE, kwaliteit wordt niet gehaald, je krijgt niveau wel je wilt	2	3	Sessie	Financieel / economisch	6	PO	Totale project	
Ruimtelijk/omgeving											
R1	15 Zettingen ondergrond	Veel meer inklinking van de ondergrond dan verwacht	Meer aanruizand benodigd, langere zettingstijd	2	3	DNH	Ruimtelijk/omgeving	6	NO	knoop punten	vooraf grondonderzoek

Risicoinventarisatie Westrandweg

Totaal nr.	Risico omschrijving/afwijking	Oorzaak	Gevolg	Kans van optreden	Kosten consequenties	Aangemerkt	Soort	Score	Modellerings	Onderdeel	Beheersmaatregelen / opmerkingen
R2	Ontwerp groutankers gebaseerd op verkeerde aanname ondergrond, mogelijk langere groutankers	Uitgangspunt is zandgrond, dit hoeft niet overal aanwezig te zijn	Aanpassing ontwerp groutankers	3	2	TEC; Sessie	Ruimtelijk/omgeving	6	NO	IST 1,2	vooral grondonderzoek; gevolg wordt nog door ramers gekwantificeerd en meegenomen in onzekerheid
R3	Verontreinigde grond knooppunt Houdrecht	Deel te ontgraven grond blijkt te zijn vervuld met olie of met chemische rommel e.a. als gevolg van illegale storten of vroegere fabrieken.	Saneren vervuilde grond: Extra storkkosten vervuilde grond en lagere ontgravingproductie; Verontreinigingen verwijderen en extra aanvullen	3	3	DNH	Ruimtelijk/omgeving	9	BG	knoop punten	vooral grondonderzoek
R4	18 Obstatels in de grond	In de te ontgraven grond liggen allerlei obstakels, rommel, blijv. oude rooftersten, vuilnis.	Afvoeren en storten van obstakels	3	1	DNH	Ruimtelijk/omgeving	3	BG	knoop punten; IST 1,2 en toertien BT1 t/m 5	Historisch onderzoek naar wat er vroeger heeft gestaan. Poillie rapporten
R5	19 Archeologische vondsten	Tijdens het ontgraven stuit men op resten van historische waarden	Langzaam ontgraven onder archeologisch toezicht. En werk kan stil gelegd worden.	1	2	DNH	Ruimtelijk/omgeving	2	BG	knoop punten; IST 1,2 en toertien BT1 t/m 5	
R6	20 Ontwerpaanpassingen fundering	Grondparameters blijken in praktijk tegen te vallen, anders dan nu aangenomen; Onvoldoende geotechnische gegevens	Meer en of langere heipalen onder kunstwerken benodigd	2	3	DNH	Ruimtelijk/omgeving	6	NO	Totale project	grondonderzoek
R7	21 Eisen funderingswerk	AMC ziekenhuis wil geen geluidsoverlast	Geluidsarm heien van heipalen in de buurt van het AMC	3	2	DNH	Ruimtelijk/omgeving	6	BG	kunst werken knoop punten en toertien	
R8	22 Vervulling grondwater nabij Naardermeer in gebruikstase	Water wat van het wegdek afkomt is vervuld en mag niet via het grondwater in het Naardermeer komen; Strengere regelgeving	Toepassen riolering langs de wegen (ruin- of)	3	1	DNH	Ruimtelijk/omgeving	3	BG	knoop punten; toertien	
R9a	23 Passage incidentiele bebouwing	Nog geen rekening gehouden met bebouwing	Ontwerpaanpassingen tlv passage: compensatie grouting	2	1	GK	Ruimtelijk/omgeving	2	NO	BST 10m5	
R9b	24 Passage incidentiele bebouwing	Nog geen rekening gehouden met bebouwing	Ontwerpaanpassingen tlv passage: verplaatsen bebouwing, uitkoop en extra grondverwerving	3	2	GK	Ruimtelijk/omgeving	6	NO	IST 1,2	

Risicoinventarisatie
Westrandweg

Totaal nr.	Risico omschrijving/afwijking	Oorzaak	Gevolg	Kans van optreden	Kosten consequenties	Aangever	Soort	Score	Modelleering	Onderdeel	Beheersmaatregelen / opmerkingen
R10	25 Afvoeren grond	Afstand naar stortplaats groter dan voorzien, stortvoorwaarden zijn zwaarder	Meerkosten grondverwerking	1	1	GK	Ruimtelijkomgeving	1	NO	IST 1,2 BST 1v/m5	Reeds fors in raming meegenomen
R11	26 Hergebruik grond	Extra eisen lav hergebruik grond bv. Vanuit vergunningverlening	Extra voorzieningen (tijdelijke opslag) noodzakelijk	3	2	GK	Ruimtelijkomgeving	6	BG	IST 1,2 BST 1v/m5	
R12	27 Ankers moeten worden teruggewonnen	Onduidelijkheid m.b.t. mogelijkheden van achterblijven van ankers op terrein van derden	Ankersysteem dat is terug te winnen toepassen	2	2	Sessie	Ruimtelijkomgeving	4	NO	IST 1,2 Itoertien	Eventueel toepassen van stempels (IST 1)
R13	28 Onvoorziene K&L	Onvolledige inventarisatie K&L: Onzorgvuldige uitvoering	Beschadiging van, extra omlaggen van K&L	2	2	Sessie	Ruimtelijkomgeving	4	BG	Totale project	

Technisch (Ontwerp, uitvoering)

T1	29 Ontwerp en gekozen constructie	Constructie en ontwerpen wijzigen t.g.v. voorschrijdend inzicht	Extra engineering en ruimer en duurder ontwerp en constructies	2	2	DNH	Technisch	4	NO	Totale project	Goede scope omschrijving in overleg met opdrachtgevers
T2	30 Aanvullende eisen NS	NS stelt extra eisen voor de bouw van de kunstwerken rondom het spoor	Hogere projectkosten	3	2	DNH	Technisch	6	PO	Totale project	Nu nog geen idee maar de verwachting is dat er nadere eisen van de NS zullen komen.
T3	31 Toepassen van milieuvriendelijke en onderhoudsvriendelijke materialen	Duurzaam bouwen i.h.k.v. life cycle kosten en energie zuinig	Extra investeringen in duurder materialen, ontwerpen	1	2	DNH	Technisch	2	PO	Totale project	
T4	32 Kathodische bescherming bij oepassen stalen lining	Kruising spoor t.p.v. gootboog		3	-	GK	Technisch	####	NO	BT1 1v/m5	Reeds opgenomen in raming (stelpost)
T5	33 Afwetting loertien	Ontwerp niet correct	Ontwerpaanpassingen: notering aanpassen	3	-	GK	Technisch	####	NO	Toertien: IST 1,2 BT1 1v/m5	Reeds opgenomen in raming

Risicoinventarisatie

Westrandweg

Totaal nr.	Risico Omschrijving/afwijking	Orzaak	Gevolg	Kans van optreden	Kosten consequenties	Aangever	Soort	Score	Modellerings	Onderdeel	Behoortmaatregelen / opmerkingen
T6	34 Onjuiste inschaling omvang tunnelinstallaties	Extra voorzieningen in lengte tunnel en vuchtrugtime	Ontwerpaanpassingen (uitbreidingen) tunnelinstallaties	2	3	GK	Technisch	6	NO	IST 1,2 BT1 lvn5	In te schakelen door hoge EM kosten en spreiding hierop mee te nemen
T7	35 Aansluiting cirkels en middenkanaal vereisen bijzondere voorzieningen Gezien state of the art zijn kosten TBM hoger dan aangenomen	Ingewikkelde geometrie (dubbele 0-tube)	Weerslag op het ontwerp Haalbaarheid twijfelachtig	3	2	GK	Technisch	6	NO OO	BT4	25% duurdere machine en lining en extra object onvoorzien
T8	36 Mogelijk wijzigen concept mbt ventilatie	Benodigde voorzieningen onderschat, vanwege gestapelde variant	Ontwerpaanpassingen: mogelijk dwarsventilatie noodzakelijk	3	3	GK	Technisch	9	NO	BT5	
T9	37 Constructie tlv samenvoegen en ontvechten onderschat	Ingewikkelde toeritten	Hogere kosten	3	3	GK	Technisch	9	NO	BT5	Inschaling maken voor extra kosten van de variant
T10	38 Snelheid boren te hoog ingeschat	Passage dwarsverbindingen Passage tussenschachten	Uitloop in de uitvoering, planning niet gehaald	1	2	GK	Technisch	2	NO	BT1 lvn5	
T11	39 Voortgangssnelheid wanden en rijkdek te hoog ingeschat	Gecompliceerde uitvoering, fasering: direct achter de aangebrachte wand Logistiek probleem in in uitvoering zijnde tunnel	Uitloop in de uitvoering, planning niet gehaald	1	2	GK	Technisch	2	NO	BT1 lvn5	
T12	40 Raakvlakken tunnels, knooppunten	Uitwerking ontwerp opgedeeld en door verschillende partijen (DIU en DNH) gemaakt	Ontwerp knooppunten sluit niet goed aan, extra voorzieningen nodig	3	3	Sessie	Technisch	9	PO	Totale project	Goede afstemming DIU-DNH
T13	41 Langere tunnels dan nu in het ontwerp	Mogelijk kortere toeritten omdat is uitgegaan van een zeer royale samenvoeging van de verbindingswegen voor de varianten	Mel name voor de boortunnels extra kosten vanwege langere tunnel	3	2	GK	Technisch	6	PO	BT1 lvn4	Goede afstemming DIU-DNH
T14	42 Scheurvorming van de vloeren, daken	Zeet brede tunnel	Reparatie werkzaamheden: extra wapening, koeling toepassen	-	-	TEC	Technisch	####	WR: OO	IST 1,2 Toeritten	

Risicoinventarisatie Westrandweg

Totaal nr.	Risico Omschrijving/ afwijking	Oorzaak	Gevolg	Kans van optreden	Kosten consequenties	Aangever	Soort	Score	Modellerings	Onderdeel	Behoeftemaatregelen / opmerkingen
T15	43 Tijdsafhankelijke verplaatsing	Zweigedrag van de diepe klei/leem laag	Herstelwerkzaamheden	-	-	TEC	Technisch	####	WR: OO	IST 1,2 Toertien	
T16	44 Zettingen i.p.v. het spoor	Mede veroorzaakt door zwel	Compensatie, herstelwerkzaamheden	-	-	TEC	Technisch	####	WR: OO	IST 1,2 Toertien	
T17	45 Complexe fasering	Kruisen van spoor	Extra faseringen, buitendienststellingen	-	-	TEC	Technisch	####	WR: OO	IST 1,2 Toertien	
T18	46 Toertien fungeren als secundaire kerfingen	Tunnel doorkruist meerdere polders	Aanleggen kanteldijken, schuiven	3	3	TEC	Technisch	9	PO	Toertien	Dient in raming te zijn opgenomen
T19	47 Constructie dak te gering	Hoge gronddekking i.p.v. Amsterdam Rijn kanaal i.r.t. overspanning tunneldak	Dikker dak, extra wapening	3	1	TEC	Technisch	3	NO	IST 1,2	Onzekerheid opnemen in raming
T20	48 Stabiliteit startschacht	Afzetkrachten van de TBM	Extra voorzieningen opnemen om grote krachten te kunnen weerstaan, reparatie	3	1	TEC	Technisch	3	NO	BT 11/n5	
T21	49 Onzekerheden t.a.v. dwarsverbindingen	Invloed op tunnelling, mogelijkheden vrjestechiek i.r.t. grndlagen; M.n. BT3, dwarsverbinding aan weerszijden	Uit detaillering blijkt extra benodigde voorzieningen	3	2	TEC	Technisch	6	NO	BT 11/n5	Opnemen in onzekerheden raming
T22	50 Uitvoerings en onzekerheden bij de vluchtschachten	Innovatief ontwerp: diepe schacht, verticale stabiliteit, verbinding met tunnelbus, fasering waterdichtheid	Uit detaillering blijkt extra benodigde voorzieningen	3	2	TEC	Technisch	6	NO	BT 11/n5	Opnemen in onzekerheden raming

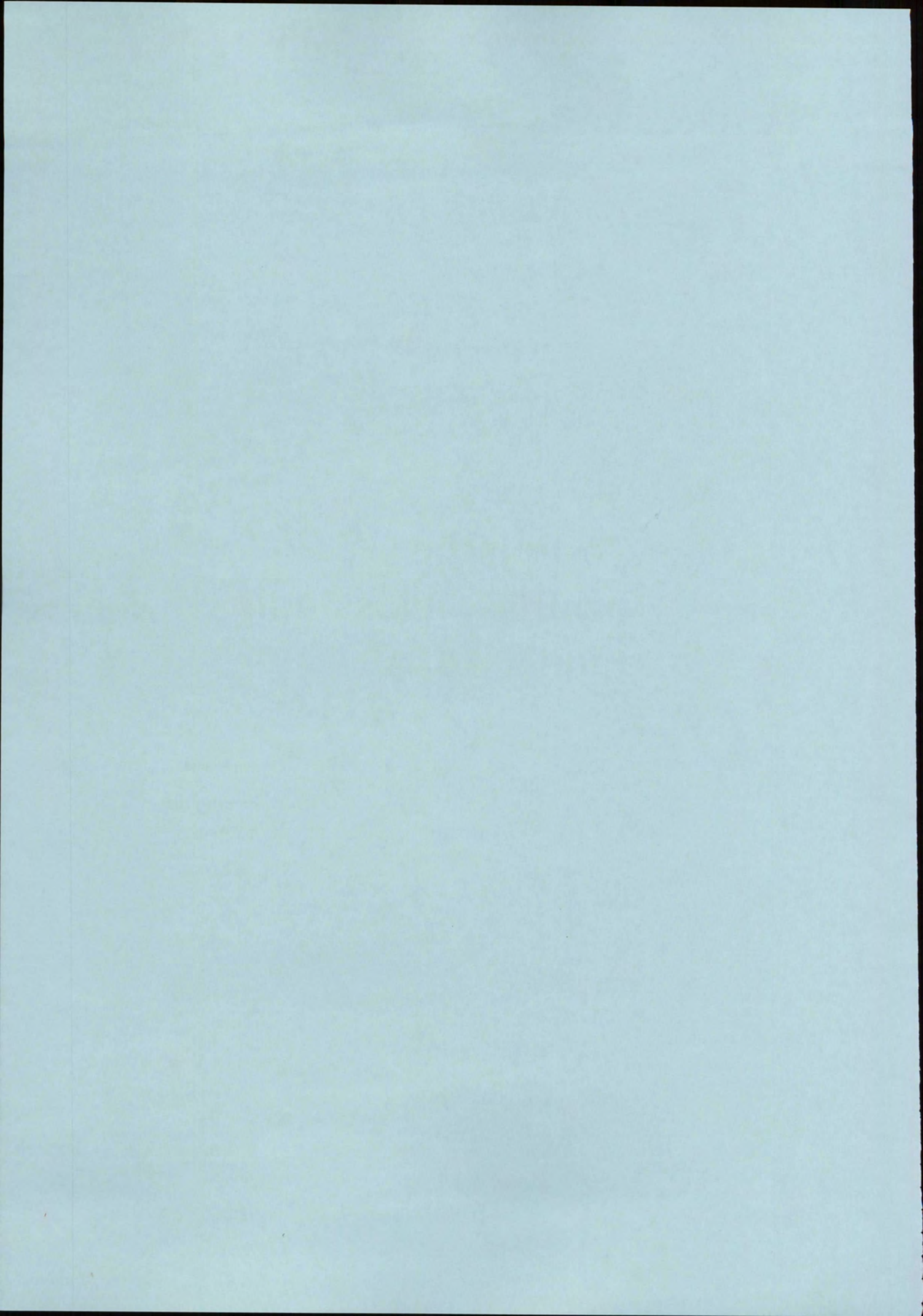


Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 6

Tekeningenlijst

30 september 2002



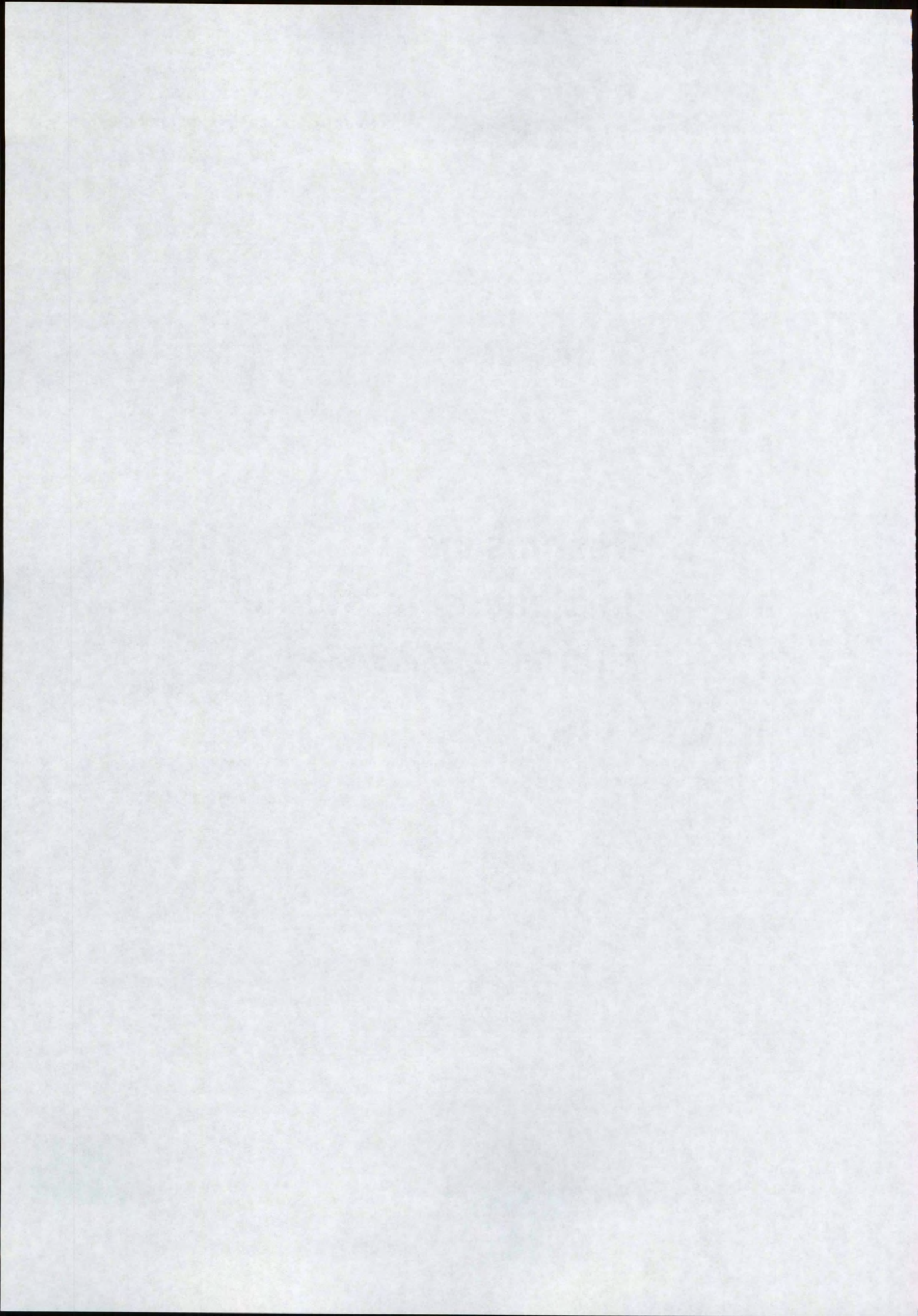


Technische haalbaarheidsstudie tunnel A6/A9

Deelrapport 6

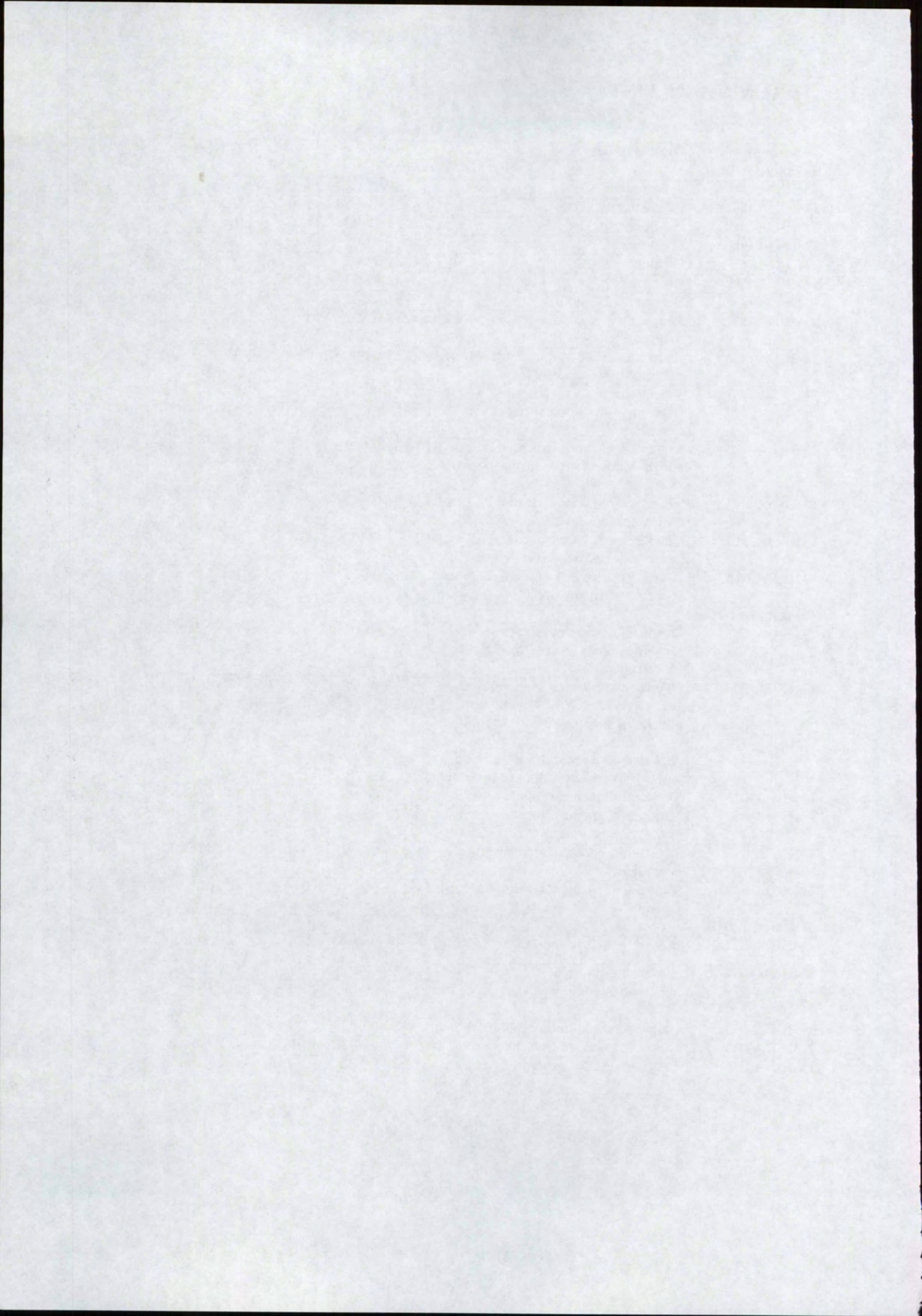
Tekeningenlijst

30 september 2002



TEKENINGENLIJST

Tekeningnr.	Omschrijving	datum	Versie	Getekend
Tekeningen TEC				
TMH-DA-001	In Situ tunnel IST-1	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-002	In Situ tunnel IST-2	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-003	Boortunnel BT-1	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-004	Boortunnel BT-2	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-005	Boortunnel BT-3	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-006	Boortunnel BT-4	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-007	Boortunnel BT-5	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-008	Bouwkuip in situ varianten, ter plaatse van standaard doorsnede	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-009	Bouwkuip in situ varianten ter plaatse van doorsnede met waterkelder	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-010	Vluchtschacht voor varianten BT1 en BT3, horizontale doorsnede boven tunnelbuis	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-011	Vluchtschacht voor varianten BT1 en BT3 horizontale doorsnede ter plaatse van wegdek	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-012	Vluchtschacht voor varianten BT1 en BT3 horizontale doorsnede onder wegdek	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-013	Vluchtschacht voor varianten BT1 en BT3 horizontale doorsnede onder wegdek	31-07-02	1	Jka
TMH-DA-014	Kruising open toerit variant BT-3 met spoor Amsterdam-Utrecht	15-06-02	1	Jka
Tekeningen DIW				
TMH-DA-021	Overzicht horizontale alignementen aansluiten op uitgebreid knooppunt Muiderberg	15-08-02	1	J.P. de Smidt
TMH-DA-022	Overzicht horizontale alignementen, gekozen varianten aansluitend op uitgebreid knooppunt Muiderberg	15-08-02	0	J.P. de Smidt
TMH-DA-024	Overzicht horizontale alignementen; Gekozen varianten op gereconstrueerd knooppunt Muiderberg	15-08-02	1	J.P. de Smidt
TMH-DA-026	Vertikaal alignement In Situ tunnel	15-08-02	0	J.P. de Smidt
TMH-DA-027	Vertikaal alignement In Situ tunnel, gestrekt gekozen varianten	15-08-02	0	J.P. de Smidt
TMH-DA-028	Voorstudie Vertikaal alignement Boortunnel	15-08-02	0	J.P. de Smidt
TMH-DA-029	Vertikaal alignement Boortunnel Parijse variant	15-08-02	0	J.P. de Smidt
Tekeningen DIU				
TMH-DA-031	Bovenaanzichten Boortunnel	30-09-02	1	G.P. Drees
TMH-DA-032	Bovenaanzicht In Situ	30-09-02	1	G.P. Drees
TMH-DA-033	Langsdoorsnede Boortunnel,	30-09-02	1	G.P. Drees
TMH-DA-034	Langsdoorsnede In-Situ (hobbel variant)	30-09-02	1	G.P. Drees
TMH-DA-035	Langsdoorsnede In-Situ (lineaire variant)	30-09-02	1	G.P. Drees
TMH-DA-036	Langsdoorsnede Boortunnel	30-09-02	1	G.P. Drees



Tekeningen DNH				
NHTZ-2002-71153	Rijksweg A9 – A2, Knooppunt Holendrecht, aansluitend op tunnel met 2 x 3 rijstroken	09-08-2002	1	S.J. Hondius
NHTZ-2002-71154	Rijksweg A9 – A2, Knooppunt Holendrecht met 2 strooks wisselbaan, aansluitend op tunnel met 3x2 rijstroken	09-08-2002	1	S.J. Hondius
NHTZ-2002-71155	Rijksweg A6 – A1, Knooppunt Muiderberg, aansluitend op tunnel met 2x3 rijstroken	09-08-2002	1	S.J. Hondius
NHTZ-2002-71156	Rijksweg A6- A1, Knooppunt Muiderberg, aansluitend op tunnel met 3 x 2 rijstroken	09-08-2002	1	S.J. Hondius
Tekeningen FUGRO				
M-0964 Bijl 2	Geotechnisch langsprofiel RW A2-Gein	14-02-2002		WMH
M-0964 Bijl 3	Geotechnisch langsprofiel Gein – spoor A-dam/Bussum	14-02-2002		WMH
M-0964 Bijl 4	Geotechnisch langsprofiel spoor A-dam/Bussum – RW A1	14-02-2002		WMH

