



Onderzoek haalbaarheid tunnel

Landschapsplan A8-A9

projectnummer 0452639.100
definitief
7 april 2020

Onderzoek haalbaarheid tunnel

Landschapsplan A8-A9

projectnummer 0452639.100

definitief
7 april 2020

Opdrachtgever

Provincie Noord-Holland
Postbus 3007
2001 DA HAARLEM

datum vrijgave	beschrijving revisie	goedkeuring	vrijgave
	definitief		

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding en doel	6
1.1	Waarom dit onderzoek?	6
1.1.1	Onderzoeksvraag in coalitieakkoord	6
1.1.2	Verdiepte ligging	6
1.2	Doel van het haalbaarheidsonderzoek	7
1.3	Opbouw van het onderzoek	8
2	Wettelijk kader en uitgangspunten	10
2.1	Wettelijk kader	10
2.2	Uitgangspunten	11
2.2.1	Wegontwerp	11
2.2.2	Bouwtechniek	11
2.2.3	Aansluiting Saendelft	12
2.2.4	Aansluiting op A8 en A9	12
3	Ontwerptechnische aspecten	14
3.1	Wegontwerp	14
3.1.1	Dwarsdoorsnede geboorde tunnel	14
3.1.2	Horizontaal alignement	15
3.1.3	Verticaal alignement	15
3.2	Lengte van de tunnel	18
3.2.1	Tunnelmond aan de westzijde	18
3.2.2	Tunnelmond aan de oostzijde	19
3.3	Haalbaarheid tunnel bij de Stelling van Amsterdam	20
3.3.1	Consequenties van ontwerprichtlijnen	20
3.3.2	Mogelijkheden voor een tunnel	21
3.3.3	Conclusie	23
3.4	Maximale lengte van de tunnel	24
3.5	Mogelijkheden bij variant Half klaverblad	25
4	Bouwtechniek en kosten (lange tunnel)	26
4.1	Ervaring met geboorde tunnels	26
4.2	Start- en ontvangtschacht	26
4.3	Dwarsverbindingen	27
4.4	Bouwterrein	27
4.5	Werkzaamheden in de aanlegfase	30
4.6	Veiligheidseisen en permanente voorzieningen	30
4.6.1	Eisen vanwege tunnelveiligheid	30
4.6.2	Dienstgebouwen en bereikbaarheid	31
4.7	Kosten	32
5	Ruimtelijke inpassing en omgevingseffecten (lange tunnel)	33

5.1	Aanlegfase	33
5.1.1	Omgevingseffecten	33
5.1.2	Bodem en water	33
5.1.3	Natuur en landschap	33
5.2	Gebruiksfase	34
5.2.1	Functionaliteit	34
5.2.2	Omgevingseffecten	35
5.2.3	Landschap en natuur	35
6	Conclusie	37
6.1	Wegontwerp	37
6.2	Techniek en kosten	37
6.3	Omgevingseffecten	38
6.4	Conclusie	39

Bijlage 1 Tekening van de boortunnel

SAMENVATTING

In het coalitieakkoord 'Duurzaam doorpakken!' is over de Verbinding A8-A9 onder andere het volgende opgenomen:

"De huidige voorkeursvariant van de verbinding A8-A9 zal verder onderzocht worden. Om het landschap te sparen zal gekeken worden of het mogelijk is de weg verdiept of in een tunnel aan te leggen."

In dit rapport is onderzocht:

- Is het mogelijk de nieuwe wegverbinding ter hoogte van de Stelling van Amsterdam in een tunnel te leggen?
- Wat is, om het landschap zo veel mogelijk te sparen, de maximale lengte van de tunnel voor de verbinding A8-A9? Dat wil zeggen een tunnel die vanwege de Outstanding Universal Values (OUV) van de Stelling van Amsterdam zo dicht als mogelijk bij de A9 begint en vervolgens zo ver mogelijk doorloopt in de richting van de Nauernasche Vaart waar de verbinding A8-A9 overgaat in de A8.

Het doel van het haalbaarheidsonderzoek is het onderzoeken van de technische haalbaarheid van een tunnel als een variant voor de technische uitwerking van de nieuwe verbinding tussen de A8 en de A9, met als oogmerk de waarden van de Stelling van Amsterdam en van het landschap zo veel mogelijk te sparen. Het onderzoek moet tevens een indicatie geven van de kosten van een tunnel. Daarnaast wordt ingegaan op de ruimtelijke consequenties en omgevingseffecten van de tunnel, zowel in de bouwfase als in de eindsituatie.

Verdiepte ligging

Naast de vraag naar de mogelijkheden voor een tunnel is in het coalitieakkoord de vraag opgenomen of een verdiepte ligging mogelijk is. Uit de tot nu toe uitgevoerde onderzoeken in het kader van de wegontwerpen is gebleken dat een **verdiepte ligging** van de verbinding tussen de A8 en A9 **mogelijk** is. Gezien de ontwerpeisen en de eisen vanwege de verkeersveiligheid is een verdiepte ligging mogelijk. Momenteel wordt (als onderdeel van het landschapsplan A8-A9) de verdiepte ligging uitgewerkt tot een wegontwerp.

Wettelijk kader

In dit haalbaarheidsonderzoek zijn de wettelijke regels gehanteerd die van toepassing zijn op tunnels. Dit zijn de Tunnelwet en de ontwerprichtlijnen voor tunnels die zijn opgenomen in de ROA 2019¹. Volgens de richtlijnen is in een tunnel een aansluiting niet mogelijk. De ontwerp-richtlijnen zijn in belangrijke mate bepalend voor de maximale lengte van een tunnel.

Uitgangspunten

Uitgangspunt voor het onderzoek is het huidige voorkeursalternatief, het Golfbaanalternatief. Verder is als uitgangspunt gehanteerd dat er een volwaardige aansluiting voor Assendelft en Saendelft nodig is. Deze aansluiting is alleen mogelijk in het gebied tussen de Nauernasche Vaart en de Dorpsstraat.

¹ Richtlijnen Ontwerp Autosnelwegen 2019

Tunnel ter plaatse van het tracé door de Stelling van Amsterdam.

Een tunnel bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam is technisch niet onmogelijk, maar kan alleen op een conventionele manier met een open bouwmethode worden gebouwd. Een boortunnel is op deze plaats niet mogelijk door de boogstralen en het gebrek aan ruimte voor een start- en eindschacht.

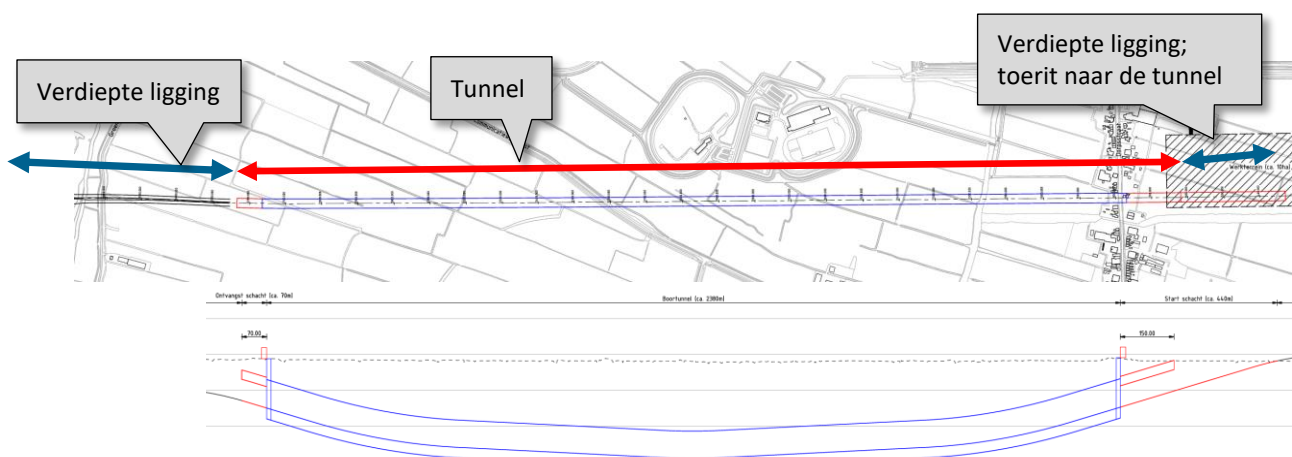
Een tunnel ter plaatse van de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam kan niet worden gecombineerd met een tunnel over de gehele lengte. Een korte tunnel alleen bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam heeft een beperkte meerwaarde voor de OUV en voor het landschap. Ook met een verdiepte ligging en op enkele plaatsen een dak (korter dan 250 m) kan de impact van de Verbinding A8-A9 op de OUV en het landschap worden beperkt. Gezien de beperkte meerwaarde en de hogere kosten is een tunnel ter plaatse van de Stelling van Amsterdam beschouwd als niet realistisch.

Bouwtechniek: geboorde tunnel of open ontgraving

De aanleg van een tunnel kan plaatsvinden in een open ontgraving of door middel van een tunnelboormachine (geboorde tunnel). De open 'conventionele' bouwtechniek heeft als gevolg dat ter plaatse van de tunnel in de aanlegfase een forse ingreep nodig is. Deze ingreep is groter dan bij een weg op maaiveld en qua impact vergelijkbaar met de ingreep die in de aanlegfase nodig is voor een weg in een verdiepte ligging. Gezien de vraagstelling in het coalitieakkoord (*het sparen van het landschap*) is in dit rapport daarom voor het beschouwen van de maximale lengte van een tunnel als uitgangspunt gehanteerd dat wordt gekeken naar een geboorde tunnel.

Maximale lengte van de tunnel

Op basis van de ontwerprijlijnen en de karakteristieken van het inpassingsgebied is een schetsontwerp van de tunnel gemaakt. Daarbij is gekeken wat de maximale lengte van de tunnel kan zijn en waar de beide uiteinden van de tunnel kunnen worden gemaakt. De technische analyse leidt tot de conclusie dat een tunnel met een lengte van ongeveer 2,5 km technisch mogelijk is. Deze maximale lengte is niet afhankelijk van de bouwmethode, dus van toepassing op een geboorde tunnel en op een tunnel met een conventionele open bouwmethode.



Figuur 1: Maximale lengte van de tunnel en verticaal alignement (zie bijlage 1 voor grotere tekening)

Kosten

De kosten van een Verbinding A8-A9 in een tunnel bestaan uit de kosten van de tunnel zelf, plus de (extra) kosten van andere onderdelen van de wegverbinding. Een tunnel impliceert tevens een verdiepte ligging ter plaatse van de aansluiting op de A9 en het realiseren van de aansluiting Saendelft.

De investeringsraming van de geboorde tunnel zelf komt op een bedrag van ca. 410 miljoen euro (plus of min 30%). Dit is een bedrag inclusief de opslagen voor engineering en overige bijkomende kosten en exclusief vastgoedkosten en BTW. Er is verder een robuust bedrag opgenomen als risicoreservering. Het bedrag dekt alle kosten voor de tunnel, dus inclusief de benodigde dwarsverbindingen en inrichtingselementen voor de veiligheid. In dit bedrag is geen rekening gehouden met de kosten van de overige delen van de Verbinding A8-A9, met name de verdiepte aansluiting op de A9 en de aansluiting Saendelft.

Naast de investeringskosten moet er rekening mee worden gehouden dat voor een tunnel in de gebruiksfase kosten moeten worden gemaakt voor het bedienen van de tunnel, beheer en onderhoud. Deze kosten liggen hoger dan de kosten van regulier wegvak en voor een verdiepte ligging.

Op basis van ervaringscijfers is de verwachting dat de kosten van een conventionele tunnel dezelfde orde van grootte hebben als de kosten van een boortunnel.

Bouwtechniek

Geboorde tunnels zijn in Nederland inmiddels, naast tunnels die op een meer conventionele manier met een open ontgraving zijn gebouwd, een bekende verschijning. Boortunnels maken het mogelijk tunnels aan te leggen onder kwetsbare gebieden en rivieren, zonder tijdelijke ingrepen in het landschap in de aanlegfase. Een geboorde tunnel wordt aangelegd met een tunnelboormachine. Deze is ongeveer 100 meter lang. De aanlegfase begint met het inrichten van het bouwterrein en het bouwen van de startschacht voor de tunnelboor. Na de aanleg van de eerste buis wordt de tunnelboor gedemonteerd en teruggebracht naar de startschacht voor het boren van de tweede buis. De boortijd per buis is ongeveer 6 maanden. In de aanlegfase van totaal ongeveer 3 tot 4,5 jaar is een bouwterrein noodzakelijk en moet rekening worden gehouden met omgevingseffecten (geluid, lucht, trillingen e.d.). In het rapport is een aanname gedaan voor de locatie van het werkterrein. Het werkterrein is onder andere nodig voor het verwerken van de grond die als boorslurry uit de tunnel komt. Voor de aanvoer van materiaal en materieel en voor de afvoer van vrijkomende grond is veel vrachtverkeer nodig. Er kan worden overwogen het transport (deels) per schip over de Nauernasche Vaart te laten plaatsvinden.

Functionaliteit

De tunnel is voor het wegennet een minder robuuste oplossing voor de bereikbaarheid en de leefbaarheid dan een weg op maaiveld of een verdiepte ligging. Dat komt door de veiligheidseisen (geen congestie in de tunnel, geen vervoer gevaarlijke stoffen).

Omgevingseffecten

In de aanlegfase treden door de aanleg en het gebruik van de bouwterreinen en bouwwegen effecten op (geluid, trillingen). Het tracé van de Verbinding A8-A9 en de verschoven aansluiting Saendelft liggen dicht bij een deel van het Natura 2000-gebied Polder Westzaan. Dat is door de effecten in de aanlegfase (stikstof, grondwater) een groot risico voor de haalbaarheid van de tunnel.

De tunnel heeft geen invloed op de effecten van de A8-A9 op de Stelling van Amsterdam. In het gebied van de Stelling is de variant met een tunnel gelijk aan de variant met een verdiepte knooppunt.

De tunnel zal ertoe leiden dat in het landschap van de open polders tussen Assendelft en de golfbaan niets merkbaar is van de Verbinding A8-A9. De westelijke tunnelmond ligt ongeveer 400 m ten oosten van de Groenedijk. Hier is een (klein) dienstgebouw nodig bij de tunnelmond. Bij de oostelijke tunnelmond is een groter dienstgebouw nodig.

De oostelijke tunnelmond ligt ongeveer ter hoogte van de Dorpsstraat (Assendelft). Voor de Dorpsstraat is de tunnel (in vergelijking met het Golfbaanalternatief zoals dat is onderzocht in de Planstudie 2^e fase) geen verbetering en mogelijk zelfs een verslechtering als (als gevolg van de aansluiting Saendelft) de tunnelmond ten westen van de Dorpsstraat komt te liggen.

Als er voor wordt gekozen de tunnel verder uit te werken ligt er voor het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart een complexe ontwerpgevare. Dit heeft te maken met het inpassen van de aansluiting Saendelft, de mogelijke situering van de tunnelmond, de startschacht, het bouwterrein en de bouwlogistiek, de effecten voor de leefomgeving en de effecten op het Natura 2000-gebied.

Conclusie

Een tunnel ter plaatse van de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam is technisch niet onmogelijk, maar kan alleen met een open bouwmethode worden gebouwd en kan niet worden gecombineerd met een tunnel over de gehele lengte van het tracé. Voor het behouden of versterken van de OUV van de Stelling van Amsterdam heeft een dergelijke korte tunnel, in vergelijking met een verdiepte ligging, maar een beperkte meerwaarde. Een lange tunnel, die het open landschap tussen de Groenedijk en Assendelft spaart, kan niet worden gecombineerd met een tunnel bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam. In het open landschap ten oosten van de Stelling van Amsterdam is daarnaast meer ruimte nodig om de vier tunnelbuizen over te laten gaan in een stroomweg met 2x2 rijstroken. De weg wordt in het open poldergebied (tussen de tunnel en de aansluiting Saendelft) breder.

De Verbinding A8-A9 heeft als doelen de leefbaarheid en de bereikbaarheid te verbeteren. De tunnel is een minder robuuste oplossing voor deze doelen dan een variant op maaiveld of met een verdiepte ligging. Dat komt doordat een tunnel gevoeliger is voor incidenten en beperkingen kent voor het transport van gevaarlijke stoffen.

In de zone tussen de Dorpsstraat van Assendelft en de Nauernasche Vaart heeft de bouw van de tunnel in de aanlegfase een duidelijke impact, waarbij het effect op het Natura 2000-gebied een groot risico is voor de haalbaarheid. In de gebruiksfase is in het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart de impact op de omgeving groter dan bij het Golfbaanalternatief, zoals dat is onderzocht in de Planstudie 2^e fase. Dat wordt vooral veroorzaakt door de aansluiting Saendelft die in dit gebied moet worden gerealiseerd. Als er voor wordt gekozen de tunnel verder uit te werken ligt er voor het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart een complexe ontwerpgevare. Dit heeft te maken met het inpassen van de aansluiting Saendelft, de mogelijke situering van de tunnelmond, de startschacht, het bouwterrein en de bouwlogistiek, de effecten voor de leefomgeving en de effecten op het Natura 2000-gebied.

Alles overziend vraagt de tunnel, met een maximale lengte van ongeveer 2,5 kilometer, een forse investering, die geen meerwaarde heeft voor het behouden of versterken van de OUV van de Stelling van Amsterdam en die een minder robuuste oplossing is voor de problematiek van de bereikbaarheid en de leefbaarheid dan een weg op maaiveld of een weg met een verdiepte

ligging. De positieve effecten van een tunnel op het behoud van het landschap en van de natuur doen zich vooral voor in de open poldergebieden tussen Assendelft en de Groenedijk bij de golfbaan. In het gebied tussen de Nauernasche Vaart en de Dorpsstraat leidt de tunnel tot negatieve effecten voor de leefbaarheid en natuur. Dit speelt zowel in de aanleg- als de gebruiksfase.

Omdat een tunnel geen tot zeer beperkte meerwaarde heeft voor de OUV van de Stelling van Amsterdam, is het advies een tunnelvariant niet verder uit te werken.

1 Inleiding en doel

1.1 Waarom dit onderzoek?

1.1.1 Onderzoeksvraag in coalitieakkoord

In het coalitieakkoord 'Duurzaam doorpakken!' is over de A8-A9 onder andere het volgende opgenomen:

"De huidige voorkeursvariant van de verbinding A8-A9 zal verder onderzocht worden. Om het landschap te sparen zal gekeken worden of het mogelijk is de weg verdiept of in een tunnel aan te leggen."

Dit rapport is opgesteld om invulling te geven aan de vraag of het mogelijk is de verbinding tussen de A8 en de A9 in een tunnel aan te leggen.

In dit onderzoek is onderzocht:

- Is het mogelijk de nieuwe wegverbinding ter hoogte van de Stelling van Amsterdam in een tunnel te leggen?
- Wat is, om het landschap zo veel mogelijk te sparen, de maximale lengte van de tunnel voor de verbinding A8-A9? Dat wil zeggen een tunnel die vanwege de Outstanding Universal Values (OUV) van de Stelling van Amsterdam zo dicht als mogelijk bij de A9 begint en vervolgens zo ver mogelijk doorloopt in de richting van de Nauernasche Vaart waar de Verbinding A8-A9 overgaat in de A8.

1.1.2 Verdiepte ligging

Naast de vraag naar de mogelijkheden voor een tunnel is in het coalitieakkoord de vraag opgenomen of een verdiepte ligging mogelijk is. Uit de tot nu toe uitgevoerde onderzoeken in het kader van het wegontwerp is gebleken dat een **verdiepte ligging** van de verbinding tussen de A8 en A9 **mogelijk** is. Gezien de ontwerpeisen en de eisen vanwege de verkeersveiligheid is een verdiepte ligging mogelijk.

In het ontwerp van het huidige voorkeursalternatief (het Golfbaanalternatief) is een deel van het tracé al verdiept (de onderdoorgang bij de Dorpsstraat). Parallel aan dit haalbaarheidsonderzoek voor de tunnel wordt een ontwerp voor een verdiepte ligging uitgewerkt. In dit ontwerp heeft het gehele traject van de nieuwe wegverbinding van de A9 tot en met de onderdoorgang bij de Dorpsstraat een verdiepte ligging. Dit ontwerp wordt als een mogelijke variant meegenomen in de verdere invulling van het Landschapsplan A8-A9.

Het is bij een verdiepte ligging mogelijk de bak deels te voorzien van één of meer daken, mits de gesloten lengte per stuk kleiner is dan 250 meter. Ook is het bij een verdiepte ligging mogelijk de bak deels dicht te maken (dak met in de langsrichting een opening, zoals de A4 bij Leiderdorp (figuur 1.1).

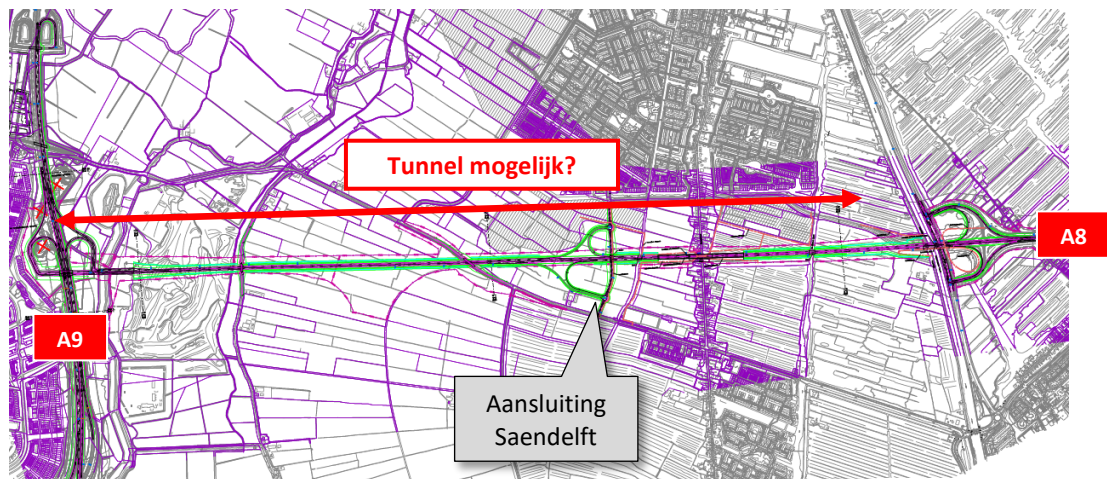


Figuur 1.1: Voorbeeld van een half overdekte verdiepte ligging (A4 bij Leiderdorp) (bron: Streetsmart)

1.2 Doel van het haalbaarheidsonderzoek

Het doel van het haalbaarheidsonderzoek is het onderzoeken van de technische haalbaarheid van een tunnel als een variant voor de manier waarop de nieuwe verbinding tussen de A8 en de A9 kan worden gerealiseerd. De reden daarvoor is het zoveel mogelijk sparen van de waarden van de Stelling van Amsterdam en het landschap. Het onderzoek moet tevens een indicatie geven van de kosten van een tunnel. Daarnaast wordt ingegaan op de ruimtelijke consequenties en omgevingseffecten van de tunnel, zowel in de bouwfase als in de eindsituatie.

Het uitgangspunt voor het onderzoek is het huidige voorkeursalternatief van de provincie Noord-Holland: het Golfbaanalternatief. Het Golfbaanalternatief heeft een tracé vanaf de brug over de Nauernasche Vaart (het huidige eindpunt van de A8) en de locatie van de aansluiting op de A9, ongeveer ter hoogte van de huidige verzorgingsplaatsen (figuur 1.2).



Figuur 1.2: Schetsontwerp Verbinding A8-A9 Golfbaanalternatief

1.3 Opbouw van het onderzoek

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- De uitgangspunten voor een tunnel voor wegverkeer zijn verzameld in hoofdstuk 2. Deze uitgangspunten zijn:
 - wet- en regelgeving aangaande tunnels (lengtes, afstanden e.d.);
 - ontwerprichtlijnen (rijstrookbreedtes e.d.);
 - ruimtelijk: locatie van aansluiten op de huidige A8 en op de A9;
 - aansluiting Saendelft;
 - dwarsprofiel van de tunnel;
 - technisch: huidige technieken voor de bouw van tunnels; benodigde voorzieningen e.d.
- Op basis van deze uitgangspunten en de ruimtelijke situatie van het studiegebied is een horizontaal en verticaal alignement² uitgewerkt (hoofdstuk 3);
- Dit is de basis voor een tussenconclusie over de haalbaarheid van een tunnel in het gebied van de Stelling van Amsterdam;
- De ontwerpeisen leiden tot een beeld van de maximale lengte van de tunnel. Deze lengte is niet afhankelijk van de bouwtechniek (conventioneel met open sleuf of geboorde tunnel);
- In hoofdstuk 4 is voor de technische uitwerking van de lange tunnel specifiek gekeken naar een geboorde tunnel;
- Van de lange boortunnel, die op basis van dit alignement kan worden gebouwd, is in hoofdstuk 4 op basis van kengetallen en ervaringen met andere tunnels een investeringsraming gemaakt;
- In hoofdstuk 5 is een beoordeling gemaakt van de omgevingseffecten van de tunnel, zowel in de aanleg- als in de gebruiksfase.

De opbouw volgt de volgende lijn:

- Eisen voor de veiligheid leiden tot eisen voor het wegontwerp voor de Verbinding A8-A9 in een tunnel;
- Dit bepaalt de mogelijkheden voor een tunnel in het gebied van de Stelling van Amsterdam;
- De ontwerpeisen leiden, samen met de omgevingskenmerken, tot een mogelijk alignement en een maximale lengte van de tunnel;
- Voor de technische uitwerking van de lange tunnel wordt uitgegaan van een geboorde tunnel;
- De posities van de uiteinden van de lange tunnel bepalen de mogelijke locaties voor de bouwschachten voor de tunnelboormachine;
- De ligging van de start- en eindschacht zijn mede bepalend voor de (omgevings)effecten van de tunnel in de aanlegfase;
- De lengte van de tunnel en de ligging van de tunnelmonden zijn bepalend voor de effecten in de gebruiksfase;
- De lengte van de tunnel is in belangrijke mate bepalend voor de investeringskosten van de tunnel.

Dit leidt in hoofdstuk 6 tot een conclusie over de haalbaarheid van een tunnel.

² Het alignement is de ligging van de as van de weg ten opzichte van de ondergrond. Het horizontaal alignement is de ligging in het platte vlak (rechte lijnen, bochten naar links of rechts), het verticaal alignement is het verloop in de hoogteligging (het verloop omhoog of omlaag).

De mogelijke tunnel voor de Verbinding A8-A9 vertoont – als deze zou worden uitgevoerd als een geboorde tunnel - veel overeenkomsten met de boortunnel die momenteel in aanbouw is voor de Rijnlandroute (RLR). In dit onderzoek is daarom (ook) gebruik gemaakt van informatie over de tunnel van de RLR (zie onderstaand kader).

Karakteristieken tunnel Rijnlandroute

Lengte	2,25 kilometer
Lengte van de tunnelboormachine	circa 100 meter
Diameter tunnelboormachine	ongeveer 11 meter
Dikte tunnelwand	0,40 meter
Aantal tunnelsegmenten	15.680
Twee buizen met twee rijstroken	
Boortijd per tunnelbuis	circa 6 maanden
Totale bouwtijd	3 - 4,5 jaar

2 Wettelijk kader en uitgangspunten

2.1 Wettelijk kader

Tunnelveiligheid en tunnelwet

De veiligheid van tunnels is een belangrijk onderwerp. Regels ten aanzien van de veiligheid in tunnels zijn opgenomen in de Tunnelwet³. Deze wet is van toepassing voor tunnels waarvan het omsloten gedeelte langer is dan 250 meter⁴.

De Tunnelwet bevat bepalingen ten aanzien van het risiconiveau, de veiligheidseisen en de voorzieningen die nodig zijn voor tunnels alsmede voor de te volgen procedures om de veiligheidseisen te waarborgen.

Ontwerpeisen

De doortrekking van de A8 richting de A9 betreft een regionale stroomweg met 2x2 rijstroken en een ontwerpsnelheid van 100 km/h. Voor het ontwerp van het alignement (horizontaal en verticaal) zijn daarom de ontwerpeisen uit het Handboek Wegontwerp Regionale Stroomwegen (HWO-RSW) van toepassing. Dit handboek bevat echter geen specifieke ontwerpeisen voor tunnels. Voor dit haalbaarheidsonderzoek zijn daarom de specifieke ontwerpeisen voor tunnels, die zijn opgenomen in hoofdstuk 9 van de ROA 2019, gehanteerd. Dit hoofdstuk van de ROA is van toepassing op een gesloten constructie met een lengte van meer dan 250 meter. Deze aanpak is gevolgd, omdat bij een toets van het veiligheidsniveau (op basis van de Tunnelwet) ook deze eisen worden gebruikt.

De eisen aan het ontwerp en de veiligheid zijn in belangrijke mate bepalend voor de maximale lengte van de tunnel. De manier van aanleggen (boren of aanleggen in een open sleuf) maakt daarvoor geen verschil.

Concrete gevolgen voor het ontwerp van de tunnel

Vanwege het hogere veiligheidsrisico dienen in tunnels ten minste de standaard ontwerpwaarden voor standaard wegvakken te worden toegepast. Voor tunnels zijn ten opzichte van standaard wegvakken enkele aanvullende aandachtspunten van toepassing. Het betreft de volgende onderwerpen:

- Dwarsprofiel: in tunnels gelden aanvullende/afwijkende eisen voor de maatvoering en inrichting van het dwarsprofiel;
- Zichtlengte: strengere eisen aan wegverloopzicht, afwijkende eisen aan anticipatiezicht;
- Horizontale bogen: de tunnelwand en/of afschermingsvoorziening vormen een continu zichtbeperkend object waarop bij de dimensionering van horizontale bogen getoetst moet worden;
- Verticale holle bogen: het tunnelplafond in combinatie met tunnelsystemen/-installaties vormt een continu zichtbeperkend object waarop bij de dimensionering van verticale bogen getoetst moet worden;
- Langshelling en verticale rechtstand: grote hellingspercentages zijn niet toegestaan;
- Profiel van vrije ruimte: in tunnels hoeft geen rekening gehouden te worden met een overlappingsmarge. Wel is er een raakvlak met tunnelinstallaties en –systemen;

³ Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels.

⁴ Tunnelwet, artikel 2 lid 1

- Convergentie- en divergentiepunten: er worden in en rond tunnels specifieke eisen gesteld aan de locatie van convergentie- en divergentiepunten.

Doordat het inpassingsgebied van de tunnel tussen twee aansluitingen ligt (oostzijde: A8 en aansluiting Saendelft, westzijde: A9) is vooral het laatste onderwerp (**convergentie- en divergentiepunten**) **maatgevend** voor de begin- en eindpunten van de tunnel en voor de maximale lengte van de tunnel.

In tunnels zijn aansluitingen niet toegestaan. De aansluiting Saendelft, zoals opgenomen in het Golfbaanalternatief, is op die locatie dus niet mogelijk.

2.2 Uitgangspunten

2.2.1 Wegontwerp

Voor het ontwerp worden de richtlijnen van een regionale stroomweg conform het Handboek Wegontwerp Regionale Stroomwegen gehanteerd. De aanvullende ontwerpeisen voor de tunnel staan in hoofdstuk 9 van de ROA 2019. Uitgangspunt is dat de weg bestaat uit twee rijbanen met elk twee rijstroken. Dat betekent dat de tunnel in principe bestaat uit twee buizen, één per richting.

2.2.2 Bouwtechniek

Er zijn verschillende manieren om een tunnel te bouwen en ook de hoogteligging kan verschillen. De aanleg kan open (bij een verdiepte ligging in een open sleuf) plaatsvinden of door middel van een tunnelboormachine (geboorde tunnel). Voorbeelden van tunnels die zijn gebouwd met de open bouwwijze zijn de tunnel van de A2/N2 door Maastricht en de tunnel van de A2 bij Leidsche Rijn bij Utrecht. Een voorbeeld van een boortunnel is de tunnel die momenteel in aanleg is voor de Rijnlandroute (RLR) bij Leiden.

De conventionele bouwtechniek met een open sleuf heeft als gevolg dat ter plaatse van de tunnel in de aanlegfase een forse ingreep nodig is. Deze ingreep neemt het gehele tracé in beslag en houdt in dat een sleuf moet worden gegraven waarin de tunnel wordt aangelegd en vervolgens weer afgedekt. Deze ingreep is groter dan bij een weg op maaiveld en qua impact vergelijkbaar met de ingreep die in de aanlegfase nodig is voor een weg in een verdiepte ligging. Bij een geboorde tunnel is geen ingreep nodig in het landschap waar de tunnel onder door gaat, maar zijn wel bouwterreinen nodig bij de uiteinden van de tunnel. Uiteraard is het ook mogelijk om beide technieken toe te passen, bijvoorbeeld door een tunnel te bouwen die deels bestaat uit een geboorde tunnel en deels uit een tunnel met een open bouwtechniek (aan de uiteinden van de boortunnel).

Gezien de vraagstelling in het coalitieakkoord (*het sparen van het landschap*) is in dit rapport daarom voor het onderzoek naar de maximale lengte van de tunnel als **uitgangspunt gehanteerd** dat wordt gekeken naar een **geboorde tunnel**. Dat wil zeggen dat er een tunnel wordt gerealiseerd die vergelijkbaar is met de tunnel die momenteel in aanleg is voor de Rijnlandroute. Bij het beschouwen van de mogelijkheden voor een tunnel in (alleen) het gebied van de Stelling van Amsterdam is wel gekeken naar de conventionele bouwmethode, omdat daar een geboorde tunnel niet mogelijk is.

Een tunnel met een conventionele open bouwmethode moet voldoen aan dezelfde vereisten (met als belangrijk factor de Tunnelwet) als een geboorde tunnel. De maximale lengte van een

dergelijke tunnel is daarom ongeveer gelijk aan de maximale lengte van een geboorde tunnel. Het is uiteraard mogelijk bij een verdiepte ligging op meerdere plaatsen de tunnelbak te voorzien van een dak, mits wordt voldaan aan de vereisten voor de tunnelveiligheid (gesloten deel niet langer dan 250 meter).

Om dezelfde reden (het sparen van het landschap) is in dit onderzoek ook niet gekeken naar een tunnel boven het maaiveld, zoals de tunnel van de A2 bij de Leidsche Rijn.

Samengevat wordt in dit onderzoek de haalbaarheid onderzocht van een zo lang mogelijke **geboorde tunnel** die onder het landschap door gaat met een zo groot mogelijke lengte.

2.2.3 Aansluiting Saendelft

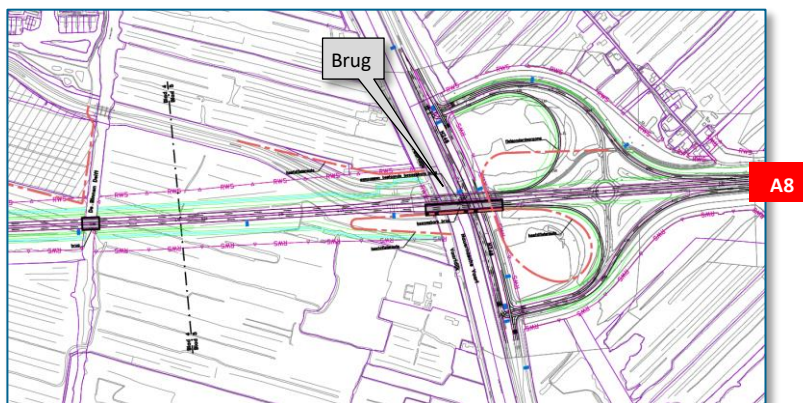
Het is op grond van de regelgeving niet mogelijk om in een tunnel een aansluiting te maken. Dat betekent dat de aansluiting Saendelft (zoals opgenomen in het Golfbaanalternatief) op die locatie niet mogelijk is.

Uitgangspunt voor dit haalbaarheidsonderzoek is dat een aansluiting voor Saendelft noodzakelijk is voor de goede bereikbaarheid van Assendelft en dus in het ontwerp moet worden meegenomen. In het onderzoeksgebied is de enige plek waar een aansluiting in het ontwerp kan worden opgenomen het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart (figuur 2.1).

2.2.4 Aansluiting op A8 en A9

Overgang naar de A8 (oostzijde)

Aan de oostzijde wordt aangesloten op de A8 die verhoogd de Nauernasche Vaart kruist. Het uitgangspunt is dat de bestaande aansluiting aan de oostkant van de Nauernasche Vaart niet aangepast wordt en dat voor de kruising over de Nauernasche Vaart gebruik gemaakt wordt van de bestaande brug (en de toevoeging van een tweede voor de nieuwe weg).

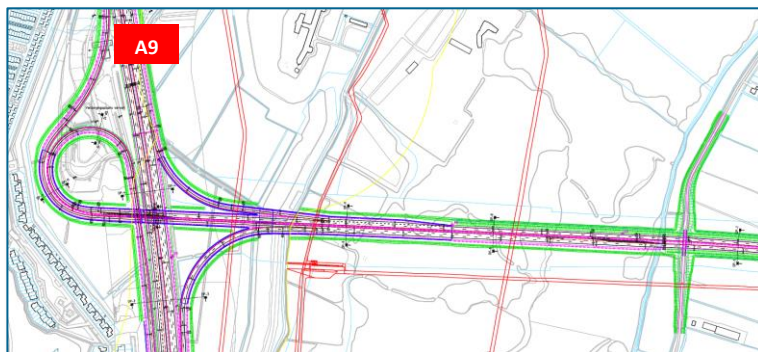


Figuur 2.1: Verbinding A8-A9 Golfbaanalternatief (oostzijde)

In dit gebied moet ook de aansluiting Saendelft worden gerealiseerd, omdat dit de enige locatie is waar dit mogelijk is (zie paragraaf 2.2.3).

Aansluiting op de A9 (westzijde)

Aan de westzijde wordt aangesloten op de A9 door middel van een knooppunt met een verdiepte ligging. In principe is hier ook een koppeling aan de variant Half klaverblad verdiept mogelijk. Dat leidt mogelijk wel tot een iets andere lengte van de tunnel, omdat maatgevende punten op een andere plek kunnen liggen (zie paragraaf 3.2.2).



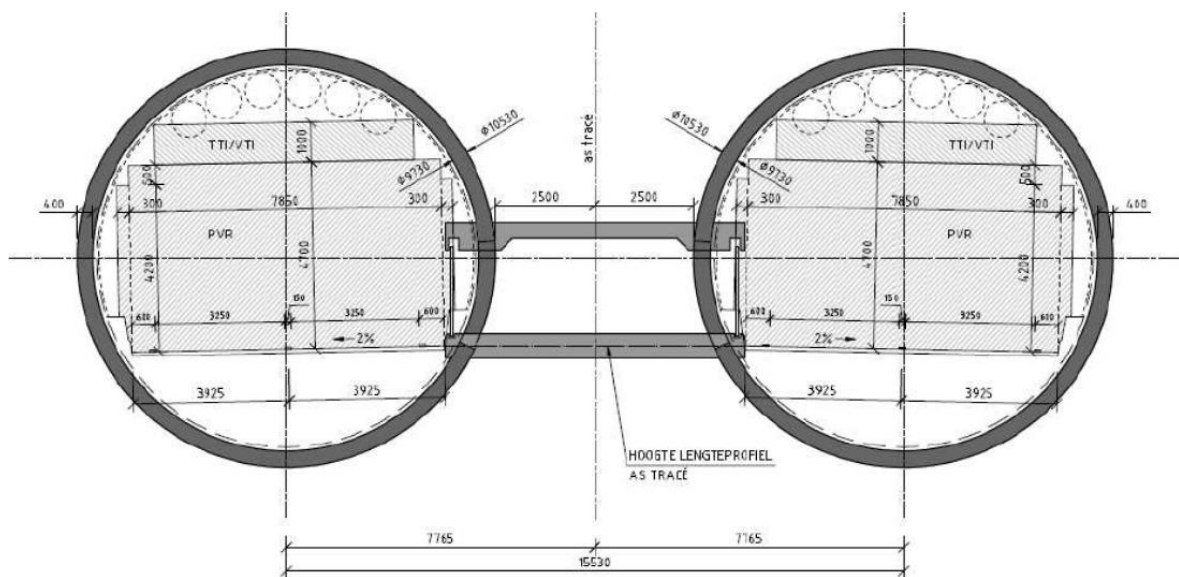
Figuur 2.2: Knooppunt Verdiept, aansluiting op de A9 (westzijde)

3 Ontwerptechnische aspecten

3.1 Wegontwerp

3.1.1 Dwarsdoorsnede geboorde tunnel

Voor het haalbaarheidsonderzoek is het ontwerp van de Rijnlandroute (afgekort: RLR) als referentie gebruikt. De tunnel van de RLR bestaat uit twee buizen, één per rijrichting. Deze buizen zijn op een aantal plaatsen verbonden door dwarsverbindingen (ten behoeve van vluchtwegen). In figuur 3.1 is de dwarsdoorsnede van de twee tunnelbuizen van de tunnel in de RLR weergegeven ter plaatse van een dwarsverbinding.



Figuur 3.1: Doorsnede boortunnel RLR ter plaatse van dwarsverbinding

Het dwarsprofiel van de rijbaan in boortunnel RLR is opgebouwd uit:

Element	Breedte (m)
Redresseerstrook	0,40
Kantmarkering	0,20
Rijstrookbreedte 1	3,25
Deelmarkering	0,15
Rijstrookbreedte 2	3,25
Kantmarkering	0,20
Redresseerstrook(*)	0,40
Totaal	7,85

(*) In de boortunnel is uitgegaan van een obstakelafstand van 0,60m conform Veiligheidsrichtlijnen Deel C (VRC 2009). Conform de ROA2019 bedraagt de minimale obstakelafstand 1,00m.

Voor de tunnel Verbinding A8-A9 is uitgegaan van dit wegprofiel.

Aan de westzijde sluit de boortunnel van de Verbinding A8-A9 aan op een (gedeeltelijk gesloten) verdiepte ligging van het knooppunt. Aan de oostzijde is er een geleidelijke overgang naar de verhoogde ligging (brug over Nauernasche Vaart). Ter plaatse van het begin van de verdiepte ligging is de rijbaan opgebouwd uit:

Element	Breedte (m)
Geleiderail in middenberm	0,40
Kantstrook	1,10
Redresseerstrook	0,60
Kantmarkering	0,20
Rijstrookbreedte 1	3,25
Deelmarkering	0,15
Rijstrookbreedte 2	3,25
Kantmarkering	0,20
Redresseerstrook	0,60
Kantstrook (tbv vluchtruimte)(*)	2,60 (vluchtruimte = 3,40)
Uitstapruimte	0,50
Totaal	12,85

(*) In de verdiepte ligging wordt een vluchtzone toegepast die voldoende ruimte biedt voor een stilstaande vrachtwagen.

Een belangrijk aandachtspunt voor het ontwerp van de tunnel is dat tot 100 meter voor de tunnelingang het dwarsprofiel gelijk dient te blijven ten behoeve van een rustig wegbeeld richting de tunnelmond.

3.1.2 Horizontaal alignement

Het horizontaal alignement van de boortunnel komt overeen met het horizontaal alignement van het voorkeursalternatief voor de Verbinding A8-A9, zoals dat is opgenomen in de Nota voorkeursalternatief Planstudie Verbinding A8-A9 (mei 2018; tekening in bijlage 1).

3.1.3 Verticaal alignement

Het uitgangspunt voor het verticale alignement van elke (boor)tunnel is het zo ondiep mogelijk aanleggen. Een minder diepe boortunnel heeft namelijk minder lange toeritten nodig.

Het verticale verloop van de tunnel en daarmee het verticale alignement van de weg wordt bepaald door:

- Verloop maaiveld;
- Aanwezigheid van watergangen;
- Obstakels in ondergrond (funderingen, eventueel diep gelegen kabels en leidingen);
- Grondwaterstanden;
- Geotechnisch profiel (opbouw van de aanwezige grondslag);
- Gronddekking op de tunnel;

Deze punten zijn hieronder toegelicht.

Verloop maaiveld

Ter plaatse van het tunneltracé is sprake van een gemiddeld maaiveld gelegen op NAP-1,00m tot NAP-2,00m.

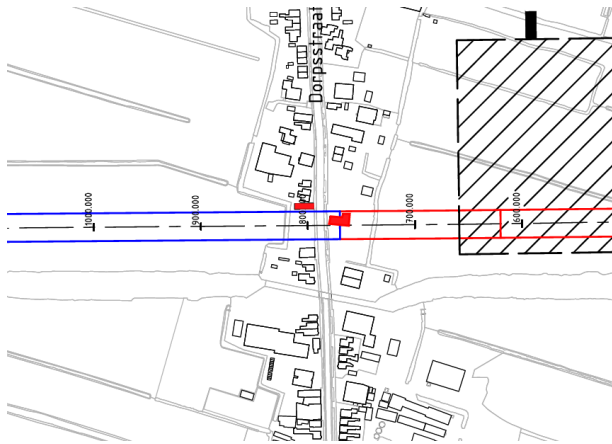
Aanwezigheid van watergangen

Het tunneltracé kruist primaire watergangen die mogelijk van belang zijn voor de diepteligging van de tunnel. Het betreft:

- Binnendelft (OAF-QJ-10617) met bodemhoogte van NAP-3,00m;
- De Kaaik (OAF-QJ-10605) met bodemhoogte van NAP-3,80m;
- De Kil (OAF-C-455) met bodemhoogte van NAP-2,45m.

Obstakels in ondergrond

Het tunneltracé ligt voor het grootste gedeelte in onbebouwd gebied, met uitzondering van de kruising met de Dorpsstraat. De bebouwing binnen de invloedzone van de tunnel dient verwijderd te worden⁵. Aan de westzijde is een aantal hoofdtransportleidingen voor aardgas aanwezig. Deze moeten (ook bij een tunnel) waarschijnlijk worden verlegd. Vooralsnog is er van uitgegaan dat de gasleidingen dieper worden gelegd (in de pleistocene ondergrond) door middel van een gestuurde boring. Dit is ook nodig in het geval van een verdiepte ligging⁶.



Figuur 3.2: Te verwijderen gebouwen nabij de Dorpsstraat

Grondwaterstanden

Het tunneltracé is gelegen in verschillende polders met polderpeilen variërend van NAP-1,37m tot NAP-2,80m.

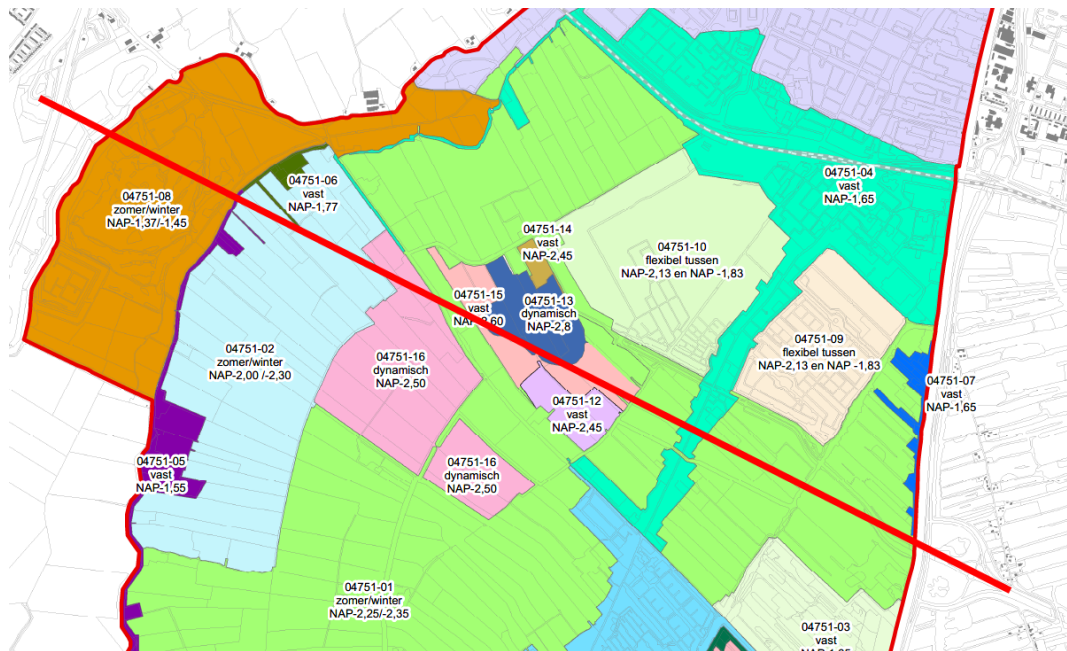
De polderpeilen aan weerszijden van de tunnel variëren. Hierdoor kan er bij calamiteiten een sifonwerking van de tunnel ontstaan waardoor het water van de ene polder naar de andere polder kan stromen. Omwille van het beperkte verschil in de polderpeilen wordt verwacht dat er geen noemenswaardige kanteldijken nodig zijn om dit risico te voorkomen.

Geotechnisch profiel

Op basis van de beschikbare ondergrondmodellen van DINOloket is af te leiden dat de ondergrond op het beoogde tracé vergelijkbaar is met de ondergrond ter plaatse van de boortunnel van de Rijnlandroute.

⁵ Dit is overigens ook nodig bij het VKA, zoals opgenomen in de Nota Voorkeursalternatief

⁶ Er heeft inmiddels afstemming plaatsgevonden met de Gasunie, de eigenaar en beheerder van de leidingen. Het verplaatsen van de gasleidingen naar de ondergrond kan plaatsvinden door middel van een gestuurde boring.



Figuur 3.3: Peilbesluit Assendelft en de ligging van het toekomstige tracé

Gronddekking op de tunnel

Maatgevend bij het ontwerp van het verticaal alignement zijn de minimaal benodigde gronddekking boven op de tunnel om opdrijven te voorkomen en de minimaal benodigde gronddekking op de tunnel om het boorproces mogelijk te kunnen maken. Dit laatste aspect is afhankelijk van het type tunnelboormachine dat wordt ingezet. Voor de haalbaarheidsstudie is derhalve uitgegaan van een minimale totale gronddekking van ca. 8,00m (6,00m dekking + 2,00m tijdelijke dekking) conform de boortunnel bij de Rijnlandroute. Deze minimale gronddekking bepaalt in belangrijke mate de locatie en de diepte van de start- en ontvangtschacht.

Ontwerp

Voor deze haalbaarheidsstudie is op basis van bovenstaande gegevens uitgegaan van een diepteligging van het alignement van ca. NAP-29,00m (conform boortunnel RLR).

De bogen en hellingen in het verticale alignement worden ingegeven door de eisen conform de ontwerprichtlijnen (HWO-RSW).

Element	
Topboog (Rbol)	8.300m
Voetboog (Rhol)	16.600m
Hellingspercentage(*)	3,00%

(*) Omwille van het grote hoogteverschil van ca. 27m en de lengte van de helling aan de oostzijde is geopteerd voor een hellingspercentage van 3,00%, zodat de snelheidsterugval voor vrachtwagens beperkt blijft.

Conform figuur 4.10 van HWO-RSW is de snelheidsterugval < 20km/h uitgaande van een lengte van de helling van 850m (1/3 lengte voetboog + lengte helling + 1/3 lengte topboog).

In verband met de afwatering heeft de boortunnel een minimale helling van 0,5% (in langsrichting). Op het diepste punt van de tunnel wordt een pompput geïnstalleerd.

3.2 Lengte van de tunnel

3.2.1 Tunnelmond aan de westzijde

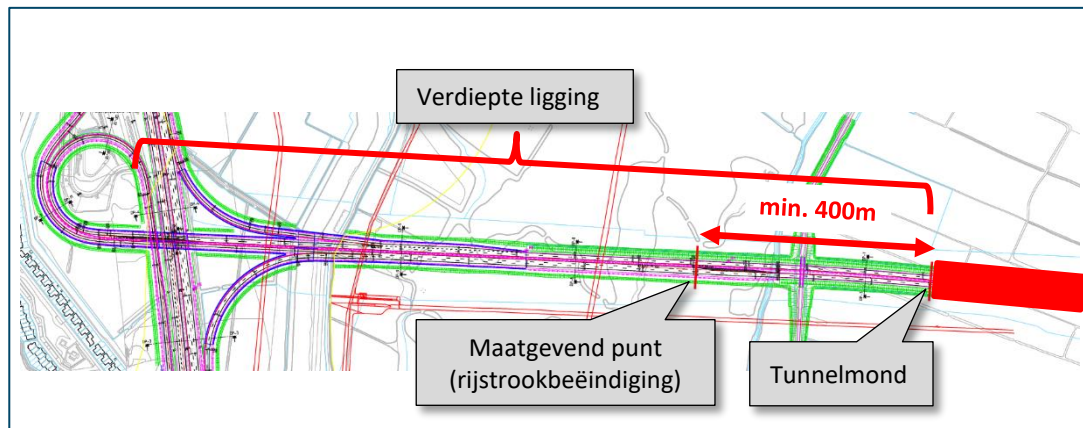
Aan de westzijde van de tunnel bepalen de aanwezige convergentie- en divergentiepunten in het ontwerp van het volledige knooppunt met de aansluiting op de A9 en A22 de locatie van de tunnelmond. Conform ROA2019 dienen de aanwezige discontinuïteiten op voldoende afstand buiten de tunnelmond gelegen te zijn. In tabel 3.1 zijn de minimale afstanden tussen de discontinuïteiten buiten de tunnel en de tunnelmond weergegeven.

Tabel 3.1: Minimale afstanden tussen discontinuïteiten buiten de tunnel en tunnelmond (ROA2019)

tabel 9.6 Minimale afstanden tussen discontinuïteit buiten de tunnel en tunnelmond

type	locatie	hoofdbanen*	parallel of rangeerbanen * *	meetpunten***
invoeging	voor de tunnel	575 m (750 m)	430 m (565 m)	puntstuk - tunnelingang
	na de tunnel	180 m	120 m	tunneluitgang - puntstuk
uitvoeging	voor de tunnel	275 m (400 m)	210 m (300 m)	puntstuk - tunnelingang
	na de tunnel	480 m	345 m	tunneluitgang - puntstuk
samenvoeging	voor de tunnel	375 m	285 m	puntstuk - tunnelingang
	na de tunnel	180 m	120 m	tunneluitgang - puntstuk
splitsing	voor de tunnel	275 m (400 m)	210 m (300 m)	puntstuk - tunnelingang
	na de tunnel	900 m	675 m	tunneluitgang - puntstuk
weefvak	voor de tunnel	390 m	295 m	puntstuk - tunnelingang
	na de tunnel	180 m	120 m	tunneluitgang - puntstuk
strookbeëindiging	voor de tunnel	400 m	300 m	einde rijstrook - tunnelingang
	na de tunnel	295 m	205 m	tunneluitgang - eerste aankondiging rijstrookbeëindiging
extra rijstrook****	voor de tunnel	200 m (400 m)	150 m (300 m)	begin extra rijstrook - tunnelingang
	na de tunnel	105 m	65 m	tunneluitgang - begin extra rijstrook

Voor de ligging van de tunnelmond aan de westzijde is de overgang naar het knooppunt (aansluiting op de A9) maatgevend. De rijstrookbeëindiging op de Verbinding A8-A9 richting het oosten is hierbij maatgevend en de afstand tot de tunnelmond dient minimaal 400 meter te bedragen (zie figuur 3.4). Dit betekent dat de tunnelingang ten oosten van de Groenedijk komt te liggen. Het gedeelte van de Verbinding A8-A9 ten westen van de tunnelmond heeft een verdiepte ligging, maar is aan de bovenkant niet gesloten. In dit gedeelte van het tracé kan eventueel een kort dak (kleiner dan 250 meter) worden aangebracht.



Figuur 3.4: Tunnelmond aan westzijde

3.2.2 Tunnelmond aan de oostzijde

Voor de tunnelmond aan de oostzijde zijn de maatgevende punten de brug over de Nauernasche Vaart en de aansluiting Saendelft. Daarnaast is hier de minimale gronddekking op de boortunnel maatgevend voor de diepteligging van de tunnel en voor het startpunt van het boren van de tunnel. Voor dit haalbaarheidsonderzoek is, gegeven de benodigde gronddekking, in eerste instantie gekeken naar de mogelijke positie van de tunnelmond op basis van het verticale alignement tussen de brug over de Nauernasche Vaart en de gewenste diepte van de tunnel. Vervolgens is gekeken naar de consequenties van het inpassen van de aansluiting Saendelft.

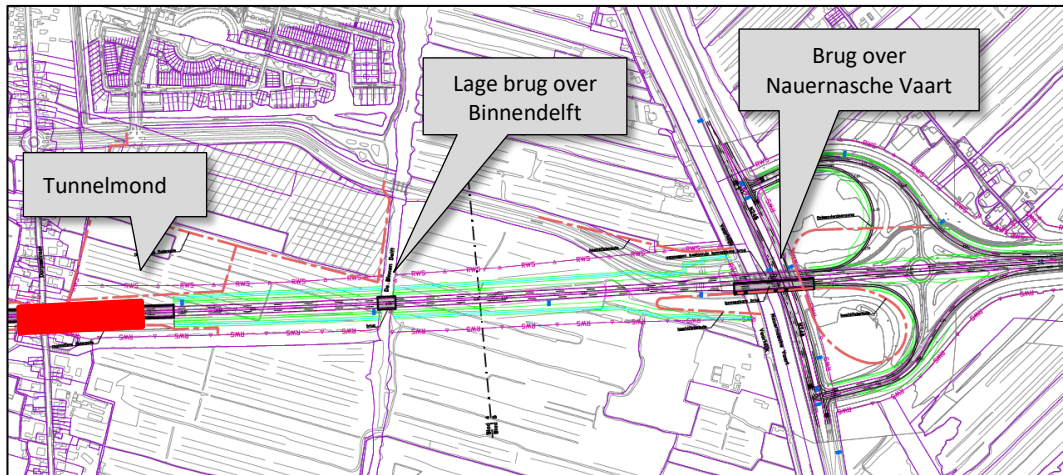
Bij de eerste benadering van de locatie van de tunnelmond wordt deze bepaald door het verticaal alignement van de Verbinding A8-A9. Omwille van het grote hoogteverschil van ca. 27 meter tussen de brug bij de Nauernache Vaart en de benodigde diepteligging van de tunnel is een maximaal hellingspercentage van 3% noodzakelijk. De minimale dekking wordt bereikt ter hoogte van de kruising met de Dorpsstraat. Ter plaatse van de Dorpsstraat dient er in de bouwfase een tijdelijke ophoging gerealiseerd te worden ter voorkoming van 'blow-out'⁷ tijdens het boorproces. Figuur 3.5 laat zien waar de tunnelmond op basis van deze eisen mogelijk is.

Tussen de Nauernasche Vaart en de Dorpsstraat moet de aansluiting Saendelft worden ingepast. In figuur 3.6 is een schetsontwerp van een aansluiting op deze locatie opgenomen. Deze geeft een beeld van het ruimtebeslag van een aansluiting op deze plaats. Een aansluiting op deze locatie heeft als gevolg dat de bestaande S154 (Noorderveenweg) blijft functioneren als ontsluitingsroute voor Saendelft.

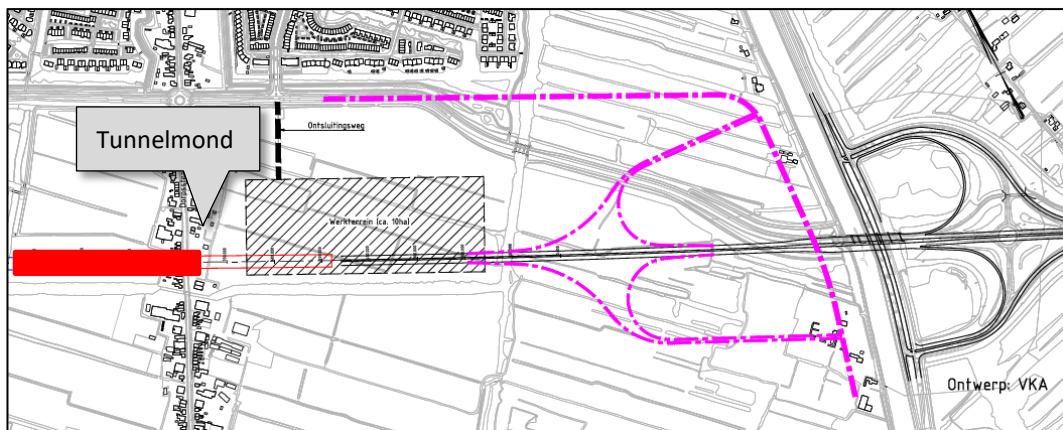
Omwille van de eisen met betrekking tot discontinuïteiten buiten de tunnel heeft dit consequenties voor de lengte van de tunnel. Vanaf het puntstuk van de invoeging richting het westen dient 565 meter aanwezig te zijn tot aan de tunnelingang (conform tabel 3.1) waardoor de tunnel ca. 150 meter korter wordt. De aansluiting Saendelft in dit gebied heeft daardoor als gevolg dat de tunnel ongeveer ter hoogte van de Dorpsstraat begint.

In de tekening in bijlage 1 is de ligging van de aansluiting Saendelft apart weergegeven

⁷ Verschijnsel dat kan optreden bij de uitvoering van een boortunnel waarbij de grond boven op de tunnel bezwijkt en openbarst door de druk van het boren.



Figuur 3.5: Tunnelmond aan oostzijde



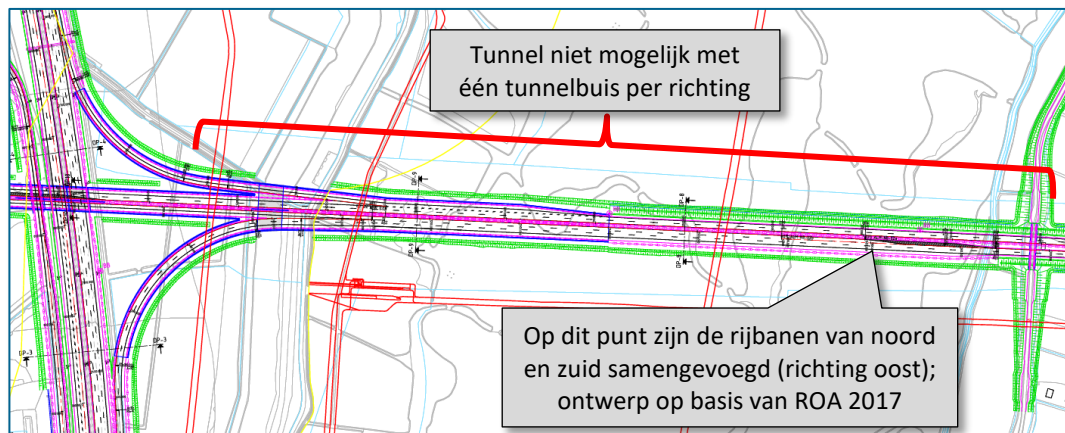
Figuur 3.6: Schetsontwerp nieuwe aansluiting Saendelft

3.3 Haalbaarheid tunnel bij de Stelling van Amsterdam

3.3.1 Consequenties van ontwerprichtlijnen

Eén van de vragen in dit onderzoek betreft de mogelijkheid van een tunnel in het gebied van de Stelling van Amsterdam. Dit is ook het gebied waar de aansluiting op de A9 wordt gemaakt.

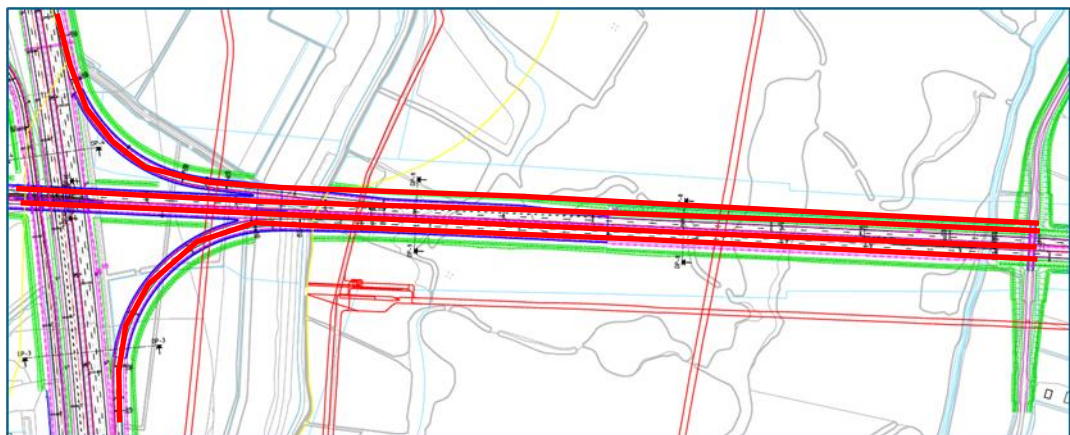
In paragraaf 3.2.1 is aangetoond dat (als gevolg van de ontwerprichtlijnen) de tunnel, gerekend vanaf de A9, pas kan beginnen ten oosten van de Groenedijk. Dat is het gevolg van het uitgangspunt van één tunnelbuis per richting. Dit uitgangspunt heeft belangrijke consequenties voor het punt waar (aan de westkant, in het gebied van de Stelling van Amsterdam bij de A9) de tunnel kan beginnen. Dat komt doordat vanuit het westen, bij het knooppunt, de rijbanen vanaf het noorden en vanaf het zuiden ruim vóór het begin van de tunnel moeten zijn samengevoegd (figuur 3.7, zie verder paragraaf 3.2.1).



Figuur 3.7: Maatgevend punt voor tunnelmond aan de westkant

3.3.2 Mogelijkheden voor een tunnel

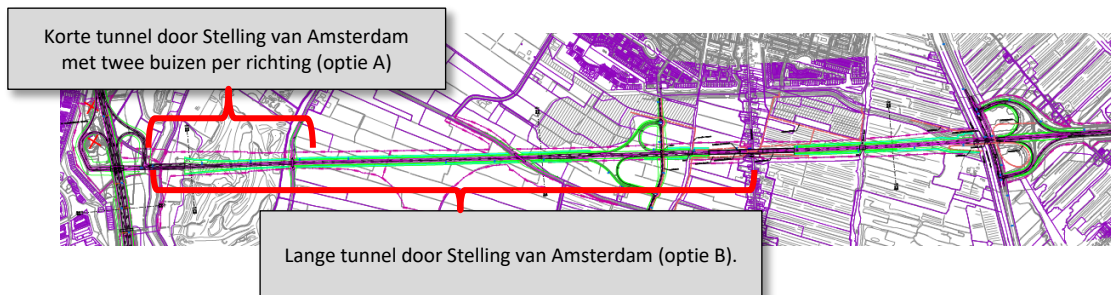
De enige mogelijkheid om de tunnel dicht bij de A9 te laten beginnen is er in gelegen om de splitsingen en samenvoegingen (van/naar de A9 Noord en A9/A22 Zuid) richting het oosten te verplaatsen en het verkeer door aparte buizen te leiden. Dat wil zeggen, twee buizen in oostelijke richting en (voor de symmetrie) twee buizen in westelijke richting. Uitgangspunt hierbij is dat een aansluiting Saendelft in het ontwerp wordt opgenomen en dat alle verkeersrelaties mogelijk moeten zijn (bijvoorbeeld vanaf de A9 zuid moet de keuze mogelijk zijn om de afslag Saendelft te nemen of om door te rijden naar het oosten).



Figuur 3.8: Tunnel met 4 buizen

Er zijn dan twee varianten mogelijk (figuur 3.9):

- Een tunnel alleen ter plaatse van het gebied van de Stelling van Amsterdam (ongeveer tot aan de Groenedijk) (optie A);
- Een zo lang mogelijke tunnel (tot aan de Dorpsstraat) (optie B). Hierbij zijn twee mogelijkheden aanwezig, namelijk een lange geboorde tunnel of een lange tunnel met een conventionele open bouwmethode.



Figuur 3.9: Twee varianten voor tunnel bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam

Optie A: Korte tunnel alleen in het gebied van de Stelling van Amsterdam

Een **korte tunnel** alleen ter plaatse van de Stelling van Amsterdam is technisch mogelijk als per richting twee buizen worden gemaakt. Gezien de ruimtebeperkingen en het bochtige verloop bij de aansluitingen is hier alleen een conventionele, open bouwtechniek mogelijk. Dit leidt in de aanlegfase tot een ingreep ter plaatse van de tunnel die vergelijkbaar is met de ingreep die nodig is voor de aanleg van een weg in een verdiepte ligging (open tunnelbak). Een boortunnel is hier niet mogelijk. Dat betekent dat een tunnel hier feitelijk zal bestaan uit een verdiepte ligging met een dak. De meerwaarde van een (geheel gesloten) tunnel voor de OUV en het landschap in vergelijking met een verdiepte ligging en enkele korte daken (ter hoogte van de Liniedijk en bijvoorbeeld bij de Groenedijk) is klein.

Bij deze variant eindigt de tunnel ten oosten van de Groenedijk in de open polder. Vanaf dat punt kan het tracé van de Verbinding A8-A9 verder naar het oosten een verdiepte ligging of een maaiveldligging krijgen. Hier moeten voor de rijrichting het oosten de twee rijbanen met 1 rijstrook (met elk een eigen tunnelbuis, één vanaf de A9 noord en één vanaf de A9/A22 zuid) worden samengevoegd tot één rijbaan met twee rijstroken. Dat is nodig om de uitwisseling bij de aansluiting Saendelft mogelijk te maken. Dit samenvoegen is volgens de ontwerprichtlijnen mogelijk in een open tunnelbak, mits dit op voldoende afstand van de tunnelmond gebeurt. In de omgekeerde richting (naar het westen) moet de enkele rijbaan worden gesplitst in een uitvoeger naar de A9 noord en een rijstrook naar de A9 zuid. Dit moet ruim voor het begin van de tunnel plaatsvinden.

Optie B: Lange tunnel bij Stelling van Amsterdam

Bij deze optie wordt de korte tunnel bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam verlengd richting de Dorpsstraat door middel van een boortunnel of conventioneel gebouwde tunnel. De twee keer twee buizen lopen over de gehele lengte van de tunnel door, omdat samenvoegingen en splitsingen in een tunnel vanuit verkeersveiligheid niet acceptabel zijn.

De inpassing van twee keer twee buizen aan de oostkant is niet mogelijk in combinatie met de aansluiting Saendelft conform het voorkeursalternatief. Deze aansluiting kan niet in de tunnel worden gemaakt en moet dus in het gebied tussen de Nauernasche Vaart en de Dorpsstraat worden gesitueerd.

Om hier, komende vanuit de richting west uit twee buizen, volledige uitwisseling met de aansluiting Saendelft mogelijk te maken is achtereenvolgens, na het uiteinde van de tunnel, het volgende nodig:

- Turbulentieafstand;
- weefvak tussen samenvoeging na tunnel en uitvoeger Saendelft;
- turbulentieafstand;

- weefvak tussen invoeger Saendelft en uitvoeger aansluiting N246 aan oostzijde van Nauernasche Vaart.

En in de omgekeerde richting:

- weefvak tussen invoeger aansluiting N246 en uitvoeger Saendelft;
- turbulentieafstand;
- weefvak tussen invoeger Saendelft en splitsing voor tunnel;
- turbulentieafstand.

De afstand tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart is hiervoor te klein. Bij een optie met vier buizen ligt de tunnelmond dus ergens ten westen van de Dorpsstraat, in het open landschap.

Een tunnel bestaande uit vier buizen is daarnaast substantieel duurder dan een (meer gebruikelijke) tunnel met twee buizen, één per richting. Dit komt mede doordat het gezien de verkeersintensiteiten in de spitsen en vanwege de bereikbaarheid voor hulpdiensten noodzakelijk is in elk van de vier buizen twee rijstroken c.q. een rijstrook en een voldoende brede vluchtstrook mogelijk te maken. Een tunnel met vier buizen is dan ruwweg twee keer zo duur als een tunnel bestaande uit twee buizen.

3.3.3 Conclusie

In bovenstaande paragrafen zijn de opties beschreven ten aanzien van de mogelijkheden om de Verbinding A8-A9 bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam in een tunnel te leggen. Er zijn in principe dan twee mogelijkheden:

optie	Bij doorsnijding Stelling van Amsterdam (A9-Groenedijk)	In de open polder (Groenedijk – Dorpsstraat)	Gebied tussen Dorpsstraat en Nauernasche Vaart
A: Korte tunnel bij Stelling, combinatie met verdiepte ligging of maaiveldligging	• Vier buizen • Open bouwtechniek	• Overgang naar één rijbaan met 2 rijstroken per rijrichting; • Open tunnelbak of maaiveldligging • Aansluiting Saendelft mogelijk;	• Twee rijbanen met 2 rijstroken, oplopend van onderdoorgang Dorpsstraat tot brug over Nauernasche Vaart
B: Lange tunnel bij Stelling, verlengd richting Dorpsstraat onder de polder	• Vier buizen • Open bouwtechniek	• 4 buizen • Boortunnel / Open bouwtechniek • Aansluiting Saendelft niet mogelijk	• Onvoldoende ruimte voor inpassing aansluiting Saendelft

De opties zijn als volgt beoordeeld:

Optie A: Korte tunnel alleen in het gebied van de Stelling van Amsterdam

- Ontwerptechnisch mogelijk;
- Alleen conventionele bouwwijze met open sleuf mogelijk; boortunnel niet mogelijk;
- Ruimtebeslag groter dan verdiepte ligging;
- Hogere kosten (meer en langere kunstwerken);
- Ingrep in aanlegfase vergelijkbaar met verdiepte ligging;

- Afstand van tunnelmond ten opzichte van woonwijken is zodanig dat tunnelmondeffect (luchtverontreiniging) geen issue is;
- Kleine meerwaarde voor de OUV en het landschap ten opzichte van verdiepte ligging met korte (korter dan 250 meter) daken.

Optie B: Lange tunnel bij Stelling van Amsterdam

- Ontwerptechnisch mogelijk mits uitgevoerd met vier buizen over de gehele lengte;
- Ruimtebeslag groter dan verdiepte ligging (in Stellinggebied en aan de oostkant);
- Inpassing aan de oostkant niet mogelijk, tunnelmond schuift naar westen (ten opzichte van geboorde tunnel met twee buizen);
- Afstand van tunnelmond aan westkant ten opzichte van woonwijken is zodanig dat tunnelmondeffect (luchtverontreiniging) geen issue is;
- Hogere kosten (indicatief twee keer zo hoog als van geboorde tunnel met twee buizen);
- Ingreep in gebied van de Stelling van Amsterdam in de aanlegfase vergelijkbaar met verdiepte ligging; in de polder geen ingreep nodig;
- Ter hoogte van de Stelling van Amsterdam beperkte meerwaarde voor de OUV en het landschap ten opzichte van verdiepte ligging met korte (korter dan 250 meter) daken.

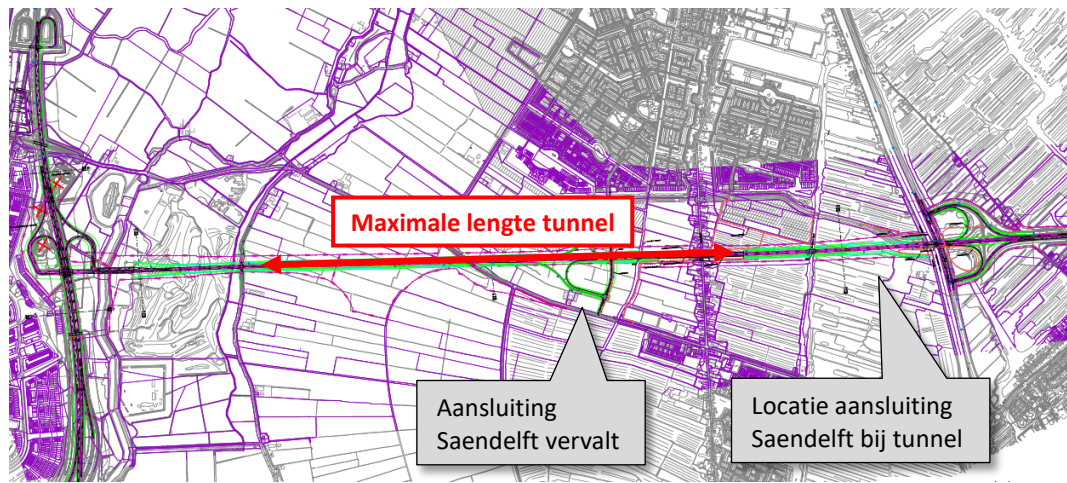
Alles overziend kan ten aanzien van de mogelijkheden om een tunnel te bouwen voor het gedeelte van de Verbinding A8-A9 in van Stelling van Amsterdam worden geconcludeerd dat de optie B niet realistisch is wegens de ruimtelijke inpassing en gezien de zeer hoge kosten. Een tunnel bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam is niet onmogelijk, maar kan niet worden gecombineerd met een tunnel over de gehele lengte.

Een korte tunnel (optie A) alleen bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam heeft een beperkte meerwaarde voor de OUV en voor het landschap. Ook met een verdiepte ligging en op enkele plaatsen een dak (korter dan 250 m) kan de impact van de Verbinding A8-A9 op de OUV en het landschap worden beperkt. Gezien de beperkte meerwaarde en de hogere kosten van optie A is deze optie beschouwd als een niet realistische optie.

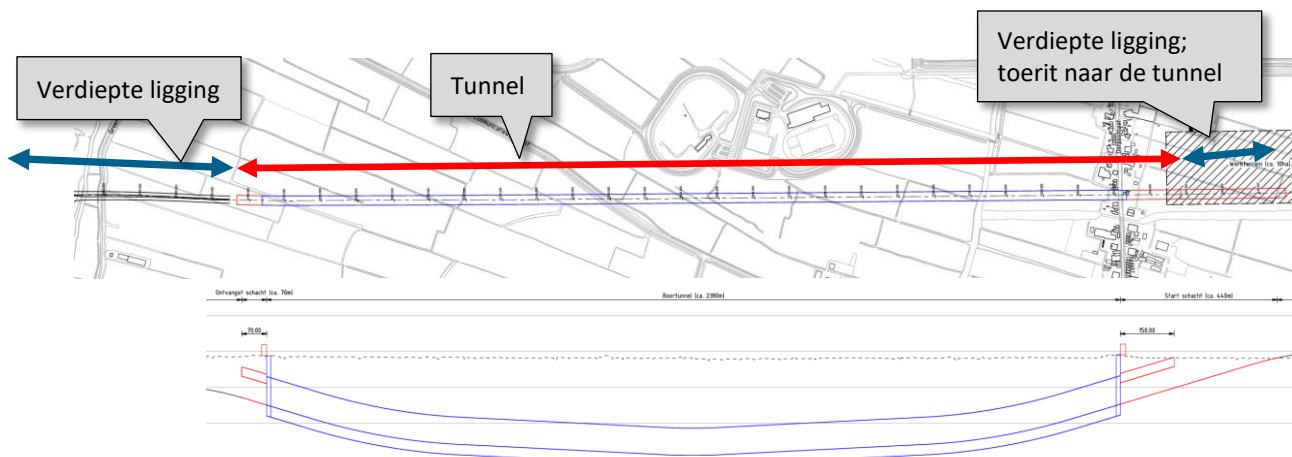
3.4 Maximale lengte van de tunnel

Zowel aan de west- en oostzijde zijn er beperkingen, waardoor de maximale lengte van de tunnel ongeveer 2,5 kilometer (horizontaal gemeten) bedraagt (zie figuur 3.10). In bijlage 1 is een tekening opgenomen van de tunnel met de maximaal mogelijke lengte.

Deze maximale lengte wordt bepaald door de ontwerprichtlijnen. Deze lengte is gelijk voor een geboorde tunnel en een tunnel die wordt gebouwd op de conventionele manier (met een open sleuf).



Figuur 3.10a: De maximale lengte van de tunnel



Figuur 3.10b: De lengte van de tunnel en het verticaal alignement (zie bijlage 1 voor een grotere tekening)

3.5 Mogelijkheden bij variant Half klaverblad

In de voorgaande paragrafen is beschreven wat de maximale lengte van de tunnel kan zijn als wordt uitgegaan van de variant Knooppunt voor de aansluiting op de A9. Dit uitgangspunt is gekozen vanwege de conclusie over de impact van de variant Half klaverblad op de Stelling van Amsterdam en het landschap.

Uit een indicatieve bepaling van de mogelijkheden bij de variant Half klaverblad blijkt dat de tunnel langer kan worden dan bij de variant Knooppunt. De tunnelmond komt dan in het gebied van de golfbaan te liggen. Oftewel, een langere tunnel is mogelijk, maar alleen in combinatie met de aansluiting Half klaverblad, die vanwege de effecten op de OUV en het landschap ongewenst is.

4 Bouwtechniek en kosten (lange tunnel)

4.1 Ervaring met geboorde tunnels

Geboorde tunnels zijn in Nederland inmiddels, naast tunnels die op een meer conventionele manier met een open ontgraving zijn gebouwd, een bekende verschijning. Boortunnels maken het mogelijk tunnels aan te leggen onder kwetsbare gebieden en rivieren, zonder tijdelijke ingrepen in het landschap in de aanlegfase.

Een boortunnel in zachte grond kenmerkt zich door de inzet van een tunnelboormachine (TBM) die tijdens het graven van de tunnel meteen een tunnelling (de wand van de tunnel) aanbrengt bestaande uit geprefabriceerde elementen. Elementen zijn schaaldelen van beton (of staal) die samengesteld een ring vormen. De TBM zet zich af tegen de reeds geplaatste elementen.

De elementen worden binnen het stalen schild van de TBM ingebouwd. Terwijl de TBM verder boort, verlaten de ringen de machine langs een waterdichte afdichting. De ruimte die overblijft tussen gesteente en de tunnelbuis wordt opgevuld met grout (vloeibare beton).

Voor dit project komen twee typen TBM's in aanmerking: een gronddrukbalans- of een vloeistofschild (ook wel hydro- of slurryschild genaamd). Beide werken met een geheel gesloten, waterdicht boorschild. Zowel het gronddrukbalansschild als het vloeistofschild zijn gebaseerd op het ondersteunen van het graaffront. Deze technieken worden dan ook meestal toegepast in niet-standvasten gronden, zoals deze in vrijwel geheel Nederland voorkomen. In Assendelft is een vorm van graaffrontondersteuning noodzakelijk. Deze ondersteuning kan plaatsvinden met grondbrij of bentoniet (een natuurlijke kleisoort).

In dit haalbaarheidsonderzoek is uitgegaan van het toepassen van een vloeistofschild. Het vloeistofschild werkt met een overdruksituatie die instorten voorkomt. Met de slurry, een mengsel van water en bentoniet wordt de uitgegraven holte gevuld. Dit zorgt ervoor dat er geen grondwater binnendringt. Daarnaast mengt de slurry zich met de uitgegraven grond die daardoor gemakkelijk af te voeren is. Dankzij een scheidingsinstallatie kan het bentoniet weer voor een deel worden teruggewonnen en opnieuw worden gebruikt. Deze keuze is gebaseerd op de aanwezige bodemopbouw (geologie), die voornamelijk bestaat uit zand, en het feit dat met dit schild in Nederland de meeste ervaring is opgedaan (waaronder bij de RLR).

Het boren van een tunnelbuis direct naast een al geboorde buis kan deformaties/schade veroorzaken aan de aanwezige buis. Daardoor dient een minimale afstand aangehouden te worden tussen de buitenkant van beide buizen. Deze horizontale afstand tussen de tunnelbuizen wordt bepaald door de aanwezige bodemgesteldheid. In dit haalbaarheidsonderzoek is uitgegaan van een onderlinge afstand tussen de tunnelling van beide buizen van 5,00 meter (conform het tunnelontwerp van de RLR).

Ter plaatse van de aansluiting van de tunnelbuizen aan het dichtblok/dienstgebouw kan een kleinere afstand worden aangehouden. Hiermee kan de breedte van de toeritten worden verkleind.

4.2 Start- en ontvangtschacht

De keuze van in welke richting geboord gaat worden, en dus de positie van de startschacht, is onder meer afhankelijk van het aanwezig zijn van fysiek voldoende ruimte voor het realiseren

van tijdelijke werkterreinen, de bereikbaarheid daarvan (aan- en afvoer materialen en materieel alsmede opslag tunnelsegmenten) en mogelijke overlast voor de omgeving.

Bij onderhavige tunnel is sprake van voldoende ruimte en bereikbaarheid bij beide tunnelmonden. Zonder in dit stadium een echte afweging te hebben gemaakt, zou de locatie aan de oostzijde de voorkeur kunnen hebben omwille van de goede bereikbaarheid via de (vaar)weg. Als gekozen is voor een bepaalde richting, bijvoorbeeld van oost naar west, is het efficiënter en goedkoper om vervolgens beide buizen in dezelfde richting te boren (benodigde voorzieningen in en rondom een startschacht, bijvoorbeeld voor het verwerken van de slurry, de afvoer van grond en de aanvoer van de tunnelsegmenten). De startschacht wordt gebouwd in het tijdelijke bouwterrein. Voor de ontvangstuip is ongeveer 125 meter lengte nodig. Er moet hier ruimte zijn om de tunnelboor (lengte ongeveer 100 meter) te kunnen demonteren om deze weer te kunnen afvoeren. Ook is een (eventueel tijdelijke) toegangsweg nodig.

Het gesloten deel van de toeritten van de nieuwe weg zal gerealiseerd worden binnen bouwkuipen die opgebouwd zijn uit combiwanden en stalen damwanden (afhankelijk van de kerende hoogte), onderwaterbeton en trekpalen/trekankers.

Het open deel van de toeritten zal ook binnen een bouwput gerealiseerd worden. Deze zijn opgebouwd uit stalen damwanden, onderwaterbeton en trekpalen/trekankers.

4.3 Dwarsverbindingen

Uitgaande van een ontwerp, waarbij voor het geboorde deel een lengte geldt van ongeveer 2,4 kilometer (over de as gemeten) en waarbij er wordt uitgegaan dat ter plaatse van beide tunnelmonden (in de dienstgebouwen) zich ook verbindingen tussen de beide tunnelbuizen bevinden, komt, uitgaande van de maximale tussenafstand van 250 meter, het aantal dwarsverbindingen op 11 stuks. Daar bovenop zit in beide dienstgebouwen een vluchtdeur. In deze fase is uitgegaan van het bevriezen van de omliggende grond bij de verbindingen voor de realisatie van deze verbindingen (conform de RLR).

4.4 Bouwterrein

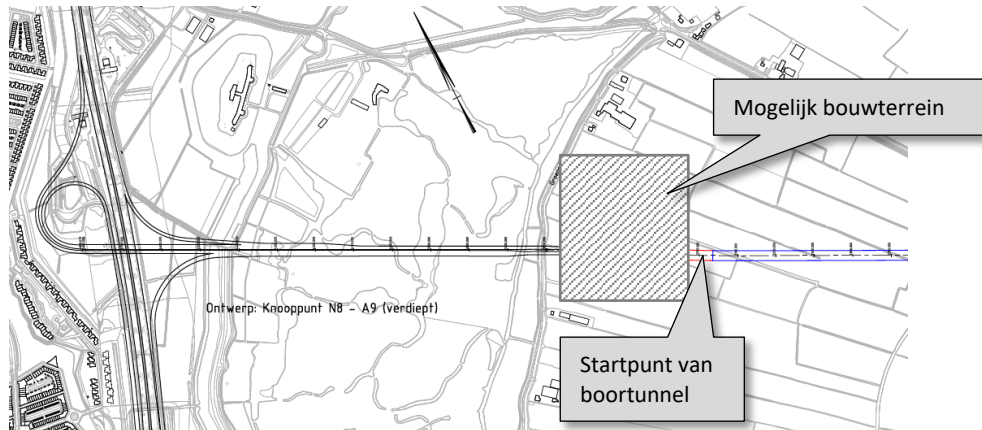
Ten behoeve van het bouwen van de tunnel is een bouwterrein nodig van ongeveer 10 hectare groot. Hier moet de startkuip gebouwd worden en is ruimte nodig voor materiaal en materieel, tussenopslag en ruimte voor het verwerken van de slurry uit de tunnelboor, het terugwinnen van bentoniet en het tijdelijk opslaan van de vrijkomende grond. De bouw begint derhalve met het inrichten van het bouwterrein, de ontsluitingswegen en de bouw van de startschacht voor de TBM.

Voor dit haalbaarheidsonderzoek is een quick scan uitgevoerd naar de mogelijke locaties voor het bouwterrein. In het geval wordt gekozen voor een tunnel is hiervoor een nader onderzoek en een dieper gaande uitwerking noodzakelijk.

Mogelijke locatie bouwterrein

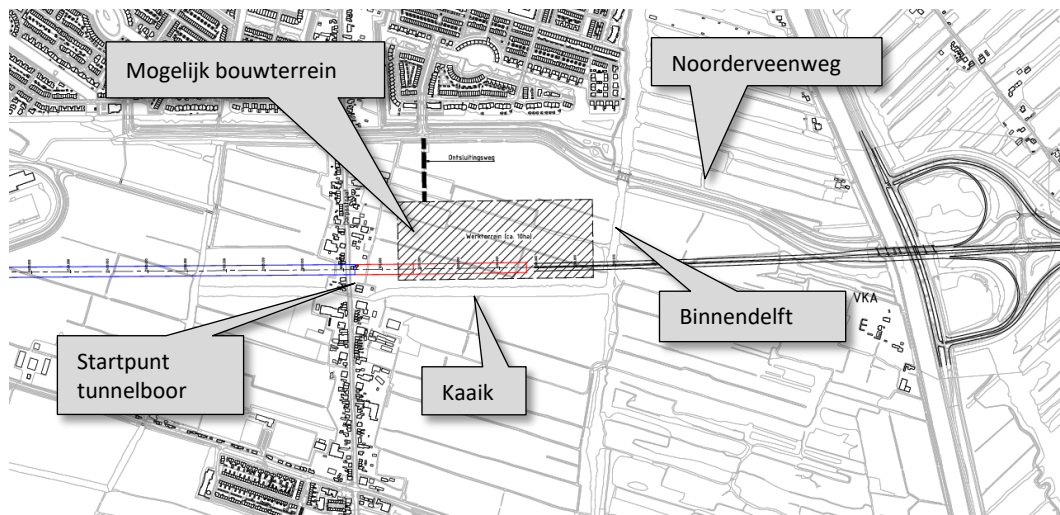
Het bouwterrein moet in het tracé van de verbinding A8-A9 (in het verlengde van de tunnel) ongeveer ter hoogte van de tunnelmond liggen zodat de startschacht kan worden gebouwd. Het bouwterrein moet goed bereikbaar zijn voor de aanvoer van materiaal en de afvoer van de vrijkomende grond, en er moet ongeveer 10 hectare ruimte beschikbaar zijn.

De mogelijke locatie voor een bouwterrein aan de westkant is weergegeven in figuur 4.1. Hier moet rekening worden gehouden met de Groenedijk en de nabijheid van het gebied van de Stelling van Amsterdam. Een locatie aan deze kant is niet goed ontsloten. De dichtstbijzijnde weg is de Communicatieweg.

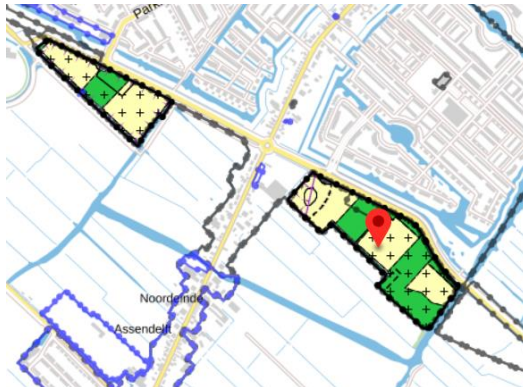


Figuur 4.1: Mogelijke locatie bouwterrein aan de westkant

Voor de situering van het bouwterrein aan de oostkant van het tracé moet rekening worden gehouden met de bestaande woongebieden, de kleine uitbreiding, die mogelijk is op basis van het bestemmingsplan Overhoeken (zie figuur 4.3), en de hoofdwatgangen Kaaik en Binnendelft. Verder is hier het Natura 2000-gebied Polder Westzaan (zie figuur 5.1) van belang. De ontsluiting van het bouwterrein is hier mogelijk via de Noorderveenweg.



Figuur 4.2: Mogelijke locatie bouwterrein aan de oostkant



Figuur 4.3: Plankaart bestemmingsplan Overhoeken (bron: www.ruimtelijkeplannen.nl)

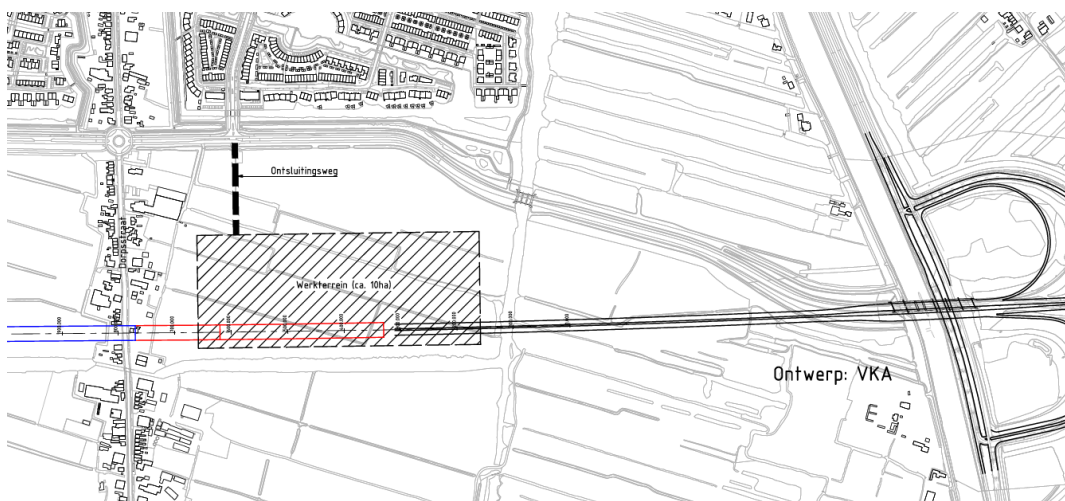
Voor dit haalbaarheidsonderzoek is er vooralsnog voor gekozen uit te gaan van een bouwterrein bij de oostelijke tunnelmond. De redenen hiervoor zijn:

- Een betere ontsluiting over de weg;
- De mogelijkheid voor transport over water;
- De betere geschiktheid van deze locatie voor het realiseren van een dienstgebouw voor de tunnel.

Nadelen van deze locatie zijn de nabijheid van woongebieden, het mogelijke conflict met bouwplannen op basis van het bestemmingsplan Overhoeken en de nabijheid van het Natura 2000-gebied Polder Westzaan.

Het is evident dat een bouwterrein op deze plaats een aantal grote aandachtspunten heeft. Eén hiervan is de exacte positie van de tunnelmond (mede afhankelijke van de vormgeving van de aansluiting Saendelf) ten opzichte van de Dorpsstraat. Daarnaast zijn de effecten op de leefomgeving en op het nabijgelegen Natura 2000-gebied van belang. Ook de keuze voor de logistiek in de bouwfase (deels per schip?) is hierbij van belang. Hiervoor is een gedetailleerd onderzoek nodig.

In figuur 4.4 is een indicatie opgenomen van de ligging en omvang van het tijdelijke bouwterrein.



Figuur 4.4: Indicatie van ligging en omvang van het bouwterrein

4.5 Werkzaamheden in de aanlegfase

In de aanlegfase moet rekening gehouden worden met een grote hoeveelheid vrachtverkeer, bijvoorbeeld voor de aanvoer van de betonnen tunnelsegmenten. Gezien de nabijheid van de Nauernasche Vaart zou in dit geval kunnen worden overwogen om gebruik te maken van aan- en afvoer per schip. Er kan dan eventueel worden overwogen een deel van de benodigde voorzieningen (bijvoorbeeld het behandelen van de slurry) op een terrein direct naast de Nauernasche Vaart te situeren, met een buisleiding voor de aanvoer van de slurry vanaf de tunnelboor.

De afmetingen van de A8-A9-tunnel zijn vergelijkbaar met die van de tunnel van de RLR. Daar wordt rekening gehouden met een totale bouwtijd van ongeveer 3 – 4,5 jaar waarvan ongeveer twee keer zes maanden voor het boren van de twee tunnelbuizen. Er wordt volcontinu gewerkt (24/7).

In de aanlegfase komt veel grond vrij, die waarschijnlijk grotendeels (het zand uit de ondergrond) kan worden afgezet als grondstof. Om dit mogelijk te maken moet op het bouwterrein ruimte aanwezig zijn voor het ontwateren van de slurry uit de tunnelboor en het terugwinnen van bentoniet.

Bij de RLR worden de tunnelsegmenten in Duitsland vervaardigd en aangevoerd per vrachtauto. Dit resulteert in de bouwfase in een grote hoeveelheid vrachtverkeer.

4.6 Veiligheidseisen en permanente voorzieningen

4.6.1 Eisen vanwege tunnelveiligheid

De tunnel wordt beschouwd als een autosnelwegtunnel met een ontwerpsnelheid van 100 km/h en dient te voldoen aan de veiligheidseisen conform 'Wet aanvullende regels veiligheid weg-tunnels' (Warvw van 2013) en Bouwbesluit 2012.

Onderstaand zijn de belangrijkste veiligheidseisen opgenomen.

Gescheiden rijbanen

In een autosnelwegtunnel dienen rijrichtingen van elkaar gescheiden te worden. Aan deze eis wordt voldaan door per rijrichting een tunnelbuis te voorzien.

Vluchtwegen

Voor de gebruikers van de tunnel moet er altijd een veilige vluchtweg beschikbaar zijn. Op de route naar een veilige ruimte mogen geen objecten aanwezig zijn die een snelle ontruiming vertragen. Trappen en obstakels, zoals op- en afstapjes, mogen enkel in veilige ruimten aanwezig zijn.

Doorgangen tot een veilige ruimte zijn in Nederland bij conventioneel gebouwde tunnels (afgezonken of in situ) meestal om de 100 meter aanwezig. Deze doorgangen leiden naar de naastgelegen rijbaan of naar een vluchttunnel, die tussen de rijbuizen ingeklemd ligt. Bij boortunnels worden de vluchtwegen, als gevolg van de bouwmethode, meestal uitgevoerd als verbindingsbuizen tussen twee boortunnels. Dit is echter een dure methode en dus wordt er een compromis tussen kosten en verwachte aantal personen in de tunnel gezocht. Zodoende beschikken veel goederenspoortunnels (Betuweroute) over doorgangen om de 600 meter (het

absolute minimum) en beschikken autotunnels als de Westerscheldetunnel en de Hubertustunnel over dwarsverbindingen om de 250 meter.

Een redelijk uitgangspunt voor de A8-A9-tunnel is dwarsverbindingen met een interval van maximaal 250 meter tussen twee vluchtgangen.

Vluchtstrook

Een belangrijk verkeerstechnisch uitgangspunt is dat er altijd een uitwijk mogelijkheid voor voertuigen met pech dient te bestaan. Dit kan in de vorm van een vluchtstrook of als 'dynamische' vluchtstrook met matrixborden. In het laatst genoemde geval kan men door middel van matrixborden boven de weg één rijstrook vrijmaken van verkeer en zodoende een tijdelijke vluchtstrook creëren. Een vluchtstrook wordt in Nederlandse tunnels over het algemeen niet toegepast. De kosten voor een vluchtstrook zijn zeer hoog, zodat over het algemeen besloten wordt om dynamische vluchtstroken toe te passen.

Veiligheidssystemen

Autotunnels dienen te worden voorzien van diverse systemen op het gebied van branddetectie en brandbestrijding, de zogenaamde Tunnel Technische Installaties (TTI's), en diverse systemen op het gebied van verkeersmanagement, de zogenaamde Verkeer Technische Installaties (VTI's). De tunnel biedt voldoende plaats voor deze systemen.

4.6.2 Dienstgebouwen en bereikbaarheid

Het is gebruikelijk ter plaatse van beide tunnelmonden dienstgebouwen te realiseren, waar meestal één van de twee gebouwen het hoofdgebouw is, het primaire dienstgebouw, en het andere gebouw, het secundaire dienstgebouw, minder(e) functies heeft.

De keuze van waar het primaire dienstgebouw gerealiseerd wordt is afhankelijk van de beschikbare ruimte en de bereikbaarheid (ook voor de hulpdiensten bij calamiteiten). De locatie aan de oostzijde heeft de voorkeur vanwege de goede bereikbaarheid via de Dorpsstraat of de Noorderveenweg. Het is gebruikelijk de dienstgebouwen te bouwen in de start- en ontvangtschacht, waarbij bij voorkeur blijvend gebruik wordt gemaakt van constructieonderdelen van de bouwputten.

De benodigde afmetingen van de dienstgebouwen zijn afhankelijk van de wensen van de opdrachtgever, de functies van het gebouw en de hoeveelheid installatie/apparatuur welke moeten worden ondergebracht. Daarmee is er tevens een relatie met de afmetingen van de start- en ontvangtschacht, aangezien het grootste deel van het dienstgebouw ondergronds gelegen is. Bovengronds zijn de toegang en de ombouw voor de leidingen ten behoeve van de afvoer van rook/warmte een zichtbaar onderdeel. Ook dienen er voorzieningen (luiken) te zijn om het verticaal vervangen van bepaalde apparatuur mogelijk te maken.

Rondom de gebouwen dient voldoende parkeerruimte aanwezig te zijn voor auto's en kleine vrachtauto's. Het geheel dient bereikbaar te zijn via ontsluitingswegen waarop incidenteel ook zwaar transport kan plaatsvinden (aan- en afvoer van apparatuur in geval van vervanging/onderhoud). Het aantal parkeerplaatsen dient in overleg met opdrachtgever/tunnelbeheerder bepaald te worden. De ontsluiting van het dienstgebouw Oost kan plaatsvinden via de Dorpsstraat. Het dienstgebouw West kan ontsloten worden via een aansluiting op de Communicatieweg West of de Groenedijk.

4.7 Kosten

Investeringskosten

De kosten van een Verbinding A8-A9 in een tunnel bestaan uit de kosten van de tunnel zelf, plus de (extra) kosten van andere onderdelen van de wegverbinding. Een tunnel impliceert tevens een verdiepte ligging ter plaatse van de aansluiting op de A9 en het realiseren van de aansluiting Saendelft.

Omdat de opzet van de tunnel vergelijkbaar is met die bij de Rijnlandroute, ligt het voor de hand de kengetallen van de raming van de tunnel zelf ook op deze locatie toe te passen.

De investeringsraming van de **tunnel zelf** komt dan op een bedrag van ca. 410 miljoen euro (plus of min 30%), exclusief BTW. Dit is een bedrag inclusief de opslagen voor engineering en overige bijkomende kosten en risicoreservering. Er is verder rekening gehouden met een robuust bedrag als risicoreservering.

Het bedrag dekt alle kosten voor de tunnel, dus inclusief de benodigde dwarsverbindingen en inrichtingselementen voor de veiligheid (TTI's en VTI's).

Verder maken de volgende (kosten)elementen deel uit van de raming:

- de startschacht (open en gesloten gedeelte);
- de boortunnel;
- de ontvangtschacht (open en gesloten gedeelte);
- de dienstgebouwen bij de tunnelmonden inclusief de terreininrichting.

In dit bedrag is geen rekening gehouden met:

- Vastgoedkosten;
- Kosten van de overige delen van de verbinding A8-A9, met name de aansluiting op de A9 (verdiepte ligging) en de aansluiting Saendelft;
- Kosten voor compensatie en mitigatie.

Exploitatie

Naast de investeringskosten moet er rekening mee worden gehouden dat voor een tunnel in de gebruiksfase kosten moeten worden gemaakt voor het bedienen van de tunnel, beheer en onderhoud. Deze eisen komen voort uit de veiligheidsvereisten. Bij een maaiveldligging of een verdiepte ligging zijn deze exploitatiekosten niet of in mindere mate nodig.

Kosten van een conventionele tunnel

In dit rapport is een tunnel met een conventionele, open bouwtechniek niet verder beschouwd. Op basis van ervaringscijfers is de verwachting dat de kosten van een conventionele tunnel dezelfde orde van grootte hebben als de kosten van een boortunnel. Er is geen nadere kostenraming gemaakt voor een conventionele tunnel. Zoals aangegeven is de maximale lengte van een conventionele tunnel niet anders dan bij een geboorde tunnel.

Als onderdeel van de verdere uitwerking van het Landschapsplan wordt ook een verdiepte variant uitgewerkt. Van die variant worden ook de kosten in beeld gebracht.

5 Ruimtelijke inpassing en omgevingseffecten (lange tunnel)

5.1 Aanlegfase

5.1.1 Omgevingseffecten

In de aanlegfase hebben de activiteiten op het werkterrein en het bouwverkeer effecten op de omgeving. De tunnelboor zelf leidt niet tot omgevingseffecten. Het boren van de tunnel kan wel trillinghinder geven. De omvang en de plaats van de effecten op de omgeving worden uiteraard in sterke mate bepaald door de locatie van het werkterrein, de transportvorm (vrachtauto of schip) en de routes die het verkeer zal volgen.

De locatie van het werkterrein, zoals indicatief aangegeven in paragraaf 4.4, zal leiden tot veel vrachtverkeer op de Noorderveenweg en de A8 richting Zaandam, bijvoorbeeld voor de aanvoer van de segmenten van de tunnelwand.

In de aanlegfase moet rond het werkterrein rekening worden gehouden met de emissie van geluid, de kans op trillinghinder en mogelijk ook lichthinder gedurende de totale bouwperiode.

5.1.2 Bodem en water

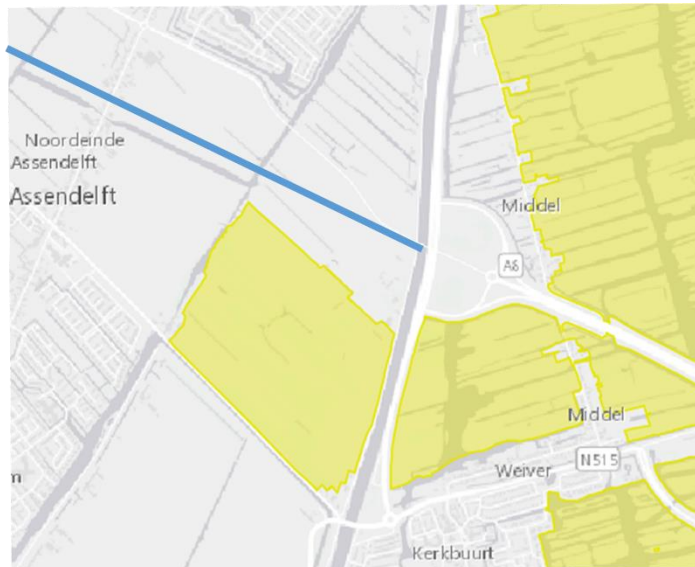
De locatie van het bouwterrein zoals indicatief aangegeven is gesitueerd in een zettingsgevoelig gebied. Het tijdelijke gebruik van dit gebied voor zware machines en voorzieningen voor de behandeling van de boorslurry en de tijdelijke opslag van vrijkomende grond kan leiden tot zettingen.

Bij de aanleg van de het bouwterrein en de bouwschacht is er een risico op het beïnvloeden van de grondwaterstanden en grondwaterstromingen. Om dit risico tot een aanvaardbaar niveau te beperken moeten maatregelen worden onderzocht, uitgewerkt en gerealiseerd.

5.1.3 Natuur en landschap

De werkzaamheden in de aanlegfase vinden voornamelijk plaats in het open gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart. Direct ten zuiden van het tracé van de weg ligt een deel van het Natura 2000-gebied Polder Westzaan (figuur 5.1). De aansluiting Saendelft (ligging is indicatief weergegeven in paragraaf 3.2.2) ligt in de directe nabijheid van het Natura 2000-gebied.

In de aanlegfase kunnen hier effecten optreden door de emissie en depositie van stikstof en door verstoring (geluid en licht). Daarnaast is er een risico dat effecten op de grondwaterstanden en -stromingen ook effect hebben op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied.



Figuur 5.1: Natura 2000-gebied Polder Westzaan (geel) en het tracé van de Verbinding A8-A9 (blauwe lijn). In dit gebied moet bij een geboorde tunnel ook een aansluiting worden gerealiseerd.

5.2 Gebruiksfasen

5.2.1 Functionaliteit

Vanwege de eisen aan de veiligheid kent een tunnel een aantal functionele beperkingen in de gebruiksfase. Congestie in een tunnel is niet toegestaan, waardoor bij dreigende congestie een dosering van het verkeer nodig is. Daarnaast zijn er beperkingen voor het gebruik voor het transport van gevaarlijke stoffen.

Een tunnel is daardoor voor het wegennet een minder robuuste oplossing dan een weg op maaiveld of in een verdiepte ligging.

Verkeerseffecten

In het kader van dit haalbaarheidsonderzoek zijn geen modelberekeningen uitgevoerd naar de mogelijke verkeerseffecten van de tunnel en de andere situering van de aansluiting Saendelft. De verwachting is dat voor het doorgaand verkeer de tunnel in normale situaties niet anders zal functioneren dan een weg op maaiveldniveau of met een verdiepte ligging.

Het verschuiven van de aansluiting Saendelft (zoals opgenomen in het Golfbaanalternatief) naar de locatie nabij de Nauernasche Vaart kan invloed hebben op de verkeersstromen in en rond Assendelft. Voor sommige verkeersrelaties kan deze verschuiving gunstig zijn, voor andere niet. Als gevolg van het verschuiven van de aansluiting houdt de Noorderveenweg ten zuiden van Saendelft een belangrijke functie voor de ontsluiting van Assendelft en Saendelft. Dit is vergelijkbaar met de huidige situatie. In vergelijking met de situatie zoals opgenomen in het Golfbaanalternatief is er op de Noorderveenweg een grotere verkeersbelasting.

5.2.2 Omgevingseffecten⁸

Geluid

Bij de realisatie van een tunnel is de Verbinding A8-A9 niet zichtbaar en niet hoorbaar in het gebied tussen de Dorpsstraat en (globaal) de Groenedijk, waar de tunnel (op ongeveer 400 meter ten oosten van de Groenedijk) overgaat in een verdiepte ligging. De tunnel heeft geen invloed op de geluidbelasting naar de omgeving ter plaatse van de aansluiting op de A9. In dat gebied is er geen verschil met de verdiepte variant van het knooppunt.

Het verkeerseffect van het verschuiven van de aansluiting Saendelft heeft als gevolg dat de geluidbelasting langs de Noorderveenweg (in vergelijking met het Golfbaanalternatief) groter wordt.

Voor de Dorpsstraat is de lange tunnel (in vergelijking met het tracé van het Golfbaanalternatief dat in de Planstudie 2^e fase is onderzocht) geen verbetering.

Luchtkwaliteit

Ook voor de luchtkwaliteit geldt dat er geen effecten zijn bij het gesloten deel van de tunnel. Aan de beide uiteinden van de tunnel kunnen plaatselijk de concentraties van verontreinigende stoffen (NO_x, fijn stof) relatief hoog zijn als gevolg van het effect van de tunnelmonden. Bij de oostelijke tunnelmond treedt dit effect op ter plaatse van de kruising met de Dorpsstraat. Er is een kans dat in de directe omgeving van de tunnelmond grenswaarden van de luchtkwaliteit worden overschreden. Er zijn dan maatregelen mogelijk om dit effect te beperken, bijvoorbeeld door lucht uit de tunnel af te zuigen en op een geschikte plek uit te blazen⁹.

5.2.3 Landschap en natuur

Landschap

De tunnel zal als effect hebben dat in een groot deel van het open gebied tussen de Dorpsstraat van Assendelft en de Groenedijk de Verbinding A8-A9 geen effect heeft op het landschap. De voorzieningen die nodig zijn bij de westelijke tunnelmond kunnen zichtbaar zijn in het landschap.

Ook het vervallen van de aansluiting Saendelft (zoals die is opgenomen in het Golfbaanalternatief) en het op maaiveld houden van de Communicatieweg (die bij het Golfbaanalternatief over de Verbinding A8-A9 gaat) leiden er toe dat de tunnelvariant minder impact heeft op het landschap dan het Golfbaanalternatief, zoals dat is onderzocht in de Planstudie 2^e fase.

Voor de effecten van de Verbinding A8-A9 op de Stelling van Amsterdam heeft de tunnel geen (positief of negatief) effect, omdat de tunnel niet reikt tot in het gebied van de Stelling.

Voor het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart leidt de aansluiting Saendelft, die in dat gebied noodzakelijk is, er toe dat de landschappelijke impact van een tunnelvariant groter is dan het Golfbaanalternatief, zoals dat is onderzocht in de Planstudie 2^e fase.

⁸ In deze paragraaf zijn de effecten van de tunnel (ook) vergeleken met de effecten van het Golfbaanalternatief, zoals dat is onderzocht in de Planstudie 2^e fase en zoals dat is opgenomen in de Nota voorkeursalternatief uit mei 2018.

⁹ Zie hiervoor bijvoorbeeld de onderzoeken die zijn gedaan voor de tunnel van de RLR.

Natuur

De tunnel heeft, in vergelijking met een maaiveldligging, een veel kleinere impact op de natuurwaarden (waaronder weidevogels) van het poldergebied ten westen van Assendelft.

In het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart is de invloed van de tunnelvariant groter dan van het Golfbaanalternatief, zoals dat is onderzocht in de planstudie 2^e fase. Dat komt vooral door de aansluiting Saendelft die hier nodig is en die dicht bij het Natura 2000-gebied Polder Westzaan komt te liggen.

6 Conclusie

6.1 Wegontwerp

Op basis van de ontwerprichtlijnen en de karakteristieken van het inpassingsgebied is geanalyseerd waar de tunnelmonden kunnen worden gesitueerd. De ontwerprichtlijnen zijn maatgevend voor de maximale lengte van de tunnel.

Korte tunnel bij doorsnijding van de Stelling van Amsterdam

Een tunnel bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam is technisch niet onmogelijk, maar kan alleen op een conventionele manier met een open bouwmethode worden gebouwd. De aanleg van een conventionele tunnel bestaat uit het graven van een open sleuf, het bouwen van de tunnelbak en het aanbrengen van het dak. Er is dus een ingreep nodig die vergelijkbaar is met die bij het bouwen van een open tunnelbak, zoals die nodig is voor een verdiepte ligging.

Boren is hier niet mogelijk door de boogstralen en het gebrek aan ruimte voor een start- en eind-schacht. Een tunnel ter plaatse van de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam kan niet worden gecombineerd met een tunnel over de gehele lengte. Een korte tunnel ter plaatse van de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam heeft een beperkte meerwaarde voor de OUV en voor het landschap. Ook met een verdiepte ligging en op enkele plaatsen een dak (korter dan 250 m) kan de impact van de Verbinding A8-A9 op de OUV en het landschap worden beperkt. Gezien de beperkte meerwaarde en de hogere kosten is een tunnel ter plaatse van de Stelling van Amsterdam beschouwd als niet realistisch.

Maximale lengte van een tunnel

Op basis van de ontwerprichtlijnen en technische eisen is een alignement gemaakt voor de tunnel met de maximaal mogelijke lengte. De technische analyse leidt tot de conclusie dat een tunnel met een lengte van ongeveer 2,5 kilometer technisch mogelijk is en voldoet aan de ontwerpeisen. Deze maximale lengte is niet afhankelijk van de bouwmethode. Deze lengte is dus van toepassing op een geboorde tunnel en op een tunnel met een conventionele open bouw-methode.

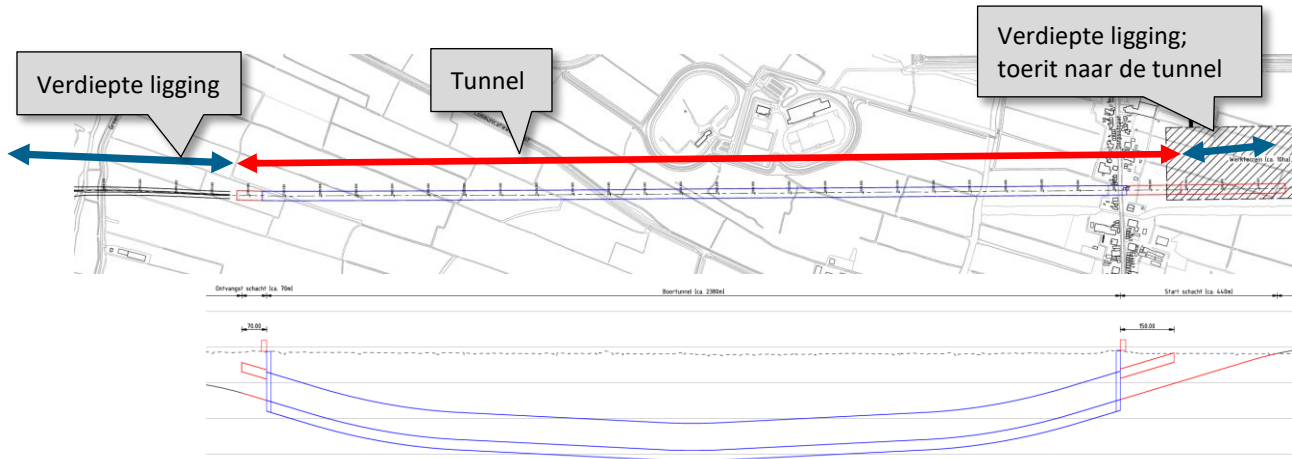
6.2 Techniek en kosten

De raming van de kosten van een tunnel is gebaseerd op een geboorde tunnel. De kosten van een Verbinding A8-A9 in een tunnel bestaan uit de kosten van de boortunnel zelf, plus de (extra) kosten van andere onderdelen van de wegverbinding. Een tunnel impliceert tevens een verdiepte ligging ter plaatse van de aansluiting op de A9 en het realiseren van de aansluiting Saendelft.

De investeringsraming van de geboorde tunnel zelf komt op een bedrag van ca. 410 miljoen euro (plus of min 30%). Dit is een bedrag inclusief de opslagen voor engineering, overige bijkomende kosten en risicoreservering en exclusief vastgoedkosten en BTW. Er is verder een robuust bedrag opgenomen als risicoreservering. Het bedrag dekt alle kosten voor de tunnel, dus inclusief de benodigde dwarsverbindingen en inrichtingselementen voor de veiligheid. In dit bedrag is geen rekening gehouden met de kosten van de overige delen van de Verbinding A8-A9, met name de verdiepte aansluiting op de A9 en de aansluiting Saendelft.

Naast de investeringskosten moet er rekening mee worden gehouden dat voor een tunnel in de gebruiksfase kosten moeten worden gemaakt voor het bedienen van de tunnel, beheer en onderhoud. Deze kosten liggen hoger dan de kosten van regulier wegvak en voor een verdiepte ligging.

De kosten van een tunnel met vergelijkbare lengte met een conventionele open bouwtechniek ligt naar verwachting in dezelfde orde van grootte als van een geboorde tunnel.



Figuur 6.1: Maximale lengte van de tunnel en verticaal alignement (zie bijlage 1 voor grotere tekening)

Aanlegfase

De tunnel wordt aangelegd met een tunnelboormachine. Deze is ongeveer 100 meter lang. De aanlegfase begint met het inrichten van het bouwterrein en het bouwen van de startschacht voor de tunnelboor. Na de aanleg van de eerste buis wordt de tunnelboor gedemonteerd en teruggebracht naar de startschacht voor het boren van de tweede buis. De boortijd per buis is ongeveer 6 maanden, maar daarvoor en daarna is tijd nodig voor het bouwen en weer verwijderen van de schachten en het inrichten van de tunnel en het aanbrengen van de technische voorzieningen. In de aanlegfase van totaal ongeveer 3 tot 4,5 jaar is een bouwterrein noodzakelijk en moet rekening worden gehouden met omgevingseffecten (geluid, lucht, trillingen e.d.). In het rapport is een aanname gedaan voor de locatie van het werkterrein. Het werkterrein is onder andere nodig voor het verwerken van de grond die als boorslurry uit de tunnel komt.

Voor de aanvoer van materiaal en materieel en voor de afvoer van vrijkomende grond is veel vrachtverkeer nodig. Er kan worden overwogen het transport (deels) per schip over de Nauernasche Vaart te laten plaatsvinden.

6.3 Omgevingseffecten

De tunnel is voor het wegennet een minder robuuste oplossing dan een weg op maaiveld of een verdiepte ligging. Dat komt door de veiligheidseisen (geen congestie in de tunnel, geen vervoer van gevaarlijke stoffen).

In de aanlegfase treden door de aanleg en het gebruik van de bouwterreinen en bouwwegen effecten op (geluid, trillingen). Het tracé van de verbinding en de verschoven aansluiting Saendelft liggen dicht bij een deel van het Natura 2000-gebied Polder Westzaan. Dat is een groot risico voor de haalbaarheid van de tunnel.

De tunnel heeft geen invloed op de effecten van de Verbinding A8-A9 op de Stelling van Amsterdam. In het gebied van de Stelling is de variant met een tunnel gelijk aan de variant Knoop verdiept (of eventueel Half klaverblad verdiept).

De tunnel zal ertoe leiden dat in het landschap van de open polders tussen Assendelft en de golfbaan niets merkbaar is van de Verbinding A8-A9. Nabij de Groenedijk is een (klein) dienstgebouw nodig bij de tunnelmond. Bij de oostelijke tunnelmond is een groter dienstgebouw nodig.

De oostelijke tunnelmond ligt ongeveer ter hoogte van de Dorpsstraat. Voor de Dorpsstraat is de tunnel (in vergelijking met het Golfbaanalternatief zoals dat is onderzocht in de Planstudie 2^e fase) geen verbetering en mogelijk zelfs een verslechtering als (als gevolg van de aansluiting Saendelft de tunnelmond ten westen van de Dorpsstraat komt te liggen).

6.4 Conclusie

Een tunnel ter plaatse van de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam is technisch niet onmogelijk, maar kan alleen met een open bouwmethode worden gebouwd en niet worden gecombineerd met een tunnel over de gehele lengte van het tracé. Voor het behouden of versterken van de OUV van de Stelling van Amsterdam heeft een dergelijke korte tunnel, in vergelijking met een verdiepte ligging, maar een beperkte meerwaarde. In het open landschap ten oosten van de Stelling van Amsterdam is daarnaast meer ruimte nodig om de vier tunnelbuizen over te laten gaan in een stroomweg met 2x2 rijstroken. De weg wordt in het open poldergebied (tussen de tunnel en de aansluiting Saendelft) breder.

Een lange tunnel, die het open landschap tussen de Groenedijk en Assendelft spaart, kan niet worden gecombineerd met een tunnel bij de doorsnijding van de Stelling van Amsterdam.

De Verbinding A8-A9 heeft als doelen de leefbaarheid en de bereikbaarheid te verbeteren. De tunnel is een minder robuuste oplossing voor deze doelen dan een variant op maaiveld of met een verdiepte ligging. Dat komt doordat een tunnel gevoeliger is voor incidenten en beperkingen kent voor het transport van gevaarlijke stoffen.

In de zone tussen de Dorpsstraat van Assendelft en de Nauernasche Vaart heeft de bouw van de tunnel in de aanlegfase een duidelijke impact, waarbij het effect op het Natura 2000-gebied een groot risico is voor de haalbaarheid. In de gebruiksfase is in het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart de impact op de omgeving groter dan bij het Golfbaanalternatief, zoals dat is onderzocht in de Planstudie 2^e fase. Dat wordt vooral veroorzaakt door de aansluiting Saendelft, die in dit gebied moet worden gerealiseerd. Als er voor wordt gekozen de tunnel verder uit te werken ligt er voor het gebied tussen de Dorpsstraat en de Nauernasche Vaart een complexe ontwerpgevare. Dit heeft te maken met het inpassen van de aansluiting Saendelft, de mogelijke situering van de tunnelmond, de startschacht, het bouwterrein en de bouwlogistiek, de effecten voor de leefomgeving en de effecten op het Natura 2000-gebied.

Alles overziend vraagt de tunnel, met een maximale lengte van ongeveer 2,5 kilometer, een forse investering, die geen meerwaarde heeft voor het behouden of versterken van de OUV van de Stelling van Amsterdam en die een minder robuuste oplossing is voor de problematiek van de bereikbaarheid en de leefbaarheid dan een weg op maaiveld of een weg met een verdiepte ligging. De positieve effecten van een tunnel op het behoud van het landschap en de natuur doen zich vooral voor in de open poldergebieden tussen Assendelft en de Groenedijk bij de golfbaan. In dit gebied leidt de tunnel tot negatieve effecten voor de leefbaarheid en natuur. Dit speelt zowel in de aanleg- als de gebruiksfase.

Omdat een tunnel geen tot zeer beperkte meerwaarde heeft voor de OUV van de Stelling van Amsterdam, is het advies een tunnelvariant niet verder uit te werken.

Bijlage 1 Tekening van de boortunnel

Bijlage 1 Tekening van de boortunnel

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT
T. 06 22976213
E. lex.runia@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.