Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

RWS BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Ombouwstrategie PTZ

Onderzoek naar ombouwmethode en beperking verkeershinder

Datum	17-12-2024
Versie	3.1
Status	Versie tbv contract Drechttunnel

Colofon

Uitgegeven door	Projectteam PTZ
Auteurs	B. de Vos, L. Verhagen, J. Naber
Informatie	
Telefoon	0615446983
E-mail	bob.de.vos@rws.nl
Datum	17-12-2024
Versie	3.1
Status	Versie tbv contract Drechttunnel

Versiebeheer

0.1	Concept	Bestaand document "TM-130 Rapport Ombouwstrategie PTZ" opgenomen in de huisstijlvorm rapport in dit document en kleine aanvullingen uitgevoerd
0.9	Concept	Update met kleine aanvullingen, o.a. info over impact van andere projecten en concept multi-criteria analyse
1.0	Definitief voor Tussenmoment	Update om conclusies en adviezen helder te maken voor het tussenmoment; daarnaast beter in lijn gebracht met de Besluitvormingsnotitie
1.9	Ter review (voor Beslismoment 2)	Update met laatste resultaten ten behoeve van beslismoment 2: besluit om duidelijke voorkeur uit te spreken voor parallel opbouwen
1.95	Concept	Reviewcommentaar verwerkt
2.0	Definitief	Review BM2 verwerkt
3.0	Definitief	Vorige versie uit 2022 geactualiseerd
3.1	Definitief	Referentie naar Memo Duurzaamheid PTZ verwijderd

Deze versie van de Ombouwstrategie PTZ is inhoudelijk identiek aan de versie voor de Norodtunnel

Gerefereerde documenten

	Doc ID	Titel	Versie	Datum
[1]	RWS00892-499657807-2630	Memo Scope Installaties	1.9	31-mrt-22
[2]	RWS00892-208775007-1885	Bereikbaarheidsstrategie Project Tunnelrenovaties Zuid-Holland (PTZ)	1.9	28-mrt-22
[3]		IA Bouwblokkenstrategie		

Belangrijkste wijzigingen in versie 3.0:

- Verwijzingen naar combinatie mogelijkheden met andere projecten zijn uit dit document gehaal. De blijken volatiel, de combinatiemogelijkheden worden verder opgenomen in bereikbaarheidsplannen per tunnel en worden daar actueel gehouden.
- Verdergaande inzichten op civiel onderzoek en verwerking daarvan hebben geleid tot textuele aanpassingen.
- Verwijzingen naar bouwblok 3BT en overige bouwblokken zijn aangepast aan de actuele status Q2-2024. Er wordt in deze versie ook meer nadruk gelegd op de ontwerpnota's.
- Er zijn kleine aanapssingen in de tekst aangebracht n.a.v. recente ervaringen op het gebied van hinder en het werken tijdens afsluitingen (ervaringen 1e Heinenoordtunnel).
- Het hoofdstuk onderhoudsstrategie is herschreven nav besluit om MJO tot 2039 in de PTZ contracten op te nemen.

Belangrijkste conclusies en aanbevelingen/ Wrap-up:
In de Planfase zijn voor de renovaties van de PTZ-tunnels diverse scenario's voor ombouw doorgenomen. Hierbij is gekeken naar de aspecten veiligheid, omgeving en techniek. Binnen het aspect "techniek" zijn verschillende ombouwmethoden tegen het licht gehouden.

Dit rapport onderzoekt een aantal thema's die resulteren in de volgende conclusies:

1. De parallelle opbouwmethode met een combinatie van week-, weekend- en nachtafsluitingen heeft duidelijk de voorkeur bij de ombouw van de PTZ-tunnels: dit is de optie die voldoende veiligheid biedt, verreweg de minste hinder oplevert en de meeste planningsruimte geeft aan de andere renovatieprojecten in de regio; anderzijds vraagt deze methode wel de meeste voorbereiding. Na verder onderzoek is gebleken dat deze methode in ieder geval succesvol kan worden toegepast bij de Noord-, de Drecht- en de Beneluxtunnel.
2. De "klassieke" oud-voor-nieuw methode (tijdens een langdurige afsluiting eerst alle oude installaties verwijderen en dan nieuwe installaties opbouwen) is alleen een alternatief, wanneer goede omrijdroutes beschikbaar (te maken) zijn. Na afweging van voor- en nadelen is besloten om deze methode niet toe te passen bij de Noord-, de Drecht- en de Beneluxtunnel.
3. De ombouwmethode Microrenovatie (per installatie of zelfs per component vervangen) is met de huidige staat van de tunnels niet goed toepasbaar binnen PTZ en wordt daarom nu verder niet onderzocht. De tunnels worden binnen PTZ zodanig gerenoveerd, dat in de toekomst microrenovaties kunnen worden toegepast en grootschalige renovaties zoveel mogelijk worden vermeden. De nieuwe installaties worden modulair opgebouwd, waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van innovatieve standaardoplossingen en –componenten.
4. De verkeerskundige optie om in verkeersbuizen tegengesteld verkeer te gaan toepassen wordt omwille van verkeersveiligheid alleen beschouwd als laatste optie, wanneer alle veiligere opties niet haalbaar zijn.
5. Het werken in verkeersbuizen waarin ook normaal verkeer rijdt wordt omwille van ARBO-veiligheid niet toegestaan. Dit is een principiële BTO-keuze
6. Het PTZ-project zal veel hinder gaan veroorzaken in de regio gedurende een aantal jaren. Om tunnelafsluitingen en daarmee gepaard gaande verkeershinder zoveel mogelijk te beperken, dient er zo veel als mogelijk veel getest te worden <u>buiten</u> de tunnel; er dient daarom een separate testomgeving beschikbaar te zijn om de installaties van alle tunnels buiten de tunnel te kunnen testen.
7. Het Bevoegd Gezag wordt betrokken bij de plannen, ontwerpen en testen van de renovaties op het moment dat de plannen een goed volwassenheidsniveau hebben.
8. Bij het plannen van tunnelafsluitingen zal zorgvuldig moeten worden afgestemd met de andere V&R-projecten in de regio. Dit wordt nader uitgewerkt in de Bereikbaarheidsstrategie Project Tunnelrenovaties Zuid-Holland (PTZ) [2].
9. Ondanks diverse mogelijkheden tot hinderbeperking die het project kan uitvoeren, zal nog rekening gehouden moeten worden met een aanzienlijke hinder. Overwogen dient te worden de huidige 'spelregels' omtrent hinder te versoepelen; zie hiervoor ook [2].
10. In verband met zeer beperkte (om)bouwruimte bij de Sijtwendetunnel is aanvullend onderzoek uitgevoerd en zullen extra dienstgebouwen worden gerealiseerd
11. De invulling van het uitgangspunt "zoveel mogelijk testen buiten de tunnel" wordt in de contractfase verder uitgewerkt en geconcretiseerd"
12. Er dient nog te worden uitgewerkt en afgestemd wat de wijze is waarop PTZ objectief kan vaststellen dat de bouwblokken bij PTZ toepasbaar zijn en dat alle producten passen binnen het ontwerpproces van PTZ. Dit dient te worden beschreven in de IA Bouwblokken strategie

Inhoud

1 Inleiding 7
1.1 Doel van dit rapport 7
1.2 Samenhang documenten beslismoment 2 7
1.3 Achtergrond 8
1.4 Strategie voor de ombouw en leeswijzer rapport 9

2 Projectdoelstelling, visie, uitgangspunten en werkhypotheses 11
2.1 Projectdoelstelling (vanuit Plan van Aanpak Planfase) 11
2.2 Visie op het ombouwen van tunnels 11
2.3 Uitgangspunten en werkhypothesen 12
2.3.1 Toepassing Landelijke Tunnel Standaard LTS 12
2.3.2 Civiele aanpassingen 12
2.3.3 Toepassing bouwblokken 12
2.3.4 Openstellingsvergunningen 13
2.3.5 Thema Omgeving (Bevoegd Gezag en Draagvlak) 13
2.3.6 Één besturingssysteem actief 14
2.3.7 Duurzaamheid en hergebruik 14

3 Proces bepaling Ombouwmethodiek 15

4 Ombouwmethoden 17
4.1 Methode 1: Oud-voor-nieuw 17
4.2 Methode 2: Microrenovatie 18
4.3 Methode 3: Parallel opbouwen 20

5 Verkeerssystemen 23
5.1 Ombouwmethode: Oud-voor nieuw 23
5.1.1 Verkeerssysteem: volledige afsluiting 23
5.1.2 Verkeerssysteem: gedeeltelijke afsluiting 23
5.2 Ombouwmethode: Parallelle opbouw 25
5.3 Verkeerssysteem: Tegenverkeer 28

6 Veiligheid, hinder, bereikbaarheid 29
6.1 Analyse veiligheid en hinderaspecten 29
6.2 Globaal beeld van de te verwachten afsluitingsduur 31
6.3 Bereikbaarheid tijdens de renovatie van de tunnels 31

7 Ondersteunende maatregelen om hinder te beperken 32
7.1 Uniformiteit, modulaire opbouw, standaardisatie 32
7.2 Inzet van testsystemen en digital twin 33
7.2.1 Testsystemen 33
7.2.2 3D en Digital twin 34

8 Impact van andere projecten 35
8.1 1e Heinenoordtunnel (A29) 35
8.2 Van Brienenoordbrug (A16) 35
8.3 Beschikbaar komen van de Blankenburgverbinding en de verlengde A16 35
8.4 Sijtwendetunnel en A4HLN14 35
8.5 Noordtunnel A15 in combinatie met Brug over de Noord (N915) 36
8.6 Botlek- en Thomassentunnel 36

8.7 Overige projecten 36

9 Strategie voor onderhoud tijdens renovatie 37
9.1 Meerjarig onderhoud 37
9.2 Onderhoud van bestaande installaties tot migratiemoment 37
9.3 Onderhoud van nieuwe apparaten tijdens renovatie 37

10 Bijlagen 39

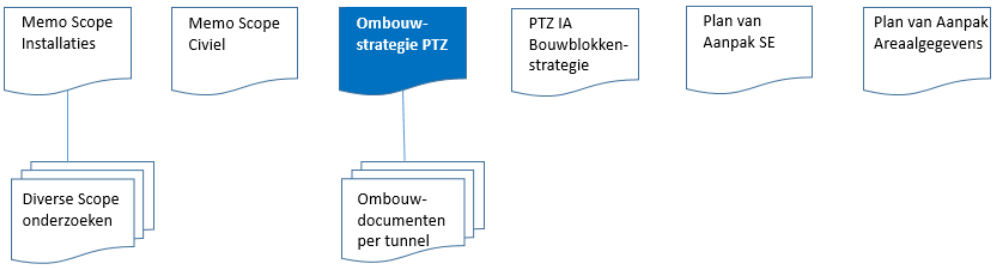
1 Inleiding

1.1 Doel van dit rapport

In dit rapport wordt de ombouwstrategie besproken op overkoepelend niveau, dus voor alle PTZ-tunnels. Hier worden ook de besluiten vastgelegd, die voor alle PTZ-tunnels van toepassing zullen zijn.
Het doel van dit rapport is om een verkenning te doen van verschillende scenario's voor ombouwwijzen voor tunnels en na een zorgvuldig afweegproces te komen tot een beperkt aantal scenario's die interessant zijn voor de ombouw van de PTZ-tunnels. Omdat het praktisch gezien niet mogelijk is alle mogelijke scenario's tot in detail uit te zoeken, willen we eerst komen tot een selectie van de meest kansrijke scenario's. Vervolgens willen we deze beperkte set scenario's gaan onderzoeken per PTZ-tunnel, waarmee we richting geven aan de ombouwstrategie en een ombouwplan per tunnel.

Bij het opstellen van dit rapport is gebruik gemaakt van de ervaringen van project VIT2 en ervaringen en relevante documenten vanuit de Renovatie Eerste Heinenoordtunnel; verder is gebruik gemaakt van het Groeiboek renoveren 2023 - COB[1], hierna verder aangeduid als het Groeiboek.

1.2 Samenhang documenten beslismoment 2



Dit document beschrijft de algemene, overkoepelende ombouwstrategie van de PTZ-tunnels. Per tunnel is er een specifieke ombouwstrategie en een ombouwplan gemaakt. Zie hiervoor verder sectie 1.4

[1] Het Centrum voor Ondergronds Bouwen (COB) is een netwerkorganisatie gericht op het verzamelen, ontwikkelen en ontsluiten van kennis over en gerelateerd aan ondergronds ruimtegebruik. Het COB werkt met en voor alle partijen die een rol spelen in de ontwikkeling van het ondergronds bouwen, zoals grote opdrachtgevers, overheden, ingenieursbureaus, bouwers, onderzoeksinstellingen en toeleveranciers. Hiermee is het COB een belangrijk kennisplatform, ook voor tunnelrenovaties. www.cob.nl

1.3 Achtergrond

De scope van het project omvat de renovatie van 7 wegtunnels in de provincie Zuid-Holland:

- De Beneluxtunnel (BET) (bestaande uit 1e & 2e Beneluxtunnel, bevat tevens 2 Langzaamverkeersbuizen)
- De Drechttunnel (DET)
- De 2e Heinenoordtunnel (THT, bestaat uit 2 Langzaamverkeersbuizen)
- De Noordtunnel (NOT)
- De Sijtwendetunnel (SIJT) (bestaande uit de Spoor-, Park- en de Vliettunnel)
- De Botlektunnel (BOT, MaVa tunnel)
- De Thomassentunnel (THO, MaVa tunnel)



Tussen de PTZ-tunnels onderling zijn verschillen aan te geven:

- De scope van de renovatie (per tunnel zijn er kleine verschillen welke installaties aan vervanging toe zijn)
- Aantal buizen (Benelux 6, waarvan 2 Langzaam Verkeer, Drecht 4, Noord 2, Botlek 2, Thomassen 2, Sijtwende 3x2, Tweede Heinenoord 2 Langzaam Verkeer)
- Bestemming: autoverkeer of langzaam verkeer (voetgangers, (brom-)fietsers en landbouwverkeer)
- Fysieke staat (met daaraan gekoppeld de keuze om wel of geen civiele werkzaamheden mee te nemen bij de renovatie)
- Ligging ten opzichte van alternatieve (omleidings)routes
- Verschillen in vluchtconcept

De planfase is bij Beslismoment 2 afgerond voor de Drecht-, Benelux-, en de Noordtunnel. Voor de andere tunnels wordt de planfase gecontinueerd en afgerond in 2024. De redenen voor dit besluit zijn:

- De Drecht-, Benelux- en Noordtunnel hebben qua tecnische staat een hoge urgentie voor renovatie
- De Sijtwende tunnel, die ook een hoge urgentie kent, vraagt meer tijd voor planfase onderzoeken voor o.a. de mogelijkheden om af te sluiten en voor het creëren van extra ruimte (dienstgebouwen) ten behoeve van parallel ombouwen
- De Botlek en de Thomassentunnel vallen onder een lopend DBFM-contract en vragen daarom in ieder geval contractueel om een andere aanpak; hiervoor is besloten eerst een separaat onderzoek uit te laten voeren door een externe partij
- De Tweede Heinenoordtunnel is een Langzaam Verkeerstunnel; renovatie heeft daardoor duidelijk minder impact en kan daarom in een later stadium verder worden uitgewerkt.

Voor deze vier tunnels zal de planfase nog worden gecontinueerd tot een volgend beslismoment.
De scope, de overeenkomsten en de verschillen tussen de tunnels zijn als onderdeel van de LTS Impactanalyse in kaart gebracht (TM-160) en vastgelegd in de Memo Scope Installaties [1]

Behalve deze tunnels zijn er, buiten de scope van PTZ, nog diverse andere objecten in de directe omgeving die gerenoveerd dienen te worden in de komende jaren, zie hiervoor https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/projectenoverzicht/samen-werken-aan-een-bereikbaar-zuid-holland/projecten.
Deze renovaties bieden voor PTZ zowel bedreigingen als kansen. Enerzijds zal de hinder die de andere renovaties veroorzaken beperkingen opleggen aan PTZ om in dezelfde periode werkzaamheden uit te voeren. Anderszijds kan er door slimme combinatie van activiteiten worden "meegelift" op andere afsluitingen, waardoor de totale hinder kan worden beperkt. Een aantal van deze situaties wordt verder toegelicht in hoofdstuk 8.
Vanuit het oogpunt van verkeer en verkeershinder zal er met een brede blik gekeken moeten worden naar de gevolgen van de renovatie van de PTZ-tunnels.

Bij het renoveren van tunnels spelen verschillende aspecten een rol waarvoor een goede afweging moet worden gemaakt. Denk hierbij in de eerste plaats natuurlijk aan veiligheid: voor de weggebruiker, voor de mensen die het renovatiewerk uitvoeren en voor de beheerder in de fase na de renovatie. Die veiligheid is het best gegarandeerd als de werkzaamheden gescheiden kunnen worden van het verkeer.
Anderzijds zorgt het renoveren van tunnels daarmee voor hinder: er zijn altijd renovatiewerkzaamheden die het noodzakelijk maken (een deel van) het wegverkeer in te perken en/of om te leiden. Vanuit de omgeving ontstaat er druk om deze hinder zoveel mogelijk te beperken en de bereikbaarheid optimaal te houden.
De benodigde bereikbaarheidsmaatregelen om hinder aanvullend te minimaliseren worden uitgewerkt in de Bereikbaarheidsstrategie Project Tunnelrenovaties Zuid-Holland (PTZ) [2].

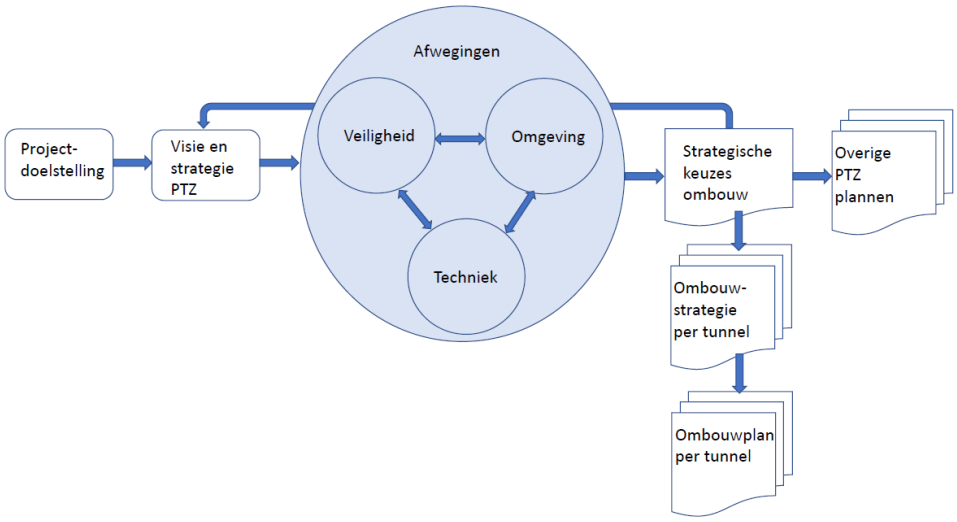
1.4 Strategie voor de ombouw en leeswijzer rapport

Dit rapport is als volgt opgebouwd:
Allereerst kijken we naar de Projectdoelstelling zoals die is geformuleerd in het Plan van Aanpak Planfase. Van hieruit wordt de visie van PTZ ten aanzien van de uitvoering en het resultaat van de renovaties gedestilleerd.
Vervolgens houden we de verschillende ombouwmethoden uit het COB-groeiboek en de daarbij behorende verkeerssystemen tegen het licht. Dit wordt getoetst op relevantie en op de aspecten veiligheid, omgeving en techniek.
Bij het aspect omgeving wordt ook gekeken naar de benodigde vergunningen.

Deze uitwerking leidt tot een conclusie waarin een aantal voorgenomen strategische keuzes worden vastgesteld, waaronder een selectie van ombouwscenario's.
Deze keuzes worden verder per tunnel specifiek gemaakt. De resultaten hiervan worden opgenomen in specifieke documenten per tunnel:

- In de ombouwstrategie per tunnel worden de voorgenomen strategische keuzes uit dit document toegepast bij de specifieke tunnels; voor iedere tunnel wordt onderzocht wat de optimale ombouwstrategie is vanuit de aspecten veiligheid, techniek en hinder: de verkeersanalyses per tunnel worden opgenomen in deze documenten
- In het ombouwplan per tunnel wordt de gekozen optimale ombouwstrategie van de tunnel stap voor stap uitgewerkt tot een plan dat als basis kan dienen voor het ombouwplan van de aannemer. Het ombouwplan dient vooral ter verificatie van de ombouwstrategie.

Deze documenten zijn onderdeel van de vervolgstappen en komen in dit rapport niet aan de orde. Een en ander is schematisch weergegeven in figuur 1. Het proces om tot deze resultaten te komen verloopt iteratief. Dit houdt in dat resultaten van onderzoeken per tunnel (kunnen) leiden tot aanpassingen in de algemene strategie. Dit iteratieve proces wordt beschreven in hoofdstuk 3.



Figuur 1: Schema afleiding strategische keuzes en ombouwplannen

2 Projectdoelstelling, visie, uitgangspunten en werkhypotheses

2.1 Projectdoelstelling (vanuit Plan van Aanpak Planfase)

"Hoofddoelstelling van het project is te zorgen dat, door het uitvoeren van een renovatie, de zeven tunnels veilig en beschikbaar blijven. Daarbij wil het project bijdragen aan versterking van de robuustheid en duurzaamheid van het netwerk. En aan de verhoging van efficiency van beheer, onderhoud en bediening. Onderdeel daarvan is het op orde brengen van areaalgegevens en een goede overdracht van de projectgegevens aan de beheerder.
De planfase is gericht op de voorbereiding van de realisatiefase zodat de renovaties veilig kunnen worden uitgevoerd, en daarnaast zo min mogelijk hinder veroorzaken. Doel is om binnen deze randvoorwaarden efficiënt en conform afspraken de renovatie te realiseren.
Tot slot is het doel om kansen voor innovatie te benutten."

Randvoorwaarden

De volgende randvoorwaarden maken een onlosmakelijk onderdeel uit van de projectdoelstelling:

A. Tunnelveiligheid: Er moet voor, tijdens en na de renovatie voldaan worden aan de eisen t.a.v. tunnelveiligheid: de tunnels dienen na renovatie van de tunneltechnische installaties te voldoen aan de Landelijke Tunnelstandaard LTS, om daarmee te voldoen aan de tunnelveiligheidseisen van RWS.
B. Scope: De technische scope volgens het Scopeformulier dient te worden gerealiseerd.
C. Budget: Het budget volgens het Scopeformulier dient te worden gerespecteerd.
D. Verkeersveiligheid: Renovatiewerkzaamheden, inclusief voorbereiding, mogen niet leiden tot situaties waarin de verkeersveiligheid in het geding komt.
E. Arbo-veiligheid: Renovatiewerkzaamheden, inclusief voorbereiding, mogen niet leiden tot situaties waarin de arbeidsomstandigheden niet veilig zijn.
F. Hulpdiensten: de bereikbaarheid van de hulpdiensten en de daarbij behorende aanrijtijden dienen te worden gewaarborgd tijdens een afsluiting.

2.2 Visie op het ombouwen van tunnels

De visie van het projectteam aangaande de ombouwmethodiek richt zich op drie aspecten:

1. Veiligheid staat altijd op nummer 1;
2. Techniek: De (toekomstige) beschikbaarheid van de tunnels, gekoppeld aan efficiency van beheer, onderhoud en bediening, dient geoptimaliseerd worden door zoveel mogelijk gebruik te maken van uniforme, modulaire, innovatieve en duurzame oplossingen. Zo worden de verschillen tussen de tunnels zo klein mogelijk gehouden. Dit betreft de toepassing van bouwblokken vanuit het IA-sourcing programma van RWS, maar zal ook worden toegepast op andere systemen en installaties; door dit aspect veel aandacht te geven wil het project inzetten op het voorkomen van toekomstige grote renovaties;
3. Omgeving: De bereikbaarheid van het gebied rondom de tunnel dient optimaal te zijn; er zal bij de tunnelrenovaties altijd sprake zijn van hinder, maar deze hinder dient, zowel tijdens als na de renovatie (in de periode van onderhoud) zoveel als mogelijk beperkt te worden voor de omgeving en voor het verkeer; we houden rekening met werkzaamheden/evenementen/bedrijven/ specifieke situaties in de regio. We streven naar optimale bereikbaarheid tijdens de renovatie en in de periode daarna.

2.3 Uitgangspunten en werkhypothesen

Voor het opstellen van de ombouwstrategie worden een aantal uitgangspunten werkhypothesen opgesteld. Deze werkhypothesen zijn binnen de planfase van PTZ getoetst.

2.3.1 Toepassing Landelijke Tunnel Standaard LTS

Bij de realisatie van de renovatie wordt de toepassing van de Landelijke Tunnel Standaard als uitgangspunt genomen.
Bij de eerste tunnels wordt LTS-versie release 1.2 SP2 B4 toegepast.
Per tunnel wordt voor aanbesteding vastgesteld wat de impact is van het toepassen van de LTS op de scope van de renovatie. Er wordt een inventarisatie gedaan naar kleine aanpassingen die benodigd zijn vanuit de LTS en/of die de uniformiteit over de tunnels verbeteren. In voorkomende gevallen wordt een Multi criteria analyse uitgevoerd op wenselijkheid en maakbaarheid.
Deze impact kan op verschillende vlakken spelen, o.a. op de TTI-scope, de civiele scope en de processen (vluchtroutes).
Het issue proces op eventuele afwijkingen wordt zoveel als mogelijk al afgerond voor aanbesteding.

2.3.2 Civiele aanpassingen

In de voorbereiding worden diverse civieltechnische onderzoeken gedaan in de tunnels. Op dit moment zijn de belangrijkste conclusies uit deze onderzoeken:

- Alleen in de Drechttunnel is er grootschalig onderhoud benodigd aan de dakconstructie in de (deels) open delen
- Verder is er bij alle onderzochte tunnels sprake van kleinschalige activiteiten die inpasbaar zijn in de TTI-renovatieopgave van PTZ
- Er lopen nog een aantal onderzoeken die de scope kunnen beïnvloeden (o.a. onderzoek naar de zinkvoegen, klimaatbestendigheid en milieu aspecten)
- Ook wordt onderzocht welke potentiele scope er kan zijn op het vlak van de hittewerende bekleding bij tunnels jonger dan opleveringsjaar 2000, namelijk de SIJT en 2e BET (en THO).

2.3.3 Toepassing bouwblokken

PTZ past bouwblokken vanuit het IA-sourcing programma toe, mits minimaal aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- PTZ krijgt hiertoe opdracht vanuit het Bestuur;
- De bouwblokken zijn tijdig beschikbaar en van een dusdanige kwaliteit dat ze geschikt zijn om specifiek te maken voor en toe te passen door voor de PTZ-tunnels; de criteria hiervoor zijn opgenomen in het document IA Bouwblokken strategie [3];
- Daarnaast dienen ook de bijbehorende documenten gereed te zijn en moet vaststaan op welke wijze PTZ objectief kan vaststellen dat deze bouwblokken bij PTZ toepasbaar zijn en dat alle producten passen binnen het ontwerpproces van PTZ. Het moet aantoonbaar duidelijk zijn dat het bouwblok aan de LTS eisen voldoet en dat het bouwblok past bij de LTS versie die voor de tunnel van kracht zal zijn.
- In 2023 is het voorschrijven van bouwblok 3BT (tunnelsoftware) geparkeerd. Vooralsnog zal het ontwikkelen van deze software uitgevoerd dienen te worden binnen de project-portfolio’s.

2.3.4 Openstellingsvergunningen

Alle PTZ-tunnels waren reeds voor de inwerkingtreding van de WARVW in exploitatie en zijn derhalve niet voorzien van een openstellingvergunning. De enige uitzondering is de Thomassentunnel, die een openstellingsvergunning heeft gekregen toen in 2014 een derde rijstrook is geopend.

Voor bestaande tunnels is een openstellingsvergunning vereist indien er sprake is van een "wezenlijke wijziging". Voor de PTZ-tunnels is hier mogelijk sprake van indien het vluchtconcept wordt gewijzigd. Het vervangen van het 3B systeem door het Bouwblok 3BT wordt door steunpunt Tunnelveiligheid niet als een wezenlijke wijziging gezien, maar als een 1-op-1 vervanging.

Het aanvragen van openstellingsvergunningen valt onder de verantwoordelijkheid van Omgevingsmanagement. Hiervoor is het "*Memo stappenplan en redeneerlijn openstellingsvergunning"* opgesteld en behandeld in de stuurgroep. Dit stappenplan zal worden gevolgd.
Per tunnel zal vervolgens worden bepaald of er een openstellingsvergunning nodig zal zijn.

2.3.5 Thema Omgeving (Bevoegd Gezag en Draagvlak)

Deze paragraaf gaat over het betrekken van het Bevoegd Gezag (afgekort BG) bij de activiteiten in het PTZ-project. Het College van B en W is het Bevoegd Gezag voor het verlenen van een omgevings- en openstellingsvergunning van tunnels. BG kan een openstelling tegenhouden als de uitrusting niet voldoet aan de (gestandaardiseerde) uitrusting (voor nieuwe tunnels), de tunnel niet voldoet aan de Warvw of Rarvw, of de tunnel niet voldoet aan eisen voor tunnels in het Bouwbesluit (art. 8 Warvw).

Naast het Bevoegd Gezag dient ook de juiste aandacht te worden besteed aan het draagvlak vanuit de omgeving van bedrijven, omwonenden en weggebruikers.

Het informeren en betrekken van alle stakeholders valt onder de verantwoordelijkheid van Omgevingsmanagement (OM). Het Technisch Team informeert OM tijdig over de plannen en ideeën die relevant zijn voor de besprekingen met de stakeholders.

Werkhypothese:
Het projectteam PTZ is door de toepassing van de LTS hoe dan ook gehouden om alle activiteiten te doorlopen die nodig zijn om een veilige inzet van de tunnel mogelijk te maken en dat als zodanig ook aan te tonen.
De vraag of er wel of niet een openstellingsvergunning aangevraagd moet worden heeft geen invloed op de scope voor PTZ.

De producten die door PTZ worden gegenereerd, komen ook ter beschikking aan de beheerder.
Het is vervolgens aan de beheerder om te besluiten om daadwerkelijk een nieuwe openstellingsvergunning aan te vragen.

Werkhypothese:
PTZ dient in de planvorming rekening te houden met een werkwijze waarin rekening gehouden wordt met de doorlooptijd van een openstellingvergunning.

2.3.6 Één besturingssysteem actief

Bij de renovatie van de tunnels worden nieuwe installaties geplaatst en aangesloten op een nieuw besturingssysteem. In sommige gevallen (bij parallelle opbouw) zou de situatie kunnen ontstaan dat de oude installaties nog op het oude besturingssysteem zijn aangesloten en nieuwe installaties al zouden worden gekoppeld aan het nieuwe besturingssysteem.
Uitgangspunt is dat er tijdens renovatie slechts één besturingssysteem actief kan zijn voor de tunnel en dat de tunnel dus slechts via dat ene systeem bedienbaar is.

Het is niet wenselijk om bij een in gebruik zijnde tunnel twee besturingssystemen actief te hebben.
Hieraan liggen een aantal overwegingen ten grondslag:

- Het zou het veiligheidsconcept (met openstellingsvergunning) zodanig aantasten dat er voor elke bouwfase aparte procedures nodig zijn.
- Complexe situatie met betrekking tot OTO in de diverse bouwfases
- Problematiek met de interbuiscoördinatie en de besturing van de Veilige Ruimtes tussen de buizen
- Onwenselijkheid twee verschillende bedieninterfaces bij de bedienaar/ twee verschillende bediendesks met dubbele bezetting

Het nieuwe besturingssysteem kan pas in gebruik worden genomen als nieuwe installaties aantoonbaar goed werken en ook in de laatste buis/buizen is/zijn omgebouwd. De integrale werking van het geheel dient aangetoond te zijn door een set van testen, afgerond met integrale testen in de tunnel. Daarna kunnen de oude installaties worden verwijderd.

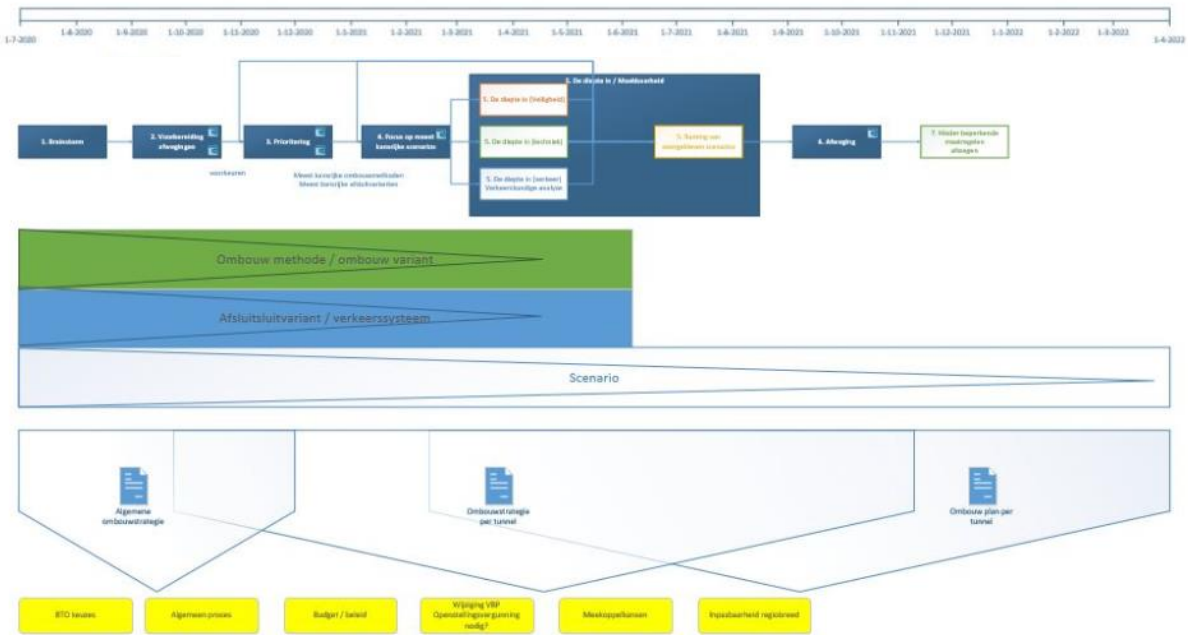
2.3.7 Duurzaamheid en hergebruik

Bij de renovaties van de PTZ tunnels zal zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van duurzame oplossingen en hergebruik van materialen.

3 Proces bepaling Ombouwmethodiek

De ontwikkeling van de ombouwstrategie van de PTZ-tunnels is gestart aan het begin van de planfase in 2021 en is verder doorgelopen tot aan het huidige beslismoment 2. In deze periode is de strategie steeds verder geconvergeerd en uitgewerkt in een set van documenten, van dit algemene ombouwstrategie-document tot ombouwstrategieën en –plannen per tunnel. In dit proces zijn diverse aspecten onderzocht die de ombouwstrategie mede bepalen. Dit zijn bijvoorbeeld de mogelijke methoden van ombouw en de verkeerssituaties van de tunnels. Verder is gebruik gemaakt van resultaten van onderzoeken uit andere thema's, zoals de LTS Impactanalyse, de TTI scope, ideeën en ontwikkelingen op het vlak van uniformiteit en het inzetten van tools om testen buiten de tunnel mogelijk te maken.
Gedurende deze "looptijd" zijn er steeds keuzes gemaakt, die als voorgenomen besluiten zijn voorgelegd aan het IPM-team. Er zijn alternatieven gewogen om vast te stellen of ze verder onderzocht moesten worden of juist afvielen in het proces. De voorgenomen besluiten zijn toegelicht in de ombouwstrategie-documenten en middels een oplegmemo aan het IPM-team voorgelegd om een besluit over te nemen.

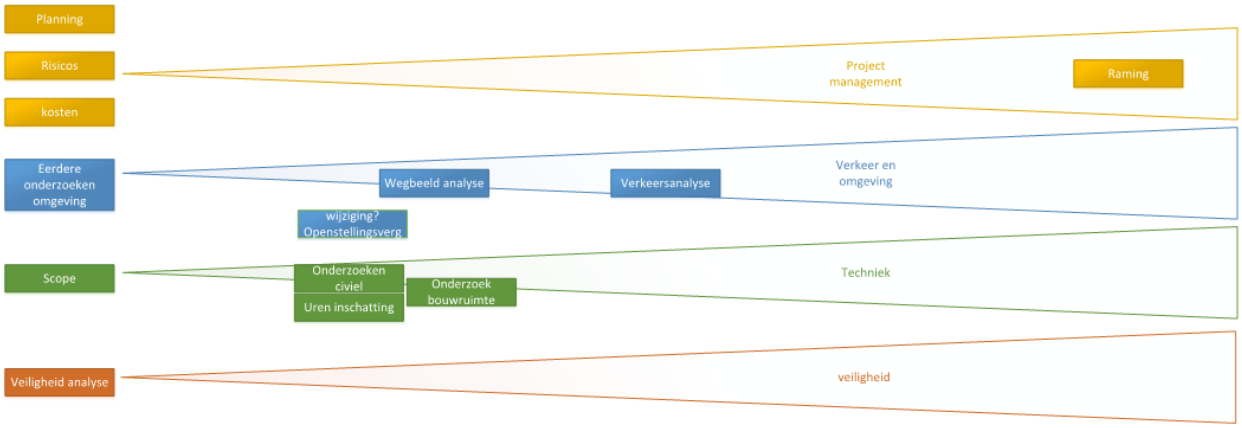
Uitgezet in de tijd ziet dit proces er als volgt uit (voor uitvergrote versie zie bijlage C):



Direct onder de tijdsbalk zien we de stappen die we genomen hebben om uiteindelijk te komen tot een gedetailleerd ombouwplan per tunnel. Na een brainstormfase hebben we een eerste inventarisatie gedaan van de criteria waartegen we de nog te ontwikkelen alternatieven wilden afwegen. Vervolgens hebben we een eerste grove selectie gemaakt van de ombouwmethodes en de bijbehorende verkeerssystemen. Dit wordt in het midden van de figuur weergegeven door het convergeren of trechteren naar steeds minder varianten. Ook zien we dat deze eerste keuzes zijn vastgelegd in (eerdere versies van) dit rapport met de algemene ombouwstrategie, waarna we een start hebben gemaakt met de ombouwstrategie per tunnel. Hierin hebben we de gemaakte keuzes toegepast op de specifieke tunnels. Dit leidde tot nieuwe inzichten die ook op andere tunnels van toepassing zijn. Om deze reden zijn er een aantal

terugkoppel-loops weergegeven naar eerdere processtappen en is er onderin de figuur een overlap tussen de documenten aangegeven.

Als we kijken naar de informatie die deze stappen opleveren voor projectmanagement, dan zien we hier in de tijd juist een toename. Er is steeds meer inzicht gekomen in een (realistische) planning van de renovaties, in de risico's en in de kosten. Dit is weergegeven in de onderstaande figuur (voor uitvergrote versie zie bijlage C):



4 Ombouwmethoden

In hoofdlijnen zijn er twee stromingen voor de renovatie van een tunnel.

1. De tunnel wordt als geheel voor een ononderbroken lange periode afgesloten voor het verkeer waarbinnen alle benodigde activiteiten worden uitgevoerd.
2. De tunnel of onderdelen daarvan worden voor meerdere kortere perioden afgesloten, waarbij de tunnel tussentijds beschikbaar is voor het verkeer.

Binnen de tweede stroming zijn een aantal varianten denkbaar. Deze zullen in dit hoofdstuk kort worden uitgelegd, met de bijbehorende voor- en nadelen.
Per methode wordt aangegeven of deze voor PTZ interessant is om in het verdere onderzoek mee te nemen.

4.1 Methode 1: Oud-voor-nieuw

Binnen deze ombouwmethode wordt de gehele tunnel ononderbroken afgesloten voor het verkeer en worden eerst de oude installaties verwijderd en daarna de nieuwe aangebracht. Vervolgens worden de nieuwe installaties getest en op basis van de testresultaten kan de tunnel (-indien noodzakelijk- na toekenning van een openstellingsvergunning) weer worden geopend voor het verkeer.

Zodra wordt gestart met het ontmantelen van de oude installaties kan het verkeer geen gebruik meer maken van de tunnel tot het moment dat deze voorzien is van nieuwe installaties en de tunnel na de nodige testen weer is opengesteld.
De belangrijkste reden daarvoor is dat een veilige passage van de tunnel niet kan worden gegarandeerd door het ontbreken van (delen) van de installaties.
Deze methode gaat dan ook gepaard met een aanéénsloten lange periode van buitendienststelling van de gehele tunnel.

Voor deze werkzaamheden is de volgende tijdsinschatting gemaakt (24/7 roosters):

- Voor het demonteren van de installaties in de tunnelbuis, het demonteren van de installaties in technische ruimten en kabelvoorzieningen ca. 2 weken
- Voor het logistieke proces rondom het aanbrengen van nieuwe bekabeling, componenten en installaties in tunnelbuizen en dienstruimten: ca. 6 weken.
- Het inbedrijfstellen van de installaties (onder spanning brengen en in bedrijf stellen): ca. 3 weken (op voorwaarde dat e.e.a. al geheel opgebouwd en getest is geweest op een andere locatie)
- Het testen van de installaties op integraal tunnelniveau: ca. 4 weken eveneens op voorwaarde dat e.e.a. al getest is geweest op een andere locatie en alleen regressie-testen voldoende zijn.
- Na succesvol afronden van de integrale tunneltesten start formeel de periode voor het doorlopen ter verkrijging van een openstellingsvergunning op basis van de testresultaten. Dit is in de regel 14 weken. Mogelijk dat hier in overleg met BG en VB een kortere periode voor afgestemd kan worden, maar daarvoor moet er afgeweken worden van wettelijke termijnen.

In totaal wordt door het projectteam ingeschat dat er voor deze wijze van ombouw ongeveer 15 (+ 14 in het geval van een openstellingsvergunningsprocedure) weken zal gaan duren. Deze inschatting wordt gestaafd door voorgaande renovaties als de Velsertunnel en de 1e Coentunnel.
Hierbij dient opgemerkt te worden dat er in de tijdsinschatting van dit scenario al wordt uitgegaan van veel voorwerk in modulair en geprefabriceerd werken.

De voordelen van de oud-voor-nieuw methode zijn:

- Er hoeft in het werk geen rekening gehouden te worden met wegverkeer. Wel dient er voor de hulpdiensten doorgaans één rijstrook beschikbaar te blijven of snel vrijgemaakt te kunnen worden.
- Veilig werken in de tunnel (controleerbare Arbo-omgeving), afzettingen en omleidingen kunnen 'stevig' neergezet worden.
- Voor de omgeving duidelijke verkeersmaatregelen, lange tijd dezelfde situatie.
- Werk kan in een continu proces uitgevoerd worden.
- Er kan (ook) overdag gewerkt worden, de effectiviteit van arbeidsinzet is daarmee hoger dan in andere varianten.
- Dit alles leidt tot lagere kosten voor de werkzaamheden in de tunnel.

De nadelen zijn:

- Omdat tussentijds de tunnelveiligheid niet geborgd is, kan het verkeer geen gebruik maken van de tunnel, ook niet op momenten wanneer er geen activiteiten in een tunnelbuis plaatsvinden
- (Zeer) grote impact op het verkeer, afsluiting van de tunnel kan leiden tot zeer grote verkeersstagnatie, tenzij er goede omleidingsroutes mogelijk zijn.
- Door de lange afsluitperiode hogere kosten voor verkeersmaatregelen.
- Eenmaal begonnen is er geen weg terug en dit brengt een risico op niet-repareerbare uitloop bij tegenvallers met zich mee: tegenvallers zijn bij renovaties eerder een gegeven dan een risico
- Indien testresultaten tegenvallen of niet geaccepteerd worden is er direct uitloop van de algehele afsluiting
- Er dient in korte tijd onder grote tijdsdruk gewerkt te worden hetgeen de kwaliteit niet altijd te goede komt.
- Zeker bij de grotere tunnels als Benelux en Drecht is voor deze werkwijze een zeer groot aantal vakbekwame mensen nodig. Het de vraag of marktpartijen deze hoeveelheden mensen kunnen leveren.

In hoofdstuk 5 wordt deze methode nog verder beschouwd aan de hand van een aantal mogelijke varianten voor afsluiting van de tunnelbuizen (verkeerssystemen).

4.2 Methode 2: Microrenovatie

Bij een microrenovatie worden slechts één of enkele systemen tegelijk vervangen. Als de stappen niet te groot worden gekozen, blijft de impact hiervan klein en controleerbaar. Bij een juist concept kunnen deze werkzaamheden in korte tijdvakken worden uitgevoerd en kan optimaal gebruik gemaakt worden van verkeersluwe perioden.
Binnen de regels van de wet en de LTS zijn er per ingreep beheersmaatregelen denkbaar die een veilige passage van de tunnel mogelijk maken of waarbij slechts kortdurende afsluitingen nodig zijn.

In zijn kleinste vorm wordt een nieuwe component/onderdeel uitgewisseld binnen het reguliere onderhoudsinterval. In zijn maximale vorm worden een systeem (of een beperkt aantal systemen tegelijk) vervangen door eerst nieuw (parallel) op te bouwen en te testen en dan in een korte afsluiting in gebruik te nemen. Ook kleine software-aanpassingen kunnen op deze wijze gedaan worden.

Voordelen:

- Werkzaamheden in de verkeersbuizen kunnen op low-impacttijden[2] uitgevoerd worden, hinderarm.
- Afsluitingen en omleidingen duren kort en kunnen vallen in verkeersluwe tijdsvensters, waardoor gevaarzetting op de omleiding beperkt blijft.
- Naarmate er meer sprake is van een duidelijke systeemarchitectuur kan de

[2] Low-Impacttijden: tijdvensters waarbij de verkeersintensiteit van de tunnel zodanig is afgenomen dat beschikbare omleidingsroutes voldoende verkeer kunnen overnemen met daarmee beperkte verkeershinder. Bv nachtelijke uren, weekenden, vakantieperioden.

vervanging efficiënter worden uitgevoerd (meer aantoonbaar, minder risico, minder hinder, minder impact in systeem, minder arbeid).
- Systemen kunnen vervangen worden op moment dat ze er aan toe zijn (passend op levensduur).
- Vervangingen kunnen worden uitgevoerd binnen het reguliere onderhoudsproces of kleinschalige projecten.
- Updates/wijzigingen van gebruik zijn sneller in te plannen en uit te voeren.

Nadelen:
- De basissystemen (voeding, communicatie en besturing) dienen wel flexibel genoeg te zijn en dienen een zekere modulariteit te kennen.
- Er dient voldoende ruimte te zijn om nieuw naast oud op te bouwen (kan beperking geven op aantal tegelijk om te bouwen systemen)
- Indien de systeemarchitectuur niet helder is, is er veel 'reversed engineering' en testen noodzakelijk om de bestaande situatie goed te doorgronden.
- Doordat er vaker gewerkt wordt binnen kleine tijdslots, zullen mogelijk vaker kortdurende afzettingen geplaatst moeten worden.
- Het werkvak wordt gevoeliger voor automobilisten die door de afzettingen rijden. (Veel vaker korte afsluitingen, geen inleereffect)
- Sterk variërende verkeersmaatregelen; dat kan lastig zijn voor de omgeving.
- Over de hele linie zullen de kosten hoger zijn doordat er langer een team mensen met vervangingen bezig is.
- Onderhoudspersoneel en bedienaars zullen telkens moeten worden opgeleid op de nieuwe omgeving.
- Het bijhouden van areaalgegevens vergt meer aandacht.
- Veelal zal er gewerkt moeten worden in de nacht. De Arbo-omstandigheden zijn dus minder gunstig.
- Nachtelijke werkuren zijn duur, vaak kan ook maar een beperkt aantal uren gewerkt worden waardoor niet een complete 'shift' gemaakt kan worden. In de praktijk blijken de totale arbeidsuren tot drie keer hoger te zijn dan daguren.

Wanneer we de kenmerken van deze methode aanhouden tegen de scope van PTZ, kunnen we concluderen dat deze methode nu nog niet voldoet. De PTZ-renovatie opdracht omvat nagenoeg alle TTI systemen, inclusief sleutelsystemen als energievoorziening en besturing. De kleinschalige aanpak van de microrenovatie past niet op deze grote renovatievraag. Bovendien zijn de basissystemen in de huidige situatie niet voldoende flexibel en modulair.

In lijn met het tweede aspect van de PTZ-visie moeten de PTZ-tunnels wel zodanig worden gerenoveerd, dat in de toekomst microrenovaties wel degelijk mogelijk zijn en grote renovaties kunnen worden voorkomen.

Dit heeft geleid tot de volgende besluiten:
1. De ombouwmethode Microrenovatie wordt nu verder niet onderzocht in PTZ
2. De tunnels worden binnen PTZ zodanig gerenoveerd, dat in de toekomst microrenovaties kunnen worden toegepast; een modulaire opbouw en uniformiteit zullen ertoe leiden dat onderhoud en vervanging mogelijk is op een kleinschalige en gecontroleerde wijze, zodat grootschalige renovaties zoveel mogelijk kunnen worden vermeden

4.3 Methode 3: Parallel opbouwen

Bij vervangingen van TTI vinden de meeste werkzaamheden plaats buiten de tunnelbuis. Gemiddeld speelt ca 90% van het werk zich af buiten de tunnel, in de technische ruimte van de dienstgebouwen of dienstgang(en) van het middentunnelkanaal en slechts 10% van het werk daadwerkelijk in de tunnelbuis (buizen) zelf (montage en het uitvoeren van een aantal testen).
Bij de parallelle opbouwmethode wordt hierop ingespeeld.
In deze methode worden de nieuwe installaties, die de oude moeten gaan vervangen, parallel opgebouwd en zover als mogelijk (integraal) getest buiten de tunnel of zodanig dat het verkeer daar geen hinder van ondervind.
De tunnel blijft ondertussen operationeel op de bestaande installaties.

Op het moment dat alle nieuwe installaties zijn opgebouwd en zo veel als mogelijk getest zijn, wordt de tunnel geheel afgesloten en volgt de integrale eindtest van het gehele tunnelsysteem.
Bij positief resultaat kan de tunnel dan in gebruik worden genomen op de nieuwe installaties. Hierna worden de oude installaties verwijderd.

Het grote voordeel van deze methode is dat de tunnel in bedrijf kan blijven in de periode dat al een groot deel van de renovatiewerkzaamheden wordt uitgevoerd. De tunnel hoeft dan slechts afgesloten te worden voor die activiteiten die in de tunnelbuis moeten plaatsvinden, zoals het plaatsen van de nieuwe en het verwijderen van de oude installaties, het testen van de systemen en het oefenen door de hulpdiensten.
Het is hierbij ook niet noodzakelijk dat alle werkzaamheden in één ononderbroken periode moeten plaatvinden.
De afsluitingen kunnen in “Low-impacttijden” worden uitgevoerd in een voor betreffende tunnel optimale mix van nachten, weekeinden of (vakantie)weken.

Deze methode kent in grote lijnen het volgende stappenplan. In de ombouwplannen per tunnel wordt dit meer in detail uitgewerkt.

- Gereed maken extra ruimten voor opstellen nieuwe installaties (creeren bouwruimte)
- Aanbrengen nieuw energiesysteem incl. distributie in de gebouwen en de deinstgang(en)
- Aanbrengen nieuwe communicatienetwerken in de gebouwen en de dienstgangen
- Aanbrengen nieuwe Installatiedelen in de technische ruimten, aanbrengen tot in de dienstgang en testen
- *Aanbrengen componenten in de tunnelbuizen (camera’s, armaturen, ect.) in de meest gunstige tijdvensters*
- Uitvoeren van integrale testen van de nieuwe installaties met het nieuwe 3B systeem (deels in schaduwwerking in het verkeer naast de oude installaties, *deels met kortdurende afsluitingen)*
- *Integrale test iSIT uitvoeren op de gehele nieuwe TTI en 3BT*
- Indien van toepassing: tunnel nog even in gebruik houden op de oude installaties totdat openstellingsvergunning is verleend
- *Overschakelen op de nieuwe installaties*
- *Demonteren van de oude installaties.*

NB: De cursief weergegeven stappen zijn werkzaamheden die daadwerkelijk hinder veroorzaken voor het verkeer.

Het voordeel van deze ombouwmethode is dat er alleen hoeft worden afgesloten als er echt fysiek werk in de buis uitgevoerd moet worden. Bovendien bieden deze relatief korte afsluitingen meer flexibiliteit in de afstemming met andere projecten.

Een belangrijke randvoorwaarde voor deze werkwijze is wel dat er voldoende fysieke bouwruimte moet zijn in de dienstgang en de dienstgebouwen om deze te kunnen voorzien van de systeemkasten, kabels, etc. van het nieuwe systeem.

Voor de Drecht-, Benelux-, Sijtwende en Noordtunnel is dit onderzocht middels uitgebreide visuele inspecties van de tunnel- en dienstgebouwen; voor de Drecht-, Benelux- en Noordtunnel is geconcludeerd dat er voldoende mogelijkheden zijn.
Bij de Sijtwendetunnel blijkt er te weinig ruimte te zijn om nieuwe installaties parallel op te bouwen naast de oude installaties. Er zal daarom extra ruimte gecreëerd moeten worden door bijvoorbeeld één of meerdere extra dienstgebouwen te realiseren of door uitbreiding van de bestaande faciliteiten. Een en ander is verder uitgewerkt in de planfase voor deze tunnel.

In een verdiepende studie isper tunnel worden onderzocht wat de verdere mogelijkheden en beperkingen zijn.

Voordelen:

- Werkzaamheden in de verkeersbuizen kunnen op low-impacttijden uitgevoerd worden, hinderarm.
- Omleidingen duren kort en vallen in verkeersluwe tijdsvensters, waardoor gevaarzetting op de omleiding beperkt blijft.
- De kosten voor mitigerende maatregelen kunnen lager uitvallen omdat er geen (minder) rekening gehouden hoeft te worden met spitsverkeer.
- Voor de buitenwereld (bedienaars, hulpdiensten, beheer) is er één helder moment waarop de tunnel wordt gemigreerd.
- De methode heeft het in zich om flexibel gecombineerd te worden met andere werkzaamheden in het areaal. Stel dat er elders al hinder veroorzaakt wordt, dan kan het denkbaar zijn hiervan gebruik te maken door alvast delen van het renovatie werk in de tunnelbuis uit te voeren.

Nadelen:

- Het opbouwen van de nieuwe installaties naast de bestaande vraagt om extra ontwerp- en bouwactiviteiten, zeker als er additionele bouwruimte, kabelvoorzieningen, etc. moeten worden gecreëerd; dit kan extra kosten met zich meebrengen.
- Voor de tijdelijke situatie is meer elektrisch vermogen en koelvermogen nodig. Er zal dus een zekere mate van overdimensionering voor de basisinstallaties nodig zijn.
- Werken in een tunnel waar de bestaande installaties betrouwbaar operationeel moeten blijven, is complex. Zeker oudere kabels zijn gevoelig voor bewegingen.
- Doordat er vaker gewerkt wordt binnen kleine tijdslots zullen mogelijk vaker kortdurende afzettingen geplaatst moeten worden. Ook is het werkvak gevoeliger voor automobilisten die door de afzettingen rijden. Mogelijk zal er ook gewerkt moeten worden in de nacht. De Arbo-omstandigheden zijn dan minder gunstig.
- Nachtelijke werkuren zijn duur, vaak kan ook maar een beperkt aantal uren gewerkt worden waardoor niet een complete ‘shift’ gemaakt kan worden. In de praktijk blijken de totale kosten voor deze arbeidsuren aanzienlijk hoger te zijn dan die voor daguren. Anderzijds worden er bij volledige, langdurige afsluitingen ook veel nacht- en weekenduren gemaakt en zijn de kosten voor de daarbij behorende verkeersmaatregelen vaak hoge dan deze extra arbeidskosten.
- Wisselende verkeersmaatregelen zijn minder duidelijk voor de omgeving.
- Door de spreiding in de tijd van de werkzaamheden kan de totale doorlooptijd van de renovatie flink oplopen; dit levert een aantal mogelijke problemen op
    - het uitéénlopen van de technische levensduur van componenten
    - het onderhoud van reeds geplaatste componenten
    - de continuïteit van activiteit voor de opdrachtnemers: het vasthouden van kennishouders en lead engineers

Binnen de methode van parallelle ombouw zijn, afhankelijk van de tunnel, diverse variaties mogelijk. Los van de werkzaamheden uitvoeren in low-impacturen kan bij bijvoorbeeld de Beneluxtunnel met de dubbele buizen in dezelfde rijrichting ook gekozen worden om één buis voor een langere (eventueel aaneensluitende) periode af te sluiten om zo efficiënt als mogelijk de nodige werkzaamheden uit te voeren. Omdat bij een dergelijke werkwijze toch deel voor deel gewerkt wordt blijven we spreken van een parallel ombouwscenario.

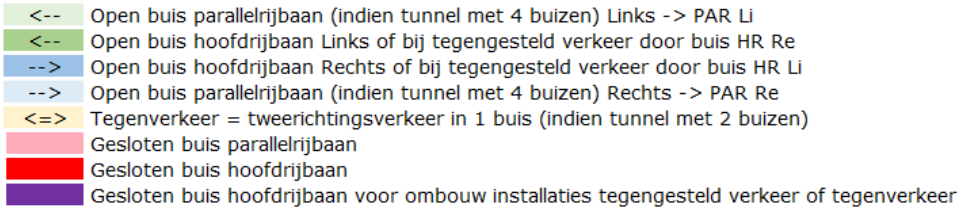
In de verdere uitwerking zullen per tunnel deze varianten verder worden onderzocht en uitgewerkt. In een ombouwstrategie per tunnel en een ombouwplan per tunnel.

5 Verkeerssystemen

In dit hoofdstuk gaan we nog iets dieper in op de twee hiervoor geselecteerde ombouwmethoden: oud-voor-nieuw en parallel opbouwen. Per methode zullen een aantal verkeerssystemen tegen het licht worden gehouden.

Verkeerssystemen bepalen de wijze waarop een tunnel wordt afgesloten en, in het geval van een gedeeltelijke afsluiting, de richting van de verkeersstromen.

Deze verkeerssystemen zijn hieronder grafisch weergegeven. Hier geven we eerst de legenda voor deze plaatjes:



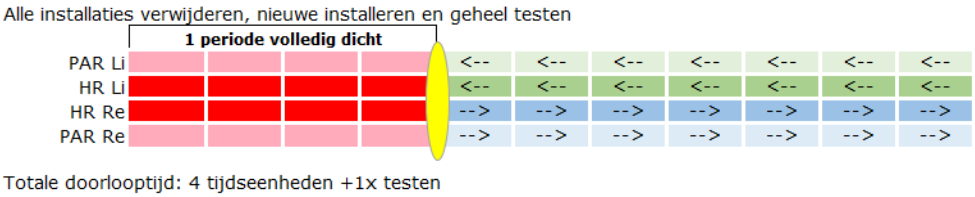
Testen na
- ingebruikname hele tunnel of 1 rijrichting (1 buis + evt. parallelbuis) op nieuwe besturing
- na geschikt maken buis voor tegengesteld verkeer of tegenverkeer, testen met oude besturing
- na verwijderen installaties tegengesteld verkeer of tegenverkeer, testen met nieuwe besturing

Doorlooptijden voor de beeldvorming in fictieve tijdseenheden / blokjes
Hiermee worden grofweg de verschillen duidelijk gemaakt tussen de verschillende varianten.
Dit is met name van belang als faseringen te lang worden om bijv. binnen een zomervakantie uit te voeren.

5.1 Ombouwmethode: Oud-voor nieuw

5.1.1 Verkeerssysteem: volledige afsluiting

Bij de meest eenvoudige toepassing van de oud-voor-nieuw methode wordt de tunnel voor een vaste periode afgesloten en na een test periode weer in gebruik genomen. Het verkeerssysteem ziet er bij deze variant als volgt uit:



NB: Voor 2-buistunnels zijn alleen de buizen HR Li en HR Re van toepassing

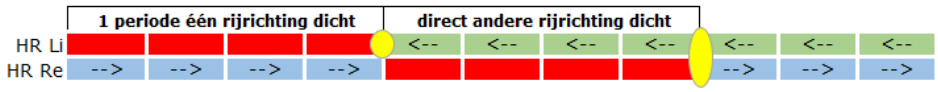
De voor- en nadelen van deze combinatie van ombouwmethode en verkeerssysteem zijn reeds aangegeven bij de beschrijving van de methode.

5.1.2 Verkeerssysteem: gedeeltelijke afsluiting

Als variant op deze methode kunnen we de ombouw ook in delen splitsen.

Dan vindt de ombouw niet plaats in één periode voor de hele tunnel, maar gebeurt dit per rijrichting of per buis. Voor **een 2-buistunnel** ziet dit er als volgt uit:

Installaties per rijrichting direct na elkaar vervangen en nieuwe besturing in 2 fasen in gebruik nemen.

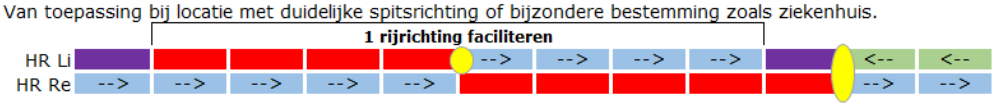


Zodra de renovatie van de eerste rijrichting is afgerond en werkt met het nieuwe besturingssysteem, wordt deze rijrichting opengesteld en tegelijkertijd wordt de andere rijrichting gesloten.

Deze variant heeft als voordeel dat er nog verkeer kan rijden in de rijrichting waar niet gewerkt wordt. De totale doorlooptijd van de renovatie zal echter wel langer zijn. Bovendien moet er voor worden gezorgd dat de vluchtroute vanuit de operationele buis/buizen altijd veilig en gegarandeerd is.

In specifieke gevallen kan er worden gekozen om altijd één rijrichting te faciliteren. Dit kan worden geëist bij een duidelijke spitsrichting of in verband met de bereikbaarheid van een kritieke voorziening zoals een ziekenhuis. Deze variant is toegepast bij de renovatie van de Maastunnel. Zie hiervoor onderstaande figuur:

Van toepassing bij locatie met duidelijke spitsrichting of bijzondere bestemming zoals ziekenhuis.

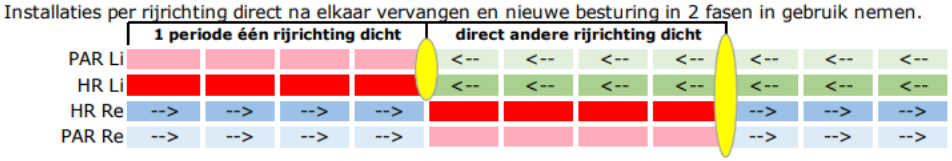


Totale doorlooptijd: 10 tijdseenheden + 2x testen + 2x ombouw ivm tijdelijke installaties

Voor tunnels met **4 buizen** zijn er meerdere mogelijkheden. De meest eenvoudige vorm is qua opzet gelijk aan de 2-buistunnel. Het verkeerssysteem ziet er dan als volgt uit:

Rijrichting-na-rijrichting

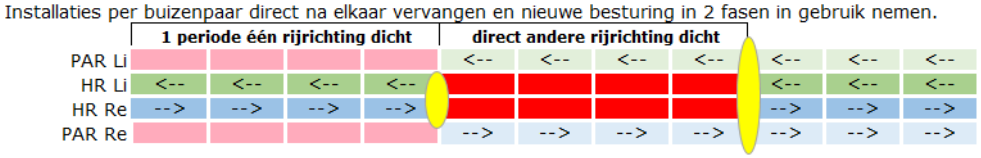
Installaties per rijrichting direct na elkaar vervangen en nieuwe besturing in 2 fasen in gebruik nemen.



Deze figuur laat als voorbeeld zien dat er in één rijrichting (Li) wordt gewerkt en in de andere rijrichting (Re) nog verkeer rijdt. Wanneer de werkzaamheden op Li zijn afgerond en alle installaties zijn getest, wordt die rijrichting in bedrijf gesteld op de nieuwe installaties en besturing. Tegelijkertijd wordt de andere rijrichting (Re) afgesloten voor renovatie; nadat de werkzaamheden op Re zijn afgerond, inclusief testen, kan ook deze rijrichting worden opengesteld en is de renovatie gereed.

Voor dit systeem zijn er nog een aantal alternatieven. Zo kan er worden gekozen om beide rijrichtingen in stand te houden door eerst de parallelbuizen aan te pakken en daarna de hoofdbuizen (de andere volgorde kan ook). Bij deze variant dient het aspect te worden meegenomen of hoofdbuis en parallelbuis elkaars equivalent zijn qua verkeersafwikkeling: mogelijk is er bijvoorbeeld een afslag niet meer bereikbaar door een buisafsluiting.

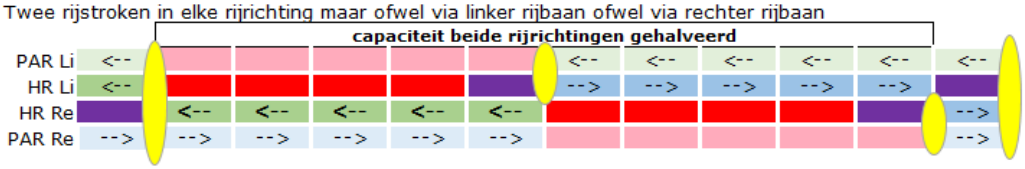
Installaties per buizenpaar direct na elkaar vervangen en nieuwe besturing in 2 fasen in gebruik nemen.



Totale doorlooptijd: 8 tijdseenheden + 2x testen
Voordeel: beide rijrichtingen worden continu gefaciliteerd

Ook kan bij een 4-buistunnel de rijrichting in een van de buizen worden omgekeerd, zodat er verkeer in twee richtingen mogelijk is. Randvoorwaarde hierbij is dat de installaties geschikt zijn om tegengesteld rijden mogelijk te maken. De periode voor het "omdraaien" van de installaties wordt in de figuur weergegeven met het paarse blokje. Een belangrijk nadeel bij tegengesteld rijden is dat in de eerste buis installaties geschikt moeten worden gemaakt voor de tijdelijke rijrichting; na gebruik moeten die worden aangepast of ontmanteld

4-0 systeem tegengesteld rijden (alleen als tunnel 4 buizen heeft)
Twee rijstroken in elke rijrichting maar ofwel via linker rijbaan ofwel via rechter rijbaan



Door toepassing van een van de mogelijke varianten van afsluiten per buis (bij 2-buistunnels) of rijrichting (bij 4-buistunnels) kan worden tegemoetgekomen aan het bezwaar dat een volledige afsluiting veel hinder oplevert.

Samenvattend concluderen we dat de oud-voor-nieuw methode en dan met name de variant per buis/ rijrichting een aantal oplossingsmogelijkheden biedt, die mogelijk passen bij de grote renovatie-opgave voor PTZ.

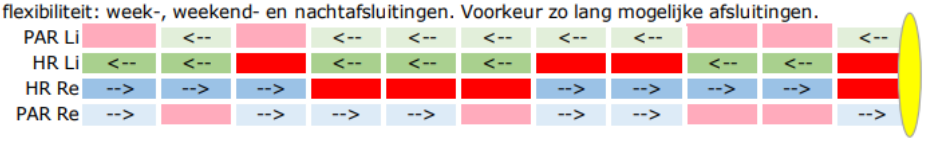
Het is een veilige methode, maar de grote verkeershinder die ermee gepaard gaat is een flink nadeel. Er zal per tunnel moeten worden bekeken of een lange aaneengesloten afsluiting acceptabel is vanuit het oogpunt van verkeershinder en of alternatieven met afsluitingen per buis of rijrichting mogelijkheden bieden om de hinder tot een acceptabel niveau te beperken.

5.2 Ombouwmethode: Parallelle opbouw

Bij de methode parallelle opbouw vinden er verspreid over een langere periode meerdere korte afsluitingen plaats waarin werkzaamheden in de tunnelbuis plaatsvinden, zoals het plaatsen en testen van nieuwe installaties. In gebruik name van deze installaties vindt pas plaats aan het einde van de ombouwperiode wanneer alle nieuwe installaties geplaatst zijn. Daarna moeten de oude installaties nog verwijderd worden (staat nog niet in plaatje).

Het verkeerssysteem ziet er in de basis als volgt uit:

Parallel ombouwen
Veel flexibiliteit: week-, weekend- en nachtafsluitingen. Voorkeur zo lang mogelijke afsluitingen.



We zien een samenstel van korte afsluitingen die door-de-weeks, in weekenden en in nachten plaatsvinden. Door deze afsluitingen goed te plannen op verkeersluwe momenten, wordt de hinder voor het verkeer zoveel mogelijk beperkt. Vanuit techniek is er vanwege efficiëntie een voorkeur voor zo lang mogelijke afsluitingen.
NB: bij een 4-buistunnel kan er binnen deze methode ook gekozen worden voor een aaneengesloten afsluiting van 1 buis of 1 buis per rijrichting.

Om meer inzicht te krijgen in het aantal en de duur van de benodigde afsluitingen bij deze methode heeft een team, bestaande uit diverse experts binnen en buiten RWS een inschatting gemaakt van de benodigde tijd voor de ombouw van de installaties in een standaard tunnelbuis van 800m. Van alle renovatiewerkzaamheden is gekeken welke activiteiten wel of niet een tunnelafsluiting vragen en ook of er werkzaamheden op een slimme manier met elkaar gecombineerd kunnen worden. De resultaten hiervan zijn opgenomen in bijlage B. Hier is onder andere een tabel opgenomen die inzicht geeft in de mix van mogelijke afsluitschema's om de volledige renovatie van een tunnelbuis uit te voeren. Heel globaal gesproken kan als een indicatie worden gehanteerd dat per buis 800-1000 klokuren nodig zijn om de werkzaamheden uit te voeren uitgaande van geoptimaliseerde inzet van meerdere ploegen.

Disclaimer:
Genoemde tijdspaden zijn gebaseerd op de vervanging van de tunneltechnische installaties en de direct daaraan gekoppelde civiele werkzaamheden.
Uit de civiele onderzoeken kan blijken dat er ook aanvullend civiele werkzaamheden uitgevoerd moeten worden.
Deze werkzaamheden kunnen leiden tot aanzienlijke ingrepen en de uiteindelijke stremmingsperiode bepalen.

De volgende tabel geeft een extract uit de spreadsheet in bijlage B en moet gezien worden als een indicatie van de uitkomst van de calculaties. Dit laat zien dat de ombouw van een buis te realiseren is met een afsluitingsmix van bijvoorbeeld 4 weken, 1 weekend en 4 nachten of 3 weken, 4 weekenden en 5 nachten.
Indien afsluitingen op doordeweekse dagen niet mogelijk zijn, is een serie van 15 weekenden een alternatief. Bij alle combinaties dient men rekening te houden met een wat langere volledige afsluiting (1-2 weken) voor integrale testen.

NB: de getallen zijn het resultaat van een beoordeling voor een standaard tunnel en zijn daarmee indicatief; per tunnel zal er aan de hand van de renovatiescope een specifieke inschatting worden gemaakt

#weken		**#weekenden**		**#nachten**
4		0		15
4		1		4
3		4		5
1		10		7
0		14		9
0		15		0

Deze getallen maken, naast de eerdergenoemde voordelen, de parallelle opbouwmethode interessant voor PTZ. De hinder voor het drukke verkeer in de regio kan met deze methode wijze significant worden beperkt. De afsluitingen kunnen korter zijn en dit biedt meer flexibiliteit bij het inpassen in de grote renovatieplanning. Vanuit kostenoogpunt valt het nadeel van de "duurdere" uren weg tegen de hoge kosten voor verkeersmaatregelen bij langdurige afsluitingen.

In de onderzoeken per tunnel is dit verder uitgewerkt en van daaruit concluderen we dat deze methode in elke geval het meest geschikt is..

5.3 Verkeerssysteem: Tegenverkeer

Bij de tot nu toe aangegeven verkeerssystemen is tegenverkeer buiten beschouwing gelaten. Tegenverkeer is de situatie waarin in één buis verkeer in twee richtingen rijdt. Voor een 2-buistunnel ziet het verkeerssysteem er dan als volgt uit:



Het Bouwbesluit artikel 6.45 (verkeerstechnische aspecten tunnelbuis) staat Tegenverkeer is in principe niet toe. Tweerichtingsverkeer in één buis is alleen toegestaan indien is aangetoond dat eenrichtingsverkeer in verband met fysieke, geografische of verkeerstechnische omstandigheden niet mogelijk is en het tweerichtingsverkeer met voldoende veiligheidswaarborgen is omgeven. Er dienen in ieder geval 3 rijstroken te zijn in de tunnelbuis waarin tegenverkeer wordt overwogen.

Vrij vertaald betekent dit dat tegenverkeer alleen is toegestaan indien het echt niet anders kan. Er zijn ingrijpende tijdelijke voorzieningen nodig (het aanbrengen hiervan veroorzaakt op zich ook hinder), het risico op ongevallen is groot, vluchten wordt bemoeilijkt door rijdend verkeer, welke kant moet de rookafvoer plaatsvinden etc. en het levert beperkingen op voor de inzet van hulpdiensten.
Ten slotte kan het vaak alsnog tot verkeersproblemen leiden omdat het aanbod groter is dan dat de geopende rijstrook kan verwerken.

De 4-buistunnels zouden in principe de mogelijkheid bieden voor verkeer in beide rijrichtingen in aparte buizen mits ingrijpende aanpassingen aan de installaties en besturing worden uitgevoerd (geeft op zich ook al hinder).
Voor de 2-buistunnels (BOT, NOT, SIJT en THO) zijn er in principe alternatieven om het verkeer om te leiden. Van deze tunnels zijn alleen de NOT en de THO voorzien van drie rijstroken en daarmee in principe geschikt voor tegenverkeer.
Daarnaast is tegenverkeer zeker niet altijd een betere oplossing voor de doorstroming. Bij de EHT is dit onderzocht en bleek tegenverkeer geen verbetering op te leveren.

Om al deze redenen wordt tegenverkeer door het PTZ-team gepositioneerd als minst geprefereerde optie. Dat betekent dat deze variant alleen verder onderzocht zal worden in de specifieke situaties dat alle andere, veiligere opties geen oplossing hebben kunnen bieden aan de verkeersproblematiek.

Besluit: Tegenverkeer wordt buiten beschouwing gelaten en alleen weer in overweging genomen indien alle andere voor de bereikbaarheidsstrategie onderzochte opties geen oplossing hebben kunnen bieden aan de specifieke verkeersproblematiek voor een tunnel.

6 Veiligheid, hinder, bereikbaarheid

6.1 Analyse veiligheid en hinderaspecten

Medio 2020 heeft een team van specialisten analyses uitgevoerd op de aspecten veiligheid en hinder bij tunnelrenovaties. Hiertoe zijn een zestal scenario's opgesteld en zijn per scenario scores toegekend voor de aspecten tunnelveiligheid, verkeersveiligheid en Arbo-veiligheid.

Scenario 1: Volledige afsluiting (4-kant dicht) van de gehele tunnel in combinatie met de methode oud-voor-nieuw

Scenario 2: Afsluiting van een buis in combinatie met de methode oud-voor-nieuw
a. Afsluiting per rijrichting voor 2-buistunnels: verkeer is maar in 1 rijrichting mogelijk
b. Afsluiting van "halve" rijrichting voor 4-buistunnels: verkeer blijft normaal voor de rijrichting waarvan twee buizen open zijn en wordt beperkt in de richting waarvan alleen de hoofdbuis of de parallelbuis beschikbaar is.

Scenario 3: Toepassing van de methode parallel ombouwen
a. in nachtafsluitingen
b. in weekendafsluitingen
c. langere periodes in bijvoorbeeld zomervakanties
d. een combinatie van a, b en c.

Scenario 4: Microrenovatie
Dit scenario is niet van een score voorzien voor PTZ, omdat zoals reeds eerder beschreven, deze methode niet geschikt wordt geacht voor de uitvoering binnen de PTZ-renovatie.

Scenario 5: Werken in een operationele buis (is mogelijk in combinatie met meerdere ombouwmethoden)
Er wordt gewerkt in een afgezet werkvak in een buis die gelijktijdig gebruikt wordt voor wegverkeer

Scenario 6: Twee richtingen verkeer in de open buis (Tegenverkeer) (is mogelijk in combinatie met meerdere ombouwmethoden)
Een van de buizen wordt opengesteld voor beide rijrichtingen, in de andere kan gewerkt worden.

De resultaten van de analyse zijn opgenomen in bijlage A. Vanuit de analyse zijn de volgende aanbevelingen gekomen.

- Scenario 1 heeft de hoogste score op het aspect veiligheid; de Arbo-veiligheid is optimaal; de verkeersveiligheid speelt dan geen rol *in* de tunnel maar wordt bepaald door de beschikbare omleidingsroutes en daar mogelijk leiden tot hogere gevaarzetting; dit zal per tunnel bekeken moeten worden. Anderzijds leidt dit scenario tot een lange aaneengesloten tunnelafsluiting met grote impact op de omgeving: de hinder neemt toe en de bereikbaarheid neemt af; dit maakt dit scenario, ondanks de hoge score op veiligheid, veel minder aantrekkelijk.

- De scenario's 2a en 2b, afsluiting van een buis in combinatie met de methode oud-voor-nieuw, vormen een alternatief indien een volledige afsluiting niet haalbaar is; er dient wel specifieke aandacht te zijn voor de situatie rondom de

vluchtroute, en ook zal het aanvalsplan bij calamiteiten in elke fase goed beschouwd moeten worden. Ook zal er goed naar de bediening gekeken moeten worden en zal er aandacht nodig zijn voor de opleidingen. De impact voor het besturingssysteem (wellicht met tijdelijke voorzieningen) kan groot zijn, de integrale werking van de tunnel moet wel in elke situatie geborgd zijn. Ook moet rekening gehouden worden met benodigde vergunningen en de veiligheidsdocumentatie per fase. Daarnaast speelt ook in dit scenario dat er sprake is van een lange aaneengesloten afsluiting, in dit geval per rijrichting; de bij scenario 1 genoemde hinderaspecten zijn ook bij dit scenario van toepassing, maar dan voor één richting.

- De scenario's 3a en 3b, parallel opbouwen met nacht- en weekendafsluitingen scoort ook relatief goed op de veiligheidsaspecten; het grote voordeel van dit scenario is dat de afsluitingen veel korter zijn, hiermee is dit scenario ook veel flexibeler en beter in te passen in de grote renovatieplanning. Dit maakt dit scenario voor het verkeer tot het meest aantrekkelijke, mits er gestreefd wordt naar een beperking van het aantal (met name nacht-) afsluitingen. Verkeerstechnisch gezien lijkt dit voordelig, echter op de inzet van capaciteit en arbeidsveiligheid heeft dit veel minder voorkeur (ervaringen diverse renovatie projecten de laatste jaren)

- Scenario's 3c: parallel opbouwen in langer afsluitinge(en) scoort ook relatief goed op de veiligheidsaspecten; het grote voordeel van dit scenario is dat er minder afsluitingen (afsluitmomenten) zijn. Langere afsluitingen zijn lastiger in te passen in de grote renovatieplanning. Op arbeidsveiligheid scoort deze ook goed.

- Scenario 3d: De voordelen van de overige varianten van 3a, 3b en 3c kunnen hier gecombineerd worden door als basis één (of enkele) langere afsluitingen te nemen , aangevuld met een beperkt aantal weekenden ter voorbereiding of juis afronding van die langere perioden.Dit maakt dit scenario tot het meest aantrekkelijke, mits er gestreefd wordt naar een beperking van het aantal (met name nacht-) afsluitingen, met het oog op arbeidsveiligheid; een combinatie van een aantal weekends en nachten met een korte volledige afsluiting van hooguit enkele weken kan hiervoor een oplossing zijn (zie hiervoor de verdere uitleg in de sectie Techniek).

- Scenario 6, tegenverkeer kent grote veiligheidsissues en wordt daarom afgeraden; zie hiervoor ook de beschouwing in het vorige hoofdstuk.

- Scenario 5 wordt ook als minder gunstig beoordeeld om vergelijkbare argumenten als bij scenario 6; bovendien is dit niet altijd mogelijk omdat er minimaal 3 rijstroken moeten zijn in een buis (1 voor verkeer, 1 voor buffer en 1 voor werkvak) en ook is het risico niet uit te sluiten dat sommige installaties in het geval van een calamiteit niet functioneren, omdat daar op dat moment aan gewerkt wordt. Bovendien zullen deze werkzaamheden altijd meer tijd kosten omdat de werkruimte beperkt is. En levert de nodige Arbo bezwaren op lichtkwaliteit en geluid op. Daarnaast zal er voor werkzaamheden in het midden van de buis blijft altijd een buisafsluiting nodig.

Samenvattend kan gesteld worden dat deze conclusies in lijn zijn met de bevindingen uit de analyse van de ombouwmethoden en verkeerssystemen.

Daarnaast kan er nog een additioneel voorgenomen besluit opgesteld worden.

Besluit
Voor scenario 5, werken in een operationele buis (werken onder verkeer) dient om veiligheidstechnische redenen besloten te worden deze **niet** toe te passen (BTO-keuze).

6.2 Globaal beeld van de te verwachten afsluitingsduur

Om een beeld te geven van de omvang van de afsluitingsduur die PTZ zal gaan veroorzaken, kan de volgende rekensom gemaakt worden. In de tabel in sectie 5.2 zijn indicatieve getallen gegeven voor de benodigde afsluitingen bij **parallelle ombouw**. Rekenend met de vuistregel van 1000 uur per 1000 meter buis, betekent dit voor de 16 buizen van alle PTZ-tunnels (LV-buizen niet meegeteld), grofweg 16000 uur werk waarbij een tunnelbuis moet worden afgesloten. Omgerekend zijn dit een kleine 100 weken.
Hoewel dit een globale berekening is geeft dit al een duidelijk inzicht dat het om een fikse omvang gaat!

Dit betreft dan alleen werkzaamheden t.b.v. TTI werkzaamheden. Mogelijk dat er voor civiele werkzaamheden (veel) meer afsluiting nodig is.

Met de bovengenoemde aantallen afsluitingen is er al van uitgegaan dat er zwaar ingezet moet worden op mitigerende maatregelen als het introduceren van testfaciliteiten buiten de tunnels, uniformiteit en innovaties. Zonder deze maatregelen zouden bovengenoemde getallen nog wel eens veel verder kunnen oplopen! Zie hiervoor verder sectie 7.

6.3 Bereikbaarheid tijdens de renovatie van de tunnels

Voor een uitgebreide beschrijving van de bereikbaarheidsstrategie, zie Bereikbaarheidsstrategie Project Tunnelrenovaties Zuid-Holland (PTZ) [2].

7 Ondersteunende maatregelen om hinder te beperken

Hierboven is vanuit verschillende invalshoeken beschreven dat het PTZ-team diverse keuzes heeft gemaakt om de verkeershinder door afsluiting van tunnels zoveel mogelijk te beperken. De ombouwstrategie is hier dan ook op gericht. In het COB-groeiboek worden diverse technische en organisatorische maatregelen genoemd die onderdeel van de ombouwstrategie kunnen zijn. Deze methoden worden hierna in willekeurige volgorde doorgenomen, waarbij wordt aangegeven in hoeverre PTZ deze methode zal toepassen.

NB: De maatregelen sluiten elkaar niet uit, maar kunnen in combinatie met elkaar juist tot een optimale strategie leiden.

7.1 Uniformiteit, modulaire opbouw, standaardisatie

Met modulair ontwerpen en realiseren wordt bedoeld dat het gehele tunnelsysteem wordt opgedeeld in modules, die onderling worden verbonden via vastgestelde koppelvlakken. Omdat er een logische opbouw is, kan op termijn een onderdeel eenvoudiger worden vervangen.
Hierin wordt exact het voordeel van deze methode benoemd: het in de toekomst veel eenvoudiger kunnen onderhouden en vervangen van een onderdeel. Dit sluit dus aan bij punt 2 in de visie van PTZ om toekomstige grote renovaties te voorkomen.
Een ander aspect dat hierbij een rol speelt is het streven naar uniformiteit. Omdat alle tunnels aan de LTS gaan voldoen, wordt steeds dezelfde systeemarchitectuur toegepast. Door zoveel mogelijk gebruik te maken van dezelfde (technisch uitwisselbare) componenten worden de tunnels meer gelijk aan elkaar, met positieve gevolgen voor (de kosten van) beheer en onderhoud.
Uniformiteit en modulaire opbouw zal ook zeker helpen de tunnels met minder hinder en betrouwbaar te renoveren.

Toepassing van bouwblokken in alle PTZ-tunnels is vanzelfsprekend een belangrijke stap in dit streven.
Daarnaast zijn er andere mogelijkheden om nieuwe standaardoplossingen te ontwerpen en toe te passen. Deze concepten hoeven maar één keer ontworpen te worden en kunnen in alle tunnels worden toegepast met uniforme componenten.

Enkele voorbeelden hiervan:
- De introductie van een basisontwerp energiesysteem waarbij rekening gehouden wordt met de ontwikkelingen op het gebied van de energietransitie;
- Decentrale energiedistributie middels energiehubs in de dienstgang;
- Netwerkarchitectuur middels ‘multi aansluit kasten’ voor de technische installaties en 3B;
- Een uniform concept voor tunnelventilatie met clusters van ventilatoren net buiten de tunnelmonden, met daarin gelijkvormige ventilatoren;
- Iedere PTZ-tunnel krijgt hetzelfde type vluchtdeur (schuifdeur), waarbij bij het ontwerp als uitgangspunt snelle opbouw in de tunnel wordt meegenomen;

In de contracten zullen hiervoor ontwerpnota’s worden toegevoegd welke als uitgangspunt gehanteerd dienen te worden.

7.2 Inzet van testsystemen en digital twin

7.2.1 Testsystemen

Hierboven is bij de beschrijving van de parallelle opbouw-methode uiteengezet hoe de tijdsperiode dat een tunnel afgesloten moet worden voor installatie-werkzaamheden aanzienlijk kan worden ingekort. Daarnaast vormen alle testactiviteiten een belangrijke factor in het aantonen van de veilige en betrrouwbare werking en daarmee de openstelling van een tunnel na renovatie. Ook hiervoor kan de techniek een oplossing bieden, door het toepassen van technieken als modellering en digital twin en door het inrichten van een representatieve testomgeving buiten de tunnel.

De testketen strekt zich uit van het voorontwerp tot en met de on-site testen SAT en SIT. Deelsystemen moeten eerst apart worden getest en vervolgens in onderlinge samenhang.
Bij het inrichten van een test en acceptatieomgeving (testcentrum) kunnen al deze systemen worden opgesteld in een afgesproken mix van echte installaties en stubs.
In deze testomgeving kunnen alle testen worden uitgevoerd.
Uitzondering zijn die testen waar de fysieke omgeving een rol speelt, die zullen in de tunnel uitgevoerd moeten worden.
Dit biedt een waardevolle oplossing omdat het merendeel van de noodzakelijke testen nu buiten de tunnel kan worden uitgevoerd.
Verder biedt het testsysteem mogelijkheden om prototype testen uit te voeren, die voor meerdere tunnels van waarde kunnen zijn. Ook is het mogelijk om bedienend personeel alvast te trainen, een aantal calamiteitenscenario’s te doorlopen met de hulpdiensten en het onderhoudspersoneel kennis te laten maken met de nieuwe technieken.

In de portfolio aanpak waarbij een opdrachtnemer meerdere tunnels moet renoveren, kan het inrichten van een testomgeving meer voordelen bieden. Bij de eerste tunnel zal er nog veel geleerd moeten worden over het testen, de testscripts en het trainen van betrokken personen. Bij de volgende tunnel zal dat al een stuk eenvoudiger zijn. Voor PTZ, waar in een paar jaar tijd meerdere tunnels gerenoveerd moeten worden biedt een dergelijke beslist grote voordelen in besparing van de afsluittijd van de tunnels en als trainings- en lessons learned omgeving.
Het inrichten van een testsysteem om zoveel mogelijk functionaliteit buiten de tunnel te testen is essentieel voor het beperken van de hinder door tunnelafsluitingen.

Deze testomgeving dient ook gehandhaafd te worden tijdens de gebruiksfase om buiten de tunnel personeel te kunnen trainen, foutanalyses uit te voeren en updates te kunnen voorbereiden. Ook zal deze een rol spelen bij de later uit te voeren micro-renovaties.

In de contracten zullen rondom het testen en de testomgeving verdergaande proces- en technische eisen worden opgenomen.

7.2.2 3D en Digital twin

Een digital twin of digitale tunneltweeling is een virtuele kopie van de tunnel inclusief alle daar in aangebrachte installaties. Voor alle PTZ-tunnels wordt een 3D-model gemaakt en worden in lijn gebracht met de bekende civiele areaalgegevens.
Met deze informatie is het mogelijk om een gedetailleerde werkvoorbereiding te doen en uitvoeringsplannen op te stellen, zonder dat hiervoor de tunnel fysiek moet worden betreden. Dit beperkt het aantal benodigde afsluitingen van de tunnels voor inspecties ter voorbereiding op de ombouwwerkzaamheden.
Tijdens de renovatie dient het 3D model verrijkt te worden met ontwerpdata en documentatie, waarmee na de renovatie een basis wordt gelegd voor het beheren en onderhouden van de areaalgegevens.

8 Impact van andere projecten

Zoals aangegeven in sectie 1.2 spelen er in de V&R-opgave nog vele andere projecten. Ook deze projecten zullen een aanslag doen op de beschikbare periodes voor renovatiewerkzaamheden. In sommige specifieke gevallen kan het voordelig zijn de hinderaspecten aan elkaar te koppelen. Dit hoofdstuk bevat een doorkijk naar "aanpalende" renovatieprojecten en hun invloed op PTZ.

LET OP: Dit overzicht is aan verandering onderhevig en dient bij belangrijke afwegingen of besluiten geactualiseerd te worden.

8.1 1e Heinenoordtunnel (A29)

De renovatie van de 1e Heinenoordtunnels zal voor de aanvang van PTZ zijn afgerond. Het project heeft echter diverse leerervaringen opgeleverd. Deze ervaringen kunnen de latere renovatieprojecten helpen.
Voor wat betreft verkeer is er geen raakvlak, wel in leerpunten en uitvoeringswijze.

8.2 Van Brienenoordbrug (A16)

De beide bruggen van de Van Brienenoordbrug inclusief de beweegbare delen dienen te worden gerenoveerd/vervangen. Deze omvangrijke klus heeft grote invloed op andere projecten in de regio.

De capaciteit van de A16 zal gedurende de uitvoering zwaar gereduceerd worden en rijdt verkeer over 3 (i.p.v. 6) rijstroken per richting, dus is de beschikbare capaciteit ongeveer gehalveerd.

De impact hiervan op PTZ is: **Zeer groot**

De belangrijkste gevolgen voor PTZ zijn:

- Het tegelijkertijd uitvoeren van werkzaamheden aan de Beneluxtunnel en de Van Brienenoordbrug is uitgesloten;
- Het tegelijkertijd uitvoeren van werkzaamheden aan de Noordtunnel en de Van Brienenoordbrug is uitgesloten;
- Het tegelijkertijd uitvoeren van werkzaamheden aan de Sytwendetunnel en de Van Brienenoordbrug is wel mogelijk, omdat deze tunnels ver genoeg uit elkaars invloedgebied liggen;
- Voor werkzaamheden aan de Drechttunnel liggen er kansen in een gecombineerde planning. Omdat er voor de Drechttunnel ook grootschalige civiele werkzaamheden voorzien worden, zouden de langere perioden van (onafgebroken) afsluiting ook goed passen. Dit wordt door het omgevingsmanagementteam verder uitgewerkt in de Bereikbaarheidsstrategie Project Tunnelrenovaties Zuid-Holland (PTZ) [2]

8.3 Beschikbaar komen van de Blankenburgverbinding en de verlengde A16

De Blankenburgverbinding geeft een nieuwe passage mogelijkheid voor de Waterweg. Daarmee zal de druk op de Beneluxtunnel afnemen.
Met deze verbinding en de verlengde A16 ontstaan mogelijkheden om de verkeersdruk op de Beneluxtunnel te verminderen en ontstaan mogelijkheden om voor langere tijd één buis per rijrichting af te sluiten.

8.4 Sijtwendetunnel en A4HLN14

Binnen project A4HLN14 zullen in de tunnelcorridor N14 de tussenliggende kruispunten verdiept worden aangelegd. Om dit te kunnen realiseren zal gedurende langere perioden de doorlopende route van de N14 gestremd worden.

Afhankelijk van beide planningen biedt dit PTZ kansen voor "meeliften".

8.5 Noordtunnel A15 in combinatie met Brug over de Noord (N915)

Voor de brug over de Noord zijn de volgende werkzaamheden in voorbereiding:

- vervanging aan de besturing van de brug
- vervanging van de bewegingswerken.

Dit zijn vooralsnog twee verschillende projecten die consequenties kunnen hebben op het beschikbaar zijn van de brug als omleidingsroute voor de Noordtunnel. Vooralsnog zijn deze werkzaamheden gepland in 2024/2025 en zijn ze afgerond voor de renovatie van de Noordtunnel. Bij eventuele uitloop ontstaat het risico dat gedurende bepaalde perioden de Noordtunnel niet kan worden afgesloten.

8.6 Botlek- en Thomassentunnel

Mogelijk dat ook de Botlek- en Thomassentunnel gerenoveerd gaan worden in de uitvoeringsperiode van PTZ. Met name het afsluiten van de Botlektunnel zal invloed hebben op de inzet van de Beneluxtunnel en v.v.

8.7 Overige projecten

Naast bovengenoemde projecten zullen er in de directe en wat verdere omgeving meer grootschalige werken uitgevoerd moeten worden.
Te denken valt aan regulier asfaltwerk van de diverse snelwegen, maar ook renovaties van diverse andere beweegbare en vaste bruggen en viaducten.
Daar waar deze invloed gaan hebben zal dit vanuit Rijkswaterstaat vroegtijdig worden gesignaleerd en meegenomen in de bereikbaarheidsplannen.

9 Strategie voor onderhoud tijdens renovatie

9.1 Meerjarig onderhoud

De tunnels die nog niet zijn aanbesteed voor renovatie zullen (vooralsnog) in onderhoud blijven onder het TOP-II contract.
Binnen PTZ worden tunnels per stuk worden aanbesteed voor renovatie.
Na gunning zal de Opdrachtnemer in een periode van overdracht het onderhoud voor de betreffende tunnel overnemen.
Na de renovatie zal de Opdrachtnemer de tunnels in onderhoud houden tot einde 2039.
Daarna zal er naar verwachting sprake zijn een integraal onderhoudscontract voor alle tunnels.

9.2 Onderhoud van bestaande installaties tot migratiemoment

De bestaande installaties in de tunnels zijn veelal al oud en zouden tot het moment van migratie onbetrouwbaar of onveilig kunnen worden.
Voor een deel is dat al ondervangen met project VIT-2 waar diverse installatie nog vervangen zijn of levensduur verlengend onderhoud hebben ontvangen.
Ook zijn in het huidige onderhoudscontract een aantal systemen vervangen en/of hebben extra onderhoud ontvangen.
Voor de meeste van die systemen is alsnog besloten deze te vervangen in de scope van PTZ.
Voor een enkele is besloten deze deels te handhave, maar zullen wel aanpassingen gedaan moeten worden om ze ingepast te krijgen in de nieuwe besturing. (bv de tunnelbuisverlichting van de Sytwende en Drechtunnel.)

In de tijd tot de migratie per tunnel kan het alsnog blijken dat er aanvullende werkzaamheden uitgevoerd moeten worden aan bestaande installaties.
Daar waar van toepassing zal per geval onderzocht worden op welke wijze dat het beste kan.

9.3 Onderhoud van nieuwe apparaten tijdens renovatie

Bij het toepassen van de parallelle opbouwmethode worden nieuwe installaties opgebouwd, terwijl de oude installaties nog operationeel blijven.
De afsluitingen worden verspreid over een periode ingepland, afgestemd op de mogelijkheden en de ruimte die de planning voor werkzaamheden in de regio biedt.
Er is een reële mogelijkheid dat dit proces veel “kalendertijd” gaat vragen. Een mogelijk gevolg is dat er nieuwe componenten worden geïnstalleerd, die pas veel later in gebruik worden genomen.
Apparaten kunnen dan achter gaan lopen op softwareversies. Het is zeker niet uit te sluiten dat er verschillende typen/versies van dezelfde componenten toegepast moeten gaan worden. Ook moet er rekening worden gehouden met de situatie dat er “nieuwe” installaties al worden aangesloten op het oude systeem; denk hierbij aan ventilatoren, vluchtdeuren, hulppostkasten.

De flexibiliteit die de parallelle opbouwmethode biedt is niet oneindig; de totale doorlooptijd van de renovatie dient om de hierboven beschreven redenen beperkt te blijven. Ook zal er een slimme werkvolgorde gekozen moeten worden, bijvoorbeeld door in het eerste jaar in beide richtingen eerst vooral voorbereidend en/of mechanisch werk uit te voeren en in het tweede jaar pas de elektrotechnische componenten van beide richtingen te installeren.

10 Bijlagen

NB: Onderstaande documenten zijn als bijlage toegevoegd aan dit document; de bijlagen bevatten achtergrond informatie ten behoeve van besluiten en vaststellingen in het hoofddocument en vallen buiten de inhoudelijke review.

Bijlage A: PTZ Veiligheid Afweegmatrix

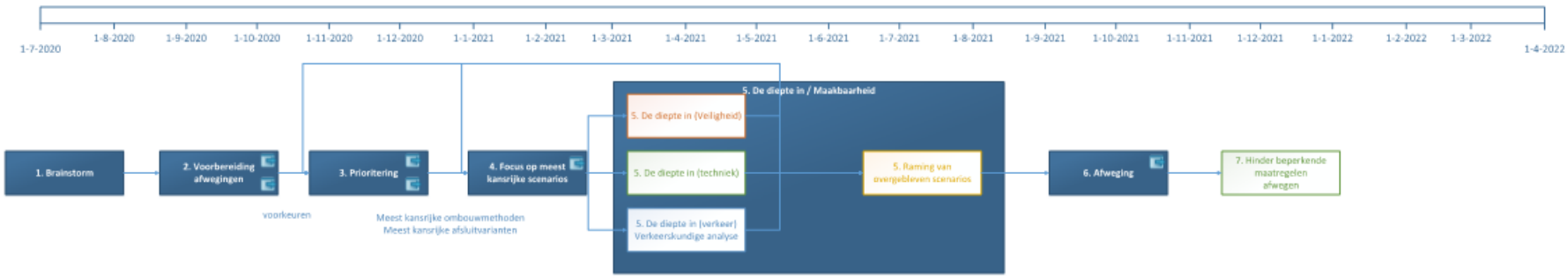
Zie hiervoor separaat meegeleverd document (pdf)

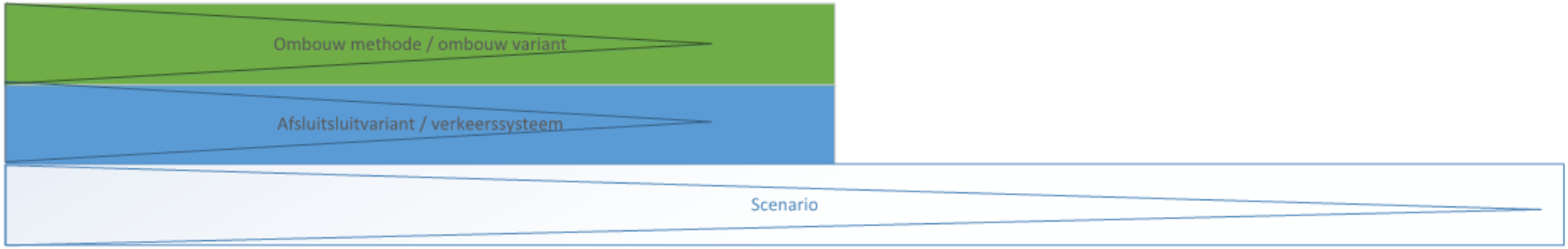
Bijlage B: Ureninschatting Renovatiewerkzaamheden Tunnelbuisafsluiting

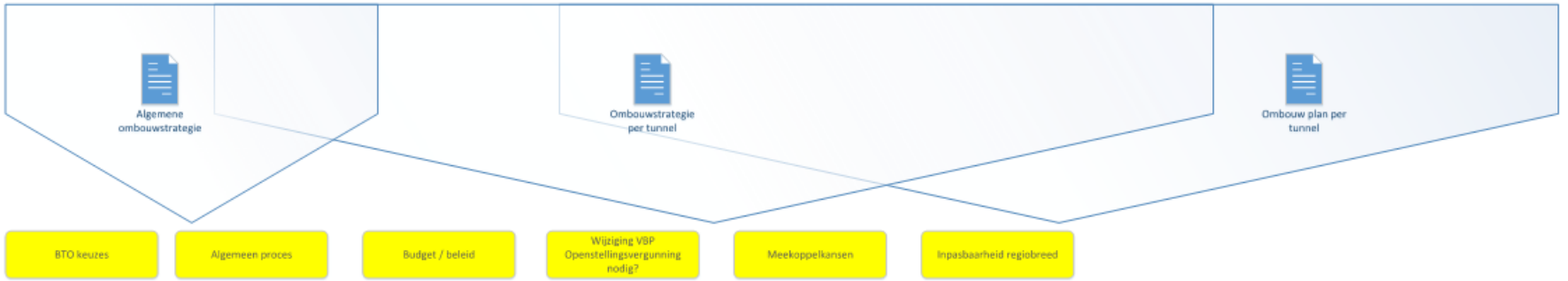
Zie hiervoor separaat meegeleverd document (pdf)

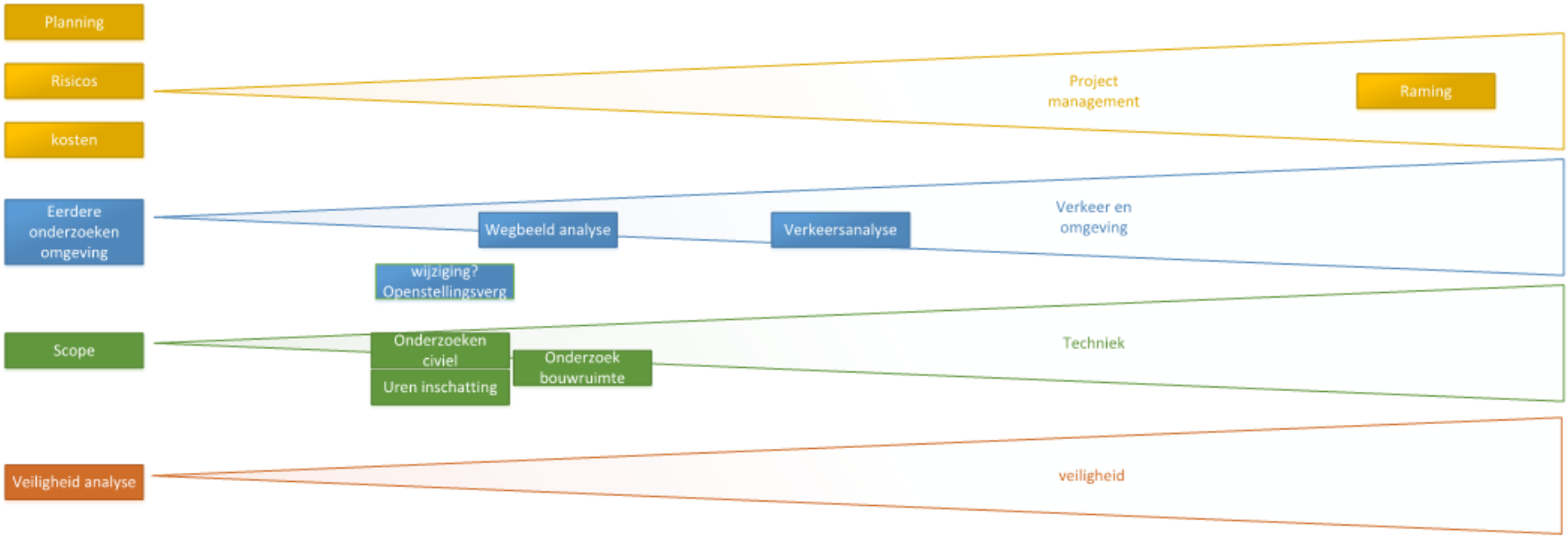
Bijlage C: Uitvergrote figuren hoofdstuk 3

1 **Bijlage C:** Uitvergrote figuren hoofdstuk 3


1-7-2020
1-8-2020
1-9-2020
1-10-2020
1-11-2020
1-12-2020
1-1-2021
1-2-2021
1-3-2021
1-4-2021
1-5-2021
1-6-2021
1-7-2021
1-8-2021
1-9-2021
1-10-2021
1-11-2021
1-12-2021
1-1-2022
1-2-2022
1-3-2022
1-4-2022
1. Brainstorm
2. Voorbereiding afwegingen
voorkeuren
3. Prioritering
Meest kansrijke ombouwmethoden
Meest kansrijke afsluitvarianten
4. Focus op meest kansrijke scenarios
5. De diepte in / Maakbaarheid
5. De diepte in (Veiligheid)
5. De diepte in (techniek)
5. De diepte in (verkeer) Verkeerskundige analyse
5. Raming van overgebleven scenarios
6. Afweging
7. Hinder beperkende maatregelen afwegen


Ombouw methode / ombouw variant
Afsluitsluitvariant / verkeerssysteem
Scenario


Algemene ombouwstrategie
Ombouwstrategie per tunnel
Ombouw plan per tunnel
BTO keuzes
Algemeen proces
Budget / beleid
Wijziging VBP Openstellingsvergunning nodig?
Meekoppelkansen
Inpasbaarheid regiobreed


Planning
Risicos
kosten
Project management
Raming
Eerdere onderzoeken omgeving
Wegbeeld analyse
Verkeersanalyse
Verkeer en omgeving
wijziging? Openstellingsverg
Scope
Onderzoeken civiel
Uren inschatting
Onderzoek bouwruimte
Techniek
Veiligheid analyse
veiligheid