

COB-tunnelprogramma, ontwikkellijn Digitale tunneltweeling

Als achtergrondinformatie bij de openstelling van vacatures 30-6-2018

Inhoud

| | |
|--|----|
| Introductie op het tunnelprogramma | 2 |
| ONTWIKKELLIJN: Digitaal..... | 3 |
| 1.1 Inleiding en kader | 3 |
| 1.2 Doelstelling voor de ontwikkeling van de digitale tunneltweeling | 3 |
| 1.3 De digitale tunneltweeling | 3 |
| 1.4 De rol van het COB | 4 |
| 1.5 PROJECT 1: Tunnels probleemloos open met behulp van de digitale tunneltweeling | 5 |
| 1.5.1 Toelichting..... | 5 |
| 1.5.2 Concrete betekenis voor een probleemloze openstelling | 5 |
| 1.5.3 Scope | 6 |
| 1.5.4 Betrokken praktijkprojecten | 7 |
| 1.6 PROJECT 2: tunnels sneller open met behulp van virtueel testen | 8 |
| 1.6.1 Doelstellingen | 8 |
| 1.6.2 Rol COB..... | 8 |
| 1.6.3 Betrokken praktijkprojecten | 10 |
| 1.6.4 Planning/timing..... | 10 |
| 1.7 PROJECT 3: Virtueel OTO | 11 |
| 1.8 PROJECT 4: van boekenkast naar digitaal..... | 12 |
| 1.8.1 Stappenplan | 12 |
| 1.8.2 Betrokken praktijkprojecten | 13 |

Introductie op het tunnelprogramma

Tunneloverzicht

Deze website is gemaakt door het Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergrondse ruimtegebruik (COB). Het overzicht hangt samen met het tunnelprogramma van het COB-netwerk (www.cob.nl/tunnelprogramma), daarom staan er voornamelijk alleen tunnels op die langer dan 250 meter zijn (gesloten deel), en bijvoorbeeld geen aquaducten, leidingtunnels en onderdoorgangen.

De inhoud is met zorg verzameld, maar het is mogelijk dat er informatie onjuist is of ontbreekt. **Komt u iets tegen dat niet klopt, of heeft u aanvullingen? We horen dat graag!** Neem hiervoor contact op via info@cob.nl of 085 4862 410.

Beheerder

Rijkswaterstaat

ProRail

Gemeente, provincie, etc.

Modaliteit

Auto's, vrachtwagens, etc.

Alleen bussen

Trein

Metro of tram

Fietsers en/of voetgangers

Status

Plan/ontwerpfase

In aanbesteding

In uitvoering

Renovatie binnen vijf jaar

Renovatie binnen tien jaar

Renovatie onbekend

Leeftijd (jaren)

0 tot 10

10 tot 20

20 tot 30

30 tot 40

40 tot 50

50 of meer

Type renovatie

Alleen ICT

ICT en installaties

ICT, installaties en civiel (kleinschalig)

ICT, installaties en civiel (grootschalig)

Wis filters

AANTAL TUNNELS: 29 Bestaande tunnel Gepland of in aanbouw Renovatie gepland of bezig

| | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> A16 Rotterdam | <input type="radio"/> Aalkeettunnel | <input type="radio"/> Blankenburgtunnel |
| <input type="radio"/> Botlekentunnel | <input type="radio"/> Buitenveldertunnel | <input type="radio"/> Drechtentunnel |
| <input type="radio"/> Eerste Beneluxtunnel | <input type="radio"/> Eerste Heinenoordtunnel | <input type="radio"/> Gaasperdammertunnel |
| <input type="radio"/> Hubertustunnel | <input type="radio"/> Kiltunnel | <input type="radio"/> Koningstunnel |
| <input type="radio"/> Maastunnel | <input type="radio"/> Noord/Zuidlijn | <input type="radio"/> Noordtunnel |
| <input type="radio"/> Piet Heintunnel | <input type="radio"/> RijnlandRoute | <input type="radio"/> Roertunnel |
| <input type="radio"/> Schipholtunnel | <input type="radio"/> Sijtwendetunnel | <input type="radio"/> Swalmentunnel |
| <input type="radio"/> Thomassentunnel | <input type="radio"/> Tweede Beneluxtunnel | <input type="radio"/> Tweede Heinenoord |
| <input type="radio"/> Victory Boogie Woogietunnel | <input type="radio"/> Westerscheldetunnel | <input type="radio"/> Wijkertunnel |
| <input type="radio"/> Zeeburgertunnel | <input type="radio"/> Zuidasdoktunnels | |

Het tunnelprogramma is het resultaat van een intensieve toekomstverkenning waaraan meer dan honderd deskundigen van binnen en buiten het COB-netwerk hebben meegewerkt. Vanaf 2016 zijn de ontwikkelingen in kaart gebracht die van invloed kunnen zijn op het bouwen en/of renoveren van tunnels.

De verkregen inzichten zijn verwerkt in de Langetermijnvisie op tunnels die in december 2016 is gepubliceerd (www.cob.nl/langetermijnvisie). In die langetermijnvisie is de ambitie verwoord die ten grondslag ligt aan het tunnelprogramma. In de praktische uitwerking is deze visie vertaald naar twee opgaven: meer waarde en minder hinder.

In 2017 heeft het COB-netwerk de opgaven die voortkomen uit de langetermijnvisie geconcretiseerd naar een overall tunnelprogramma met vier ontwikkellijnen: Civiel anders (ver)bouwen, Digitale tunneltweeling, Tunnel waardevol in zijn omgeving en Adaptieve installaties. De ontwikkellijnen zijn ieder opgedeeld in een aantal concrete, samenhangende projecten.

De uitwerking vindt plaats in samenwerking met de experts binnen en buiten het COB-netwerk in de lopende, afgeronde en komen nieuwbouw en renovatieprojecten Het COB is de bindende en faciliterende factor in dit geheel.

Basisgedachte is dat altijd minimaal drie praktijkprojecten binnen twee jaar praktisch profijt moeten hebben van de activiteiten van het COB en dat praktisch profijt vertaalbaar moet zijn naar pre concurrentiële kennisontwikkeling voor alle partijen in de tunnelwereld in Nederland.

Deze notitie is een samenvatting van de uitgewerkte projecten, doelen, deliverables en de daarbij benodigde budgetten.

ONTWIKKELLIJN: Digitaal

1.1 Inleiding en kader

Het COB heeft een langetermijnvisie op tunnels ontwikkeld. Vervolgens is een programma geschreven met vier ontwikkellijnen. Die ontwikkellijnen worden grotendeels uitgevoerd samen met de 29 tunnelprojecten, zowel renovatie als nieuwbouw, die nu en in de komende 10 jaar in uitvoering zijn. Dit projectplan is de invulling van de ontwikkellijn 'Digitale tunneltweeling' voor 2018 en verder.

1.2 Doelstelling voor de ontwikkeling van de digitale tunneltweeling

In de afgelopen jaren hebben we een keerpunt gezien voor het gebruik van digitalisering in tunnelprojecten. De introductie van BIM in de jaren '90 was lang een 'dubbeltje op zijn kant'; zou het zowel door de industrie als door de overheid worden aanvaard als de nieuwe norm? We denken dat de munt in het voordeel van BIM is gekeerd. We zien dat het gebruik van BIM een gangbare praktijk is geworden in zowel renovatieprojecten als in nieuwbouwprojecten voor tunnels. Op dit moment treedt een identieke situatie op bij de push van de markt en de industrie vanwege de ontwikkeling van digitale modellering, gaming, VR, en IoT. Dit vraagt om een andere aanpak, niet alleen in de testfase, maar vooral tijdens het ontwerp (model driven design). We zien dat elke tunnel een combinatie van deze instrumenten gebruikt en een eigen digitale strategie heeft om sneller, slimmer, met minder hinder te bouwen en te renoveren, en tunnels sneller open te krijgen. Natuurlijk komt deze ontwikkeling met alle gebruikelijke obstakels. Alle innovaties hebben betrekking op uitdagingen zoals: er zijn hiaten in onze kennis, er zijn hiaten tussen projectfasen, er zijn hiaten tussen de eisen van verschillende belanghebbenden en er zijn hiaten in het systeem zelf. Dat kunnen de markt en opdrachtgevers voor een groot deel los van elkaar oplossen, maar er zijn puzzels waarvoor je elkaar nodig hebt, vragen die je buiten de projecten om wilt beantwoorden en opgaven die een langere adem vragen dan een individueel project heeft. Daarom ziet het COB het als haar taak om in dit proces te helpen, te stimuleren, te etaleren, kritiek te organiseren en te informeren. Want alle belanghebbenden zijn het erover eens dat de digitalisering van elk aspect van tunnels een enorm potentieel heeft.

1.3 De digitale tunneltweeling

Eigenlijk is de tweeling geen ding, het is een effectieve aanpak voor het ontwerpen, bouwen, in bedrijf stellen, beheren, renoveren en aanpassen van de fysieke tunnel: beter, sneller, met minder storingen en meer waarde. De digitale tunneltweeling wordt gebruikt en ontwikkeld voor, en in alle fasen van een tunnel. Het kent in iedere fase en voor iedere stakeholder eigen toegevoegde waarde¹. RWS stelt in zijn beleidsnotitie RWS visie Digitale tweeling:

"RWS is met de digitale tunneltweeling in staat tunnelprojecten te initiëren, realiseren en renoveren en in de exploitatie- en beheerfase te werken met een hoge voorspelbaarheid en met maximaal behoud van beschikbaarheid. Als publieke opdrachtgever willen wij hierin voorop gaan lopen ten opzichte van andere publieke opdrachtgevers. Qua technische mogelijkheden willen wij hierin volgend zijn ten aanzien van de ontwikkelingen in de markt, zover deze aansluiten bij onze reeds aanwezige systemen zoals BIM."²

Een digitale tunneltweeling is een zeer effectief hulpmiddel om de tunnel beter, sneller, met minder hinder en meer waarde te ontwerpen, te bouwen, op te leveren, te beheren, te renoveren en aan te passen. Binnen de kaders van deze visie omvat de digitale tunneltweeling alle ontwikkelingen op het gebied van virtualisatie/visualisatie, bedieningsinterface, modellering, simulatie, testen, gaming en informatievoorziening ten behoeve van het tunnelsysteem.

¹ Zie bijlage 1 voor een overzicht van alle toegevoegde waardes en de definitie zoals wij die hanteren.

² Zie RWS visie digitale tunneltweeling concept 0.4 nu ter accoord bij Perry vd Weiden en Jean Luc Beguin, lancering streefdatum COB-congres 22 juni 2018

De eerste stappen naar een digitale tunneltweeling werden gezet door over te gaan van een papieren naar een elektronisch opleverdossier (EOD). Momenteel is visualisering in 3D-BIM als onderdeel van de digitale tunneltweeling al niet meer weg te denken. Naar de toekomst groet dit verder naar 6D-BIM³.

Onze verwachting is dat de digitale tunneltweeling binnen 5 jaar meer functionaliteit biedt dan 6D-BIM. De meerwaarde ontstaat o.a. door de toevoeging van functionele- en systeemmodellen, op basis waarvan virtueel getest kan worden en hulpdiensten kunnen trainen en oefenen in virtual en/of augmented reality.

1.4 De rol van het COB

Het COB heeft een stimulerende, faciliterende en etalerende rol maar geen ontwikkelende, ontwerpende of kaderstellende rol. De visie zoals RWS die in zijn beleidsnotitie stelt: *“Het is nadrukkelijk niet de bedoeling dat RWS deze taken van de markt gaat overnemen, noch dat er op korte termijn eisen zullen worden gesteld aan het gebruik van deze middelen. De intentie van RWS is wel om samen met de markt te leren. Daarom zullen marktpartijen nadrukkelijk worden uitgenodigd om deel te nemen aan de kennisdeling en verwerving.”* Maar naast RWS hebben ook de eigenaren en beheerders van niet-Rijkstunnels en ProRail belangstelling voor dit onderwerp getoond en willen deze graag ‘aangehaakt’ blijven.

Voor het jaar 2018 en 2019 (en verder) wordt daarom ingezet op:

1. Het verwerven van kennis van marktpartijen;
2. Het delen van kennis met collega beheerders zoals de Westerscheldetunnel, en de gemeentelijke tunnels;
3. Het delen van kennis tussen de tunnelprojecten van zowel Rijkswaterstaat als Niet-Rijkstunnels als ProRailtunnels;
4. Opdrachtgevers en opdrachtnemers-breed (andere domeinen, lijnorganisatie) delen van kennis;
5. Verbinden met andere initiatieven (o.a. IV innovatiekalender).

Het doel hierbij is om te komen tot antwoord op de volgende vragen:

1. Wat kan een digitale tunneltweeling betekenen in de aanbestedingsfase?
2. Wat kan een digitale tunneltweeling betekenen in de ontwerpfase van een project?
3. Op welke wijze kan met behulp van virtueel testen de overlast naar de omgeving worden geminimaliseerd?
4. Hoe kan een digitale tweeling helpen in relatie de openstellingsvergunning, het bevoegd gezag en hulpdiensten?
5. Hoe kan een digitale tweeling gedurende de gebruiksfase helpen de beschikbaarheid zo hoog als mogelijk te houden door slimmer onderhouden?
6. Welke digitale tunnel tweeling concepten worden per project en assetlevensfase gebruikt?
7. In welke fase ontstaat elk digitale tunnel tweeling concept?
8. Welke normen, standaarden, handreikingen en best practices zijn er per digitale tunnel tweeling concept?
9. Hoe kunnen digitale tunneltweeling concepten bijdragen aan opleiding, training en oefening?

Daarvoor worden de volgende middelen en mogelijkheden ingezet.

1. Het inrichten van een Rijkswaterstaat begeleidingsgroep die in opdracht van de HID GPO en CIV zal opereren (is reeds ingericht);
2. Met het **COB** worden afspraken gemaakt over het faciliteren van kennis verwerven en kennis delen met de markt en andere beheerders;
3. Met het **COB** en een aantal RWS-tunnelprojecten worden afspraken gemaakt over het delen van kennis. Het gaat daarbij met name om de “lessons learned” en hoe deze over te dragen. Daarbij kan

³ 6D-BIM, Een integraal elektronisch technisch dossier van een asset waarin alle 3D modellen en asset informatie en documenten zijn opgenomen (combinatie van 3D, CMDB en DMS)

bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van groeiboeken zoals het groeiboek Energiereductie in tunnels, <https://www.cob.nl/groeiboek.html>

4. Binnen het overleg tunneldirecteuren nieuwbouwprojecten van RWS worden het onderwerp met regelmaat besproken. Bij vergelijkbare overleggen voor NRT-eigenaren en ProRail zou dit onderwerp (minimaal ter informatie en inspiratie, maximaal ter participatie) op de agenda kunnen komen.

Op basis van:

- de visie, middelen en mogelijkheden zoals RWS geformuleerd;
- verkennende gesprekken bij de nieuwbouw- en renovatieprojecten in het tweede deel van 2017;
- de verkenning virtueel testen;
- de input uit het project verificatie/validatie;
- de input van de deelnemers uit de platforms Veiligheid, Niet-rijkstunnels (NRT), Beheer en onderhoud en Bevoegd gezag;
- de gesprekken met ProRail

...zijn vier projecten uitgewerkt waarin het COB de komende 2,5 jaar de ontwikkeling van de digitale tunnel tweeling wil ondersteunen:

- Project 1: Tunnels probleemloos open met behulp van de digitale tunneltweeling
- Project 2: Tunnels sneller open met behulp van virtueel testen
- Project 3: Virtueel OTO
- Project 4: Van boekenkast naar digitaal

De vier projecten in zijn onderstaande paragrafen in detail uitgewerkt.

1.5 PROJECT 1: Tunnels probleemloos open met behulp van de digitale tunneltweeling

Met dit project willen we de kansen op een probleemloze openstelling van zowel nieuwbouw als renovatieprojecten vergroten door het verspreiden van kennis over, en optimaal gebruikmaken van digitale en virtuele instrumenten, die voldoende volwassen zijn (vanaf nu de digitale tunneltweeling genoemd). Ook wil dit project een bijdrage leveren aan het organiseren van de dialoog over en draagvlak voor (elementen uit) de digitale tunneltweeling bij belangrijke stakeholders zoals bevoegd gezagen, hulpdiensten en beheerders.

1.5.1 Toelichting

Met een digitale tunneltweeling kunnen eisen, ontwerp en operationele scenario's worden getoetst voordat de bouw of renovatie van de tunnel begint. Maar een tunnel probleemloos openstellen gaat ook en vooral over het vinden van **draagvlak** bij stakeholders zoals bevoegd gezagen, het kunnen **afstemmen** met alle stakeholders, het toetsen en testen (**valideren en verifiëren**), etc. lang voordat de tunnel operationeel is. Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat stakeholders moeten kunnen vertrouwen dat de digitale tweeling overeenkomt met de fysieke tunnel die uiteindelijk opgeleverd gaat worden.

Opmerking: Wat kan (waarschijnlijk/tot nu toe/punt van discussie) niet met de digitale tunneltweeling; het aantonen (verifiëren) van de prestatie-eisen, zoals geëiste lucht- en waterdebieten, overdrukken, rookvrijhouden van de veilige ruimte, verlichtingsniveaus, enzovoorts. Maar ook niet het testen of de installaties ook daadwerkelijk goed zijn aangelegd (alle draadjes op de juiste manier zijn aangesloten). Dit lijkt simpel maar is in de praktijk een groot deel van de IBS (inbedrijfstelling). In die zin zal naast de digitale tunneltweeling het fysieke testen dus altijd een rol blijven spelen en blijven virtueel en fysiek testen naast elkaar bestaan

1.5.2 Concrete betekenis voor een probleemloze openstelling

- De (bedien)processen en het systeemgedrag zijn met de digitale tunneltweeling al in een vroege fase van het project inzichtelijk en geschikt voor afstemming. Tunnelbeheerders, wegverkeersleiders en

tunneloperators kunnen met de digitale tunneltweeling vroegtijdig worden betrokken in het proces, waardoor hun feedback in de definitieve ontwerpfase kan worden meegenomen. Bevoegd gezag, veiligheidsbeambte en hulpdiensten krijgen inzicht in de (tunnel)processen en kunnen hierop reageren en anticiperen. Feedback en vroegtijdige betrokkenheid zou idealiter leiden tot versnelling bij de acceptatie/testen van de bediening. Het is mogelijk om het systeemmodel te simuleren en te vergelijken met modellen van andere projecten of een referentiemodel. Hierdoor kunnen kwaliteit en volledigheid getoetst worden. Dit levert een belangrijke bijdrage aan de verificatie, validatie en acceptatie zelfs voordat er installatiewerkzaamheden op de projectlocatie plaatsvinden.

- Het gebruik van een digitale tunnel reduceert de testwerkzaamheden op de projectlocatie. De werkzaamheden on-site worden teruggebracht tot monteren, in bedrijf stellen en verifiëren van de prestatie-eisen. De validatie van processen en systeemgedrag heeft al eerder plaatsgevonden. De reguliere afstemming met bevoegd gezag, hulpdiensten, tunnelbeheerder en veiligheidsbeambte kan vroegtijdig plaatsvinden, zie bovenstaande aandachtspunt. Er is meer onderling begrip.
- Door gebruik te maken van automatische testprogramma's kan veel meer 'unhappy' systeemgedrag en menselijk falen getest worden, zeker als deze testprogramma's verrijkt worden met ervaringen uit voorgaande projecten waardoor de overall kwaliteit toeneemt
- We kunnen het menselijk gedrag een betere positie geven. Met het toevoegen van gamingfunctionaliteit is het mogelijk om, zonder dat de tunnel fysiek beschikbaar is, scenario's te toetsen en aan te scherpen, maar ook om op te leiden, te trainen en te oefenen gedurende de hele levensduur van de tunnel en dus niet alleen rondom de opening. Daarnaast heeft de gamingfunctionaliteit een positief effect op de incidentafhandeling, doordat hulpdiensten bekend raken met de specifieke kenmerken van de tunnel en zij voor de realisatie maar ook tijdens de gehele levensduur van de van de tunnel (virtueel) hebben kunnen oefenen. Bij voldoende vertrouwen in de simulatie kan de vergunning mogelijk sneller worden afgegeven.

1.5.3 Scope

Fase 1 – 2018

Naar probleemloze openstelling m.b.v. digitale tunneltweeling lijkt een gedragen wensbeeld maar wat dit nu concreet betekent voor een project is onduidelijk. Een gedeeld kennisniveau, een gedeeld begrippenkader en het snappen van de stappen, beschikbare instrumenten en sleutelmomenten zijn te weinig bekend bij mensen in projecten, zowel aan opdrachtgeverszijde als opdrachtnemerszijde. Wat hoort eigenlijk bij een probleemloze openstelling en wie heeft dan wanneer wat nodig en welke digitale instrumenten zijn dan beschikbaar?

Als eerste **deliverable** zal het COB een **werkwijzer** inclusief materialen en begeleiding opleveren die tunnelprojecten helpt om:

1. Inzicht te krijgen in de definitie van 'gedoe' voor de veertien belangrijkste groepen stakeholders⁴
2. Inzicht te krijgen in wat deze stakeholders wanneer nodig hebben om geen gedoe te hebben, ervaren of veroorzaken.
3. Inzicht te krijgen in de beschikbare hulpmiddelen, tools en systemen vanuit de digitale tunneltweeling die dit gedoe kunnen verminderen of zelfs voorkomen..
4. Inzicht te krijgen in de reeds, binnen de projecten ingezette digitale instrumenten.
5. Inzicht te krijgen op welke wijze deze of andere elementen uit de digitale tunneltweeling het proces richting probleemloze openstelling kunnen verbeteren (welke processen, instrumenten, tools zijn beschikbaar, volwassen en van toegevoegde waarde).

Met de Rijnlandroute als pilotproject wordt dit deliverable getoetst, vervolmaakt en toegepast. Dit doen we op de volgende wijze:

Deliverable 1

Het COB ontwikkelt de werkwijzer, inclusief materialen en opzet voor de bijbehorende workshops.

⁴ De veertien belangrijkste stakeholders zijn: bevoegd gezag en veiligheidsregio, veiligheidsbeambte, tunnelbeheerder, richtlijngevende instanties zoals LTR en Bouwbesluit, interne diensten OG, wegverkeersleiders, wegbeheerder, technisch beheerder, projectorganisatie OG, projectorganisatie ON, financiers, moederbedrijven, onderaannemers, leveranciers

Deliverable 2

Eind juni vindt een eerste workshop van de RLR plaats met een kleine groep mensen vanuit OG en ON van de RLR.

In een dagdeel proberen we tot het punt te komen waarop we het eens zijn over optimalisaties in het nu reeds beschikbare instrumentarium. Wat gaan we met zijn allen willen, wat zien we als haalbaar en noodzakelijk of wenselijk? Eindresultaat: formuleren opdracht om een eerste voorstel/uitwerking te maken van de elementen uit de digitale tunneltweeling die we in dit project extra willen toevoegen cq bestaande instrumenten die we anders willen inzetten.

Deliverable 3

Na de bouwvak wordt deze **workshop herhaald** met de input van de eerste workshop erin en met **toevoeging van de relevante stakeholders**.

Eindresultaat moet zijn een breed gedragen inzicht in elkaars 'gedoe', elkaars behoeftes, wensen en eisen, inzicht in de wijze waarop de digitale tunneltweeling kan helpen richting een probleemloze openstelling en een 'in principe' keuze voor de ontwikkeling van extra elementen van de digitale tunneltweeling.

In de zomer zullen OG en ON van de RLR zelf aan de slag met het uitwerken van de afspraken uit de tweede workshop. Indien gewenst kan het COB hierbij assisteren door scrumsessies te faciliteren (optie).

Deliverable 4 en 5

In september/oktober organiseert het COB een '**kennisdag met alle (nieuwbouw)projecten**' waarbij de Rijnlandroute en het COB samen de resultaten van dit proces presenteren aan de tunnelteams van de overige nieuwbouwprojecten (BB-verbinding, A16, Zuidasdok, VBW-tunnel en evt Gaasperdammertunnel) en renovatieprojecten (denk aan team Heinenoordtunnel, team Piet Heintunnel). Internationaal is belangstelling getoond uit België (TOV) en uit Denemarken (team Fehrmanbelt). Nog bepaald moet worden of hiervoor ook andere stakeholders worden uitgenodigd.

De RLR laat hier zien wat ze gaat doen, welke dilemma's ze nog heeft, etc. en laat zich door de anderen kritisch bevragen. Voor de RLR is dit een stukje risicoreductie (help ons de denkfouten te zien), het is onderdeel van het proces zelf en het helpt de andere projecten die met dezelfde opgave zitten. Mogelijk ontstaat vanuit deze dag de behoefte om bepaalde elementen (deels) gezamenlijk op te pakken. **COB faciliteert deze dag (deliverable 4) en organiseert de participatie vanuit de praktijkprojecten en bereid draagvlak voor om een vergelijkbaar traject uit te voeren bij de andere (nieuwbouw)projecten. Ook wordt na de kennisdag een hoofdstuk opgeleverd van de geleerde lessen/inspiratie voor het groeiboek digitale tunneltweeling (deliverable 5).**

Eindresultaat voor 2018

zou moeten zijn dat meerdere (lieft alle) nieuwbouw- en een aantal renovatieprojecten gaan meedoen in dit leer- en ontwikkeltraject. Uitrol hiervan in 2019 en verder. Op welke wijze het COB de RLR nog ondersteund in de uitrol in 2019 en verder wordt ook in deze periode bepaald.

1.5.4 Betrokken praktijkprojecten

Rijnlandroute, A16, Blankenburgverbinding, VBW, Zuidasdok, Gaasperdammertunnel, Heinenoordtunnel, Piet Heintunnel⁵

3.1.5 Planning/timing

| Optie volgorde | Vorbereiding | Workshop 1 | Workshop 2 | Kennisdeling over de projecten heen |
|----------------|-------------------|------------|----------------|-------------------------------------|
| Rijnlandroute | Apr/mei/juni 2018 | Juli 2018 | September 2018 | November 2018 |

⁵ Buitenlandse opdrachtgevers (TOV België, Fehrmanbelttunnel Denemarken) hebben aangegeven ook belangstelling te hebben en graag aanwezig willen zijn op deze kennisdagen. Besluitvorming hierover volgt in overleg met alle betrokkenen.

| | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| A16 | Q3 2018 | Q1 2019 | Q1 2019 | Q2 2019 |
| Blankenburgverbinding | Q1 19 | Q2 2019 | Q3 2019 | Q42019 |
| ... | | | | |
| | | | | |

1.6 PROJECT 2: tunnels sneller open met behulp van virtueel testen

Met dit project willen we tunnels (eerst bij renovaties, later ook voor nieuwbouw) sneller open krijgen door optimaal gebruik te maken van virtueel testen. Basis daarvoor is de in 2017 opgeleverde verkenning 'Verkorten tunnelafsluiting door virtueel testen' waarin de mogelijkheden en randvoorwaarden zijn geïnventariseerd.

1.6.1 Doelstellingen

Met dit project willen we ons richten op:

1. Het formuleren van eenduidige verwachtingen, definities en gezamenlijk 'kader' vanuit de experts in het veld (zowel OG als ON): wat bedoelen we precies met virtueel testen, hoever zijn we, wat doen we en wanneer?
2. Het formuleren van de juiste randvoorwaarden vanuit alle stakeholders, in het bijzonder de bevoegd gezagen.
3. Het op gang brengen en faciliteren van een dialoog met, en kweken van vertrouwen bij belangrijke stakeholders zoals bevoegd gezagen.
4. Het ondersteunen van praktijkprojecten bij het nadenken over, visievorming op en etaleren van de mogelijkheden van virtueel testen.

RWS wil uiteindelijk toegroeien naar een situatie waarin een ontwerp en deelinstallaties al volledig virtueel getest zijn, alvorens fysieke installatie op locatie aanvangt. Bij nieuwbouwprojecten zoals de A16 zal dit standaard toegeleverd worden vanuit de aannemer, maar het is nog voor RWS de vraag of en hoe ze alle output zullen accepteren. Gestandaardiseerde testprotocollen, software om koppelvlakken te testen, alles wordt op dit moment bekeken.

Het verkennen van een technische roadmap voor virtueel testen vanuit tunnelbeheerdersperspectief

RWS verkent de mogelijkheden voor een technische roadmap om tunnel voor tunnel, project voor project, toe te werken naar zoveel mogelijk virtueel testen. Er zal gekeken worden naar de mogelijkheid om virtueel testen verder te brengen in een stapsgewijze aanpak. Ieder tunnelprojecten doet een klein element virtueel testen en gebruikt dit als bewijsvoering dat het kan en werkt en hier dus ook als opdrachtgever steeds beter in te worden.

De combinatie met niet-rijkstunnels en ProRail- Railcenter is logisch, omdat we op dit moment een aantal projecten hebben die daar allemaal elementen van uitvoeren. Denk: RLR, Koningstunnel, Rotterdamsebaan, tunnels ProRail (zie modulair verbouwen bij ontwikkellijn civiel: tunnel Overkapping Barendrecht en Willemsspoortunnel, Maastunnel en Piet Heintunnel. Daarnaast staat ProRail de komende jaren voor vergelijkbare uitdagingen als bij de WNZ tunnels van RWS. Onderdeel van de verkenning zou moeten zijn of het mogelijk is alle opdrachtgevers samen te laten werken in deze ontwikkeling door alle praktijkprojecten als stapje te zien in de technische roadmap.

Het COB zou de verbindende en organiserende rol op zich kunnen nemen maar kan dit ook bij tunnelleigenaren laten.

1.6.2 Rol COB

Het COB faciliteert dit proces door kennisuitwisselingssessies te organiseren met en bij de belangrijkste stakeholders, zoals (1) de experts bij OG en ON die zich actief bezig houden met virtueel testen en (2) het bevoegd gezag en hulpdiensten.

1) **Experts bij OG en ON die zich bezighouden met virtueel testen: koplopergroep**

Bij bijna alle projecten (nieuwbouw en renovatie) wordt gewerkt aan virtueel testen. Toch blijkt er spraakverwarring te zijn: wat bedoelt iedereen met virtueel testen, kijken we met dezelfde bril, tegen welke vragen lopen we aan? We organiseren een koplopergroep met deze sleutelfiguren bij OG en ON.

Aspecten die aan de orde kunnen komen in de koplopergroep (en mogelijk ook in de groep met bevoegd gezag zijn:

1. Afbakening van Virtueel testen: wat kan wel en wat kan (nog) niet virtueel. Kunnen we komen tot een opsomming van activiteiten die virtueel getest zouden kunnen worden.
2. Welke van de bij 1 benoemde activiteiten kunnen we nu nog niet virtueel testen en welke middelen zouden nodig zijn om hier in de nabije toekomst wel de stap te kunnen maken?
3. Hoe zou een virtueel model er uit moeten zien, hoe zien de testdescriptions eruit, hoe zou de architectuur moeten zijn waarbinnen het model kan groeien, hebben we daar al beelden bij? Waar zouden we kennis kunnen halen? Wie zou een dergelijk model moeten beheren?
5. Hoe zouden we het virtueel testen in een contract moeten opschrijven, in een eerste stap inventariseren of en hoe dit al eens gedaan is, in een tweede stap ontwikkelen van functionele eisen voor toekomstige projecten.
6. Bestaat er tooling om dit soort testen uit te voeren? Is het raadzaam om tooling voor te schrijven om leerervaringen te kunnen uniformeren en in te zetten in kwaliteitsverbetering?
7. Mogelijk is er een verschil van benaderen van in de testen opgedane resultaten, op welke wijze zou deze data beschikbaar gesteld moeten worden voor de verschillende rolhouders (technisch inhoudelijk versus functioneel bijvoorbeeld). Welke stakeholder verlangt welk soort informatie?
8. Hoe kunnen OG en ON gezamenlijk optrekken om de doorlooptijden van testen te bekorten, de efficiëntie te verhogen waardoor met minder engineeringsuren het resultaat verbeterd kan worden
9. In hoeverre is de uitkomst van virtueel testen inwisselbaar voor de in de LTS omschreven WWAT processen (en zijn 'we' het daar dan ook over eens)
10. Is er een 'uniform' referentiemodel nodig of gewenst om als 'scheidsrechter' om over de projecten heen de kwaliteit van elk individueel project te kunnen toetsen en het gehele model te kunnen verbeteren
11. Op welke wijze zou virtueel testen een onderdeel kunnen gaan vormen in de digitale tunneltweeling. Hebben we daar een beeld bij? Welke stappen moeten daarvoor gezet worden?
12. Welke eisen stelt virtueel testen aan andere digital tunnel tweeling ontwikkelingen, zoals 3D/6D-BIM en Model Based SE (MBSE)?
13. In hoeverre kan het virtueel testen tijdens de realisatie gebruikt worden voor testen gedurende de B&O fase? Zijn er no-regrets die nu al meegenomen kunnen worden

2) **Groep bevoegd gezag**

Bevoegd gezagen/autoriteiten moeten naast hun eigen rol als onafhankelijk beoordelaar van hun eigen tunnel ook:

- A. toegroeien naar een level playing field waarbij ze snappen wat virtueel testen is, de systemen en werkwijze snappen en dus uiteindelijk als professioneel beoordelaar hun rol nog kunnen vervullen;
- B. door dit proces gezamenlijk in te richten kunnen we erachter komen wat ze nodig hebben om virtueel testen te accepteren als echt testen. Ook kunnen we de onzekerheden boven tafel krijgen en gezamenlijk uitvinden wat nodig is om die onzekerheden weg te nemen.

Dit kunnen we organiseren door de groep van bevoegd gezag letterlijk en figuurlijk mee te nemen in bovengenoemde technische roadmap bij de genoemde praktijkprojecten. Iedere keer als een technisch stapje wordt genomen en dit wordt toegepast cq uitgetoetst bij een praktijkproject nemen we hen mee, laten we ze meekijken, met elkaar discussiëren enz. Dit traject is dus ook een roadmap maar dan gericht op draagvlak (deliverable 1: organisatie en begeleiding twee groepen stakeholders rondom virtueel testen).

Eindproduct koplopergroep (deliverable 2) is een aanbeveling virtueel testen voor tunnelprojecten.

Ook dit kan zowel digitaal (als onderdeel van het groeiboek) als op papier worden opgeleverd met een tussenrapportage Q4 2018, Q4 2019 en een eindrapportage Q4 2020. In de tussenrapportage' is ook opgenomen wat de gesprekken tussen betrokkenen hebben opgeleverd, welke aspecten wel en welke niet kunnen vallen onder virtueel testen, waar moeten we aandacht aan besteden etc. Ook ervaringen uit lopende projecten kunnen meegenomen worden.

Eindproduct groep bevoegd gezag (deliverable 3) is een aanbeveling virtueel testen voor bevoegd gezagen

Ook dit kan zowel digitaal (als onderdeel van het groeiboek) als op papier worden opgeleverd met een tussenrapportage Q4 2018, Q4 2019 en een eindrapportage Q4 2020. Presentaties in de platforms NRT, platform veiligheid en binnen het KPT. Aanbeveling kan worden meegenomen in de opleiding tunnelveiligheid die nu door het COB ism de PAO wordt gegeven.

Tussendoor wordt getoetst/gedeeld via platforms NRT, platform veiligheid en binnen het KPT. Aanbeveling kan worden meegenomen in de opleiding tunnelveiligheid die nu door het COB ism de PAO wordt gegeven. Eind 2020 moet tevens een voorstel uitgewerkt worden voor een beheercommissie van het groeiboek

1.6.3 Betrokken praktijkprojecten

RijnlandRoute, A16, Blankenburgverbinding, VBW, Zuidasdok, Gaasperdammertunnel, Heinenoordtunnel, Piet Heintunnel, Koningstunnel, Maastunnel, Willemspoortunnel en Overkapping Barendrecht

1.6.4 Planning/timing

| Technische roadmap | | Voorbereiding | Aspect 1 ... | Aspect 2... | Aspect 3... | Aspect 4..enz |
|--|-----------------------------------|---|---|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Regie door RWS (en platform NRT en ProRail?) | | Verder uitwerken technische roadmap door RWS, vinden draagvlak bij NRT door vz platform NRT | Uit te voeren bij ...tunnel | Uit te voeren bij ...tunnel | Uit te voeren bij ...tunnel | Uit te voeren bij ...tunnel |
| | | Q2 | Q3 2018 | Q42018 | Q1 2019 | Q2 2019 |
| Roadmap BG Regie door COB en KPT | Vinden van draagvlak door COB/KPT | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie, opleveren tussenrapportage | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie | |
| Roadmap koplopers VT | Uitvoeren interviews door COB | Koplopergroep komt bij elkaar | Koplopergroep komt bij elkaar, opleveren tussenrapportage | Koplopergroep komt bij elkaar | Koplopergroep komt bij elkaar | |
| Aspect 5... | Aspect 6... | Aspect 7... | Aspect 8..enz | Opleveren deliverable 2 en 3 | | |
| Uit te voeren bij ...tunnel | Uit te voeren bij ...tunnel | Uit te voeren bij ...tunnel | Uit te voeren bij ...tunnel | Blauwdruk virtueel testen opleveren | | |

| Q3 2019 | Q4 2019 | Q1 2020 | Q2 2020 | Q4 2020 |
|---------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie Opleveren tussenrapportage | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie | Aanbeveling virtueel testen voor bevoegd gezag en ... opleveren |
| Roadmap koplopers VT | Koplopergroep komt bij elkaar Opleveren tussenrapportage | Koplopergroep komt bij elkaar | Koplopergroep komt bij elkaar | Aanbeveling virtueel testen voor tunnelprojecten opleveren |

1.7 PROJECT 3: Virtueel OTO

Het ontwikkelen (opleiden) en actueel houden (trainen en oefenen) van het kennis- en vaardigheidsniveau van zowel operators als andere rolhouders en (hulp)diensten bij een tunnel wordt zowel tijdens renovatie als aanleg uitgerold maar vervolgens tijdens het normaal beheer ook opgenomen als onderdeel van de normale werkprocessen. De ervaring is dat, omdat het hier gaat om een grote groep betrokkenen, onmogelijk is om iedereen voortdurend 'getraind genoeg' te houden, gebaseerd op alle mogelijke scenario's. Er wordt op allerlei plekken volop geëxperimenteerd met digitale en virtuele instrumenten om opleiding, trainen en oefenen te kunnen vormgeven buiten de werkelijke tunnel. De Westerscheldtunnel lijkt hierin in Nederland koploper te zijn maar ook op andere plekken (knoppentrainer A4, Railcenter(mbt Railinfra), i-bediencentrale, Gaasperdammertunnel, Zuidasdok, RLR, Coentunnel, Velsertunnel en KWA-tunnel) is en wordt dit ontwikkeld. Met dit project willen we op basis van de ervaringen, meningen en ideeën van de direct betrokken stakeholders (tunnelbeheerders, -bedieners, -hulpdiensten, -BG, veiligheidbeambten, etc. de ontwikkeling van virtueel OTO stimuleren en deze stakeholders helpen in hun visievorming en het maken van strategische keuzes.

Deliverable 1: organisatie en begeleiding groep stakeholders rondom virtueel OTO

Deliverable 2: is een aanbeveling virtueel OTO voor tunnelbeheerders en andere stakeholders.

Ook dit kan zowel digitaal (als onderdeel van het groeiboek) als op papier worden opgeleverd. Presentaties in de platforms NRT, platform veiligheid en binnen het KPT. Aanbeveling kan worden meegenomen in de opleiding tunnelveiligheid die nu door het COB ism de PAO wordt gegeven.

E. Betrokken praktijkprojecten

Westerscheldetunnel, ProRail, Koningstunnel, Maastunnel, tunnels ProRail

| Roadmap virtueel OTO | 1 ^e bijeenkomst Q3 2018 | 2 ^e bijeenkomst Q4 2018 | 3 ^e bijeenkomst Q1 2019 | 4 ^e bijeenkomst Q2 2019 |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|--|
| Waar gaan we op bezoek? | Westerscheldetunnel | Andere tunnel | Bedrijfsbezoek ProRail trainingscentrum | Bezoek stakeholder of combi met tunnelbezoek |
| Activiteit tijdens bijeenkomst | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie |

| 5 ^e bijeenkomst Q3 2019 | 6 ^e bijeenkomst Q4 2019 | 7 ^e bijeenkomst Q1 2020 | 8 ^e bijeenkomst Q2 2020 | Opleveren deliverable 2 Q4 2020 |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Andere tunnel | Bedrijfsbezoek of combi met | Bezoek stakeholder | Uit te voeren bij ...tunnel | Aanbeveling virtueel OTO voor |

| | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | tunnelbezoek | | | tunnelbeheerders en ... opleveren |
| Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie | Demonstratie en discussie | |

1.8 PROJECT 4: van boekenkast naar digitaal

Vanuit diverse tunneleigenaren (zowel Rijks- als Niet Rijks) en vooral tunnelbeheerders krijgen we het geluid dat het investeren in en beheren van een complexe digitale tunnelweeling wat hun betreft niet past bij de grootte en de lage complexiteit van hun tunnel. Toch ziet deze doelgroep dat de digitalisering, (big) data, IoT, duurzaamheidsdoelstellingen, etc. ook voor hen een zeer positieve invloed kunnen hebben op hun tunnelbeheer en onderhoud. Maar wat is dan een zinvolle eerste stap? Wat zou de tunnelbeheerder uit de digitale tunnelweeling kunnen halen als we klein beginnen? Maar ook andersom: onder welke randvoorwaarden kan de tunnelbeheerder iets met de digitale output die de bouwer tijdens de renovatie/aanleg van een tunnel produceert?

1.8.1 Stappenplan

Voor dit project zijn vijf stappen met daarin vier deliverables vastgesteld:

Stap 1. Verkenning bij Velsertunnel

Stap 2. Starten groep tunnelbeheerders/andere direct betrokkenen. Dit werkproces is deliverable 1.

Stap 3. Na 1 jaar opleveren deliverable 2: "van boekenkast naar digitaal – perspectief van de tunnelbeheerder" (rapport en discussiestuk).

Stap 4. Toevoegen markt/ON aan groep tunnelbeheerders. Dit werkproces is deliverable 3

Stap 5. Na 1 jaar opleveren deliverable 4: gezamenlijke aanbeveling toepassen digitale tunnelweeling vanuit beheerdersperspectief.

Stap 1. Verkenning bij Velsertunnel naar mogelijkheden om de output van de digitale tunnelweeling die nog in beheer in bij de aanneemcombinatie Hyacint is, beter te benutten als tunnelbeheerder.

Dit team van de tunnelbeheerder en een team vanuit de opdrachtnemer gaan om de tafel om een korte verkenning uit te voeren. In die verkenning willen ze twee vragen beantwoorden:

- A. Zijn er nu aspecten in de digitale tunnelweeling van Hyacint die nuttig zouden kunnen zijn voor de beheerder en zijn behoefte (informatie actueel, betrouwbaar en compleet). Oftewel, laat ons zien waarvan je denkt dat de beheerder kansen laat liggen.
- B. Vanuit de beheerder: welke informatiebehoefte hebben we die nu onvervuld blijft en die misschien te vervullen is vanuit de digitale tunnelweeling van Hyacint?

Vanzelfsprekend hoort bij die verkenning ook een inschatting wat daarbij de aspecten zijn waarom 1 en 2 niet nu geregeld zijn. Waarschijnlijk onbekendheid, slechte aansluiting op de systemen van de beheerder, geld, gebrek aan standaarden, enzovoorts enzovoorts.

Het idee is dat we ons focussen op die elementen die redelijk eenvoudig (binnen max 2 jaar) opgelost kunnen worden en dat we in groter COB-verband ook gaan kijken naar de achterliggende problemen, grotere vraagstukken waar we ongetwijfeld ook tegenaan lopen.

Dat gaan we natuurlijk doen maar gewoon met praktijkprojecten kleine stapjes maken, in de praktijk, dat is echt de aanpak die past bij de COB

Carel van Belois geeft na deze twee workshops een go/no. De go/no go gaat wat hem betreft over twee vragen:

- A. Zijn er inderdaad elementen uit het systeem van Hyacint die redelijk eenvoudig benut kunnen worden voor de beheerorganisatie en gaan we daar dan inderdaad tijd en geld voor vrij maken?
- B. Is datgene wat we dan gaan doen ook geschikt als leertraject voor andere projecten (wel en niet-RWS).

Om die tweede go/no go-vraag te beantwoorden gaat het COB nog een keer terug naar de tunnelbeheerders en anderen die ons op de kloof tussen project en beheer hebben gewezen en die de digitale tunneltweeling zien als te groot, te complex en te slecht aansluitend op hun behoefte. Wat is hun precieze kennisvraag en wat hopen ze van de case Velsertunnel te leren?

Stap 2 Starten groep tunnelbeheerders/andere direct betrokkenen uit zijn team

We stellen voor te beginnen met een groep tunnelbeheerders die onder leiding van een ervaren voorzitter en secretaris gezamenlijk dit probleem gaan verkennen: hoe kan de digitalisering, (big) data, IoT, duurzaamheidsdoelstellingen, etc. ook voor hen een positieve invloed hebben op hun tunnelbeheer en onderhoud? Wat is dan een zinvolle eerste stap? Wat zou de tunnelbeheerder uit de digitale tunneltweeling kunnen halen als we klein beginnen? Maar ook andersom: onder welke randvoorwaarden kan de tunnelbeheerder iets met de digitale output die de bouwer tijdens de renovatie/aanleg van een tunnel produceert? Bij RWS wordt op verschillende plekken ingezet op zaken als “Voorspelbaar onderhoud” “BIM-xD” etc. Ongetwijfeld zijn er binnen RWS en bij andere OG’s meer dergelijke zaken gaande. Is er iets denkbaar dat we in elk geval weet hebben van wat er speelt en dat we daar ook info vandaan krijgen? Bijvoorbeeld: CIV is nu met een verkenning bezig hoe big-data ingezet kan worden om onderhoud beter te kunnen voorspellen. Wat is daar voor nodig? Hoe krijg je data uit de objecten, wat doen we daar dan mee.

In deze groep werken we aan:

1. Overdragen van kennis over alle kansen en bedreigingen van de digitale tunneltweeling tijdens beheer en onderhoud.
2. Discussiëren over deze kansen en bedreigingen vanuit het perspectief van de eigen tunnel
3. Ervaringen delen
4. Inspiratie opdoen en daarover discussiëren

Dit werk- en leerproces is deliverable 1. Streefdatum start is Q3 2018

Stap 3

Na een jaar levert deze groep een **verkenning** op: ‘Eerste verkenning “van boekenkast naar digitaal – perspectief van de tunnelbeheerder’’. **Dit is deliverable 2. Streefdatum oplevering is Q3 2019**

Stap 4

Vervolgens passen we de groep aan door de markt (en andere stakeholders) uit te nodigen om de dialoog aan te gaan over de randvoorwaarden die de tunnelbeheerder wil stellen aan de output vanuit renovatie/aanleg. Hiermee willen we een brug slaan tussen de (digitale) informatie die beschikbaar is vanuit de bouw of renovatie van een tunnel en de behoeftes van de assetmanager en andere relevante stakeholders. Bij voorkeur nodigen we hiervoor de marktpartijen uit die dan al in (nieuwbouw- en renovatie-)projecten betrokken zijn bij dit vraagstuk zodat zij daadwerkelijk de geleerde lessen in de praktijk kunnen toepassen. Vraag daarbij is of men wel kan wachten tot Q3 2019. Als het de wens is van OG en ON om dit proces te versnellen waardoor stap 4 eerder kan beginnen dan moet de planning worden aangepast. Maar het lijkt ons wel verstandig om eerst te beginnen met een veilige groep van alleen tunnelbeheerders en hun teams.

Dit werk en leerproces is deliverable 3. Deze groep start Q3 2019 tot Q4 2020

Stap 5

Na een jaar levert deze gecombineerde groep een **aanbeveling** op: ‘Aanbeveling toepassen digitale tunneltweeling vanuit beheerdersperspectief. **Dit is deliverable 4. Streefdatum oplevering is Q4 2020**

1.8.2 Betrokken praktijkprojecten

Velsertunnel, Piet Heintunnel, tunnels gemeente Den Haag, Maastunnel, Kiltunnel, komende renovatieprojecten RWS, etc.