

Verkorten tunnelafsluiting door virtueel testen

Inventarisatie van mogelijkheden en randvoorwaarden



Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Huidige situatie testen van tunnels	7
2.1	V-model	7
2.2	Een casus: gebruikte teststrategie Velsertunnel	7
3	Verdere ontwikkeling virtueel testen	9
4	Technische randvoorwaarden voor virtueel testen	11
5	Stakeholdersperspectieven	13
5.1	Perspectief van bevoegd gezag	13
5.2	Perspectief van opdrachtgevende partijen	13
5.3	Perspectief van de markt (opdrachtnemers)	15
6	Conclusie en aanbevelingen	17
BIJLAGE A	Workshopverslagen	19
BIJLAGE B	Huiswerkopdracht	49
	Colofon	54

Referenties

U vindt de verslagen van onderstaande workshops in **BIJLAGE A**. In **BIJLAGE B** is de verzamelde input (de huiswerkopdracht) van de workshop op 19 september 2017 weergegeven.

- [1] KPT-kennissessie Virtueel testen
9 en 23 maart 2016, www.kennisplatformtunnelveiligheid.nl/bijeenkomsten/106-23-maart-2016-2e-sessie-bijeenkomst-virtueel-testen
- [2] Verslag COB-workshop Virtueel testen
22 mei 2017
- [3] Verslag COB-bijeenkomst Digitaal tweelingzusje
16 juni 2017
- [4] Verslag COB-brainstormsessie Virtueel testen + verzamelde input
19 september 2017
- [5] Terugkoppeling KPT-bijeenkomst voor bevoegd gezag
11 oktober 2017

1 Inleiding

Nederland en België staan aan de vooravond van een groot aantal tunnelrenovatieprojecten. Bij veel van deze renovaties zal een volledige afsluiting van de tunnel noodzakelijk zijn om de werkzaamheden vlot en veilig (voor zowel de arbeiders als de weggebruikers) te kunnen uitvoeren. Een volledige afsluiting brengt een grote (negatieve) maatschappelijke impact met zich mee en dient daarom zo kort mogelijk te zijn. De hypothese is:

De duur van een tunnelafsluiting kan verkort worden (en de maatschappelijke kosten verlaagd) door de testperiode deels parallel te laten lopen met de renovatie zonder verlies aan kwaliteit en aantoonbaarheid.

Voor deze hypothese zullen testen anders vormgegeven moeten worden (simulatie, virtueel opleiden en testen), waarbij de zekerheid omtrent het functioneren van de gerenoveerde tunnel (de tunneltechnische installaties, TTI) minimaal gelijk blijft aan het huidige niveau.

In deze paper is een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden voor virtueel testen als middel om de duur van een volledige afsluiting bij tunnelrenovaties te verkorten. Hiervoor is eerst een inventarisatie gemaakt van de huidige stand van zaken rondom testen van tunnels en van de beschikbare technieken. Vervolgens zijn met behulp van verschillende workshops met de marktpartijen, Rijkswaterstaat en bevoegd gezag de randvoorwaarden geschetst: wat is er noodzakelijk om virtueel testen mogelijk te maken en daarmee de volledige afsluiting van de tunnel te verkorten? Deze paper zal eindigen met een aantal conclusies en aanbevelingen om virtueel testen mogelijk te maken.

2 Huidige situatie testen van tunnels

Testen, als onderdeel van het proces van verificatie en validatie, is cruciaal bij het aantonen dat het tunnelsysteem aan alle wettelijke eisen voldoet. In de huidige projecten wordt een tunnel grotendeels integraal getest wanneer de bouw en installatie van de tunnel gereed zijn.

2.1 V-model

De testen worden uitgevoerd conform het V-model zoals beschreven in de Werkwijze aanleg tunnels (WWAT) als onderdeel van de Landelijke tunnelstandaard (LTS). Dit V-model is een simpele variatie op de traditionele watervalmethode van *system of software engineering* en omvat de volgende verificatie- en validatiemomenten:

- (i)FAT: (*integrated*) *factory acceptance test*
- (i)SAT: (*integrated*) *site acceptance test*
- SIT: *site integration test*, (techniek)/(tunnelsysteem)/(operationeel)

De doorlooptijd van de verificatie en validatie is een belangrijke reden om verder af te wijken van de watervalmethode en het testen meer naar voren te halen, naar de linkerkant van het V-model. Onder anderen bij de Coentunnel, Velsertunnel en de in aanbouw zijnde Gaasperdammertunnel is gebruikgemaakt van een dergelijke aanpak.

2.2 Een casus: gebruikte teststrategie Velsertunnel

Bij de renovatie van de Velsertunnel besloeg het testtraject ongeveer drie maanden van de totale afsluiting van negen maanden. Het algemene uitgangspunt dat gehanteerd is: zoveel mogelijke kritische koppelvlakken en risicovolle functies vooraf testen, onder anderen in een iFAT-omgeving.

De gebruikte strategie is gebaseerd op de volgende risicoafweging:

- Het systeem voor besturing, bediening en bewaking (3B): dit systeem is niet het grootste risico. Het 3B staat in de LTS zeer gedetailleerd beschreven (inclusief de uniforme primaire processen, UPP's). Dit is dus een kwestie van correct uitwerken en programmeren.
- Het koppelvlak (functionele demarcatie) tussen 3B en de logische functievervullers, LFV's: hier zitten de grootste risico's. Slechte afspraken (interpretatieverschillen, slecht revisiebeheer, tussentijdse wijzigingen, enzovoort) tussen verschillende disciplines veroorzaken uiteindelijk 'de' problemen (dus tijdsverlies) in het veld.
- De LFV's zelf: hier zit het risico in de autonome besturing en de bijbehorende stuurprogramma van de LFV. Het stuurprogramma van de LFV is bij de Velsertunnel ondergebracht in dezelfde hardware als de software van 3B, waardoor de koppeling tussen de twee is geborgd en interpretatieverschillen worden voorkomen. Het 3B-team programmeert ook de software voor de stuurprogramma's.

Om de bovenstaande risico's te beheersen, is bij de Velsertunnel voor de volgende aanpak gekozen:

- De koppelvlakken binnen een LFV, de autonome besturing van een LFV, het stuurprogramma van een LFV en het koppelvlak (functionele demarcatie) met de 3B compleet testen in een representatieve iFAT-omgeving. Dat betekent dat er zo veel als mogelijk de werkelijke systemen (dus systemen uit het veld) van de LFV's gekoppeld werden met de 3B.

- Gebruikmaken van een simulatieprogramma voor de 3B om het dynamisch gedrag van de tunnel te kunnen doorlopen.
- Een *dedicated engineer* aanwijzen om alle koppelvlakken (intern binnen de LFV alsook die met de 3B) te bewaken. Deze *engineer* zorgde ervoor dat alle koppelvlakken zo spoedig mogelijk vastgelegd werden alsmede de interpretatie van de koppelvlakken. In het geval van een wijziging zorgde hij ervoor dat alle disciplines aan beide zijden van het koppelvlak deze update ontvingen.
- In het veld werden alle koppelvlakken opnieuw getest door dezelfde *dedicated engineer*.
- Genoeg tijd nemen om alle functies en koppelvlakken te testen en zo nodig te hertesten. Hierdoor waren de meeste fouten opgelost voordat het systeem naar de locatie ging.

De drie 'basisvoorzieningen' om testen uit te voeren zijn het energiesysteem, de data-transmissie en de 'gemeenschappelijke hardware' (de *programmable logic controller*, PLC, waarin 3B en de stuurprogramma's draaien). Om koppelvlakken tussen 3B en de LFV's zo spoedig mogelijk te kunnen testen (om snel bedradingsfouten en storingen op te sporen) moeten de LFV's aangesloten zijn op de energievoorziening en de datatransmissie, en heb je de gemeenschappelijke hardware (de PLC) nodig om de koppelvlakken 'live' te testen. Daarom was de filosofie bij de Velsertunnel om deze zo snel mogelijke gereed te hebben.

Vanuit de bovenstaande casus kun je de vraag stellen hoe dit testtraject te optimaliseren is met behulp van virtueel testen om zo de doorlooptijd te verkorten.

3 Verdere ontwikkeling virtueel testen

In projecten worden al verschillende middelen ingezet om digitaal verifiëren en valideren mogelijk te maken. Ook is het mogelijk om de middelen in te zetten voor oefen- en opleidingsdoeleinden. Ingrediënten voor virtueel testen (bron: kennissessie Virtueel testen van het Kennisplatform Tunnelveiligheid, KPT):

- 3/4D-BIM: informatiemanagement, fysieke omgeving.
- Projectmanagementtool: relationele database voor onder andere het eisenmanagement waarin de koppeling van eisen aan objecten/elementen wordt gedaan.
- Tool voor simulatie:
 - Dynamisch gedrag van TTI, scenario's doorlopen (Enterprise Architect, E.A., bron: Soltegro).
 - Camerasimulatie, seinsimulatie (bron: Movares, iNFRANEA).
 - Crowdsimulatie.
 - Zonlicht/human-factorsimulatie (bron: Movares, iNFRANEA).
- Virtuele omgeving/visualisatie van het object:
 - Van statisch 3D naar virtual reality (bron: Movares, iNFRANEA).
 - Visueel maken van een object om inzicht te geven aan stakeholders.
- Tools uit de gamingindustrie: VR-bril, hololens.
- Kunstmatige intelligentie.

In de huidige techniek is het mogelijk om (delen) van de besturingssoftware te koppelen aan een virtueel 3D-model waarin een al dan niet gedetailleerde (op basis van 'level of details') representatie van het tunnelsysteem en de omgeving is opgenomen. De volgende stap is om een gevalideerde VR-omgeving te genereren, waarbij de besturingssoftware gekoppeld is. Als dit lukt, worden eigen interpretaties bij het omzetten van het in de VR-omgeving gemodelleerde gedrag naar de besturingssoftware voorkomen en de kans op fouten verder gereduceerd.

4 Technische randvoorwaarden voor virtueel testen

Randvoorwaarde voor het inzetten van virtueel testen bij de testprocessen, opleiding en openstelling is de validatie van de simulatie. Aandachtspunten hierbij:

- Validatie BIM-model van de tunnel (komt het model overeen met de werkelijkheid?)
- Validatie en verificatie van de gebruikte (simulatie- /modellerings-)programma's, te denken aan:
 - Ontwerpfase:
 - ... Validatie simulatie bediensysteem (bijvoorbeeld door gebruik te maken van het toe te passen bediensysteem).
 - ... Verificatie modelleringsprogramma's systeemgedrag (E.A. e.d.).
 - ... Validatie simulatie camerabeelden.
 - ... Verificatie simulatie verkeersstromen.
 - ... Validatie simulatie menselijk gedrag (crowdmanagement/vluchtgedrag).
 - ... Validatie *computational fluid dynamics* (CFD)-modellen (rook, temperatuur, e.d.).
 - Testfase:
 - ... Verificatie simulatie werking besturingssysteem (PLC's).
 - ... Simulatie veld (gedrag van de op PLC's aangesloten systemen).
 - Opleiding:
 - ... Zie aandachtspunten ontwerp- en testfase.
 - Openstelling (bewijslast):
 - ... Toetskader (meer een voorwaarde voor het openstellingsproces).
 - ... Reproduceerbaarheid virtuele testen.
 - ... Vastlegging van testsysteem en virtuele testen.

5 Stakeholdersperspectieven

Naast de in de voorgaande paragraaf genoemde 'technische' randvoorwaarden voor virtueel testen, is het noodzakelijk te weten hoe stakeholders van tunnels tegen virtueel testen aankijken en welke uitgangspunten deze partijen hanteren om virtueel testen mogelijk te maken. Voor deze paper gebruiken we kortweg drie perspectieven:

1. Het bevoegd gezag: de veiligheidsbeambte die zijn wettelijke adviesrol voor openstelling vervult en het college van B en W van de gemeente waarin de tunnel ligt die de openstellingsvergunning afgeeft.
2. De opdrachtgevende partij die het project in renovatie geeft. Hieronder vallen vanuit Rijkswaterstaat: GPO, PPO, de tunnelbeheerder en de afdeling CIV.
3. De markt: de opdrachtnemer die het project uitvoert.

Om een beeld te krijgen van de manier waarop deze stakeholders tegenover virtueel testen staan, zijn er verschillende workshops gehouden. In de volgende subparagrafen volgen de bevindingen.

5.1 Perspectief van bevoegd gezag

De eerste reactie van bevoegde gezagen omtrent virtueel testen (tijdens bijeenkomst van het KPT) is dat virtueel testen op dit moment nog geen vervanging kan zijn van de reguliere testen. Men ziet het meer als aanvulling en een mogelijkheid om eerder in de ontwerpfase de testen al te borgen. Er worden kansen gezien met het toevoegen van menselijk gedrag. Het argument dat aangedragen wordt voor het niet kunnen vervangen van reguliere testen, is dat de praktijk anders is dan de theorie. In de toekomst kan virtueel testen wel een vervanging worden, wanneer men voldoende overtuigd is van de realiteit van de virtuele omgeving. Een van de deelnemers gaf aan: "Het lijkt mij zinvol om klein te beginnen, en die virtuele test in het begin te verifiëren met een reguliere test. Als de resultaten en ervaringen vergelijkbaar zijn, kan in het vervolg of bij vergelijkbare testen het virtueel testen gebruik worden."

5.2 Perspectief van opdrachtgevende partijen

Vanuit opdrachtgevende partijen wordt virtueel testen als reële kans gezien. De haalbaarheid van virtueel testen hangt volgens hen in grote mate af van de acceptatie door de (bestuurlijke) stakeholders. Tijdens een workshop is geïnventariseerd hoe de haalbaarheid van virtueel testen kan worden gestimuleerd.

Algemeen kan worden gesteld dat de prestatie-eisen, waarmee fysische eigenschappen van het systeem worden aangetoond, vooralsnog niet met virtueel testen kunnen worden geverifieerd. Als voorbeelden van prestatie-eisen worden eisen genoemd ten aanzien van verlichtingsniveau, overdruk, luchtsnelheid, capaciteiten, toetreden verontreinigde lucht en vluchtruimten. *Closed-circuit television* (CCTV) is apart benoemd, omdat in de ontwerpfase veel mogelijk is maar de uiteindelijke validatie toch in het veld moet plaatsvinden.

Wat betreft de acceptatie van virtueel testen kan deze bereikt worden door het creëren van vertrouwen bij de stakeholders (tunnelbeheerder, veiligheidsbeambte, bevoegd gezag, nood- en hulpdiensten) en de wegverkeersleider als directe gebruiker van het tunnelsysteem. Het creëren van vertrouwen kan worden gestimuleerd door de volgende acties:

- Het vroegtijdig betrekken van de stakeholders.
- Zorgdragen voor een aansprekend persoon voor alle partijen die de bestuurlijke stakeholders betreft bij de invoering.

- Transparantie geven over wat wel kan met virtueel testen en wat niet (wat zijn de voorwaarden/beperkingen?).
- Is het virtueel model de werkelijkheid ('*what you see is what you get*', validatie).
- Bekijk wat de behoefte en wensen zijn van elke stakeholder ('*what's in it for me*' / waar kunnen we stakeholder mee helpen?).
- Valideren van de (virtuele) modellen met de beschikbare data van bestaande tunnels en achteraf met data van de betreffende tunnel (project Big data binnen het COB). De uitbreiding van informatie-inwinning (sensoren), zowel voor de civiele constructie als voor verkeers- en tunneltechnische installaties is hierbij als noodzakelijk genoemd.
- Uitwisselbaarheid/standaardisatie/validatie gebruikte tools, middelen en modellen.
- Successen delen en klein beginnen: eerst kleine projecten en stappen (modellen).

In een bredere context worden als kansen van een virtuele tunnel genoemd:

- Eenduidig communicatiemiddel in alle projectfasen tussen partijen en met de omgeving.
- Opleiding, training en oefening (serious gaming, wens nood- en hulpdiensten).
- Marktpartijen zullen moeten laten zien wat de mogelijkheden in de techniek zijn. Volgens de deelnemers zijn de middelen er, de processen zijn bekend, alleen passen we het nog niet toe. Wat is hiervoor de reden? Ervaringen in andere markten zijn er reeds, zoals in de vliegtuigindustrie. Uitwerken van een roadmap 'virtualisatie van besluitvorming tot sloop'.
- Voordelen benoemen, concreet maken en kapitaliseren, zoals reductie faalkansen/kosten, verkorten afsluiting (bijvoorbeeld: Heinenoordtunnel een dag dicht is 2,3 miljoen euro verlies).
- Agile/lean ontwikkelmethodes bieden meer kansen op succes dan een klassieke aanpak.

Aan de andere kant worden er ook bedreigingen gezien die de ontwikkeling van een virtuele tunnel belemmeren:

- Diversiteit tunnelwereld (wisselende projectorganisaties, opdrachtgevers, stakeholders, enz.).
- Benodigde (andere) competenties medewerkers (kosten opleiding).
- Afwijkingen van de (huidige) tunnelstandaard (genoemd, maar niet concreet gemaakt).
- Financieel model in de tunnelsector (overheid) is anders dan in de andere (particuliere) markten: opdrachtgever (Rijkswaterstaat) wordt niet direct afgerekend op bijvoorbeeld voertuig-verliesuren. Stilstand of verlate oplevering van bijvoorbeeld een fabriek staat direct als verlies in de boeken.
- Virtueel model moet niet iets apart zijn, maar een centraal onderdeel van de project-beheersing zijn.

Als praktijkvoorbeelden die al gebruikgemaakt hebben van een virtueel model worden genoemd:

- Noord/Zuidlijn: metrobestuurders zijn meegenomen door middel van virtueel rijden door de tunnel om de locatie van de signaalgevers/informatiebordjes te bepalen (of deze goed zichtbaar zijn).
- Koning Willem Alexandertunnel (A2 Maastricht): brandweer heeft gevraagd om een virtuele tunnel voor trainingsdoeleinden.
- Leidsche Rijntunnel: opleiding brandweer (tweeduizend brandweermensen).
- Velsertunnel: virtueel model is gebruikt om stakeholders inzicht te geven in de veranderingen aan de tunnel.
- IXAS (Gaasperdammertunnel)

Conclusie van de workshop

Alle deelnemers van de workshop zijn het eens over de kansen die virtueel testen biedt en adviseren opdrachtgevers en markt elkaar uit te dagen door virtueel testen bijvoorbeeld een belangrijk onderdeel van de aanbestedingscriteria (economisch meest voordelige inschrijving, EMVI) te laten zijn. Niet als doel op zichzelf, maar als middel om meer maatschappelijke waarde te creëren.

5.3 Perspectief van de markt (opdrachtnemers)

Op de vraag of de markt gelooft in het verkorten van de testtijd met behulp van virtueel testen, is volmondig 'ja' geantwoord. Virtueel testen gaat niet enkel over testen, maar vraagt ook om een andere manier van ontwerpen. Dit wordt ook wel *model driven design* genoemd. Een betrouwbaar gevalideerd digitaal model moet beschikbaar zijn.

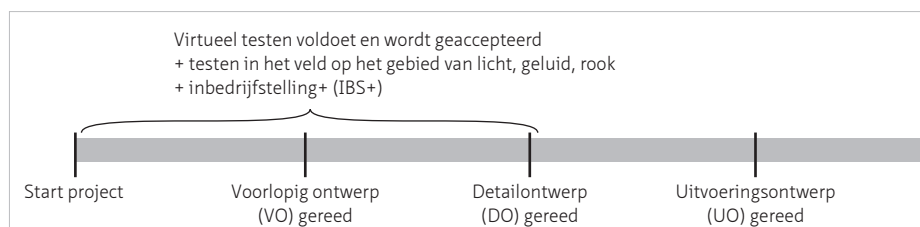
Een dergelijke manier van werken is in sectoren zoals de luchtvaartindustrie reeds '*business as usual*', dit in tegenstelling tot de tunnelsector. Het benodigde 3D-model zal voor nieuwbouw lastig zijn om gevalideerd te krijgen door de stakeholders. Voor een renovatieproject is dit aannemelijker, aangezien de tunnel ingelezen kan worden en door de stakeholders visueel gevalideerd kan worden. Tevens is er nog geen gevalideerd LTS-model (in E.A of soortgelijk). Wel zou het mogelijk moeten zijn om de 3B virtueel te kunnen testen. In het veld zou je alleen die LfV's moeten testen die verbonden zijn met de fysieke eigenschappen (ventilatie, verlichting, audio).

Testen die we buiten nog moeten doen, zijn de garantiemetingen (licht, geluid, rook). In de machinerewereld wordt veel gewerkt met *exploratory* testen, waarbij 55% meer fouten eruit worden gehaald. Dit zou in de tunnelomgeving gedaan kunnen worden door ervaringsdeskundigen zoals de wegverkeersleiders en de beheerders. De verwachting is dat voor een tunnel het bevoegd gezag hier geen genoeg mee neemt. Er wordt geadviseerd om allebei te doen: *exploratory* en virtueel testen op basis van gestructureerde testprotocollen.

Virtueel testen valt samen met een model dat goed is ontworpen. Op die manier zou je de iFAT kunnen combineren met simulaties.

Wat is er nog nodig?

De exacte randvoorwaarden en de impact op de andere fases van het project, moeten nog helder gemaakt worden. Het belang van de ontwerp- en voorbereidingsfases zal worden vergroot. Hiermee zullen alle partijen rekening moeten houden bij de voorbereiding van de aanbesteding en het project. Als je voor de ontwerpfase voldoende tijd neemt en het ontwerp goed doorlopen is, is de techniek ook zover. Een voorwaarde is dat er een echt model en een zeer gedegen proces onder moet liggen. Volgens de workshopdeelnemers zal op deze manier vanuit technische oogpunt een heel aantal van de SAT's, iSAT's, SIT's en iSIT's niet meer of veel beperkter noodzakelijk zijn.



Figuur 5.1 / Virtueel testen in relatie tot ontwerpfasen.

De deelnemers van de workshop durven zelfs te voorspellen dat het technisch mogelijk moet zijn om bij een project als de Velsertunnel de testtijd in het veld, die zorgt voor de negatieve maatschappelijke impact, te beperken tot een maand in plaats van drie maanden. Hier staat tegenover dat er anders en uitgebreid getest dient te worden op het virtuele model vanaf de ontwerpfase.

6 Conclusie en aanbevelingen

Uit de inventarisatie blijkt dat de techniek, hoewel het een cruciaal onderdeel is van het uiteindelijke succes, niet de beperkende factor is om virtueel testen mogelijk te maken. Wel is er nog een stap te zetten in de validatie van de virtuele modellen. Dit vraagt om een andere aanpak, niet alleen in de testfase, maar vooral tijdens het ontwerp (*model driven design*).

Daarnaast wordt door zowel de markt als de opdrachtgevende partijen uitgesproken dat een dergelijke manier van virtueel testen een veelbelovende toekomst heeft, omdat het uitgaat van het gezamenlijk streven naar het beperken van de negatieve maatschappelijke impact van grootschalige (tunnel)renovaties. Het succes zit hem in het stellen van de juiste randvoorwaarden en het kweken van vertrouwen bij alle betrokkenen en in het bijzonder bij de bevoegde gezagen. De aanpak is werkbaar voor deze partijen als uiteindelijk blijkt dat de virtuele resultaten hetzelfde zijn als de in-situresultaten. Hiervoor is bij aanvang van het project betrokkenheid (op de juiste onderwerpen en door de juiste stakeholders) en transparantie noodzakelijk. Ook moet er rekening mee worden gehouden dat de eerste projecten gebruikt worden om de werking aan te tonen/te valideren en zo het vertrouwen te genereren. Dit betekent dat er eerst dient te worden geïnvesteerd voordat geogst kan worden.

Om de ontwikkelingen op het gebied van virtueel testen te stimuleren, dient in de aanbesteding van renovaties rekening met dit onderwerp te worden gehouden. Dit kan door het een onderdeel van de EMVI-aanbieding te laten worden

Bijlage A Workshopverslagen

Deze paper is mede gebaseerd op de uitkomsten van vijf workshops met marktpartijen, Rijkswaterstaat en bevoegde gezagen. De verslagen hiervan vindt u in deze bijlage (vanaf de volgende pagina). De input die genoemd wordt in het verslag van de workshop op 19 september 2017, is opgenomen in [BIJLAGE B](#).



Nederlands kenniscentrum
voor ondergronds bouwen en
ondergronds ruimtegebruik

Themabijeenkomst: Virtueel testen

Datum: 9 maart en 23 maart, van 13.00 – 17.00 uur

Locatie: Movares in Utrecht

1. Opening Leen van Gelder / welkom door Movares

Leen van Gelder heet de aanwezigen van harte welkom in de bijeenkomst over Virtueel Testen bij Movares in Utrecht. De directie van Movares stelt zich voor als gastheer voor deze bijeenkomst.

2. Presentatie inleiding

Aan de hand van de agenda wordt het doel van deze bijeenkomst toegelicht.
De agenda bestaat uit een 3-tal presentaties, demonstraties en een plenaire dialoog.

3. Presentaties:

Movares, Jan Beumer: Van 3D naar virtual reality
Presentatie in de bijlage.

Altran, Ferdinand Cornelissen: Virtueel testen in de lifecycle
Presentatie in de bijlage.

Soltegro, Franc Fouchier,: Ontwikkeling van virtual reality
Presentatie in de bijlage.

4. Demonstraties

Deelnemers worden in 3 groepen verdeeld.
Movares, Soltegro en Altran geven demonstraties verspreid over het auditorium.

5. Discussie / vragen op 9 maart 2016

Wat heb je gezien, wat heb je gemist? Moet de markt hiermee doorgaan of niet?

Reactie van bureau veiligheidsbeambte RWS:

De demonstraties waren op zich niet nieuw, maar we moeten ons bewust zijn dat deze ontwikkelingen blijven doorgaan. Vanuit bureau veiligheidsbeambte is men nog wat sceptisch om op deze manier te gaan testen. Wel zou je hiermee met de stakeholders kunnen bekijken of je elkaar goed begrepen hebt in een traject.
Het delen van deze ontwikkeling is als positief ervaren.

Reactie vanuit het Bevoegd Gezag tunnels:

Dit is een mooie manier om een goed beeld te krijgen van een tunnel, maar het virtueel testen moet geen vervanging worden van het werkelijke testen. Men is benieuwd of je vooraf in beeld kan krijgen waar de risico's zitten voor in gebruik name van een nieuwe tunnel of een tunnel die gerenoveerd moet worden. Het kan helpen om de discussie te voeren waar je moet testen.



Nederlands kenniscentrum
voor ondergronds bouwen en
ondergronds ruimtegebruik

Stelling:

Met de inzet van virtueel testen (in de VO en DO fase) voldoet de opdrachtnemer aan zijn aantoonplicht.

Antwoord: Nee, niet volledig maar je kunt wel enig vertrouwen krijgen en je kunt op een aantal punten testen, maar nooit volledig. Draadjes, sensoren, actuatoren (ventilatoren, motoren, kleppen) e.d. moet je altijd testen, maar met virtueel testen kun je door middel van de nagespeelde processen zien of deze compleet of eventueel tegenstrijdig zijn.

Vraag: In welke richting moeten de marktpartijen gaan denken om de opdrachtgevers overtuigd te krijgen?

Antwoord: De planning staat altijd onder druk, maar door virtueel testen kun je veel eerder aan het testen beginnen.

Voor de validatie kan virtueel testen prima gebruikt worden, maar voor de verificatie zeker niet. Het is geen verificatie van de praktijk. Misschien moet je het dan meer virtueel toetsen noemen. Wel zou verificatie van de software zo verder komen.

Vraag: Wat kunnen we met virtueel testen voorkomen of aantonen?

Antwoord: De discussie hierover moet nog gevoerd worden. Dit proces van virtueel testen moet je verder gaan ontwikkelen.

Vraag: Hoever willen we gaan met virtueel testen?

Operationele scenario, de software, de beleving door..... (de weggebruiker, brandweer)
Dit moet je gaan afstemmen en wellicht verder uitwerken. Je wilt de grenzen van het systeem testen.

Vraag: Wat wordt er gemist en wat kun je er nog meer mee doen?

Antwoord:

- Gemist wordt het gedrag van de weggebruiker zelf.
- Wetgevingsveranderingen zou je moeten kunnen toevoegen aan de modellen van virtueel testen.
- Zaken zoals windrichting, zon, zou je ook aan de modellen toe moeten voegen. Deze invloeden zijn heel reëel.

Opmerking: Wat moet de gebruiker doen als er brand uitbreekt.

Reactie vanuit KPT: Het gedrag van de weggebruikers (bij brand) in tunnels is nu opgenomen in de rijexamens. Op de website van het KPT is vermeld hoe de gebruiker zich moet gedragen.

<http://www.kennisplatformtunnelveiligheid.nl/artikelen/98-tunnelveiligheid-voor-weggebruikers>

Vraag: Kunnen vanuit de landelijke tunnelstandaard ook een aantal testen geschrapt worden vanwege de inzet van virtueel testen?

Antwoord: Wellicht zou de LTS hierdoor in de toekomst aangepast moeten worden.

Als alles goed gemodelleerd wordt dan kunnen er geen discussies meer zijn over de processen, die discussies zijn er nu nog steeds volop.



Nederlands kenniscentrum
voor ondergronds bouwen en
ondergronds ruimtegebruik

Vraag: Zijn er nog zaken waarbij COB of KPT in dit proces nog iets kan betekenen? Zien jullie hierin een rol voor deze partijen? Moet er door deze partijen een volgende stap genomen worden om dit verder te begeleiden?

Hierop wordt nu geen antwoord gegeven door de deelnemers.

Samenvattend:

Je kunt redelijk vroeg in het project de processen valideren, maar verifiëren doe je veelal on site met de echte systemen. Het besturingssysteem kan hiermee getest worden, maar het ventilatiesysteem niet. Virtueel testen wordt met deze constatering niet gezien als echt testen

Met virtueel testen kun je wel fouten of ontbrekende zaken in de software uitsluiten.

Alles valt of staat echter met de kwaliteit van het model. Vanuit het bestaande model moet je gaan testen. Bij afwijkingen in het model gaat de kwaliteit van het testen ook achteruit.

Je kunt virtueel testen niet volledig inzetten om aan te tonen dat de tunnel compleet veilig is.

Het moet meer gebruikt worden als aanvulling.

Discussie / vragen op 23 maart 2016:

Vraag n.a.v. de presentatie van Soltegro, Franc Fouchier

Hoe hebben jullie de Velsertunnel er in gezet? Zijn de stakeholders hierin meegenomen?

De stakeholders zijn hierin niet meegenomen, want dit was een pilot.

Discussie naar aanleiding van demonstraties:

Vraag: Sluit dit aan bij de verwachtingen? Wat mist u, waar moeten we aan denken?

Antwoord deelnemers:

- Virtueel testen is interessant als krachtig hulpmiddel, maar het is nog een stap te ver om de tunnel hierin af te nemen.
- We gaan hier zeker stappen mee zetten om effectiever tunnels te bouwen.
- Hiermee wordt wel een goede stap genomen.
- Vertrouwen moet hierin opgebouwd worden in dit soort ontwikkelingen.
- Virtueel testen kan wel in de voorfase gebruikt worden.
- Je kunt het deels als echt testen gebruiken.
- Scenariotesten is hierdoor niet meer nodig.
- Opleidingsprogramma's kun je met virtueel testen ook heel goed inzetten, niet alleen voor het bouwen of renoveren van tunnels. Het is ook een krachtig hulpmiddel van software en besturingssystemen.
- Visualisatie draagt bij aan het inzichtelijk maken van de eisen set. In de analysefase kan dit goed ingezet worden.
- In de DO fase een werkend systeem zien, wordt toegejuicht. Eisen kunnen hiernaast ook ingevoerd worden. Dit zal tijdswinst opleveren.
- Samenwerking tussen opdrachtgever en opdrachtnemer zal hierdoor verbeteren.
- Je kunt de opdrachtgever eerder meenemen in het ontwerp.

Vraag: Hoe krijg je vertrouwen met virtueel testen?

RWS kan dit nog niet als tool accepteren. Het vertrouwen is er nog niet voldoende.



Nederlands kenniscentrum
voor ondergronds bouwen en
ondergronds ruimtegebruik

Je blijft toch wel testen volgens RWS.

Het testen van de ventilatie of openen van de deur moet toch blijven plaatsvinden.

Vraag: Wat mist het Bevoegd gezag voor tunnels bij het virtueel testen?.

Antwoord: Het is nuttig en het maakt juist voor degene die niet specialistisch technisch zijn veel meer duidelijk. Wellicht kan een gevalideerd model hier tegenaan gezet worden.

Vraag (civiele) opdrachtnemer: Wat moet ik investeren om dit uit te voeren? Nu lijkt virtueel testen nog niet efficiënt. Zolang de opdrachtgever het niet eist wordt dit niet omarmt en niet verder ontwikkeld.

Antwoord presenterende bedrijven: Er wordt geprobeerd te werken vanuit BIM-modellen die er al zijn. Dan heb je al weergave van de situatie. De stap naar het testen is dan een kleine. Interface software is ontwikkeld en beschikbaar. Dit zijn losse componenten die je kunt inzetten in het model. Je hoeft niet alles in te zetten. De kosten kunnen hierdoor beperkt blijven.

De A2 tunnel is uitgaande van een aangeleverd BIM-model voor circa € 20.000 gemaakt. Deze opdracht is in 3 a 4 weken uitgevoerd.

Je kunt dit model aanvullen met zaken die je wilt testen.

Vraag: Is het dan een ICT project of infrastructuur project?

Antwoord: Het wordt steeds meer een ICT project volgens de ontwikkelingen die er zijn. Visualisaties zijn hierin de basis.

Samenvattend:

Virtueel testen is een stap die we gaan maken. Het bouwen hiervan wordt steeds eenvoudiger.

De ontwikkelingen gaan snel. Dit zou op de agenda moeten blijven.

6. Sluiting

De presentaties en het verslag worden naar alle deelnemers gestuurd.

Movares worden bedankt voor de gastvrijheid, het gebruik van het auditorium, de lunch en de borrel.

De sprekers en degene die de demonstraties begeleiden worden bedankt voor hun bijdrage.

Aanwezigen hebben na afloop nog gelegenheid om na te praten bij de borrel.



Nederlands kenniscentrum
voor ondergronds bouwen en
ondergronds ruimtegebruik

Aanwezig 9 maart

Arjan Audenaert	Strypes
Jan Beumer	Movares
Michiel Blaauwboer	Movares
Rens Brandsema	Isala Delta
Arie Bras	Kiltunnel
Andre Brons	ODNZKG
Ferdinand Cornelissen	Altran
Kurt Donkers	Altran
Eric v.d. Dool	Vialis
Angela van Eeden	RWS
Ruurd Egberts	Altran
Leen van Gelder	KPT
Ronald Gram	Covalent
Ap Jaspers	Politie Haaglanden
Jacco Kroese	Movares
Geoff Kuis	Sogetti
Martin de Lange	RWS CIV
Paul van Laviere	La3e Consultancy
Tony Lemaire	Efectis
Arjan Neef	Covalent
Timo Neuteboom	Arcadis
Alex Noort	ODNZKG
Don Postma	Hochtief
William van Rijswijk	RWS
Erik Schermer	Grontmij
Roel Scholten	KPT
Jack van Schoonneveld	STE Caribbean
Frank Simmerman	RWS
Peter Stroo	Nongkhai
Christel Talmon	Cofely
Gerben Tornij	RHDHV
Serve van der Veen	Volker infra
Rico Verhage	Cofely
Bob de Vos	Strypes
Jan de Vries	Hochtief
Frederik Wagenaar	RHDHV
Frank van der Wal	Promat
Rob Wiersma	Nedmobiel
Pim Willemse	Altran
Simone Abel	KPT/COB



Aanwezig 23 maart

Wim Baars	Imagine
Ron Beij	Brandweer AA
Jan Beumer	Movares
Ed Bik	Gemeente Amsterdam
Erik Bockstael	Movares
Gerwin Booms	Dura Vermeer
Arjen Boon	Movares
Ferdinand Cornelissen	Altran
Martijn Dekker	Movares
Kurt Donkers	Movares
Marie-Anne Eitjes	ODNZKG
Wolfert Engelsman	Vialis
Franc Fouchier	Vialis
Leen van Gelder	KPT
Harry de Haan	Elumint
Jasper Haen	Student RU, via KPT
Jorgen Heinrich	MBT technology
Andries Hof	Idiomorf
Edward Hogeveen	Dynniq
Melle Holthuis	Croon
Peter Hoogen	Movares
Branco Hoogewonink	Movares
Arie de Jong	Combinatie Rotterdamse baan
Vincent Jonker	RWS
Patrick Kees	Kienia
Alexander van der Kolk	Soltegro
Marc Kooremans	RWS
Renard Kox	RWS
Jacco Kroese	Movares
Edwin Luijt	Croon
Hayo Meijs	TBI Kennislab
Peter Overduin	Movares
Sander van Poeteren	Dura Vermeer
Amresh Rambaran	Dura Vermeer, stagiere
Suzanne Ritsma	ODNZKG
Wouter Smeets	Synergio
Boy Soochit	TriMaya
Mike van Spalle	Synergio
Jan-Martijn Teeuw	Soltegro
Koen van Thiel	RHDHV
John van Trijp	Libertas invo
Marcel van de Velden	Altran
Rutger Veldhuijsen	ODNZK



Nederlands kenniscentrum
voor ondergronds bouwen en
ondergronds ruimtegebruik

Vincent Verheggen	Hochtief, afstudeerder
Ronald de Weerd	Croon
Pim Willemsen	Altran
Roeland Winckelmolen	Altran
Gerben Zonneveld	Movares
Ondra Vohnik	Vialis
Gabby van Meer	Compris
Tom Kraaij	?
Jan v.d. Sluis	RWS



Verslag

Workshop Virtueel Testen

Datum 22-05-2017

Tijd 14:00 uur

Locatie COB Delft

Aanwezigen:

Jacco Kroese – Movares

Ferdinand Cornelissen – Altran

Pim Willemsen – Altran

Franc Fouchier – Soltegro

Diderick Oerlemans – Covalent

Erik Holleboom – Strypes

Johan Beikes – Sogeti

Reinout van Elst – Sogeti

Karin de Haas – COB

Leen van Gelder – COB

Jan van Steirteghem – BESIX (projectleider namens COB voor deze opdracht)

Marie-José Knapé – BESIX

Introductie

Jan heet iedereen welkom en leidt het onderwerp in met de teaser of de term 'virtueel testen' de lading dekt. Virtueel is toch niet echt? De deelnemers aan de workshop herkennen dat de term 'virtueel', zeker in relatie tot aantoonbaarheid bij Opdrachtgevers en Bevoegde Gezagen, tot onnodige discussies kan leiden. Voorlopig wordt 'virtueel testen' noch steeds als werktitel voor deze opdracht gebruikt. In een later stadium en in overleg met RWS zal bekeken worden of een betere titel voorhanden is.

Ambitie van deze opdracht en scope van de workshop

Is het mogelijk om de hinder als gevolg van renovaties te beperken door de testtijd – op het kritieke pad – te verkorten zonder in te boeten op de aantoonbaarheid zoals beoogd door de Landelijke Tunnelstandaard (LTS)?

Postbus 582
2600 AN Delft

T 0182 – 540 660
info@cob.nl
www.cob.nl

ABN AMRO Bank Gouda rek.nr. 40.87.02.435
BTW NL804319431B01
IBAN NL 41ABNA0408702435
BIC ABNANL2A
KvK Gouda 41174235

De hinder als gevolg van het afsluiten van de tunnel voor een tunnelrenovatie bestaat grofweg uit 3 fases:

- Fase 1: De uitvoerings- en installatie werkzaamheden (inclusief Inbedrijfstelling)
- Fase 2: De testen in de tunnel (SAT, iSAT, SIT, iSIT)
- Fase 3: Het verkrijgen van de openstellingsvergunning

Deze opdracht wil nagaan of door 'virtueel testen' het mogelijk is om fase 2 te verkorten en zo de hinder als gevolg van de tunnelafsluiting te beperken. Als referentie/nulpunt wordt de renovatie van de Velsertunnel gebruikt waarbij fase 2 ca. 3 maanden heeft geduurd. Is het realistisch om dit bij toekomstige tunnelrenovaties in een kortere tijdspanne te doen?

Samenvatting / resultaten workshop

1) Model driven design

Virtueel testen gaat niet enkel over testen maar vraagt ook om een andere manier van ontwerpen. Een betrouwbaar digitaal model moet beschikbaar zijn. Dit wordt ook model driven design genoemd. Binnen de discipline van de 3B wordt ook wel gesproken over Model Driven Systems Engineering.

De vraag is hoe je dit doet zodat er vertrouwen ontstaat bij OG en de zaken niet meer in het veld gevraagd worden.

Hiervoor is een gevalideerd model en proces nodig. Op dit moment eisen zowel de interne RWS stakeholders als bevoegd gezag nog steeds dat hetgeen in de iFAT is aangetoond ook nog steeds wordt aangetoond in de tunnel. Er is nog een stap nodig om van een fysieke wereld naar een virtuele ervaring te gaan, waarbij de virtuele omgeving door een bevoegd gezag geaccepteerd wordt. Deelnemers geven aan dat dit met vertrouwen te maken heeft. Voor vertrouwen zijn 3 zaken essentieel:

- a. Kwaliteit van het ontwerp- en testproces m.b.t. Model Driven Design
- b. Volledige transparantie en betrokkenheid
- c. 'The good example' waarbij wordt aangetoond dat het proces werkt. Geen verrassingen tijdens de SAT, iSAT, SIT, iSIT; het model en de gerealiseerde oplossingen gedragen zich 100% identiek

2) Ervaringen in andere sectoren

In andere sectoren wordt de virtuele omgeving wel geaccepteerd. De luchtvaartsector is een van de eerste sectoren waar dergelijke simulaties zijn toegepast. In deze sector zijn ze ook gevorderd met het valideren en testen m.b.v. simulatie. Tevens wordt gerefereerd aan de racewereld waar heel veel wordt gewerkt met racesimulator.

Bij ASML / de machine sector wordt deze manier van ontwerpen en testen al gedaan en geaccepteerd. Door Erik Holleboom wordt toegelicht welke stappen een dergelijke machine ondergaat voor het op de markt is. ASML maakt gebruik van modellen en 3D visualisatie. Het ontwerp is een menselijke activiteit, welke vervolgens in de 3D omgeving wordt gemaakt. Handmatig worden de bewegende delen geprogrammeerd. Verschillende machine fabrikanten maken gebruik van 3D modellen met een model gebaseerd op ontwerpen en code generatie voor PLC's.

Een dergelijke manier van werken is nog niet toegepast in de tunnelomgeving. Wat inmiddels wel wordt gedaan is het visualiseren van het object met behulp van 3D. Voor nieuwbouw zal het lastig zijn om een 3D model visueel gevalideerd te krijgen door de stakeholders. Voor een renovatieproject is dit aannemelijker aangezien er voor de ontwerpfase al tekeningen beschikbaar zijn of er zijn mogelijkheden om de tunnel in te lezen en door de stakeholders visueel te valideren.

Echter is er nog geen gevalideerd LTS system model (in E.A of dergelijk), dat de werking en samenhang van de tunnel modelleert. Wel zou het mogelijk moeten zijn om de 3B virtueel te kunnen testen. In het veld zou je alleen die logische functievervullers moeten testen die verbonden zijn met de fysieke eigenschappen (ventilatie, verlichting, audio).

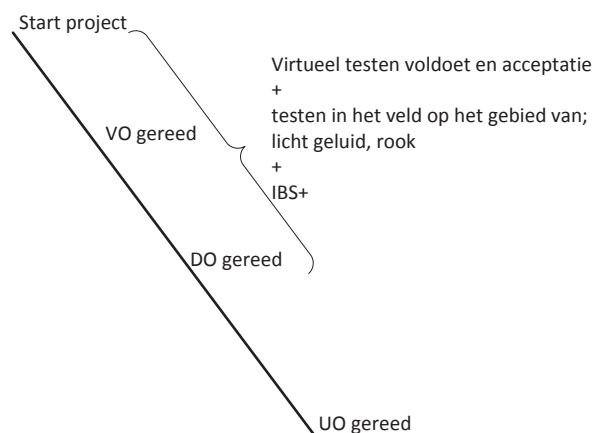
Testen die we buiten nog moeten doen zijn de garantiemetingen (licht, geluid, rook). In de machine wereld wordt veel gewerkt met exploratory testen, waarbij 55% meer fouten eruit worden gehaald. Dit zou in de tunnelomgeving gedaan kunnen worden door ervaringsdeskundigen zoals de wegverkeersleiders en de beheerders. De verwachting is dat voor de tunnel het Bevoegd Gezag hier geen genoeg mee neemt. Er wordt geadviseerd om beide te doen; exploratory en virtueel testen op basis van gestructureerde testprotocollen. Virtueel testen valt samen met een model wat goed is ontworpen. Op die manier zou je de iFAT kunnen combineren met simulaties.

Definitie kwestie virtueel model: visualiseren, modelleren en simuleren.

3) Geloven wij er in?

Het antwoord op deze vraag is volmondig ja. Wel moet nog helder gemaakt worden wat de exacte randvoorwaarden zijn en wat de impact is op de andere fases van het project. We zijn het er allemaal over eens dat hierdoor het belang van de ontwerp- en voorbereidingsfases wordt vergroot en dat hier bij de voorbereiding van de aanbesteding en het project door alle partijen rekening mee dient te worden gehouden. Als je voor de ontwerpfase voldoende tijd neemt en het ontwerp goed doorlopen is, is de techniek ook zover. Een voorwaarde is dat er een echt model en een zeer gedegen proces onder moet liggen. Tevens vraag het wat van de manier van werken. Voor het model gedreven werken zijn andere skills en disciplines nodig.

Volgens de deelnemers is op deze manier vanuit technische oogpunt een heel aantal van de SAT, iSAT, SIT en iSIT testen niet meer of veel beperkter noodzakelijk. Op bepaalde aspecten zal nog in de fysieke werkelijkheid aangetoond moeten worden dat iets werkt. Door onderdelen als besturing, dataprotocolen etc. al wel eerder virtueel aan te tonen, wordt de testeffort in het veld verkleind; er kan al meer op voorhand worden gedaan. De deelnemers noemen dit een IBS+ ter vervanging van SAT/iSAT testen.



Figuur 1: virtueel testen i.r.t. ontwerpfasen

De deelnemers durven zelfs te voorspellen dat het technisch mogelijk moet zijn om bij een project als de Velsertunnel de testtijd te beperken tot 1 maand i.p.v. 3 maanden.

4) De eerste stap die gezet moet worden is

Deze vraag is op het eind kort behandeld, maar wordt nog nader input gevraagd voor de deelnemers. Wat helpt is als OG (RWS) mee denkt om een kader te stellen wanneer het akkoord is om het zo te doen. Zoals ook in de waterwereld. Validatie van het beoogde gebruik, al op VO / DO niveau.

Binnen VWM in samenwerking met CIV wordt nagedacht over een virtueel trainingssysteem. Diderick heeft hier contact met RWS over. Wellicht zit hier een mogelijkheid in om op aan te haken.

Om de ontwikkeling een boost te geven helpt het dat hier in aanbestedingen aandacht aan wordt besteed zodat het een katalysator kan worden.

5) Vragen aan RWS / Bevoegd Gezag tijdens de sessie van 16/6/2017

- a. Wat zijn de grootste struikelblokken die RWS ziet bij het beperken van de 'S' testen? Wat zit er nog in de IBS+?
- b. Welke RWS stakeholders dienen te worden betrokken bij het verder ontwikkelen van de haalbaarheid van deze aanpak vanuit RWS standpunt?
- c. Welke overige stakeholders dienen te worden betrokken bij het verder ontwikkelen van de haalbaarheid van deze aanpak vanuit het standpunt van de overige stakeholders?
- d. In hoeverre is RWS bereid en in staat om zelf de lead te nemen in het standaardiseren of stroomlijnen van de markt als het gaat om model based systems engineering, en of virtueel testen?



Verslag

Bijeenkomst Digitaal tunneltweelingzusje

16 juni 2017

Aanwezig:

Baart	Fedor	Deltares
Beem	Ron	RWS GPO
Beikes	Johan	Sogeti Nederland BV
Bles	Thomas	Deltares
Bodegom-Woudsma van	Grietske	RWS GPO
Breedeveld	Helmut	RWS ACT
Breen van	Jordy	ProRail
Burg van den	Aad	RWS
Elst van	Reinout	Sogeti Nederland BV
Goudzwaard	Mark	RWS
de Haas	Karin	COB
Icke	Joost	Deltares
Janssen	Paul	Rotterdamsebaan
Klerk de	Richard	RWS GPO Blankenburgtunnel
Kole	Peter	RWS ACT, Bureau Veiligheidsbeambte
Kooremans	Marc	RWS GPO Zuidasdok
Korte de	Ton	RWS GPO
Naber	Johan	RWS GPO
Ploeg	André	RWS GPO A16
Schotmeijer	Gert-Jan	Deltares
Simmerman	Frank	RWS GPO Gaasperdammerweg
Slager	Jan	RWS GPO A16
Vreede	Joyce	RWS ACT, Bureau Veiligheidsbeambte
Vries de	Frank	COB

Postbus 582
2600 AN Delft

T 0182 – 540 660
info@cob.nl
www.cob.nl

ABN AMRO Bank Gouda rek.nr. 40.87.02.435
BTW NL804319431B01
IBAN NL 41ABNA0408702435
BIC ABNANL2A
KvK Gouda 41174235

Afwezig:

Arnoldussen	Willem	RWS LTR
Beem	Ron	RWS GPO
Blokland	Pieter	RWS GPO Blankenburgtunnel
Bouwmeester	Fred	RWS GPO
Derksen	Ruud	RWS GPO
Dorst van	Ewald	RWS GPO Gaasperdammerweg
Heijboer	Jaap	RWS GPO
Herk van	Soer	RWS ZD
Klaveren van	Dick	RWS GPO
Klooster van der	Reinier	RWS CIV
Kock de	Frans	RWS GPO Gaasperdammerweg
Lammeretz	Harry	RWS GPO Zuidasdok
Linden-IJsselstijn van der	Sandra	RWS
Maessen	Patrick	RWS
Nagtegaal	Gerland	RWS GPO Rijnlandroute
Naus	Chris	RWS GPO
Oerlemans	Diderick	Zuidasdok
Rouwenhorst	Dik	RWS
Tol	Peter	RWS VWM
Verschoor	Remco	RWS CIV

1. Welkom door Jan Slager, Karin de Haas en Frank de Vries

- Op initiatief van Jan Slager, projectdirecteur van de A16 , organiseert het COB een workshop om te verkennen hoe in de wereld van opdrachtgevers gedacht wordt over de ontwikkelingen richting een digitaal tunneltweelingzusje. Hoever zijn we, hoever willen we gaan en willen we daarin samen stappen maken? Deze inspiratiesessie is een eerste stap in dit proces.

2. Opening door Deltares (Gert-Jan Schotmeijer, Joost Icke en Fedor Baart)

- De wereld van waterveiligheid is al ver als het gaat om het toepassen van modellen en virtuele technieken. Deze worden ingezet in alle fasen van projecten (vanaf de planfase- realisatie- beheer en onderhoud-renovatie) o.a. met als doel de projecten slimmer, sneller, met meer draagvlak en gebaseerd op gefundeerde afwegingen te beheersen en te optimaliseren. De experts van Deltares laten voorbeelden zien uit iedere fase en vertellen over de benodigde randvoorwaarden, struikelblokken en kansen.
- De gebruikte modellen beschrijven veelal fysische verschijnselen, zoals verloop van waterstanden in stroomgebieden, golfverschijnselen en de invloed daarvan op

dijklichamen en oeverbescherming etc. Waar mogelijk worden modellen getoetst en verbeterd op basis van voorhanden zijnde historische gegevens en/of model of “full scale” proeven.

- Opgemerkt wordt dat heden ten dagen het modelleren op basis van omvangrijke hoeveelheden beschikbare data steeds belangrijk wordt. Om deze gegevens te ontsluiten en analyseren is het ontwerpen van de juiste data architectuur van groot belang.
- Daarmee lijkt een verschuiving van assetbeheer naar gegevens (big-data) beheer te zijn ingezet.

3. Inspiratie uit een ander veld door Sogeti (Johan Beikes en Reinout van Elst)

- In de luchtvaart is werken met een digitaal vliegtuigtweelingzusje al vol in bedrijf. Sogeti laat zien wat dit in de praktijk betekent voor zowel ontwerp, bouw, als relatie en interactie met de stakeholders. Het is namelijk dan mogelijk al voor de bouw samen met de stakeholders te testen.
De voordelen om met een digitaal tweelingzusje te werken zijn o.a.;
 - o Kostenreductie in de ontwikkelfase van een nieuw model;
 - o Voorspelbaarheid van het (aerodynamisch) gedrag van het vliegtuig
 - o Het beter gefundeerd nemen van ontwerpbeslissingen;
 - o Het werkt overtuigend richting eindgebruikers en/of andere stakeholders;
 - o Er kan gekapitaliseerd worden.
- Er zijn vele perspectieven mogelijk:
 - o Politie;
 - o Bevoegd Gezag;
 - o Veiligheidsbeambte;
 - o District;
 - o Weggebruikers;
 - o Opdrachtnemer;
- Er wordt gebruik gemaakt van meerdere modellen en simulatoren, voor het testen en visualiseren van diverse eigenschappen van het vliegtuig (b.v. Airflo voor het aerodynamisch gedrag).
- Om het “vlieggedrag” van het vliegtuig te kunnen simuleren en testen wordt gebruik gemaakt van een “Test Rig”.
- Alle systemen, apparatuur en dynamische componenten (bijv. de hydraulische systemen voor het besturen van het startvlak), worden toegevoegd aan de Test-Rig en gekoppeld aan de testomgeving.
- Het Test-Rig in combinatie met verschillende modelgebaseerde simulaties en het “digitale” ontwerp van het vliegtuig, maakt het mogelijk “virtueel” te vliegen.
- Bij ASML is voor het testen van hun producten gebruik gemaakt van de bij Airbus ontwikkelde methoden. Het fysiek testen zou, vanwege de grote hoeveelheden machines die het betreft, 1 miljard euro kosten en een enorme doorlooptijd vergen. Door het ontwikkelen van de testomgeving is deze tijd significant verkort en tevens de test kwaliteit

aanzienlijk verbeterd. Hoewel de ontwikkelkosten van de testomgeving ca 1 miljoen euro bedroegen, is uiteindelijk ook een kostenreductie is behaald.

4. Pauze

5. Uit elkaar de diepte in

- In 5 kleine subgroepjes beantwoorden we met elkaar de volgende vragen:

A. Wat is voor u een digitaal tunneltweelingzusje?

- Geen digitaal tunneltweelingzusje, maar “Blauwdruk”;
- Simulatie t.b.v. testen/systeemtest (happy/unhappy) – opleiding/training in virtuele omgeving;
- Gekoppeld kunnen worden aan alle systemen;
- Dynamische interactie met de omgeving;
- Alle fasen van de levenscyclus, hier heeft de beheerder heel veel profijt van;
- Voor de veiligheid, goed weten waar alle nooduitgangen zijn;
- Digitale proeftuin met een tunnel;
- Maakbaarheid, al in de voorfase/planfase kunnen zeggen of het maakbaar is (contracten, systeemintegratie, inpassing, fiscale representatie (BIM++);
- Simulatie t.b.v. OTO – virtueel;
- Ontwerp model voor de instandhouding;
- Dynamische interactie met de omgeving;
- Virtuele tunnel inclusief interactie omgevingsmanagement (dynamisch en langdurig)
- Modellen verbeteren met data en hier meer op sturen;
- Wat is de invloed voor alle verschillende stakeholders?
- Beperken van faalkosten;
- Voorspelbaar onderhoud;
- Oefenen zonder dat je de tunnel nodig hebt;
- Verkorte test tijd;
- Volledig dekkend model (constructies (voor 50 jaar), installatie, hoe hij gebruikt wordt, storingen, scenario's (crowd mns/rook/warmte), met omgeving (wegen, bodem, verkeersstromen), spelen met scenario's;
- Integraal + bediening;
- Scenario's;
- Hij is er al;
- Gaming;
- Aanbesteding;
- Partnership;
- Herbruikbaar.

B. Wat denkt u eraan te hebben(waar wordt u hebbertig van)? En waarom?

- o Weinig:

- het levert een kleine besparing op;
- lage faalkans;
- lange bouw;
- Veel:
 - Vertrouwen wekken;
 - Tijdwinst;
 - Minder risico;
 - Uitleg in omgeving;
 - Laten zien aan burgers;
 - Extra toepassingen.
- Beperken faalkosten tijdens realisatie;
- Reduceren ombouw tijd;
- Extra toepassingen maken
- Functionele beschikbaarheid/beschikbaarheidsvoorspeller;
- Goed kijken naar projecten;
- De auto als data leverancier? De weg als bron? De tunnel slimmer in het kader van veiligheid. Geen barrière voor ontwerp zelf rijdende auto;
- Instructie/opleiding;
- Belangrijk: Instructie in auto van hulp verlenen;
- Europa: installaties Objectenbibliotheek – leveranciers – meten – modellen;
- Risico's voor risico gestuurd ondernemen;
- Tunnel Slim plannen – onderhands plan;
- Systematisch opbouwen (uniformeren, standaardiseren);
- Digitale proeftuinen met digitale standaard;
- Aantonen klanteisen (stakeholders);
- “Leercurve” voor het verbeteren van het model;
- Pro Bo – voorspelbaar onderhoud;
- Oefenen zonder tunnel sluiting;
- Verkorten van de testtijd (IBS);
- Minder wijzigingen/aanpassingen wat tijd en geld scheelt;
- Minder mensen wat het “groener” maakt en waardoor het minder kost;
- Draagvlak/begrip;
- Bereikbaarheid;
-

C. Wat zou er moeten gebeuren om dit werkelijkheid te laten zijn? Welke belemmeringen zie je nu nog waarom dit nu nog geen werkelijkheid is?

- CIV;
- Onderdelen worden nu zonder model geleverd, denk aan slagbomen;
- Beheermodel;
- Uitwisselbaarheid;
- Levensduur variatie;
- Herbruikbaarheid

- Security
- Ontwerpen van de tunnel;
- Relatie met de omgeving;
- JD model in scope;
- Leren van verbeteretunnel – Heinenoord beheer en onderhoud erbij;
- Hoe blijf ik uit de krant en binnen de kosten?;
- Meerwaarde/voordeel onduidelijk voor “besluitvormers”;
- Vertrouwen in het resultaat (ICT project);
- Opmerking: Van assetbeheer naar data (informatie) beheer;
- Inzicht informatie behoefte;
- Welke data is beschikbaar;
- Welke data hebben we nog nodig?
- Hoe?

D. Wat kun jij doen om dit weg te nemen (binnen je project, op rolniveau, binnen de wet/standaard/overig).

- Tunnel standaard (LTS)
- BIM ++;
- Beheren modellen;
- Parallel werken, kleine stappen;
- Modellen leveren;
- Afrekenen op doorstroming/beschikbaarheid
- Verkeershoogte model
- Meerwaarde en voordelen, werkelijk inzichtelijk;
- Vertrouwen kweken;
- Transitie van assetbeheerder naarbeheerder;
- Ergens beginnen!
- Alles wat je hebt digitaal maken – geschikt voor B&O;
- Position paper/showcase (Velsertunnel, Kiltunnel, Heinenoordtunnel, Gaasperdammertunnel, A16 Rotterdam, Zuidasdok)
- Zuidasdok meenemen in de testfase;
- Heinenoord: relatie model stakeholders (als casus gebruiken)
- In de tunnelobjecten delen en in adviesprojecten inbrengen;
- Beïnvloedende rol richting Bevoegd Gezag;
- Invulling van risicogerichtheid;
- Onderbouwing van veiligheidsadviezen;
- Beginnen bij C – bestaande tunnel;
- Sponsor zoeken;
- In aanbesteding meenemen;
- Stuur op beschikbaarheid i.p.v. budget;
- Meerwaarde aantonen (door TE DOEN!).

6. Plenaire terugkoppeling

De resultaten uit de groepsessie zijn plenair teruggekoppeld. Hieronder volgt een opsomming van de belangrijkste punten uit deze terugkoppeling, welke als rode draad voor het digitale tunnel model kunnen worden gezien

Welke rode draden zien we?

- Mogelijke toepassingen voor een digitaal tunnelmodel:
 - Simulatie ten behoeve van opleiden, trainen en oefenen.
 - Simulatie ten behoeve van systeem testen en systeem afdame.
 - Virtuele tunnel ten behoeve van beeldvorming externe stakeholders en omgeving.
 - Virtuele tunnel voor inzicht in onderhoud status gedurende de gehele levens cyclus.
 - Virtuele tunnel voor inzicht in functionele veiligheid.

Wat is de top 3/5 aan kansen die we zien?

- Mogelijke kansen voor het succesvol toepassen van een digitaal tunnelmodel:
 - Reductie van risico's met name voor openstelling.
 - Kunnen testen zonder fysieke tunnel en tunnelsystemen, resulteert in reductie van testtijd.
 - Tijdwinst gedurende realisatiefase, met name bij renovatie.
 - In het OTO traject, oefenen zonder tunnelafsluiting.

Wat is de top 3/5 aan beren die we zien

- Mogelijke belemmeringen voor het succesvol toepassen van een digitaal tunnelmodel:
 - Het beheer van de modellen (centraal te regelen).
 - Uitwisselbaarheid van modellen en gegevens.
 - Andere gegevens vanuit projecten noodzakelijk.
 - Contracten vragen om papier niet om modellen.

Wat is de top 3/5 aan acties

- Welke acties kunnen concreet binnen de eigenomgeving worden opgepakt:
 - Modellen opnemen in de tunnelstandaard als te leveren product.
 - BIM ++, aanvullen van BIM standaard met "dynamische" gegevens.
 - (Als nog) voorhanden modellen laten opleveren.
 - "Doen". Neem een overzienbaar onderwerp binnen een project.
 - COB-positionpaper.

- **Waar zijn projecten waar je hier kansen voor ziet?**

- Nieuwbouw: A16, Gaaspedammertunnel, Zuidasdok, Rijnlandroute, Rotterdamsebaan

- Renovatie: Velsertunnel, Heinenoordtunnel, Kiltunnel, Koningstunnel

7. Waar beginnen we (vervolgafspraken)?

1. Voor nieuwbouw: een kerngroep van directeurs van grote projecten (Jan Slager, Frans de Kock, Hans Versteegen, aangevuld met Chris Naus en Dick van Klaveren, Paul Jansen). Mogelijk is er ook belangstelling bij andere Niet-Rijkstunneldirecteurs?)
Doel: Informeren elkaar, stimuleren elkaar en helpen elkaar om, samen met hun bouwpartners en hun netwerk, te komen tot eigen digitale tunneltweelingen waarbij belangrijke randvoorwaarden zullen zijn om de resultaten te kunnen integreren en zo een netwerk van tunneltweelingzusjes te kunnen opbouwen.
2. Voor renovatieprojecten nemen we de opzet zoals toegepast voor de Velsertunnel als basis om te werken aan een blauwdruk van (de ambitie voor) een digitaal tunneltweelingzusje van de Heinenoordtunnel, mogelijk gecombineerd met/uitgetest in de Kiltunnel of de Piet Heintunnel. Actie: Karin bespreekt dit met Dick van Klaveren en een aantal niet-rijkstunneleigenaren.
3. Voor het ontwikkelen van draagvlak en het maken van snelle stappen gaan we op zoek naar (internationale) partners. Hiertoe wordt een position paper (zie Engelstalige bijlage) ontwikkeld die via bestaande (en nieuwe) kanalen (zoals ITA, COSUF, STUVA etc.) wordt verspreid . Op de laatste ITA-conferentie in Bergen, Noorwegen, is reeds belangstelling getoond door Noorwegen, Frankrijk, Zwitserland, Duitsland en andere landen (zoals Australië en Amerika).
Dit kan tevens worden toegevoegd aan/gepositioneerd worden als uitwerking van de langetermijnvisie op tunnels die in Nederland is ontwikkeld en door het ITA in het komende jaar zal worden gebruikt als basis voor een ITA-visie op de tunnel van de toekomst.
4. Daadwerkelijk verkorten openstellen door virtueel testen bij renovatieprojecten opstarten, uitwerken en toepassen
5. De veiligheidsdiensten betrekken, zodat de voordelen ook daadwerkelijk kunnen worden ingeboekt en niet stuklopen op onbekendheid.

8. Vragen om mee te nemen in het vervolg:

- a. Wat zijn de grootste struikelblokken die RWS ziet bij het beperken van de “S” testen? Wat zit er nog in de iBS+?
- b. Welke RWS stakeholders dienen te worden betrokken bij het verder ontwikkelen van de haalbaarheid van deze aanpak vanuit RWS standpunt?
- c. Welke overige stakeholders dienen te worden betrokken bij het verder ontwikkelen van de haalbaarheid van deze aanpak vanuit het standpunt van de overige stakeholders?
- d. In hoeverre is RWS bereid en in staat om zelf de lead te nemen in het standaardiseren

of stroomlijnen van de markt als het gaat om model based systems engineering, en of virtueel testen?



Verslag

Onderwerp: Virtueel Testen

Datum 19 september 2017
Tijd 09:00 uur
Locatie COB Delft

Aanwezigen:

Joyce Vreede – RWS ACT
 Reinier van der Klooster - RWS CIV
 Arno Weiss – RWS WNN
 Dave de Wilde – RWS VWM
 Sjef van den Buijs RWS GPO
 Bernhard Thieme – RWS DID
 Johan Naber – RWS GPO
 Reinout van Elst - Sogeti Nederland B.V.
 Tom van de Ven - Sogeti Nederland B.V.
 Aydemir Cetin - Movares
 Ferdinand Cornelissen - Altran Nederland
 Alexander van der Kolk - Soltegro
 Erik Holleboom- Strypes Nederland
 Arjan Neef - Covalent
 Jan van Steirteghem - BESIX S.A.
 Karin de Haas – COB (deels)
 Leen van Gelder - COB

Afwezig

Marie-José Knappe Besix Nederland bv
 Fred Bouwmeester – RWS GPO
 Ruud Derksen – RWS GPO
 Frank Simmerman – RWS GPO
 Andre Ploeg – RWS GPO
 Peter Kole – RWS ACT
 Jan Beumer- Movares
 Franc Foucher-Soltegro
 Diderick Oerlemans- Covalent
 Johan Beikes-Sogeti Nederland B.V.

Postbus 582
 2600 AN Delft

T 0182 – 540 660
 info@cob.nl
 www.cob.nl

ABN AMRO Bank Gouda rek.nr. 40.87.02.435
 BTW NL804319431B01
 IBAN NL 41ABNA0408702435
 BIC ABNANL2A
 KvK Gouda 41174235

Welkom

Jan van Steirteghem (projectleider COB) heet iedereen welkom en bedankt de deelnemers voor de ter voorbereiding van deze brainstormsessie verstrekke input.

Na een voorstelronde volgt een korte toelichting.

Korte toelichting

Deze brainstorm is een onderdeel van een traject dat het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) uitvoert in opdracht van RWS.

Vanuit RWS is Reinier van de Klooster aangesteld als opdrachtgever voor het COB.

Op hoofdlijnen is de doelstelling van de opdracht om te onderzoeken of **het mogelijk is om de maatschappelijke impact van tunnel renovatieprojecten te verkleinen door de functionaliteit virtueel te testen en zo de testactiviteiten op het kritieke pad in tijd te beperken, dit uiteraard zonder in te boeten op aantoonbaarheid.**

De opdracht van het COB is om een position paper te schrijven die een uitspraak doet over de haalbaarheid van het virtueel testen, zowel op technisch inhoudelijk vlak als op gebied van haalbaarheid bij de stakeholders.

Voorafgaand aan deze brainstormsessie hebben 2 overleggen plaatsgevonden:

1. Op 6 juni een overleg met overwegend marktpartijen met als belangrijkste focus 'Is het technisch haalbaar'. Daarop was het antwoord 'volmondig ja'.
2. Op 16 juni een bijeenkomst met een aantal opdracht gevende partijen. Het onderwerp was ruimer opgezet dan enkel virtueel testen maar ook hier is enthousiasme uitgesproken voor het concept

Uit beide overleggen kwam naar voren dat de haalbaarheid in grote mate ook afhangt van de acceptatie door de (bestuurlijke) stakeholders. Daarom is met Reinier van de Klooster als opdrachtgever van het COB besproken om hier de nodige aandacht aan te geven.

Uiteraard is het belangrijk om hierover in overleg te treden met de bestuurlijke stakeholders maar wij zijn van mening dat het effectiever is om met hen in overleg te treden op basis van een concrete analyse.

De bedoeling van de brainstorm is om de input te geven voor deze concrete analyse die dan later-besproken en waar nodig bijgesteld zal worden in overleg met de bestuurlijke stakeholders. Primaire staat dus het ophalen van de beschikbare kennis en ervaring omtrent de (functionele) eisen die de verschillende bestuurlijke stakeholders zullen stellen om virtueel testen te accepteren als een volwaardig alternatief voor in-situ testen staat hierbij primair.

Ter voorbereiding van de brainstorm is de deelnemers gevraagd om input te leveren door invulling te geven aan de volgende stelling (gele vlakken):

Als [Bestuurlijke Stakeholder] wil ik dat [functionele eis] invult omdat [onderbouwing].

De aangeleverde input is vastgelegd in bijlage 1 van dit verslag.

>> Ga voor de input naar [BIJLAGE B](#).

Resultaten brainstorm

1. Algemeen kan worden gesteld dat de prestatie eisen, waarmee fysische eigenschappen van het systeem worden aangetoond, vooralsnog niet met virtueel testen kunnen worden geverifieerd. Als voorbeelden van prestatie-eisen zijn genoemd, eisen ten aanzien van: verlichtingsniveau, overdruk, lichtsnelheid, capaciteiten, toetreden verontreinigde lucht vluchtruimten. CCTV is apart benoemd omdat in de ontwerpfase veel mogelijk is maar de uiteindelijke validatie toch in het veld moet plaatsvinden.
2. Belangrijk aspect voor het succesvol invoeren/toepassen van virtueel testen is het creëren van vertrouwen bij de stakeholders (tunnelbeheerder, veiligheidsbeambte, bevoegd gezag, nood- en hulpdiensten) en de wegverkeersleider als directe gebruiker.
Bij deze discussie zijn genoemd:
 - Vroegtijdig betrekken van de betrokkenen
 - Aansprekend persoon voor alle partijen betrekken bij de invoering
 - Transparantie (duidelijk wat wel/niet kan, wat zijn de voorwaarden/beperkingen)
 - Is het virtueel model de werkelijkheid (What you see is what you get, validatie)
 - Kijk naar wat de behoefte en wensen zijn van elke betrokkene (what's in it for me)/ waar kunnen we betrokkene mee helpen
Specifiek is stilgestaan bij assetmanagement. Voor tunnelbeheerder is de toegevoegde waarde van de digitale tunnel tweeling nog niet vanzelfsprekend.
 - Valideren van de modellen met de beschikbare data bestaande tunnels en achteraf met data van de betreffende tunnel (project Big Data binnen COB).
De uitbreiding informatie-inwinning (sensoren), zowel civiel als VTTI is hierbij noodzakelijk genoemd.
 - Uitwisselbaarheid/standaardisatie/validatie gebruikte tools, middelen en modellen
 - Successen delen en klein beginnen
Groeimodel eerst kleine projecten en stappen (modellen)
3. Als kansen zijn genoemd:
 - Eenduidig communicatiemiddel in alle projectfasen tussen partijen maar ook naar de omgeving
 - Opleiding training en oefening (serious gaming, wens nood- en hulpdiensten)
 - Markt moet laten zien wat er kan
 - o Middelen zijn er; processen zijn bekend, techniek is er; waarom doen we het nog niet?
 - o Inbrengen ervaringen andere markten, vliegtuigindustrie, ASML, ...
 - o Uitwerken roadmap virtualisatie vanaf start besluitvorming tot sloop
 - Voordelen benoemen, concreet maken en kapitaliseren:
 - o Reductie faalkansen
 - o Verkorten afsluiting, genoemd voorbeeld:
Heinenoordtunnel 1 dag dicht = 2,3 miljoen euro verlies (o.a. omgeving IKEA)
 - Successen delen en klein beginnen
Groeimodel eerst kleine projecten en stappen (modellen)
 - Agile/Lean ontwikkelmethodes bieden meer kansen op succes dan een klassieke aanpak
4. Genoemde bedreigingen:
 - Diversiteit tunnelwereld {wisselende; project(organisatie), opdrachtgevers, stakeholders, enz.}
 - Benodigde (andere) competenties medewerkers (kosten opleiding)

- Afwijkingen van de (huidige) tunnelstandaard (genoemd maar niet concreet gemaakt)
 - Financieel model tunnels (overheid) is anders dan de andere (particuliere) markten. Opdrachtgever (RWS) wordt niet direct afgerekend op bijvoorbeeld voertuigverliesuren. Stilstand of verlate oplevering van bijvoorbeeld een fabriek staat direct als verlies in de boeken.
 - Virtueel model moet niet iets apart zijn maar centraal onderdeel uitmaken van de projectbeheersing
5. Genoemde praktijkvoorbeelden:
- Noord-Zuid-lijn: metrobestuurders zijn meegenomen d.m.v. virtueel rijden door de tunnel om de locatie van de signaalgevers/informatiebordjes te bepalen of deze goed zichtbaar zijn
 - Koning Willem Alexandertunnel (A2 Maastricht) Brandweer heeft gevraagd om een virtuele tunnel voor trainingsdoeleinden
 - A2 Leidse Rijn Opleiding brandweer (2000 brandweermensen)
 - Velsertunnel
 - IXAS (Gaasperdammerwegtunnel)

Conclusies

Alle deelnemers zijn het over de kansen die het onderwerp biedt eens en adviseren dat het de moeite loont dat de opdrachtgevers en de markt mekaar uitdagen door het bijvoorbeeld een belangrijk onderdeel van de EMVI te laten zijn. Niet als doel op zich maar als middel om meer maatschappelijke waarde te creëren.

Om deze aanpak werkbaar te maken is het belangrijk dat er bij de bevoegde gezagen vertrouwen is (dat de virtuele resultaten dezelfde zijn als de in situ resultaten). De deelnemers zijn het erover eens dat de weg hier naartoe nood heeft aan betrokkenheid (op de juiste onderwerpen en door de juiste stakeholders) en transparantie. Ook dient er rekening te worden gehouden dat de eerste projecten gebruikt worden om de werking aan te tonen/valideren en zo het vertrouwen te genereren. Dit betekent dat er eerst dient te worden geïnvesteerd voor er geoogst kan worden.

Digitale tunnel tweeling

Karin de Haas geeft afsluiting een toelichting van het door COB in ontwikkeling zijnde tunnelprogramma. Ingegaan wordt op de ontwikkelij digitale tunneltweeling, welke direct aansluit op het virtueel testen. Zie <https://www.cob.nl/wat-doet-het-cob/vakgebieden/speciale-projecten/tunnelprogramma.html>

Acties

Inbrengen resultaten in het bevoegd gezag overleg van 11-10-2017.

Bijlagen

Bijlage 1, input deelnemers ter voorbereiding aan de brainstormsessie 19-9-2017



Verslag

— onderwerp	Bijeenkomst BG
— kenmerk	BGKPT.2017.001
— aantal	4
— datum	11-10-2017
— locatie	Bouwcampus, v.d. Burghweg 1 in Delft

Aanwezig	NAAM	ORGANISATIE
	Ciska v.d. Andel	Gemeente Rotterdam
	Peter van Bakel	Gemeente Maastricht
	Rene Bakker	Gemeente Leiden
	Tonnie Brandt	ODNZKG
	Andre Brons	ODNZKG
	Nielma Chiang San Lin-Harpal	Gemeente Rotterdam
	Antoon van Dijk	Gemeente Leiden
	Ron v.d. Ende	RWS
	Marissa Fang	Gemeente Rotterdam
	Leen van Gelder	KPT
	Dennis Grootaers	Veiligheidsregio Rotterdam Rijnmond
	Ben v.d. Horn	KPT
	Naushad Kallan	Gemeente Leiden
	Adryan Lamper	Gemeente Kapelle
	Wim Mulder	Gemeente Leiden
	Wouter Schutte	Gemeente Leiden
	Hans in 't Veld	Gemeente Utrecht
	Rutger Veldhuijsen	ODNZKG
	Roger Voncken	Gemeente Maastricht
	Bert Wijburg	Gemeente Utrecht
	Maarten Worp	Veiligheidsregio Rotterdam Rijnmond
	Alex Noort	ODNZKG
	Marnix de Jong	Gemeente Borsele
Afwezig	Ron Beij	KPT
	Sid Torabi Sefidabi	Gemeente Rotterdam
	Arno Weis	RWS
	Marie-Anne Eitjes	ODNZKG

1. Opening door Ben v.d. Horn / Leen van Gelder

Ben v.d. Horn opent de bijeenkomst voor het Bevoegd Gezag en stelt zich voor als nieuwe coördinator van het KPT. De presentaties worden bij het verslag gevoegd.

2. De visie van Peter Kole, Tunnelveiligheidsbeambte RWS

Opmerkingen/ vragen naar aanleiding van de presentatie:

Opmerkingen:

- Communiceren met de omwonenden van een tunnelproject blijkt essentieel bij bouw en renovatie van een tunnel.
- Overdracht van kennis door aannemers van het ene naar het andere tunnelproject werkt goed.
-
-



- Besturen en bedienen van een tunnel: Peter Kole raadt aan om eens een kijkje te nemen in een verkeerscentrale om te zien hoe dit werkt. De werkdruk is daar heel groot. Dit heeft de aandacht bij Peter Kole.
 - Er moet rekening gehouden worden met de nieuwe ontwikkelingen:
 - Slimme camera's: er komen steeds meer verbeteringen wat goed ondersteunende werkt voor de centralisten in de verkeerscentrale. (Bijv. detectie van gevaarlijke stoffen, hoe bewegen mensen zich in een tunnels, bij verdachte bewegingen) Dit kan ook helpen bij calamiteiten
 - Virtueel testen
 - Floating Car: steeds meer gebruik van app's en Google Maps. Dit is in de tunnel ook goed te gebruiken
 - Zelfrijdende auto's; zijn tunnels daarin een belemmering?
 - Alternatieve brandstoffen in tunnels
- De nieuwe ontwikkelingen worden op de voet gevolgd.
Deze ontwikkelingen komen eraan en hier moet je rekening mee houden.

Vraag 1:

Moet het vluchtconcept bij een lange landtunnel aangepast worden?

Antwoord:

Niet het vluchtconcept moet aangepast worden, maar de informatievoorziening aan de gebruikers.

Het vluchten in een tunnel zou opgenomen moeten worden in de rijopleiding.

Te veel gebruikers weten niet hoe zij moeten vluchten in een tunnel.

Vraag 2:

De rol van het bevoegd gezag is toetsen, maar daarna is het bevoegd gezag vaak het contact kwijt met RWS. Wens BG een "website voor informatie-uitwisseling en online samenwerking" over de uitgevoerde werkzaamheden met de verschillende BG/ VB/ TB.

Antwoord:

Dit is in meerdere regio's het geval en moet binnen de regio bespreekbaar gemaakt worden. Geef aan wat je nodig hebt vanuit elkaars verantwoordelijkheid.

Ron van de Ende neemt hierover contact op met de VB in alle regio's.

Actie R. v.d. Ende

De samenwerking tussen de diverse functies moet zakelijk ingestoken worden, waarbij men respect moet houden voor de eigen rol en verantwoordelijkheid.

Vraag 3:

Waar kan het bureau van veiligheidsbeambte ondersteunen in bouwspecialismen in een tunnel? Kan dit meer toegankelijk worden voor het bevoegd gezag?

Peter Kole kan hierin een rol spelen en zou het bevoegd gezag hier graag in ondersteunen met experts op dit gebied.

Vraag 4:

Waarom ben je kritisch aanzien van de veiligheidsregio's?

Samenwerking binnen de veiligheidsregio's moet beter, zij moeten meer overleggen.

Gemeenten die geen kennis hebben van tunnels moeten meer ondersteund worden.

Oefenen, trainen en opleiden is heel belangrijk voor de hulpdiensten. Zowel virtueel als fysiek.

Dit kan een bijdrage leveren aan meer veilige tunnels.

Elke tunnel is uniek. RWS-tunnels zijn wel veel hetzelfde ingericht, maar niet Rijkstunnels verschillen van elkaar, zodat er echt geoefend moet worden.

De brandweer moeten vanuit de veiligheidsregio's geïnformeerd worden hoe zij moeten blussen bij een brand in een tunnel. De mens moet hierin centraal gesteld worden.

3. Pauze



4. Uitvoeringskader 6-jaarlijkse onderzoek wegtunnels (Rutger Veldhuijsen, ODNZKG)

Opmerkingen/ vragen naar aanleiding van de presentatie:

Opmerkingen:

- Maak optimaal gebruik van de levensduur van je componenten. Soms moet je onderdelen binnen 5 jaar vervangen en soms pas na 7 jaar, als de onderbouwing hiervan maar goed is.
- Het uitvoeringskader 6-jaarlijks onderzoek wegtunnels is nog niet gepubliceerd, maar na publicatie zal deze verspreid worden.
- Afgesproken wordt om de aanwezigen het verslag van eerdere BG-bijeenkomsten op aanvraag te verstrekken.

Actie Simone

Vraag 1: Hoe kijk je aan tegen ketenverantwoordelijkheid?

Antwoord: De verantwoordelijkheid ligt bij de eigenaar, maar het bevoegd gezag heeft een toezichtstaak.

Vraag 2: Hou je er ook rekening mee om onverwacht/ onaangekondigd te gaan toetsen?

Antwoord: Dit is niet in de scoop opgenomen, omdat je lastig direct een tunnel kunt sluiten.

Dit zou wellicht wel kunnen bij afsluiting van een tunnel bij onderhoud.

Vraag 3: worden bij een toets onderhoudsrapporten ingezien?

Antwoord: Als onderhoud wordt uitgesteld dan kan hier onderzoek naar gedaan worden. Onderhoud moet in een logboek vermeld worden.

Vraag 4: Wat wil het Ministerie weten over de tunnel en het rapport over de 6-jaarlijkse inspectie?

Antwoord: Dit is nog steeds niet duidelijk. Niet alleen de Rijkstunnels maar ook de niet Rijkstunnels moeten een rapport aanleveren bij het Ministerie.

Vraag 5: Hoeveel tijd zit er in uitvoering van deze inspectie?

Antwoord: Dit hangt af aan de grote, maar ook aan het bouwjaar van de tunnel. 1 maand per tunnel wordt ingeschat.

5. Terugkoppeling brainstorm virtueel testen

Op basis van ervaringen van de Velsertunnel wordt bekeken hoe je zo kort mogelijk kan bouwen/ renoveren. Wat kun je dan doen met virtueel testen. Kan er met dit soort methodieken de bouwtijd/testtijd verkorten.

De sheets met de resultaten van de brainstorm worden toegelicht. De aanwezigen wordt gevraagd naar hun reactie en aanvullingen, met name "Wat ziet BG bij het virtueel testen als kansen en bedreigingen?"

Eerste reacties:

- Het zal niet beter gaan door virtueel testen maar meer met plannen.
- Praktijk pakt vaak anders uit dan de theorie
- Menselijk gedrag toevoegen aan het testen
- Kans: virtueel testen kan niet alleen, maar kan in de ontwerpkant in het ontwerp goed geborgd worden. Laat het een onderdeel zijn van een langere voorbereidingstijd

De vraag wordt door de BG meegenomen uiterlijke reactie in oktober 2017.

Actie BG

6. Rondvraag en vervolgspraken

Wat zou in het vervolg behandeld moeten worden in een bijeenkomst voor het Bevoegd Gezag

- Zes-jaarlijkse inspectie (definitief)
- Hoe zit een tunnel in elkaar? (De systemen, meer op de inhoud)
- Menselijk gedrag (Zelfredzaamheid)

Meer specifieke onderwerpen kunnen gemeld worden bij Simone Abel via:

info@kennisplatformtunnelveiligheid.nl



7. Volgende KPT-bijeenkomsten in 2017/2018:

- 16 november: 'Betonperikelen' in samenwerking met IFV, RWS, COB
- 21 en 28 november: 'Brand en evaluatie, samen aan de slag'

U kunt zich nog aanmelden voor de bijeenkomsten van 16 en 28 november a.s. De bijeenkomst van 21 november a.s. heeft het maximum aantal deelnemers bereikt. Info@kennisplatformtunnelveiligheid.nl

In 2018:

- Menselijk gedrag: datum voor deze bijeenkomst is nog niet vastgesteld
- In 2018 wordt aandacht besteed aan spoortunnels

8. Sluiting

Leen van Gelder bedankt de aanwezigen en sprekers voor hun inbreng en sluit de bijeenkomst om 16.40 uur.

Bijlage B Huiswerkopdracht

Voor de workshop op 19 september 2017 hebben de deelnemers vooraf input geleverd in de vorm van een stelling: *Als [stakeholder] wil ik [functionele eis] omdat/zodat [onderbouwing]*. De uitkomsten vindt u hieronder.

Stakeholder		Functionele eis		Onderbouwing
Als	stakeholder	wil ik	dat het gebruik van virtueel testen voor de verschillende doelstellingen zo veel mogelijk in één software-oplossing wordt opgenomen	zodat ik slechts één oplossing hoeft te leren/kennen en het visuele beeld van het object continu gelijk blijft.
Als	stakeholder	wil ik	middels virtueel testen een scenario van begin tot eind kunnen afspelen met de overige bestuurlijke stakeholders in één sessie/wereld om de interactie en informatie-uitwisseling te trainen, waarbij telefoon, C2000, intercom en andere communicatiemiddelen geïntegreerd zijn in de virtuele omgeving	zodat we de samenwerking bij een calamiteit en het gebruik van de communicatiemiddelen kunnen toetsen.
Als	stakeholder	wil ik	dat een virtuele wereld op minimaal één centimeter nauwkeurig (realistisch?) overeenkomt met de gebouwde wereld ('as is')	omdat ik me goed wil inleven in een virtuele wereld en exact hetzelfde wil aantreffen als ik vervolgens buitenkom.
Als	bestuurlijk opdrachtgever	wil ik	dat de virtuele omgeving tijdens het ontwerp en de realisatie ingezet kan worden om te toetsen op voortgang en juiste werking	zodat ik gedurende het project prestatieverklaringen kan afgeven voor terechte betalingen en daarmee accountantdiensten kan meenemen in de motivatie.
Als	bestuurlijk opdrachtgever	wil ik	dat de virtuele omgeving tijdens het ontwerp en de realisatie ingezet kan worden om te toetsen op voortgang en juiste werking	zodat ik mijn (politieke) omgeving kan informeren over voortgang en budgetten en daarmee onaangename verrassingen kan voorkomen.
Als	bestuurlijk opdrachtgever	wil ik	dat de virtuele omgeving mij enorme besparingen kan geven	zodat ik niet voor elke individuele tunnel wordt geconfronteerd met enorme testkosten, kosten van mitigerende maatregelen en capaciteitsbeslag van mijn personeel.
Als	bestuurlijk opdrachtgever	wil ik	dat de virtuele omgeving leerpunten van voorgaande projecten gaat bevatten	omdat hiermee de kwaliteit van mijn areaal wordt verhoogd.
Als	bestuurlijk opdrachtgever	wil ik	dat ik met virtueel testen in staat ben om de gehele <i>operational concept description</i> (OCD) al voor aanbesteding van het project correct en compleet met alle stakeholders te kunnen valideren	omdat ik de impact van onvolkomenheden of onduidelijkheden in het OCD na gunning van het project zoveel mogelijk wil beperken.
Als	college van burgemeester en wethouders	wil ik	een digitale omgeving waarmee ik mij een beeld kan vormen van het object en de omgeving	omdat ik met dat beeld tijdig zicht krijg op eventuele risico's gekoppeld aan scenario's die kunnen optreden, waarop ik me in mijn rol in het kader van openbare orde en veiligheid kan voorbereiden.

Als	college van burgemeester en wethouders	wil ik	dat middels virtueel testen de verkeers- drukte en de grootste knelpunten in de omgeving – vooraf, tijdens constructie (voor iedere constructiefase) en na realisatie – visueel in kaart worden gebracht door het verkeer te simuleren in de ochtendspits, avondspits, midden op de dag en 's nachts	omdat	de impact van het tijdelijk of permanent sluiten van een wegdeel of het verplaatsen van verkeersstromen lastig tijdens het ontwerp te bepalen is zonder gedegen verkeersmodellen hierop los te laten en deze informatie zeer waardevol is om beslissingen te maken over de hoeveelheid toegestane afsluiting.
Als	college van burgemeester en wethouders	wil ik	dat de virtuele omgeving mij gevalideerde informatie verschaft om een besluit te kunnen nemen om mee te gaan met het verlenen van een voorlopige openstellingsvergunning	omdat	ik het ook waanzin vind dat een tunnel eerst helemaal getest moet zijn en vervolgens niet open mag vanwege de vergunningstermijn en ondertussen mijn gemeente (mijn kiezer) niets snapt van de verkeershinder omdat er niets lijkt te gebeuren.
Als	college van burgemeester en wethouders	wil ik	dat aantoonbaar is dat de uitkomsten van virtueel testen overeenkomstig de werkelijkheid zijn (validatie)	omdat	ik deze garantie nodig heb om mijn wettelijke rol te kunnen vervullen.
Als	college van burgemeester en wethouders	wil ik	dat het model ook voor communicatie met de omgeving gebruikt kan worden	omdat	dit de communicatie vereenvoudigt en beslissingen versnelt.
Als	Landelijk Tunnelregisseur	wil ik	dat vooraf de correcte werking van het virtueel testen wordt aangetoond	omdat	ik zeker wil weten dat daarmee alle mogelijke/te testen situaties worden meegenomen.
Als	Landelijk Tunnelregisseur	wil ik	dat de correcte werking ook nog via echte testen wordt aangetoond	omdat	ik daarmee een goed beeld krijg van de betrouwbaarheid van virtueel testen t.b.v. andere/latere tunnelprojecten.
Als	nood- of hulpdienst met in het bijzonder de brandweer	wil ik	de beschikking over een virtueel systeem ten behoeve van beeldvorming en om de procedures op te trainen	omdat	ik dit dan kan doen in mijn eigen tijd, tempo en behoefte.
Als	nood- of hulpdienst met in het bijzonder de brandweer	wil ik	dat middels virtueel testen de gewenste aanrijroutes getoetst kunnen worden en de tijd kan worden gemeten	omdat	ik wil zien wat de beste route is en wat ik hierop tegenkom aan obstakels, slagbomen en overig verkeer en hoe lang ik er over doe.
Als	nood- of hulpdienst met in het bijzonder de brandweer	wil ik	dat bij virtueel testen de werkelijkheid nagebootst wordt middels: • zicht (bv. door beperking bij rook, correcte lichtsterkte, reflectie van licht, dag/nacht); • geluid (bv. van ventilatie, windsuizen, draaiende motoren); • tijdsgevoel (bv. door juiste snelheden voertuigen, benodigde tijd om van A naar B te komen); • reuk (bv. van rook/brand en draaiende motoren); • warmte (bv. van brand); • gebruik handen (bv. bij openen deuren, oppakken brandblusser)	omdat	ik anders bij een training niet het gevoel van werkelijkheid ervaar en me niet goed kan inleven in de situatie.
Als	nood- of hulpdienst met in het bijzonder de brandweer	wil ik	dat de virtuele omgeving een representatief beeld geeft van de toekomstige situatie en dat deze omgeving mij ook na ingebruikname kan blijven trainen	omdat	ik daarmee kan bepalen of mijn inzet en training genoeg zijn om de veiligheid van de gebruikers te waarborgen.
Als	nood- of hulpdienst met in het bijzonder de brandweer	wil ik	dat de virtuele omgeving mij kan helpen om rampenscenario's te bestuderen en te oefenen, en mij direct en snel kan adviseren als calamiteiten zich inderdaad voordoen	omdat	ik dan in staat ben om betere hulp te verlenen met beheerste en veilige inzet van personeel en dan ook nog direct bij aankomst.

Als	nood- of hulpdienst met in het bijzonder de brandweer	wil ik	dat calamiteiten overeenkomstig de werkelijkheid gesimuleerd worden	omdat	ik hiermee het ontwerp kan toetsen en later kan oefenen met minimale inspanning en overlast.
Als	tunnelprojectteam	wil ik	dat de virtuele omgeving mij helpt om de (ontwerp- en test)data op te slaan en te verwerken	omdat	ik daarmee mijn stakeholders op de hoogte kan houden van voortgang en kwaliteit en ik de tunnelbeheerder aan het einde van het project kan voeden met het juiste opleverdossier.
Als	tunnelprojectteam	wil ik	dat ik de virtuele omgeving kan inzetten tijdens het ontwerp en de realisatie om te toetsen op voortgang en juiste werking	zodat	ik mijn opdrachtgever kan informeren over voortgang en budgetten en daarmee onaangename verrassingen kan voorkomen.
Als	tunnelprojectteam	wil ik	dat de virtuele omgeving mij enorme besparingen kan geven	zodat	ik de kans op faalkosten kan beperken, risico's beter kan beheersen en op inzet kan besparen.
Als	tunnelprojectteam	wil ik	de virtuele omgeving koppelen aan de echte TTI's om daarmee tijdens het testproces van hard- en software beter te kunnen monitoren en verwerken	omdat	dat veel geld en capaciteit bespaart en een hogere projectkwaliteit oplevert, doordat ik dan de voortgang van mijn opdrachtnemer(s) beter kan monitoren.
Als	tunnelprojectteam	wil ik	dat de functionele werking van de TTI-besturing (inclusief aantoonbaarheid) door virtueel testen wordt aangetoond	omdat	dit in de praktijk vaak vanwege omstandigheden (tijdsdruk, verschillende belangen, contactdiscussies) van discutabele kwaliteit is.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat ik met behulp van virtueel testen de mogelijkheid heb om bedienaars van het object zo realistisch mogelijk te kunnen opleiden in het gebruik van het object	zodat	bedienaars snel up-to-speed zijn in regulier gebruik, maar ook in staat zijn om afwijkende situaties goed te kunnen afhandelen.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat met het totale pakket aan verificatie en validatie (zowel virtueel, op papier als op locatie) wordt aangetoond dat het nieuwe areaal voldoet aan de gestelde eisen op het gebied van zowel wet- en regelgeving, klanteisen, toegepast beleid en kwaliteit	omdat	ik dit aantoonbaar wil kunnen overleggen aan het bevoegd gezag t.b.v. de vergunningverlening (zowel tracébesluit, omgevingsvergunning als openstellingsvergunning).
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat de normeisen die op locatie aangetoond moeten worden (garantie-eisen, integrale werking, duurtesten, etc.) ook op locatie uitgevoerd worden	omdat	hiermee representatieve resultaten ontstaan en dit niet virtueel getest kan worden.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat de minimale testbelasting die op locatie uitgevoerd moet worden, wordt vastgelegd	omdat	op deze manier de minimale tijdsbelasting voor testen op locatie inzichtelijk wordt en daarmee ook een onderbouwing beschikbaar komt voor een minimale afsluitingsduur bij renovatie.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	met virtueel testen de CCTV-camera's kunnen bekijken en besturen, waarbij de stand van de verlichting en het moment van de dag/nacht kan worden ingesteld.	omdat	ik voor het bepalen van de zichtlijnen en het toetsen van de camera-presets liever een zo volledig mogelijk beeld wil hebben (screenshots volstaan niet).
Als	tunnelbeheerder	wil ik	tijdens virtueel testen ten alle tijden kunnen opvragen welke instanties van systemen ik voor me heb, en per systeem dient de codering, fabrikant (e.d.) getoond te worden	omdat	ik wil zien om welke systemen het gaat en ik bij fouten correct wil kunnen rapporteren waar het misgaat.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	met virtueel testen het volledige schouwplan voor CCTV kunnen toetsen op een videowall	omdat	ik op deze manier kan beoordelen of ik snel genoeg beeld krijg van wat er bij een calamiteit aan de hand is.

Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat bij het kijken door CCTV-camera's in een virtuele wereld rekening gehouden wordt met: • schaduw van gebouwen en/of kunstwerken in de omgeving • realistische stand van de zon voor verschillende momenten in het jaar (minimaal vier) • impact van mist/neerslag	omdat	ik op deze manier kan beoordelen of ik voldoende zie.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat de virtuele omgeving mij bij ontwerp en realiteit een representatief beeld geeft van de toekomstige situatie	omdat	ik daarmee de veiligheidsplannen kan toetsen in diverse scenario's om daarmee de wettelijke taak goed te kunnen invullen.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	in de virtuele omgeving de impact van toekomstige wijzigingen kunnen bestuderen	omdat	ik daarmee kan bepalen wat de impact is op de gebieden veiligheid, capaciteit, geld etc.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	de virtuele omgeving kunnen gebruiken om de prestatie(-metingen) van het onderhoud te toetsen aan de oorspronkelijke ontwerp-uitgangspunten	omdat	ik daarmee kan bepalen of het onderhoud op de juiste wijze wordt uitgevoerd, systemen mogelijk aan vervanging of extra onderhoud toe zijn en ik de prestatieverklaringen voor onderhoud kan uitbrengen.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat de virtuele omgeving mij helpt de testtijd in-situ aanzienlijk te bekorten	omdat	ik het waanzin vind dat een tunnel eerst helemaal getest moet zijn en vervolgens niet open mag vanwege de vergunningstermijn en ondertussen mijn gebruikers niets snappen van de verkeershinder.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat de virtuele omgeving mij enorme besparingen kan geven	zodat	ik niet voor elke individuele tunnel wordt geconfronteerd met enorme testkosten, kosten van mitigerende maatregelen en capaciteitsbeslag van mijn personeel.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat de virtuele omgeving gevalideerd wordt o.a. door echte LFV's te koppelen en dat testresultaten van de eindtesten in-situ ingebracht kunnen worden om de virtuele omgeving te valideren	omdat	ik daarmee mijn stakeholders kan overtuigen dat de virtuele resultaten matchen met de echte situatie.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat alleen nieuwe automatiseringssoftware wordt aangeboden voor uitrol in de productie-omgeving wanneer deze een OTAP-teststraat heeft doorlopen	omdat	ook gedurende de levenscyclus van een automatiseringssysteem er steeds vaker software-updates/aanpassingen nodig zullen zijn en hiermee zeker wordt gesteld dat verstoringen als gevolg van software-aanpassingen zo veel mogelijk worden voorkomen.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	volledig inzicht in het V&V-proces door oplevering van een onderhoudbare set (de juiste tooling) van functionele eisen, ontwerpdocumentatie, verificatie- en validatiemethoden, testsets inclusief regressie-testsets	zodat	ook gedurende de levenscyclus van een automatiseringssysteem efficiënt kan worden aangetoond dat het systeem na uitgevoerde software-updates/aanpassingen weer voldoet aan de eisen.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat virtueel testen ook het aspect veroudering meenemen	omdat	ik hiermee vooraf het onderhoud kan (laten) inplannen.
Als	tunnelbeheerder	wil ik	dat virtueel testen de onderhoudbaarheid laat zien	omdat	ik dit dan reeds in de ontwerpfase kan (laten) toetsen.
Als	tunnelbeheerder/ burgemeester/ veiligheidsbeambte	wil ik	dat de correcte werking van de (belangrijkste) veiligheidsfuncties ook nog via echte testen wordt aangetoond	omdat	ik virtueel testen alleen onvoldoende acht.

Als	veiligheidsbeambte	wil ik	dat de processen rondom zelfredzaamheid, ondersteunen hulpverlening en voorkomen escalatie reeds in het ontwerptraject volledig in samenhang beproefd worden	omdat	in deze fase van een project nog op een eenvoudige wijze aanpassingen/optimalisaties doorgevoerd kunnen worden en de basis dan voor opleiding tijdig gereed is.
Als	veiligheidsbeambte	wil ik	dat middels virtueel testen met verkeerssimulatie wordt aangetoond wat de duur is van het afsluiten van het verkeer en het daadwerkelijk leeg zijn van een evacuatiebuis (bij ontbreken van middentunnelkanaal)	omdat	op deze manier gecontroleerd kan worden of het ontgrendelen van de nooduitgang in de veilige ruimte op een veilig moment gebeurt.
Als	veiligheidsbeambte	wil ik	bij het toetsen van scenario's, gedrag of de MMI in een virtuele omgeving de mogelijkheid hebben om vooraf het volgende te kunnen definiëren: • De verkeersdrukte (intensiteit per voertuigklasse, afstand tussen voertuigen, gemiddelde snelheid) • Het moment op de dag/nacht (i.v.m. zonlicht) • Het weer (type neerslag, windkracht, windrichting) • Beschikbaarheid wegnnet (extra afsluitingen) • Beschikbaarheid systeem (extra falende componenten)	omdat	ik voor het bepalen van de correcte werking van een scenario, gedrag van het systeem of de MMI alle mogelijke situaties van buiten wil kunnen nabootsen, ook uitzonderingssituaties waarbij bv. enkele systemen in een gereduceerde werking zijn.
Als	veiligheidsbeambte	wil ik	bij het toetsen van gedrag in een virtuele wereld de omgeving zo kunnen instellen dat bepaalde sensoren of systemen defect zijn	omdat	ik dan de werking van het gedrag bij falen kan toetsen; gaat bijvoorbeeld bij uitval van een MTM het verkeerslicht op rood?
Als	veiligheidsbeambte	wil ik	dat de virtuele omgeving een representatief (gevalideerd) beeld geeft van de toekomstige situatie of de aanwezige situatie	omdat	ik daarmee de betrokkenen juist kan adviseren.
Als	veiligheidsbeambte	wil ik	dat de virtuele omgeving gevalideerd wordt o.a. door echte LFV's te koppelen en dat testresultaten van de eindtesten in-situ ingebracht kunnen worden om de virtuele omgeving te valideren	omdat	ik dan weet dat de virtuele omgeving mij van de juiste gegevens voorziet.
Als	veiligheidsbeambte	wil ik	dat de virtuele testomgeving de werkelijkheid volledig en juist weergeeft	omdat	hierdoor de uitkomsten van de virtuele testen representatief zijn.
Als	veiligheidsbeambte	wil ik	dat de virtuele testen reproduceerbaar zijn	omdat	hiermee verificatie achteraf kan plaatsvinden.
Als	wegverkeersleider	wil ik	de beschikking over een virtueel systeem ten behoeve van beeldvorming en om de procedures te trainen	omdat	ik dit dan kan doen in mijn eigen tijd, tempo en behoefte.
Als	wegverkeersleider	wil ik	dat de virtuele omgeving een representatief beeld geeft van de toekomstige situatie en dat deze omgeving mij ook na ingebruikname kan blijven trainen	omdat	ik daarmee kan bepalen of mijn inzet en training genoeg zijn om de veiligheid van de gebruikers te waarborgen.
Als	wegverkeersleider	wil ik	dat de virtuele omgeving met een ingebouwde QRA en voorgeprogrammeerde faaldefinities mij kan adviseren welke maatregelen nodig zijn bij falen van systemen in de tunnel	omdat	ik daarmee voorkom dat ik een tunnel onterecht afsluit (verkeerschaos) of mogelijk onterecht openhoudt (onacceptabel risico).
Als	wegverkeersleider	wil ik	dat scenario's en calamiteiten overeenkomstig de werkelijkheid gesimuleerd kunnen worden	omdat	ik hiermee op reguliere basis en met minimale inspanning en overlast naar de omgeving mijn kennis en kunde kan opbouwen en/of op peil kan houden.

Colofon

Dit is een uitgave van het Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (COB).



Nederlands kenniscentrum
voor **ondergronds bouwen** en
ondergronds ruimtegebruik

De Bouwcampus, Van der Burghweg 1, 2628 CS Delft
Postbus 582, 2600 AN Delft
085 4862 410 • info@cob.nl • www.cob.nl

Auteurs

Jan van Steirteghem, BESIX Group
Marie-José Knape, BESIX Nederland
Leen van Gelder, COB/Soltegro

Deelnemers workshops

Johan Beikes, Sogeti
Sjef van den Buijs, Rijkswaterstaat
Aydemir Çetin, Movares
Ferdinand Cornelissen, Altran
Reinout van Elst, Sogeti
Franc Fouchier, Soltegro
Karin de Haas, COB
Erik Holleboom, Strypes
Reinier van der Klooster, Rijkswaterstaat
Alexander van der Kolk, Soltegro

Jacco Kroese, Movares
Johan Naber, Rijkswaterstaat
Arjan Neef, Covalent
Diderick Oerlemans, Covalent
Bernhard Thieme, Rijkswaterstaat
Tom van de Ven, Sogeti
Joyce Vreede, Rijkswaterstaat
Arno Weiss, Rijkswaterstaat
Dave de Wilde, Rijkswaterstaat
Pim Willemsen, Altran

Eindredactie en opmaak

Marije Nieuwenhuizen, COB/Gryffin

Publicatiedatum

December 2017

Coverfoto

Virtuele weergave van de Velsertunnel, door iNFRANEA

Downloaden

Deze publicatie is gratis te downloaden via www.cob.nl/kennisbank.

Hergebruik

Teksten uit deze publicatie mogen vrij worden overgenomen, mits voorzien van een duidelijke bronvermelding. Voor hergebruik van figuren en foto's dient u vooraf toestemming te vragen van de aangegeven bronhouder. Als er geen bron is vermeld, dan geldt deze publicatie als bron.

Het COB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van de uitgave. Toch moet niet worden uitgesloten dat er fouten of onvolledigheden in voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker. Het COB sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens het COB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Een inventarisatie van mogelijkheden en randvoorwaarden

Verkorten tunnelafsluiting door virtueel testen

Nederland en België staan aan de vooravond van een groot aantal tunnelrenovatieprojecten. Bij veel van deze renovaties zal een volledige afsluiting van de tunnel noodzakelijk zijn om de werkzaamheden vlot en veilig te kunnen uitvoeren. Deze paper belicht de mogelijkheden en randvoorwaarden van virtueel testen als middel om de duur van een volledige afsluiting bij tunnelrenovaties te verkorten.

Een volledige tunnelafsluiting brengt een grote (negatieve) maatschappelijke impact met zich mee en dient daarom zo kort mogelijk te zijn. De hypothese is dat de duur van een tunnelafsluiting verkort kan worden (en de maatschappelijke kosten verlaagd) door de testperiode deels parallel te laten lopen met de renovatie zonder verlies aan kwaliteit en aantoonbaarheid. Voor deze hypothese zullen testen anders vormgegeven moeten worden (simulatie, virtueel opleiden en testen), waarbij de zekerheid omtrent het functioneren van de gerenoveerde tunnel (de tunneltechnische installaties, TTI) minimaal gelijk blijft aan het huidige niveau.

In deze paper is een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden en randvoorwaarden van virtueel testen. Eerst is de huidige stand van zaken rondom testen van tunnels en de beschikbare technieken in kaart gebracht. Vervolgens zijn met behulp van verschillende workshops de stakeholderperspectieven inzichtelijk gemaakt: welke randvoorwaarden zien bevoegde gezagen, opdrachtgevers en marktpartijen?

Uit de inventarisatie blijkt dat de techniek, hoewel het een cruciaal onderdeel is van het uiteindelijke succes, niet de beperkende factor is om virtueel testen mogelijk te maken. Het succes zit hem in het stellen van de juiste randvoorwaarden en het kweken van vertrouwen bij alle betrokkenen en in het bijzonder bij de bevoegde gezagen. Er is daarnaast nog een stap te zetten in de validatie van de virtuele modellen. Het toepassen van virtueel testen is werkbaar voor alle partijen als uiteindelijk blijkt dat de virtuele resultaten hetzelfde zijn als de in-situresultaten.