



Vraagspecificatie 3D Scans en Modelleren PTZ

Het maken van 3D scans, K&L grondradar onderzoek, het vervaardigen van 3D modellen en het verwerken van civiele areaal gegevens in de 3D modellen ten behoeve van de planfase van Project Tunnelrenovatie Zuid-Holland (PTZ) met zaaknummer 31163693.



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	3D Scannen en modelleren tunnels	4
1.2	Procesflow	5
1.3	Demarcatie van de werkgebieden	6
2	Scope & Specificatie van de werkzaamheden	7
2.3	Algemene Eisen en randvoorwaarden	7
2.4	Werkplan scannen per tunnel	8
2.5	3D Scannen tunnels	9
2.5.1	Scope 3D Scanwerkzaamheden	9
2.5.2	Scope fotomateriaal	9
2.5.3	Randvoorwaarden uitvoeringswijze scannen	10
2.5.4	Randvoorwaarden afstemming uitvoering scan- en inmeetwerkzaamheden	10
2.5.5	Randvoorwaarden cyber security Webshare	10
2.5.6	Output scanwerkzaamheden	11
2.5.7	Randvoorwaarden scanmethode en tooling	11
2.5.8	Aerial drone data	12
2.5.9	Grondradar data	12
2.5.10	Webshare voor statische laserdata	12
2.5.11	Puntenwolkviewer voor Aerial Drone data	12
2.5.12	Randvoorwaarde kwaliteit scans	13
2.5.13	Uitgangspunten nachtelijke werkzaamheden	13
2.5.14	Randvoorwaarde aanbieder drone vluchten	13
2.5.15	Randvoorwaarde foto/film materiaal	13
2.6	3D Modelleren tunnels	14
2.6.1	Scope (uitwerking) 3D Model	14
2.6.2	Werkplan 3D model	15
2.6.3	Uitkomst 3D Model	15
2.6.4	Randvoorwaarden 3D Model	15
2.6.5	Uit te wisselen informatie	17
2.6.6	Verwerken areaal gegevens	17
2.7	Advies "Digitale tunnel tweeling"	17
3	Communicatie, verificatie en validatie	18
Bijlagen		19

1 Inleiding

Rijkswaterstaat (RWS) staat de komende decennia voor een forse vervangingsopgave. Door veroudering en intensiever gebruik komt het einde van de technische levensduur van een groot aantal bruggen, tunnels, viaducten en sluizen in zicht. Tegelijkertijd moet de functie van de netwerken in stand worden gehouden, met vaak hogere verwachtingen qua beschikbaarheid en betrouwbaarheid dan waar oorspronkelijk op is ontworpen.

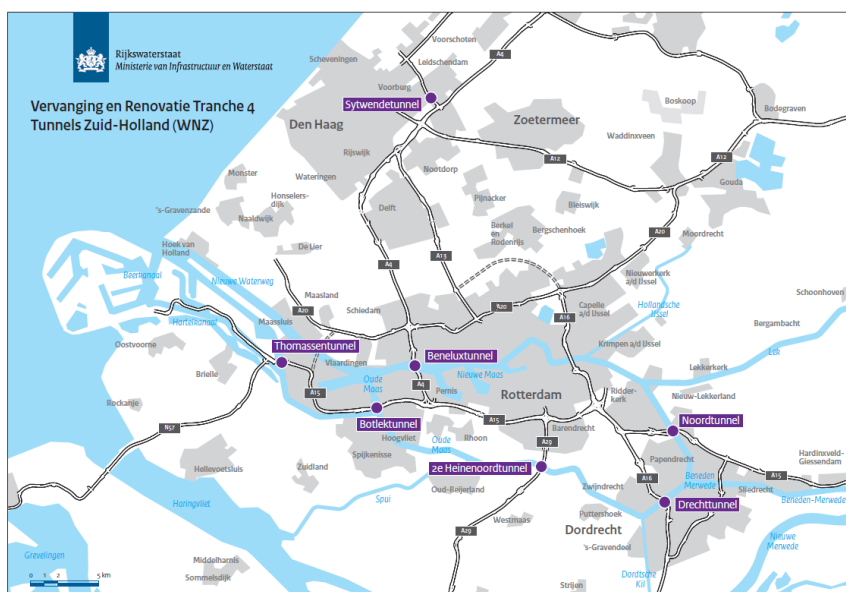
Project Tunnelrenovaties Zuid-Holland (PTZ) is onderdeel van tranche 4 van het programma Vervanging en Renovatie (VenR). De hoofddoelstelling van het project is ervoor te zorgen dat, door het uitvoeren van een renovatie, de tunnels veilig en beschikbaar blijven.

Naast deze hoofddoelstelling zijn andere doelstellingen bijdragen aan het versterken van de robuustheid en duurzaamheid van het netwerk en aan de verhoging van efficiency van beheer, onderhoud en bediening. Onderdeel van dat laatste is standaardisatie van systemen en het op orde brengen van areaalgegevens. Tot slot is het een doel om kansen voor innovatie te benutten.

De tunnel technische installaties (TTI) en de systemen voor bediening, besturing en bewaking tunnels (3BT) worden vervangen en krijgen een upgrade. PTZ onderzoekt ook of en welke civiele werkzaamheden tijdens de renovatie meegenomen kunnen worden.

Het betreft zeven tunnels (zie afbeelding 1):

1. 1e en 2e Beneluxtunnel (integraal te beschouwen als 1 tunnel);
2. 2e Heinenoordtunnel (minimale aanpassingen op bestaand 3D model);
3. Noordtunnel (ofwel Tunnel de Noord);
4. Sijtwendetunnel (integraal te beschouwen als 1 tunnel en bestaande uit drie tunnels: 1. Parktunnel, 2. Vliettunnel, 3. Spoortunnel);
5. Drechtunnel;
6. Thomassentunnel (t/m 2035 onderdeel MaVa);
7. Botlektunnel (t/m 2035 onderdeel MaVa).



Afbeelding 1: Tunnels behorende tot de PTZ scope.

RWS heeft in tranche 4 van VenR de opdracht gekregen voor de vervanging van Bediening- en Besturingssystemen in deze zeven tunnels en waar nodig de tunnel technische installaties van de eerste vijf tunnels.

Twee tunnels, de Botlektunnel en Thomassentunnel, maken tot en met 2035 onderdeel uit van de scope van het DBFM-project Maasvlakte-Vaanplein (MaVa). De tunnel technische installaties van deze tunnels maken deel uit van de scope van het DBFM-project, vervanging van de Bediening en Besturing niet.

1.1 3D Scannen en modelleren tunnels

Voor de start van de renovatie is het van belang dat de bestaande areaal gegevens van de tunnels in orde zijn. Deze vraagspecificatie beschrijft het proces om te komen tot de “as-is” situatie waarbij de areaal gegevens. Vanwege efficiency en effectiviteit worden de scan en modelleer werkzaamheden samengevoegd in een integrale opdracht.

Als eerste zullen de bestaande areaalgegevens worden verzameld en gerubriceerd. Door het soms ontbreken van juiste tekeningen en ontbreken van ontwerpgegevens, kunnen 3D scans de positie van de tunneltechnische installaties en de civiele situatie goed in kaart brengen. Daaronder vallen enkele civieltechnische aspecten zoals de grootte van de ruimtes, geografische posities etcetera.

Er worden diverse scantechnieken toegepast namelijk: statisch scannen, drone scannen, grondradarmetingen en het inmeten van de tunnelobjecten; met hierbij visuele ondersteuning van foto en filmmateriaal.

Deze 3D scans zullen worden gebruikt ten bate van het bouwen van de 3D modellen. Deze gezamenlijke informatie zal door RWS gebruikt worden in de voorbereidingsfase en tevens zal deze informatie gebruikt worden ten bate van de aanbesteding van de renovatiewerkzaamheden.

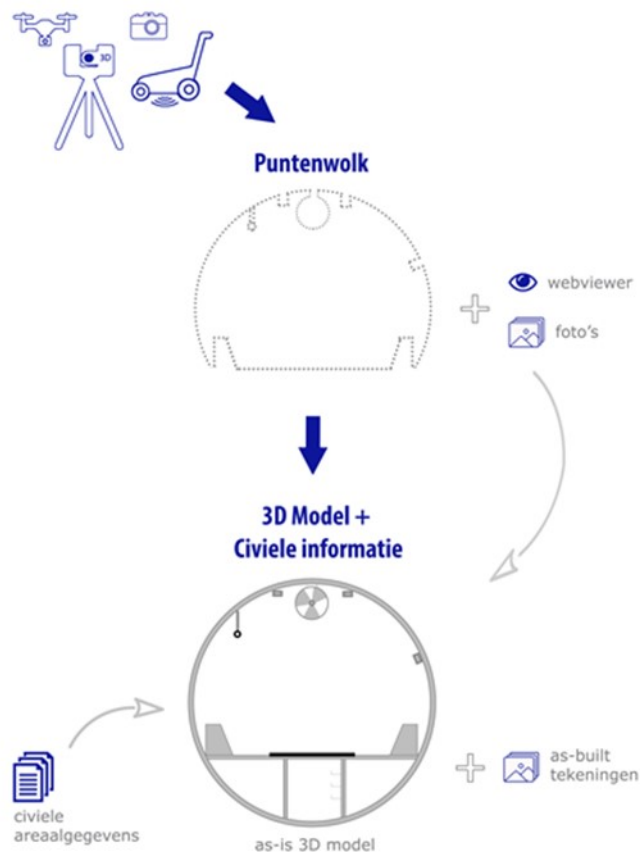
Tijdens de vervolgfases van het project (voorbereidingsfases, ontwerp- realisatie en beheer- en onderhoudsfase) van de PTZ-tunnels zullen deze 3D scans en modellen toegepast gaan worden.

Onderstaande flowchart (afbeelding 2) toont de stappen om van een puntenwolk tot een compleet BIM-model te komen. Deze zijn verder uitgeschreven in paragraaf 1.2.

1.2 Procesflow

Onderstaande procesflow geeft de volgorde van de werkzaamheden zoals opdrachtnemer dient uit te voeren:

1. De bestaande areaalgegevens worden onderzocht op bruikbaarheid en gesorteerd opgeslagen;
2. Diverse scanwerkzaamheden worden uitgevoerd op en in de tunnels, waarbij een gedeelte in de nacht dient plaats te vinden;
3. De decompositie van benamingen wordt ten bate van het civiele deel de Object Type Library (OTL) voorgeschreven. Betreffende de tunneltechnische installaties zal een export uit Ultimo geleverd worden met de bestaande decompositie;
4. Bij het opstarten van de modelleringswerkzaamheden dienen bibliotheken met symbolen uitgewerkt te worden. Deze zullen in ieder tunnelobject hergebruikt worden indien dit mogelijk is;
5. Scanresultaten en areaalgegevens worden als input gebruikt om 3D modellen te bouwen (**bijlage 4 Civiele Areaalgegevens**);
6. Vanuit het onderzoek civiele gegevens van de 2e Heinenoordtunnel is een lijst ontstaan met relevante civiele gegevens welke verwerkt dienen te worden in het 3D model. In uitzonderlijke gevallen zal deze informatie niet verwerkt worden in het model maar verwezen worden naar een bestaande detailtekening.



Afbeelding 2 Flowchart

1.3 Demarcatie van de werkgebieden

De scanwerkzaamheden omvatten de volgende 4 tunnels:

1. Noordtunnel;
2. Drechttunnel;
3. Beneluxtunnels;
4. Sytwendetunnels.

De modelleerwerkzaamheden omvatten de volgende 5 tunnels:

1. Noordtunnel;
2. Drechttunnel;
3. Beneluxtunnels;
4. Sytwendetunnels;
5. 2e Heinenoordtunnel.

De 2e Heinenoordtunnel is reeds gescand en deels gemodelleerd waardoor de werkzaamheden voor deze tunnel beperkt zijn in het kader van deze opdracht. Er dient wel civiele informatie uit de tekeningen verwerkt te worden in dit bestaande 3D model (bijvoorbeeld kabelgang onder wegdek).

Noot: In **bijlage 1** zijn de **Grensgebieden** aangegeven en in **bijlage 3 Tunnelpaspoorten** staan de algemene informatie omtrent de tunnels.

2 Scope & Specificatie van de werkzaamheden

Deze uitvraag beschrijft een aantal activiteiten om te komen tot een "As-Is" 3D model van vijf tunnels binnen het PTZ.

Het gaat in hoofdlijnen om de volgende werkzaamheden:

- 3D scannen tunnels;
- 3D modelleren tunnels;
- Verwerken civiele areaal gegevens in 3D model;
- Adviseren "Digitale Tweeling".

2.1 Projectplanning

Uitvoeringsvolgorde van alle tunnels en werkplannen voor het 3D scannen en modelleren zullen dienen door de opdrachtnemer opgesteld te worden per tunnel en afgestemd met de opdrachtgever.

2.2 Projectmanagement plan

Voor deze opdracht dient een projectmanagement plan (PMP) uitgewerkt te worden aangevuld met specifieke plannen per tunnels.

Dit plan dient voorzien te zijn van minimaal de volgende zaken:

- Projectmanagement;
- Voorgestelde onderaannemers en hoe deze bewaakt worden;
- De op te stellen werkplannen voor de scanwerkzaamheden per tunnel;
- Beheersaspecten, Tijd, Geld, Kwaliteit, Informatie, Organisatie;
- Voorgestelde planning met hierin de volgorde van het scannen, inmeten, grondradar en fotografie werkzaamheden bij dag en bij nacht uren verwerkt;
- De aanpak voor de generatie van 3D modellen: vooraf dienen de te gebruiken family's en library's afgestemd te worden met opdrachtgever.
- De te gebruiken meta data van de 3D modellen, deze dient vooraf afgestemd te worden met opdrachtgever;
- De aanpak voor het verwerken van civiele gegevens in de 3D modellen.

2.3 Algemene Eisen en randvoorwaarden

- Inzet van gekwalificeerd personeel; Leidinggevenden zijn in het bezit van VCA-Vol en Generieke Poort Instructie (GPI), overige projectmedewerkers zijn in het bezit van VCA en de GPI;
- Aan het einde van het project dient het PMP en alle onderliggende plannen gereviseerd te worden zodat deze informatie (deels) gebruikt kan worden voor toekomstige projecten;
- Gedurende de hele opdracht dient de Nederlandse taal in woord en geschrift gebruikt te worden;
- Indien de werknemers van de opdrachtnemer geen beschikking hebben over VCA-certificaat dient opdrachtnemer onder de verantwoordelijkheid van een veiligheidsman van opdrachtnemer te werken. Deze veiligheidsman dient VCA voor leidinggevenden te bezitten. Aanwijzingen van deze veiligheidskundige dienen te allen tijde opgevolgd te worden;
- Opdrachtnemer voert haar werkzaamheden uit binnen de geldende RIVM-richtlijnen ten aanzien van COVID-19. Aanbesteder verwacht van een professioneel Opdrachtnemer dat zij hier in haar reguliere werk- en uitvoeringsplannen rekening mee houdt. Indien naleving van de richtlijnen redelijkerwijs onvoorziene negatieve gevolgen in de uitvoering van de opdracht heeft of dreigt te hebben, informeert opdrachtnemer opdrachtgever hierover zo spoedig als redelijkerwijs mogelijk. Te denken valt bijvoorbeeld, maar niet

- uitputtend aan vertraging, (dreigend) meerwerk, of het niet veilig kunnen uitvoeren van de werkzaamheden. Opdrachtgever en opdrachtnemer treden in dergelijke, redelijkerwijs onvoorziene situaties in nader overleg, en spannen zich beiden in om tot een redelijke oplossing te komen.
- Werknemers dienen tijdens de werkzaamheden in de tunnels in ieder geval de volgende Persoonlijke Beschermingsmiddelen te dragen:
 - Veiligheidshelm;
 - Reflecterend veiligheidsjas of – vest (kleur: oranje met schouderbanden, conform RWS norm);
 - Oranje veiligheidsbroek bij werkzaamheden in het verkeer;
 - Veiligheidsschoenen type S3.
 - Opdrachtnemer dient zelf zorg te dragen dat alle werknemers hierover beschikken;
 - Indien er gebruik gemaakt wordt van een verkeersafzetting (bij meelopen met ander project) dienen voertuigen binnen de wegafzetting gebruik te maken van een oranje zwaailamp en een bord werkverkeer.

2.4 Werkplan scannen per tunnel

In de werkplannen voor de tunnels en de dienstruimtes beschrijft de aanbieder de werkwijze toegespitst op de tunnel specifieke context. Hierin dienen tenminste de volgende onderwerpen beschreven te worden:

- Scope van km xx tot km xx per tunnel. Welk deel van de snelweg en welke gebieden naast het snelweg (**Bijlage 1 Grensgebieden**);
- Wie wordt wanneer waar ingezet en welke tijd wordt hiervoor ingeschat;
- In te zetten hulpmiddelen (zoals extra licht);
- Meetplan;
- Volgorde van de werkzaamheden met aandacht op nachtelijk afsluitingen;
- Werkzaamheden overdag (zonder overlast voor het verkeer);
- Tunnel specifieke veiligheidsmaatregelen zowel persoonlijk als verkeerstechnisch;
- Afstemmen met Verkeersloket omtrent afsluiten tunnels in de avond en nacht uren aandachtspunten zijn: lengte van de tijdsloot en eventueel afsluiting per tunnelbuis ;
- Gezamenlijk met TOP (onderhoudsaannemer van de tunnels van WNZ), het verkeersloket en beheerder bespreken en vaststellen van nachtelijke afsluitingen;
- Afstemmen en vergunning aanvragen met West Nederland Zuid-Holland beheer omtrent dagelijkse scan, statisch en drone werkzaamheden;
- Per tunnel dienen tijdig werkvergunningen (4 weken vooraf) aangevraagd te worden bij de beheerder, dit geldt ook voor de werkzaamheden in de gebouwen;
- Vergunningen om met drone te mogen vliegen in "No-Fly" zones;
- De benodigde pasjes/sleutels dienen tijdig aangevraagd te worden bij de beheerder;
- Afstemmen met onderhoudsaannemer indien gezamenlijk gebruik van tunnelnacht;
- Contactinformatie (inclusief 06- nummers) van werknemers van de opdrachtnemer welke de scanactiviteiten uitvoeren;
- Planning van de uit te voeren werkzaamheden;
- Naam van de coördinator van de werkzaamheden, zowel in de nacht als de dag uren;
- Inhoud Toolboxmeeting en Last Minute Risico Analyse (LMRA);
- Rapportage leerpunten (mogelijk gebruikt voor bijstellen aanpak).

2.5 3D Scannen tunnels

Hieronder volgen de specificaties ten bate van de 3D scan werkzaamheden zoals deze ingezet gaan worden bij alle tunnelobjecten.

2.5.1 Scope 3D Scanwerkzaamheden

De scanwerkzaamheden zullen voor vier tunnels: 1. Noordtunnel, 2. Drechttunnel, 3. Beneluxtunnels en 4. Sijtwendetunnels uitgevoerd worden en omvatten per tunnel:

- Scannen van tunnelbuizen;
mogelijk dient voorzien te worden in extra hulpverlichting om het tunneldak goed in beeld te krijgen.
- Scannen van buitengebieden (terrein van RWS, maar nader af te stemmen met opdrachtnemer);
- Scannen van hulpdienstwegen en dienstwegen;
- Scannen van dienstgebouwen (binnen- en buitenkant);
- Scannen van kabelgangen;
- Scannen installaties ingangen;
- Bij de laserscan behorende 360° graden foto's dienen geschikt te zijn om de puntenwolk te interpreteren.

Annotatie omtrent rijdend scannen:

Vanwege de specifieke omstandigheden in de tunnelbuizen in relatie tot het tunnellicht, is rijdend scannen niet toegestaan. De bijbehorende 360°graden foto levert nauwelijks informatie op, daar de tunnelverlichting het beeld sterk overstraalt. Tevens wordt de gewenste nauwkeurigheid niet gehaald.

2.5.2 Scope fotomateriaal

- Dit betreft de volgende tunnels:
 - Noordtunnel;
 - Drechttunnel;
 - Beneluxtunnels;
 - Sytwendetunnels; (bestaande uit Parktunnel, Vliettunnel, Spoortunnel)
 - Ze Heinenoordtunnel.
- Voor communicatiedoeleinden en omgevingsmanagement het fotograferen van:
 - Tunnelmonden;
 - Ventilaties;
 - Camera's;
 - Tunnel (incl. middentunnelkanaal);
 - Wegbeeld (binnen en buiten de tunnel);
 - Luchtfoto's.
- Film van tracé en door de tunnel;
- Fotograferen van (weg-)bebording, (buiten en binnen in de tunnel, dienst en vluchtgangen);
- Fotograferen van tag plaatjes van installatiedelen in gebouwen, tunnelbuizen, dienstgangen en het buiten gebied van de tunnelinstallaties (tunnelinstallatie gerelateerd voorzien van locatie en/of hectometer);
- Fotograferen van hectometerbordjes in de tunnelbuizen (of deze moeten duidelijk zichtbaar zijn in de Scan +360°foto);
- Fotograferen van vluchtbordjes in tunnelbuizen (incl. middentunnelkanaal);
- Gelijktijdig met het 3D-laserscannen dienen er geo-gereferenciede 360° graden digitale kleurenfoto's te worden opgenomen en geleverd, welke over de punten gelegd kan worden;

2.5.3 Randvoorwaarden uitvoeringswijze scannen

Opdrachtnemer dient een werkplan op te stellen en ter toetsing aan te bieden aan opdrachtgever. In het werkplan dienen ten minste de volgende onderwerpen beschreven te worden en eventueel aangevuld naar eigen inzicht van opdrachtnemer:

- Te gebruiken apparatuur;
- Werkwijze aanbrengen van markers;
- Werkwijze inmeten primaire meetkundige grondslag;
- Werkwijze uitvoeren scanactiviteiten;
- Werkwijze uitvoeren fotografie werkzaamheden;
- Algemene veiligheidsmaatregelen;
- Wijze van controle en verificatie maatvoering.

2.5.4 Randvoorwaarden afstemming uitvoering scan- en inmeetwerkzaamheden

Inschatting is dat statische scanwerkzaamheden in de tunnelbuizen niet makkelijk te combineren zijn met onderhoudsnachten. Aanvullende afsluitingen zullen hiervoor aangevraagd moeten worden bij het verkeersloket (samen met de opdrachtgever).

Bij de start van de opdracht dient er zo snel mogelijk een plan te komen omtrent de doorlooptijden van de scanwerkzaamheden zodat ingeschat kan worden hoeveel tijd (nachten en dagen) hiervoor benodigd is.

Uitsluitel omtrent verlening van de vergunningen zal te zijner tijd bekend worden.

De uitwerking van de landmeetkundige grondslag zal na gunning tijdens een kennismakingsgesprek worden afgestemd. Het aantal referentiepunten in de grondslag dient afgestemd te worden op basis van:

- De uitgevraagde scan toleranties;
- De locaties die tijdens de werkzaamheden onaangetast blijven;
- De veiligheid en toegankelijkheid tijdens de scan en inmeetwerkzaamheden.

2.5.5 Randvoorwaarden cyber security Webshare

- De gegevens moeten aantoonbaar conform de huidige informatiebeveiligingsbeleid van de Rijksoverheid (volgens de Handreiking IoT beveiliging BIO, afgekort met BIO) beschermd worden;
<https://www.informatiebeveiligingsdienst.nl/product/handreiking-iot-beveiliging/>
- Persoonsgegevens moeten aantoonbaar beschermd worden conform de AVG;
- BIO hoofdstuk: 9.4.1 1 is van toepassing;
Beperking toegang tot informatie en systeemfuncties van toepassingen behoort te worden beperkt in overeenstemming met het beleid voor toegangsbeveiliging.
Proceseigenaar Dienstenleverancier.
9.4.1.1 2 Er zijn maatregelen genomen die het fysiek en/of logisch isoleren van informatie met specifiek belang waarborgen.
9.4.1.2 2 Gebruikers kunnen alleen die informatie met specifiek belang inzien en verwerken die ze nodig hebben voor de uitoefening van hun taak.

2.5.6 Output scanwerkzaamheden

De volgende output wordt minimaal verwacht bij (tussentijds) oplevering:

- Er dient per tunnelobject een rapportage ingeleverd te worden waarin aangetoond wordt dat de geleverde scans voldoen aan de gevraagde kwaliteit voor het scannen conform **Bijlage 5 Kwaliteitscriteria**;
- Er dient een Point Cloud aangeleverd te worden op een SSD-schijf. De scans en SSD-schijf blijven eigendom van RWS;
- Opdrachtnemer dient een Webshare in te richten voor weergave van puntwolken en 360° foto's;
- Er dient een online puntenwolkviewer ingericht te worden. WebViewer biedt de mogelijkheid om onder andere ook 3D afmetingen te meten;
- Leerpunten ten aanzien van het scannen dienen in een rapport vastgelegd te worden;
- Er dient een landmeetkundige grondslag vastgesteld en opgeleverd te worden;
- Er dient een set aan foto's te worden opgeleverd wat RWS gebruikt ten behoeve van communicatiedoeleinden.

De nodige afstemmingsmomenten zullen tussentijds plaatsvinden. De scans dienen in overleg geleverd te worden.

2.5.7 Randvoorwaarden scanmethode en tooling

Zoals beschreven in paragraaf 1.2 zijn verschillende uitvoeringsstappen te onderscheiden. Per methode behorend bij deze stappen zijn een aantal randvoorwaarden/aandachtspunten opgesteld ten aanzien van statische laserscans:

- De tracés ,buitengebied, tunnelbuizen overige gangen dienen voorzien te worden van stickers met targets en eventueel meetbouten;
- Statische scanwerkzaamheden in de tunnelbuizen zullen in de nachturen uitgevoerd worden om verkeershinder te beperken. Mogelijk zullen hier combinaties plaatsvinden met onderhoudsaannemers. De tijdsperiodes betreffende de overige gebieden dienen opgesteld te worden in een werkplan en afgestemd met de opdrachtgever;
- Statische scanwerkzaamheden dienen voorzien te zijn van aanvullende verlichting welke naar het plafond schijnt zodat de overstraling van de tunnelverlichting zoveel mogelijk beperkt wordt;
- Indien nodig dienen in de buitengebieden tijdens nachtelijk scanwerkzaamheden aanvullende verlichting voorzien te worden;
- Dienstgebouwen dienen overdag gescand te worden;
- Vluchtdeuren grenzend aan een gebouw dienen van twee kanten gescand te worden (met de deur open).
- Scandata dient in RGB-formaat opgeleverd te worden. En intensiteit waarden van RGB op basis van 360° graden HDR fotobestanden met voldoende aanvullende belichting voor herkenbaarheid van de tunnelobjecten/onderdelen;
- Er moet een link worden gemaakt met vaste referentie- of grondslagpunten in het veld en gekoppeld aan het rijksdriehoekstelsel; QR-code stickers in tunnels om de verschillende scans op elkaar te laten aansluiten;
- Alle daadwerkelijke afmetingen en peilhoogten van de verschillende tunnelobjecten moeten op RD-NAP coördinaten worden gebaseerd;
- De Point Cloud moet geleverd worden in Autodesk Recap 2020 format en RD-NAP coördinaten.

2.5.8 *Aerial drone data*

- Er dient een vluchtplan te komen met een risicoanalyse inclusief aanvragen NOTAM en filen van flightplan via "HomeBriefing" LVNL;
- Drone opnames dienen volgens zogenaamde 'double grid' methode te worden ingevlogen;
- Opdrachtnemer dient in bezit te zijn van ROC certificering met permissie STS 1A en STS 2A;
- Alle Drone data dient door middel van een landmeetkundige RDNAP grondslag met behulp van Ground Control Points (GCP's) te worden uitgevoerd. Het aantal GCP's dient voldoende te zijn om de gevraagde nauwkeurigheid over het gehele gebied te garanderen;
- Orthofoto's van complete ingevlogen gebied dienen geleverd te worden als GEOTIFF;
- Puntenwolk in Las/Laz en recap formaat, op RDNAP-coördinaten;
- Dronewerkzaamheden dienen overdag plaats te vinden.

2.5.9 *Grondradar data*

- Alle buitengebieden vanaf de tunnelgebouwen tot aan de verkeerslichten (ongeveer 600 meter weersijden van rijbanen) dienen onderzocht te worden op de ligging van een kabelbed; gedeelte staat op tekening maar met name oudere kabelbedden staan niet meer op tekening;
- Meting volgens raster meting. Eventuele proefsleuven zullen verrekend worden;
- Kabelbedden in het 3D model opnemen als aparte laag.

2.5.10 *Webshare voor statische laserdata*

Op basis van de puntenwolk en de 360° graden foto's dient er een online Webshare omgeving te zijn die voorziet in:

- Het kunnen bekijken van scandata en 360° foto's van het gehele gescande areaal;
- Het digitaal kunnen aanschouwen en onder andere de mogelijkheid hebben tot het meten van afstanden in mm en annotaties te plaatsen;
- Viewer dient online toegankelijk te zijn voor projectmedewerkers (minimaal 50 licenties);
- Viewer dient minimaal 2 jaar na de uitvoering toegankelijk te blijven;
- RWS kan deze jaarlijks verlengen tot maximaal 5 jaar.

2.5.11 *Puntenwolkviewer voor Aerial Drone data*

- Op basis van de drone data dient een puntenwolk in kleur op RDNAP-coördinaten via een online Webviewer beschikbaar te zijn;
- Viewer dient online toegankelijk te zijn voor projectmedewerkers (minimaal 50 licenties);
- Viewer dient geschikt te zijn om te kunnen meten;
- Viewer dient minimaal 2 jaar na de uitvoering toegankelijk te blijven;
- RWS kan deze jaarlijks verlengen tot maximaal 5 jaar.

Noot: Indien een gezamenlijke webviewer mogelijk is voor zowel statisch als dynamische scans heeft dit de voorkeur!

2.5.12 Randvoorwaarde kwaliteit scans

Voor output van de scans wordt minimaal volgende kwaliteit verwacht:

- *Relatief maataccuratie* $< \sigma$ 0.5cm: Statisch laserscans in tunnels en dienstgebouwen;
- Punt dichtheid van de statische scans moet minimaal 10 punten 1cm² zijn;
- *Absoluut maataccuratie* $< \sigma$ 1 cm: Buitengebieden, toe- en afritten en wegen vanuit de lucht door middel van drone opnames;
- Alle scandata dient op RDNAP Coördinaten te worden aangeleverd
- (EPSG) 28992: Geprojecteerd coördinatensysteem Amersfoort/ RD New in meters, Amersfoort heeft coördinaten (155000 m, 463000 m);
- Z-coördinaten volgens EPSG:5709: meters ten opzichte van het NAP;
- Scandata dient te zijn opgeschoond waarbij auto/fiets en verkeer en voetgangers verwijderd zijn;
- Alle laserscans dienen uitgevoerd te worden in kleur;
- Verwacht Ground Sampling Distance (GSD) is: 1cm of lager.

2.5.13 Uitgangspunten nachtelijke werkzaamheden

- Ten bate van plaatsen van markeerpunten en markeerspijkers rekening houden met een nacht (vooralsnog 22:00 tot 03:30) per tunnelbuis;
- Statisch scannen en landmeetkundige grondslag zullen een nacht per tunnelbuis (gebruik maken van meerdere scanners tegelijkertijd) (vooralsnog 22:00 tot 03:30);
- Statisch scannen moet gebeuren 600m voor de voorwaarschuwborden (VRI), aan beide zijden. Door hele tunnel heen en uitrit tot aan VRI.

2.5.14 Randvoorwaarde aanbieder drone vluchten

Om tot een geldige aanbieding te komen moet de aanbieder:

- Minimaal in bezit zijn van ROC met permissie STS 1A en STS 2A;

2.5.15 Randvoorwaarde foto/film materiaal

In de voorbereidingsfase gaat het gebruik van foto- en/filmmateriaal om algemene middelen en informatie. Bijvoorbeeld een projectpagina op rws.nl en factsheets. Ten bate van de renovaties detailbeelden van bijvoorbeeld de ventilatoren, luchtroosters of een vluchtdoor.

Bestanden

- De bestanden die opgeleverd worden, moeten zijn op basis van een duidelijke titel/mappenstructuur ingericht zijn. Dus om welke tunnel het gaat, wat er op foto/video staat (bijv. luchtfoto, dienstgebouw, fietspad, DRIP, installatie x, enzovoort) en wanneer deze gemaakt is (eventueel in de metadata). Bij foto's vanaf de weg, de locatie aangeven met wegnummer/richting/hm/letter, bijv. "A16 Li 33.9 n" voor parallelbuis Drechtunnel richting Rotterdam.

Foto's

- Resolutie: minimaal 300 dpi of hoger.

Video

- Videoresolutie: Minimaal 1080p (1920 x 1080),
Bestandstype: Het videobestand mag verschillende formaten hebben: wmv, avi, mpg, mpeg, mp4 en mov.

Aanvullend:

- Voorkom herkenbaar jaargetijde;
- Geen privacygevoelige gegevens (nummerplaten, namen van schepen, opzichtige reclame en dergelijke) in beeld (of blurren);
- RWS moet het gebruiksrecht krijgen;
- Wat je ziet op de beelden moet overeenstemmen met veiligheidsvoorschriften van RWS. Hier staan ook richtlijnen: <https://www.rijkshuisstijl.nl/organisatiespecifieke-richtlijnen/rijkswaterstaat/beeldrichtlijnen-rijkswaterstaat>

2.6 3D Modelleren tunnels

Binnen project PZT zal een digitale 3D-weergave van tunnelobjecten worden gebruikt. De omvang van het 3D-model en de graad van detail van het model kunnen hierbij verschillen van tunnelobject tot tunnelobject binnen een model. Het opgestelde 3D model zal onder andere ten bate van realisatie-aannemer komen voor engineeringsdoeleinden. Het 3D-model zal; bij gebruik in de engineeringsfase (als basis); moeten dienen als koppeling met het Dynamisch 3D model ten bate van inzet van de digitale tweeling aspecten (**bijlage 6 PVE Digitale Tunnel Tweeling**).

Als Assetowner wilt RWS nadrukkelijk ook heel sterk inzetten op dat aspect van 'Informatie Management' voor haar assets. Essentieel daarbij is de doorstroom van informatie van het investeringsproces naar het beheer-, onderhouds- en exploitatiefase. Het inwinnen, beheren en bijhouden van uniforme as-built informatie vormt namelijk de basis voor een efficiënt beheer, onderhoud en exploitatie van de assets.

PTZ wil echter ook inzetten op het samenwerkingsproces tussen RWS, engineeringsbureau 's en aannemer(s) tijdens het onderzoek en de uitvoering van onze projecten. Tijdens de planvormings-, engineerings- en uitvoeringsfase kunnen uit het model diverse ontwerpen, plannen voor de omgevingsvergunning en aanbesteding, uitvoeringsplannen en as-built plannen gegenereerd worden. Tijdens de uitvoering wordt niet alleen actief samengewerkt aan het 3D-BIM-model. Er kan ook specifieke software worden gebruikt om de voorspelbaarheid aanvoer of de fasering van de bouwplaats te monitoren. Dit gebeurt steeds met aandacht voor veiligheid, gezondheid en kwaliteit op de projectlocatie.

2.6.1 Scope (uitwerking) 3D Model

Scope betreft het ontwikkelen van 3D Model op basis van opgemeten data (scans), bestaande tekeningen of as-built tekeningen, en/of andere data bijvoorbeeld uitgevoerde grondonderzoeken. Op het gebied van architectuur, constructies, w-installaties, e-installaties, S-installaties en brandbeveiliging. Het opzetten van 3D model geldt voor de Noordtunnel, Drechtunnel, Beneluxtunnels en Sijtwendetunnels en deels 2^{de} Heinenoordtunnel. Per tunnel dienen volgende aspecten minimaal uitgewerkt te worden:

- Modelleren van tunnelbuizen (alle technische installaties welke aangebracht zijn);
- Modelleren van buitengebieden;
- Modelleren van hulpdienstwegen en dienstwegen;
- Modelleren van dienstgebouwen (binnen-en buitenkant);
- Modelleren van installaties ingangen van kabelgangen;
- Modelleren van installaties ingangen;
- Modelleren van installaties tunnelbuizen.
- Protocol; Heldere omschrijving van welke gegevens verwacht kunnen worden tussen de opdrachtgever en opdrachtnemer. Beschrijving van de intellectuele eigendom en aansprakelijkheid. Frequentie van de afspraken, leveringsschema et cetera.

Opdrachtgever zal in gezamenlijk overleg de volgorde van de te modelleren tunnels bepalen. Uitvoeringsvolgorde en werkplan zullen door de opdrachtnemer opgesteld worden per tunnel en afgestemd met de opdrachtgever.

2.6.2 Werkplan 3D model

Opdrachtnemer dient een plan van aanpak op te stellen waarin ten minste de volgende onderwerpen beschreven worden toegespitst op de tunnel specifieke context en eventueel aangevuld naar eigen inzicht:

- Contactinformatie onderaannemers/ leveranciers en eigen medewerkers welke modelleeractiviteiten uitvoeren;
- Planning van de uit te voeren werkzaamheden;
- Coördinator van de werkzaamheden;
- Uitvoeringsplan; Het uitvoeringsplan bevat operationele werkafspraken tussen de bimmende/modellerende partijen. Het betreft de uitwerking van de afspraken uit de Informatie Levering Specificatie en het Protocol, bijvoorbeeld met welke bestandsformaten gaan we werken, waar gaan we de data opslaan, modelleerafspraken, data overdracht momenten, fasering van het proces et cetera;
- Randvoorwaarde is het gebruik van openbare REVIT modellen, bibliotheken en family's;
- Informatie levering specificatie; In de ILS worden opgenomen aan welke eisen het digitale 3D model moet voldoen, bijvoorbeeld welk Level of Detail ("LOD") per projectfase. Welke bestandsformaten moeten worden gebruikt? Welke open standaarden worden gebruikt (bijv. IFC, Visi, Coins)? Voor aanvang van de werkzaamheden dient een specifieke ILS opgesteld te worden en ter goedkeuring aangeboden worden aan de opdrachtgever (**bijlage 8 Voorbeeld ILS**)
- De wijze van controle en verificatie;
- Plan van aanpak hoe opdrachtnemer de opdrachtgever mee neemt in het verificatie proces;
- Rapportage leerpunten (mogelijk gebruikt voor bijstellen aanpak).

2.6.3 Uitkomst 3D Model

De volgende output wordt minimaal verwacht bij (tussentijds) oplevering:

- Oplevering in REVIT;
- Er dient een 3D model opgeleverd te worden zowel voor wat betreft de geometrische als attribuutsinformatie van de tunnel en zijn deelsystemen (tunnel technische installaties);
- Opdrachtnemer dient ook apart de attributen bibliotheek (Families) en template apart aan opdrachtgever beschikbaar te stellen;
- Maaiveld bestand of DTM dient te bestaan uit een Surface of uit 3D polylines (breaklines). Tevens dient dit maaiveld bestand gefilterd te zijn van niet maaiveld objecten, zoals bomen en gebouwen;
- Alle REVIT modellen en bestanden worden digitaal aangeleverd op een tweetal SSD schijven aan RWS. Per tunnel scans en model op een schijf.

De nodige afstemmingsmomenten zullen tussentijds plaatsvinden. De 3D modellen dienen in overleg geleverd te worden.

2.6.4 Randvoorwaarden 3D Model

Zoals beschreven in paragraaf 2.6.2 zijn verschillende uitvoeringsstappen te onderscheiden. Per methode behorend bij deze stappen zijn een aantal randvoorwaarden/aandachtspunten opgesteld ten aanzien van:

2.6.4.1 Toepassing 3D Model

- As-is (bestaande toestand) wordt gemodelleerd op basis van opgemeten data, bestaande tekeningen of as-built tekeningen, en/of andere data bijvoorbeeld uitgevoerde grondonderzoeken. In de metadata van de verschillende tunnelobjecten in het 3D-model dient ook het betrouwbaarheidsniveau en de bron van de informatie verwerkt te worden (**bijlage 4 Civiele areaalgegevens**);

- Ten bate van de decompositie van elementen dient OTL voor gebruikt te worden en Ultimo export ten bate van de TTI installaties;
- Bronbestand (hoofdmodel en gelinkte deelmodellen) moet geleverd worden in Autodesk REVIT format volgens de RD-NAP coördinaten (metrisch stelsel);
- Coördinatiemodel of deelmodellen dienen tussentijds uitgewisseld te worden in Navisworks format;
- Van alle modellen moet een 3D lijnen bestand geleverd worden (3D polylines). Deze zullen gebruikt worden voor onder andere het generen van surfaces en voor het parametrisch plaatsen van TTI's;
- De civiele installaties dienen volgens OTL 2.4 (<https://otl.rws.nl/publicatieomgeving/#/otl/rws-otl/library/otl-lib/version/2.4/object/ct0050/info>) codering, naamvoering en decompositieniveau uitgewerkt te worden. Vooraf zal een voorbeeld OTL lijst aangeleverd worden door de opdrachtgever (**Bijlage 7 Decompositie SATO**);
- De tunnel technische installaties dienen volgens SATO-codering, naamvoering en decompositieniveau uitgewerkt te worden. Vooraf zal een SATO lijst aangeleverd worden door de opdrachtgever;
- REVIT Componenten (families, groepen en template) moeten uitzonderlijk opgebouwd worden en geleverd aan RWS;
- Componenten (families, groepen en templates) moeten uitzonderlijk opgebouwd worden zodat met 4D verschillende functies ingebouwd kunnen worden in de toekomst. Dit laat toe om de planning te integreren en als sequentie te visualiseren binnen het model en om diverse tijdsgebonden analyses uit te voeren.

2.6.4.2 Randvoorwaarden voor het borgen van kwaliteit 3D model

- Uitvoeringsplan voor 3D model moet van voldoende kwaliteit zijn en uitvoerig doorgenomen worden met opdrachtgever (**Bijlage 5 Kwaliteitscriteria**);
- De projectcoördinaten moeten bij de start van het project worden gedefinieerd en geverifieerd. Architectuur/MEP-modelcoördinaten dienen te worden afgestemd op het point Cloud;
- De gescande afbeeldingsbestanden en afbeeldingen van de site moeten nauwkeurig en duidelijk zichtbaar zijn, zodat de elementen nauwkeurig kunnen worden geïdentificeerd.
- In overleg met opdrachtgever kunnen extra bezoeken aan een tunnel plaatsvinden om ontbrekende informatie te verkrijgen (deze zijn niet verrekenbaar en worden geacht in de inschrijvingsstaat verwerkt te zijn!);
- Continu moet aandacht worden geschonken aan de overlay van de puntenwolk om de originele scan te matchen met het ontwikkelde 3D-model en onnauwkeurigheden opnieuw te bekijken. Voorbeeld: Tunnelbuizen iedere 5 meter controleren of model op scan ligt. Iedere 50 meters vastleggen in de kwaliteitsrapportage;
- Tussentijds dient het 3D model periodiek geëvalueerd te worden in samenwerking met opdrachtgever om de nauwkeurigheid van ruimtes en apparatuur ten opzichte van de werkelijke omstandigheden te controleren.

2.6.5 *Uit te wisselen informatie*

- De opdrachtnemer(s) organiseert tijdig werksessies om de uitwisseling van gegevens grondig te testen, te evalueren en te documenteren. De verschillende export- en importconfiguraties worden in het uitvoeringsplan opgenomen en gevolgd bij iedere uitwisseling;
- Alle attributen dienen de juiste parameters (afgestemd met opdrachtgever) te beschikken volgens de SATO en/of OTL codering;
- Level Of Detail (LOD) zie **Bijlage 2 PAS ISO LOD niveaus** voor meer informatie;
 - Tunnelbuizen ruimten, gebouwen en toeritten (tot waar verkeerskundige installaties komen) ten minste LOD 350;
 - Omgeving met onder andere (dienst) wegen LOD 200.
- Alle bij deze opdracht gebruikte (software-)systemen worden in het gereviseerde uitvoeringsplan in kaart gebracht, zodat de interoperabiliteit ingeschat kan worden. Kwaliteitsrapportage opnemen afwijkingen aanvullen op het projectplan en werkplannen.

2.6.6 *Verwerken areaal gegevens*

Binnen dit project dienen relevante civiele areaalgegevens verwerkt te worden in het 3D model. Te denken valt aan dikte en materiaal van wanden, tussenwanden diepte van ruimtes etcetera.

Opdrachtnemer wordt gevraagd om zelf een inschatting te maken welke informatie en hoeveelheid werkzaamheden hiervoor benodigd zijn.

In de **bijlage 09 Voorbeeld civiele data THT** is een voorbeeld vanuit de Tweede Heinenoordtunnel toegevoegd.

2.7 **Advies “Digitale tunnel tweeling”**

Binnen deze opdracht dienen adviezen gegeven te worden op het gebied van ontwikkelingen rondom de digitale tunnel tweeling.

Er zijn veel ontwikkelingen op het gebied van digitale tweelingen. De meest onderbelichte is bijvoorbeeld Beheer & Onderhoud, maar bijvoorbeeld ook aan typicals en digitale vormen van Verificatie & Validatie. Opdrachtgever wenst advisering om te komen tot de meest waarde bepalende digitale tweeling aspecten en optimaal gebruik voor RWS gedurende de levensduur van een object.

Opdrachtnemer dient rekening te houden met 200 uur advies gedurende de looptijd van deze opdracht van het niveau van een senior-specialist op het gebied van ontwikkelingen Digitale Tweelingen. In de **bijlage 06 is het PVE Digitale Tunnel Tweeling** toegevoegd.

3 Communicatie, verificatie en validatie

Ten bate van afstemmen en beoordelen van de werkzaamheden dienen er tussentijdse gesprekken en beoordelingen ingepland te worden. Er dient minimaal uitgegaan te worden van eens in de twee weken.

Los van fysieke bijeenkomsten kan men er ook voor kiezen dat opdrachtgever mee kan kijken in de 3D modellen, daarin onderdelen accepteert, in plaats van formele tussenleveringen.

De 3D scans en BIM-modellen en alle daaraan verbonden informatie moeten online toegankelijk zijn voor de opdrachtgever en alle eigen partijen die betrokken zijn in deze projectfase.

Bijlagen

De bijlagen zijn in een separate zip file gepubliceerd.

Bijlage 1 Grensgebieden

Bijlage 2 PAS ISO LOD niveaus

Bijlage 3 Tunnelpaspoorten

Bijlage 4 Civiele Areaalgegevens

Bijlage 5 Kwaliteitscriteria

Bijlage 6 PVE Digital Tunnel Tweeling

Bijlage 7 Decompositie SATO

Bijlage 8 Voorbeeld ILS

Bijlage 9 Voorbeeld civiele data THT