

Corbulotunnel RijnlandRoute

Boortunnel –Ontwerp & Uitvoering
Boren, vriezen, ontgraven en bouwen



Veilig,
Op Tijd,
In Goede
Samen-
werking

KIVI lezingenavond – 9 dec. 2021
Arjan v.d. Put (PZH) / Bahram Safari (COMOL5 / ARTHE)

Overzicht presentatie

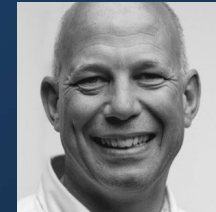
1. Introductie
2. Rijnlandroute (PZH)
3. Succesfactoren (PZH)
 - Wijze van aanbesteding
 - TTI-modules
 - Solar Optic Fiber en zonnepark
4. How to succeed tunnelwise (COMOL5 / ARTHE)
 - Inleiding;
 - Ontwerp;
 - Lining;
 - Dwarsverbindingen
5. Uitvoeringservaringen (PZH / COMOL5)
6. Vragen

1.

Introductie

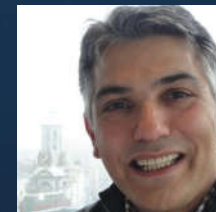
Arjan van der Put (PZH)

- APUT bv
- Boortunnelervaring; THT, WST, Groene Hart, Roba
- Projectleider tunnel en verdiepte ligging RLR
- Technisch manager contractdeel Europaweg RLR



Bahram Safari (COMOL5 / ARTHE)

- Directeur / eigenaar Arthe Civil & Structure bv;
- Nationale en internationale ervaring met ontwerpen van (boor)tunnels;
- Raadgevend ingenieur voor COMOL5

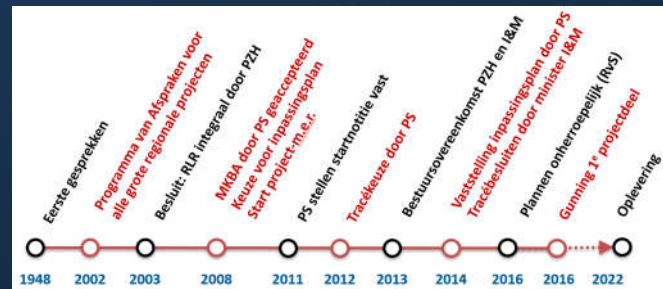


2.

RijnlandRoute in vogelvlucht



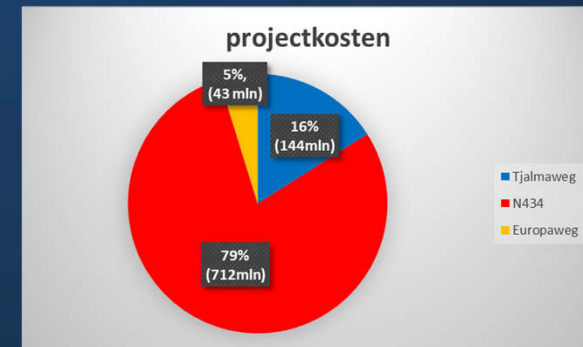
- N206 Ir. G. Tjalmaweg
- A44-N434-A4
- N206 Europaweg



2.

RijnlandRoute algemeen

- OG : Provincie Zuid-Holland
- Uitvoeringsteam : PZH + RWS + derden
- Totale kosten RLR : €900 mio
- Kosten N434-deel : ca. €712 mio



RijnlandRoute, Deel N434

- Bouwcombinatie COMOL5 : Mobilis, CroonWolter&Dros, Dimco, Vinci
- DCM Contract met 15 jaar onderhoud
- Tijdsfad:
 - Opdracht : jan 2017;
 - Start uitvoering : mrt 2018;
 - Boren : aug 2019- sept 2020;
 - Geplande oplevering : medio 2023.

2.

Corbulotunnel en verdiepte ligging



- Totale lengte tunnel ca 2,5 km;
- Waarvan 2,25 km geboord;
- Dwarsverbindingen h.o.h. max 250 m;
- 1e geboorde tunnel conform Landelijke Tunnelstandaard (LTS).
- VDL lengte circa 1500m
- VDL gerealiseerd met bemaling
- Schacht- en diepere delen met ow-beton

2.

Succesfactoren

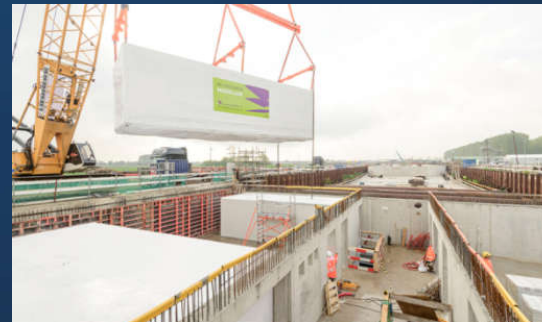
- Aanbesteding met dialoofase;
- Emvi op realisatie schadevrije tunnel;
Emvi op risicobeheersplan;
- Geldigheidsdocument voor tunnelontwerp;
- Duidelijkheid bieden: voorgeschreven m2 wachtruimte in DVB;
- Eis om TTI vooraf te testen;
- Ruimte voor innovatie;



2.

TTI-modules plug & play

- Vooraf TTI opgebouwd en getest op de testlocatie in Eindhoven;
- 3 jaar voor openstelling TTI al aangesloten op de verkeerscentrale in Rhoon;
- 54 verschillende installaties opgebouwd in totaal 24 modules (containers) die naar de site zijn getransporteerd.



2. Corbulotunnel Energiezuinig en duurzaam

- Zonnepark met energieopslag in knooppunt Hofvliet (panelen met drijvers op water);
- Opbrengst 1.500.000 kWh per jaar = circa driekwart van de benodigde energie voor de nieuwe N434;
- Gebruik van flow-batterijen (extra lange levensduur die het overschot overdag opslaan om 's nachts weer te gebruiken voor het verlichten van de tunnel);
- Vermindering CO₂-uitstoot.



2. Corbulotunnel Energiezuinig en duurzaam

- Wereldprimeur, tunnel met Solar Optic Fiber!
Direct zonlicht bij de inritten van de tunnel met behulp van glasvezel;
- Systeem met lenzen op het tunneldak en glasvezel voor transport brengt zonlicht zonder kwaliteitsverlies tot honderd meter in de tunnel;
- Reductie van 10–20% van het totale energieverbruik van de tunnel.



3.

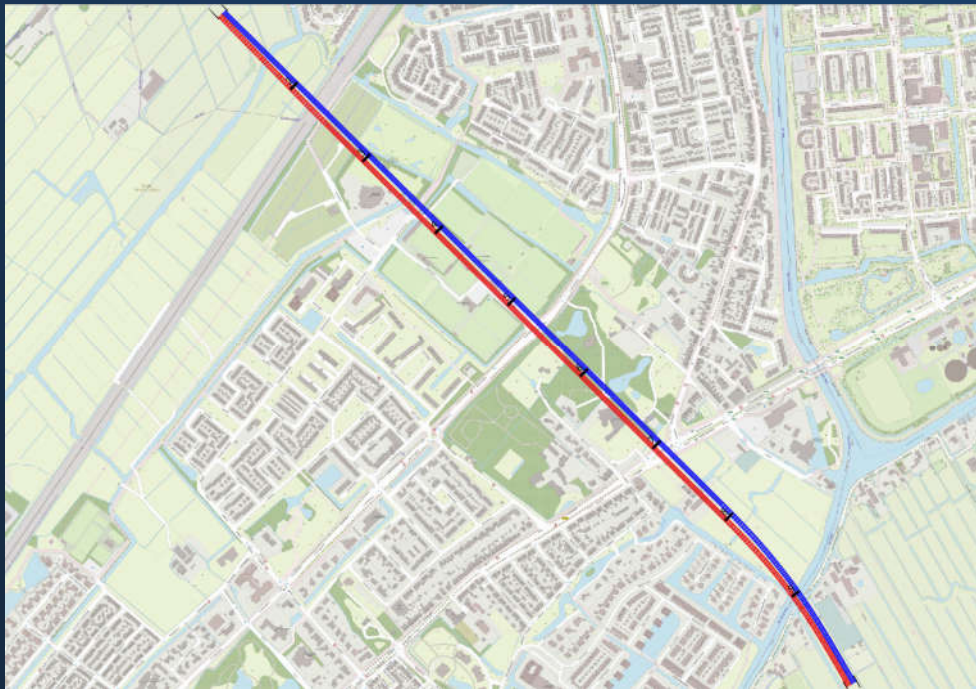
Inleiding



Ontwerp boortunnel, dwarsverbindingen en alle hieraan verbonden onderdelen.

3.

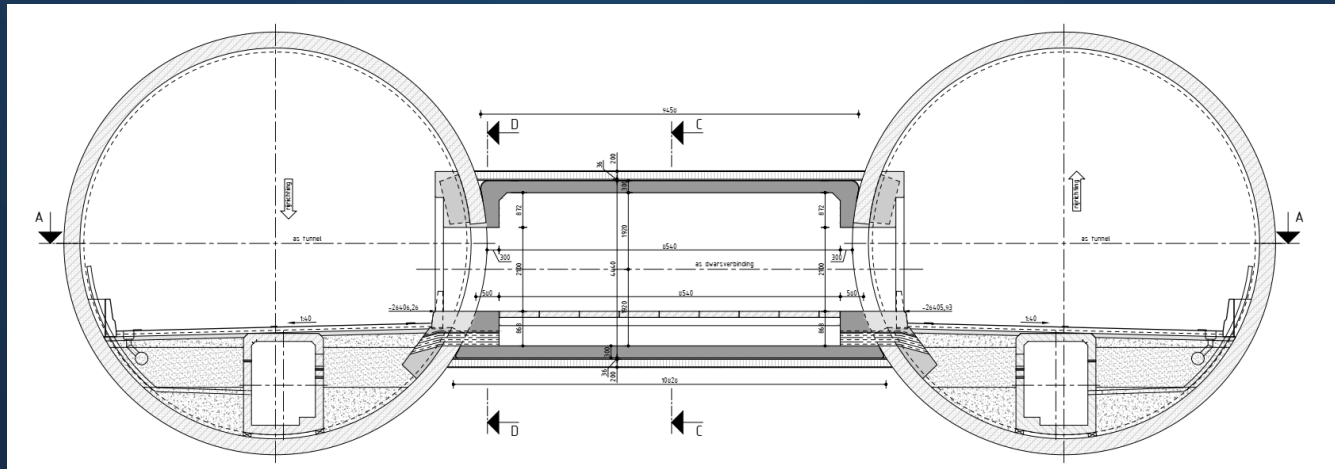
Ontwerp Boortunnel



- Twee tunnelbuizen van ieder ca. 2,25 km;
- Langs het geboorde tracé komen 8 dwarsverbindingen (max. 250 m tussenafstand);
- Boorricting van ZO naar NW;

3.

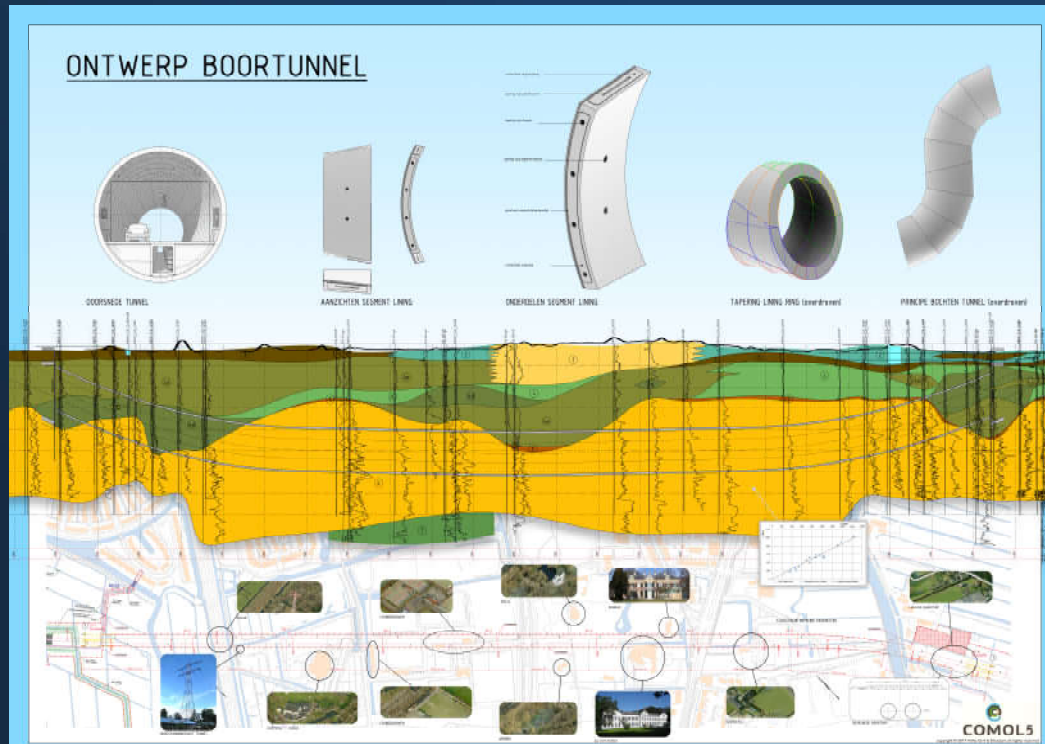
Ontwerp Boortunnel



- Twee tunnelbuizen;
- Passen binnen het Provinciaal Inpassingsplan met eisen t.a.v. toekomstvastheid, zoals ophogingen / ontgravingen;
- Afstand tussen de buizen varieert tussen de 3,5 – 10 m;
- Conform eisen in LTS, L500, ROK1.3, DAUB.

3.

Ontwerp Boortunnel



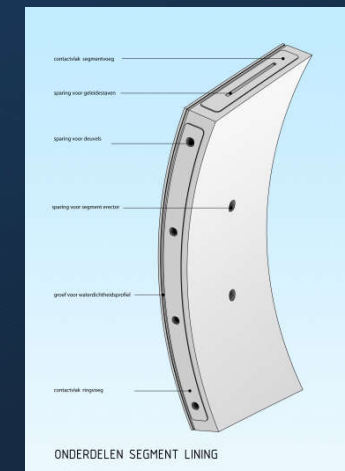
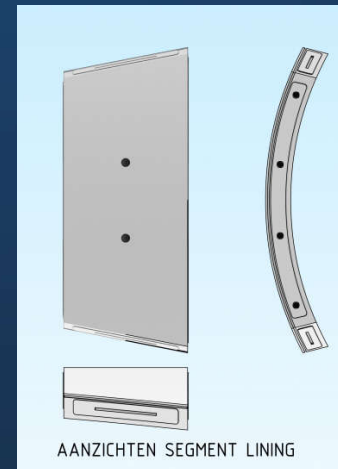
- Universele ring;
- 7 segmenten;
- Passage Rijn-Schiekanaal;
- Monumentale gebouwen (Villa Berbice);
- Vervuilde grond (VOCL) t.p.v. Zilverfabriek;
- Hoogspanningsmast;
- Spoor Leiden – Rotterdam.

3.

Ontwerp Boortunnel

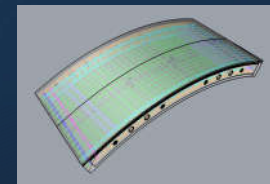
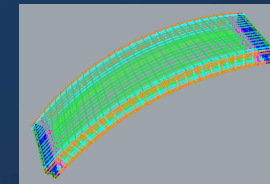
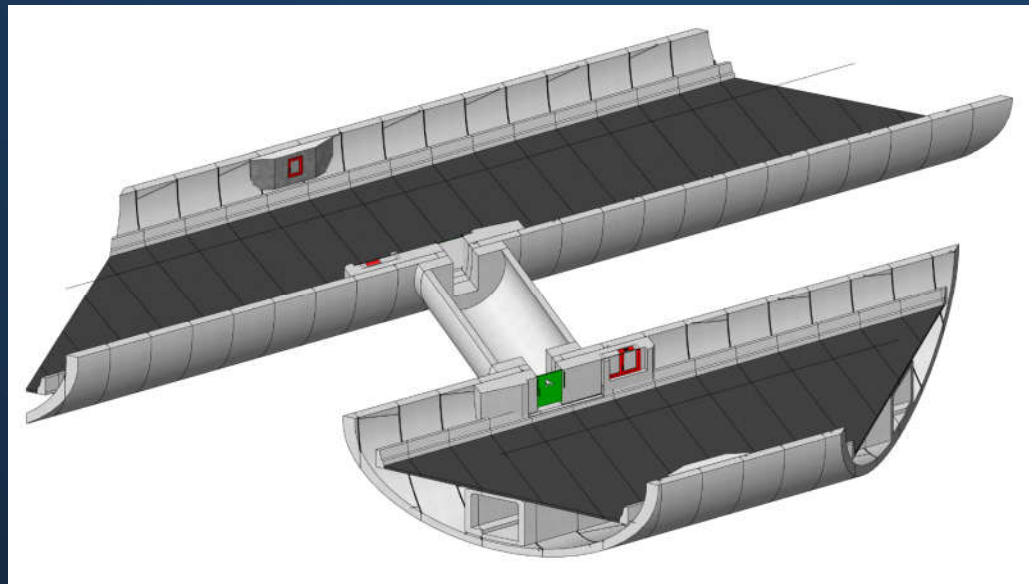
Factsheet:

- D_i = 9,79 m;
- D_u = 10,59 m;
- Dikte = 0,4 m;
- Breedte steen = 2006 mm;
(tapsheid 34mm 1989-2023mm)
- 7 stenen;
- Langsvoegen tapse hoek van 10 graden;
- Tapse hoek sluitsteen van 12 graden;
- Ingestort Dätwylerprofiel (Type Mexiko);
- Betonsterkte C40/50;
- Guiding rods in de langsvoegen;
- Kunststofdeuvels in de ringvoegen.



3.

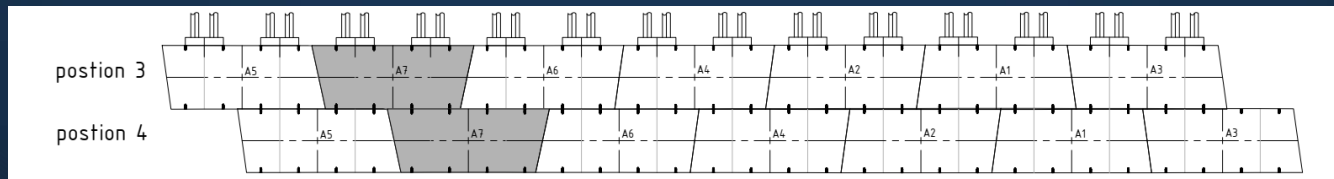
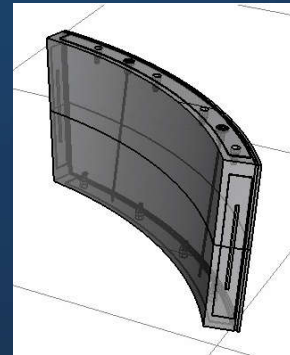
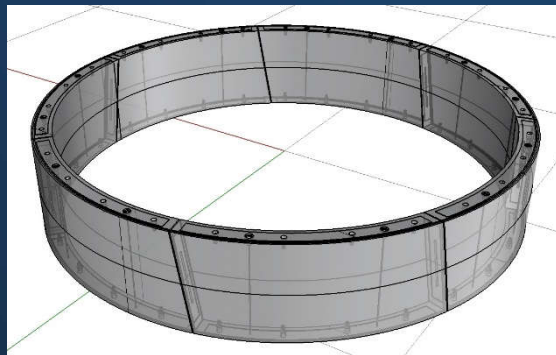
Ontwerp Boortunnel



- Volledig 3D in BIM;
- Maar ook in 2D gelet op te bieden nauwkeurigheid.

3.

Tunnelling | Segmentgeometrie

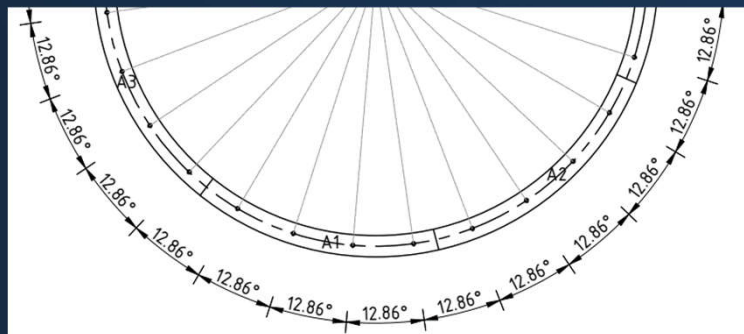
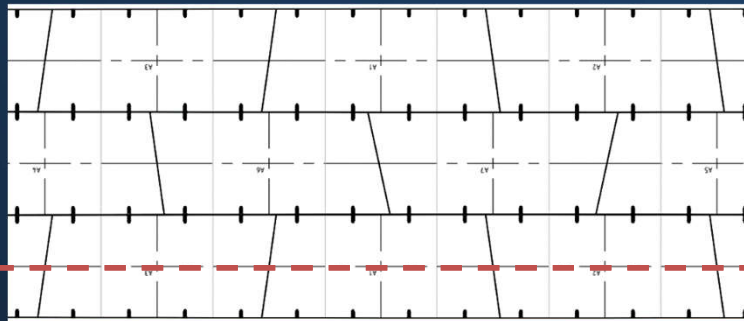


- Tunnelringen bestaande uit 7 segmenten van ongeveer gelijke grootte;
- Ringen met een binnen/buitendiameter van 9.79/10.59 m en lengte van 2006 mm;
- Qua vorm 'universele' ring, qua wapening en koppeling tussen de ringen onderscheid in 'standard ring' voor grootste deel trace en "special rings" bij de dwarsverbindingen en tunneluiteinden.

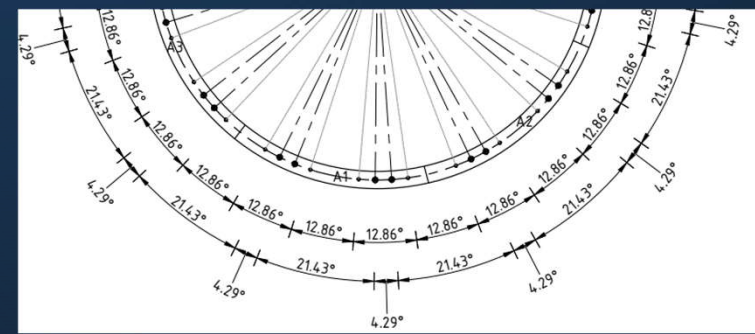
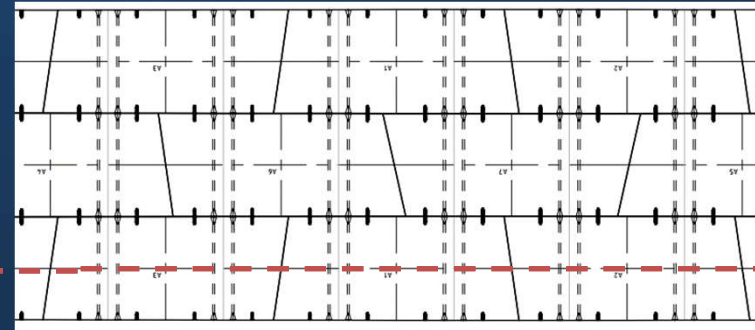
3.

Tunnelling | Segmentgeometrie

“Standard Ring”



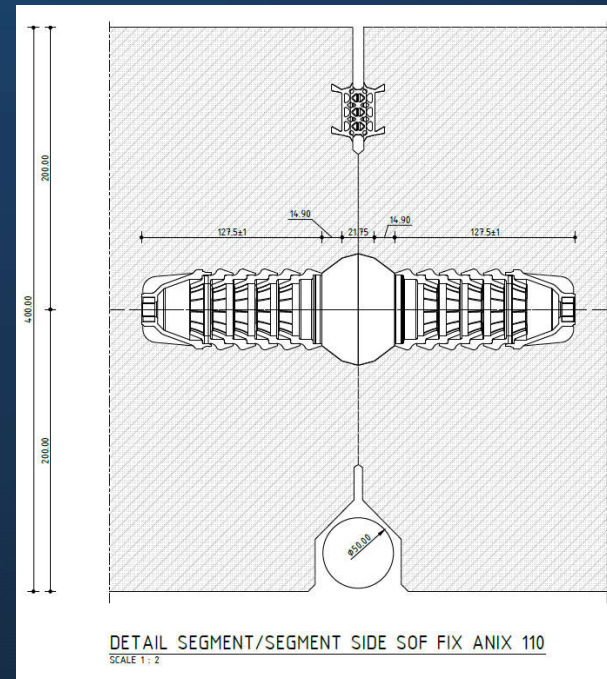
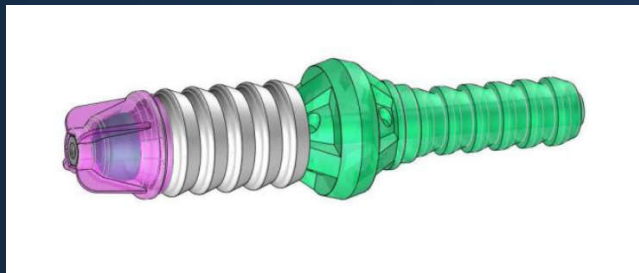
“Special Ring” Cross Passage and BI/BO



3.

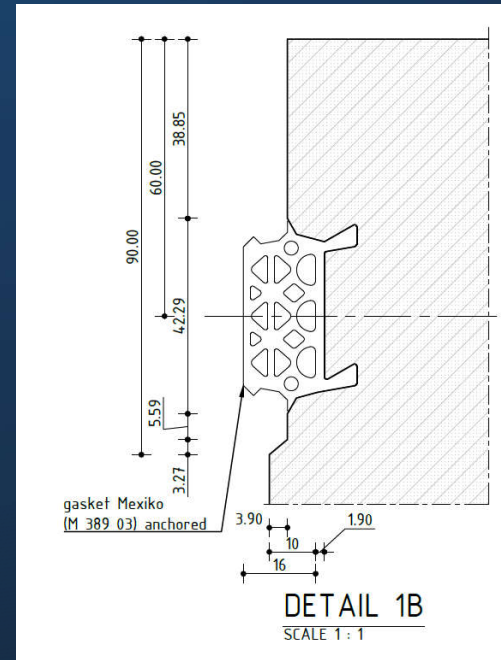
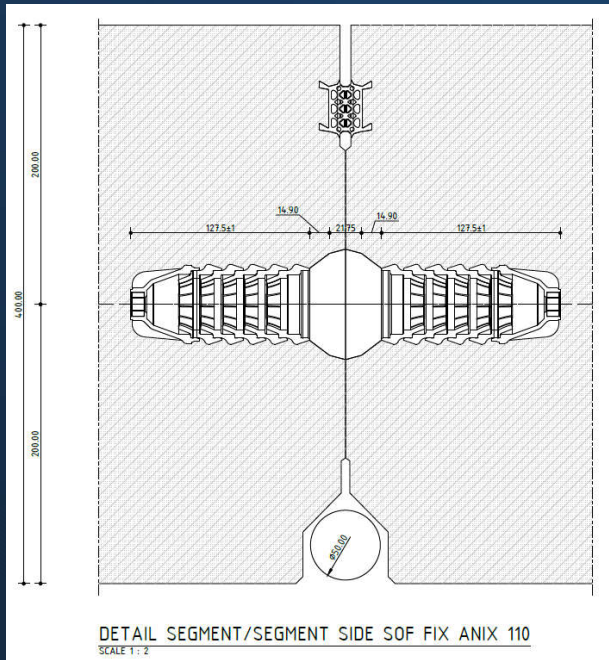
Tunnelling | Sof-Fix Dowels

- Voornaamste functie tijdens bouwen ring (geleiding);
- Segmenten worden ten allen tijde aangedrukt door minimaal één vizelpaar, de deugelverbindingen vormen een verbinding tussen twee ringen om in geval van calamiteit te voorkomen dat het segment los raakt;



3.

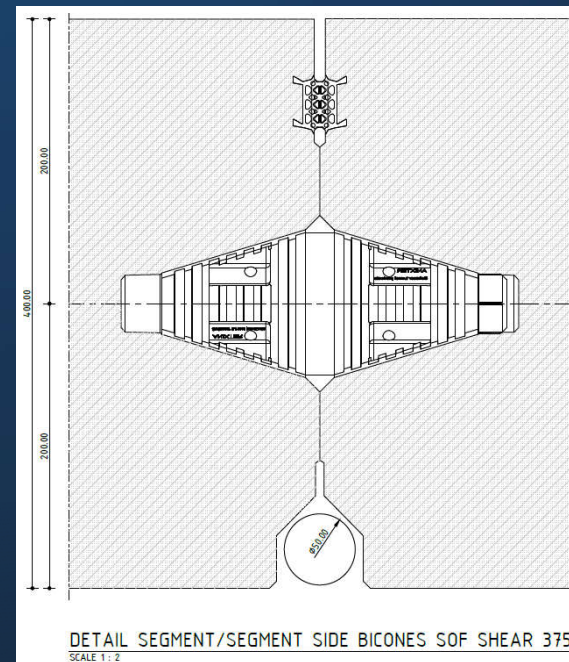
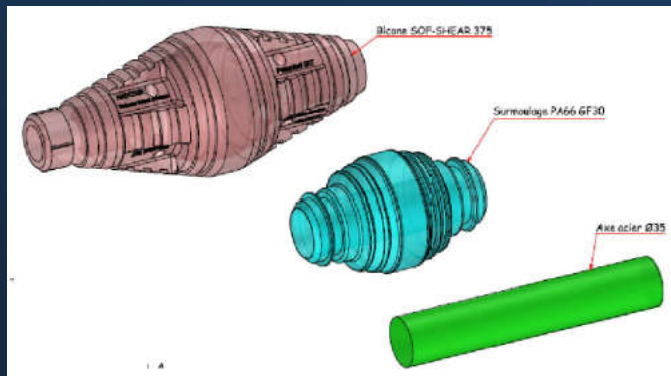
Tunnelling | Gaskets



3.

Tunnelling | Bicones

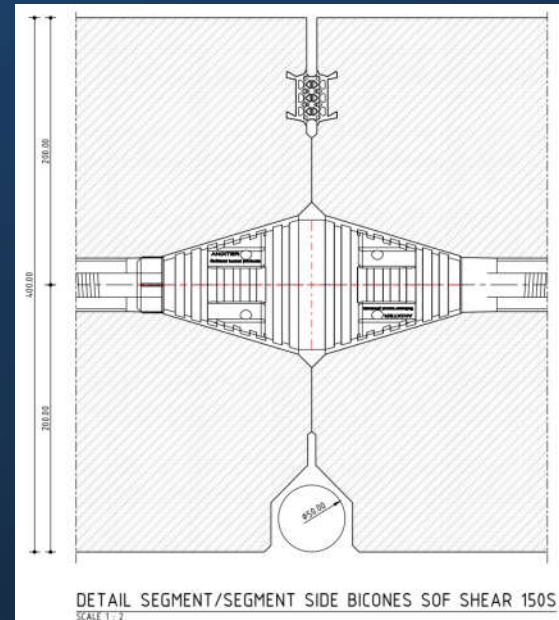
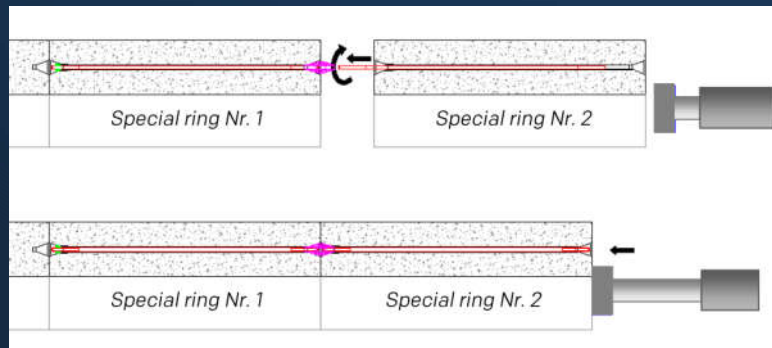
Bicones worden lokaal toegepast in de special rings (bij dwarsverbindingen en tunneluiteinden);



3.

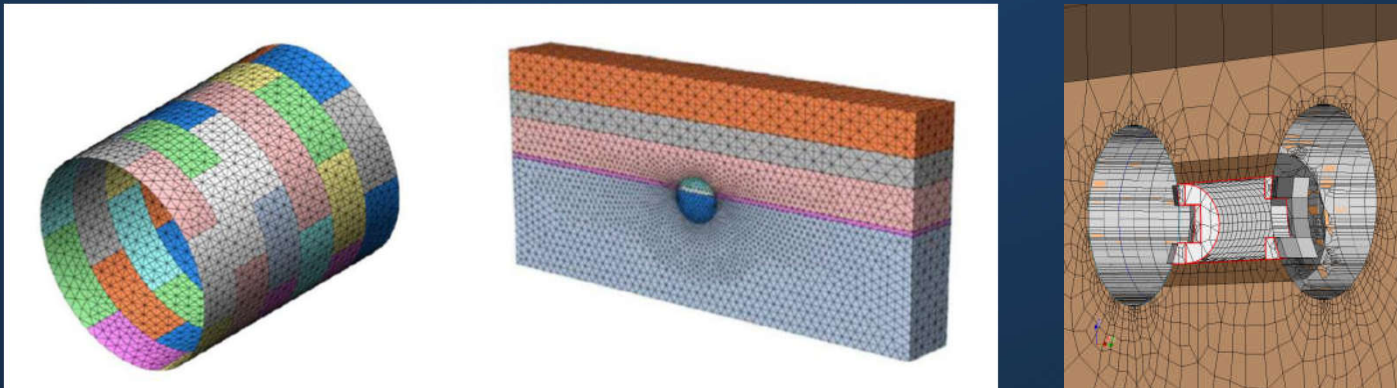
Tunnelling | Tie rods

Bij de tunneluiteinden kunnen de bicones in combinatie met trekstaven voor een blijvende verbinding tussen de ringen zorgen die op trek belast kan worden;



3.

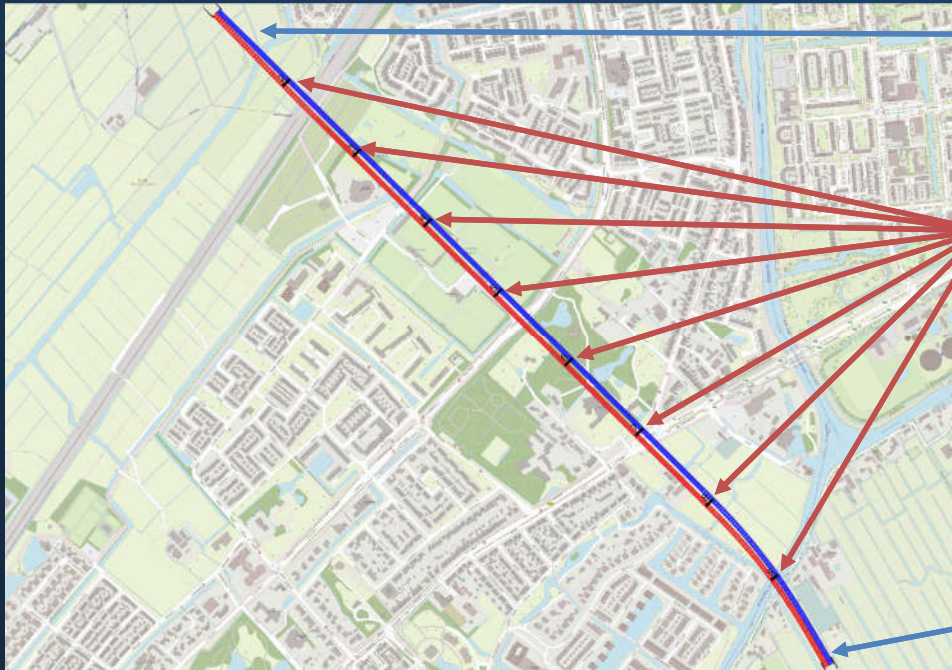
Tunnelling | Model



- Continuum model;
- 3D FEM met behulp van DIANA;
- Eigenschappen van grond vs constructie kunnen zo goed benaderd worden.

3.

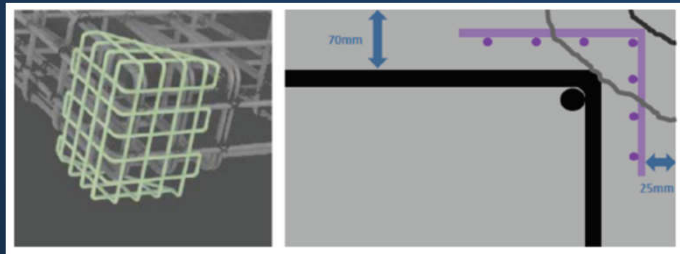
Tunnelling | Results



- 2x52 'Break-Out' rings
- 2x7x8 'Cross Passage' rings
- 991 + 993 'Standard' rings
- 2x20 'Break-In' rings

3.

Tunnellining | Brand



- Brandveiligheid is een "hot" item voor tunnels;
- Regelgeving hiervoor is zeer zwaar in de LTS;
- Reeds in een zeer vroeg stadium brandproeven;
- Getest met en zonder kunststofwapening (GFRP);
- GFRP was voorzien als maatregel om schade te beperken.



3.

Tunnellining | Brand



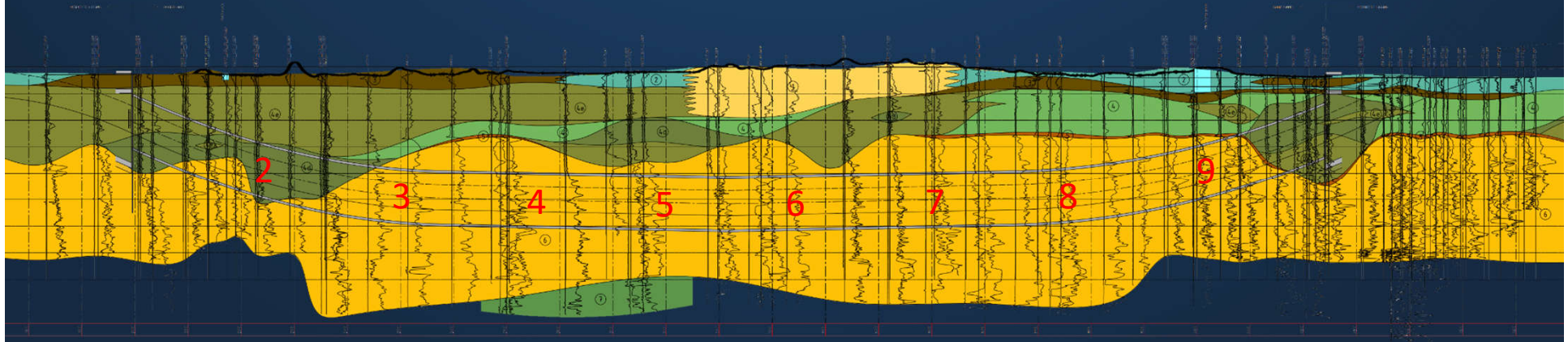
- Boven: resultaten brandproeven segment C01 + C02 – (zonder GFRP);
- Onder: resultaten brandproeven segment C03 + C04 – (met GFRP).



3.

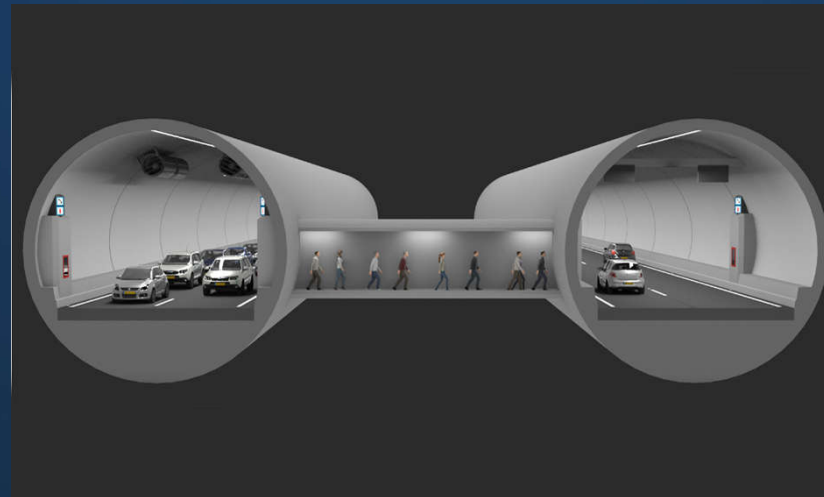
Dwarsverbindingen

- DVB 3-8 zijn vergelijkbaar qua grootte en vorm, dvb 2 en 9 zijn korter
- DVB 2 is in een 'afwijkende' grondlaag gelegen (afwisseling van klei- en zandlaagjes)



3.

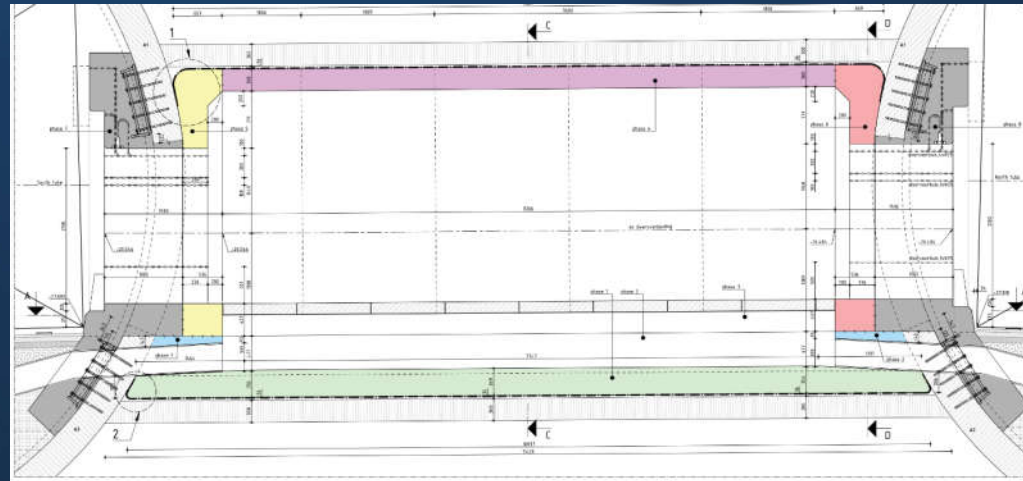
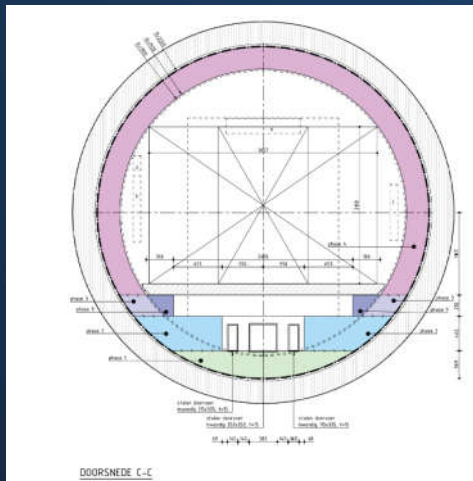
Dwarsverbindingen



- Principe van de functie van de dwarsverbindingen is afwijkend t.o.v. de LTS;
- De dwarsverbindingen hebben een 'bufferfunctie' tijdens vluchten;
- Voor de bufferfunctie zijn veel m² noodzakelijk;
- Pas na vrijgave andere tunnelbuis kan worden doorgestoken.

3.

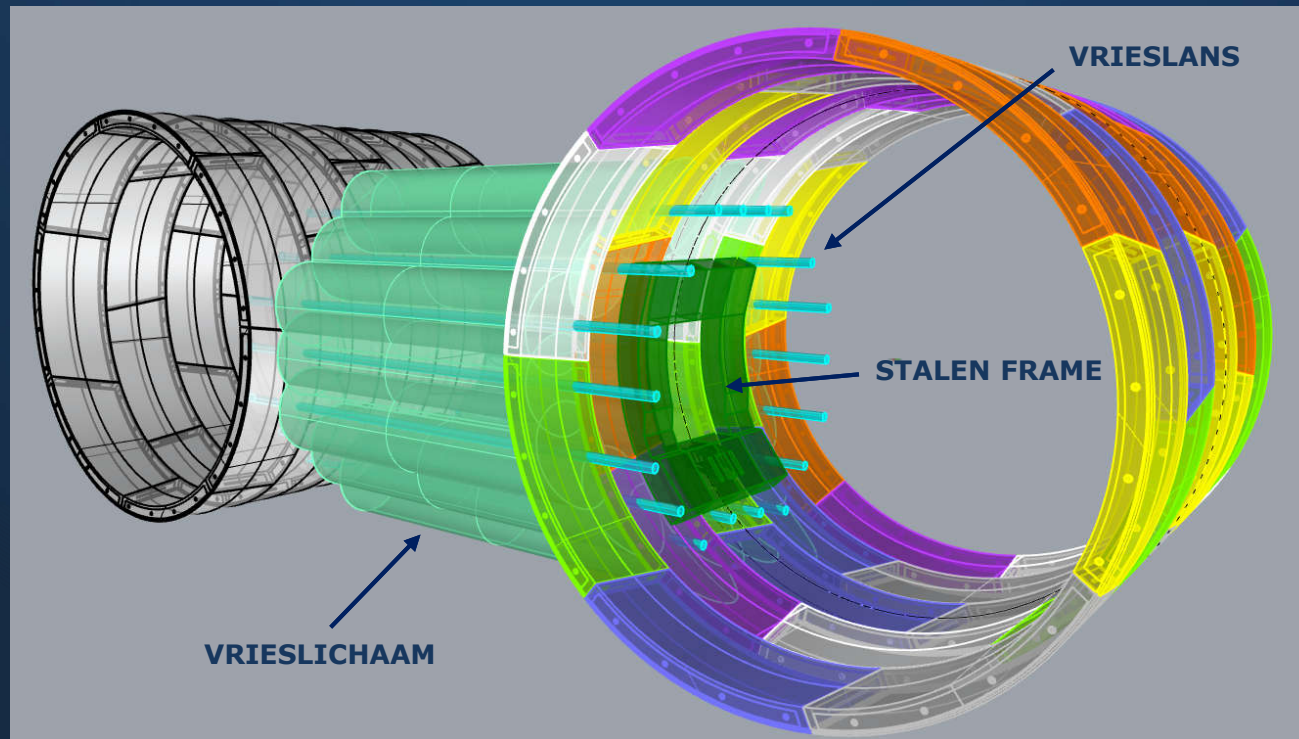
Dwarsverbindingen



- Inwendige diameter van 3,84 m (!);
- Dikte lining 300 mm;
- Dikte spuitbeton 300 mm.

3.

Dwarsverbindingen



3.

Dwarsverbindingen



4.

Uitvoeringsservaringen



4.

Uitvoeringsservaringen

Spoorlijn AMS
- DH



Hoogspanningsmast



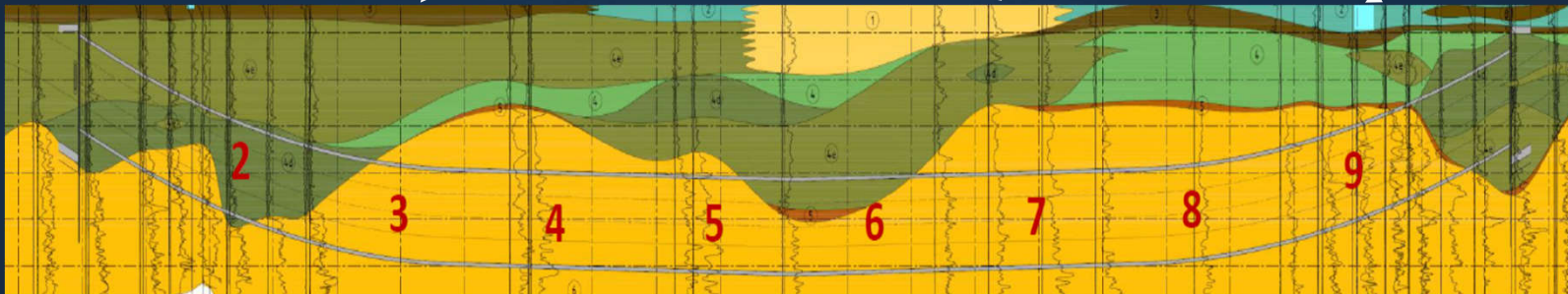
Zilverfabriek
(VOCL)



Landgoed
Berbice



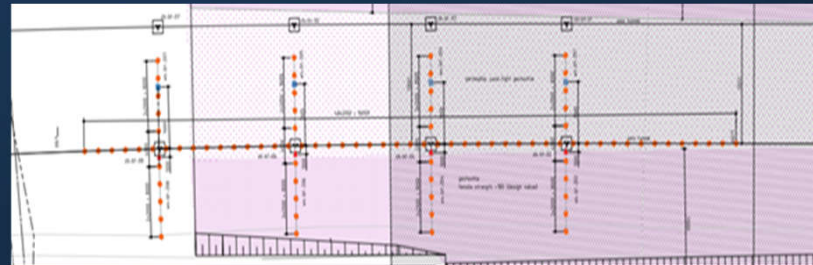
Rijn-
Schiekanaal



4.

Uitvoeringservaringen

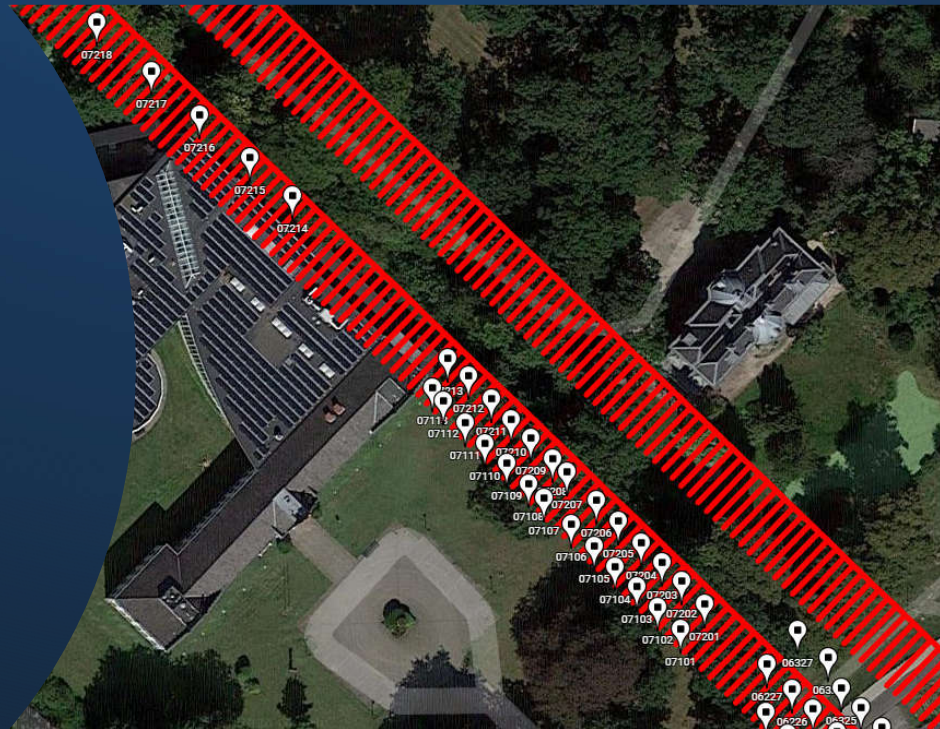
- Minimale gronddekking bovenop de TBM;
- In het monitoringsveld is deze situatie nagebootst;
- 4 dwarsrijen dwars op de boorrichting;
- Opgetreden zetting 5 mm;
- Eis was 19 mm.



4.

Uitvoeringsservaringen

- VOCL-verontreiniging in de bodem tussen de Zilverfabriek en het Rijn-schiekanaal
- Zettingen 5mm eis was 12mm
- Trillingshinder bij Berbice



4.

Uitvoeringservaringen

- Hoogspanningsmast van het 150 kV netwerk, stroomvoorziening tussen Leiden en Voorburg;
- Alignement gaat onder een fundatiepoer door van mast #30;
- Rotatie van de mast m.b.v. 'liquid leveling' gemonitoord;
- Zetting 4 mm, eis was 10 mm



4.

Uitvoeringsservaringen

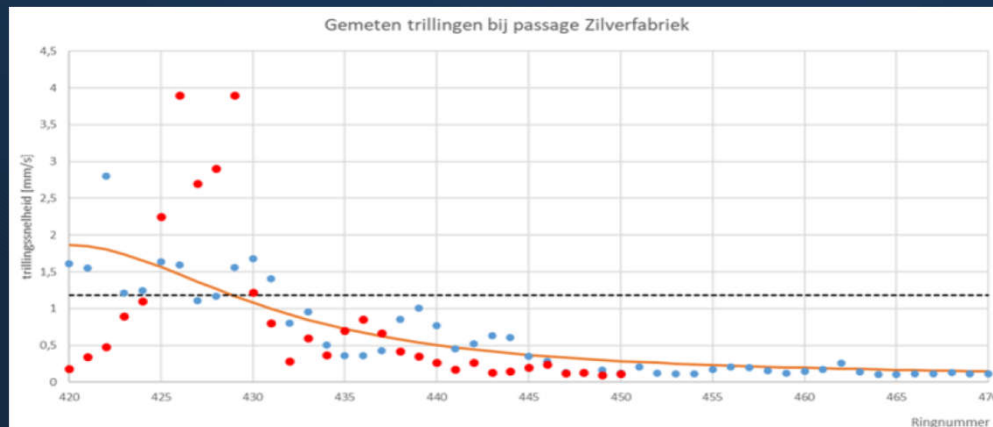
- Spoorlijn tussen Leiden en Den Haag Drukste spoortracé van Nederland
- Zetting 7 mm, eis was 10 mm



4.

Uitvoeringservaringen

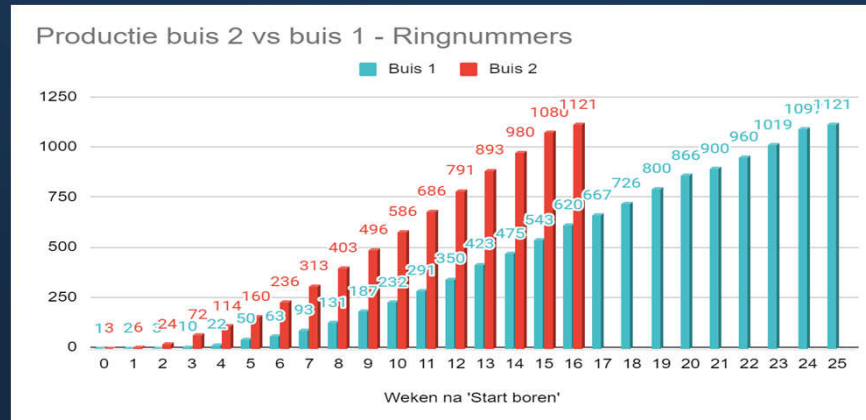
- Trillingen waren heftiger dan vooraf ingeschat en overschreden de max trilling van 1,2 mm/sec;
- In Berbice trillingen goed voelbaar;
- In de Zilverfabriek scheurtjes;
- Overige deel van het boortracé geen klachten of schades bekend.



4.

Uitvoeringservaringen

	Buis 1	Buis 2
Start boren	05-08-2019	11-05-2020
Breakout	26-01-2020	01-09-2020
Dagen onderweg	174	113
Gem. snelheid	6,4 r/dag (12,8m)	9,9r/dag (19,8m)



4.

Stavaza A44-zijde, Verdiepte Ligging



4.

Stavaza A4-zijde, Fly-overs



4.

Stavaza Corbulotunnel



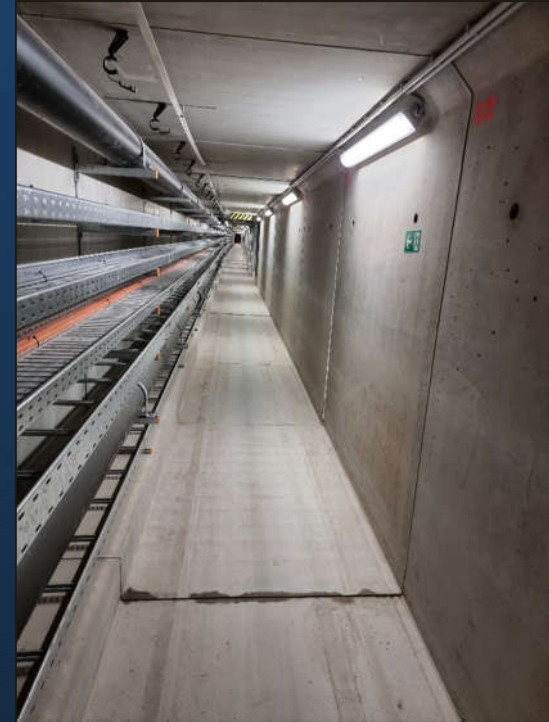
4.

Stavaza Dwarsverbandingen



4.

Stavaza TTI



5.



Vragen?

