



WESTERSCHELDE TUNNEL

MEER MOGELIJK MET DE SLUISKILTUNNEL






**WESTERSCHELDE
TUNNEL**

MEER MOGELIJK MET DE SLUISKILTUNNEL

Informatiesessie Provinciale Staten Betonschade Westerscheldetunnel

4 oktober 2024

Agenda

- **WST:** proces afgelopen maanden
 - **Arcadis:** probleem, oorzaak, monitoring en aanpak herstel
 - **WST:** hoe nu verder?
- 

Informatiesessies

- **Vier informatiesessies met de primaire stakeholders:**
 - Provincie Zeeland, Gemeente Borsele, Gemeente Terneuzen, Rijkswaterstaat, Veiligheidsregio Zeeland
- **Doel:** informatiegeelijkheid en afstemming om te komen tot herstelmaatregel

De gelopen tijdlijn

Tijdlijn fase 3



Informatiesessie

Presentatie herstelmaatregel

4 oktober 2024



Agenda

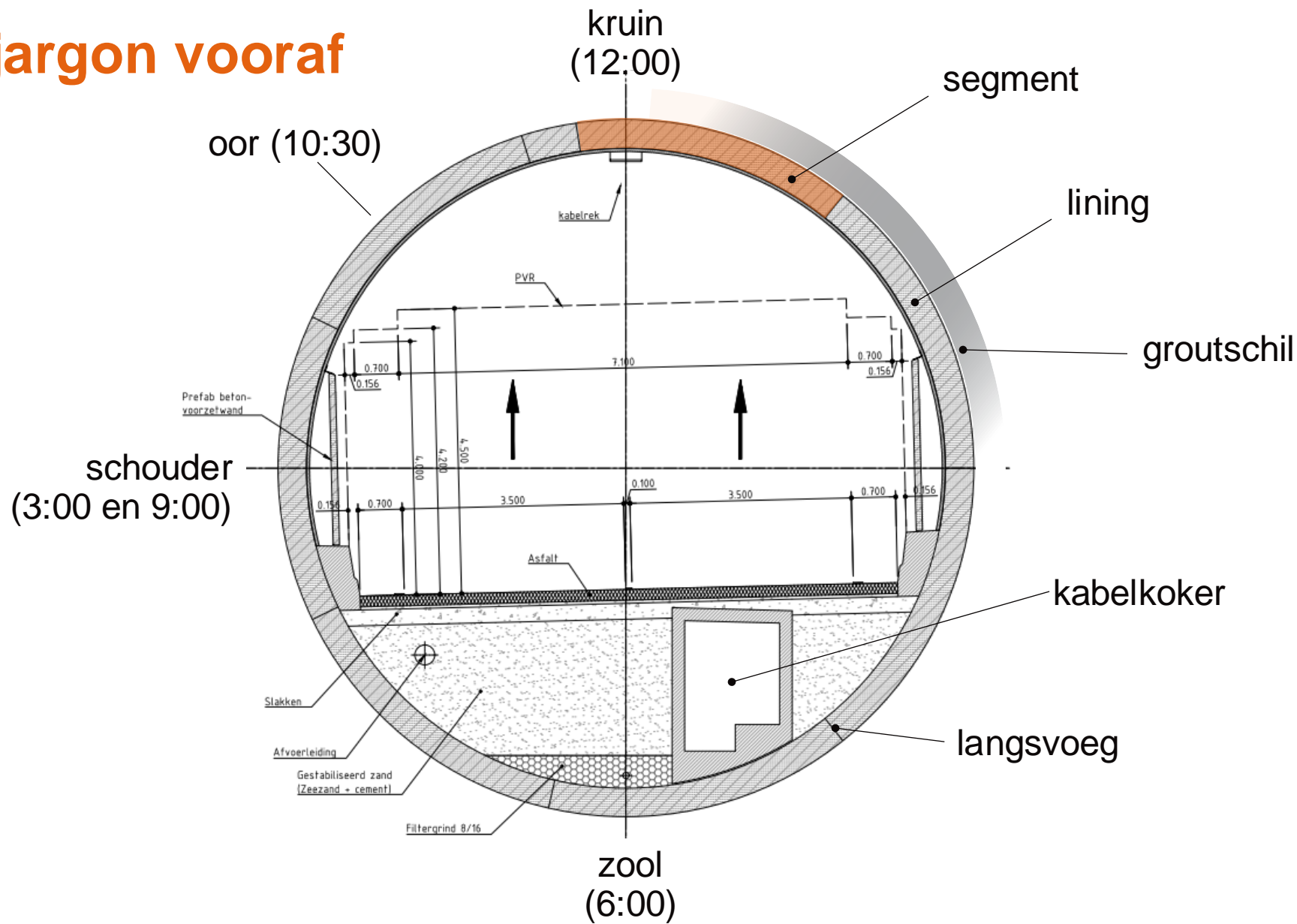
- **Oorzaak**
- **Monitoring en alarmering**
- **Proces tot herstelmaatregel**
- **Uitvoeringsplanning**

Huidige situatie

Oorzaken, monitoring en alarmeringssysteem



Even wat jargon vooraf



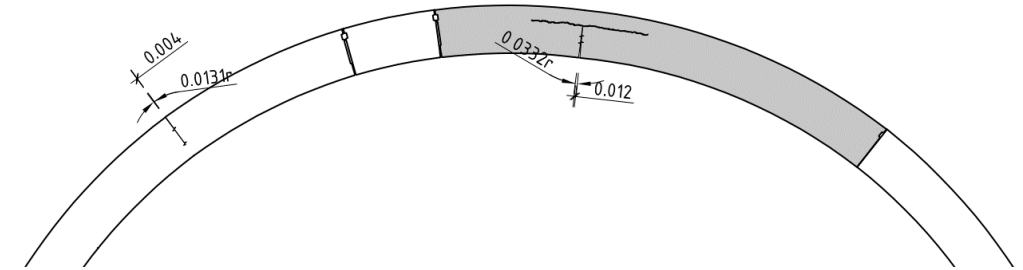
Beschrijving actuele schade rond de breuk

Lining gescheurd over 30 m

- in de kruin
- net vóór ontvangstcaisson Oostbuis

Breuk in ring 3297 (2m breed gezien in lengterichting)

- scheurwijdte 12 mm
- wapening gebroken
- vertakte scheur, daardoor meer vervormingsmogelijkheid en nog effectieve krachtsoverdracht



Ook scheurvorming aan buitenzijde aannemelijk gegeven waargenomen vervorming

- afwisselend op 10:00 en 14:00 uur
- kleinere scheurwijdte dan de breuk

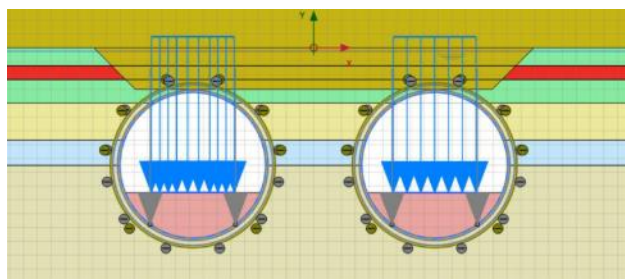
Scheurwijdte neemt toe

- snelheid gecorreleerd met temperatuur: scheurwijdte neemt toe met afnemende buitentemperatuur
- onomkeerbaar, niet-lineair cyclisch gedrag wat resulteert in ca 0,6 mm/jaar toename van de scheurwijdte

Monitoren van de scheurvorming is belangrijk om inzicht te hebben in actuele situatie.

Oorzaak schade: combinatie van factoren

Consolidatie slappe laag op schouderhoogte in combinatie met stijve grondverbetering boven de tunnel



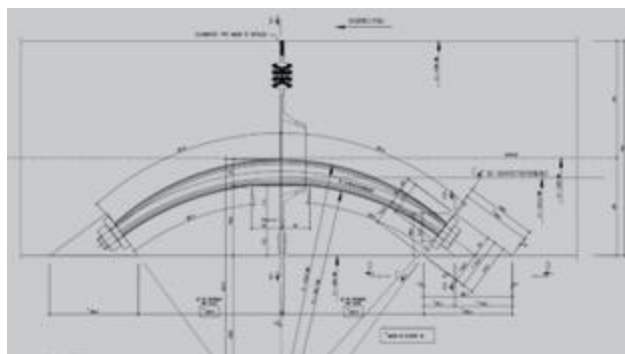
*lichtblauw: zandige klei
oker: grondverbetering*

Stijve ringinteractie via alternatief voegmateriaal ringvoeg



segment met triplex-plaatjes in de ringvoeg

Geconcentreerde krachtsoverdracht door permanente bouten



doorsnede ringvoeg met permanente bout

Weinig wapening in ringrichting



endoscoop-beeld met gebroken wapeningsstaaf

Hoe zit het met de Westbuis? En de rest van de tunnel?

Schade is opgetreden op meest kritische plek

Wel op schadelocatie, niet in de rest van de tunnel:

- Slappe laag op schouderhoogte
- Permanente koppeling met kromme bouten
- Ongunstige verhouding horizontale/verticale gronddruk
- 'Oude' segmenten: doorgehard, te sterk voor minimum wapening

Verschil Oost-West kan zitten in:

- Locatie en diepte slappe laag
- Locatie en diepte grondverbetering
- Diameter kromme bouten (West: kleinere diameter)

Bij onderzoek aan de Westbuis is geen schade gevonden

Analyse tunnelscan (geen verdachte locaties gevonden)

Visuele inspectie inrit de Westbuis:

- Inspectie onder handbereik inrit Westbuis (slechts kleine scheuren in de hittewerende bekleding gevonden, in ringrichting)
- Op potentieel verdachte locaties: hittewerende bekleding verwijderd (geen scheuren in constructief beton)

Bij evaluatie van reguliere inspecties: extra aandacht besteden aan inrit Westbuis

Monitoring en borging

Meten en indien nodig directe opvolging borgt veilige exploitatie



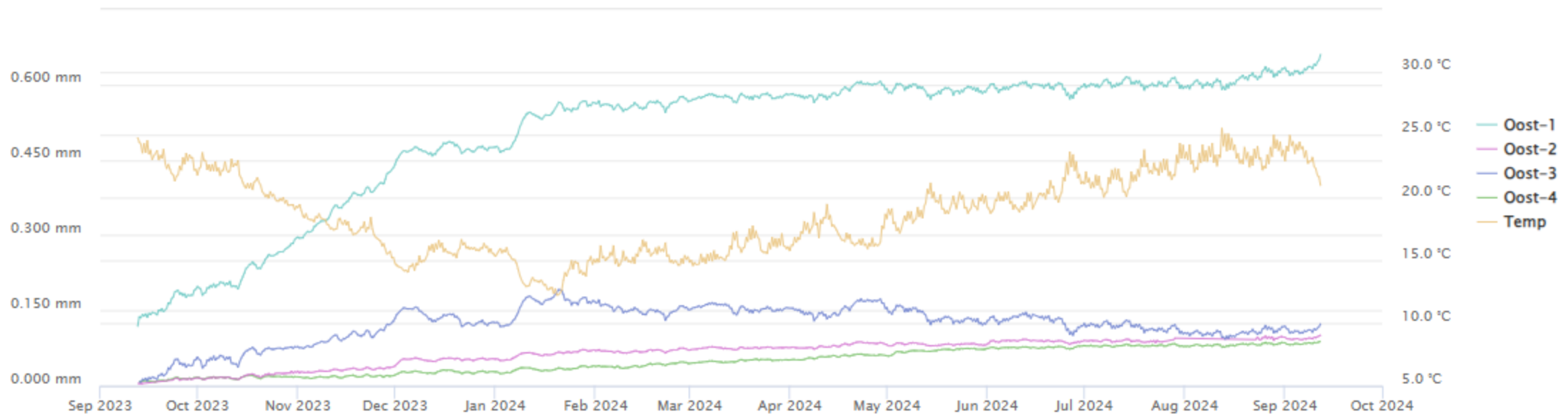
Langzaam voortschrijdend fenomeen

De scheurwijdte neemt langzaam maar gestaag toe

- invloed van getij en temperatuur
- onomkeerbaar

Crackmeter

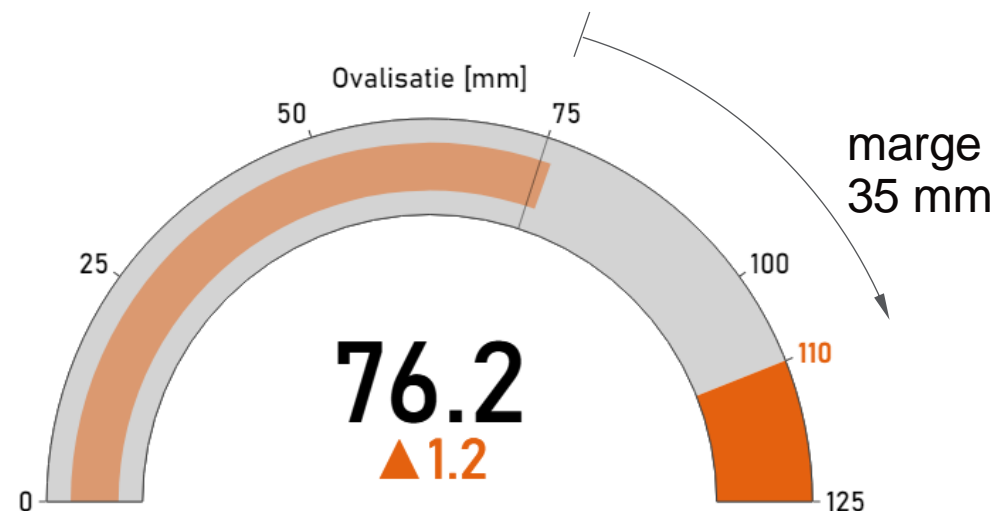
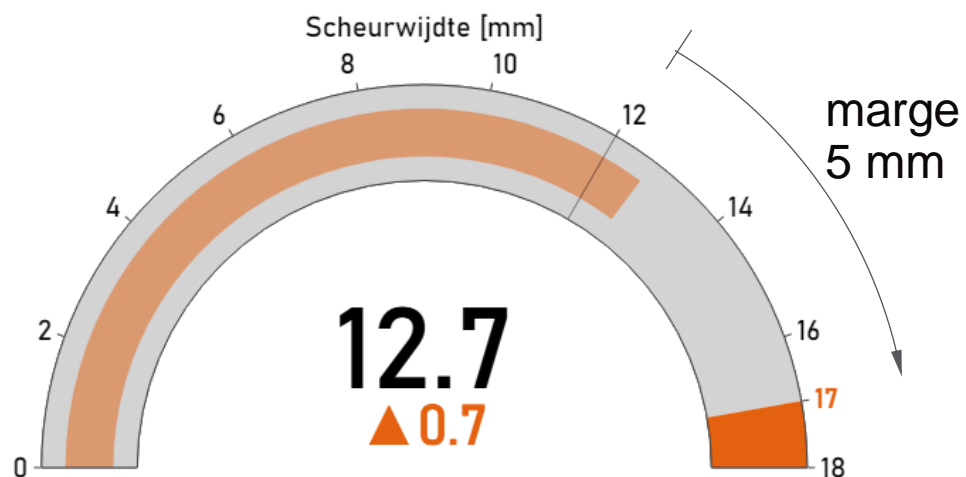
- crack smaller, + crack larger (sensor resolution 0,003 mm)



Grenswaarden monitoring t.b.v. borging veiligheid

Betekenisvolle grenswaarden, afgeleid op basis van realistisch gedrag:

- dagelijkse toename of sprong: verstoring status quo
- trend: noodzaak treffen maatregelen
- absolute waarde: naderend bezwijken



In de toekomst neemt de scheurwijdte toe, uit berekeningen volgt: **niet acuut, wel urgent.**
Maatregelen noodzakelijk voor duurzame veiligheid. Tot dan: monitoren om veiligheid te borgen.

Proces naar herstelmaatregel



Waarom maatregelen?

Goed huisvaderschap

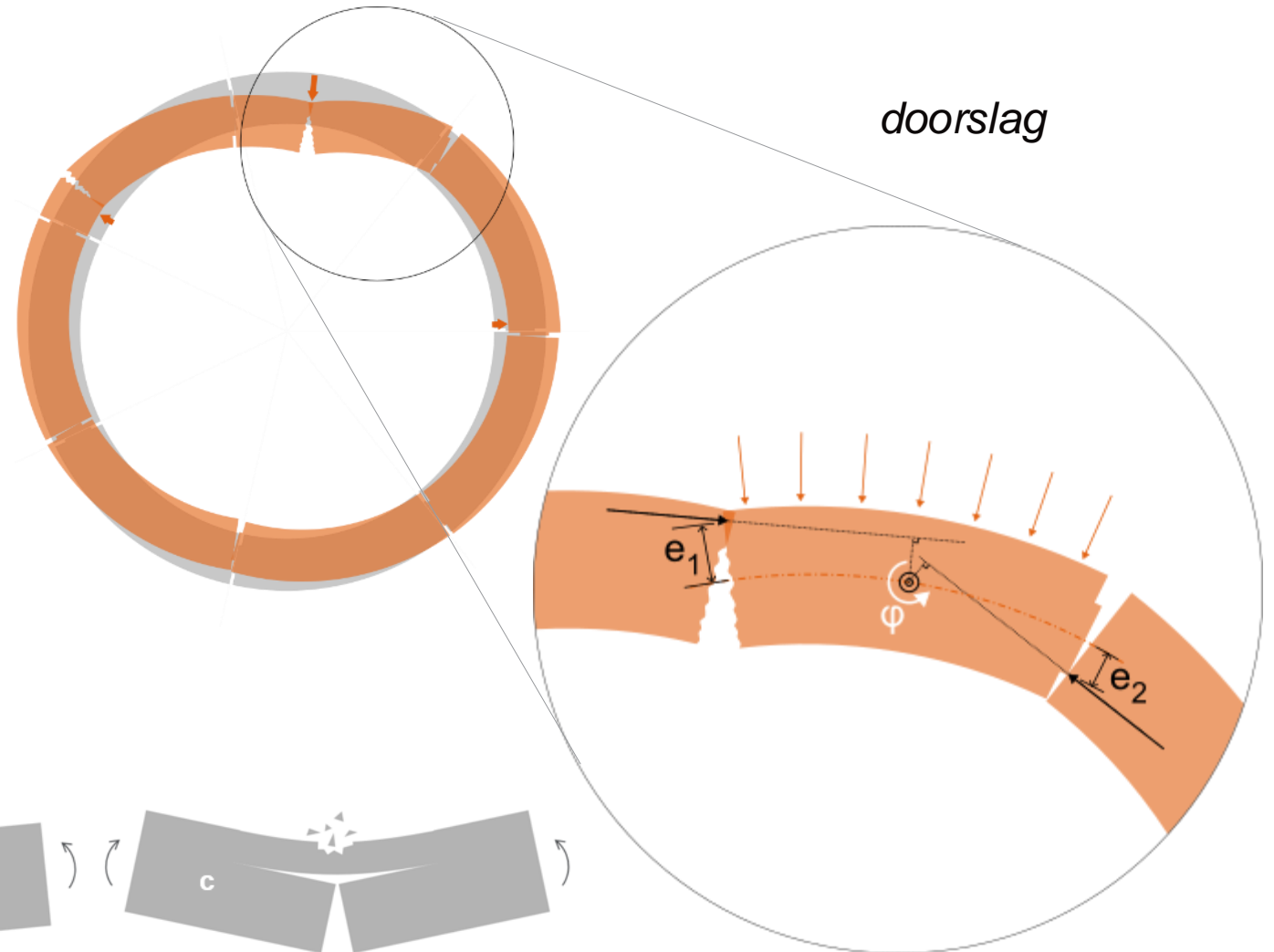
Van de beheerder mag verwacht worden dat hij redelijkerwijze doet wat nodig is om (voorzienbare) schade te voorkomen.

Dat betreft:

- Voorkomen **bezwijken** op termijn
- Verminderen **lekkage**
- Voorkomen **vallende brokstukken**

Welke problemen moeten worden opgelost?

- Bezwijken van de tunnel
 - Doorslag (onbegrensde deformatie)
 - Verbrijzeling in de breuk
 - Zandvoerende lekkage met als gevolg steunverlies omliggende grond
- Vallend gruis
- Lekkage



verbrijzeling in de breuk



Maatregel(en) moeten aan de volgende voorwaarden voldoen:

- Voldoen aan wetgeving
 - Wettelijke eisen uit bouwregelgeving
 - Tunnelwetgeving (Warvw/Rarvw)
- Ongevoelig voor effect cyclische belastingen temperatuur/getij
- Robuust (aanrijd- en brandbestendig)
- Waarschuwend voor naderend falen, onder andere door vervormingen (ductiliteit)
- Geen nadelige beïnvloeding krachtswerking tunnelling



Methodologie opstellen en afwegen maatregelen 1/2

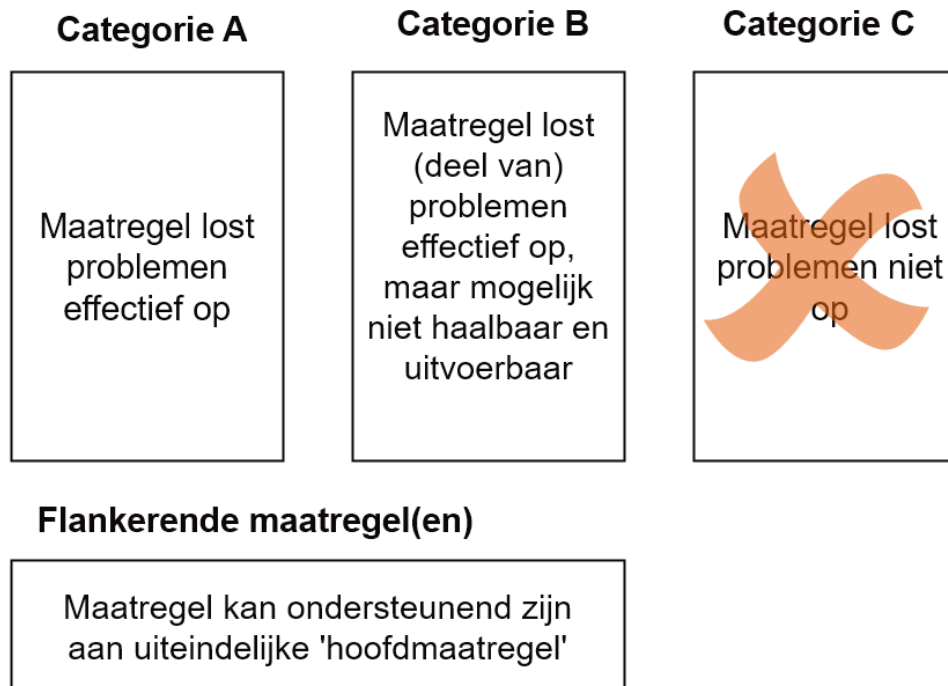
In deze situatie is **techniek** leidend

Werkt het?

- Lost het de problemen op?
- Helpt het om te stabiliseren?

En kan het?

- Is het maakbaar?
- Voldoet het aan wet- en regelgeving?



Longlist maatregelen

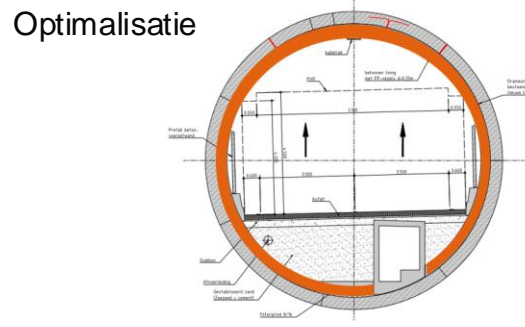
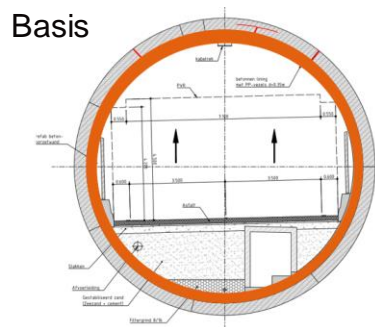
Effectieve maatregelen (A)

Aanbrengen nieuwe inliner:

- Volledig rondom (basis)
- Gestempeld tegen kabelkoker (optimalisatie)

Flankerende maatregelen (F)

Reduceren kruinbelasting d.m.v. maaiveldverlaging



Afgevalen maatregelen (C)

- Nieuwe inliner op olifantenvoeten of met vloer boven kabelkoker
- Gedeeltelijke inliner met verduveling aan bestaande constructie, hoefijzervariant
- Vervangen gebroken segmenten
- Reduceren kruinbelasting d.m.v. bentonietschermen
- Groutinjectie rond tunnel
- Injecteren scheur
- Lokale betonschil aanbrengen
- Lokale staalplaat aanbrengen
- Stabiliseren door alleen grondbelasting te verlagen

Basis herstelmaatregel: Volledige inliner

Technische haalbaarheid

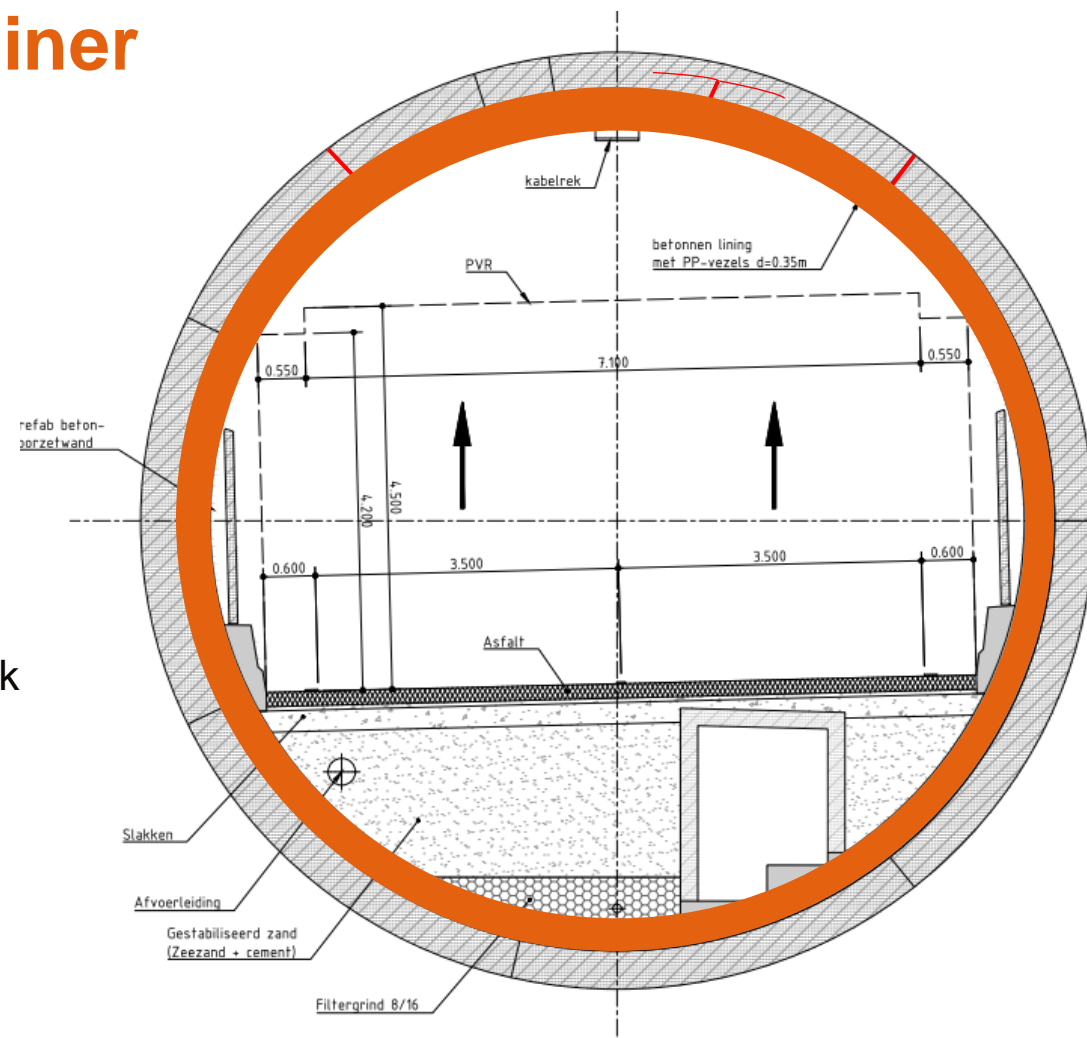
- Constructief mogelijk en effectief
- Bestaande lining moet volledig op nieuwe inliner kunnen rusten, ook bij niet-uniforme belastingoverdracht
- Aandachtspunt in uitvoering is verticaal evenwicht

Uitvoerbaarheid

- Hele tunnelbuis moet 'leeg' over lengte van de herstelmaatregel wat een langere afsluiting tot gevolg heeft
- Kabelkoker moet worden aangepast, extra tijdelijke fasering om continuïteit tunnel te borgen wat als gevolg heeft dat Westbuis ook enige tijd dicht moet

Duurzaamheid

- Eventueel opgebouwde waterdruk tussen nieuwe en bestaande lining kan volledig worden overgenomen door nieuwe inliner
- Aandachtspunt: Gecontroleerde waterafvoer aan begin/eind van de inliner



Gekozen voor de geoptimaliseerde variant: Inliner gestempeld tegen kabelkoker

Technische haalbaarheid

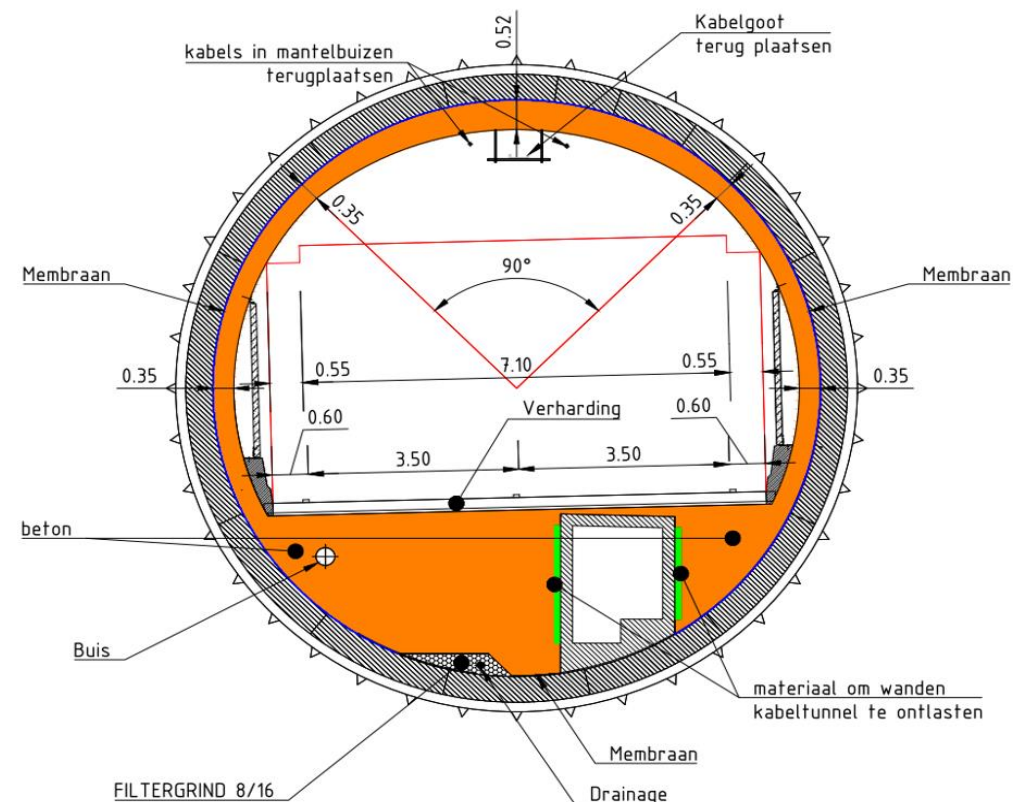
- Constructief mogelijk en effectief
- Oplossing uitgewerkt aansluiting nieuwe inliner op vloer kabelkanaal
- Bestaande lining behoudt waterkerende functie

Uitvoerbaarheid

- Hele tunnelbuis moet 'leeg' over lengte van de herstelmaatregel
- Kabelkoker wordt gehandhaafd waardoor functionaliteit geborgd is.

Duurzaamheid

- Gecontroleerde waterafvoer aan begin/eind van de inliner is uitgewerkt waardoor aandachtspunt is opgelost



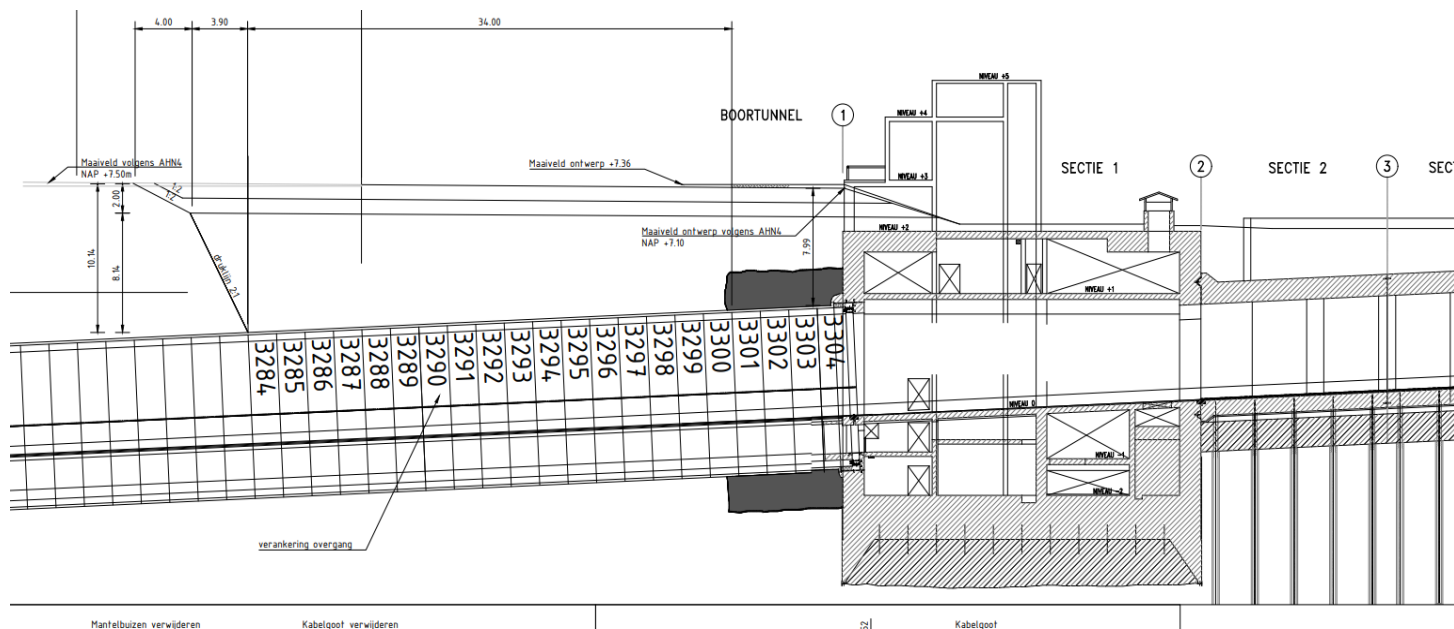
Combinatie met flankerende maatregelen

Herstelmaatregel rond gebroken ring:

- Volledig nieuwe inliner met behoud van kabelkoker

Flankerende maatregel over ten minste volledige gescheurde zone:

- Preventieve monitoring van de Westbuis
- Ontgraven boven beide tunnelbuizen om ook de druk op de westelijke tunnelbuis te verminderen en daarmee het veiligheidsniveau te verhogen en de aandrijvende kracht op de Oostbuis te verlagen.



Uitvoerings- planning



Uitgangspunten uitvoeringsplanning


- De kabelkoker blijft intact
- Lengte te versterken sectie: 30 m (= 5 moten van 6 m)
- Werkvolgorde: moot 1, 3, 5, 2, 4 (met moot 1 aan de zuidzijde)
- Nachtelijke afsluitingen in de voorbereidingen zijn onbeperkt mogelijk
- Werkzaamheden die vooruitlopend op tunnelsluiting (tijdens nachtelijke afsluitingen) worden uitgevoerd (exploitatie overdag blijft mogelijk):
 - Verwijderen hittewerende bekleding (nadere afstemming/besluitvorming)
 - Gedetailleerde opname schadebeeld na verwijderen hittewerende bekleding
 - VTTI-omhangen en/of voorbereiden om dit op te kunnen hangen
- Monitoring aanpassen (tijdens uitvoering) zodat blijvend gemeten kan worden tijdens de uitvoering herstelwerkzaamheden
- De bovenbelasting is ruim voor aanvang van de werkzaamheden al verminderd

Uitgangspunten uitvoeringsplanning

ID	Task Name	Duration	Maand 1 Maand 2 Maand 3 Maand 4 Maand 5 Maand 6																											
			16	23	30	07	14	21	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06	13	20	27	03	10	17	24	03	10	17	24
1	Vorbereiding uitvoering inliner	3 mons	[Gantt bar for Task 1: 16 to 09]																											
2	Uitvoeringsperiode (afsluiting)	80 days	[Gantt bar for Task 2: 09 to 07]																											
3	Bouwrijpmaken asfaltwerk en verwijderen zandcement	2 wks	[Gantt bar for Task 3: 09 to 16]																											
4	Aanbrengen membraan	2 wks	[Gantt bar for Task 4: 16 to 23]																											
5	Realiseren 5 vloermoten naast kabelkoker	4 wks	[Gantt bar for Task 5: 23 to 30]																											
6	Realiseren 5 moten met tunnelkist	6 wks	[Gantt bar for Task 6: 30 to 06]																											
7	Afwerking asfalt en VTTI	1 wk	[Gantt bar for Task 7: 06 to 13]																											
8	Buffer	1 wk	[Gantt bar for Task 8: 13 to 20]																											



Waar staan we nu?

- Bekend maken probleem (augustus 2023)
 - Bekend maken onderzoek oorzaak (november 2023)
 - Bekend maken herstelaanpak, planning en kostenraming (oktober 2024)
- 

Hoe nu verder?

- Overeenkomst met de aannemer
- Vergunningstraject met gemeente Borsele als bevoegd gezag
- Verkeers- en omgevingsplan
- Flankerende maatregelen afstemmen met gemeente Borsele en het Waterschap

Er is ca.1,5 jaar nodig. Ieder kwartaal is er een voortgangsoverleg met de primaire stakeholders.



Indicatieve kostenraming

Wat zijn de kostencomponenten?

- Voorbereidingskosten WST
- Reparatiekosten
- Gederfde tolopbrengsten
- Verkeersmaatregelen en communicatiekosten

De inschatting komt nu uit op ca. € 15 miljoen met een range van - 10% <> +30%.

De kosten worden betaald door de N.V. Westerscheldetunnel.



