

BIM4infra

info- en netwerkmoment

08/10/2026

‘Verborgen’ eisen aan tunnels

B&O, rekening houden met alle eisen aan de asset



Bart Duijvestijn
Hoofd afdeling Tunnels, Arcadis Nederland

Inhoud

1. **'Verborgen' Eisen**
2. **Hoe onthouden we de Eisen, hoe sporen we Eisen op van bestaande infrastructuur**
3. **Van Ontwerp naar Beheer en onderhoud**
4. **Stand van zaken en uitdagingen voor de toekomst**

Wat doet Arcadis



Arcadis in één oogopslag



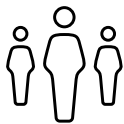
Opgericht in 1888
in Nederland



>80% van onze inkomsten
houden verband met relevante
Sustainable Development Goals (SDG's)



36.000 mensen
actief in 30+ landen



We werken aan meer dan
40.000 klantprojecten
per jaar



5 miljard euro
5 miljard euro aan bruto-
inkomsten in 2023

**Duurzame ontwerp-,
engineering- en
adviesdiensten**

Betere doorstroming in Noord-Holland

Arcadis als *"Managing Agent"* voor operationeel beheer van drie tunnels (sinds 2012):

= besturing
= bediening
= bewaking
= onderhoud



- Complexe opdracht voor kritieke infrastructuur
- Specifieke kennis van tunnels vereist
- Kosteffectiviteit
- Focus op data

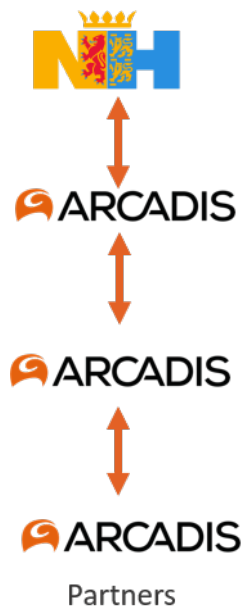
Facts & figures

Tunnel	Lengte [m]	Type verkeer	Verkeer / jaar
Abdijtunnel (1996)	1800/1360 m		182.500
Waterwolftunnel (2012)	1270/670 m	  	13.140.000
Amstel aquaduct (2014)	350/135 m	  	8.322.000

Eigenaar:



Verantwoordelijkheden van “Managing Agent”





‘Verborgen’ eisen

Onthouden we alle eisen van de assets?

‘Verborgen’ eisen: een voorbeeld

Een tijdscapsule ingebouwd

- ▶ Tijdens de bouw van een Nederlands warenhuis in 1964
 - ▶ Heden, 21 september 1964, heeft de burgemeester van Den Haag deze metalen koker gevuld met gebruiksvoorwerpen van onze tijd.
- Zij wordt pas op 21 september 2064 heropend, zodat komende generaties weten wat ons dagelijks leven omringde.



Tijdens een recente verbouwing



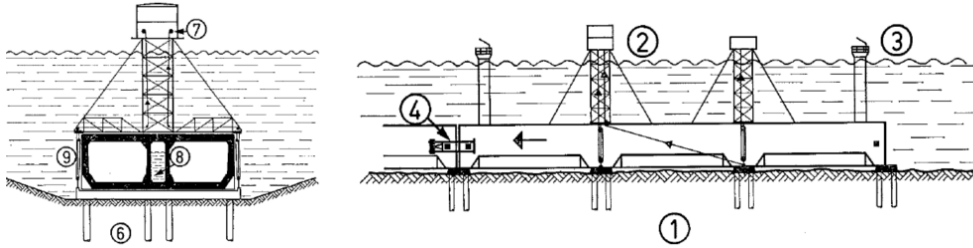
- ▶ De tijdscapsule in de muur werd tientallen jaren te vroeg ontdekt.

Hoe goed is onze historische kennis van de assets?

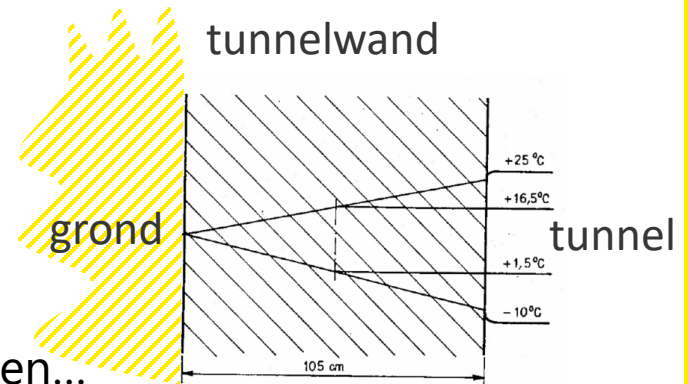
'Verborgen' eisen: een wegtunnel voorbeeld



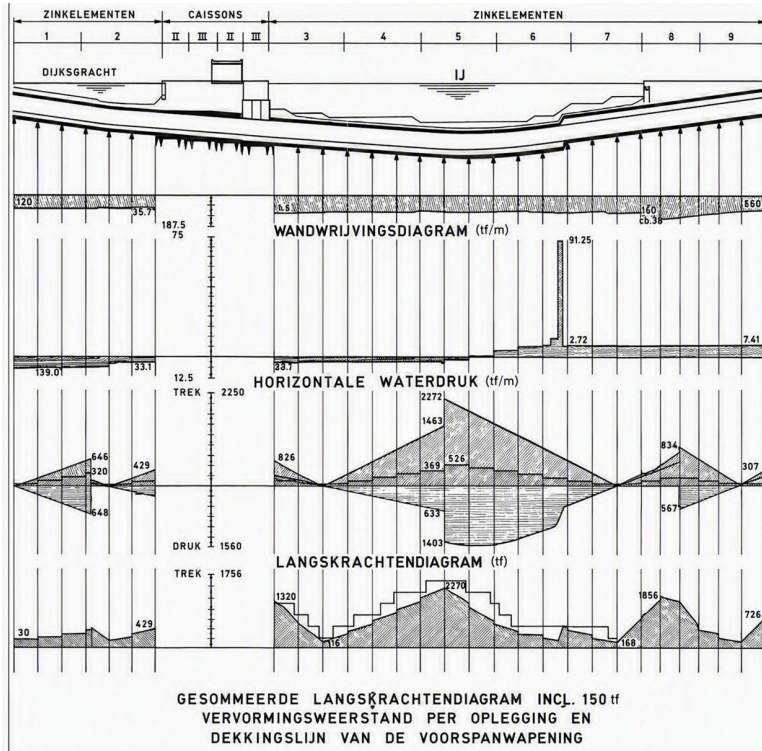
In de eerste ontwerpstudies werd er steeds van uitgegaan dat de krachten door temperatuurwisselingen in de betonconstructie door de grond zouden worden opgenomen. Toen op basis van nadere studies bleek dat de tunnel op lange boorpalen in een diepe zandlaag gefundeerd moest worden, waardoor onderspoelen met zand niet meer mogelijk is, moest dit uitgangspunt worden herzien.



Isolatie was nodig om te veel vervorming te voorkomen...



‘Verborgen’ eisen: wat is de sleutel om onbedoeld vergeten, ‘verborgen’ eisen te voorkomen?



Jaar van openstelling
IJtunnel 1967



Renovatie
IJtunnel 2012

Isolatie van wanden
en dak is ‘onwetend’
verwijderd

Schipholtunnel onder luchthaven bij Amsterdam



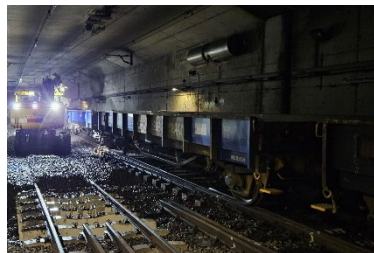
Bouwjaar
Schipholspoor-tunnel
1980

In 2020 wisten we niet goed waarvoor de platen in de Schipholspoortunnel dienden... men dacht aan hittebestendige bekleding.



Eerste renovatie
Isolatie van wanden
en dak verwijderd

De platen waren asbest houdend. Er is gesaneerd en het asbest is verwijderd.



Wijziging
veiligheidsconcept

Met een gewijzigd vluchtconcept
(kortere vluchtweg en ventilatie)
is de isolatie niet meer nodig.



a tunnel's lifecycle

Hoe onthouden we de Eisen?

Opsporen Eisen van bestaande infrastructuur

Doorgroeien van data vanaf de eerste fase...



Tijdens planning en ontwikkeling worden de eerste eisen geformuleerd waaraan de asset moet voldoen.

In de ontwerpfase worden veel prestatie-eisen geformuleerd op basis waarvan ontwerp keuzes worden gemaakt.

Tijdens de volgende levensfasen moeten alle eisen uit voorgaande fasen in beschouwing worden genomen: blijvend voldoen, heroverwegen, wijzigen of laten vervallen.

Hoe vinden we de data terug...

Data van veel assets is versnipperd:

- Niet gestructureerd opgeslagen.
- Verschillende formats.
- Over verschillende plaatsen verspreid.
- Soms niet meer te vinden..

Reverse engineering

Een basis vanuit het ontwerp:

- Op basis van alle oorspronkelijke ontwerpgegevens eisen vastleggen.
- Ontwerprichtlijnen en wettelijke voorschriften toetsen.
- Meenemen nieuwe inzichten op faalmechanismen.

Van functie naar prestatie naar ontwerp

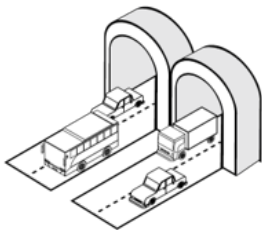
toeisen → systeemeisen → subsystemeisen → **verificatie-eisen**

- Toeisen:
 - Veiligheid van gebruikers, beschikbaarheid van de tunnel
 - Kosten over de levenscyclus
- Systeemeisen:
 - * De tunnel moet voldoen aan de vereiste betrouwbaarheidklasse.
 - * De constructie moet voldoen aan de vereiste restlevensduur.
- Substysysteemeisen:
 - * Wegdek: de stroefheid van het wegdek is ten minste...
 - * Tunnelwanden: de constructieve integriteit is bestand tegen een 100MW brand.

Hoe controleren we of in de onderhoudsfase blijvend wordt voldaan aan de eisen.

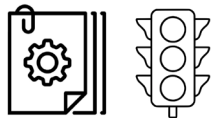
Reverse engineering

Koppelen van Eisen aan de tunnel onderdelen én de voorwaarden voor veilige exploitatie



Tunnel decompositie

Analyse van het ontwerp



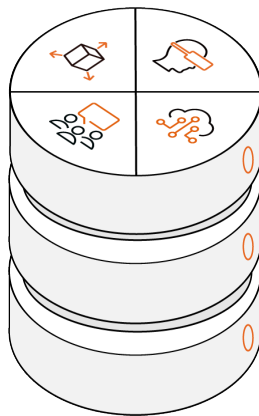
StoringUrgentieMatrix

Wat te doen bij niet voldoen



Instandhouding kosten

Wat zijn key cost drivers



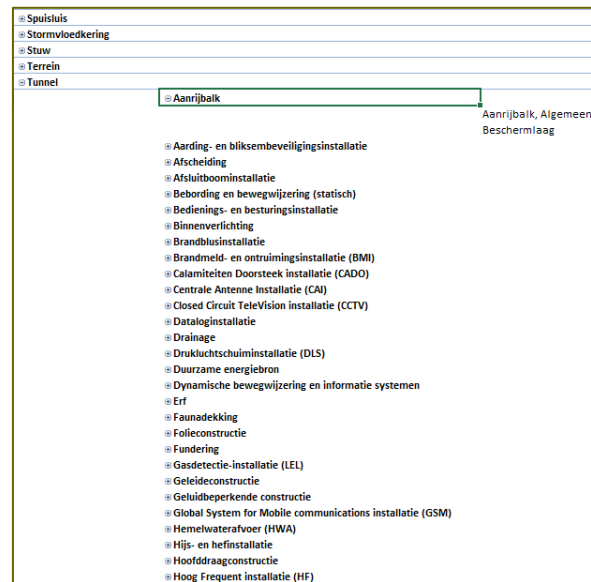
Reverse engineering

Eisen uit het ontwerp

- Analyse van historische ontwerp documenten.
- Toets aan vigerende wet en regelgeving op basis van huidig gebruik.

- Doorzoeken, reviewen en onderbouwen.
- Tekeningen, specificaties, contracten.
- Op bron gebaseerde antwoorden en technische documentreview

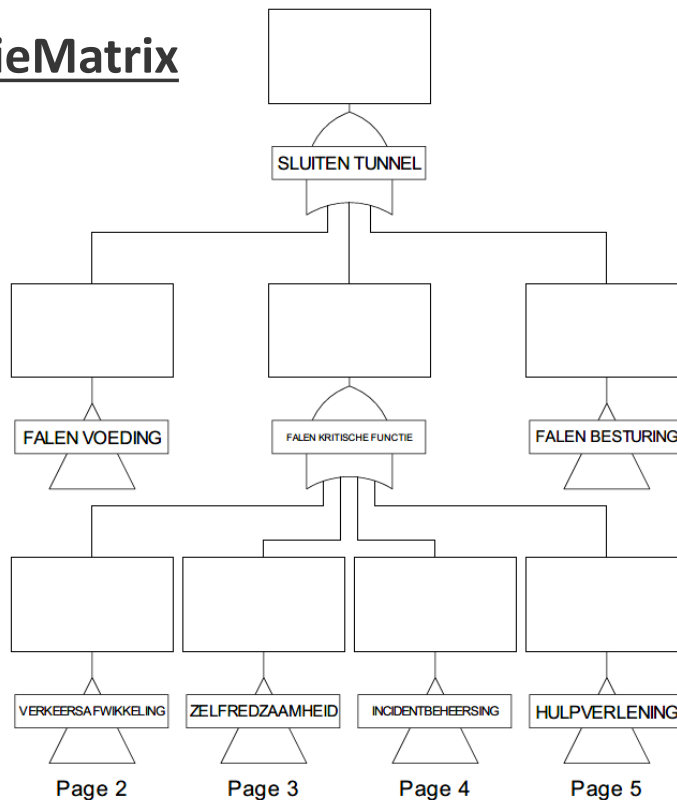




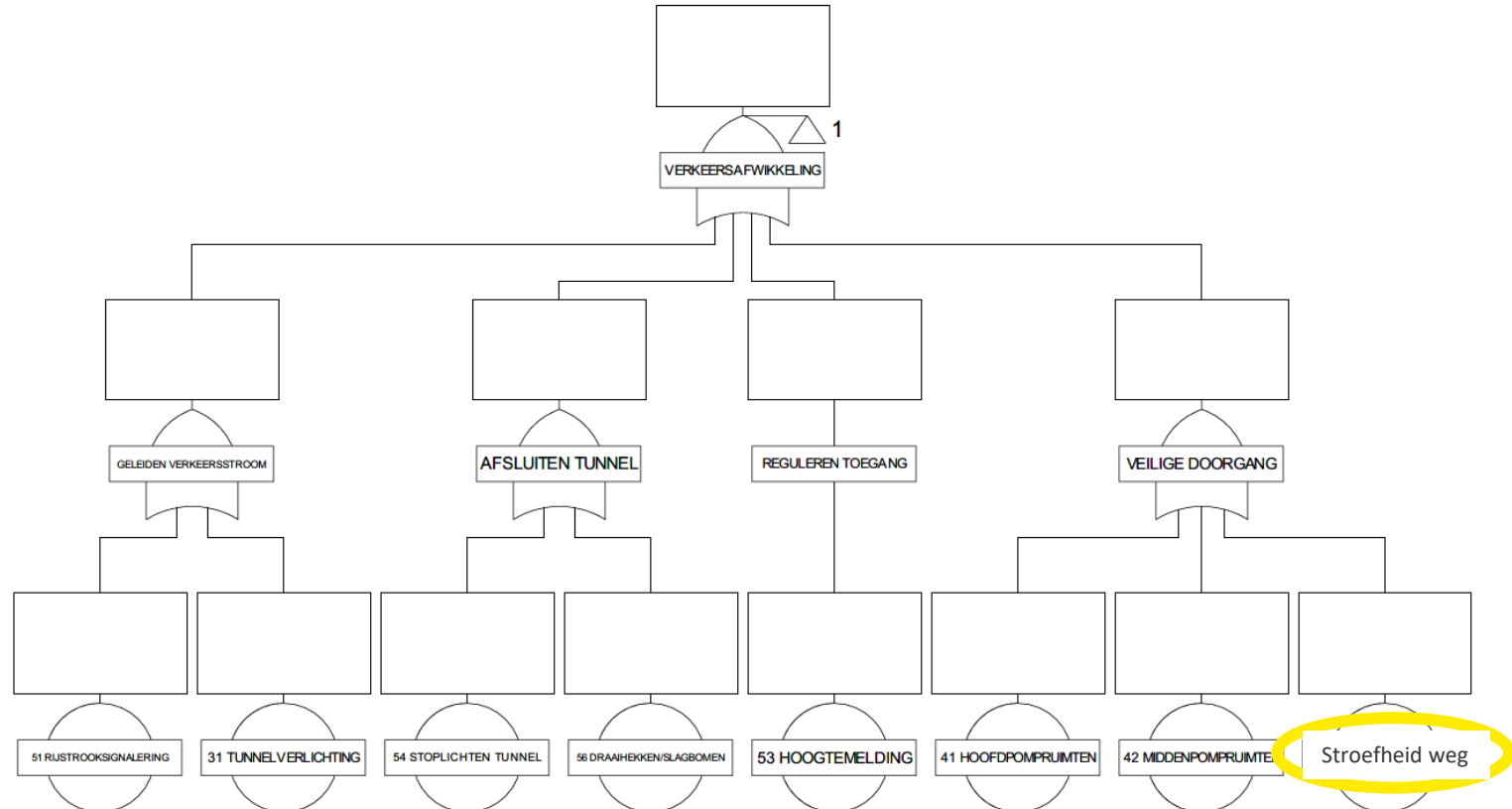
Veiligheid en beschikbaarheid (1/2)

Toetsen op basis van de StoringsUrgentieMatrix

- Vastgesteld wordt wanneer de vier veiligheidsprocessen niet meer afgehandeld kunnen worden.
- Daaruit volgt urgentie als een onderdeel faalt.



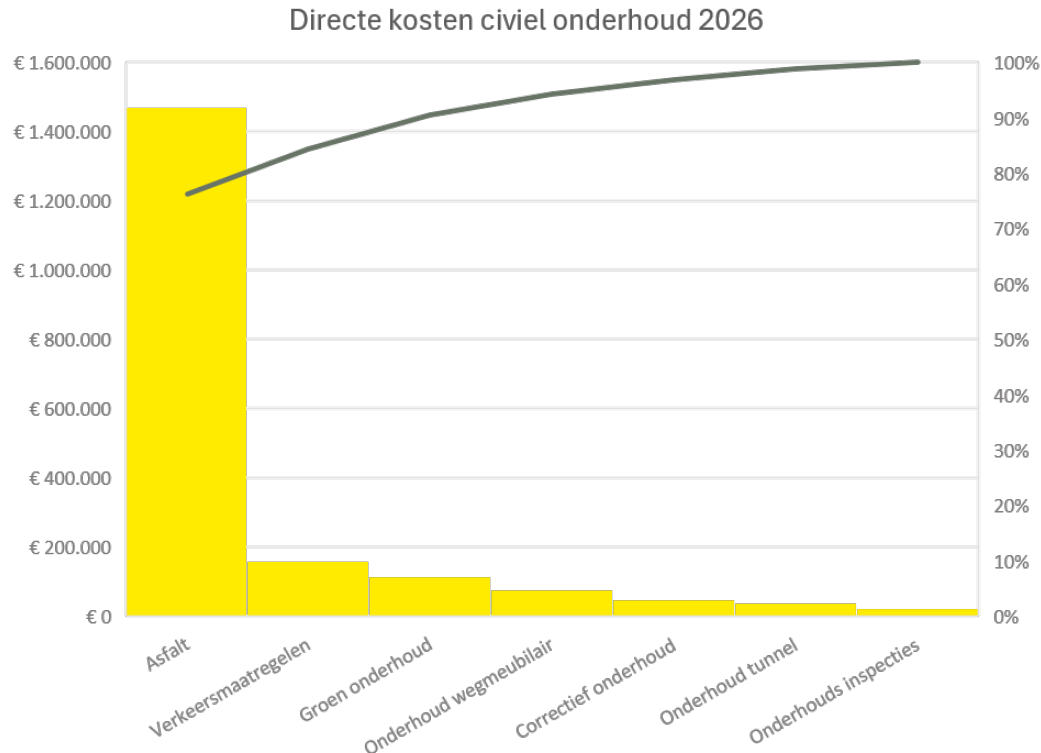
Veiligheid en beschikbaarheid (2/2)



Instandhoudingskosten

Jaarlijks onderhoudciviel

- Vaste kosten civiel zijn kleiner ongeveer de helft van de vast kosten voor technische installaties.
- Bij vervangingsonderhoud worden vaste kosten ruim overschreden.

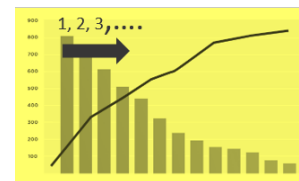
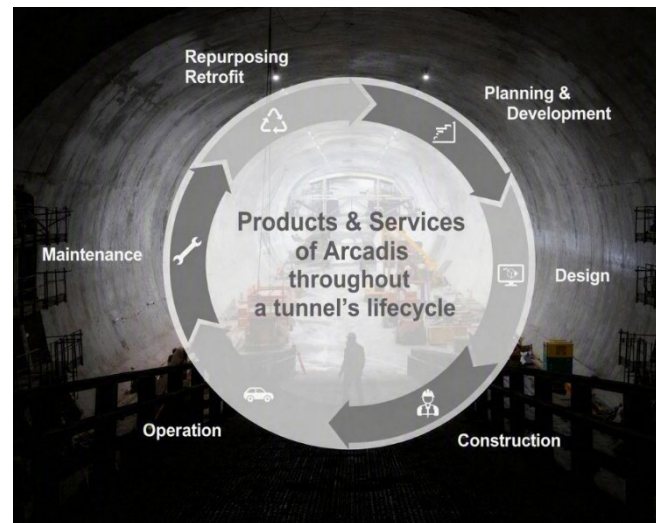


‘Lean’ beheer en onderhoud

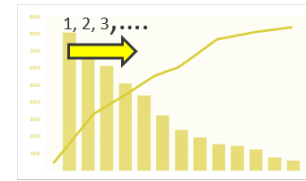
Bepalen van prioriteiten beheer en onderhoud

Bepaal:

- de grootste kostenposten.
- De risico's voor veilige exploitatie.



Key cost drivers



Kritisch voor exploitatie

Eisenanalyse volgens uit ontwerp

Hoe belangrijke eisen volgen

ID	Requirement Category	Object / Bouwdeel	Requirement Name	Description
EIS-CIV-0120	Constructie	Trekankers toeritten	Voorkomen opdrijven toeritten	Ontwerp moet kwetsbaarheid trekankers tegen corrosie/falen beperken om opdrijven van de toeritten te voorkomen.
EIS-CIV-0121	Constructie	Horizontale groutankers	Voorkomen verplaatsing toeritmoten	Ontwerp moet ongelijkmatige gronddruk/falen van horizontale groutankers verdisconteren om verplaatsing van toeritmoten te voorkomen.
EIS-CIV-0122	Constructie	Verankering beplating/hekwerken/geleiderail	Corrosie-bestendigheid verankering	Ontwerp dient loslaten van (brandwerende) beplating en andere gemonteerde onderdelen door corrosie/falen van verankering te voorkomen.
EIS-CIV-0123	Constructie	Tunnelmond	Afscherming aanrijding	Voldoende afscherming van kwetsbare delen zoals de tunnelmond tegen aanrijding ter voorkoming van betonschade/aantasting wapening.
EIS-CIV-0124	Constructie	Overgang gesloten tunneldeel <-> toerit	Voorkomen ongelijkmatige zetting	Ontwerpaandacht voor overgang in fundering tussen gesloten tunneldeel en toeritdelen om ongelijkmatige zetting te voorkomen.

Maak eisen smart en verifieerbaar



Onderdeel	Voorbeeld
Object	Tunnelwand
Prestatie	Waterdicht
Criterium	maximaal 0,1 l/min lekkage
Conditie	bij ontwerpgrondwaterstand
Verificatie	inspectie en test

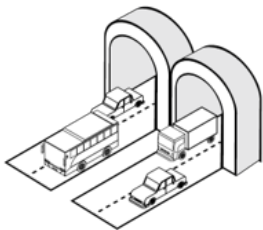


a tunnel's lifecycle

Van ontwerp naar B&O

Geef ontwerpeisen bij nieuwbouw mee voor exploitatie...

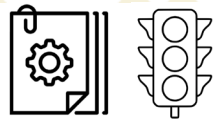
Vasthouden van kennis



Tunnel decompositie
Analyse van het ontwerp



Onderhoudsplan
en oplossingen



Storing UrgentieMatrix

Wat te doen bij niet voldoen



Ontwerp criteria
*Analyse van faalwijzen
en risico's*



Monitoring en onderzoeken



Instandhouding kosten

Wat zijn key cost drivers



Stand van zaken en uitdagingen

Onze gezamenlijke uitdaging...

Stand van zaken

- We stellen (soms te) laat de onderhoudstoestand vast.
- Onderhoudsbudgetten zijn ontoereikend.
- Besluiten over noodzaak voor versterking of nieuwbouw blijven uit.

Uitdagingen voor de toekomst

- Onderzoek alle eisen uit het ontwerp en neem ze mee in onderhoudsplannen.
- Zorg voor goede overdracht vanuit ontwerp (nieuwbouw) naar exploitatie.
- Stel voor bestaande assets op basis van reverse engineering de eisen vast!

Vragen?



Bedankt!

Connecteer met ons op [Linkedin](#) :



Bart Duijvestijn
Hoofd afdeling Tunnels,
Arcadis Nederland

BIM4infra

info- en netwerkmoment