

10 NOVEMBER 2021

Rob van Kouwenhoven (Provincie Overijssel)

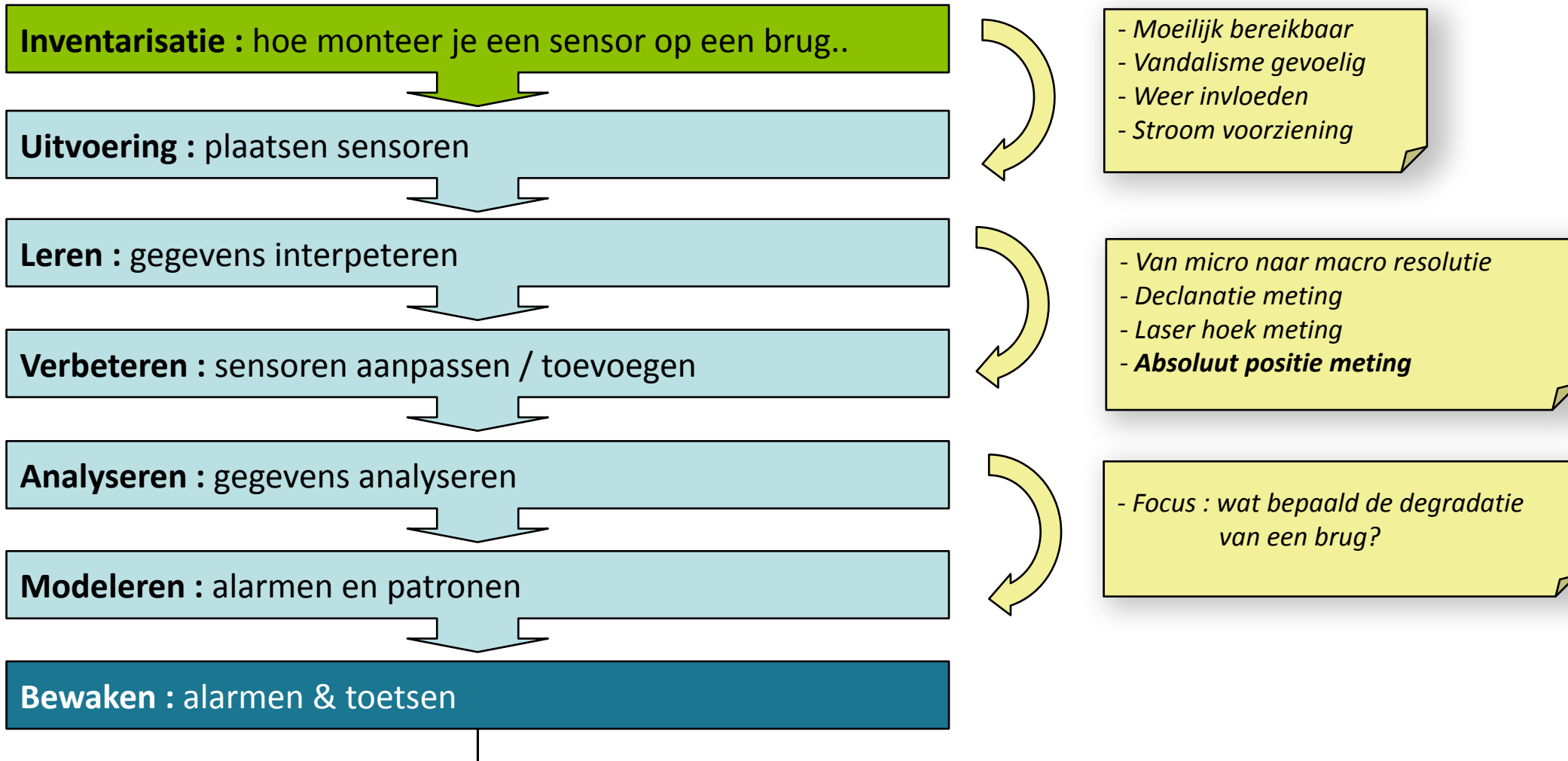
Ronald Kok (TAP-Group)



SMART Sensor Technology

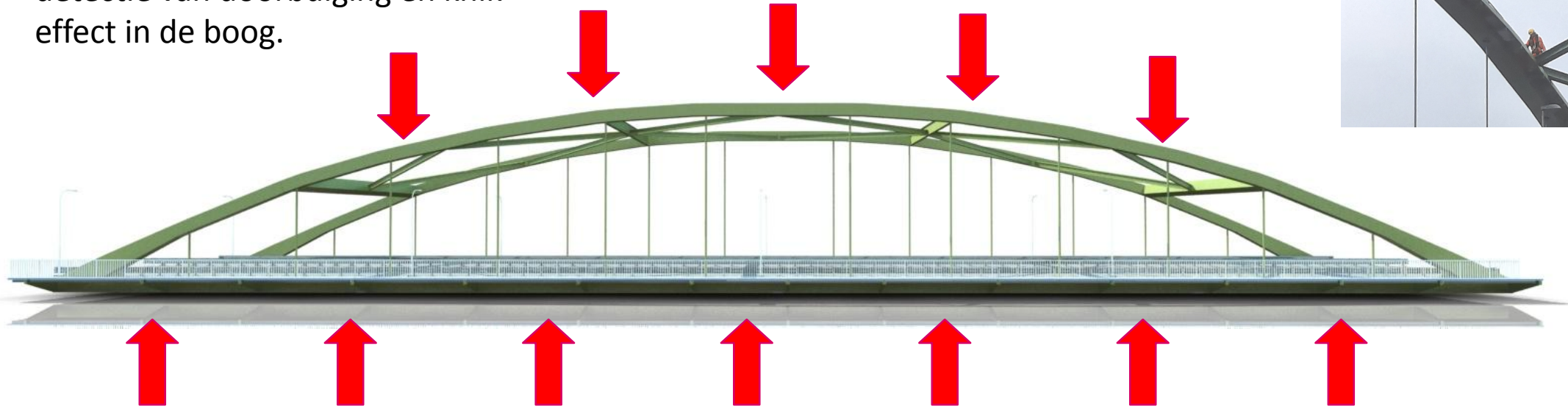
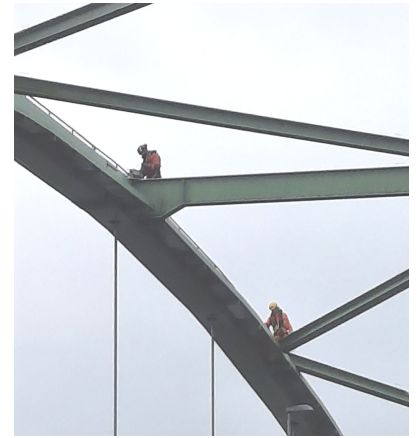
"a new breed of industrial devices enabling new possibilities"

Project aanpak



Plaatsing van trilling sensoren

Trilling & Orientatie metingen :
detectie van doorbuiging en knik
effect in de boog.



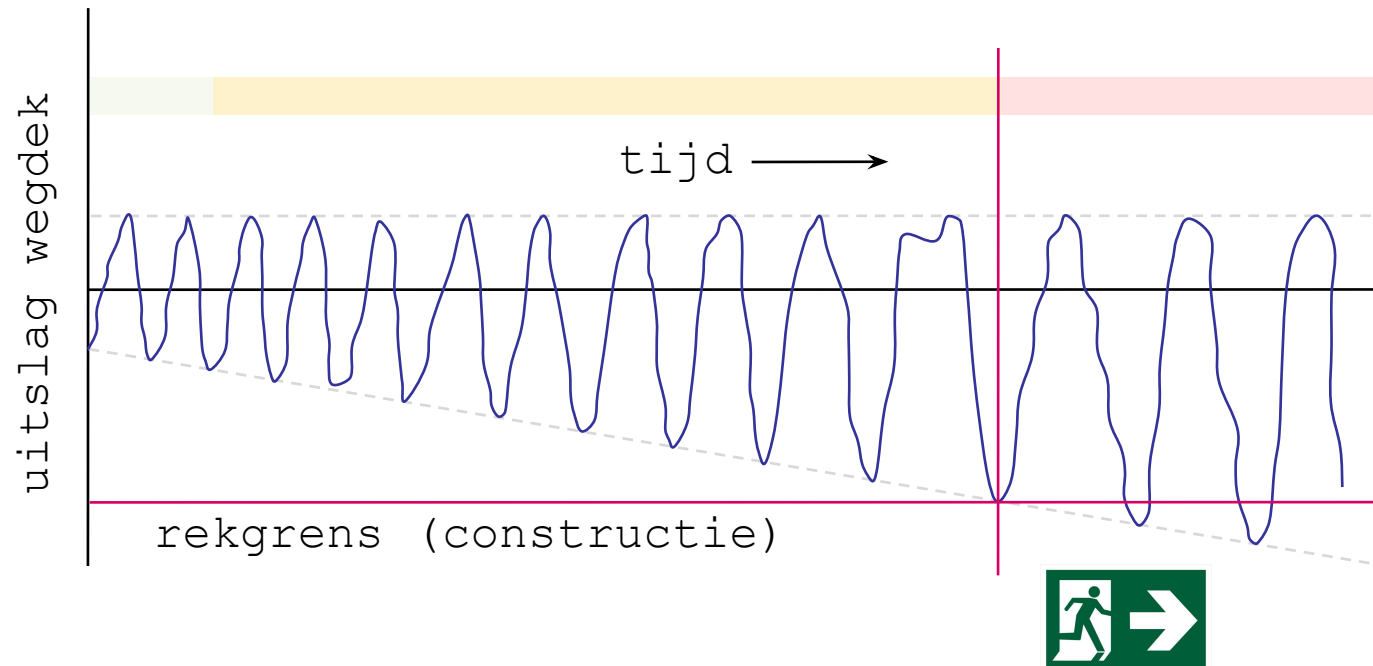
Trilling, Orientatie & Laser positie metingen :
detectie van doorbuiging in de wegdrager.

Voorspellen op basis van trilling meting

Frequentie analyse in de industrie is erop gericht detail afwijkingen te ontdekken.

Bij bruggen kijken we juist naar de langetermijn trend.

(met uitzondering van onze speurtoch naar de eigen frequentie van de brug.)



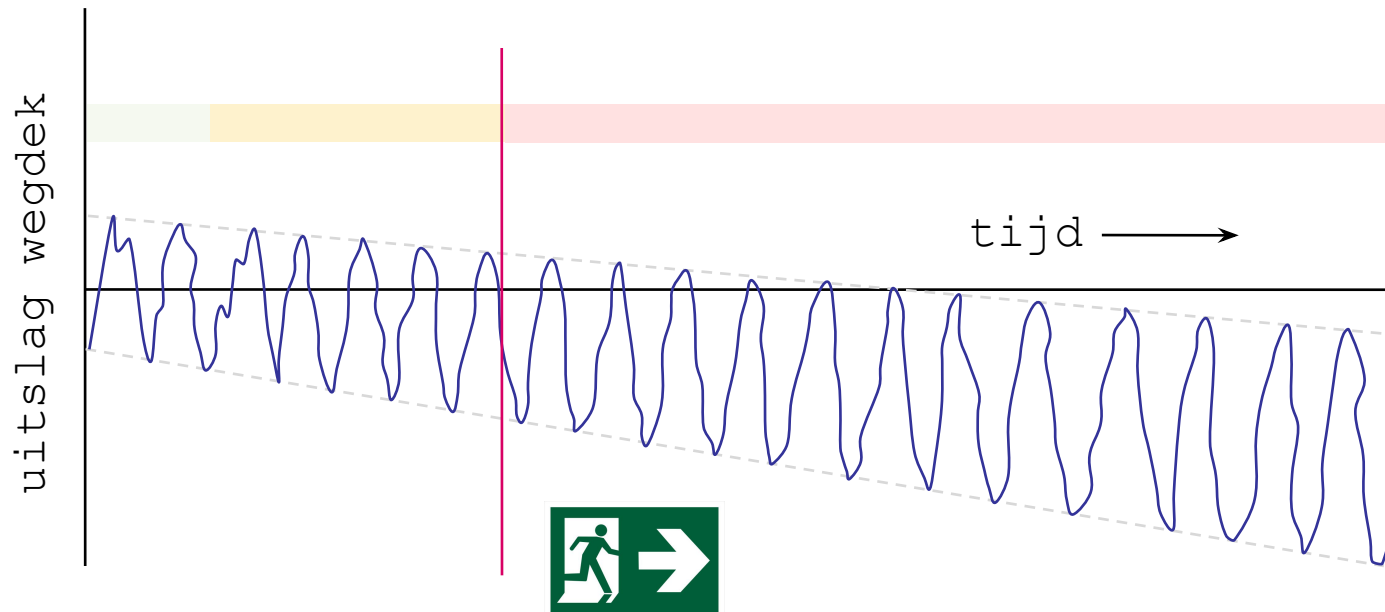
Voorspellen op basis van trilling meting

Frequentie analyse in de industrie is erop gericht detail afwijkingen te ontdekken.

Bij bruggen kijken we juist naar de langetermijn trend.

(met uitzondering van onze speurtoch naar de eigen frequentie van de brug.)

Wanneer een blijvende afwijking zichtbaar is, dan is het leed al geschied.



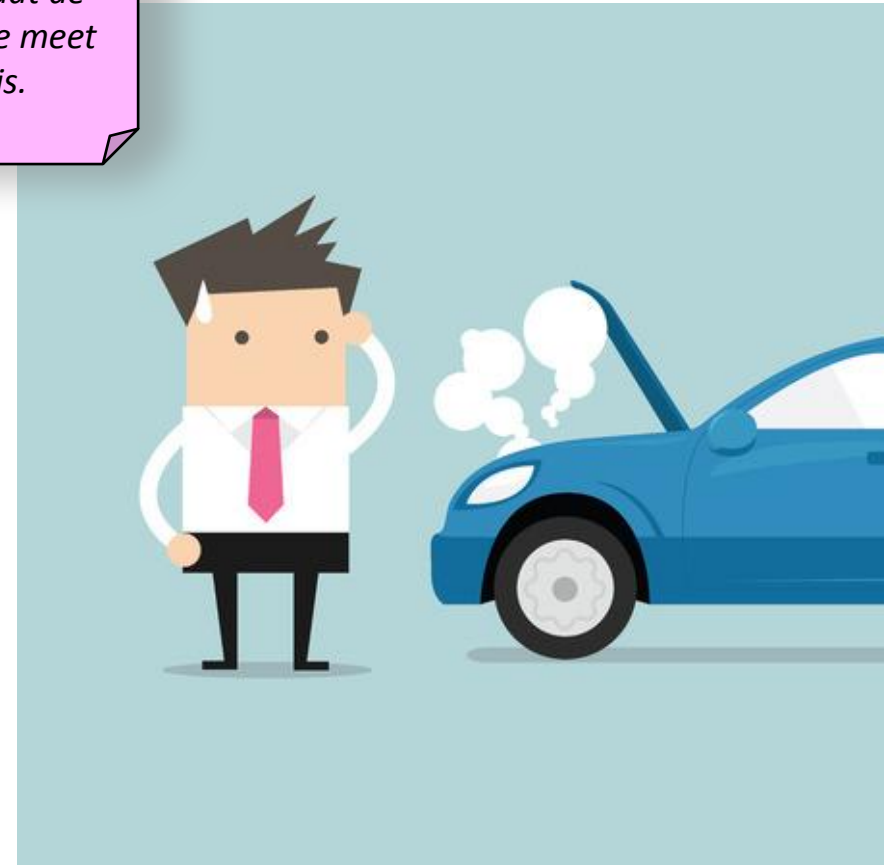
Voorspellen op basis van trilling meting

- hoog abstractie niveau analyse
- ~3 jaar voordat enige trend zichtbaar is
- Oorzaak blijft onbekend
- Waarschuwing alleen bij structurele deformatie
- Geen tijd om in te grijpen

Wel nuttig wanneer:

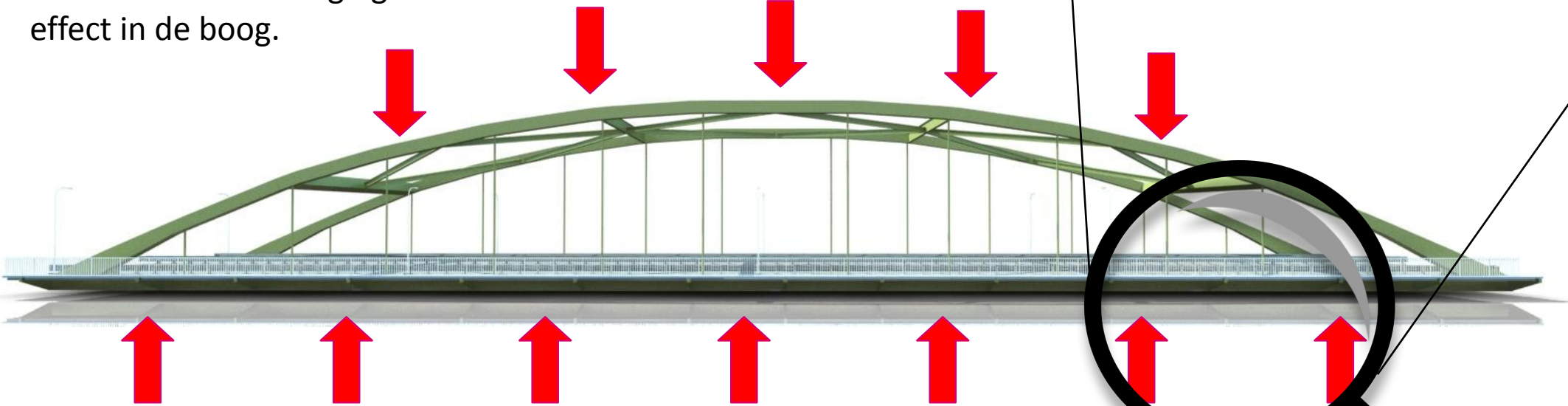
- Als verificatie nieuwe brug (tegen ontwerp model)
- Voor / Na reparatie

We gaan er dan wel vanuit dat de belasting van de brug over de meet period gemiddeld gelijk is.



Plaatsing van laser sensoren

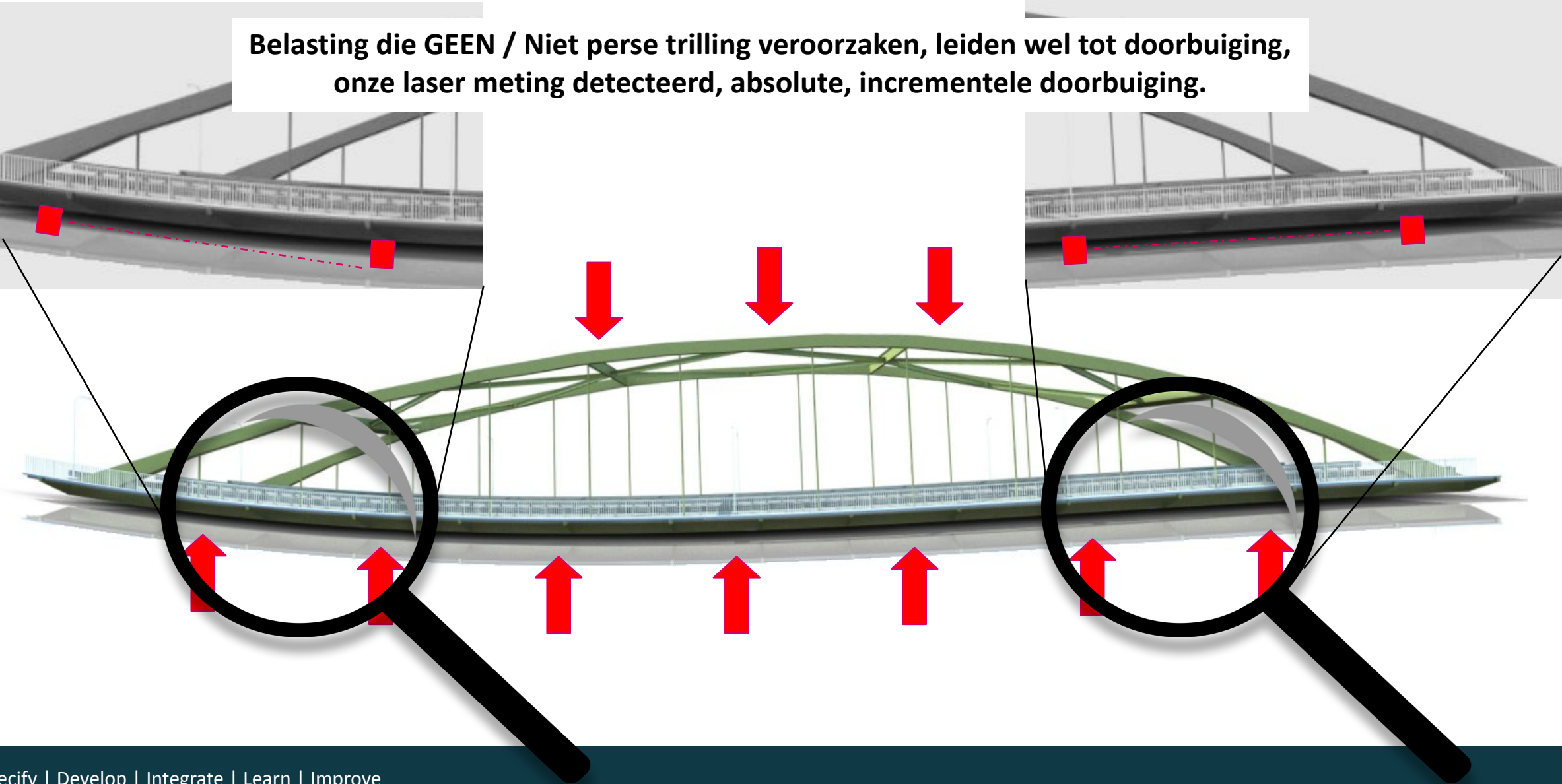
Trilling & Orientatie metingen :
detectie van doorbuiging en knik
effect in de boog.



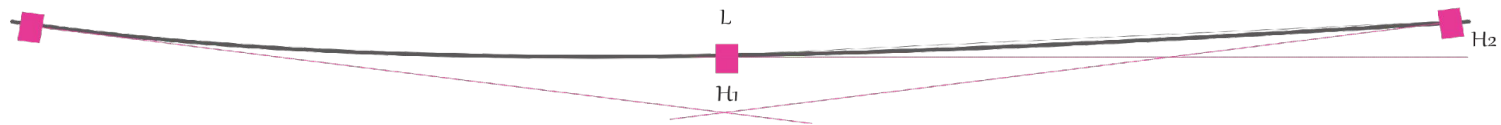
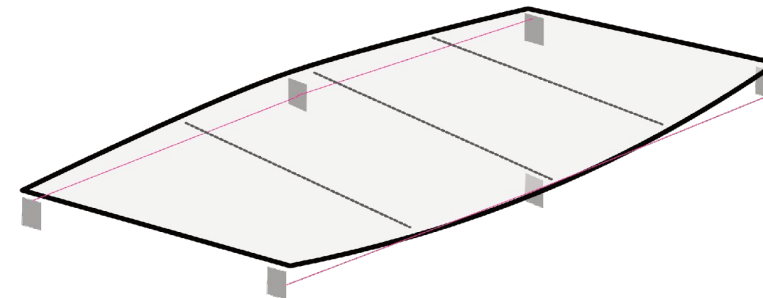
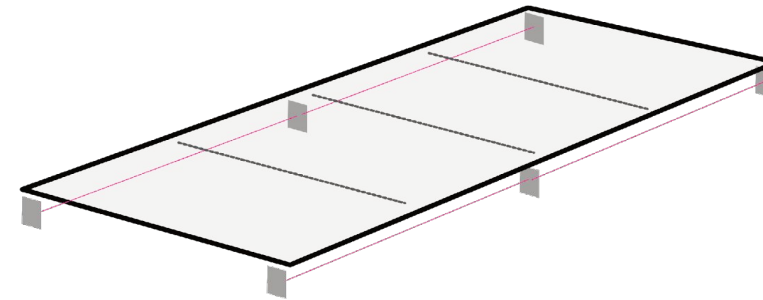
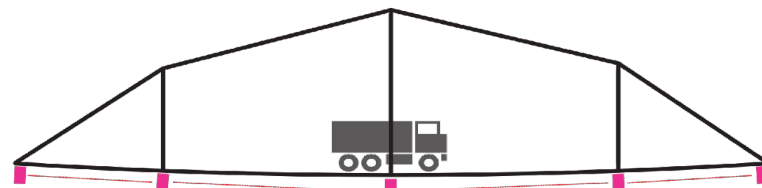
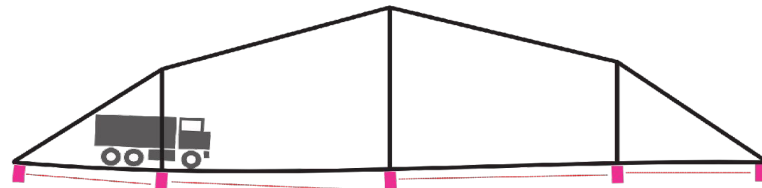
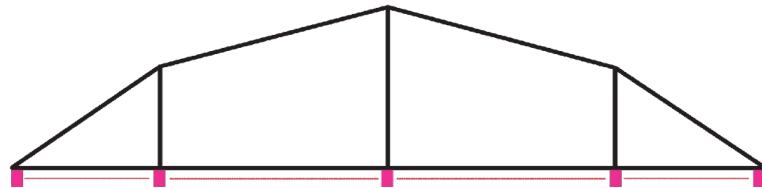
Trilling, Orientatie & Laser positie metingen : detectie van doorbuiging in de wegdrager.

Laser hoekmeting (buiging)

Belasting die GEEN / Niet perse trilling veroorzaken, leiden wel tot doorbuiging, onze laser meting detecteerd, absolute, incrementele doorbuiging.



3D weergave van brug dynamiek



Voorspellen op basis van trilling & laser meting

- Beter inzicht in het dynamische gedrag
- Niet bekend waardoor
- Nul meting / absolute afwijking inzichtelijk

We gaan er dan wel vanuit dat de belasting van de brug over de meet period gemiddeld gelijk is.

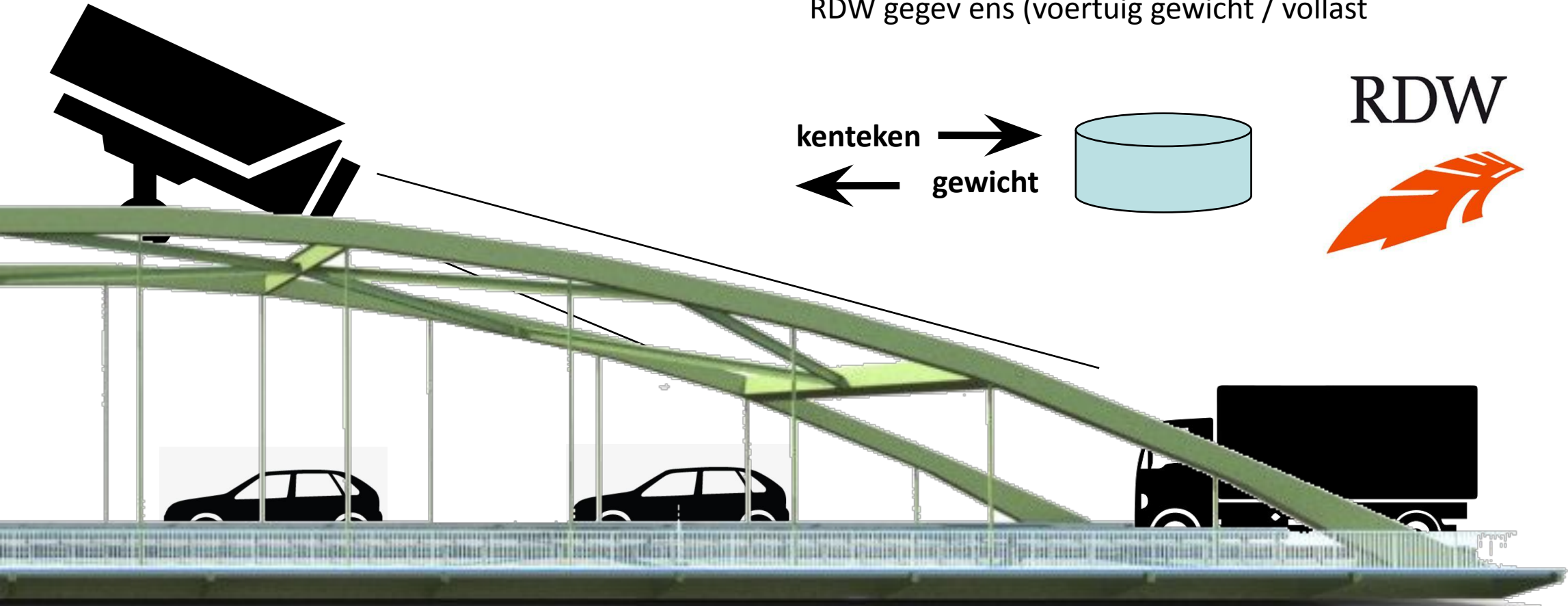
Wel nuttig wanneer:

- Als verificatie nieuwe brug (tegen ontwerp model)
- Voor / Na reparatie

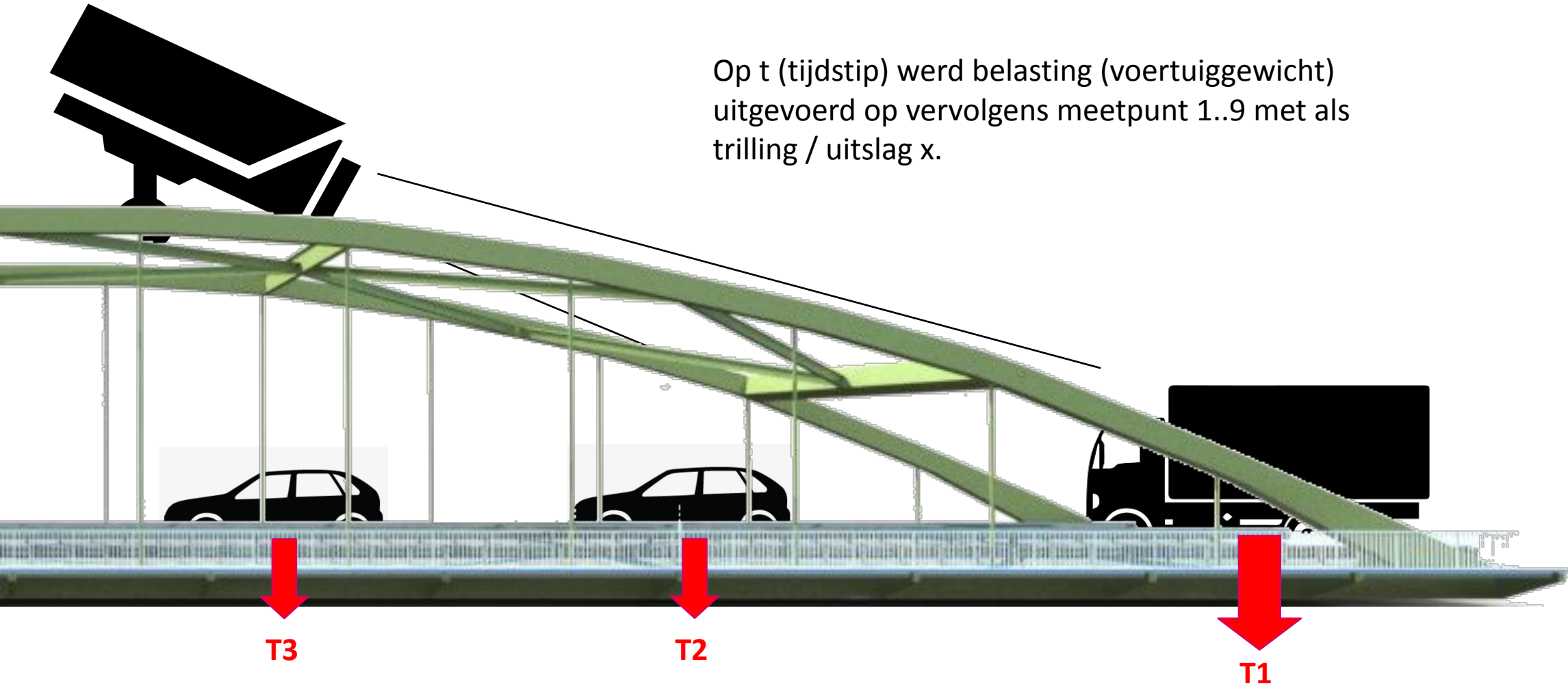


Voertuig identificatie

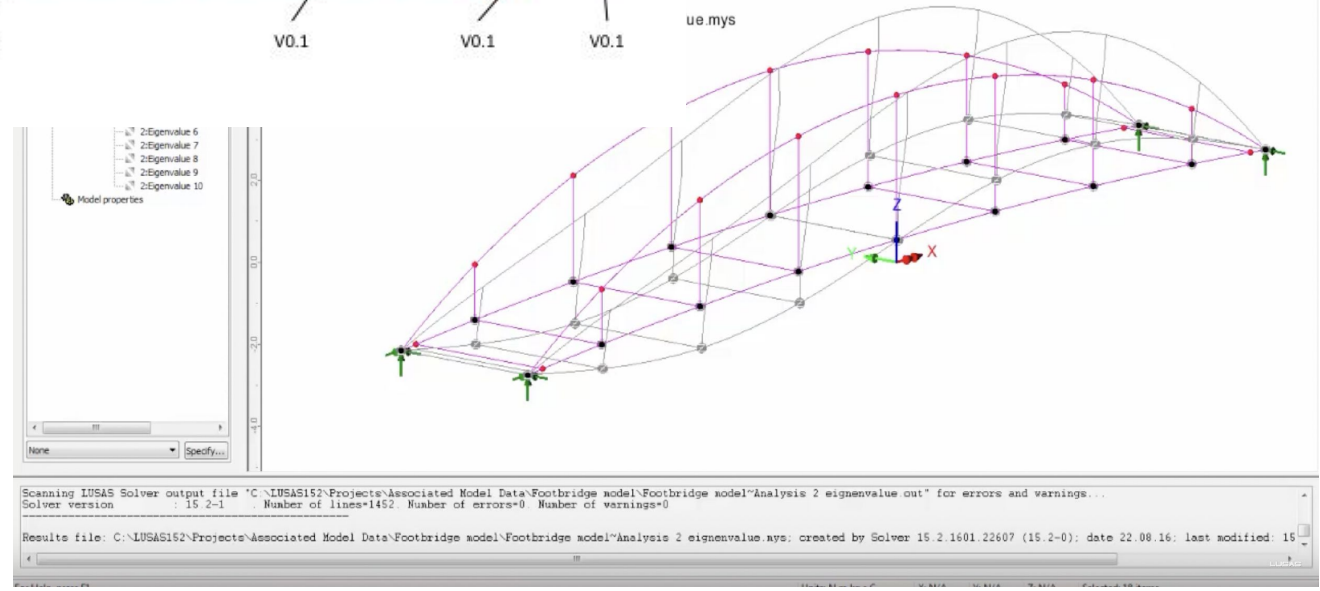
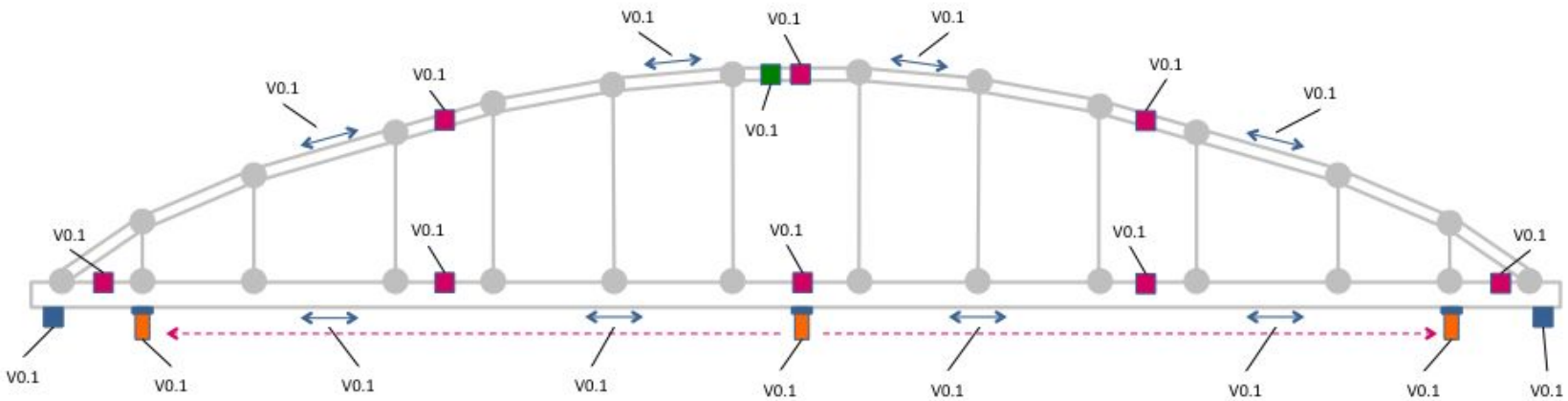
Camera System : uitlezen van kenteken + koppeling RDW gegevens (voertuig gewicht / vollast)



Metingen + Context = Informatie



Meetgegevens vergelijken met het model



Wanneer weet ik of mijn brug slechter wordt ?

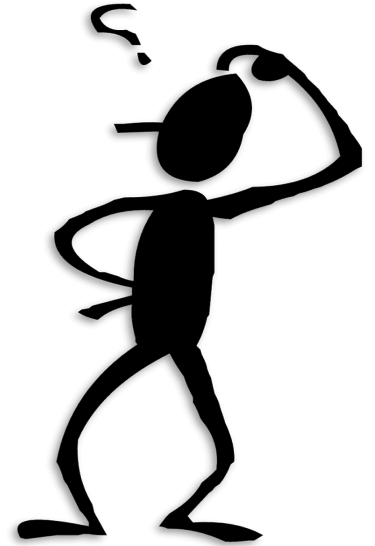
2 SCENARIOS :

- **Enkele meting**, hoog abstractie niveau analyse
 - ~3 jaar voordat enige trend zichtbaar is
 - Oorzaak onbekend
 - Waarschuwing alleen bij structurele deformatie
- **Context afhankelijke meting**
 - Oorzaak achterhaalbaar
 - Gerichte maatregelen mogelijk
 - Situationeel real-time waarschuwing systeem
 - Direct trend zichtbaar door vergelijking

Context is de sleutel

“De waarde van informatie is de optel som van waarnemingen”

“1 meting is geen meting”



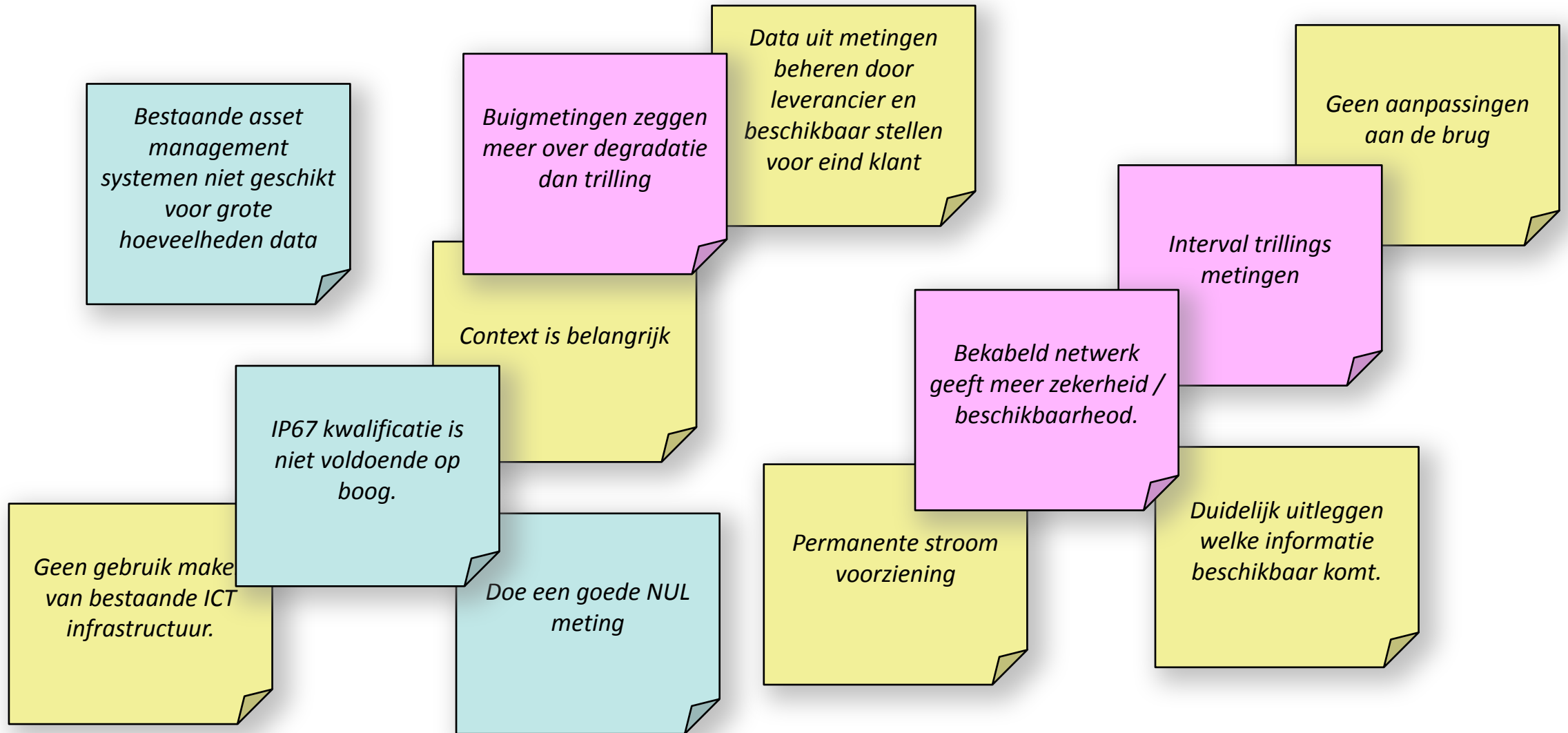
Wat was de belasting ?

Waarom beweegt een brug ?

Wat betekent dit voor de brug ?

Is de combinatie trilling en omstandigheden veranderd ?

Wat hebben we geleerd...



De zwartewaterbrug



De zwartewaterbrug

Algemene gegevens

Bouwjaar : 1969

Boogbrug

Doorvaarthoogte : 5,2 m

Doorvaartbreedte : 80 m

Twee Bascule bruggen

Doorvaarthoogte : 5,2 m

Doorvaartbreedte : 18 m

- Twee gescheiden banen:
hoofdrijbaan (noord) tweebaans
parallelbaan (zuid).
- 16900 voertuigen per 24 uur (telling 2018)
- Beweegbaar deel Hydraulisch aangedreven.

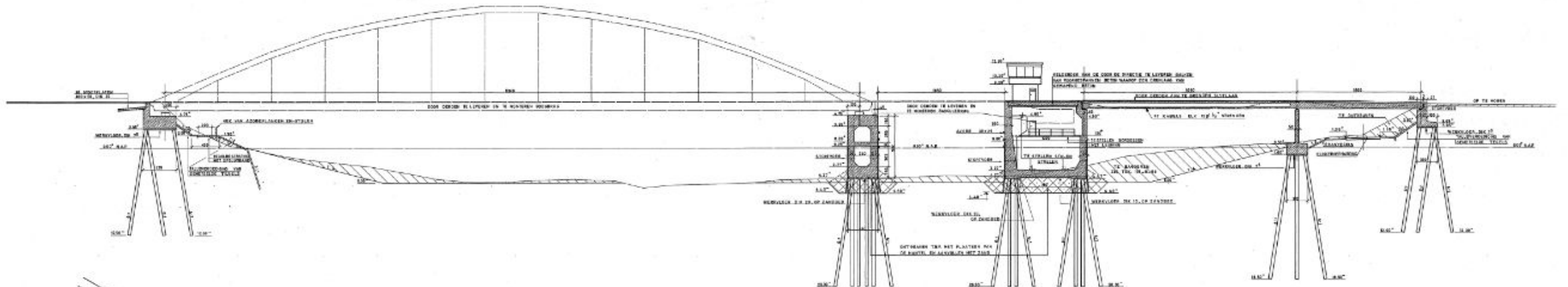


De zwartewaterbrug

Elementen naderen einde levensduur

Zwaarder belast dan ontworpen (45 VOSB vs klasse 60)

- Bovenbouw, staal: boogbrug, dek en val.
- E installatie
- Hydrauliek aandrijving



De zwartewaterbrug

Vernieuwing of nieuwbouw.

Vorstudie, ontwerp, aanbesteding, realisatie is langdurig proces.

Tot aan de vernieuwing is instandhouding, dagelijks beheer en inspecteren nodig.

Voorspelbaar onderhoud

monitoring inzetten om:

1. Verandering in gedrag, wijst op degradatie.

Ontdek gedrag van de constructie.

2. Trendanalyse, voorspel moment van ingrijpen.

bepaal 0-situatie (doorbuiging, uitbuiging, trilling)

bepaal toelaatbare elastische vervorming t.o.v. 0 in relatie tot materiaalspanningen.

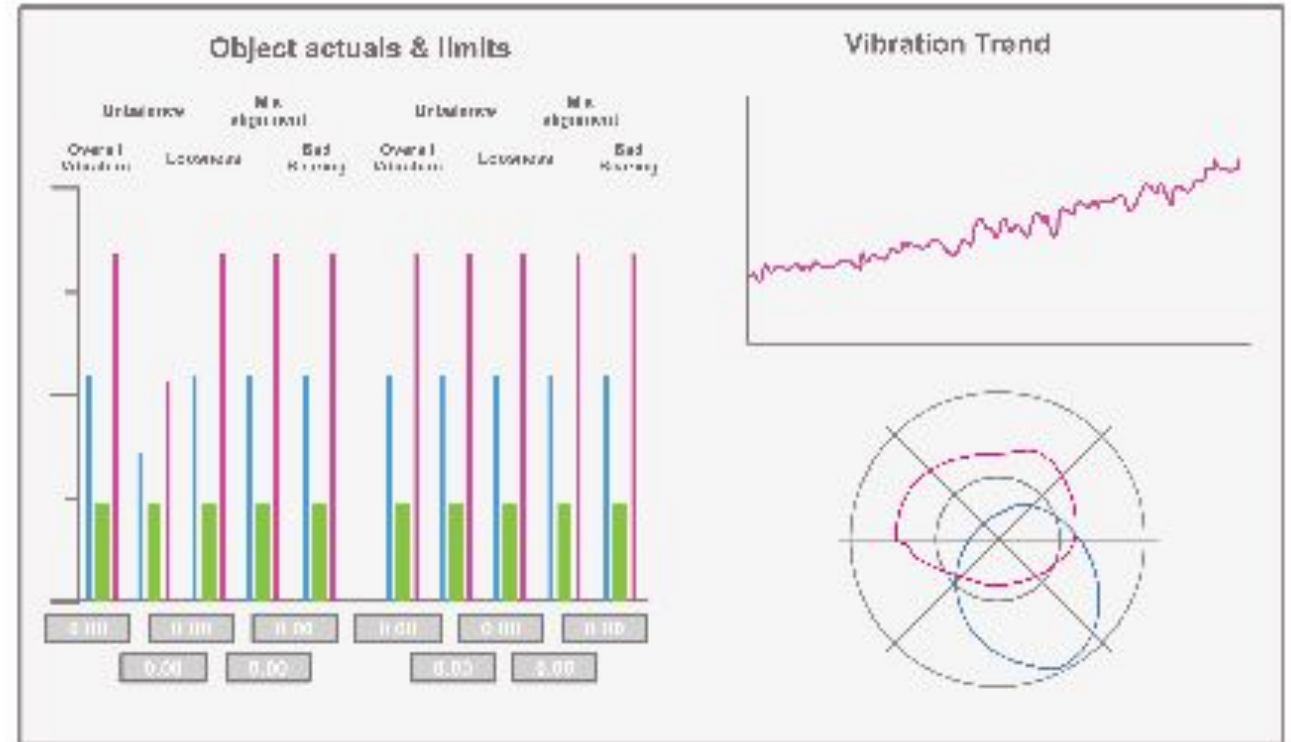
3. Incidentele overschrijding max. waarde.

bepaal een maximaal toelaatbare incidentele belasting.

Trendanalyse.

Voorspellend gedrag uit trendanalyse.

- Conditie van de brug tot aan vernieuwing.
- Onderbouwing van de berekeningen.
- Beoordeling externe invloeden, trendbreuk.



Toegevoegde waarde

- Onderbouwde einde levensduur voorspelling.
- Gericht, geplande inspectie.
- Veiligheid van gebruikers maar ook inspecteurs.
- minder hinder.
- Hogere zekerheid van de beoordeling door trendanalyse, inspectie is momentopname.

Lessons learned

Technisch

Bepaal een duidelijke doelstelling en onderzoeksvraag.

Welke parameters monitoren?

Hoe zijn de meetwaarden visueel te maken?

Interpretatie van meetgegevens, is dit te relateren aan de constructie?

Organisatorisch

Begeleiding vanuit OG, geen gangbare uitbesteding.

Gebruik nieuwe inzichten die onderweg ontstaan.

De weg is geplaveid.. het is aan u...

Van de Pilot hebben de Provincie Overijssel & TAP veel geleerd, we hebben een concept ontwikkeld die **WERKT** en **WERKBAAR** is, en waaruit data komt die **BRUIKBAAR** is voor het **VOORSPELLEN** van onderhoud en in een vroeg stadium **WAARSCHUWT** voor falen.

Voorspelbaar onderhoud is out-of-the-box mogelijk ook voor bruggen.



Monitoring en Predictive maintenance in de praktijk

Van de pilot hebben de Provincie Overijssel en TAP veel geleerd. Hoe zet je een **WERKBAAR** concept op, met **BRUIKBARE** data voor het **MONITOREN** en **VOORSPELLEN** van onderhoud en dat in een vroeg stadium **WAARSCHUWT** voor falen.

Met nieuwe technologie is zoveel mogelijk, dat daar nu ook nog wat uitdagingen bij horen moet geen reden zijn om er niet mee aan de slag te gaan. Het kan namelijk zeker oplossingen bieden in de **renovatie** en **vervangingsopgave** waar we voor staan de komende jaren.

Gewoon mee beginnen dus.

