

The background image shows a close-up of a blue electronic sensor mounted on a metal bracket attached to a concrete bridge structure. A green cable is plugged into the sensor. In the background, a concrete bridge pier and a road with a traffic light are visible.

MONITOREN BESTAANDE BRUGGEN EN KADEMUREN

OP ZOEK NAAR OPTIMALE INTERACTIE TUSSEN VRAAG EN AANBOD

Dr. ir. A.J. Bigaj-van Vliet

TNO innovation
for life

CONTEXT



English site

Onderwerpen Nieuws Contact



Home > Bouw- en verkeersprojecten > Oranje Loper: vernieuwing straten en 9 bruggen

Bruggen Oranje Loper: vervanging van 9 bruggen



Helft brug Middenweg dicht voor bus- en vrachtverkeer

10 december 2018

De Oetwalerbrug (brug 189) over de Ringvaart is afgesloten voor vrachtwagens en bussen die de stad uitrijden. Trams rijden met aangepaste snelheid.



Lijnbaansgracht 100 - 116, maatregelen tegen verzakking kademuur

De kademuur van de Lijnbaansgracht tussen de Rozengracht en de Bloemgracht verkeert in slechte staat. We nemen hier extra maatregelen om verdere verzakking van de kade te voorkomen.

Oudezijds Achterburgwal, afgesloten voor vernieuwen kademuur

Wat gaat er gebeuren

De kademuur aan de oneven zijde van de Oudezijds Achterburgwal tussen huisnummer 93 (Barndesteeg) en 149 (Oude Hoogstraat) verkeert in slechte staat en wordt vervangen. Na de herinrichting worden ook nieuwe bomen geplant. Het ontwerp voor de vernieuwing van de rijweg (R07-42218) is in 2010 vastgesteld.

Development of Innovative Technologies to Increase the Sales of Structural Health Monitoring Systems

Global Structural Health Monitoring Market Share (%) By Application (2017)

34.8%

Bridges
& Dams

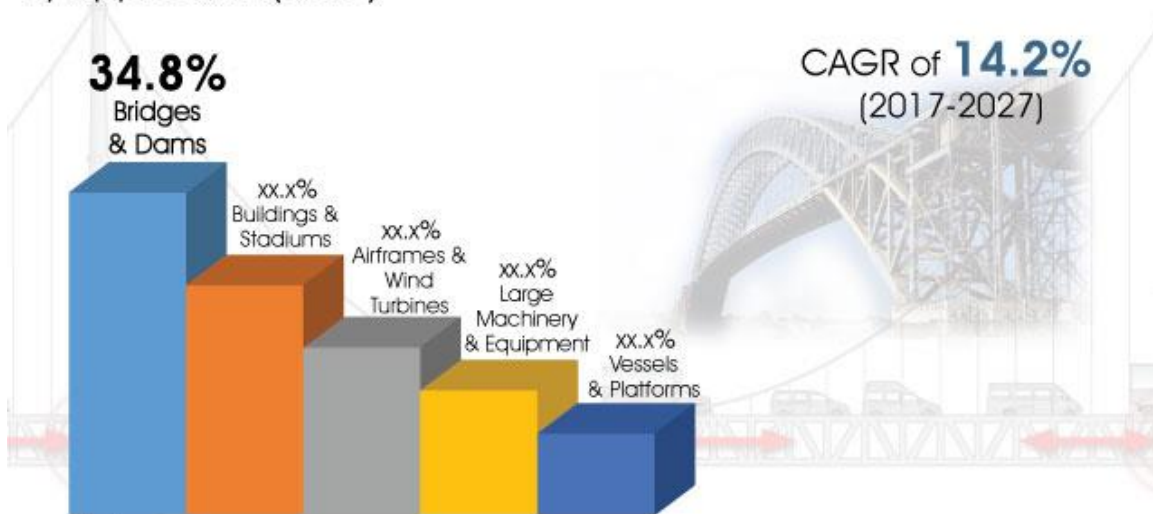
xx.x%
Buildings &
Stadiums

xx.x%
Airframes &
Wind
Turbines

xx.x%
Large
Machinery
& Equipment

xx.x%
Vessels
& Platforms

CAGR of **14.2%**
(2017-2027)

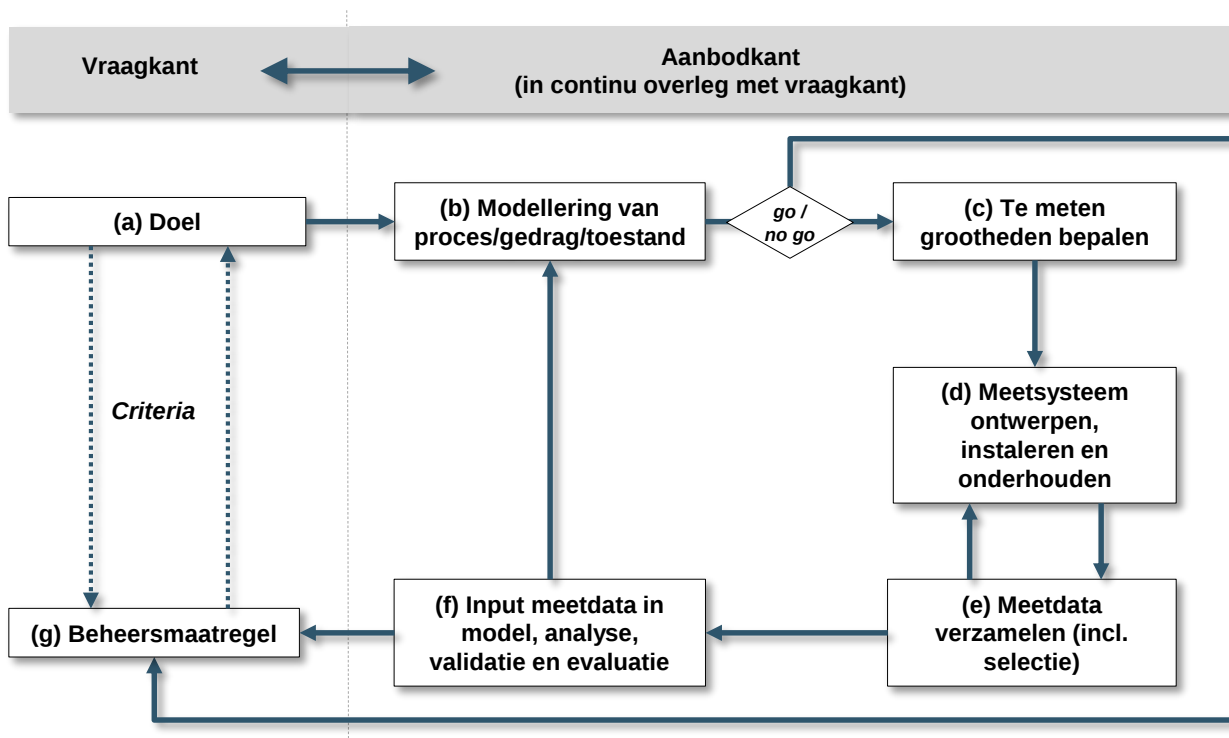


BEHEERERSDOEL IN MONITORING

- › Monitoring heeft altijd een **beheerdersdoel** en heeft met handelingsperspectief te maken

- › **Beheer gericht op kosten-optimaal levensduurbeheersing vraagt om :**
 - › GOED ONDERBOUWD EN ZO SCHERP MOGELIJK CONSTRUCTIEVE BEOORDELING
 - › het verkrijgen van beter **inzicht in belastingen** op constructies
 - › het verkrijgen van beter **inzicht in het gedrag** van constructies
 - › BEWAKEN VAN DE VEILIGHEID EN ONDERBOUWD VERLENGEN VAN DE LEVENSDUUR
 - › het verkrijgen van beter **inzicht in de toestand** van constructies
 - › het verkrijgen van beter **inzicht in (rest)levensduur** van constructies
 - › OPTIMALISEREN VAN ONDERHOUD
 - › het verkrijgen van beter **inzicht in effectiviteit van onderhoud** van constructies

BEHEERSDOEL IN MONITORING



CASUS 1 :

MONITORING VERKEERSBELASTING STADSBRUGGEN

BEHEERSDOEL:

GOED ONDERBOUWD EN ZO SCHERP MOGELIJK CONSTRUCTIEVE BEOORDELING

› **Doel monitoringproject:**

- › Onderbouwd ontwikkelen van 'lichter' verkeerbelastingmodel voor stadsbruggen (huidige model is gebaseerd op verkeersamenstelling Rijkswegennet)

› **Specificatie van monitorvraag:**

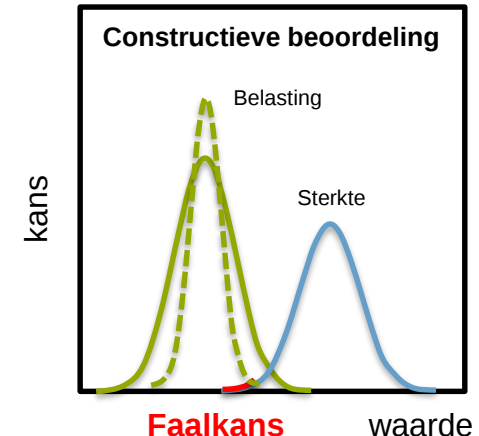
- › Verkrijgen van data als basis/onderbouwing van 'lichter' verkeerbelastingmodel

› **Handelingsperspectief:**

- › Onderbouwd minder constructies afkeuren op constructieve veiligheid

› **Impact:**

- › Reduceren en/of spreiden van
 - › Kosten
 - › Hinder



CASUS 1 :

MONITORING VERKEERSBELASTING STADSBRUGGEN

BEHEERSDOEL:

GOED ONDERBOUWD EN ZO SCHERP MOGELIJK CONSTRUCTIEVE BEOORDELING

› Te meten grootheden

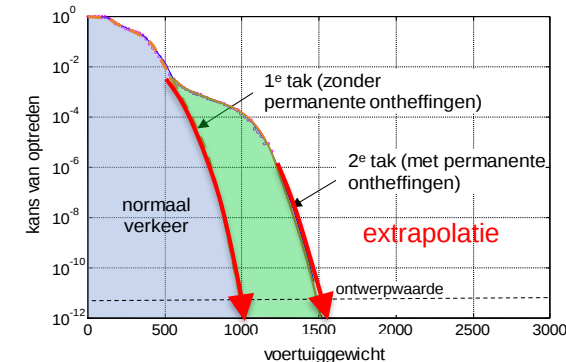
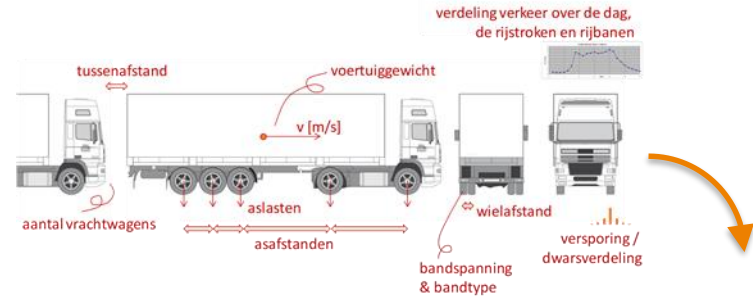
- › Verkeerssamenstellingen in stedelijke omgeving
- › Voertuigkarakteristieken vrachtverkeer
 - › As-afstanden
 - › Totaalgewicht, As-lasten
 - ›

› Analyse meetdata

- › Met fysische modellen meetdata vertalen naar belastingseffect op constructie
- › Met statistische modellen belastingseffect vertalen naar
 - › Ontwerpwaarde maximale belasting
 - › Belastingsspectra voor vermoeiing

› Resultaat :

- › 'Lichtere' verkeersbelastingmodel(len) stedelijk omgeving



CASUS 2 :

MONITORING VERKEERSBELASTING STADSBRUGGEN

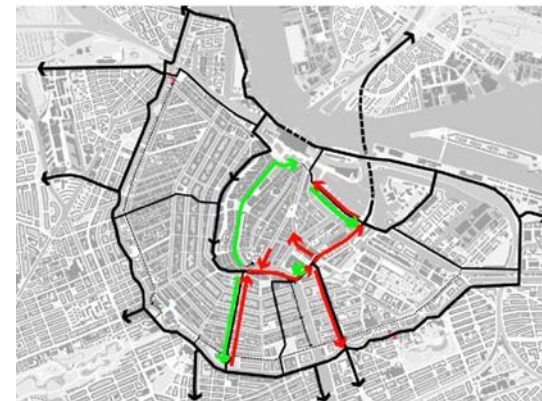
BEHEERSDOEL:**GOED ONDERBOUWD EN ZO SCHERP MOGELIJK CONSTRUCTIEVE BEOORDELING****› Succesfactoren**

- › Nauwkeurigheid meten
- › Betrouwbaarheid modeleren
- › Robuustheid meetsysteem
- › Financiële haalbaarheid

› Eye in the future

- › Verrijken meetdata uit 'traditionele' metingen door
 - › Betrekken aanvullende databronnen (camerabeelden, brugmonitoring, in-car data, etc)
 - › Slim combineren van data en verkeersmodellen voor optimale geografische dekking

Bron: Onderzoek verkeerscirculatie
Binnenstad 2020, DIVV A'dam



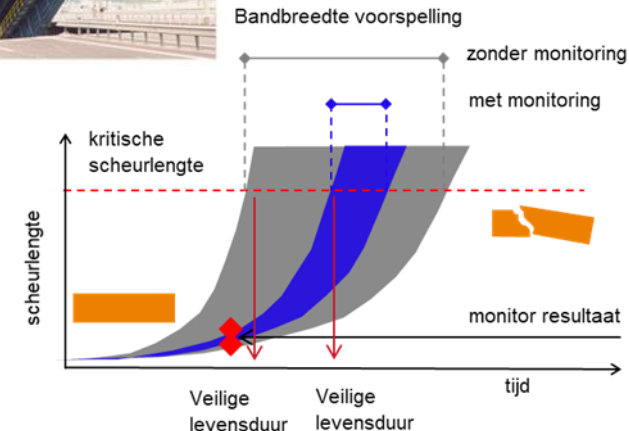
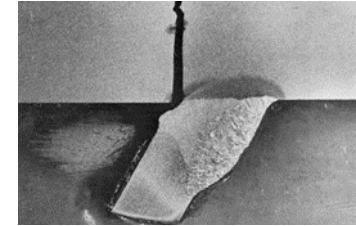
CASUS 2 :

MONITORING VERMOEING ORTHOTROPE BRUGDEKKEN

BEHEERSDOEL:

BEWAKEN VAN DE VEILIGHEID EN ONDERBOUWD VERLENGEN VAN DE LEVENSDUUR

- › **Doel monitoringproject:**
 - › Reduceren van onzekerheden in rekenkundige beoordeling
- › **Specificatie van monitorvraag :**
 - › Verkrijgen van data over belastingeffecten in relatie tot scheurtoestand
- › **Handelingsperspectief :**
 - › Op tijd ingrijpen als verkeersveiligheid in geding komt
 - › Onderbouwd uitstellen van vervanging of renovatie
- › **Impact:**
 - › Borgen verkeers- en constructieve veiligheid
 - › Reduceren en/of spreiden van
 - › Kosten
 - › Hinder



CASUS 1 :

MONITORING VERMOEIING ORTHOTROPE BRUGDEKKEN

BEHEERSDOEL:

BEWAKEN VAN DE VEILIGHEID EN ONDERBOUWD VERLENGEN VAN DE LEVENSDUUR

› **Te meten grootheden**

- › Spanningswisselingen door vrachtverkeer (rekmetingen)
- › Scheurdetectie en -omvang (diverse meettechnieken)

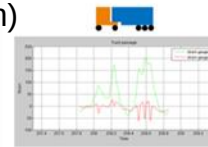
› **Analyse meetdata**

- › Interpretatiemodellen rekmetingen
 - › Eindige elementen model
 - › Tunen belastingmodel
 - › Rainflow counting
- › Probabilistisch scheurgroeimodel

› **Resultaat :**

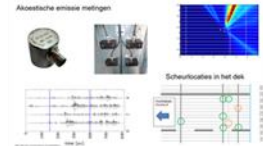
- › Voorspelling scheurgroei in de tijd met gereduceerde bandbreedte

Rekmetingen

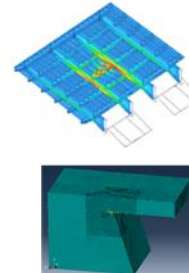
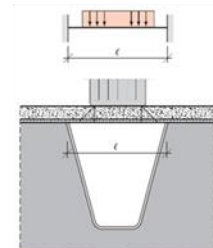


Scheurmonitoring

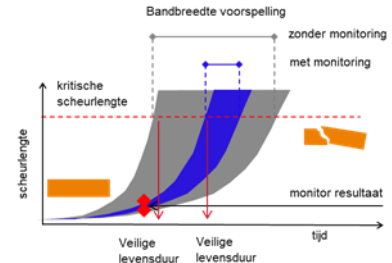
visueel Akoestische Emissie
TOFD Phased Array
Ultrasoon



Rekenmodellen



Scheurgroeimodel



CASUS 1 :

MONITORING VERMOEIJING ORTHOTROPE BRUGDEKKEN

BEHEERSDOEL:

BEWAKEN VAN DE VEILIGHEID EN ONDERBOUWD VERLENGEN VAN DE LEVENSDUUR

› **Te meten grootheden**

- › Spanningswisselingen door vrachtverkeer (rekmetingen)
- › Scheurdetectie en -omvang (diverse meettechnieken)

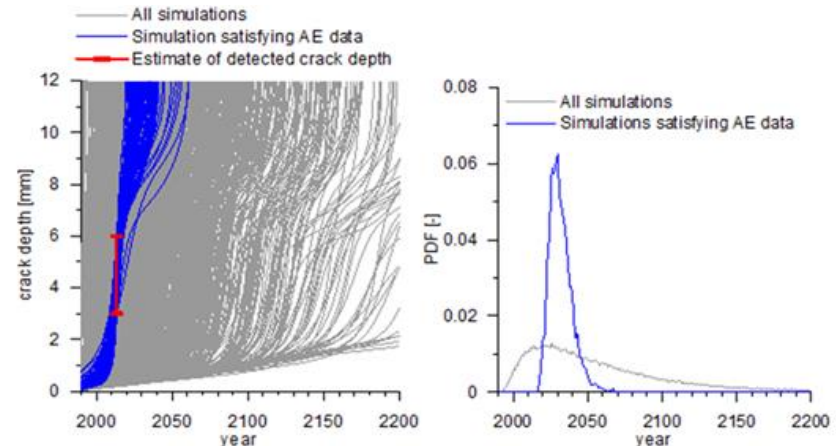
› **Analyse meetdata**

- › Interpretatiemodellen rekmetingen
 - › Eindige elementen model
 - › Tunen belastingmodel
 - › Rainflow counting
- › Probabilistisch scheurgroeimodel

› **Resultaat :**

- › Voorspelling scheurgroei in de tijd met gereduceerde bandbreedte
- › **Levensduurvoorspelling**

Levensduurvoorspelling o.b.v. voorspelling scheurgroei



CASUS 2 :

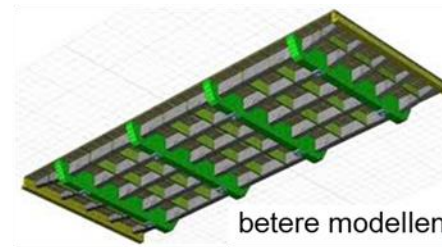
MONITORING VERMOEID ORTHOTROPE BRUGDEKKEN

BEHEERSDOEL:**BEWAKEN VAN DE VEILIGHEID EN ONDERBOUWD VERLENGEN VAN DE LEVENSDUUR****› Succesfactoren**

- › Betrouwbaarheid modeleren
- › Nauwkeurigheid meten
- › Timing van inzetten
- › Financiële haalbaarheid

› Eye in the future

- › Slim combineren modellen, metingen, big data en AI voor verdere verkleining onzekerheden
- › Extrapolatie uitkomsten individueel object naar levensduurbeheersing verzameling bruggen



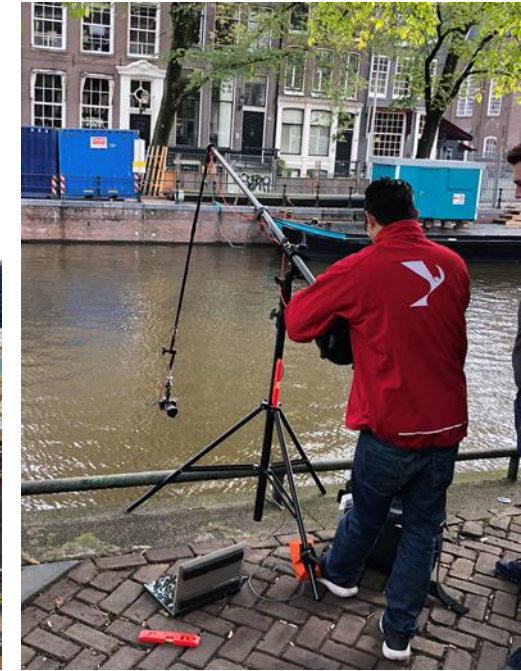
Verder verkleinen
onzekerheden

CASUS 3 :

MONITORING SCHEURVORMING KADEMUREN

BEHEERSDOEL:**HET VERKRIJGEN VAN BETER INZICHT IN TOESTAND VAN CONSTRUCTIE**

- › **Doel monitoringproject:**
 - › **Bewaking:** objectief en betrouwbaar detecteren van schades
- › **Specificatie van monitorvraag :**
 - › Detecteren en volgen van scheurgroei in metselwerk (o.b.v. vooraf opgestelde image analysis model)
- › **Handelingsperspectief :**
 - › **Van bewaking naar beheer :**
 - › Op tijd ingrijpen in geval van schade tijdens werkzaamheden
 - › Op tijd ingrijpen in geval van ongelijkmatige zettingen kademuren

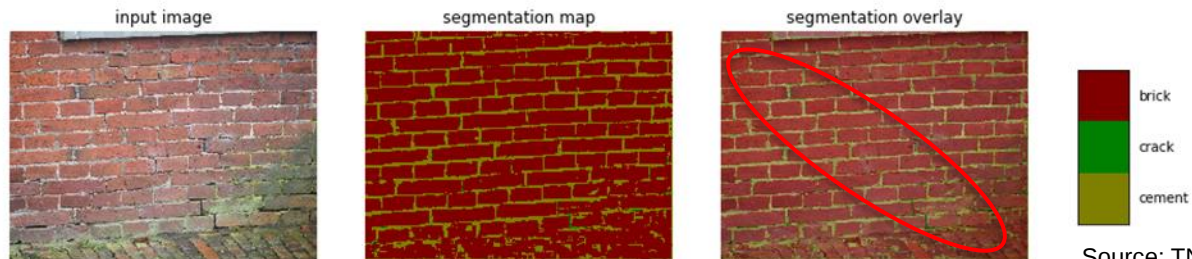


CASUS 3 :

MONITORING SCHEURVORMING KADEMUREN

BEHEERSDOEL:**HET VERKRIJGEN VAN BETER INZICHT IN TOESTAND VAN CONSTRUCTIE**

- › **Te meten grootheden**
 - › Scheurwijdte, -lengte en -positie van de scheur
- › **Analyse meetdata**
 - › **toepassen AI & machine learning voor patroonherkenning en anomalie detectie**
 - › Losse foto's objecten automatisch gestitched tot bouwelement zoals gevel, kademuur, brugdek etc.
 - › Per bouwelement automatische detectie van scheuren met algoritme
 - › Per scheur automatisch bepalen positie, afmetingen en verandering met algoritme



Source: TNO

CASUS 3 :

MONITORING SCHEURVORMING KADEMUREN

BEHEERSDOEL:

HET VERKRIJGEN VAN BETER INZICHT IN TOESTAND VAN CONSTRUCTIE

› **Resultaat :**

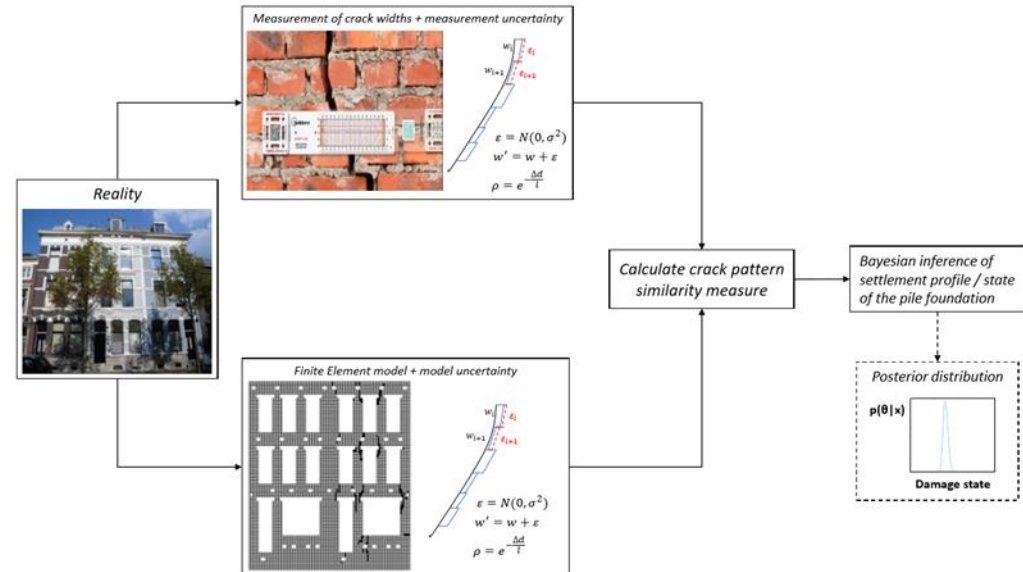
- › Objectieve scheurdetectie
- › Met frequent fotograferen is toestandsbewaking mogelijk tot op 1 mm

› **Succesfactoren :**

- › Financiële haalbaarheid
- › Nauwkeurigheid meten
- › Betrouwbaarheid modeleren
- › Robuustheid meten
- › Opschaalbaarheid

› **Eye in the future**

- › Slim combineren modellen, metingen, big data en AI voor verdere identificatie van schadeoorzaken



CASUS 4 :

MONITORING CORROSIE-MITIGERENDE MAATREGELEN

BEHEERSDOEL:**HET VERKRIJGEN VAN BETER INZICHT IN EFFECTIVITEIT VAN ONDERHOUD**

- › **Doel:**
 - › **Bewaking:** objectief en betrouwbaar waarnemen van de effectiviteit van reparatie
- › **Specificatie van monitorvraag :**
 - › Kwantificeren van de kans op corrosieactiviteit in gerepareerde toestand
- › **Handelingsperspectief :**
 - › **Van bewaking naar beheer:**
 - › Beoordelen van de kwaliteit van uitgevoerde reparaties
 - › Op tijd ingrijpen in geval van falende reparatie



CASUS 4 :

MONITORING CORROSIE-MITIGERENDE MAATREGELEN

BEHEERSDOEL:

HET VERKRIJGEN VAN BETER INZICHT IN EFFECTIVITEIT VAN ONDERHOUD

› Te meten grootheden

- › Wapeningspotentiaal
- › Corrosiesnelheid (LPR)
- › Weerstand beton
- › RH, T

› Analyse meetdata

- › Data fusie & probabilistische algoritmes
(inference & learning in Bayesian Network)

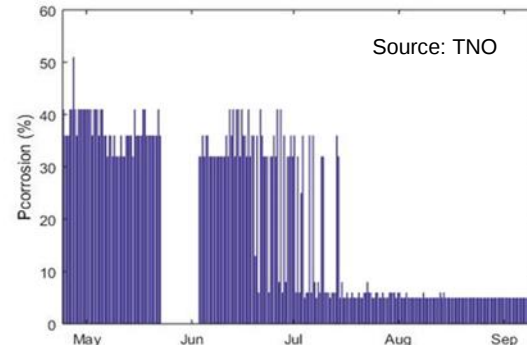
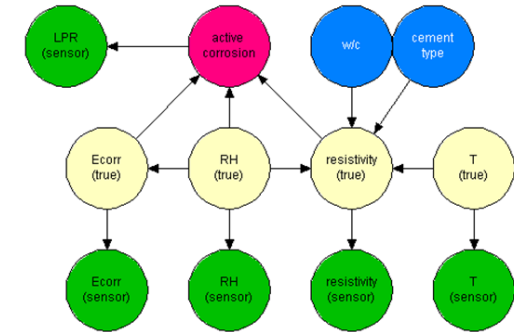
› Resultaat :

- › Kans op corrosieactiviteit in tijd

› Succesfactoren :

- › Nauwkeurigheid & betrouwbaarheid meten
- › Data kwantiteit & schaalbaarheid

Data fusie model in
Bayesian Network



Kans op
wapeningscorrosie

INTERACTIE TUSSEN VRAAG EN AANBOD

- › **Monitoren kan substantiële bijdragen leveren aan beheer van kunstwerken**
 - › GOED ONDERBOUWD EN ZO SCHERP MOGELIJK CONSTRUCTIEVE BEOORDELING
 - › BEWAKEN VAN DE VEILIGHEID EN ONDERBOUWD VERLENGEN VAN DE LEVENSDUUR
 - › OPTIMALISEREN VAN ONDERHOUD



- › **Waarde van monitoren hangt af van interactie tussen vraagkant en aanbodkant**
 - › ZONDER VRAAG - GEEN MIDDEL KIEZEN
 - › HELDERE MONITORINGVRAAG VERGROOT KANS OP SUCCES



› **BEDANKT VOOR UW AANDACHT**

Voor meer inspiratie:
TNO.NL/TNO-INSIGHTS

TNO innovation
for life