



## Resultaten interactieve sessies Living lab monitoring en sensing, 14 oktober 2019. AMS terrein.

Dit document beschrijft de resultaten van de interactieve sessies die zijn gehouden tijdens de bijeenkomst op 14 oktober 2019 voor het living lab monitoring en sensing. De resultaten zijn beschreven per gesprekstafel.

### Prioritering (Nathalie Vossen)

*Hoe kunnen we monitoring gebruiken om de huidige staat snel te kunnen inzien en daarmee onze opgave te prioriteren?*

#### Welke methodieken zijn er beschikbaar?

- Drone. Een filmbeeld levert data op en dit kan geanalyseerd worden.
  - IPV fysieke inspectie.
- Scannen. Hier kunnen 3D modellen van gemaakt worden of een puntenwolk mee gecreëerd worden.
- Archiefdata. Van sommige bruggen zijn al metingen bekend sinds 1940.
- Onder water SONAR --> Varend door de grachten.
  - Hiermee kunnen onderwater scheuren gedetecteerd worden.
- Inzet vrijwilligers uit de buurt die foto's maken. Hierbij is de eerste inspectie misschien al gedaan!
- Video monitoring.
- Lasermeting van absolute afstand tussen kades.

#### Welke parameters ga je monitoren?

Zoek De gemene Deler bij huidige "rode" bruggen. Er kunnen meerdere parameters worden toegevoegd aan prioritering:

- Zware mobiliteit
- Droogstand
- Type fundering
- Bouwjaar

### Dataengineering

Met dataengineering kan een stapeling van parameters worden weergegeven:

- GIS kaarten geven misschien locatie specifiek in de stad, hier zijn ook layers in te zien.
- Waternet/Liander voor een calamiteitenkaart / werkzaamhedenkaart. Hieruit kan de intensivering van scheuren / calamiteiten zichtbaar gemaakt worden.
- Ouderdom
- Type Fundering
- Terugwerkende validatie
- Bomenkaart
- Risico assessment
- Waterstanden

## Ideeën

- Bedenk goed wat je wil monitoren.
  - Type Falen: gaat het hellen? Is dat zo erg?
  - Waardoor faalt er iets? Ga dat eerst aantonen.
  - Fundering kan hier aanleiding voor zijn. Kritische onderdelen: fundering / Grond bezwijk
- Analyseer het bezwijkgedrag.
  - Plotseling versus langzaam
- Kijk naar de geschiedenis.
  - Hoe zijn er kademuren bezweken in Amsterdam?

## Bewaking (Rinske van Schooneveld/Sarah Bork)

*Hoe kunnen we als risicovol geclassificeerde bruggen en kademuren monitoren zodat we tijdig worden gealarmeerd wanneer een brug of kade plotseling deformeert of op het punt van bezwijken staat?*

Volgens deze bedrijven is er heel veel data beschikbaar bij de gemeente, maar is dit nog wel verdeeld over verschillende afdelingen. Goede bewaking is volgens hen het verzamelen en vervolgens combineren van al deze data om dat vervolgens robuust met anderen te kunnen delen (het liefst online beschikbaar). Bijvoorbeeld gegevens over een leiding zijn van belang voor een kademuur.

Welke methodieken zijn er beschikbaar?

### Marktpartijen

Databedrijven geven aan dat de waarde van informatie heel groot is en dat je hiermee tot pragmatisch advies kunt komen, door vooraf een value model te bepalen. Ook wordt er sterk aangeraden om marktpartijen te betrekken bij het bepalen van de meetmethoden, in plaats van dat de gemeente dit voor de aanbesteding al bepaald heeft en enkel ruwe data vraagt.

- Ze geven aan dat algoritmes in samenwerking met verschillende bedrijven ontworpen moeten worden.
- De kernvraag binnen aanbesteding wordt: wat wil je weten? En marktpartijen kunnen hier dan al in meedenken in het aanbestedingsproces.

### Bomen

Een bomenexpert begon over het effect van bomen op de constructie (zeker tijdens een storm) en dat hier ook continu monitoring voor nodig is. De bomenexpert noemde op dat 2,5° scheefstand van een boom vaak de max is en dat 0.1° dus al kritiek kan zijn.

- Er is nog weinig bekend over de invloed van bomen op de constructie, dus dit eenmalig goed onderzoeken betekent dat het altijd meegenomen kan worden in het beoordelen van constructies.
- Het effect van bomen is vooral van belang voor oranje en rood!

### Glasvezel

Onsfiber is een bedrijf gespecialiseerd in glasvezelmonitoring en –bewaking. Slechts met 1 vezel kan al een meting gedaan worden.

- Zij geven aan dat Amsterdam heel veel buizen in de grond heeft en dat veel daarvan niet gevuld zijn (en dus gevuld zouden kunnen worden met glasvezel..).
- Deze vezels kunnen ook in houten palen gestopt worden.
- Voordelen: Het voordeel van glasvezel is o.a. dat je veel minder mensen nodig hebt, 1 specialist zou al genoeg zijn voor alle metingen. Je hoeft ook niet naar de locatie toe om te meten. Daarnaast zijn glasvezelkabels goedkoop, eenvoudig, uiterst nauwkeurig, geven een ruimtelijk plaatje, kunnen ook temperatuur meten EN je kunt hiermee zo frequent meten als je wil.

#### Welke parameters ga je monitoren?

- Spanningen
- Trillingen
- Temperatuurverschillen (bij bruggen)
- Deformaties/Verplaatsingen. Verplaatsingen worden nu gemeten met 2 meetbouten, dit kan veel nauwkeuriger met bijvoorbeeld glasvezelkabels.

#### Welke meetfrequentie is voldoende?

- De databedrijven gaven een meetfrequentie aan van 1 keer per dag, maar om echte trendanalyses te kunnen doen en daarmee dus voorspellingen, moet er frequenter gemeten worden.
- Rood en oranje hebben een continue beeld nodig (hier moet je namelijk op het juiste moment geïnformeerd worden), groen heeft lange termijn uitdagingen (denk aan zout en biomassa/wat groeit er).
- De frequentie is afhankelijk van de faalmechanismen die kunnen optreden. Hoe meer al bekend is van de brug of kademuur, hoe beter de frequentie geschat kan worden.

#### **Budget**

Niet altijd is dure monitoring nodig, want soms kun je beter gewoon vervangen.

#### **Ideeën**

- Idee ontstond om een inclinometer + accelerator op een boom te plaatsen en dan m.b.v. glasvezel te meten wat er precies gebeurt en dit kan in 3D met een puntenwolk.
- Aangeraden wordt om eerst groot te beginnen met meten, dus eerst satellietdata om de plekken met de grootste deformaties te vinden.
- Er wordt gesproken over een geboortecte/materialenpaspoort van bruggen die van belang zou zijn monitoring en sensing, maar deze zijn van oude bruggen niet beschikbaar, dus een idee voor nieuwe bruggen. Bij het monitoren is het namelijk belangrijk om dit af te stemmen op het materiaal waarvan de constructie gemaakt is.
- Wat er nu gebeurt (volgens een betonexpert) bij betonnen kunstwerken: proefbelasting (hoge puntlast) aanbrengen en kijken of de constructie voldoende reageert -> groen

#### **Vragen vanuit bedrijven**

- Wat is het budget?
- De beleidsdoelstellingen moeten vertaald worden naar KPI; hoe verdeel je de verantwoordelijkheden?

## Beheer (Sander Pooters)

*Hoe kan monitoringsdata in de toekomst gebruikt worden om de assets te beheren?*

*Aanwezigen: Richtlijn Geodesie (Camiel Duijts); OHpen ingenieurs (Reyer Velema); KWE engineering (Koen Hazebroek); Wim Paten; Technology integrator (Adriaan Schipper; NEO (Rob Beck); MIS7 bv (Martin Voorma)*

Hoe kan monitoringsdata gebruikt worden om te bepalen dat een asset onveilig wordt?

Men is nu reactief aan het monitoren, maar je wil voorkomen. Er moet steeds meer ingezoomd worden op de probleemgevallen/slechte kades. Als bekend is waar het straks verkeerd gaat, dan moet daar nú ingegrepen worden om dat te voorkomen.

### Metten aan de binnenkant

Ga de binnenkant bekijken als een soort 'MRI voor kademuren' om de deformatie van de kademuur zelf te zien.

- Dit kan d.m.v. weerstandverandering.
- De image 3D visualiseren.

### Metten aan de buitenkant

- Sensoring. Maak gebruik van een sensorkast om de meetbouten in te meten, zodat er elk moment een meting plaats kan vinden. Er hoeft niet op elke plek een sensor geplaatst te worden, maar je moet wel elke plek meten. Dit kan door op vaste afstand sensorpalen aan de kademuren te bevestigen. Hiermee kun je door de tijd heen zien wat er gebeurt met de weerstand.
- Satellieten. Vanuit de ruimte is een hele stad (+ verzakkingen) te bekijken, denk aan beweging en krimping.

### Bruggen

Het is van belang om onder de brug metingen te kunnen doen, maar dat is lastig met sensors. Wat wellicht wel mogelijk is, is om dit met drones te doen. De pilaren van een brug kunnen wel met sensors gemonitord worden.

- Het beste kunnen de metingen met 3D scans gedaan worden, denk aan specifieke materiaalinstellingen!

Hoe kan efficiënt worden omgegaan met de grote hoeveelheid data die vrijkomt?

Het beste kunnen grote hoeveelheden data gepresenteerd worden in een model en de ruwe data meesturen. De computer kan er dan aan rekenen en afwijkend gedrag analyseren en voospellen. Een model moet natuurlijk wel de juiste data hebben om mee te werken. Wanneer je specifiek wil meten moet de meetfrequentie omhoog. Tweeweg communicatie met je sensor.

### Vraag en aanbod data

Het liefst worden de modellen uitgegeven i.p.v. de data. Als voorbeeld wordt het dijkenprobleem genoemd; Er is hier genoeg data van beschikbaar, maar er is eigenlijk helemaal geen vraag naar de data maar naar het feit of ze stabiel zijn of niet. Kortom, vraag en aanbod van data moet beter.

### Heeft wat je ziet betekenis?

Alleen data dat bijdraagt in een model moet direct opgeslagen worden.

- Een chip filtert op relevante data.

### Welke reeds bestaande data van andere monitoring in de stad kan worden gebruikt?

Je wil veranderingen meten.

#### Ideeën reeds bestaande data

- Het publiek kan ook als databron gebruikt worden, door bijvoorbeeld aan alle buurtbewoners te vragen om de verschillende boomsoorten in hun omgeving door te geven.
- Verkeersdata kan doorgegeven worden op basis van telefoongebruik (internetverbindingen).
- Bestaande technieken kunnen gebruikt worden als databron, bijvoorbeeld scanners van parkeercontrole of bootscanners.
- Rondvaartboten uitrusten met sensors/meetapparatuur/camera. Deze boten varen namelijk steeds hetzelfde rondje en kunnen veranderingen en/of scheuren zien.

#### Prioritering

Hiervoor is de omgeving van een belang. Zo is een brug waar een tram overheen gaat is belangrijker dan een fietsbrug i.v.m. het risico.

#### Technieken

Welke technieken zijn er om sneller/beter/minder intensief te meten?:

- Satellietdata
- Laser scan
- Robotic engineering

#### Totalite

Metingen met camera met ledlampjes of infrarood.

### Welke omgevingsfactoren zouden we moeten monitoren die invloed hebben op de levensduur van de asset?

Om te bepalen welke omgevingsfactoren gemonitord moeten worden, moet je je afvragen wanneer je alarm moet slaan. Vervolgens kan een grenswaarde gekozen worden en de een grenswaarde is temperatuurafhankelijk.

#### Temperatuur

De temperatuur heeft grote invloed op scheuren etc.

- MOVE kan gebruikt worden om data door te rekenen.
- Let op dat elke constructie en ondergrond telkens anders is.

### Ideeën

- Leg een meetgrid aan door de stad.
- Ga kademuren geofysisch meten, zoals in Enkhuizen.
- Voorspellingen en metingen laten doen met data dat al beschikbaar is. Al beschikbare data komt van alles wat bijvoorbeeld verbonden is aan het internet o.a. smartphone data gebruiken (foto's).

### Vragen vanuit bedrijven:

- Zijn er nieuwe meettechnieken om pro actief te meten?

## Noodmaatregelen en vernieuwing (Martijn Meulblok)

*Hoe kunnen we monitoring en sensing inzetten bij vernieuwingsprojecten en noodmaatregelen?*

### Welke methodieken kunnen we daar voor toepassen?

Bedenk goed wat je probleem is en wat je wilt. Pas dan kan de markt passende producten leveren.

- Terugkijken naar satellietdata.
- Radar: wat passeert er en welke belasting?
- Monitoren bij landhoofden en direct achterliggende maaiveld. Dit is namelijk het zwakke punt door aan- en afrijden.
- Glasvezelsensoren. Hiermee kun je heel veel data tegelijk verzamelen, maar is de vraag nog steeds: wat wil je weten?

### Glasvezelsensoren

Geloven jullie in glasvezelsensoren als monitor methode?

- Bruikbaar in goed controleerbare omgevingen en om rektoename te bepalen, via een vast netwerk.
- Geeft aan dat er iets gebeurt, je moet dit nog wel kunnen vertalen.

### Welke parameters ga je monitoren?

Meet het juiste.

- Meten op 3 punten op temperatuur en deformatie.
- Gronddrukken, verkeersbelasting.
- Waterniveau. Zo kan een lekkende waterleiding gemeten worden d.m.v. een peilbuis.
- Horizontale gronddruk. (Veroorzaakt door remmende auto's.)
- Bewegingsdetectie door middel van een radar. Dit is visualisatie zonder het direct vast te leggen. Kan continu meten en geen problemen met privacy.
- Rekmeter voor brug; Komt er door de tijd heen meer kracht op te staan?

### o-meting

Wat wordt er nu gemeten / o-metingen? Vanuit hier de stap naar monitoring; het toevoegen van nieuwe data a.d.h.v. missende elementen.

- Satellietdata in combinatie met aanvullende metingen aan kade muur zelf.

- Hele stad inmeten met stokken? Dit hangt af van meetfrequentie. Deze meetfrequentie baseren op het risico. Bijvoorbeeld: 1 keer betrouwbare meting van hele stad, deze aanvullen met meer lokale metingen.

#### Hoe kan monitoring worden ingezet bij noodmaatregelen?

Er moet per geval worden gekeken wat wel en niet kan worden gemonitord. Kijken naar risico voor acuut bezwijken; bezwijkmechanismen eerst weten voordat juiste monitoring toegepast kan worden → Risicoprofiel.

- Je kan aan belastingzijde en aan weerstandzijde meten.
- Opvangen verticale component bij plaatsen damwand & zand.
- Dilataties, uitzettingen door temperatuur of door slecht landhoofd
- Terugkijken. Door middel van bv. satellietbeelden. Opnieuw ligt het er hierbij aan wat je precies wilt weten. Dit kan een middel zijn om te kijken waar je precieze metingen kunt gaan doen.
- Wellicht gebruik maken van simulatiemodellen
- Bepalen wat kritische momenten zijn om te meten, in plaats van beginnen met alles meten; waar heeft meting de meeste impact.
- Monitoren van verticaal draagvlak bij huidige noodmaatregel van 'damwand + vullen'.

#### Hoe kan monitoring worden ingezet in nieuwe bruggen en kademuren?

- Meet ook goed voordat de kade slecht is zodat je deze beter kan begrijpen.

#### **Ideeën**

- Wellicht verkeersklassen linken met wat kade wel/niet kan hebben.
- Andersom denken. Bv. de vele werkzaamheden in Amsterdam gebruiken om belasting te checken d.m.v. grote kraanwagens; de hele belasting en puntbelasting.

#### **Vragen vanuit bedrijven:**

- Wanneer weten jullie voldoende?
- Missen we bij het nadenken over de kansen van monitoren voor dit onderdeel niet een stap? → Hoe gedraagt een kade/brug zich normaal gesproken? Pas als we dit weten kunnen we uitzonderingen vaststellen; Begrijpen hoe kade/brug functioneert voordat het fout is.

## Andreas Hartmann - TU Twente

*Hoe kunnen we monitoring data uit verschillende bronnen zinvol combineren, interpreteren en visualiseren waardoor de data beslissingsrelevant worden. Met andere woorden, hoe maak je de vertaalslag van monitoringsdata naar risicobeoordeling en voorspelling?*

Benadering zoals gepresenteerd gaat niet werken, want Amsterdam heeft 1000 jaar geschiedenis Civiele Techniek. Ook wordt er opgemerkt dat de bomen groter zijn dan op dat schilderij van 400 jaar geleden lijkt en dat er daarnaast ook meer wind is.

### Metingen doen

Er zullen 100.000 sensoren nodig zijn in Amsterdam, maar dat is dan alsnog goedkoper dan wat er nu gebeurt: Inspecteren en dan te laat zijn.

- Begin met een risico-inschatting: Welk faalmechanisme is kritiek per kademuur? Hoe ontdek je dat?
- Ga meten op 3 hoogtes, dan heb je 80% . 80% is misschien voldoende, maar dan heb je de palen nog niet gemeten.
- Op risicoplekken pak je daarna die andere 20%.

### Beheerders

'Moet ik iets doen als beheerder?'

- Indicatie van bezwijken -- > verder onderzoek
- Beheerders van Amsterdam kennen de staat van de kades niet.
- Weten we al of het risico op bezwijken afneemt bij een afname van de belasting?  
--> Kans wordt kleiner, maar hoeveel kleiner?

### Budget

Op basis van veel verschillende data kan er een model opgesteld worden. Het is wel erg kostbaar en het kost veel tijd om heel veel data te verzamelen. Het is belangrijk dat er uiteindelijk kademuuren vervangen worden, i.p.v. dat je alleen maar aan het onderzoeken bent.

- Goed monitoren kan geld besparen omdat kades langer overeind staan dan de levensduur (of toch niet?).
- Als uit monitoren blijkt dat niks vervangen hoeft te worden, dan gaat de geldkraan dicht.

### Ideeën

- Het is goedkoper om een onderwaterdrone te gebruiken i.p.v. duikers.
- Iedereen verplichten om data aan te leveren aan de gemeente, dit moet dan wel gemanaged worden en is complex.
- Meteen sensoren plaatsen wanneer je een damwand voor de kademuur neerzet.
- Combineren van verschillende trends, welke zijn gemeten door verschillende sensoren.
- Ga ook bij andere projecten monitoren, projecten die op de kades plaatsvinden

### Vragen vanuit bedrijven

- Is het probleem wel zo acuut? Er is 'ineens' paniek

## Jan Rots - TU Delft

*Het vaststellen van een diagnose en remedies vanuit gemeten schade van metselwerk. Case study Groningse huizen (i.v.m. aardbevingen) en de toepassing ervan voor Amsterdam.*

### Vraagstuk:

Hoe kunnen wij de gemeente Amsterdam helpen bij het oplossen van de problemen van de kademuren?

### Communicatie

- Discipline overstijgend probleem, ook binnen de civiele techniek. Vraagt om overlap kennis van waterbouw, constructiemechanica en geowetenschappen.
- Communicatie tussen de IT'er en de ingenieur; welke data moet er verzameld worden?

### Kennis

Er ontbreekt kennis op het gebied van deze constructie. Er zijn veel rekenmodellen voor staal, beton en metselwerk. Met hout kan ook aan de hand van droog, onbewerkt materiaal worden gerekend. Er zijn geen rekenmodellen voor zulk dik metselwerk, en zulk oud/deels onder water staand hout. Misschien maar circa 5% kennis over nat hout.

- Het gaat dus om de complexiteit van de wisselwerking tussen grond, water, palen en kademuur.
- Het gaat bij doorrekenen om een combinatie van oude en nieuwe technieken.
- De kennis die er is, is vaak niet binnenshuis bij de lagere overheden. Rijkswaterstaat heeft wel veel eigen modellen voor eigen kunstwerken, andere overheden vaak niet.

### Budget

Het maken van een integraal rekenmodel (dus grond, water, palen en kademuur) is duur.

- Het wordt (na kort beraad) geschat op meer dan 5 miljoen.

### Data

Er is geen eenduidig antwoord op de vraag "Wat willen we nou eigenlijk weten over de kades?". Hierdoor is het moeilijk te specificeren wat de beste manier is om data te verzamelen die niet alleen groot is in hoeveelheid, maar ook relevant is voor oplossingsrichtingen.

- Het gaat dus om de datawaarde ten opzichte van het doel, niet *rücksichtslos* data verzamelen.
- Tegenargument: aan de overvloed aan data verzameld door satellieten hebben we uiteindelijk ook veel gehad, zonder tijdens het meten die intentie te hebben.

### Ideeën

- Er is behoefte aan een integraal rekenmodel.
- Men zou eerst bij de simpelste, makkelijkst uit te voeren, 'oude techniek' metingen kunnen beginnen.
- De problematische types aan kades zijn vrij eenduidig, dat is evt. een startpunt.

- Een wetenschappelijke proeftuin waarin zoveel mogelijk wordt gemeten tijdens 1 proef zou een oplossing kunnen zijn voor het 'vangen' van data over het probleem.
- De marktpartijen zouden kunnen bijdragen aan kennisontwikkeling door betrokken te zijn bij de uitvoering, een kortere feedback loop tussen techniek, ontwikkeling en toepassing.

## Leendert Verhoef - AMS

*Opzet van living labs, hoe geven we de beoogde samenwerking tussen gemeente, marktpartijen en kennisinstellingen vorm.*

Zie de gemeente als partner, en niet alleen als opdrachtgever. Op de vraag wat hun visie was op de toekomst:

- Smart, safe city
- Leefbaar en stremmingsloos, zero-harm

### Datamining

Verzamel / bundel data van alle verschillende bronnen.

- Denk daarbij ook aan ongedocumenteerde bronnen, bijv alle aannemers van de kademuren en hun medewerkers.
- Of denk aan al het fotomateriaal over de jaren heen: is daar iets van te leren?
- Organiseer een clearinghouse voor data, zodat ook bedrijven daar data in willen stoppen.

### Wie kunnen monitoren?

- Woonbooteigenaren
- Pizzabezorgers etc
- Aannemers met ervaring in onderhoud

### Visie living lab vanuit TNO

Sturing living lab voeren vanuit:

- Toepassing: "Monitoring heeft altijd een beheerdersdoel" (of beter gezegd – monitoring zou altijd beheerdersdoel moeten dienen) .
- Kennis: de sleutel tot het mobiliseren van de waarde van monitoren. De waarde van monitoren hangt af van interactie tussen vraagkant en aanbodkant, deze interactie kan allen met voldoende kennis worden bewerkstelligd. D.w.z. met beperkte kennis hebben wij vraag en aanbod maar geen effectieve interactie.

Het klinkt al een mooie kans om (gezamenlijk met mijn TNO collega's) jullie te kunnen ondersteunen bij het vraag en aanbod bij elkaar brengen.

### Ideeën

- Betrek ook gebruikers (woonbooteigenaren, brandweer) bij het bedenken van oplossingen.
- Probeer het probleem in nieuwe kansen om te buigen
  - Reizigersflows managen om bruggen / kades te ontlasten.
- De opgave is heel groot, daarom:
  - Opknippen
  - Trechters

- Aandacht voor dilemma's / trade offs:
  - Veiligheid versus ecologie (een voorbeeld: daar waar plantjes moesten blijven hangen, ging de kade harder achteruit)
- Verbeter beheercriteria en de definities daarvan, zodat de KPI's beter / helderder worden
- Voorkom toekomstige problemen: bouw nu al sensoren in alle nieuwe objecten
- Ontwikkel een lokaal lab om allerlei oplossingen te testen en te demonstreren.
- Ontwikkel dataveiligheid voor alle deelnemers
- Organiseer databeschikbaarheid (real time)
- Een gezamenlijke onderzoeksvraag en financiering van buiten de stad wellicht een partnerschap kunnen helpen bevorderen
- Wellicht dat een bouw-koepelorganisatie een geschikte Lab-partner zijn.

## Jeroen Kruithof - TNO

*Aanwezig: o.a. Witteveen & Bos*

*Van bewaking naar beheer: wat is er nog nodig om visuele inspecties van kademuren te digitaliseren?*

*Een gesprek over de (on)mogelijkheden naar aanleiding van een casestudie van een verzakte woning.*

Provincie Gelderland werkt al naar modellen toe om staat kunstwerken te constateren in tegenstelling tot de jaarlijkse schouw van voorheen. Er wordt al pro-actiever gewerkt dan in het verleden, maar het kan altijd beter.

### Ideeën

- Onderzoek is belangrijk om verspilling te voorkomen, helpt zeer goed bij de prioritering van je scope.
- Satellietmetingen kunnen ook van pas komen in Amsterdam, maar dat is wel lastig met objecten op de kade. Idem voor drones van beide kanten.

### Vragen vanuit bedrijven

- Wordt er voor elke soort scheurvorming een nieuwe methode ontwikkeld?
- Hoe ga je van 2D naar 3D a.d.h.v. foto's?
- Wat kun je met videomonitoring? Worden hierbij pixels vergeleken?
  - Kan functioneren als een weegbrug. CRUX mee bezig? Vele toepassingen drukboek?
- Wat kunnen grondwaterstanden ons vertellen over constructies?
- Wanneer is een systeem of model goed genoeg?
- Hoe verwerk je de ruwe data zodat je ruis e.d. op je materiaal weg filtert?