

# NATIONAAL CONGRES BODEMDALING

## STAD & LAND

PAKHUIS DE ZWIJGER | AMSTERDAM

16 NOVEMBER 2023

**SLAppE BODEM**  
sterke samenwerking

✘ Gemeente  
✘ Amsterdam  
✘

 **SENSAR**

 Kenniscentrum  
**Bodemdaling  
en Funderingen**



Gemeente  
Amsterdam

# Monitoring vanuit de bureaustoel

toepassing voor de Amsterdamse kademuren



16-11-2023



## Opzet presentatie

- Aanleiding voor de innovatie - Casper van der Peet (5 minuten)
- toelichting techniek - Reinier Oost (15 minuten)
- Toepassing in Amsterdam - Casper van der Peet (10 minuten)

## Kunstwerken-areaal van Amsterdam is omvangrijk

- **Ca. 1800** bruggen in eigendomen beheer van de gemeente Amsterdam, waarvan **ca. 850** verkeersbruggen.
- **Ca. 900** kilometer kades en oevers in Amsterdam, waarvan **ca. 600 km** in eigendom en beheer van de gemeente Amsterdam, waarvan **ca. 200 km** constructies gefundeerd in de diepere zandlagen.





# Instabiele kadememuren





De Telegraaf

## Kades Amsterdam op instorten: erger dan gedacht

door MIKE MULLER  
16 februari 2019, 18:52 | 10 minuten leestijd

AMSTERDAM Kades en bruggen in Amsterdam zijn zo verwaarloosd, dat Amsterdam per direct dreigende instortingsgevaar loopt van de veiligheidsinspectie van de Rijksoverheid. Het bestuur van de stad is daarom aan het worstelen uitpakken. NBNH wil medezeker.



SUITSUPPLY  
DIEZEL  
PERFECT FIT  
DIEZEL NIP  
DIEZEL NIP

LAATSTE NIEUWS  
15:14

parool.nl

parool

Waalvaderbrug is slecht, héél slecht: 'Niet  
rijden, blijven rijden'



MENU

De Telegraaf

Abonneer

## Miljoenenplan verloederde kades en bruggen Amsterdam

Door MIKE MULLER  
Gisteren, 05:30 in BINNENLAND



RTLnieuws

Nieuws Economie Sport Boulevard Tech Lifestyle Editie.nl Uitzendingen

Veiligheid in gewaar

## Bruggen en kades Amsterdam zijn er beroerd aan toe

07 februari 2019 09:22  
Aangepast: 07 februari 2019 09:33



Bruggen en kades Amsterdam in slechte staat

Het gaat niet goed met de Amsterdamse kades en bruggen. De afgelopen decennia zijn ze niet goed onderhouden.

## Het Parool

HOME AMSTERDAM OPINIE STADSGIDS

## Veel last van werkzaamheden aan kades en bruggen



Van 850 verkeersbruggen zijn er nog maar negen gecontroleerd op veiligheid. Hier werkzaamheden aan de Leidgracht © Tammy van Nerum



NOS Nieuws Sport Uitzendingen TELEVISIE 14 km 9°

## Honderden miljoenen nodig voor slechte bruggen, kademuren Amsterdam

© GISTEREN, 05:30 BINNENLAND





## Programma Bruggen en Kademuren (2019) doelstellingen:

1. Het waarborgen van de **veiligheid en functionaliteit** van de bruggen en kademuren.
2. Het zorgen voor een **functionerende stad** gedurende de gehele opgave.
3. Het maken van een **realiseerbare programmering** voor de vervangingsopgave.
4. Het **optimaliseren** van werkwijzen en processen.

## Inzicht in areaal door monitoring

- Op conventionele wijze (tachymetrie) 10% areaal
  - 20 km kademuur
  - 100 bruggen
  - Met ROK circa 100 metingen per maand



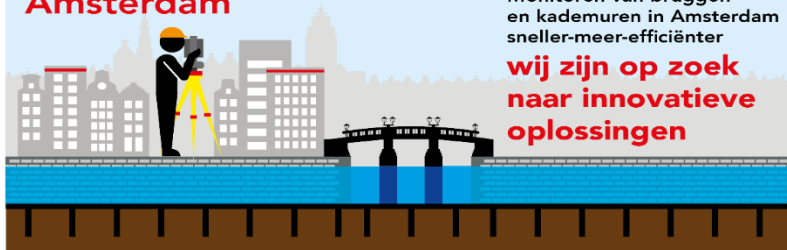


## Toekomst van monitoring

- Conventionele methodes alleen op hoog risico
- Slechts 10% van areaal
- Te duur en arbeidsintensief om gehele areaal mee te meten
- SBIR innovatiecompetitie – zoektocht naar innovaties



**Gemeente  
Amsterdam**



Monitoren van bruggen  
en kademuren in Amsterdam  
sneller-meer-efficiënter

**wij zijn op zoek  
naar innovatieve  
oplossingen**

# Monitoring van Kademuren

Measuring millimeters from Space



# Onze Missie

---

We willen de kracht van  
aardobservatie ontsluiten voor  
dagelijks gebruik

# De kracht van satellietdata



## **Stadsbreed**

De hele stad in beeld



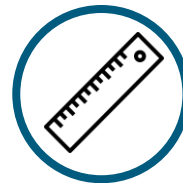
## **Historisch**

Uw inzichten in perspectief  
(2015 - nu)



## **Op afstand**

Frequente, betrouwbare en  
onafhankelijke metingen



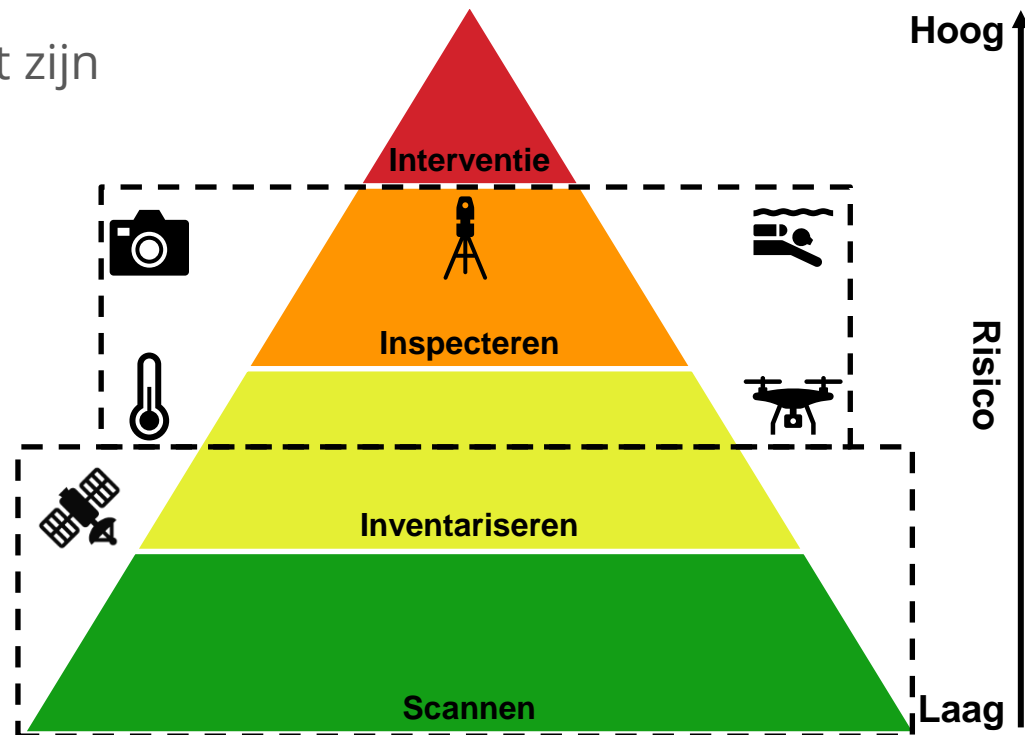
## **Precies**

Beweging in millimeters



# De kracht van satellietdata

- Satellietdata kan de ruggengraat zijn van een monitoringsopgave:
  - Areaalbreed inzicht
  - Historisch perspectief
  - Hoogfrequent
  - Kostenefficiënt
- Propositie:
  - Identificatie risicovolle objecten
  - Identificatie veilige objecten
  - Prioritering van inzet



# Co-creatie

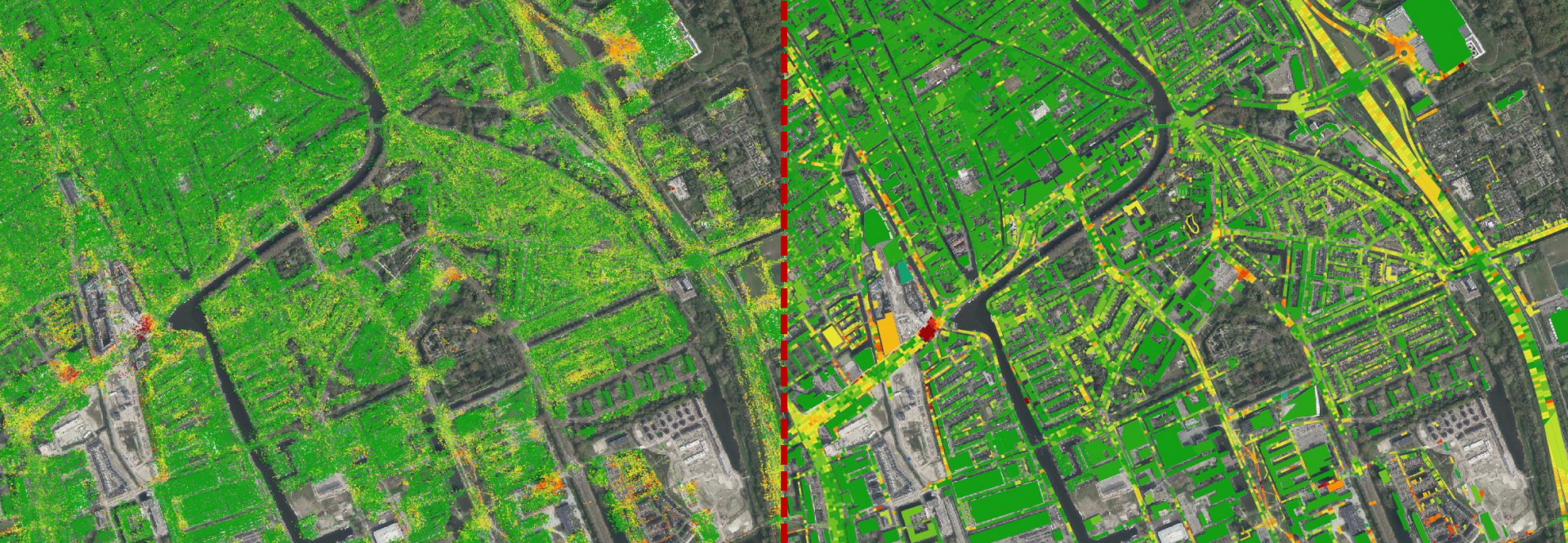


- Bij Sensor geloven we in productontwikkeling met de markt.
  - 90% vertrouwde basistechnologie
  - 10% klantgebonden innovatie
- Samen een brug slaan tussen techniek en toepassing.



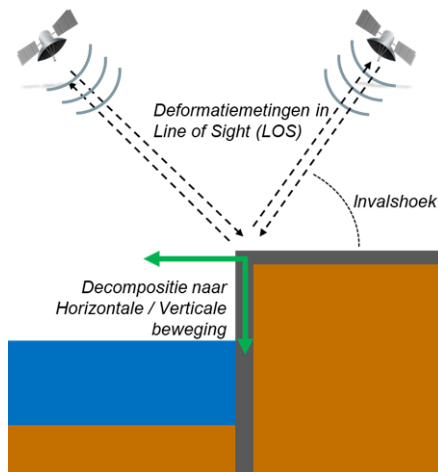
# De AmsterScan

- Afgeleide informatie zegt meer dan ruwe satellietdata ('puntenwolken')
  - Data-fusion met in-house ontwikkelde “conflation” technologie



# De AmsterScan

- Afgeleide informatie zegt meer dan ruwe satellietdata
  - Data-fusion met in-house ontwikkelde “conflation” technologie
  - Afstelling tijdens co-creatie traject





# Binnenstedelijke uitdagingen

- Zoals:
  - Smalle grachten
  - Bomen
  - Woonboten
  - Transport
  - Werkzaamheden
- 60% Dekkingsgraad:
  - 55% binnenstedelijk
  - 80% open water
- Validatie:
  - Goede overeenkomst
  - Interessante verschillen



# Analysis-ready

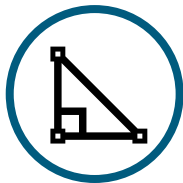
## Object-gericht

Beweging per brug of kademoot



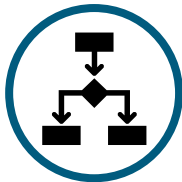
## Object-specifiek

Horizontale en verticale bewegingen



## Signaalgestuurd werken

Van data naar actie

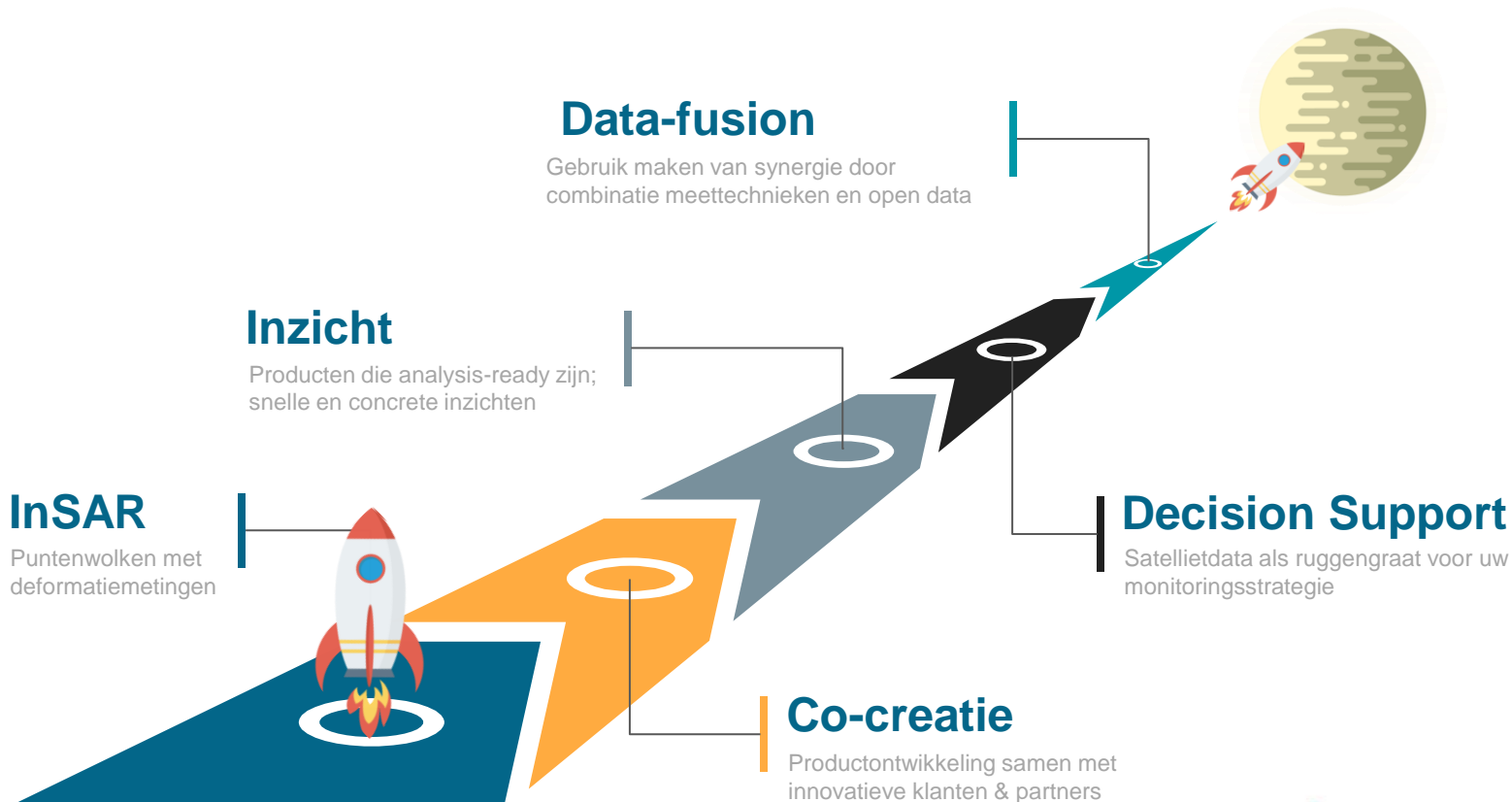


## Veranderingsdetecties

Reageren op nieuwe bewegingen



# Start your journey with Sensor today



## Monitoringstrategie: signaalgestuurd werken

- Grof naar fijn
- Inzet over gehele areaal
- Risicogestuurd werken met oog voor specifiek faalmechanisme
- Inzicht in waar een verhoogd risico is met grove technieken en daar inzoomen met nauwkeuriger technieken






## Toepassing Satellietdata

- Stap 1: signalen uit portaal verzamelen met overschrijding van signaalwaarde (>5 mm per jaar)
- Stap 2: Analyse van het signaal (constructietype en bouwjaar, betrouwbaarheid meting, etc.)
- Stap 3: in monitoring nemen met nauwkeuriger techniek (tachymetrie)
- Stap 4: validatie na 1 jaar meting of signaal uit satelliet correct was.

27 nieuwe kademuren in monitoring



## Vergelijking met tachymetrie

Eerste steekproef van 10 kademuren

Object code	Waarde uit satelliet (2017-2022)	Waarde tachymetrie (2019-2023)
BDG0302	-29 mm	-25-31 mm
BDG0401	-26mm -33mm	-26/27mm -23/25mm
BDG0501	-39mm -25mm	-24mm -18mm
BDG0502	-27mm	-10mm
LOK0304-01	-43mm -25mm	-33mm Geen data
LYG0401	-37mm	-2 tot -5mm
OEV1816	-25mm -25mm	-2 tot -10mm -2 tot -10mm
WKN0102	-35mm -26mm	
WKN0103-01	-35mm -35mm	-2 tot -7mm
SIG0603	-41mm	-28.5mm

## Geldersekade

- Sterke overeenkomst tussen tachymetrie en InSAR
- Momenteel vervangen





## Kromboomsloot





# Bilderdijkgracht





## Conclusie toepassing techniek

- Goed geschikt als eerste risico-inschatting areaalbreed
- Mogelijk ook toepassing voor kwalitatieve beoordeling kademuren
- Onderdeel van ontwikkeling naar voorspellend onderhoud
  - Koppeling databronnen

Vragen?