

# Sustainable management of contaminated sites

## Presentation 2.5 Phase 2 - Sensing the future

---

Boudewijn Fokke  
October 2021

# Non-destructive soil investigation methods

## Redefine soil investigation goals

- No unnecessary destructive investigation
- Investigation focussed on the contaminant of concern
- Sophisticated elaborate desktop study

## Remote sensing

- Drones
- Near-Infra-Red
- Laser spectrometers

## Applications

- Soil composition: Medusa
- Soil chemistry: XRF / mobile GC
- Soil stratigraphy: GPR

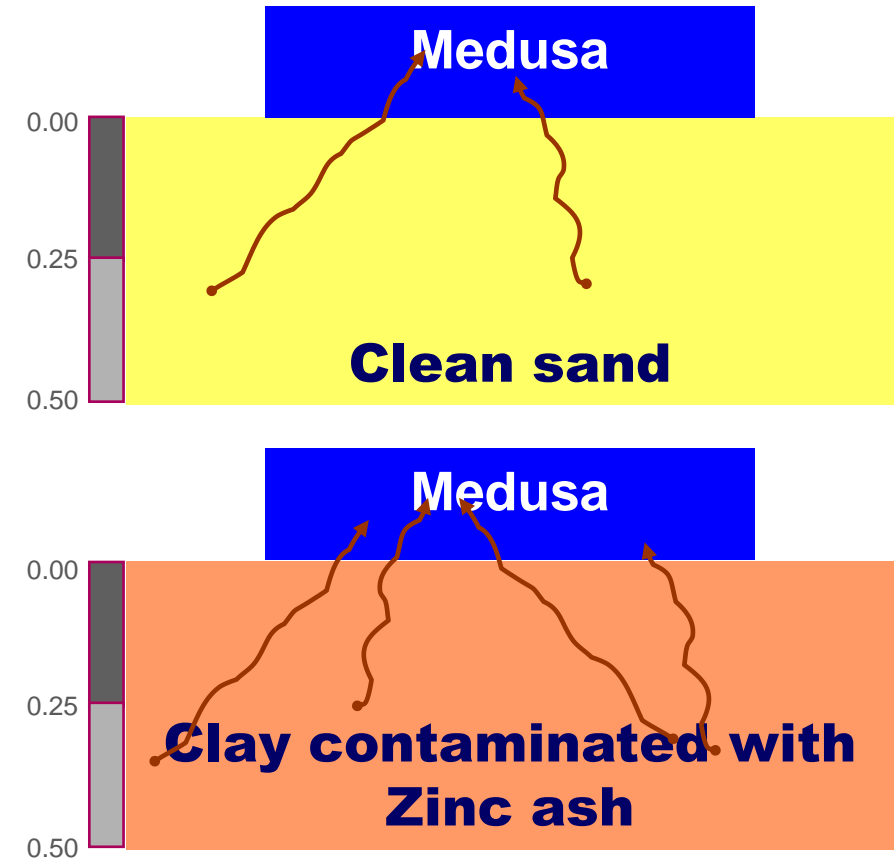
➔ **Inventory /mapping Techniques**



# Medusa technique

## Technique

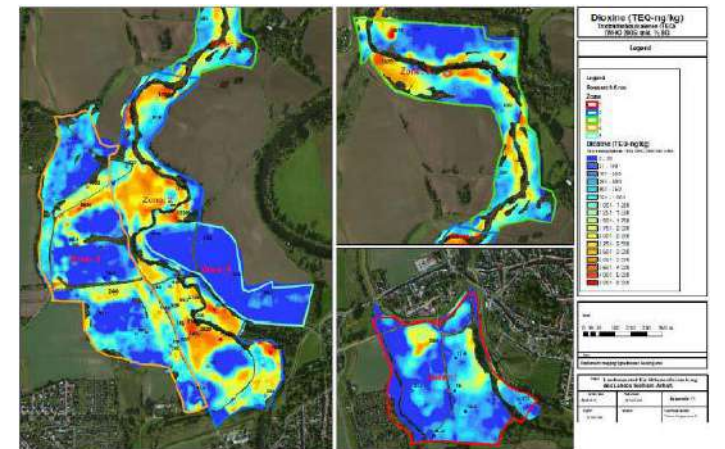
- **Measures**
  - ✓ Natural radioactivity or natural gamma rays from potassium (K), uranium (U) and thorium (Th)
- **Information**
  - ✓ Soil texture; sand or clay
  - ✓ Relation between soil texture and contamination
- **Specification**
  - ✓ Measures in bulk: appr. 0,5 m



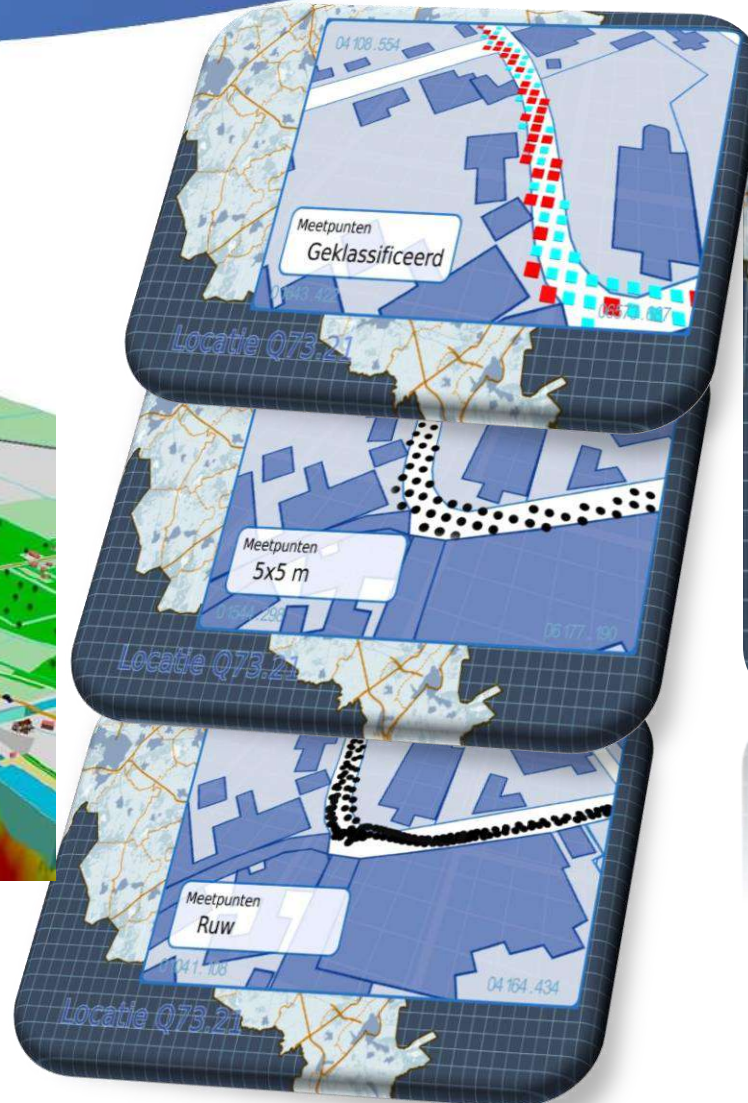
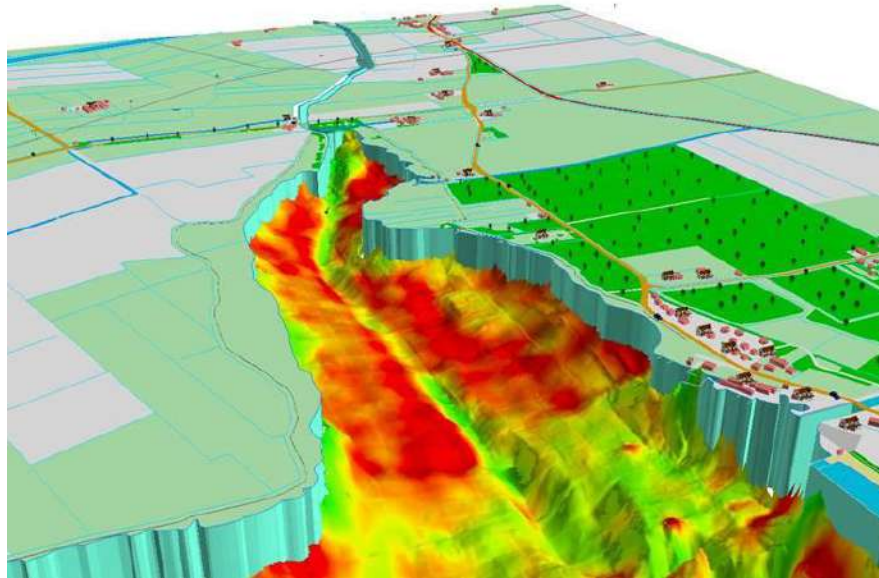
# Medusa technique

## Application

- Soil research using remote non-destructive sensing on:
  - ✓ Surface
  - ✓ Under water surface
- Data coupled with GPS gives exact position
- Followed by
  - ✓ SMART DESTRUCTIVE SAMPLING
    - Limited on representative sample strips
    - Correlate data/image to results of destructive sampling and sample analyses
- Desktop mapping

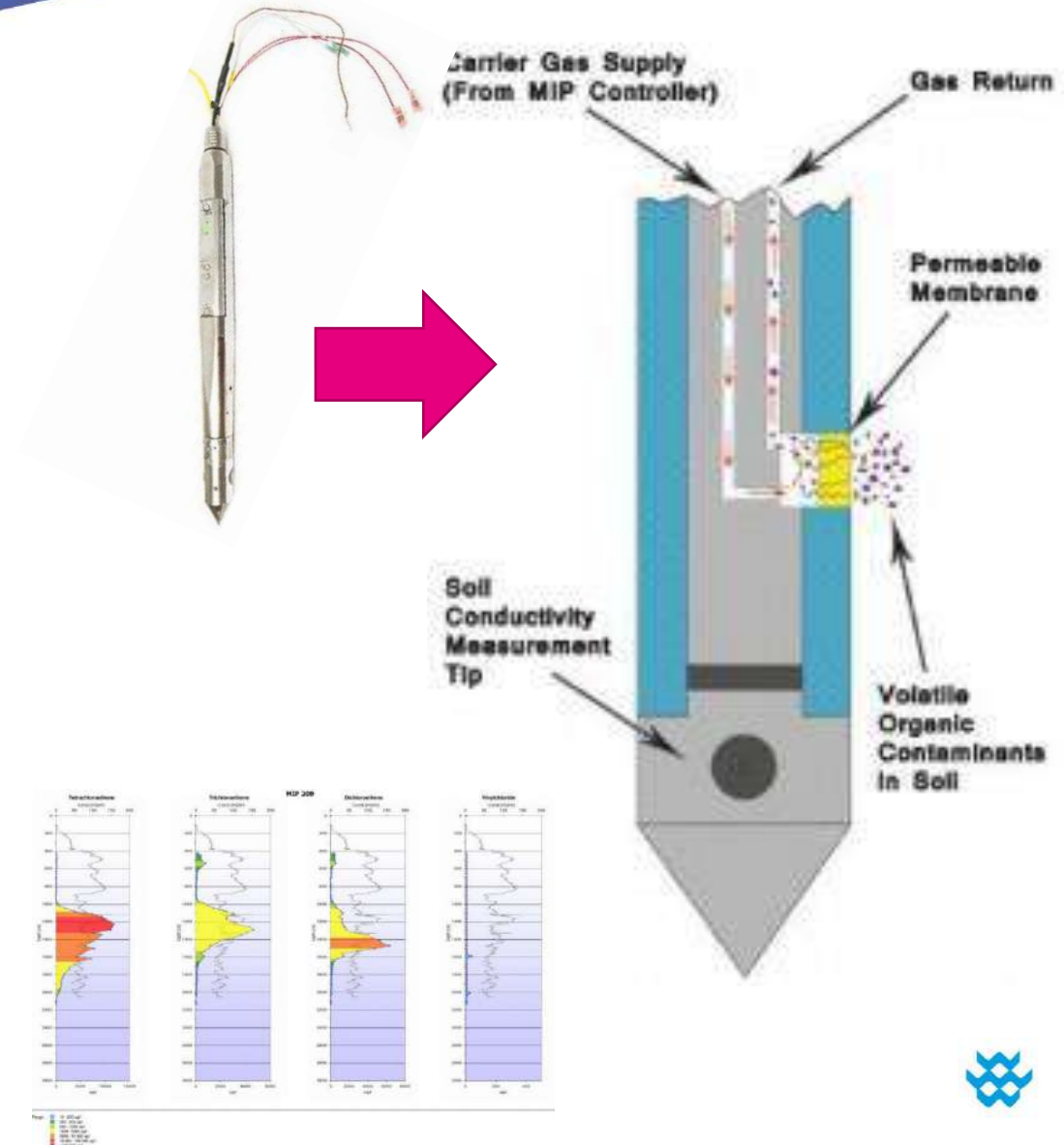
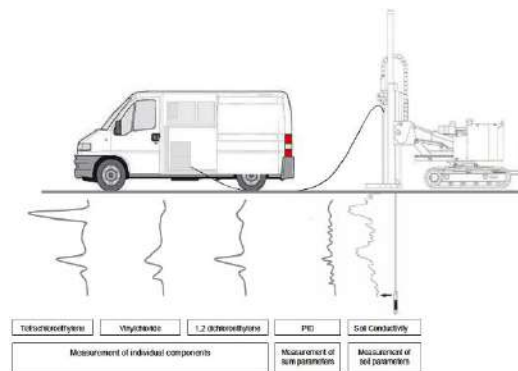


# Medusa technique



# Probing

- **Destructive soil gas sampling for off-site analyzes**
  - ✓ Dragger multi tests tubes
- **Destructive soil gas sampling for on-site analyzes**
  - ✓ Membrane Interface Probe – MIP & mobile GC-MS
  - ✓ Rapid Optical Screening Tool - ROST
- **Non-destructive sampling for on-site analyzes**
  - ✓ Areal photo interpretation
  - ✓ Ground radar



# Handheld XRF

## Information

### • Technique

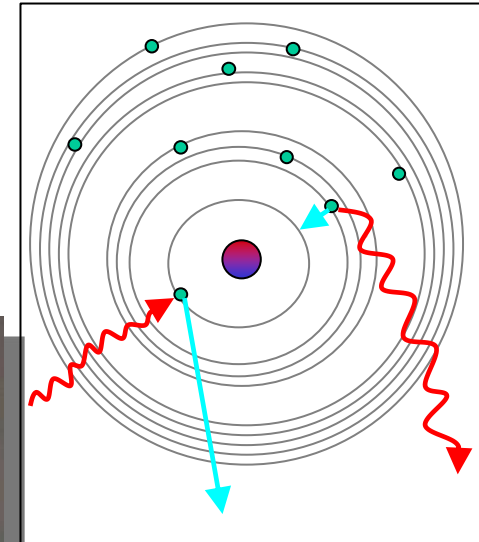
- ✓ Ionization of atoms with X-rays
- ✓ Material emits radiation, which is atom specific

### • Data

- ✓ Specific counts for a certain atom
- ✓ Concentration elements (error is large)

### • Specifications

- ✓ Measures in bulk appr. 6 mm
- ✓ 1 measurement takes 1 minute



# Handheld XRF

## Applications

- Measure contaminations with heavy metals
- Phosphate investigations
- Followed by
  - ✓ SMART DESTRUCTIVE SAMPLING
    - Limited on sample strips
    - Calibrate remote sensing image
  - ✓ Correlation remote sensing image and data from destructive sampling
- Desktop mapping
- **IMMEDIATIE ADAPTATIONS EX-SITU REMEDIATION**





# Ground Penetrating Radar

## Information

## Technique

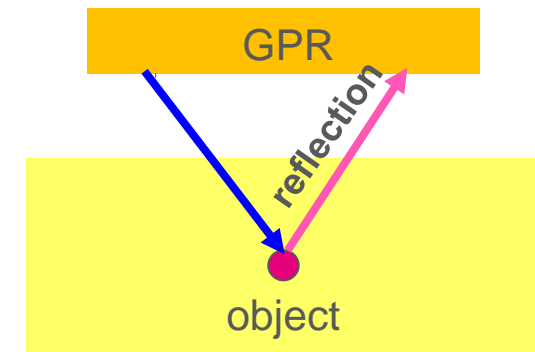
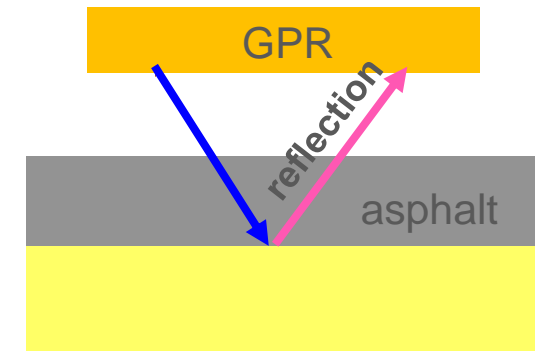
- Measures radio reflection

## Records

- Layer transitions

## Limitations

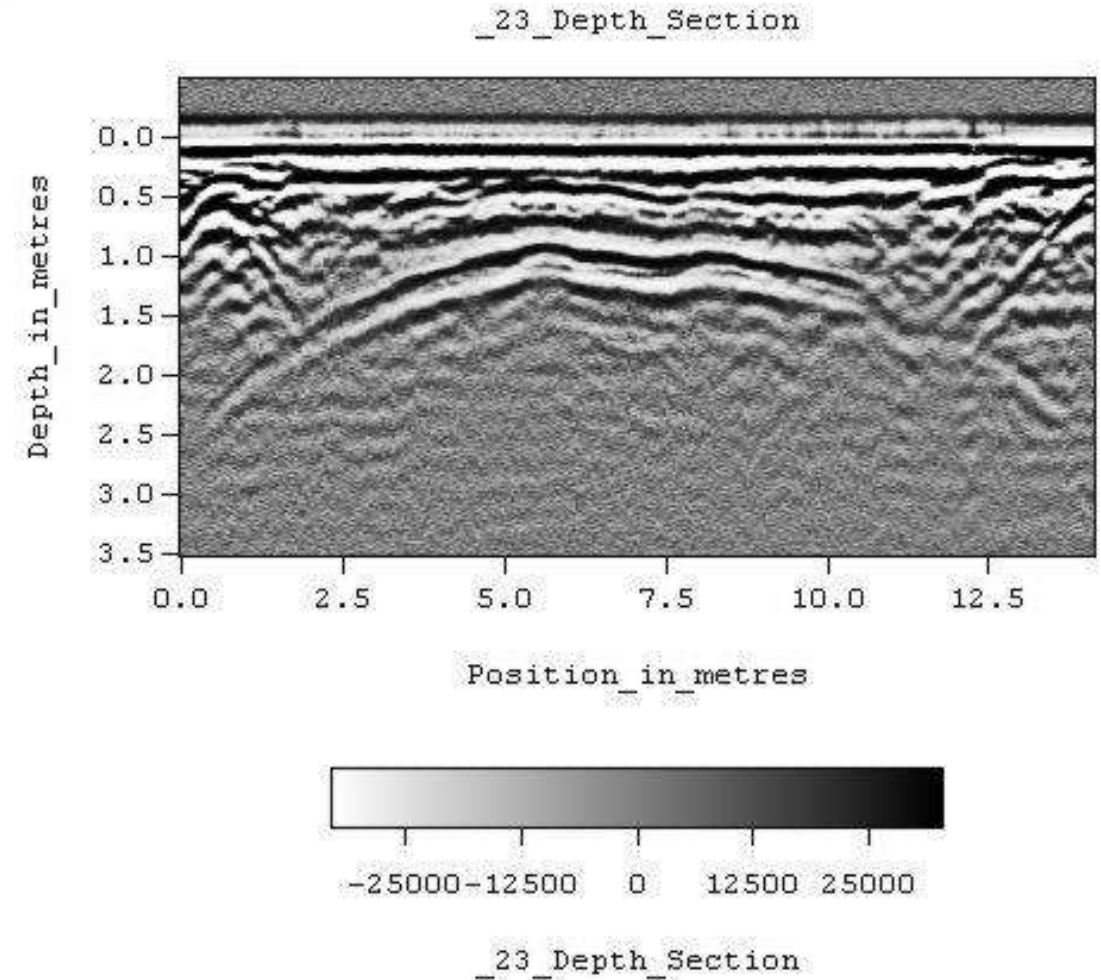
- Not for high-conductivity materials such as clay soils and salt



# Ground Penetrating Radar

## Application

- Finding objects
  - ✓ Archeology
  - ✓ Military (UXO's)
  - ✓ Underground infra
- Like seismology, except GPR uses electromagnetic instead of acoustic energy



# Innovations

## Development of new techniques

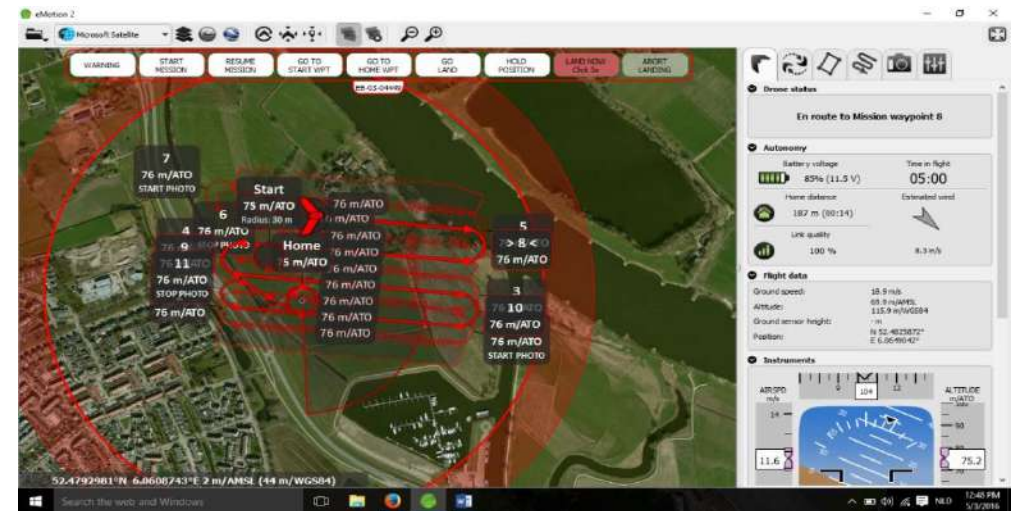
- Drones
- Laser and NIR Spectrometry
- Big data sensor

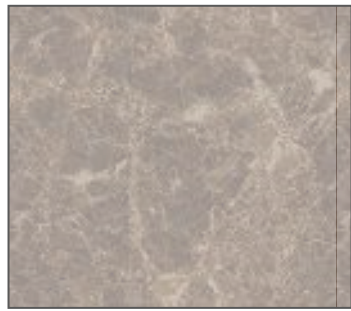


# 3D measurements

## Specification

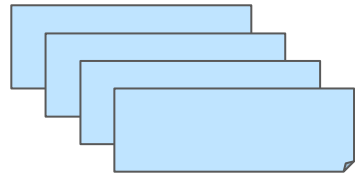
- Integrated in ArcGIS
- GPS system / Trimble
- Heat sensors
- LiDAR point cloud: Light detection and ranging
  - ✓ Operating at the 905 nm wavelength, sensitive detectors calculate the light's bounce back Time-of-Flight (TOF) to measure the object's distance and record the collected data as a reproducible three-dimensional point cloud.
- MicaSense rededge sensor (nutrients for agriculture)



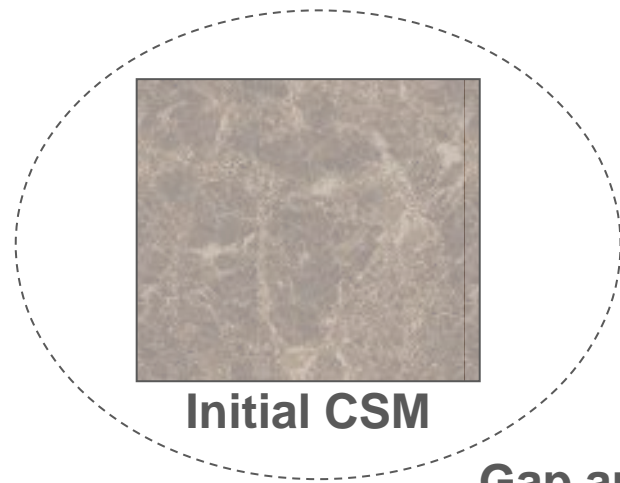
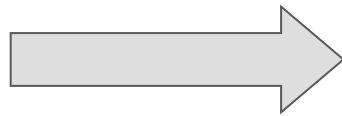


LANDSAT Image

+

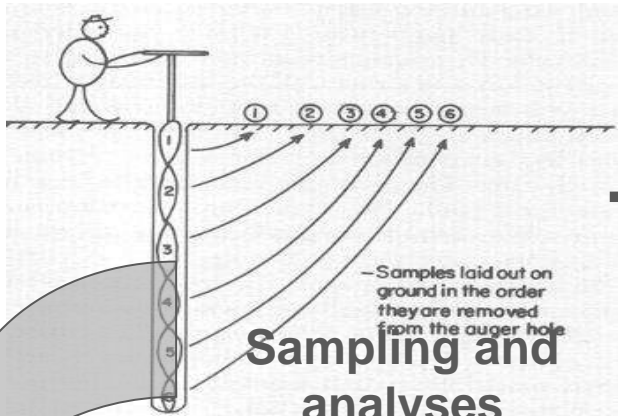


Available site information



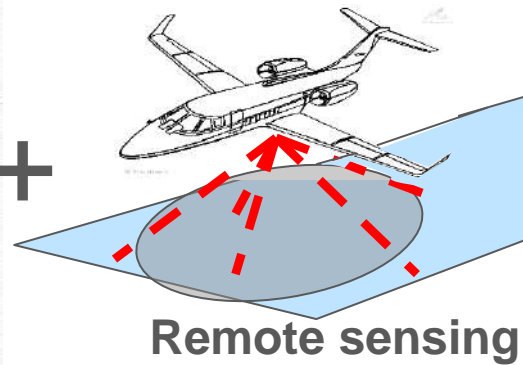
Initial CSM

Gap analyses

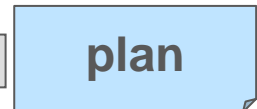


Sampling and analyses

+



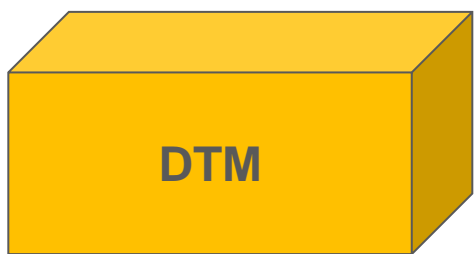
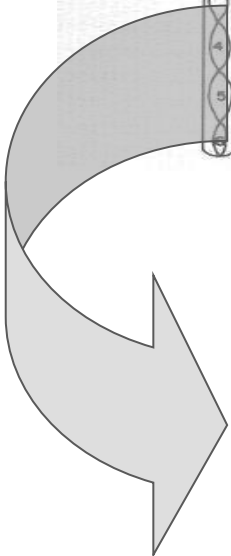
Remote sensing



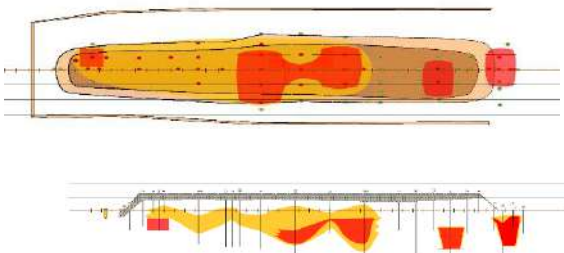
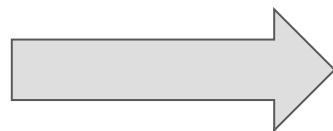
Sampling and analyses plan including site location map



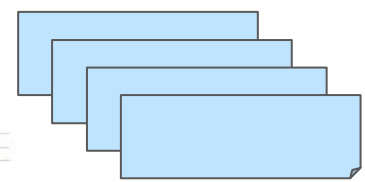
map

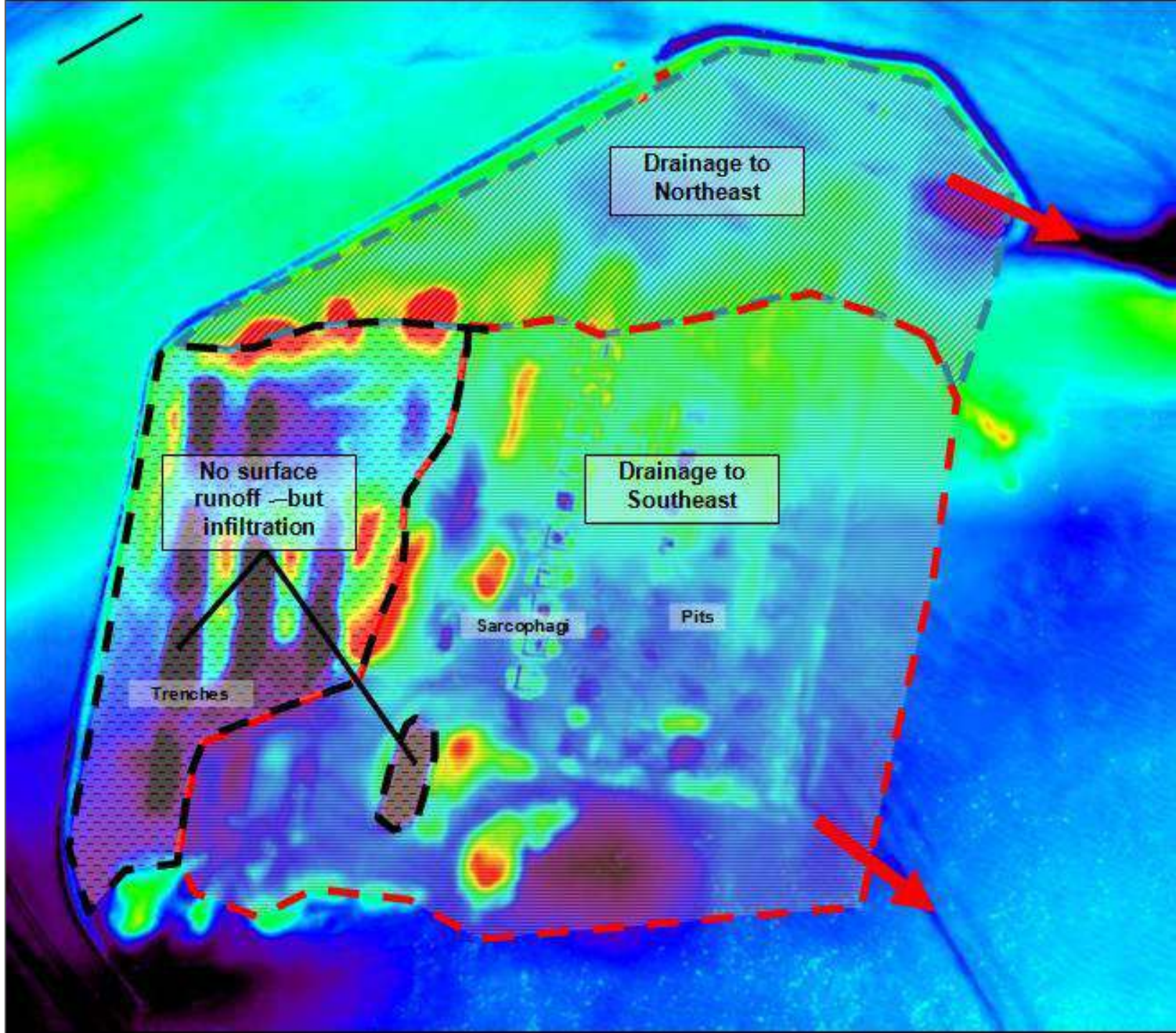


DTM



Complete CSM

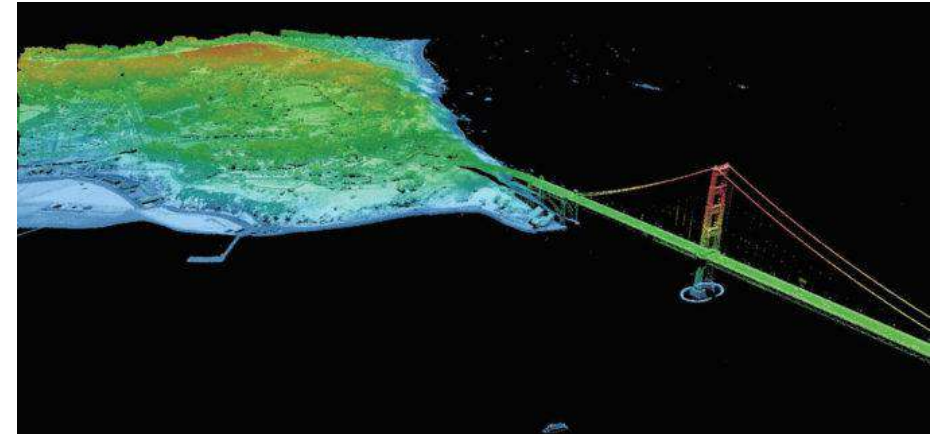




# 3D measurements

## Project Tango

- Old fashioned (779 m<sup>3</sup>)
- Drone (886,6 m<sup>3</sup> with an error of 11 m<sup>3</sup>)
- Measure with GPS and height only



Volume 1	
Terrain 3D Area:	503.08 m <sup>2</sup>
Cut Volume:	886.60 10.86 m <sup>3</sup>
Fill Volume:	-0.00 0.01 m <sup>3</sup>
Total Volume:	886.60 10.87 m <sup>3</sup>

Volume 2	
Terrain 3D Area:	294.33 m <sup>2</sup>
Cut Volume:	425.28 6.72 m <sup>3</sup>
Fill Volume:	0.00 0.00 m <sup>3</sup>
Total Volume:	425.28 6.72 m <sup>3</sup>



# (N)IR/VIS-UV/Laser spectrometry

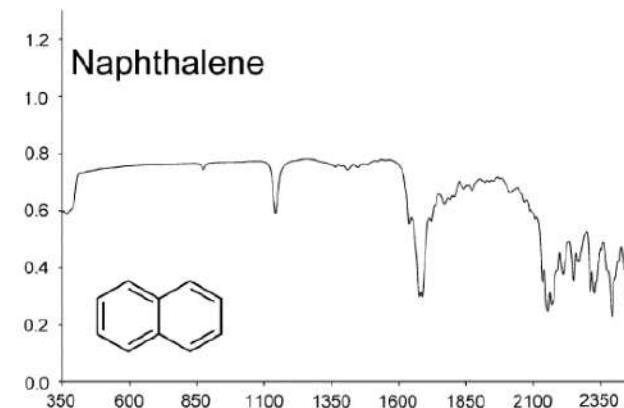
## Information

## Technique

- Reflection of spectrum emitted
- Detects unique fingerprints from materials and compares this with database
- Match with specified material

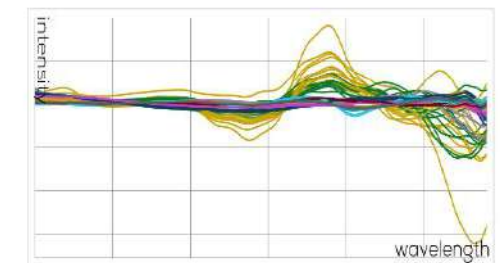
## Applications

- Hazardous waste identification such as
  - ✓ Obsolete pesticides warehouses
  - ✓ Hg



ADD & SCAN ITEMS

Spectral Fingerprint





# Example NIR: micro-PHZAIR analyser

## Asbestos parameters:

- Serpentine
  - ✓ Chrysotile
- Amphibole
  - ✓ Crocidolite
  - ✓ Amosite
  - ✓ Anthophyllite
  - ✓ Tremolite
  - ✓ Actinolite

## Advances:

- No safety issues
- Addition to visual observations



# Continue measurements with sensors

## Trend

- Sensors become cheaper
- Sensors become smaller
- Battery life longer
- Monitor measurements online/blue tooth



# Acceptation authorities

## Situation

- Authorities approve soil investigations
- Newest methods were not incorporated in (Dutch) legislation
- Engineering companies have to prove that these methods are accurate and can be used

## Besparing miljoenen bij waterbodemsanering De Vecht Meerwaarde röntgentechniek (XRF) bij waterbodemsanering

Het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en zijn uitvoerende dienst Watermet heeft de Adviescombinatie Vecht (ACV) de mogelijkheid geboden om onderzoek te doen naar de kansen en mogelijkheden van x-ray fluoresceentie (XRF) bij waterbodemsaneringen. Een XRF is een innovatief apparaat dat zware metalen in de waterbodem kan meten en nauwkeurig kan bepalen of er nog vervuiling in de afgegraven waterbodem is achtergebleven.

Door: Jasper Schmeits, Frank Otten, Alexander Obermeijer en Gerjan Goossens

### Over de auteurs:

Ir. J. Jasper Schmeits is adviseur innovatieve onderzoekstechnieken bij TALUM en Adviescombinatie Vecht (ACV).  
drs. F.P. Frank Otten is senior adviseur bodem bij Watermet.  
Ir. A.J. Alexander Obermeijer is projectleider bodem en water bij Provincie Utrecht.  
Ing. G.L.H.M. Gerjan Goossens is adviseur waterbodems en grondstromen bij Witteveen+Bos en Adviescombinatie Vecht (ACV).

In de jaren tachtig van de 20<sup>e</sup> eeuw bleek dat de waterkwaliteit in de Utrechtse Vecht zeer te wensen overliet. Door historische lozingen van afvalwater van onder andere de stad Utrecht, was het water troebel, stonk het en was de waterbodem verontreinigd. Het waterschap Amstel, Gooi en Vecht heeft toen in samenwerking met onder andere Rijkswaterstaat een integraal plan opgesteld om de waterkwaliteit in de Vecht te verbeteren. Dit Restauratieplan Vecht omvat de Vecht van de Grootte Zeesluis in Muiden tot de Weerdsloop in Utrecht.

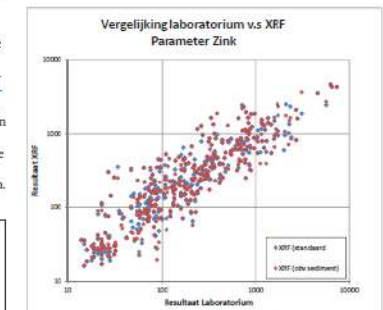
Om tot helder en biologisch gezond water te komen zijn meerdere maatregelen nodig (gewest). De eerste stap behelste een aantal fysieke ingrepen: het aanpakken van bestaande lozings (waaronder ook riooloverstorten), voorkomen van toenemende lintbebouwing op de oevers, kwetsbare oevers vrijmaken van woonschepen, verminderen van verstoring door recreatievaart en bevordering van de natuurwaarden door de aanleg van milieuvriendelijke oevers. De tweede stap omvatte een waterkwaliteitsonderzoek ten behoeve van het uitvoeren van maatregelen en het daadwerkelijk betingden van lozings. De derde stap is de sanering van de waterbodem.

Watermet en ACV hebben een forse kostenreductie gerealiseerd

Tot 2011 is een grootschalig onderzoek in de Vecht uitgevoerd met als doel om de aanwezigheid van verontreiniging in de waterbodem op te nemen in een Digitaal Terreinmodel. Uit de resultaten van de analyses uit meer dan 1.000 boringen kon op basis van de verkregen dataset worden geconcludeerd dat:

- de waterbodem sterk verontreinigd is met verschillende zware metalen, PAK en minerale olie;
- het metaal zink een goede trigger-parameter is voor de Vecht, omdat zink in vrijwel alle gevallen de maatgevende component is voor de verontreiniging;
- de overgang van verontreinigd naar schoon materiaal in de waterbodem een scherpe overgang is. Met name uit de resultaten van de XRF blijkt dat de overgang van verontreinigd naar schoon binnen enkele centimeters plaatsvindt.

Het baggerwerk gericht op de waterbodemsanering is begin 2011 gestart. De bagger wordt afgevoerd naar gecontroleerde stortplaatsen elders in het land. Welke delen worden afgegraven



FIGUUR 1: VERGELIJKING LABORATORIUM V.S. XRF PARAMETER ZINK.

# Questions?

# Contact

---

