

# ZoARG Symposium 2025

Monitorings- en detectietechnologie: Gebruik, proces, en verwachtingen



Dr. ir. Ramon ter Huurne  
University of Twente

**UNIVERSITY OF TWENTE.**

# Navigeren in de Ondergrond

Waar kan je graven?

# Navigeren in de Ondergrond

ter Huurne, R. B. A. (2024). *Navigating the Underground: Exploring and supporting ground penetrating radar-enhanced utility surveying*. [PhD Thesis - Research UT, graduation UT, University of Twente]. University of Twente. <https://doi.org/10.3990/1.9789036561952>



Photo: Ramon ter Huurne



49,913 graafschades in 2024



1:18 kans op schade



60% door onvoldoende lokaliseren



€57,6 miljoen directe herstelkosten



Photo: Arjan te Bogt



Photo: Persbureau SK-Media

# Vandaag



Inzicht in opsporen:

Len Meeuwissen



Monitorings- en detectietechnologie:

Ramon ter Huurne



# Inzicht in opsporen

Len Meeuwissen

June 25, 2025

UNIVERSITY OF TWENTE.



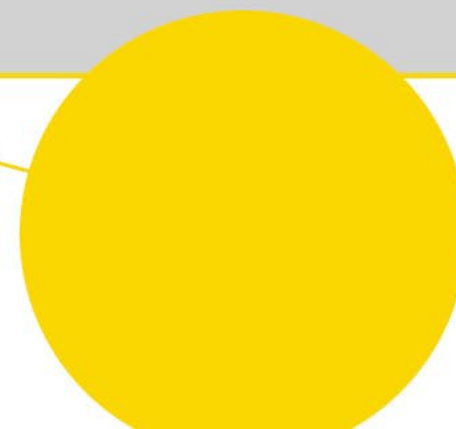
**zoarg**  
graafschade reductie

# Inzicht in Opsporen

- *“Het dichtmaken van de kloof tussen uitvragende partijen (opdrachtgevers) en aanbiedende marktpartijen. Hierbij is het van belang om een opdrachtgever zoveel mogelijk “handvaten” mee te geven zodat deze een gedegen uitvraag kan formuleren. ”*
- *“Hierbij is het uiteraard wel belangrijke dat de marktpartij uiteindelijk met zijn of haar expertise de juiste onderzoeksmethode bepaald en aanbiedt ”*



# Kernteam Project



# Inzicht in Opsporen



David Elbers  
ProRail



Marco Scheffers  
Gemeente Amsterdam



Eddy Motter  
Gemeente Roermond



Bernice Overbeek  
Siers Groep



Len Meuwissen  
Euroradar



Patrick Alsemgeest  
Heijmans



Martijn Eelings  
Antea Group



Rob van Son  
TerraCarta



Walter Apotheker  
Euroradar



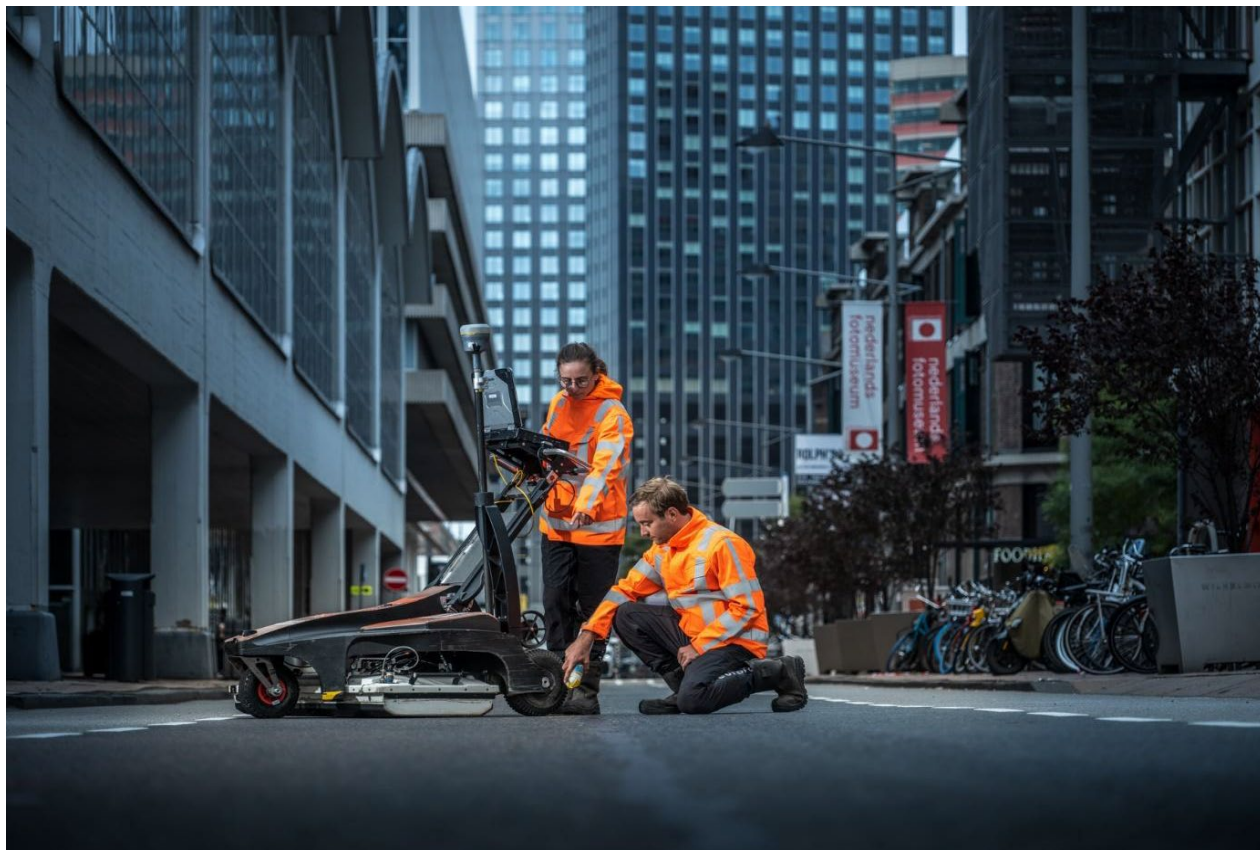
# Lokalisatie & Detectiemethoden



# Fysieke Proefsleuven



# Grondradaronderzoek



# Aanlansen



slide 13  
Donderdag 17 juni 2025



# Magnetometrie



# Radiodetectie



# Gyroscoopie

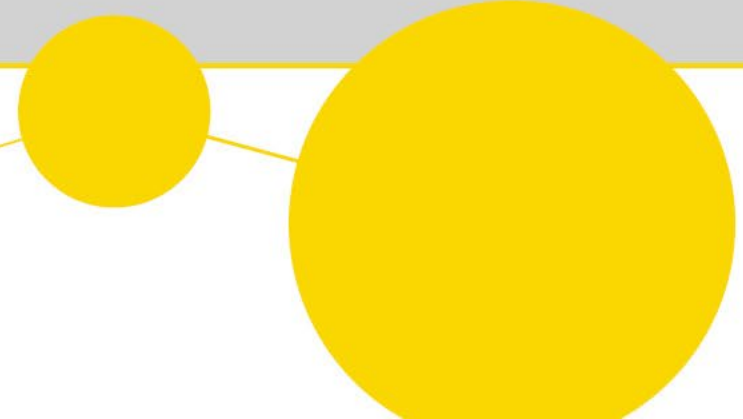


slide 16  
Donderdag 17 juni 2025





# Resultaten & Conclusies



# Onderzoekbehoefte

- *Lokalisatie van een specifieke kabel of leiding – objectbepaling*
- *Graafschade preventie*
- *Ruimtebepaling in de ontwerpfase*
- *Inventarisatie oriëntatie fase*

Of een  
combinatie  
daarvan!



# Hoe verder?

Gebruik

Proces

Verwachtingen







# Monitorings- en detectietechnologie

Dr. ir. Ramon ter Huurne

June 25, 2025

UNIVERSITY OF TWENTE.



**zoarg**  
graafschade reductie

# Inzet van technologie

## Monitoringstechnologie

- Een technologie die bekende locaties van ondergrondse infra en bijgehouden graafposities integreert om incidenten te voorkomen.

## Detectietechnologie

- Een technologie die ondergrondse infra kan detecteren zonder gebruik van voorafgaande informatie (zoals KLIC-kaarten).

# Monitoring en detectie: Buisleidingen

Category	Sub-category	Technology
Detection	Local pull detection	Passive and inductive electromagnetic detectors
		Ground Penetrating Radar
		Ground-based acoustic system
		Magnetometer
	Permanent local push detection	Radio-frequency identification (RFID)
	Temporary local push detection	Conductive electromagnetic detectors
		Pipe-based acoustic system
	Monitoring	Non-local surveillance systems
Satellite image processing		
Closed-circuit television (CCTV)		
Fibre optic cable		
Integrated local non-local systems		Geo-fencing

FFCRC (2021). Pipeline Intrusion Avoidance Solutions: Final Report

# Detectie: Pull-technologie

*“Pull technologies transmit signals into the ground actively and interpret ground properties based on reflected signals. These systems do not require any upfront installation of a signal emitter or tag into the ground. The technology creates awareness about the pipeline location, but requires active searching (what is referred to as ‘pulling information by the user’)”*

FFCRC (2021). Pipeline Intrusion Avoidance Solutions: Final Report

# Detectie: Pull-technologie



# Detectie: EML

Elektromagnetische methoden meten een secundair elektrisch of magnetisch veld in de ondergrond, dat wordt opgewekt door een primaire (natuurlijk of kunstmatig) elektrisch stroom.



# Detectie: EML

## Werkingsprincipe:

Maakt gebruik van inductie (actief) of magnetische gradiënt (passief).

**Frequentiebereik:** 50 - 480 kHz.

**Detecteert:** Ferro materialen

**Diepte:** < 2 meter.

**Beperkingen:** Natte bodem, klei, zout.

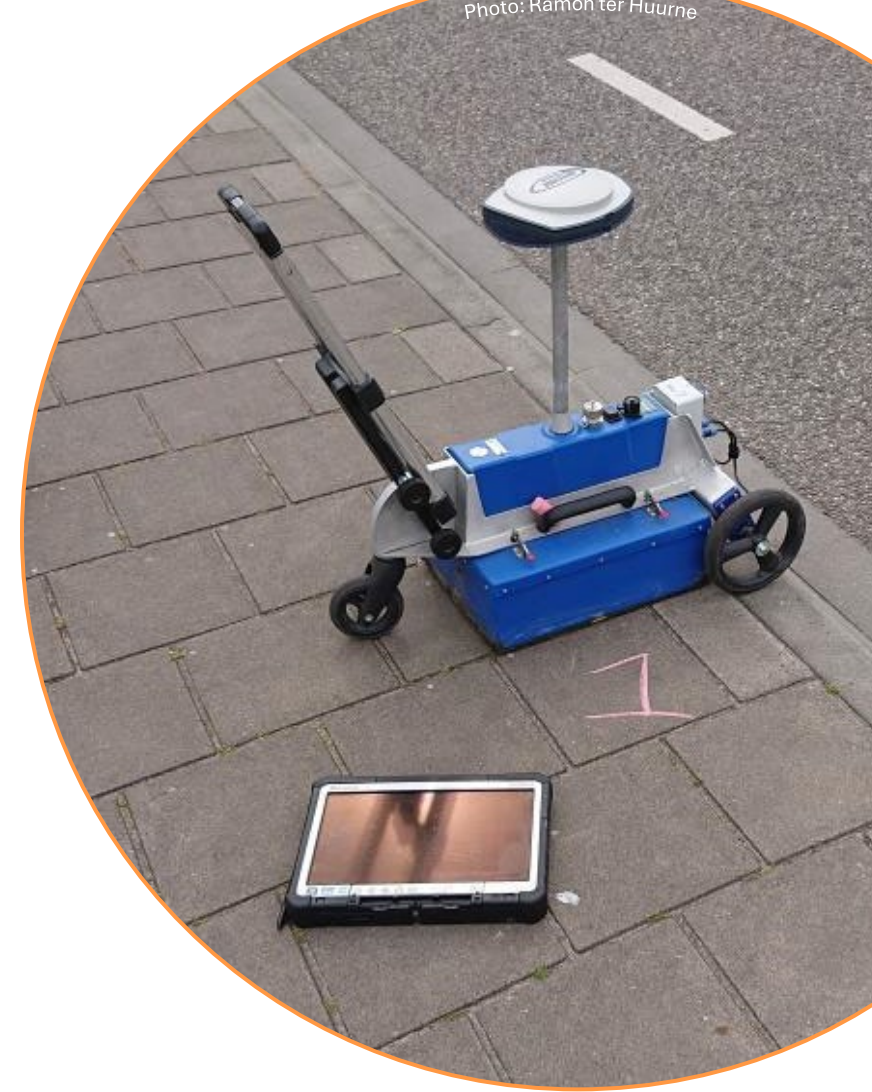
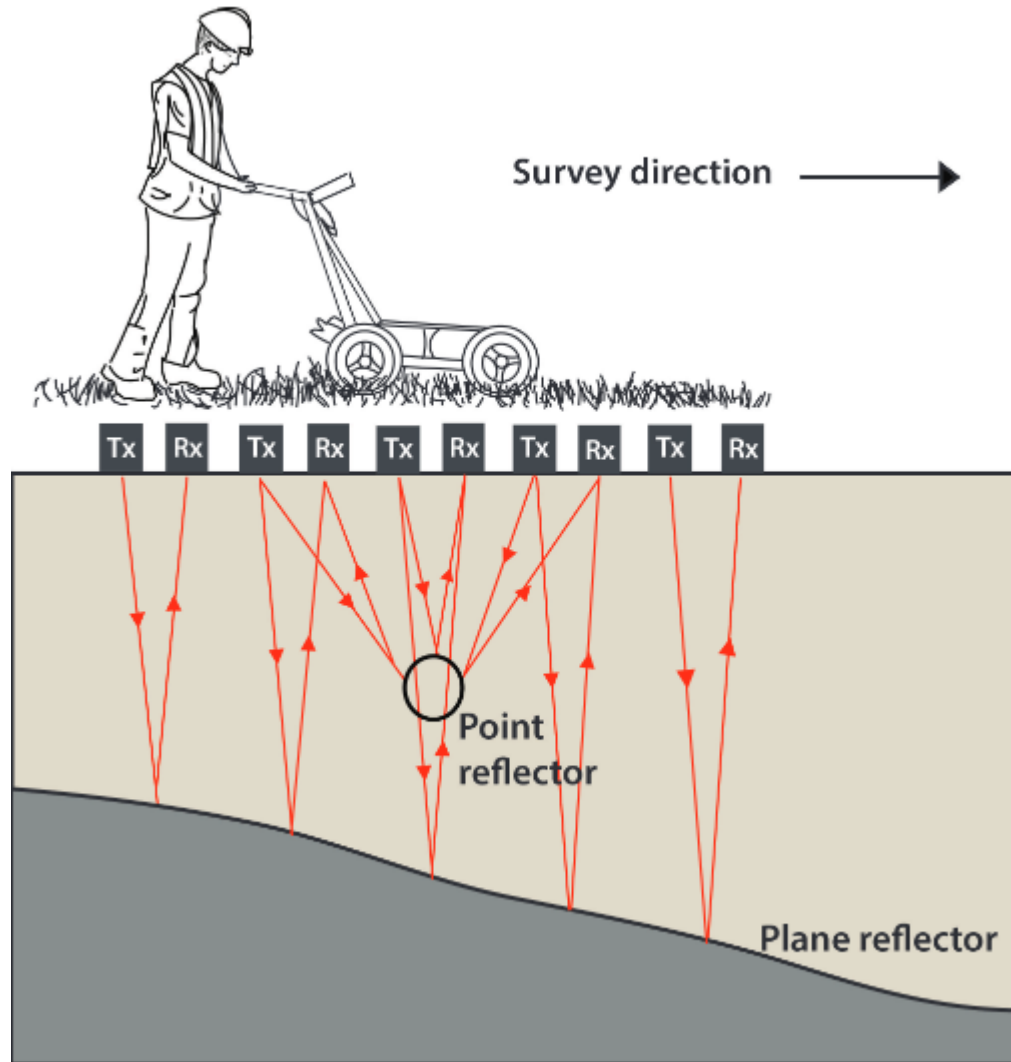


# Detectie: Grondradar

Grondradar werkt door een korte elektromagnetische puls in de ondergrond te zenden en vervolgens de gereflecteerde energie te registreren.



# Detectie: Grondradar



# Detectie: Grondradar

## Werkingsprincipe:

Diëlektrisch contrast en geleidbaarheid van bodem/vocht.

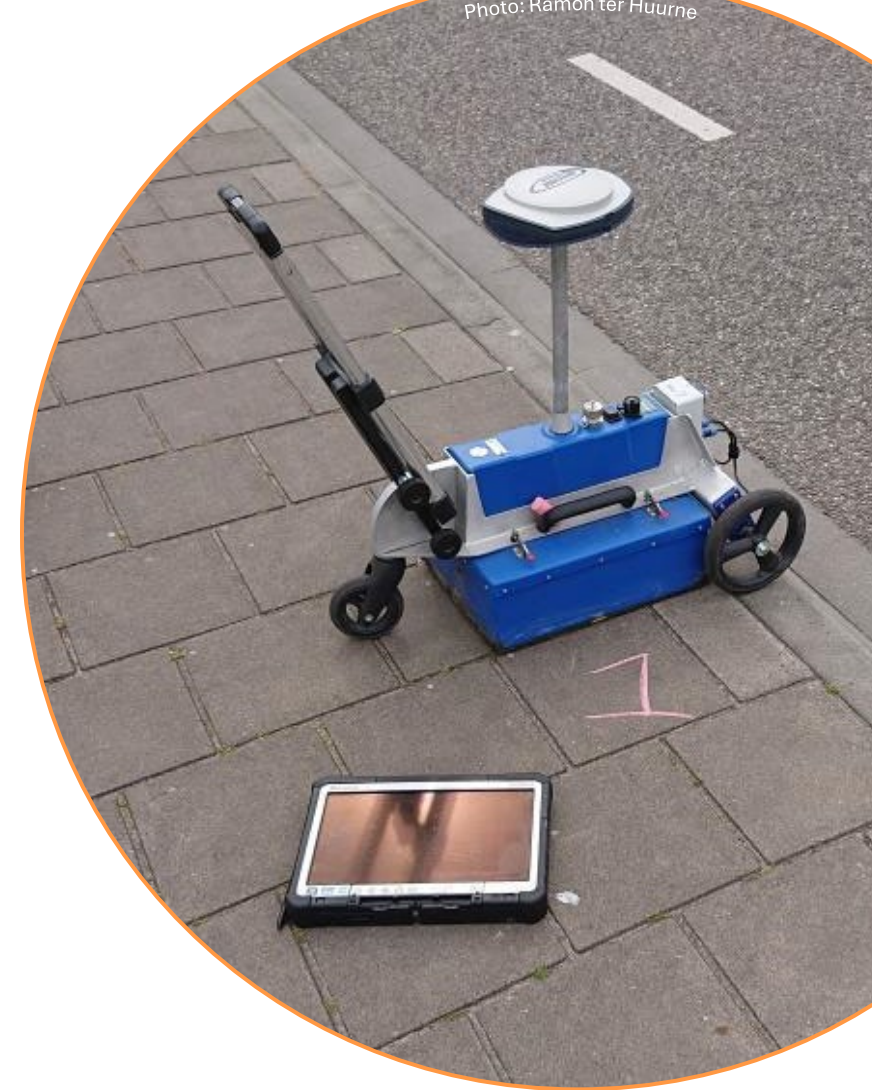
## Frequentiebereik:

Zeer/Ultra hoge frequentie (VHF/UHF) 50MHz - 4GHz.

**Detecteert:** Non-ferro en ferro materialen.

**Diepte:** Tot 4 meter (afweging in resolutie).

**Beperkingen:** Geleidende bodem (klei, nat).



# Detectie: Push-technologie

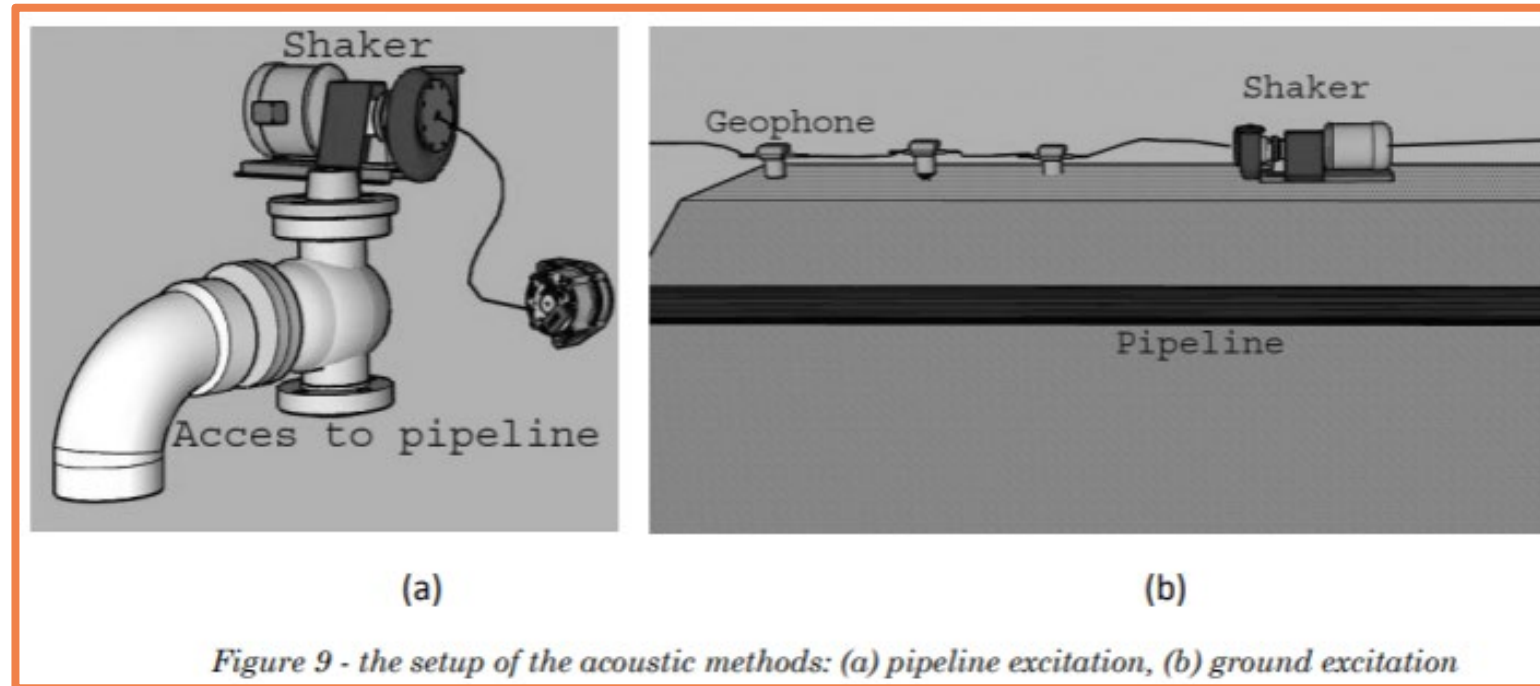
*“Push technologies are those technologies that use buried systems in the ground to make pipelines more visible.”*

*“Permanent push systems are placed in proximity to the pipelines, to make them more detectable.”*

*“Temporary push technologies create active signals through existing pipeline infrastructure to make them more detectable by receivers from the ground and are removed again after a survey campaign.”*

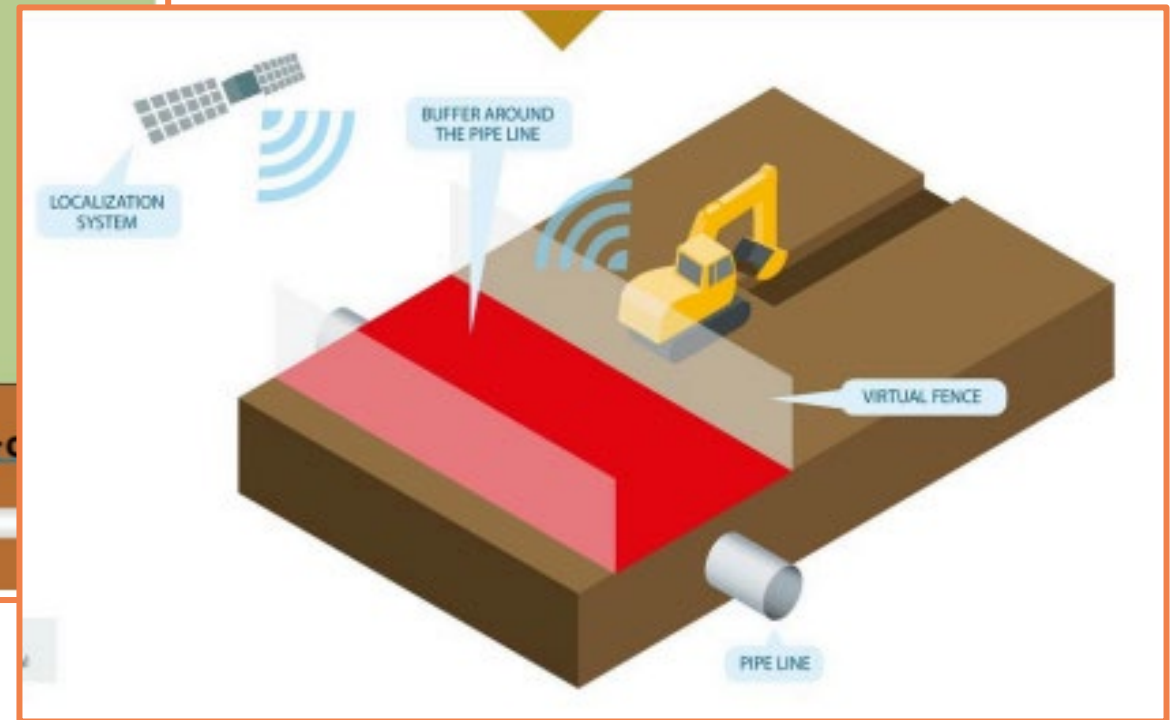
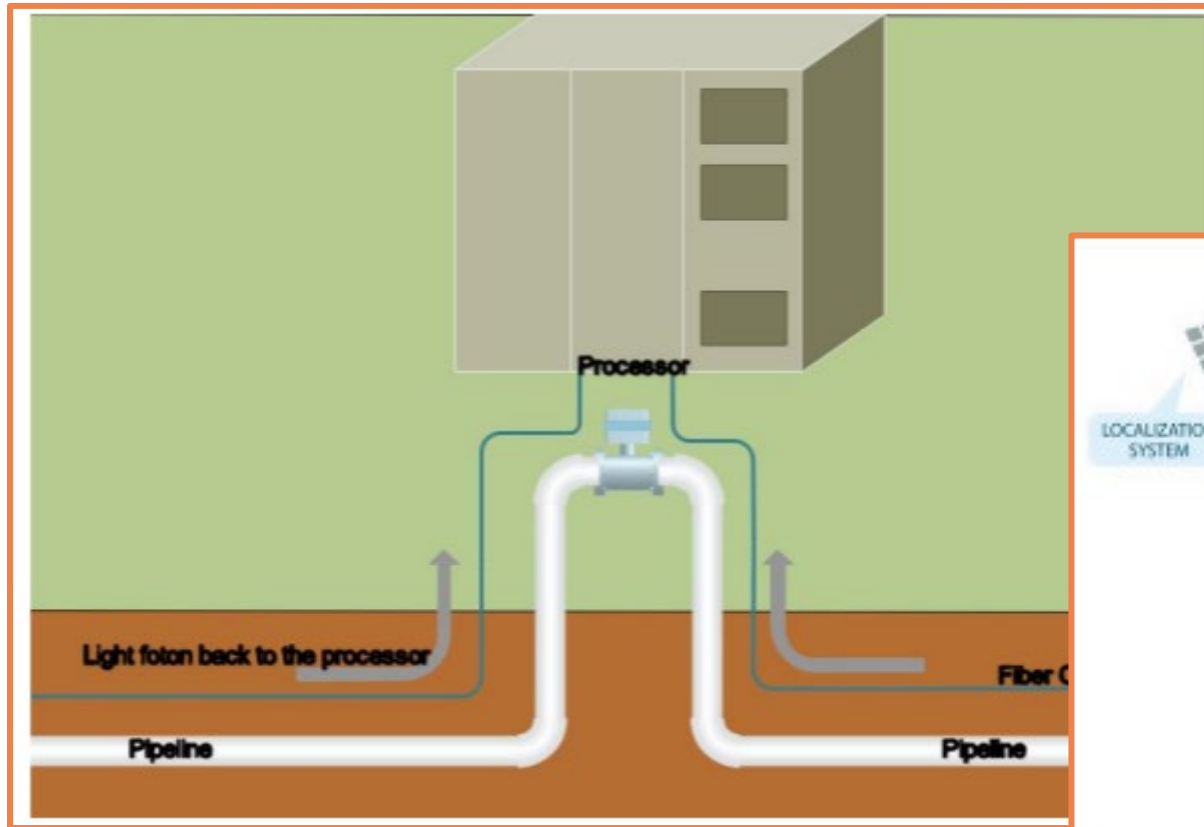
FFCRC (2021). Pipeline Intrusion Avoidance Solutions: Final Report

# Detectie: Push-technologie



Asadollahi (2019). Review of Detection and Monitoring Systems for Buried High Pressure Pipelines

# Monitoring

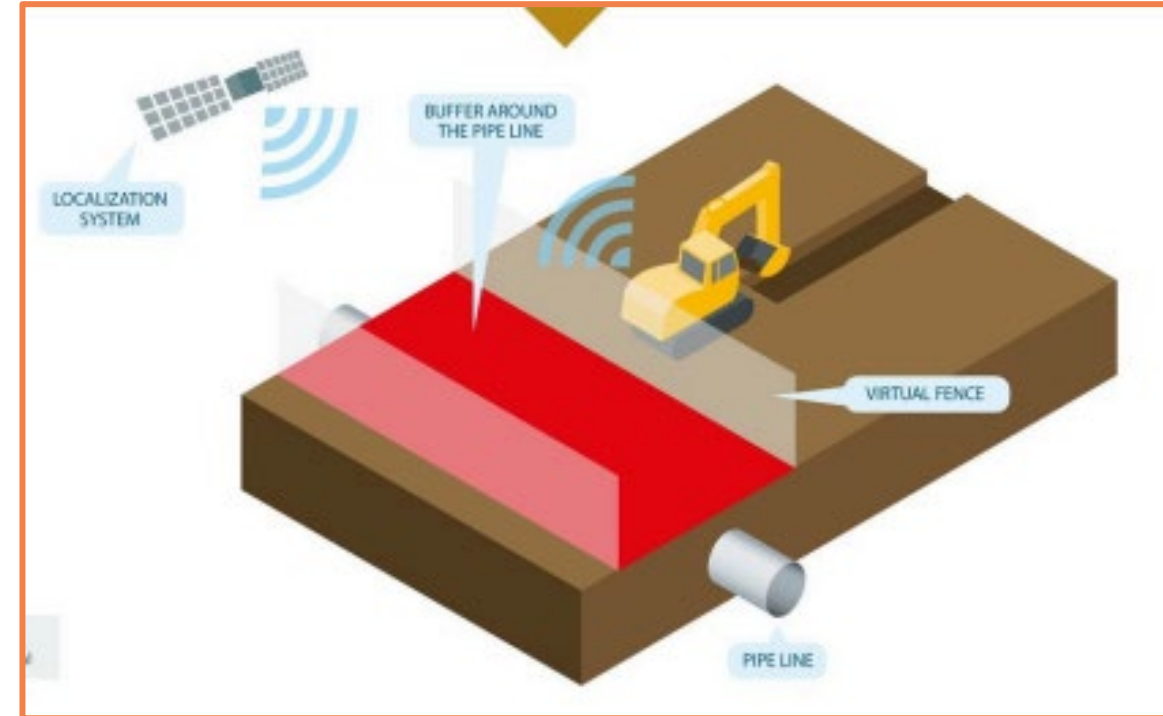


Asadollahi (2019). Review of Detection and Monitoring Systems for Buried High Pressure Pipelines

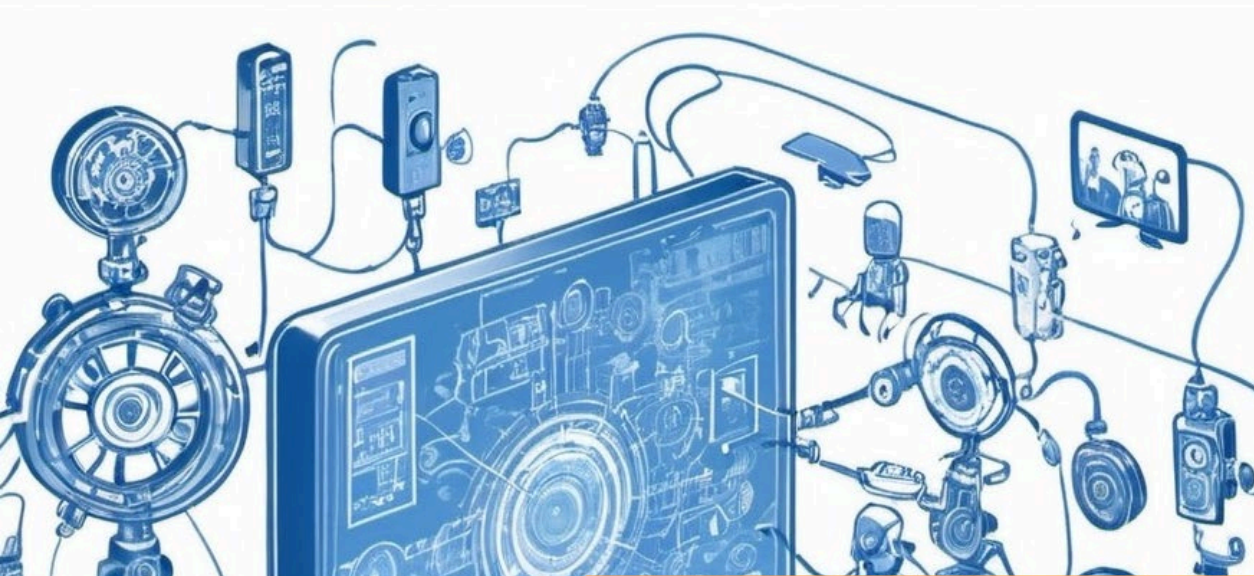
# Monitoring: Geofencing

Een **virtuele** omheining die is gedefinieerd rondom een specifiek object.

Wanneer graafmaterieel het **risicogebied** betreedt, genereert het veiligheidssysteem een alarm.



Asadollahi (2019). Developing a Geo-fencing based Safety System for High-pressure pipelines

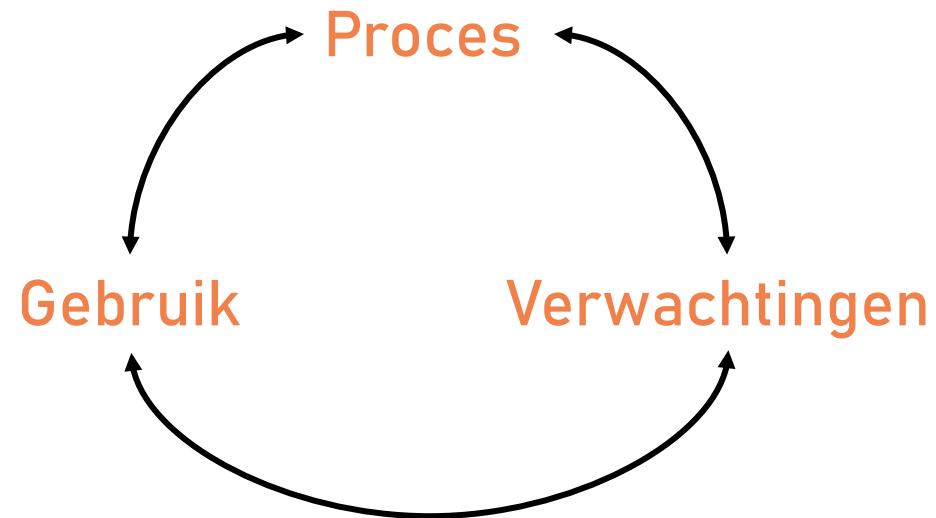


# Waar, wanneer, en hoe?



# Technology-in-Practice

Technologie is naast een *vaststaand object* (zoals een machine of een tool), een *dynamisch fenomeen* waarvan gebruik en betekenis ontstaan door de interactie met gebruikers in hun dagelijkse praktijk.



# A lemon buy



# Ambiguïteit

I have the lowest price and can map your utilities precisely

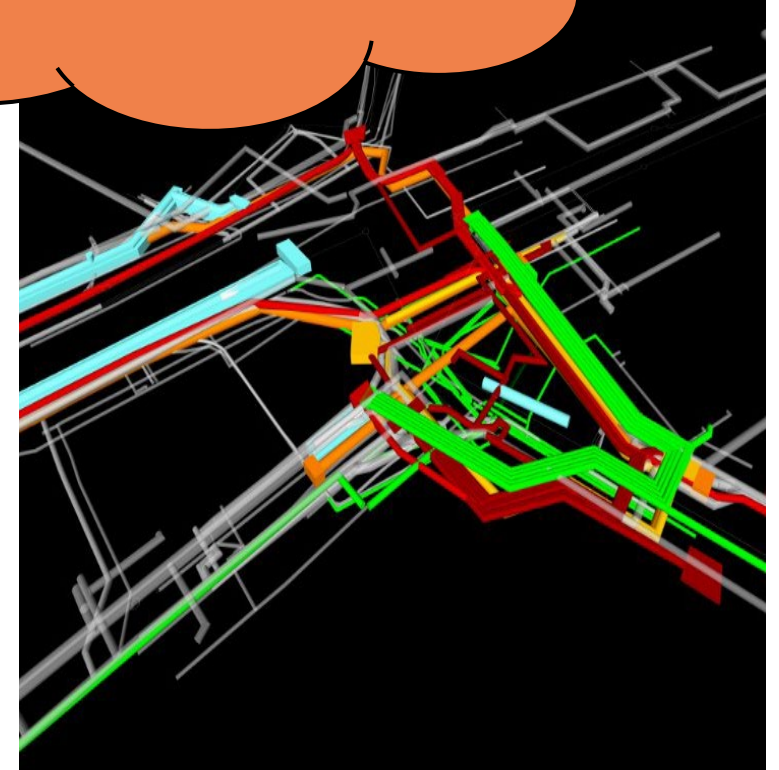
I expect that he maps all utilities, xyz, 100% accurate, stored in 3D

I'll spend 2 hrs onsite with my EML and mark this on the street



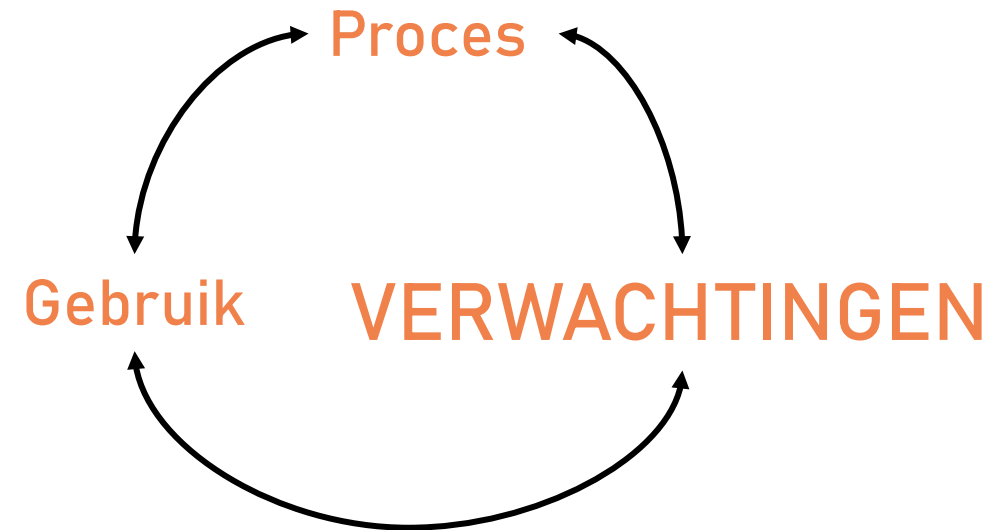
Contractor

Client



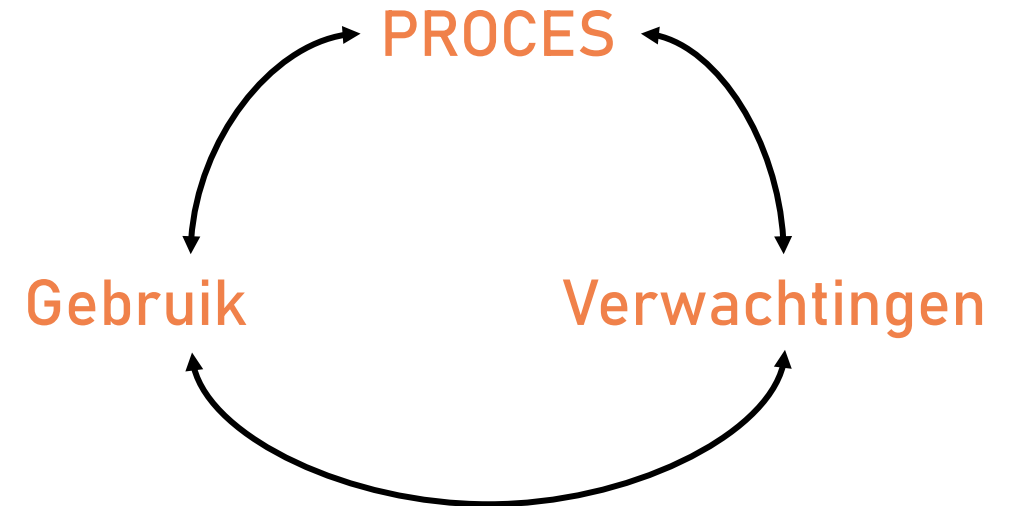
# Hoe voorkomen we een 'lemon buy'?

- Een kader voor 'vraag en aanbod'
- Vergroten van klantkennis
- Faciliteren van een 'gelijk' speelveld
- Minimale kwaliteitsniveaus



# Hoe voorkomen we een 'lemon buy'?

Standardisering



# Standaarden: wereldwijd

Standaarden voor kabels- en leidingendetectie bestaan sinds 2002

United States:	ASCE38-2
United Kingdom:	PAS128:2014
Canada:	CSA S250-11
Malaysia:	Standard Guideline for Underground Utility Mapping
Australia:	AS 5488-2013
Netherlands:	Not available

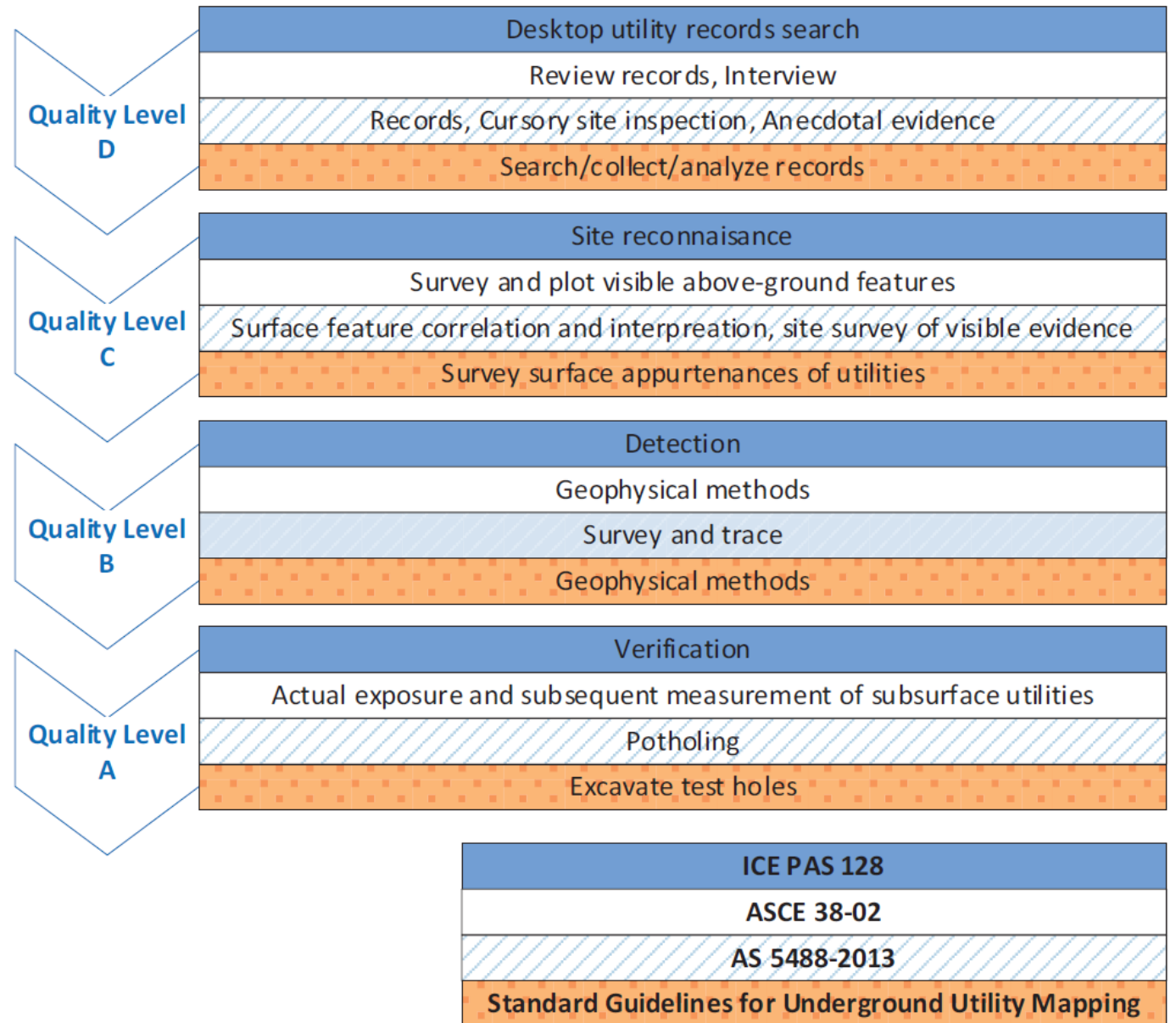


# Standaarden: doelen

- Duiden gebruikte methode
- Consistentie in dataverzameling
- Classificatie resultaten en betrouwbaarheid
- Gestandaardiseerde formats van oplevering

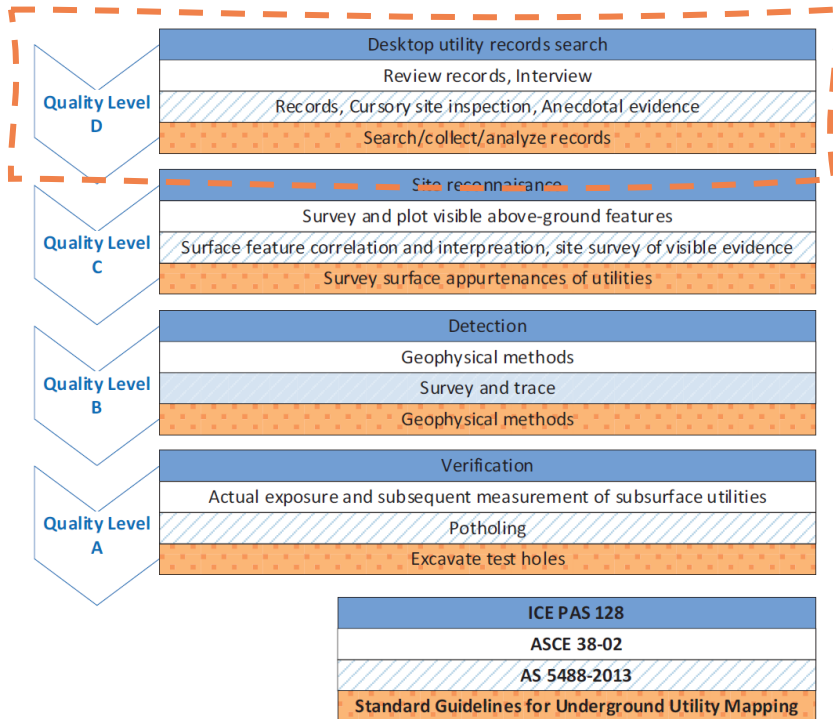


# Hierarchisch proces

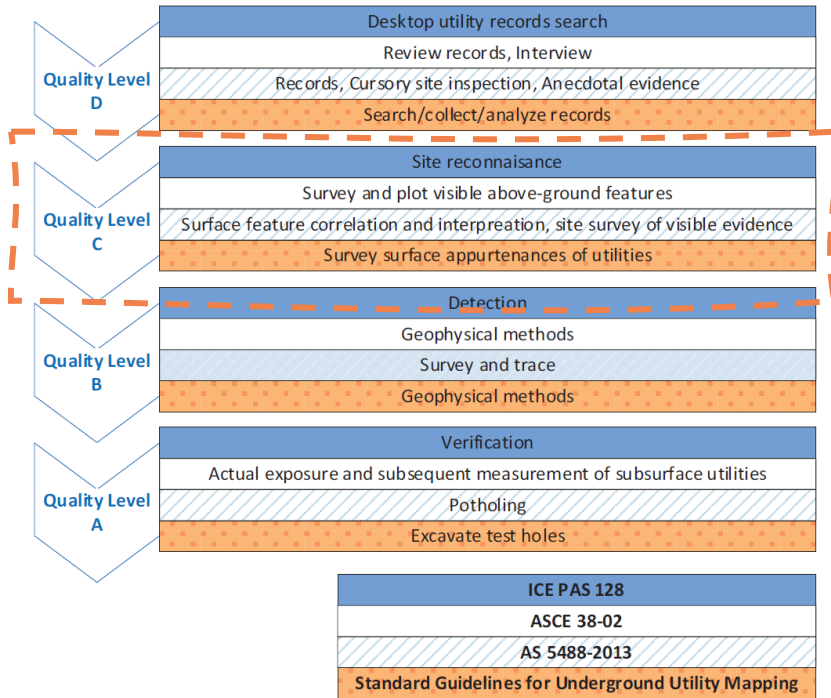


Ter Huurne, R.B.A., Olde Scholtenhuis, L.L., and Dorée, A.G. (2020). Mutual Learning: A Comparison between the Dutch and International Utility Surveying Practices. In: J.F. and M. Poppe (Eds.), Pipelines 2020: Utility Engineering, Surveying, and Multidisciplinary Topics. ASCE, San Antonio, Texas, USA, 372-380.

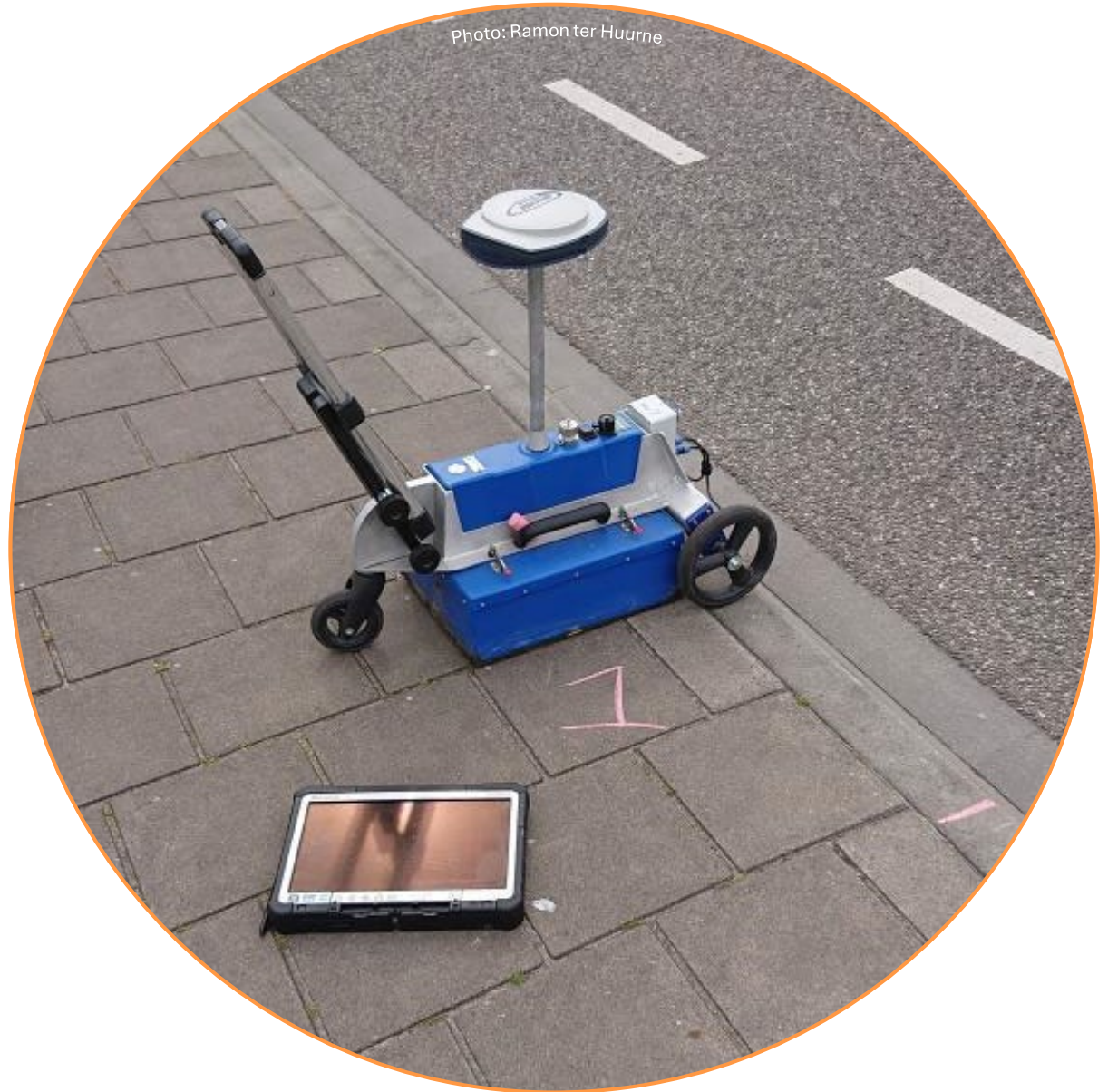
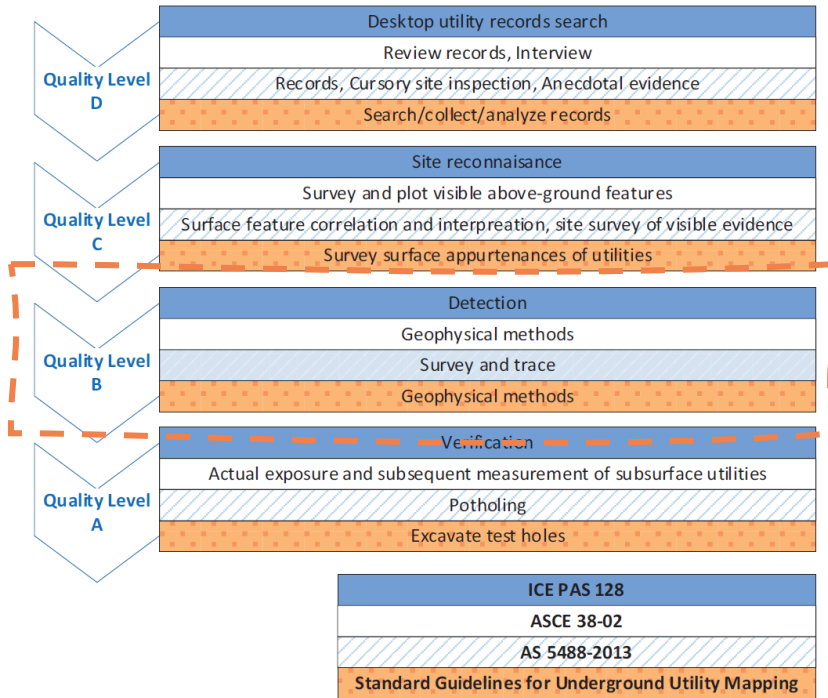
# QL-D



# QL-C



# QL-B



# QL-A

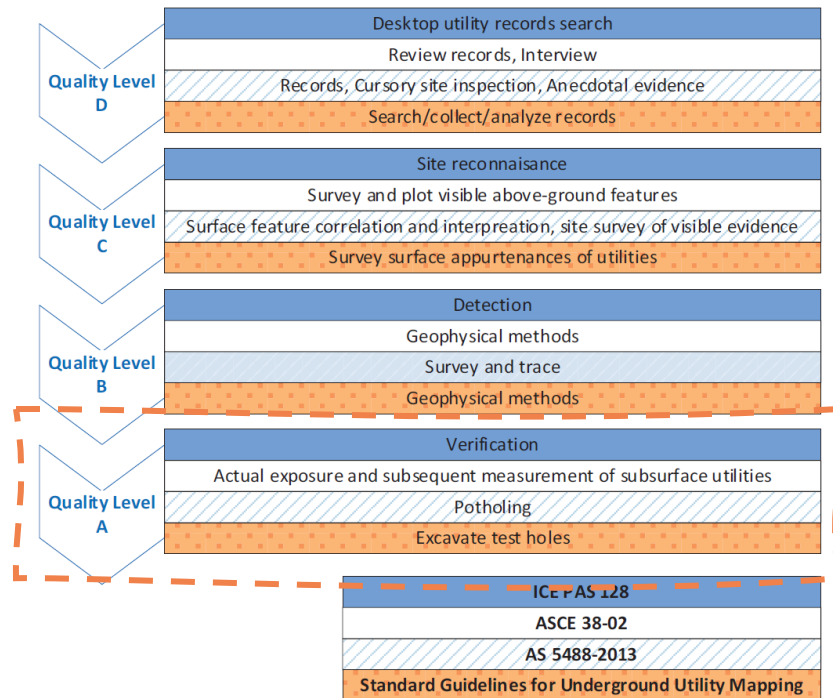


Photo: Ramon ter Huurne

Table 1 – Quality level of survey outputs (normative)

Survey type (Establish with client prior to survey)		Quality level (Practitioner to determine post survey)	Post-processing	Location accuracy		Supporting data
				Horizontal <sup>1)</sup>	Vertical <sup>2)</sup>	
D	Desktop utility records search	QL-D	—	Undefined	Undefined	—
C	Site reconnaissance	QL-C	—	Undefined	Undefined	A segment of utility whose location is demonstrated by visual reference to street furniture, topographical features or evidence of previous street works (reinstatement scar).
B	Detection <sup>3)</sup>	QL-B4	No	Undefined	Undefined	A utility segment which is suspected to exist but has not been detected and is therefore shown as an assumed route.
		QL-B3	No	±500 mm	Undefined (No reliable depth measurement possible)	Horizontal location only of the utility detected by one of the geophysical techniques used.
		QL-B3P	Yes			
		QL-B2	No	±250 mm or ±40% of detected depth whichever is greater	±40% of detected depth	Horizontal and vertical location of the utility detected by one of the geophysical techniques used. <sup>4)</sup>
		QL-B2P	Yes			
		QL-B1	No	±150 mm or ±15% of detected depth whichever is greater	±15% of detected depth	Horizontal and vertical location of the utility detected by multiple <sup>5)</sup> geophysical techniques used.
QL-B1P	Yes					
A	Verification	QL-A	—	±50 mm	±25 mm	Horizontal and vertical location of the top and/or bottom of the utility. Additional attribution is recorded as specified in 9.2.5.

<sup>1)</sup> Horizontal location is to the centreline of the utility.  
<sup>2)</sup> Vertical location is to the top of the utility.  
<sup>3)</sup> For detection, it is a requirement that a minimum of GPR and EML techniques are used (see 8.2.1.1.2).  
<sup>4)</sup> Electronic depth readings using EML equipment are not normally sufficient to achieve a QL-B2 or higher.  
<sup>5)</sup> Some utilities can only be detected by one of the existing detection techniques. As a consequence, such utilities cannot be classified as a QL-B1.

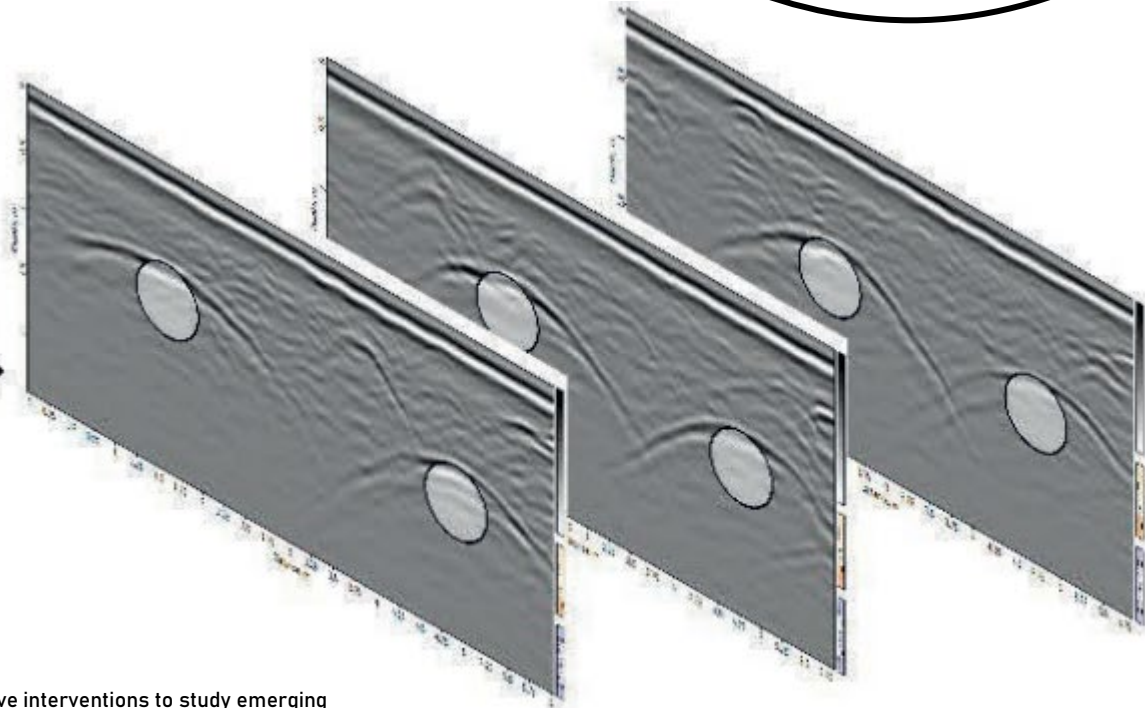
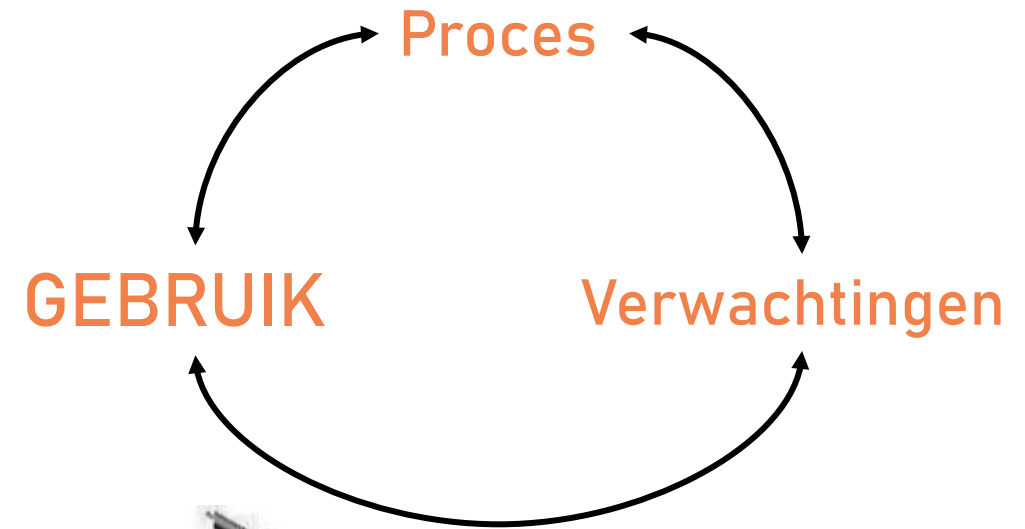
# Wat spreken we af?

- Minimale methoden toegepast
- Zoek resolutie
- Aanduiden van:
  - Oppervlak
  - Diepte
- Post-processing
- Output format:
  - CAD/GIS/BIM
  - Prints op papier
  - Spray paint
- Enz.



# In de praktijk

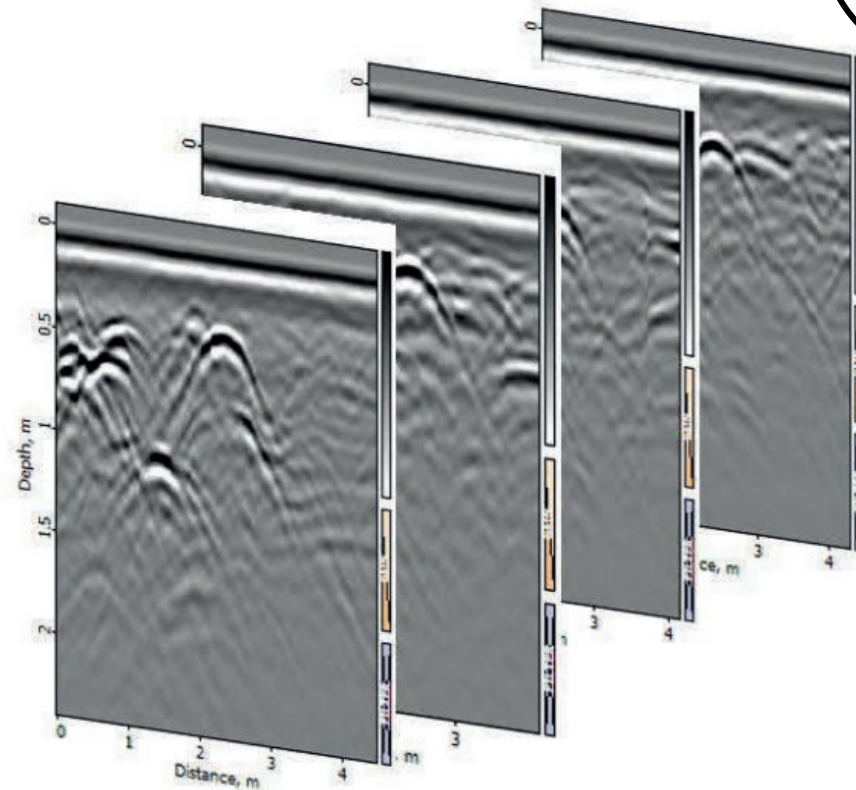
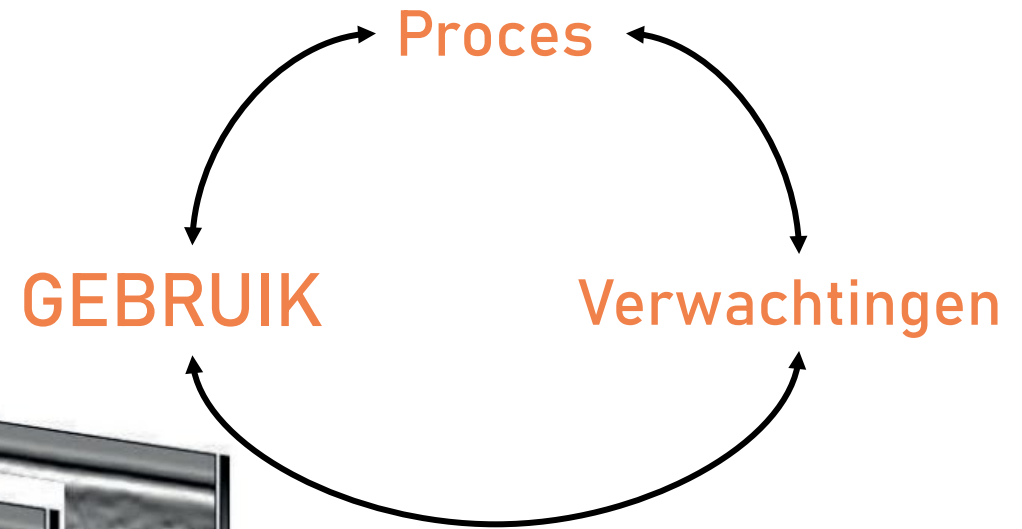
Complementair – Ondersteunend – Vervangend



Ter Huurne, R.B.A., Olde Scholtenhuis, L.L., Dorée, A.G., and Van Oers, B. (2024). Using formative interventions to study emerging technologies in construction practices: The case of the Ground Penetrating Radar. *Journal of Construction Management and Economics*, 1-20.

# In de praktijk

Complementair – Ondersteunend – Vervangend

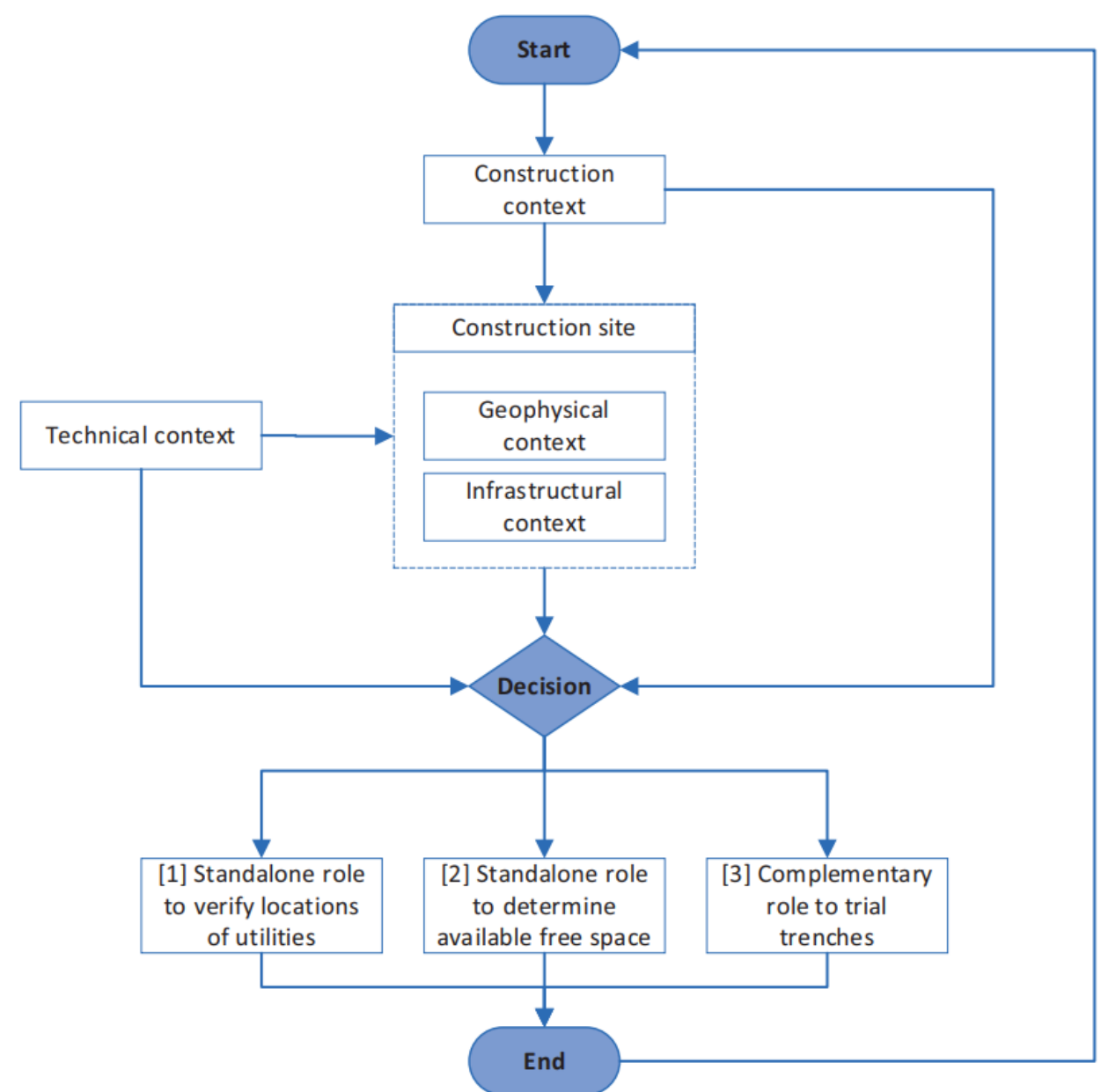


Ter Huurne, R.B.A., Olde Scholtenhuis, L.L., Dorée, A.G., and Van Oers, B. (2024). Using formative interventions to study emerging technologies in construction practices: The case of the Ground Penetrating Radar. *Journal of Construction Management and Economics*, 1-20.

# Welke afweging?

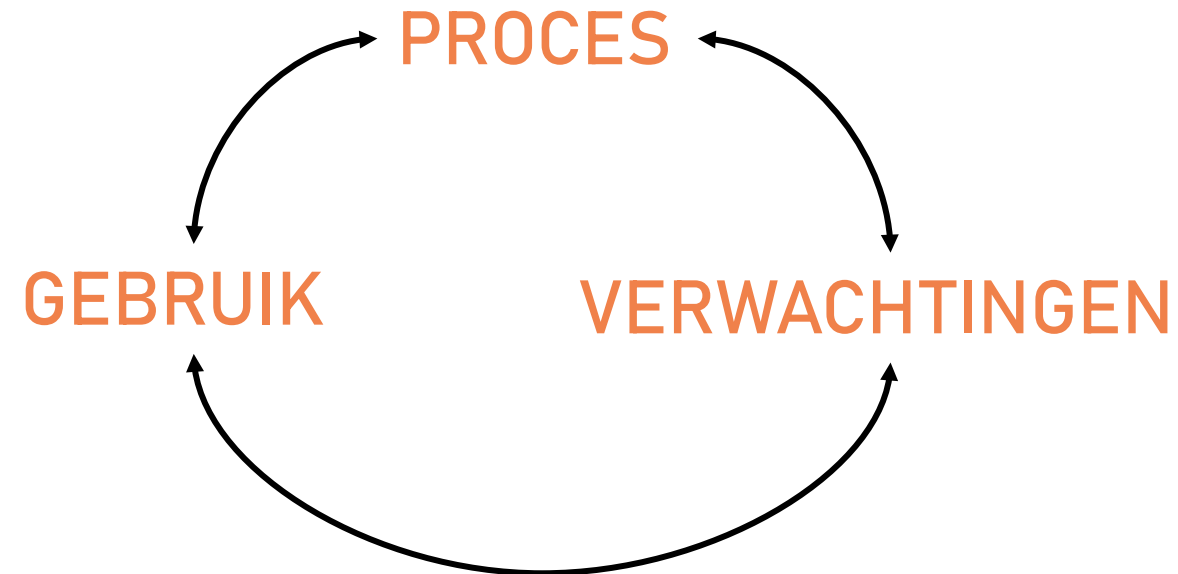
En wat is de zoekvraag?

- Vrije ruimte t.b.v. ontwerp?
- Vrije ruimte t.b.v. graafveiligheid?
- Specifieke/alle nutsvoorzieningen?
- Specifieke/alle attributen?
- Bepaling proefsleuflocaties?
- Enz.

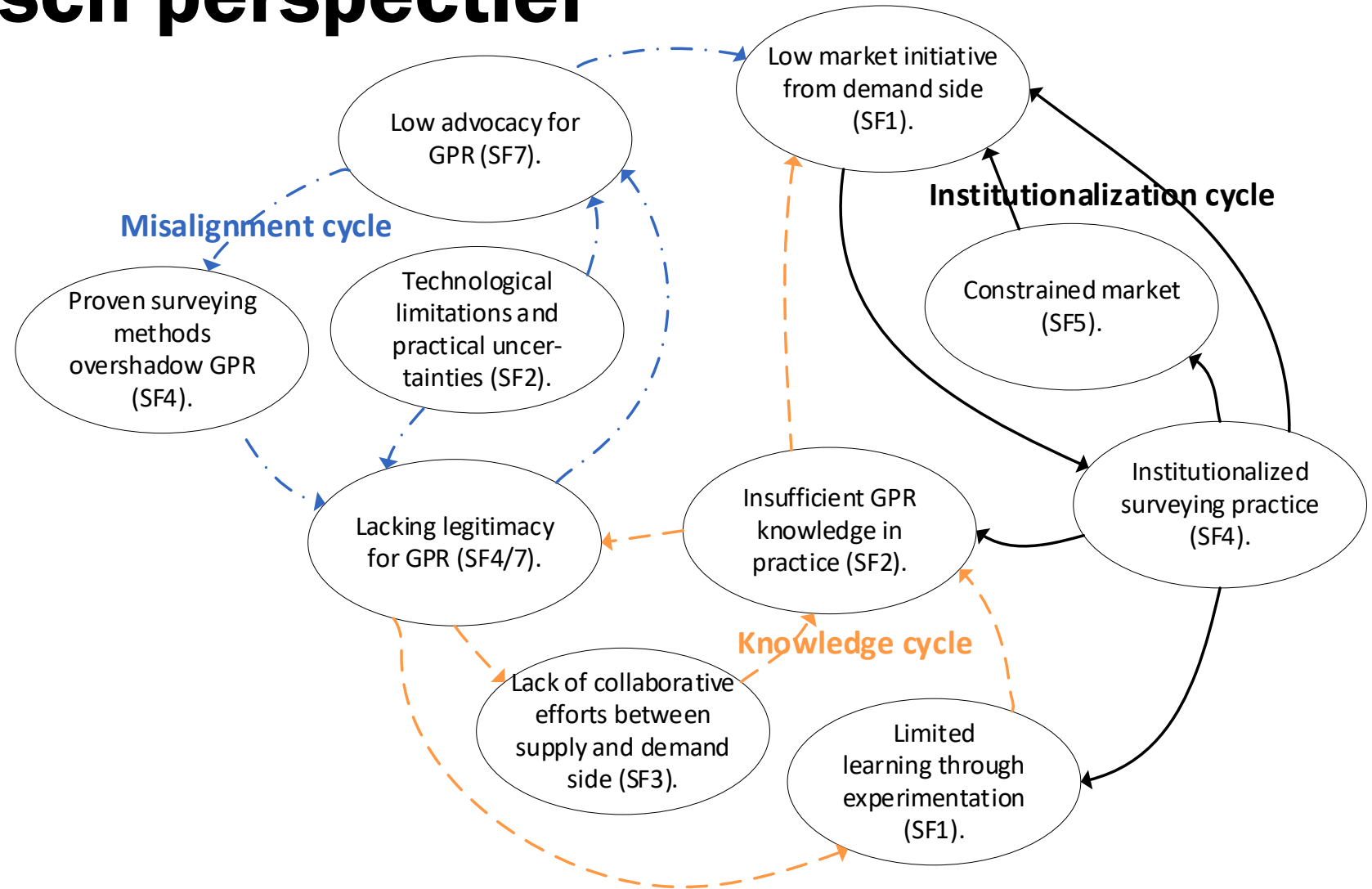


ter Huurne, R. B. A. (2024). *Navigating the Underground: Exploring and supporting ground penetrating radar-enhanced utility surveying*. [PhD Thesis - Research UT, graduation UT, University of Twente]. University of Twente. <https://doi.org/10.3990/1.9789036561952>

# Een systemisch perspectief



# Een systemisch perspectief



Ter Huurne, R and Coenen, T (2024) Exploring the Barriers of Ground Penetrating Radar Adoption: A Technological Innovation System Analysis. In: Thomson, C (Ed.) and Neilson, C J (Ed.), Proceedings 40th Annual ARCOM Conference, 2-4 September 2024, London South Bank University, UK. Association of Researchers in Construction Management, 173-182..

# Systemische lock-ins

Onvoldoende kennisontwikkeling en verspreiding: *“Mijn kennis van GPR beperkt zich tot wat ik erover heb gelezen en gehoord. Ik ben het nooit in de praktijk tegengekomen.”*

Institutionele praktijken onderbelichten detectiemethoden: *Gebrek aan aandacht voor geofysische methoden in de nationale richtlijnen.*

Gebrek aan legitimiteit en erkenning: *Bestaande methoden worden ten onrechte als verplicht beschouwd of als superieur gezien.*

# Een frisse blik

- ✓ Positioneer GPR niet als 'magische doos', maar als complementair aan andere methoden.
- ✓ Vergroot de kennis en kunde onder professionals.
- ✓ Pleit voor ondersteunende regelgeving en standaardisatie.
- ✓ Dus... focus op systemische verandering, niet alleen op technologische optimalisatie





# Dankuwel

Dr. ir. Ramon ter Huurne

University of Twente

Department of Construction Management and Engineering

[r.b.a.terhuurne@utwente.nl](mailto:r.b.a.terhuurne@utwente.nl)

June 25, 2025

UNIVERSITY OF TWENTE.



**zoarg**  
graafschade reductie