



zoarg

graafschade reductie

Twee recent voltooide EngD-projecten
Graafschade voorspellen met AI en 3D-sleufscanner



Ga/blijf staan als u wat weet over ...

1. Graafschade
2. KLIC
3. GPS
4. Inmeten en registratie
5. GIS
6. Fotogrammetrie en SfM
7. LiDAR
8. Categorical learning
9. One hot encoding
10. Features en values



De EngD-kandidaten



3D registratie van kabels en leidingen in de sleuf

2022-2025

Siers en KPN

Nima Zarrinpanjeh (cie. Léon olde Scholtenhuis, Mila Koeva, André Dorée)



Graafschadevoorspellen op basis van KLIC

2022-2025

Kadaster en KPN

Jiarong Li (cie. Léon olde Scholtenhuis, Erwin Folmer, André Dorée)

Voor beide projecten bespreken we ...

1. Probleemsetting en onderzoeksdoel
2. Benodigde technologische en theoretische modellen
3. Ontwerp en toetsing van prototype

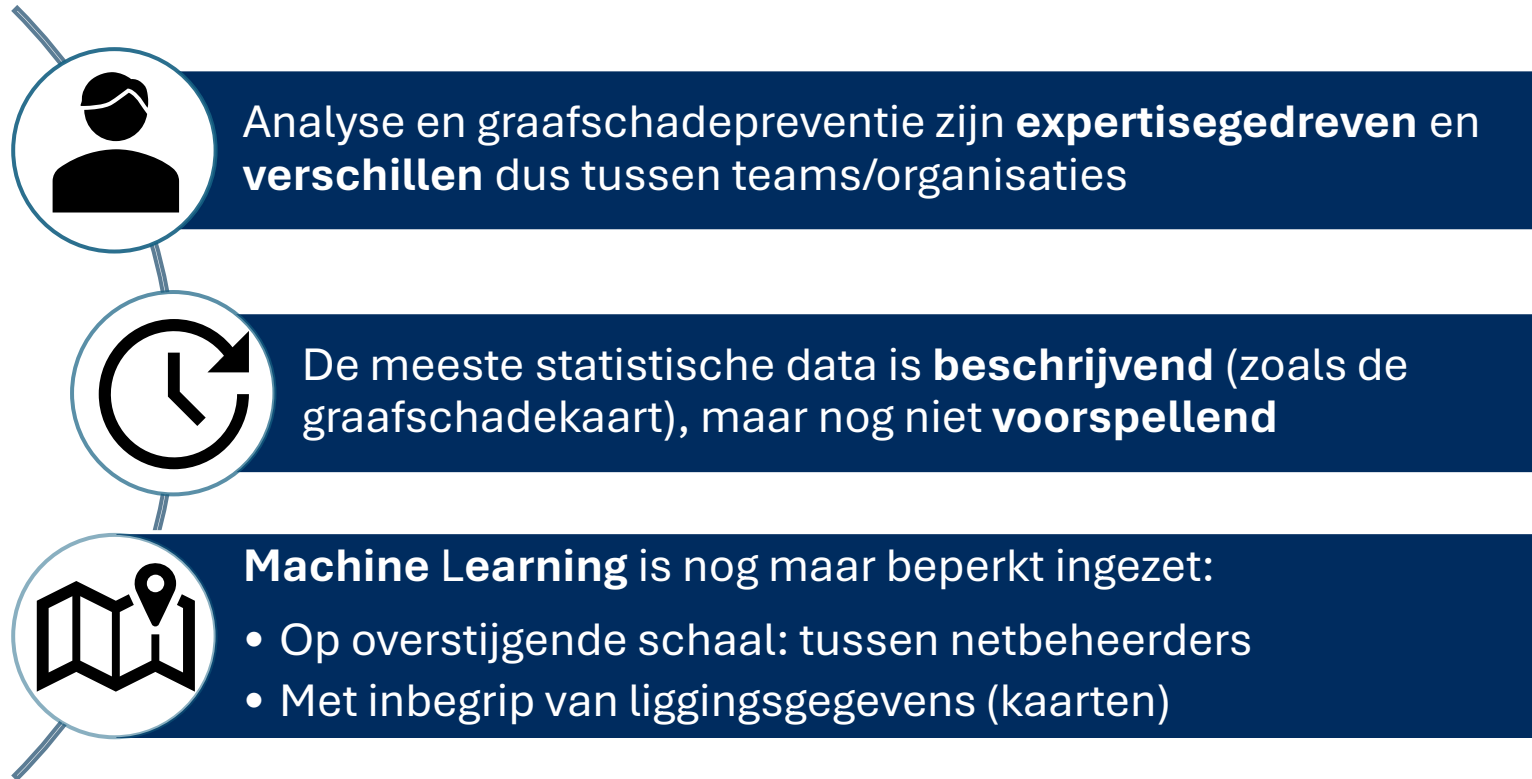


KLIC Graafschadevoorspeller

Uitgevoerd uit het ZoARG1-fonds van KPN-Rf bij Kadaster



Probleemcontext



Goal:

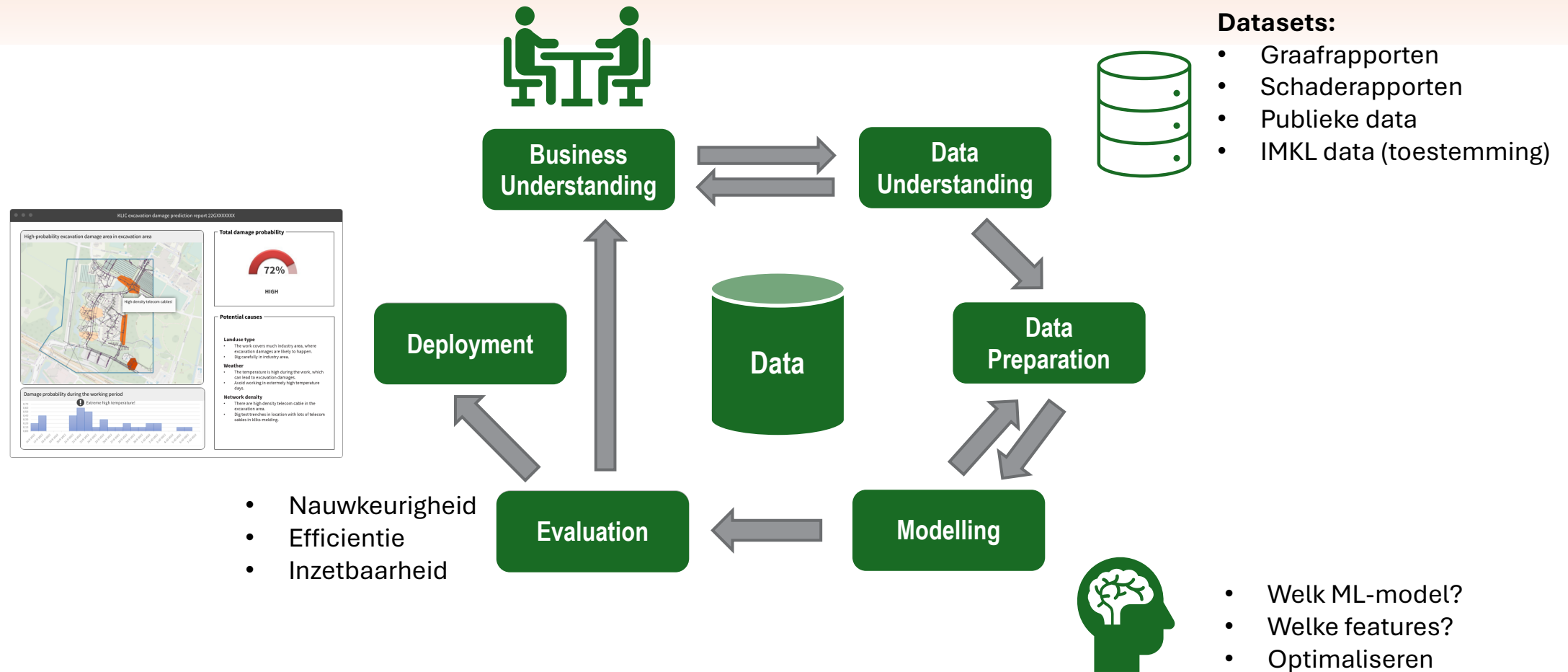
“Ontwikkel een algoritme voor datagedreven voorspelling en reductie van graafschades op basis van historische data en liggingsdata”

Focus op regio

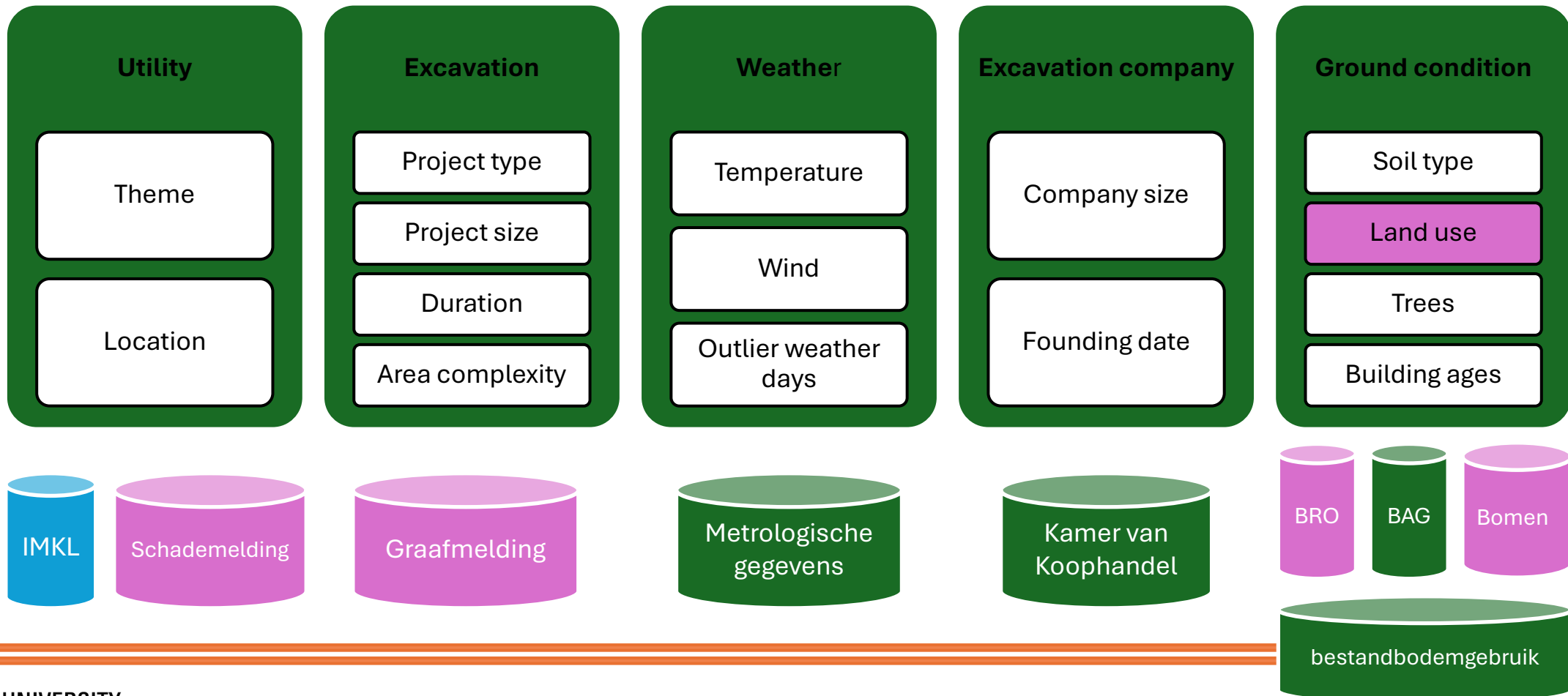
Tilburg, Breda, Eindhoven



Ontwerpproces (CRISP-DM)



Welke datasoorten zijn er verkend?



Datamodellering

Table 3: Structure of the modelling data

Column name	Description	Data type
EV	indication of containing risk area defined by utility owners	int
Oppervlakte-Woonplaats	area of the municipality	float
Opdrachtgever	client company	int
Opervlakte-Graafbericht	area of the digging polygon	float
Prioriteit	priority of the work	int
Grondroerder	excavation company	int
Berichtsoort	type of the digging request	int
Thema	dummy variables of types of underground cable/pipeline declared by utility owners	int
Typen-werkzaamheden	dummy variables of work type involved	int
m-work	month of the work	int
d-work	day of the work	int
m-request	month of the requesting	int
h-request	hour of the requesting	int
diff-wr	difference of hours between working day and requesting day	int
OPPERVLAKTE	polygon area	float
AANTAL-COORDINATEN	number of coordinates of the polygon	int
LENGTH	perimeter of the polygon	float
Schade	indication of at least one damage occurs during the work	int

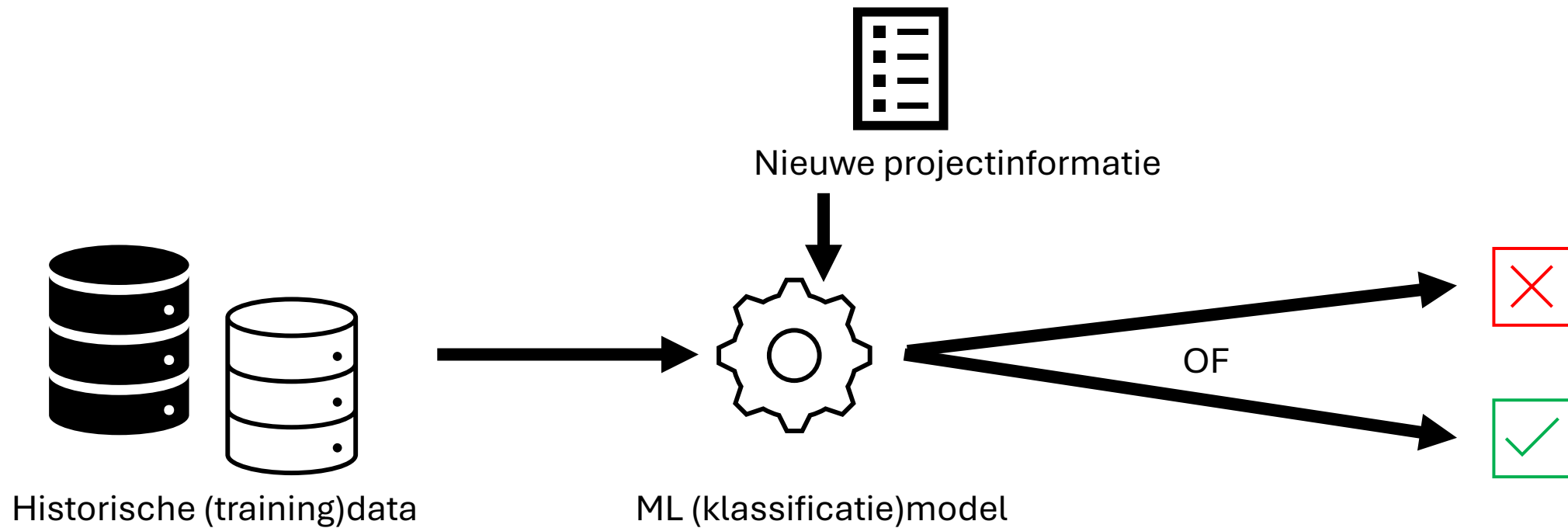
Table 2: Overview of the modelling data

Attributes	Value
Number of observations	769398
Number of independent variables	125
Number of dependent variables	1
Number of positive cases	18151
Number of negative cases	751247



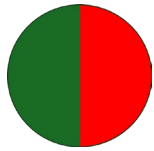
Wat het ontwikkelde ML model doet

...voor iedere nieuwe situatie (met kenmerken x , y en z) voorspellen of er schade optreedt, of niet

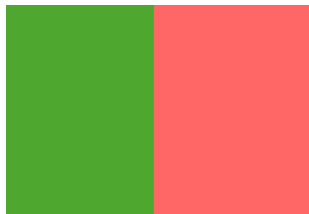


Hoe 'juist' kan een model voorspellen?

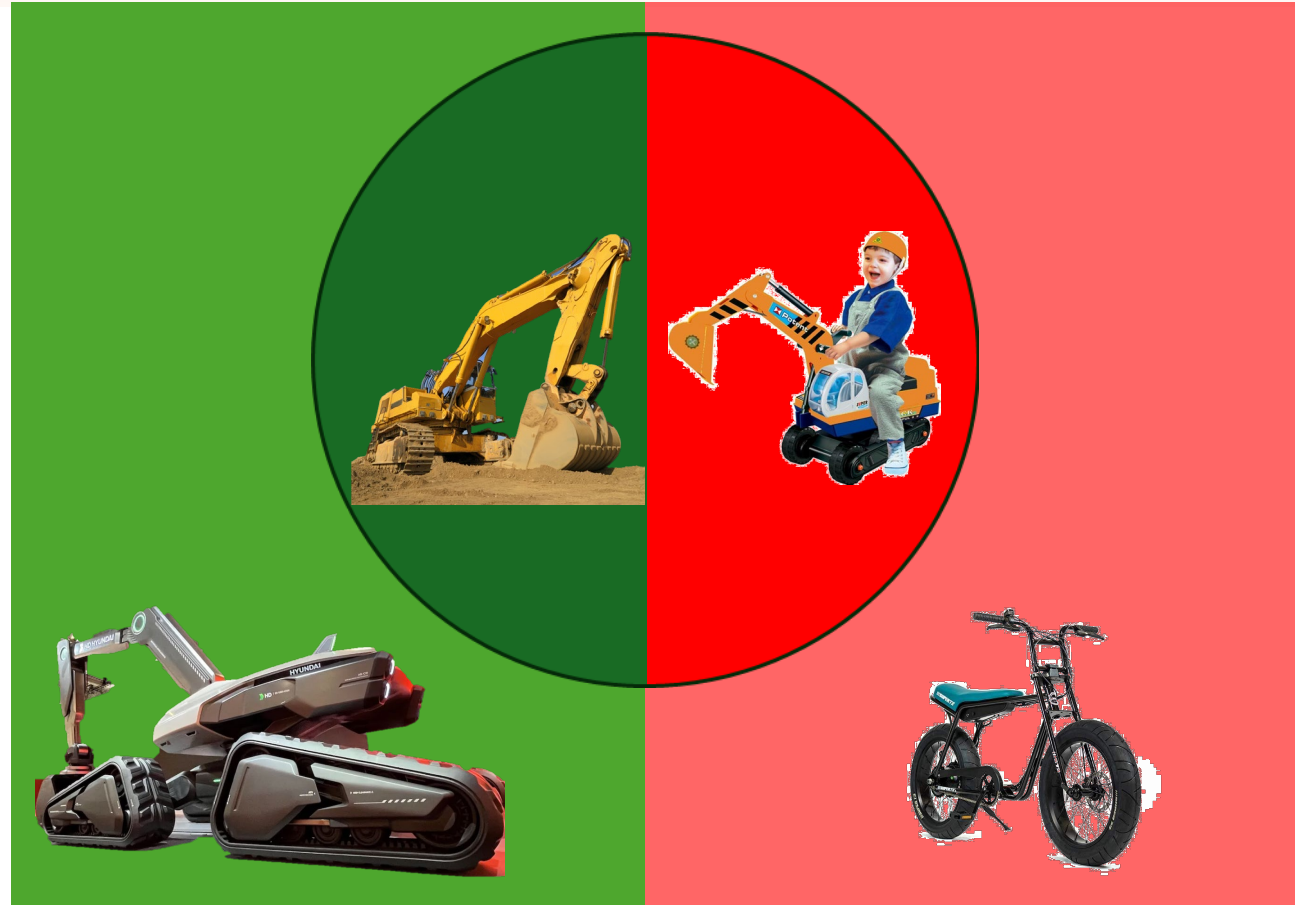
Doel: detecteer graafmachines op afbeeldingen van bouwplaatsen



Voorspeld als 'graafmachine'
(Positive)



Voorspeld als 'geen graafmachine'
(Negative)

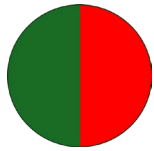


Relevante items (graafmachines)

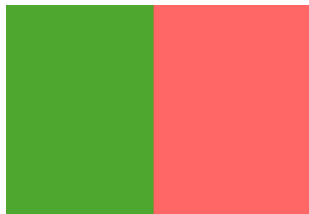
Irrelevante items

Hoe 'juist' kan een model voorspellen uit een fotoreeks?

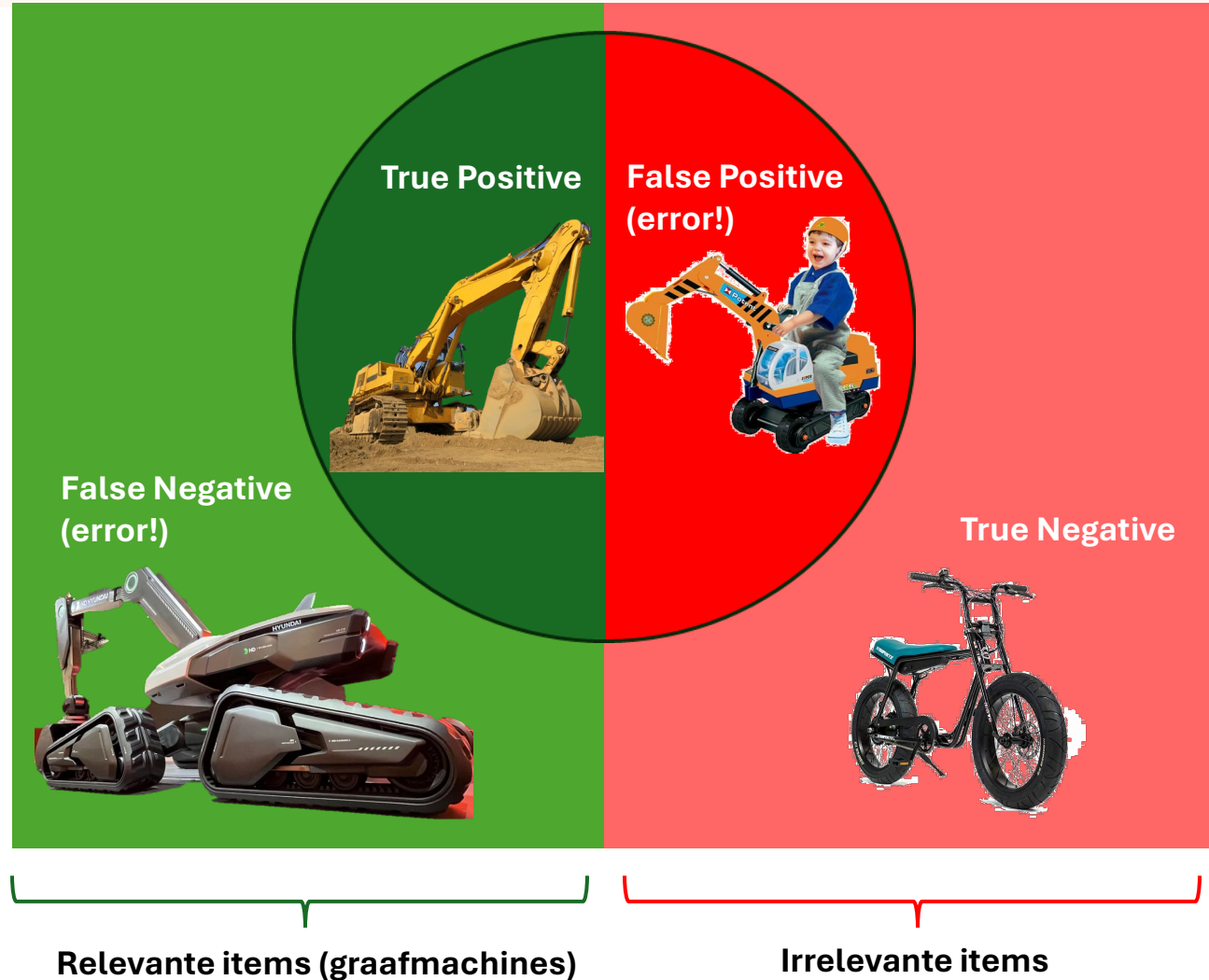
Doel: detecteer graafmachines



Voorspeld als 'graafmachine'
(Positive)

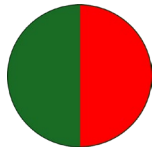


Voorspeld als 'geen graafmachine'
(Negative)

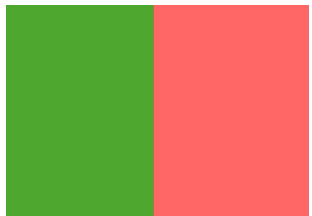


Hoe 'juist' kan een model voorspellen uit een fotoreeks?

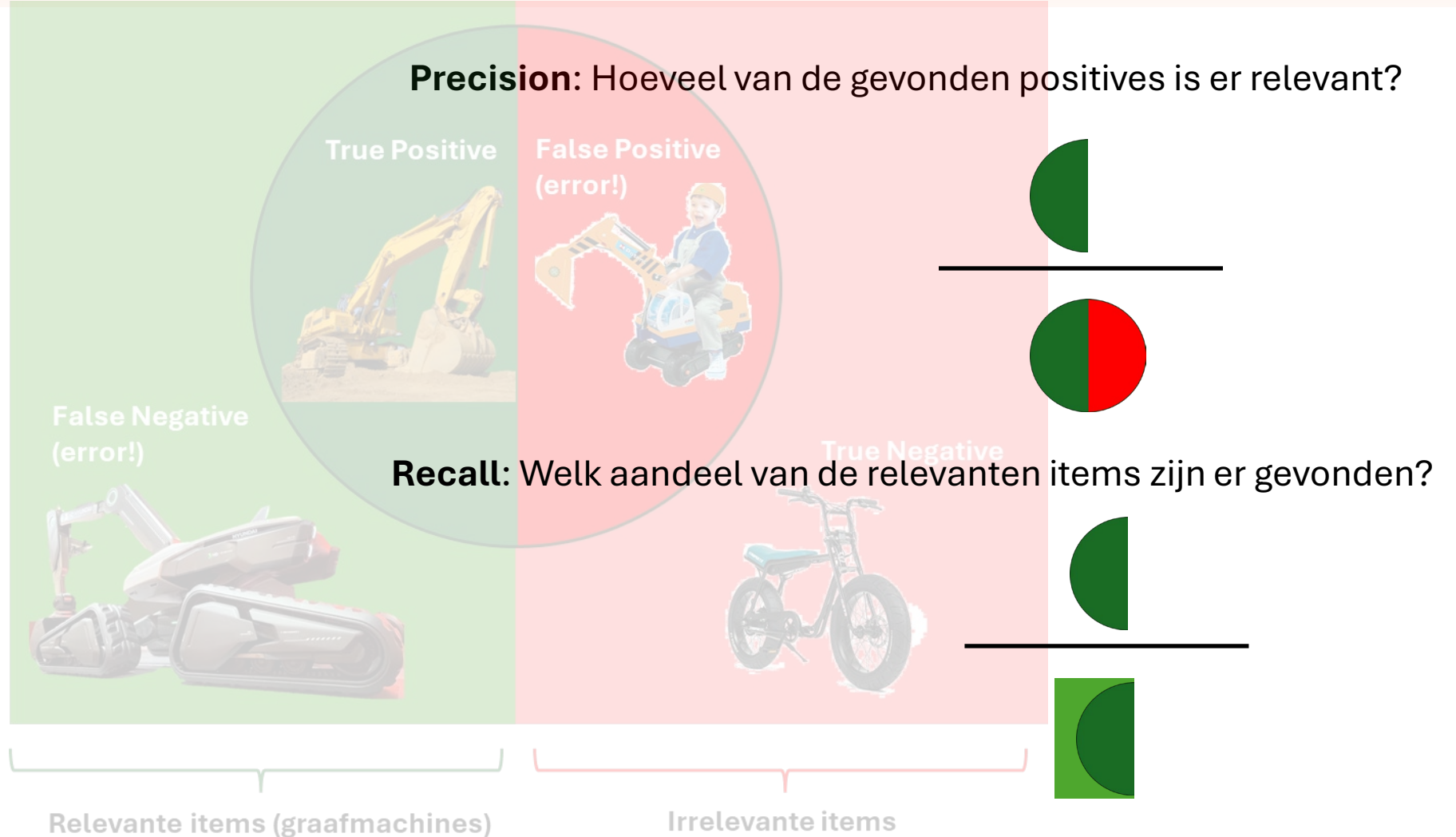
Doel: detecteer graafmachines



Voorspeld als 'graafmachine'
(Positive)

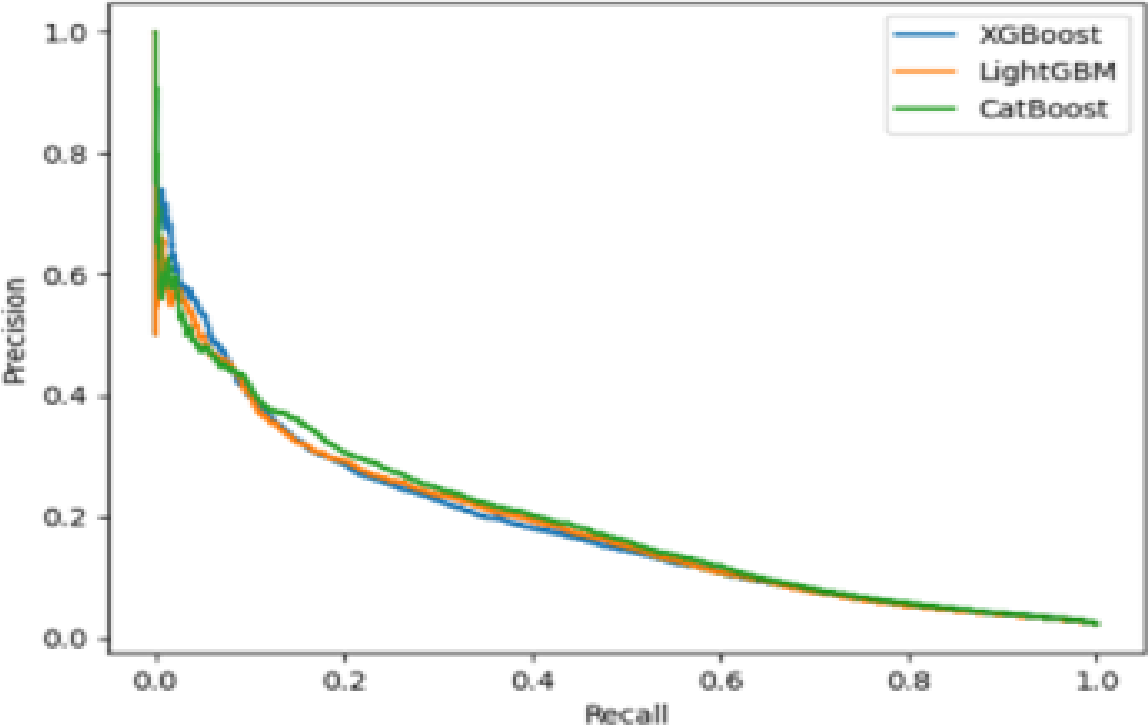


Voorspeld als 'geen graafmachine'
(Negative)

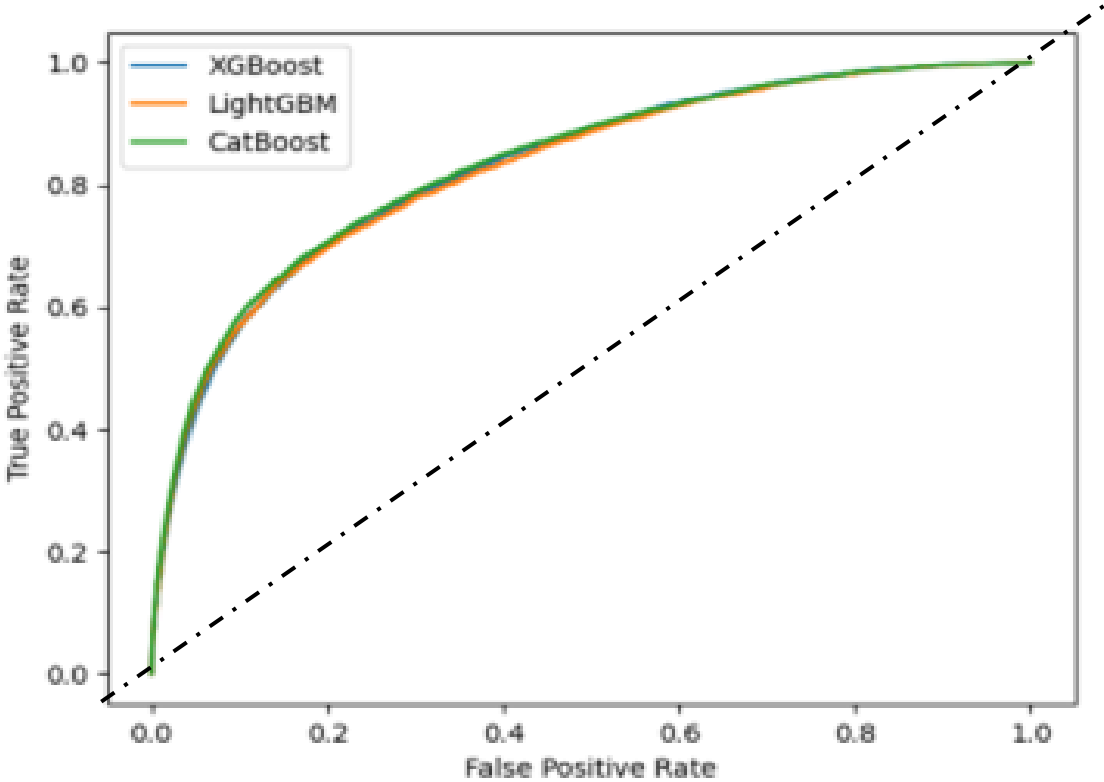


Evaluatiescores XGBoost-model

AUC: 0.827, Balanced accuracy: 0.747



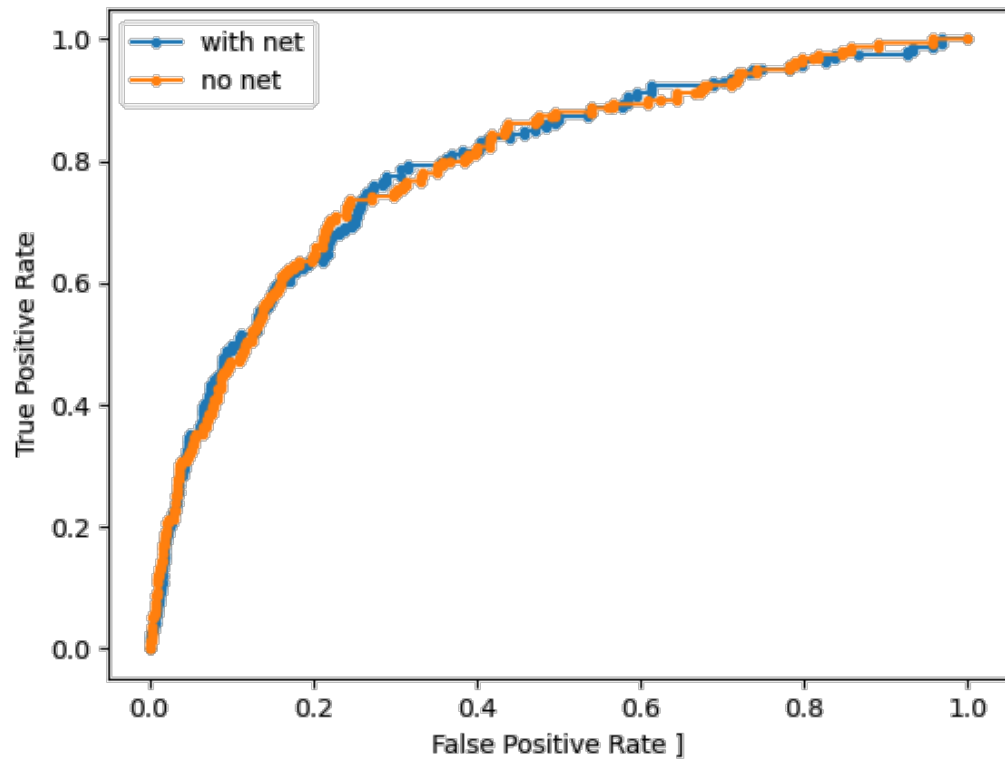
Precision Recall Curve



Receiver Operator Char. Curve

Feature Engineering

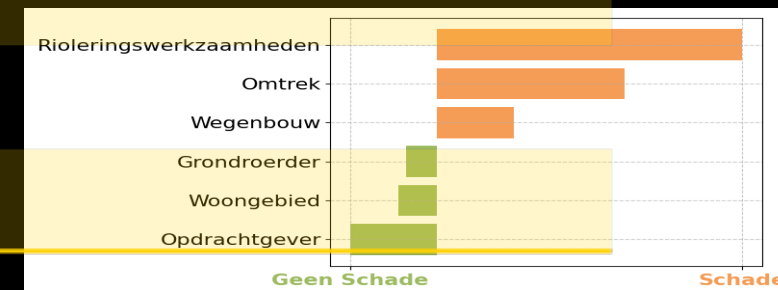
Wat is de waarde van de feature 'liggingsgegevens'?



	Zonder kaart	Met kaartgegevens
ROC-AUC	0.794	0.794
PR-AUC	0.099	0.095
Precision	0.17	0.16
Recall	0.19	0.20



1	tree_mean	Average tree density of the excavation area
2	Diff_wr	Difference of days between requesting day and working day
3	Opdrachtgever	Name of the client company
4	LENGTH	Perimeter of the excavation area
5	Behouwd.exclusief.bedrijfsterrein	Buildup area excluding business area (a landuse type)
6	Grondroerder_count	Number of excavation work taken by the excavation company in 2021
7	Polygon_complex	Perimeter / area
8	Opdrachtgever_count	Number of excavation work taken by the client company in 2021
9	Grondroerder	Name of excavation company
10	Hoofdweg	Highway (a landuse type)



UI design & validation

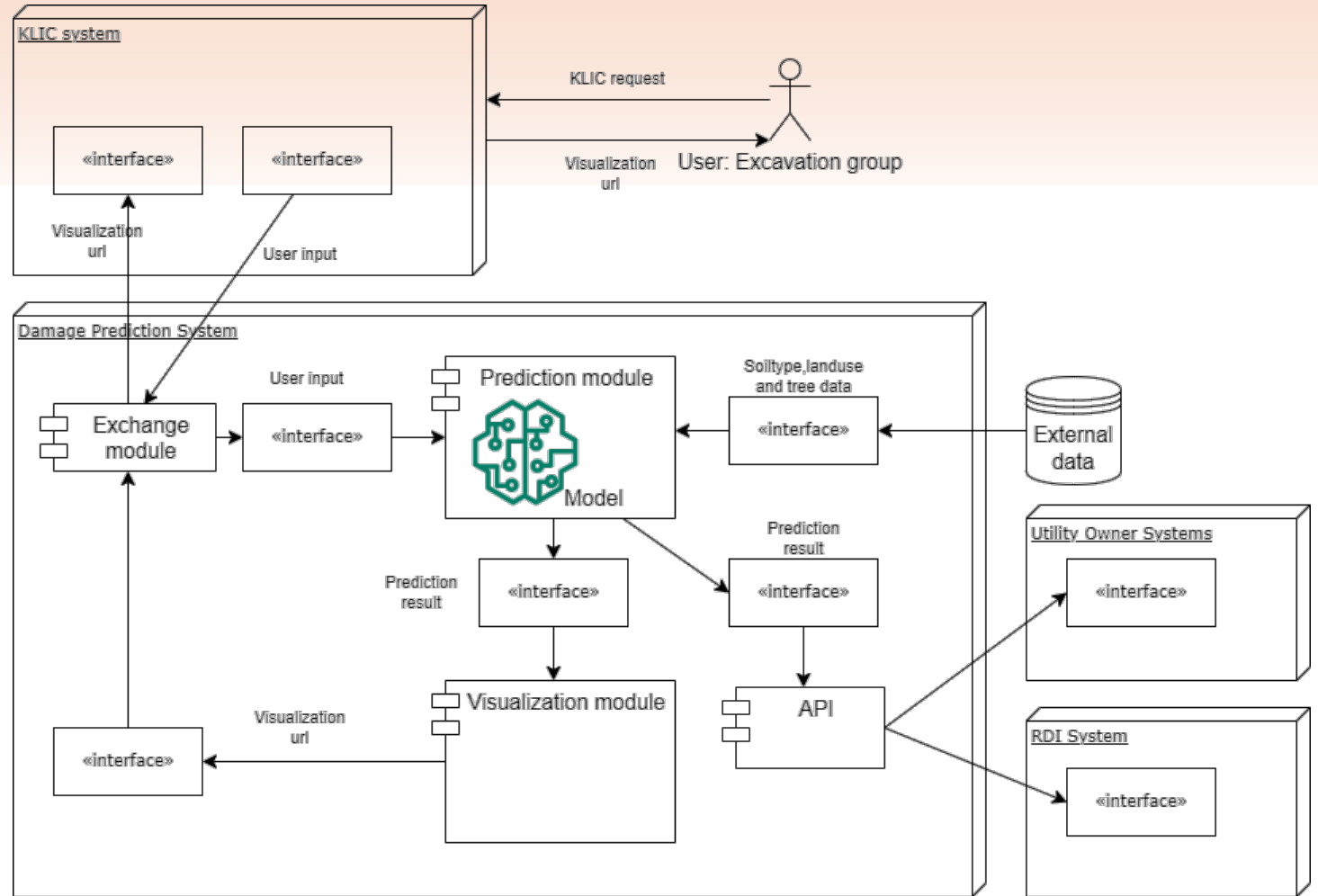


Table 3: Validation results on criteria

Criteria	Average Rating/5
Ease of use	3.77
Understandability	3.08
Level of detail	2.46
Simplicity	4.13
Effectiveness	2.62

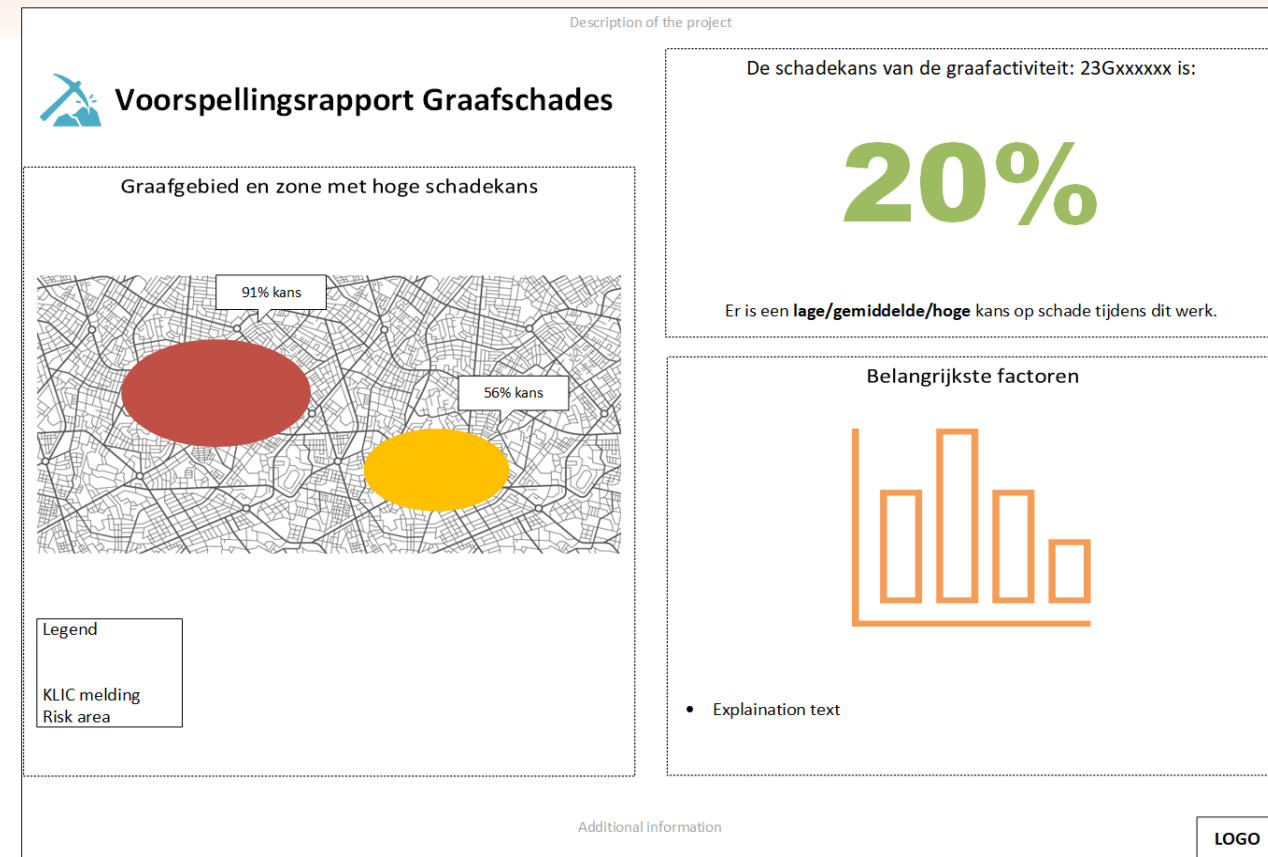
“Voorspelling niet altijd in lijn met verwachting”
 “Voorspelling lastiger te begrijpen/interpreteren”

Conclusie

1. Graafschadevoorspeller mogelijk
2. Categorisch model XGBoost
3. Liggings-features lijken niet direct veel waarde toe te voegen voor voorspelling

Bomen als proxy-variabele?

Behoeftte aan meer gestructureerde dataverzameling en -uitwisseling



3D-registratie

Uitgevoerd uit het ZoARG1-fonds van KPN-Rf bij Siers Infraconsult

Voormalig registratieproces



+500km



~50%



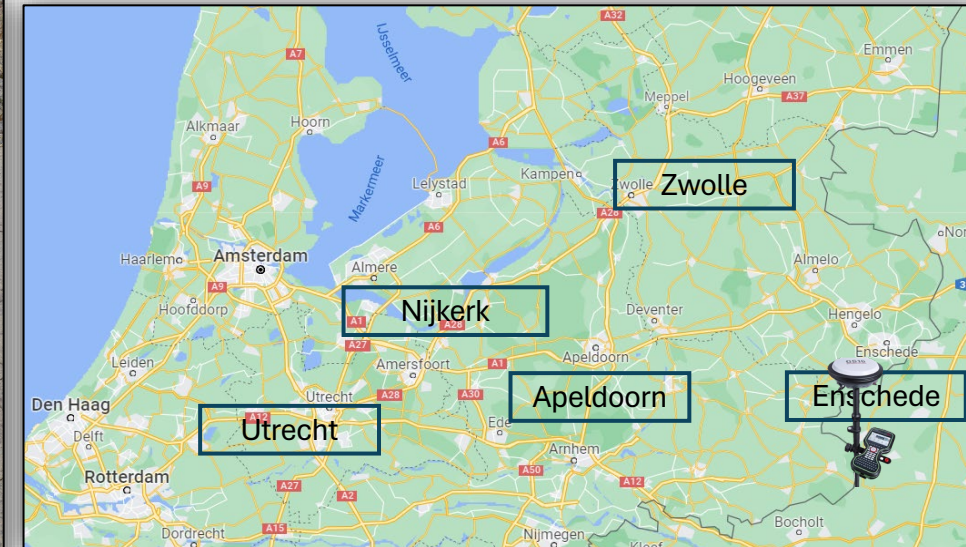
48 hrs



Eis:
Inmeten in open sleuf



Eis:
Niet gehaald



Een handheld-scan oplossing mogelijk?

Al sinds 2018 vroegen we ons af:

“Kunnen we computer vision gebruiken?”

En sinds kort is deze vraag reeëler:

- 3D –modeleringstechnologie (SfM, LiDAR)
- Positionering (realtime of post-hoc)
- Handheld te gebruiken door niet-landmeetkundigen

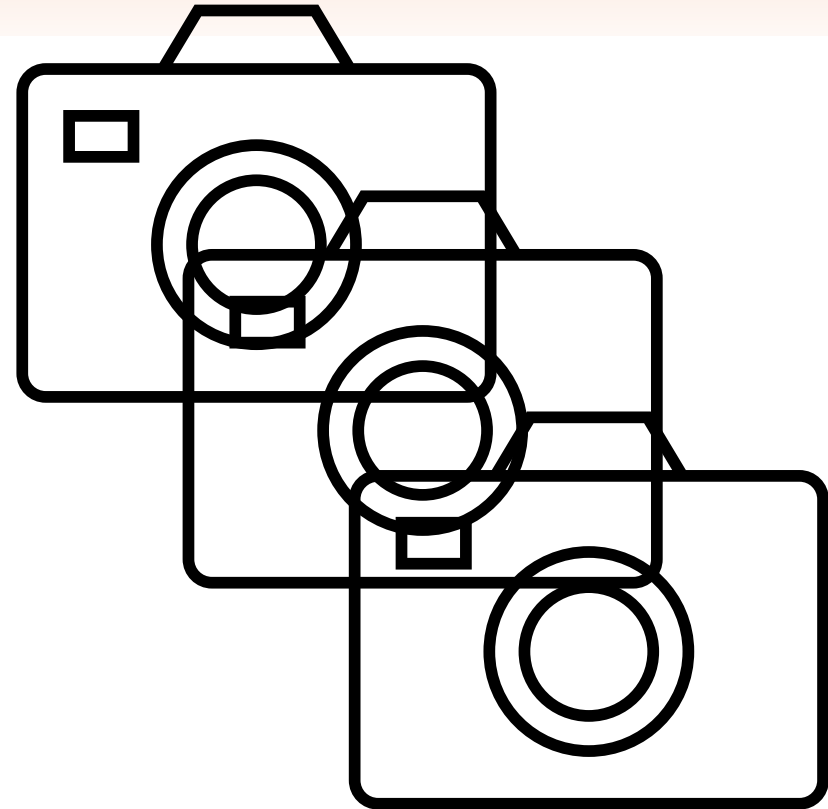
*“Beter iets minder exact maar wel in de sleuf inmeten,
dan te laat de geschatte locatie op maaiveld exact vastleggen”*



Vision: LiDAR en Structure from Motion (fotogrammetrie)



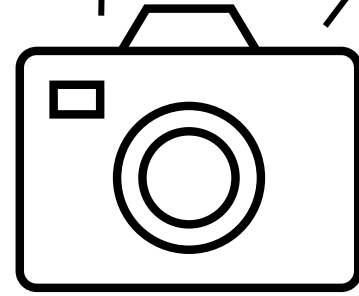
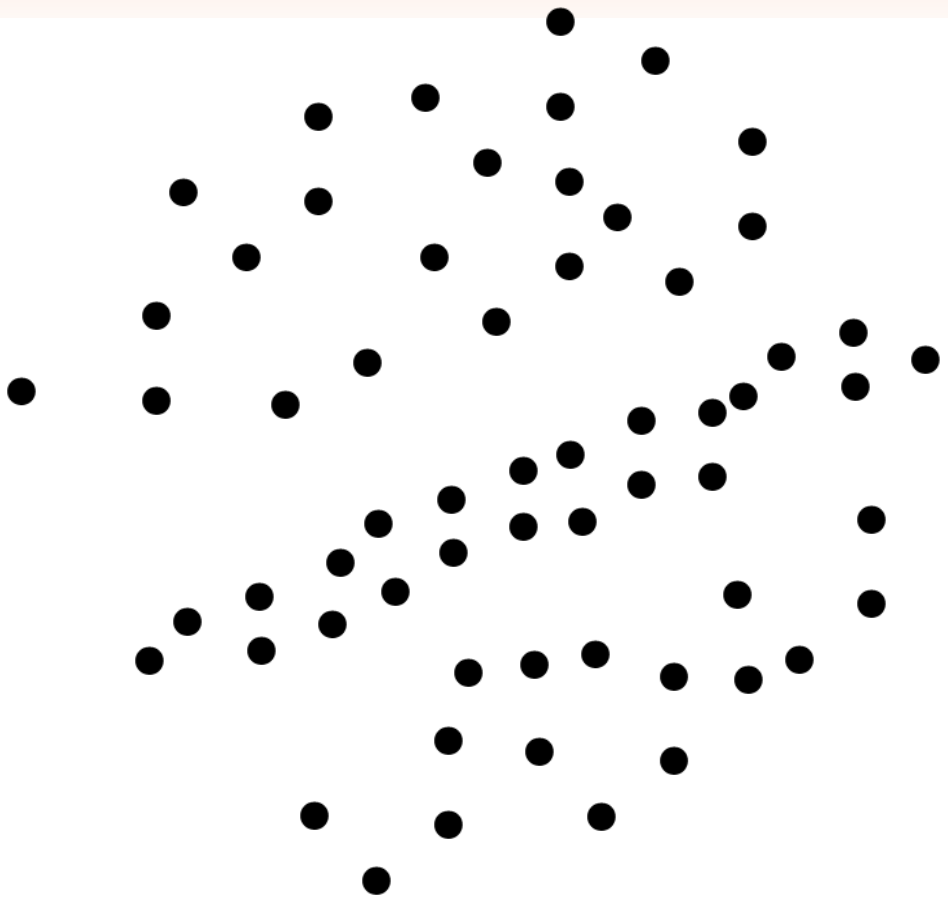
LiDAR
Light Detection And Ranging



Meerdere 2D images (foto of video)



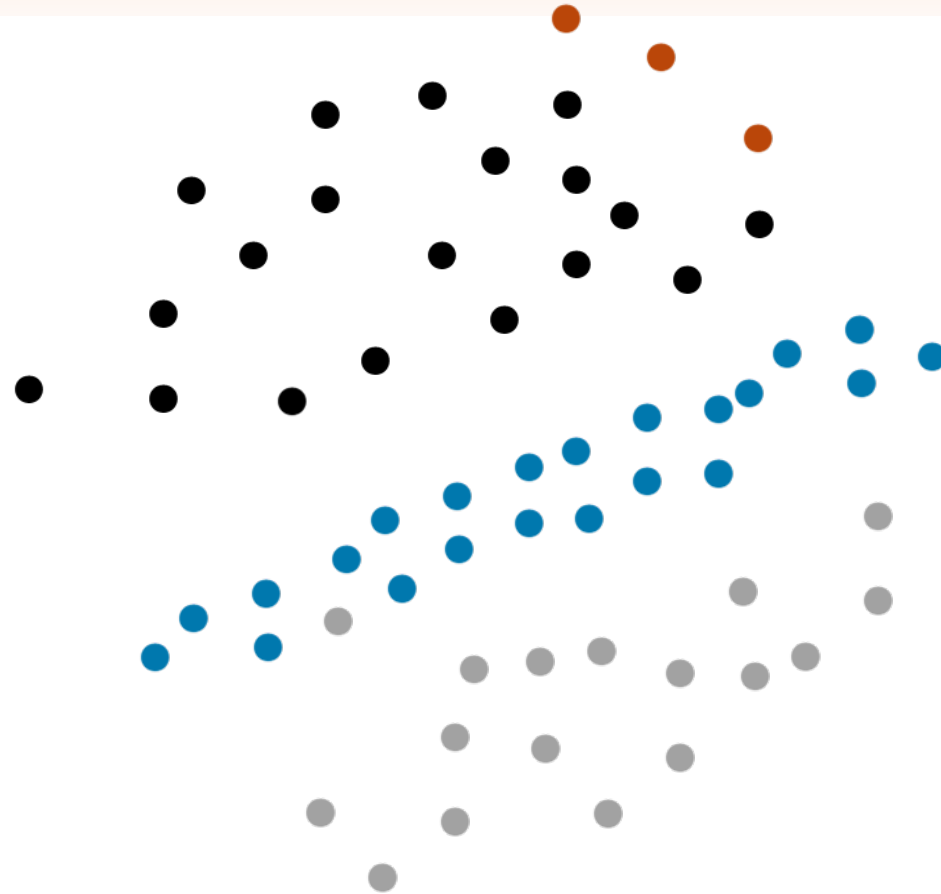
3D Trench Capture



A cloud of points

Images in (RGB) colours

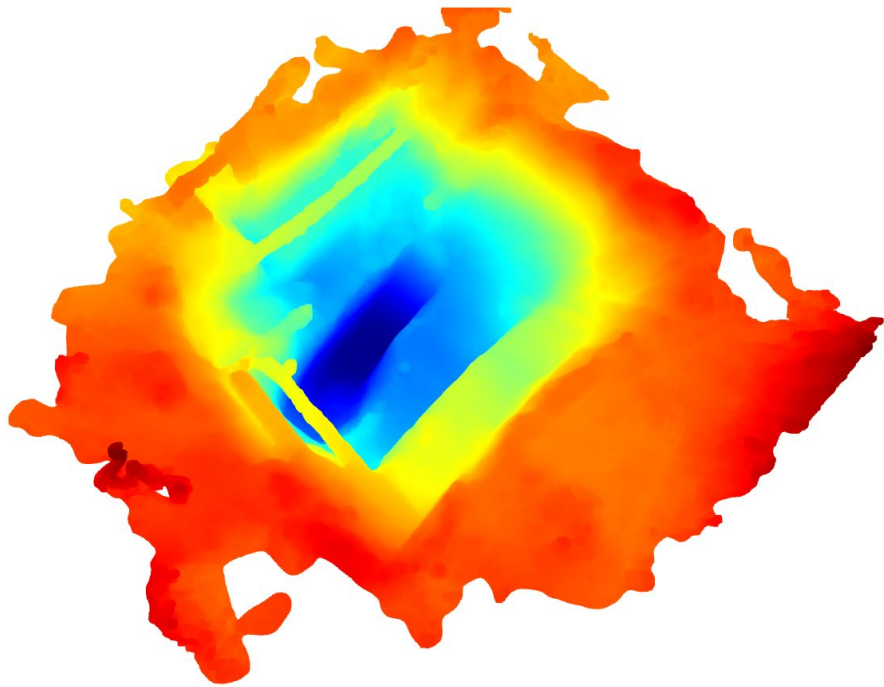
3D Trench Capture



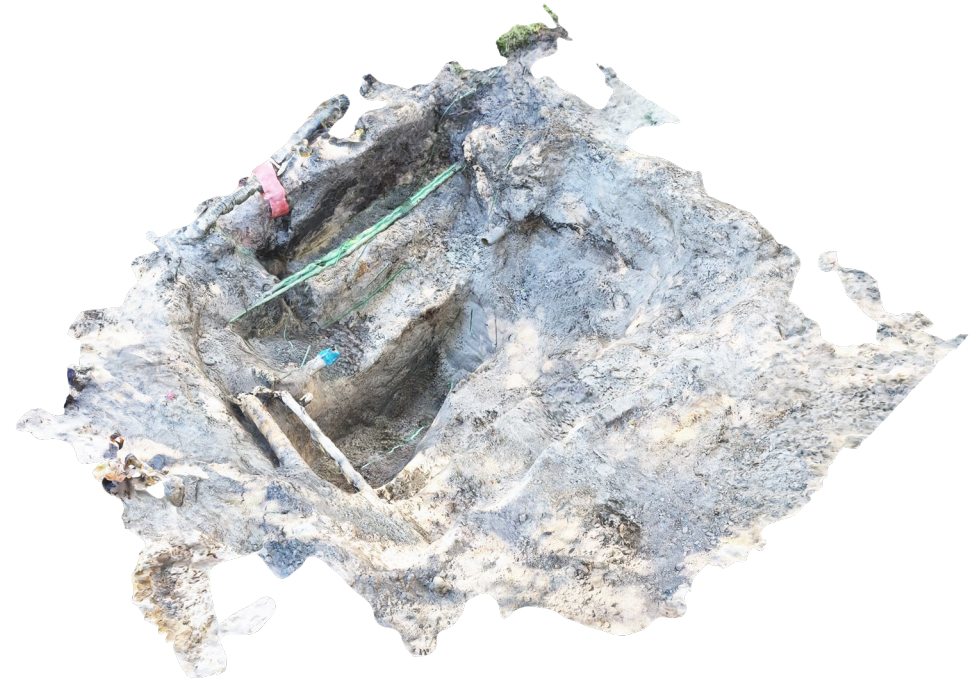
Een puntenwork voorzien van een RGB waarde



3D-producten



Geo-referenced Point Cloud

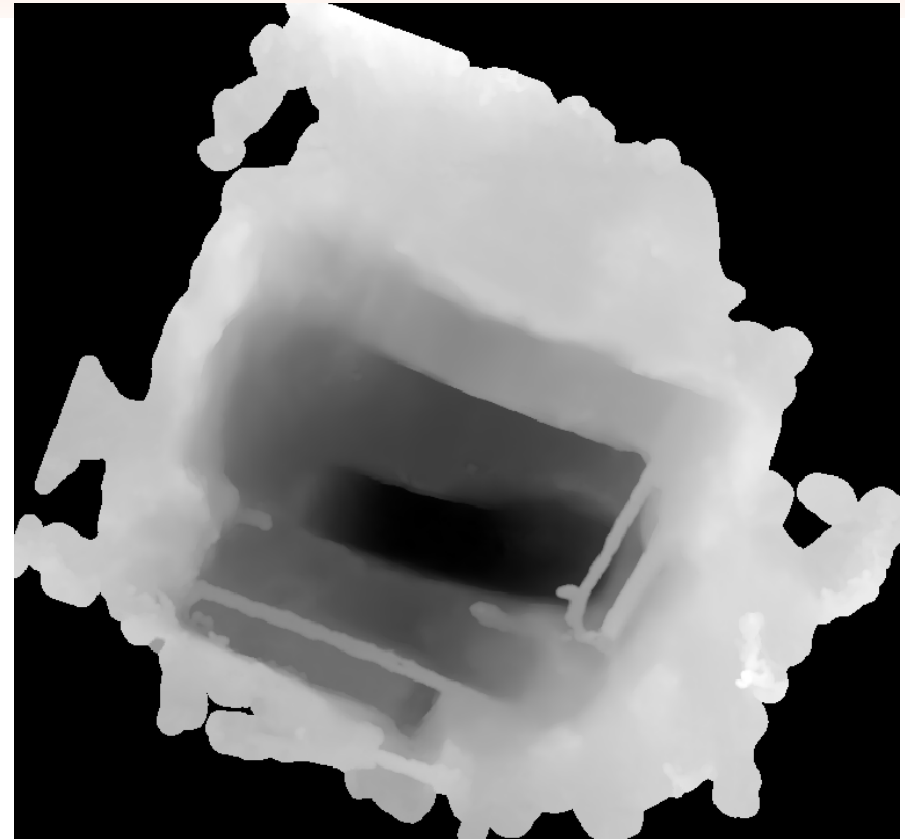


Geo-referenced Textured Mesh

3D-producten

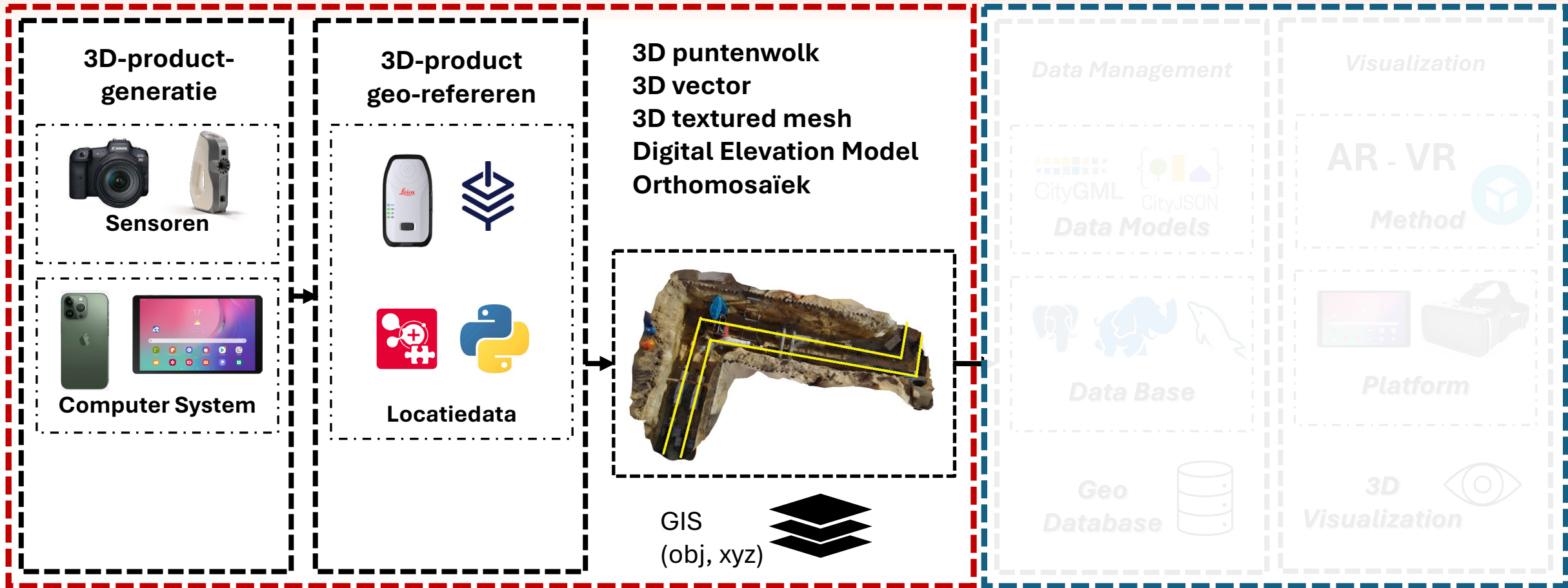


Orthomosaic



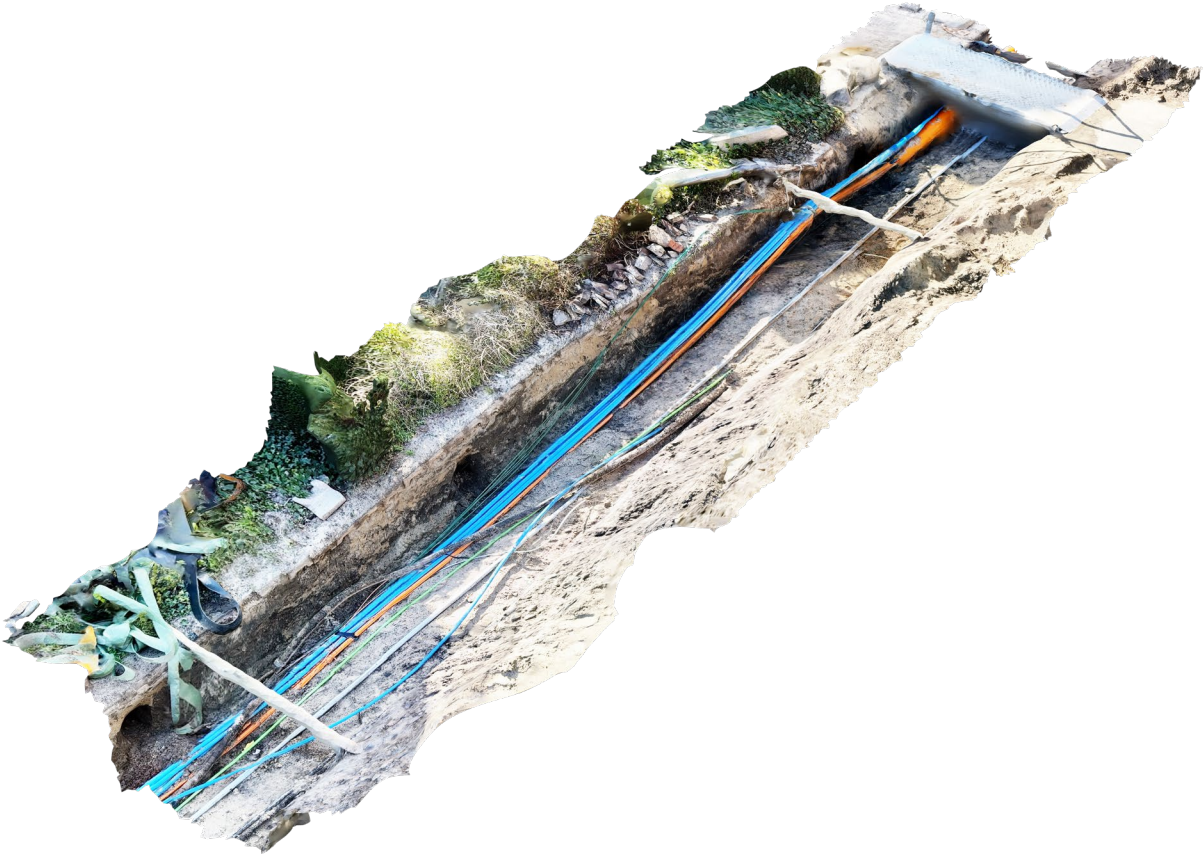
DSM

Implementatie Prototype

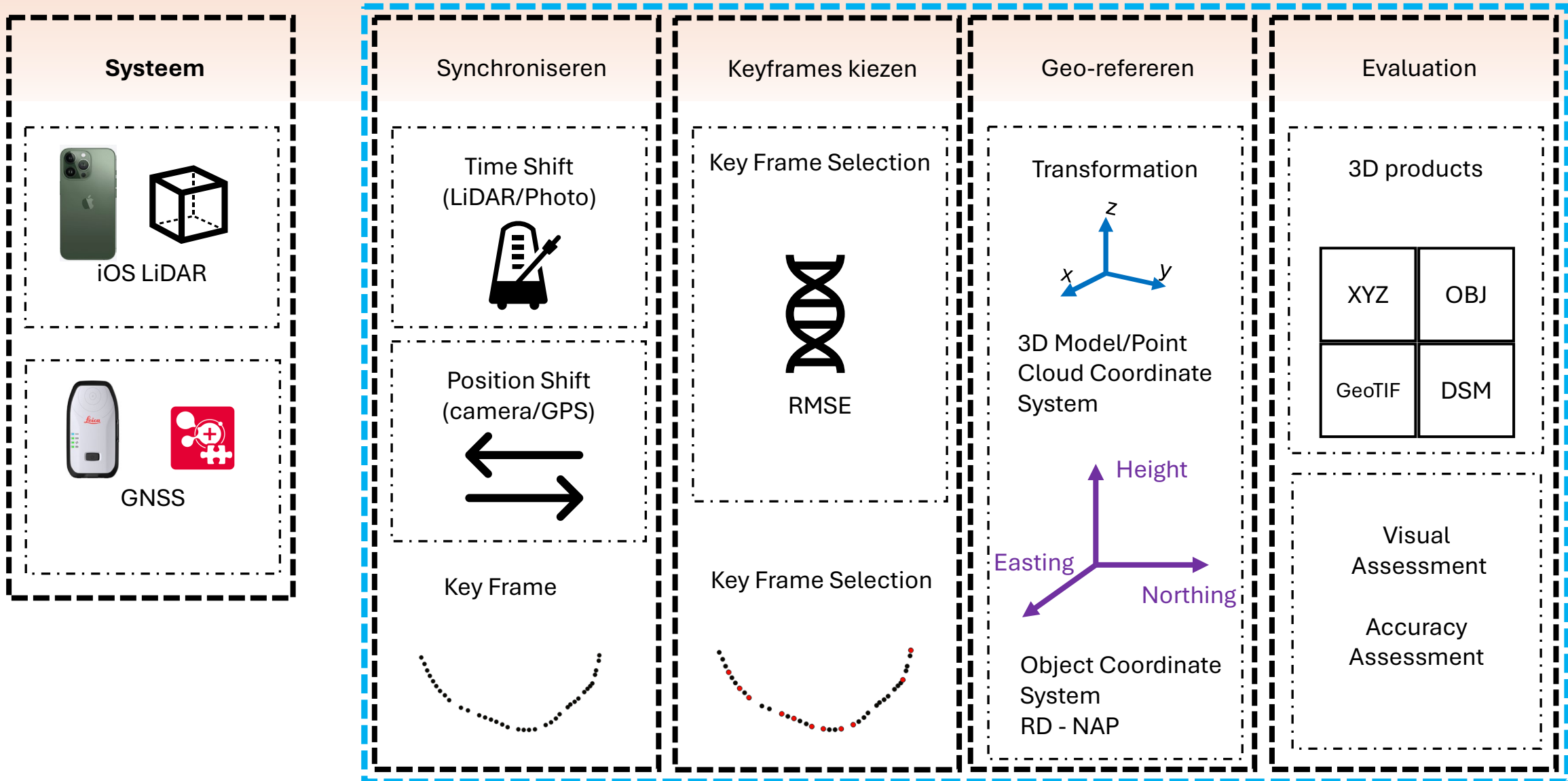




3D-Textured mesh



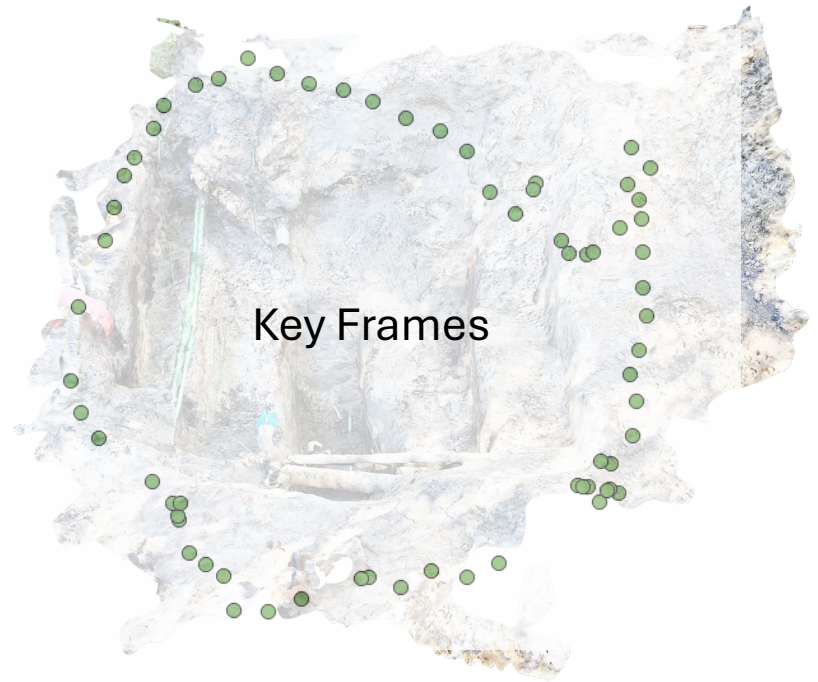
Dataverwerkingsproces



Meting met FLX Zeno, iOS LiDAR (ARKIT) en Keyframeselectie

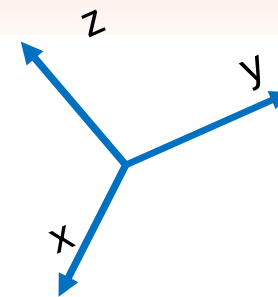


GNSS



iOS LiDAR

Van model op telefoon naar een puntenwork met coördinaten



ARKit Coordinate System

Height

Northing

Easting

Object Coordinate System
RD

$$\begin{bmatrix} E \\ N \\ H \end{bmatrix} = S \cdot R(\Omega, \Phi, K) \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_0 \\ N_0 \\ H_0 \end{bmatrix}$$

$$S = 1 ; \Omega = \Phi = 0 ;$$

$$\begin{matrix} E_0 \\ N_0 \\ H_0 \end{matrix} \quad K$$



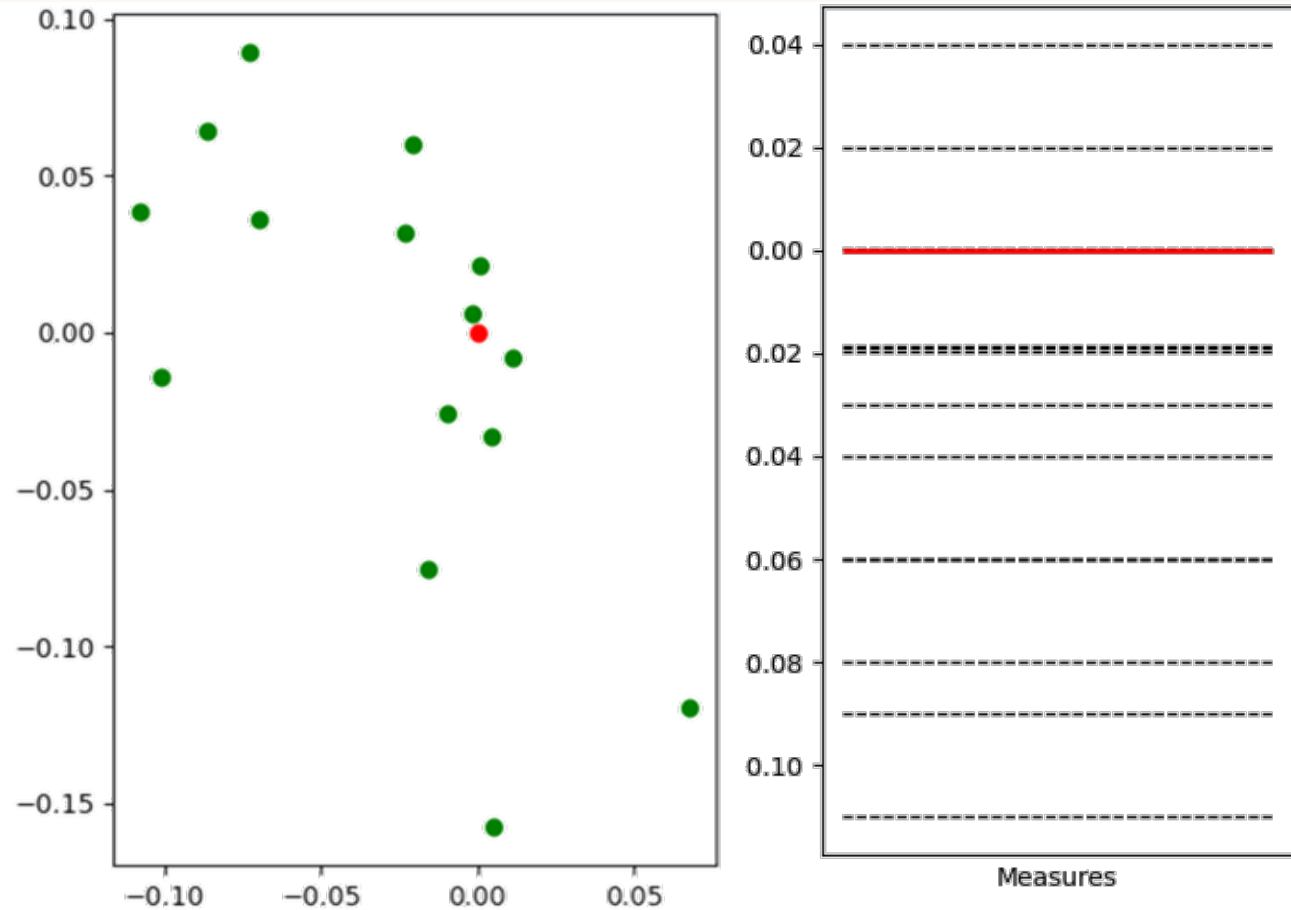
Nauwkeurigheidstoets

 **Reference Point**

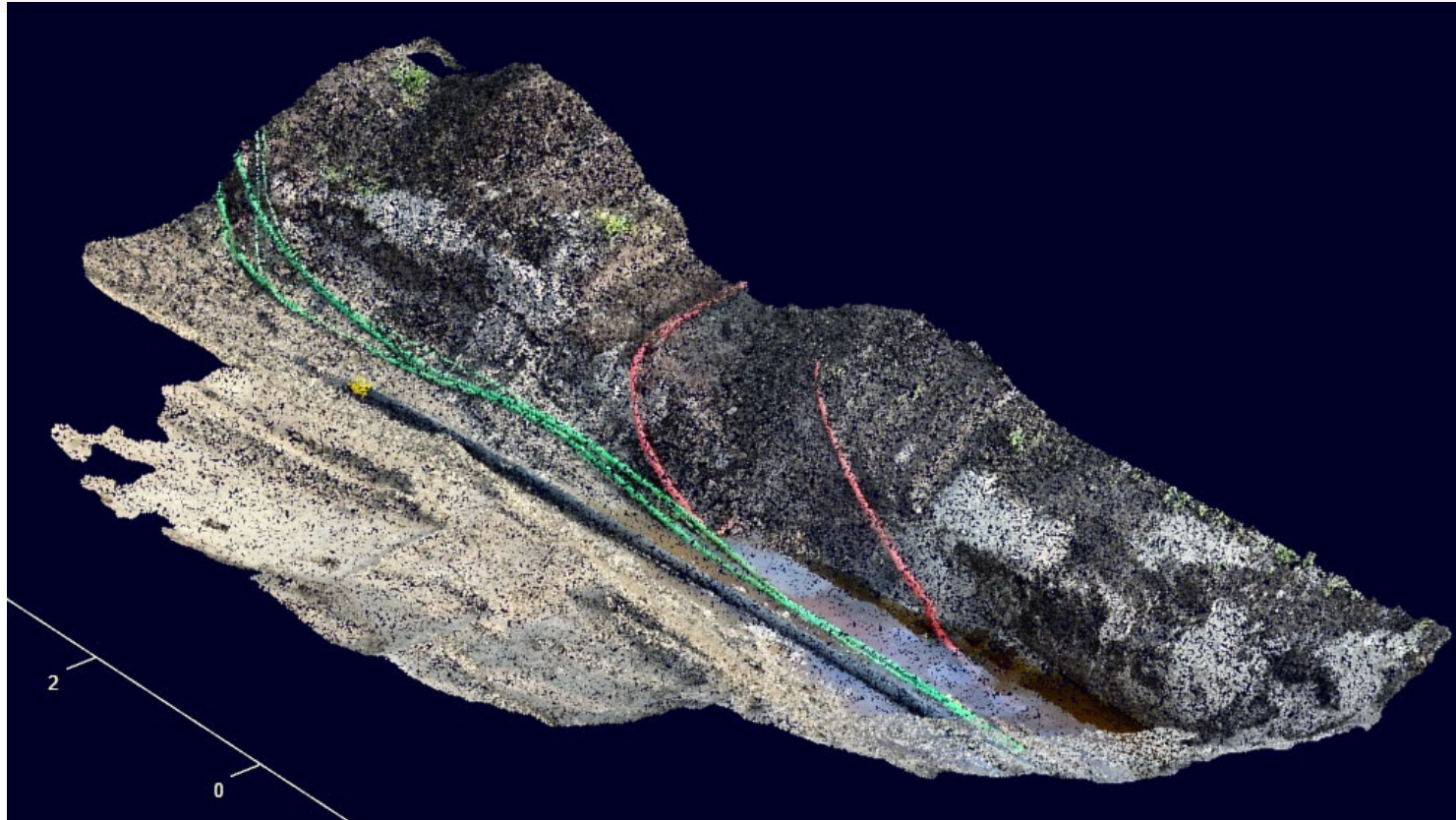
 **Measured Point**

$RMSE_H = 0.09 \text{ m}$

$RMSE_V = 0.05 \text{ m}$

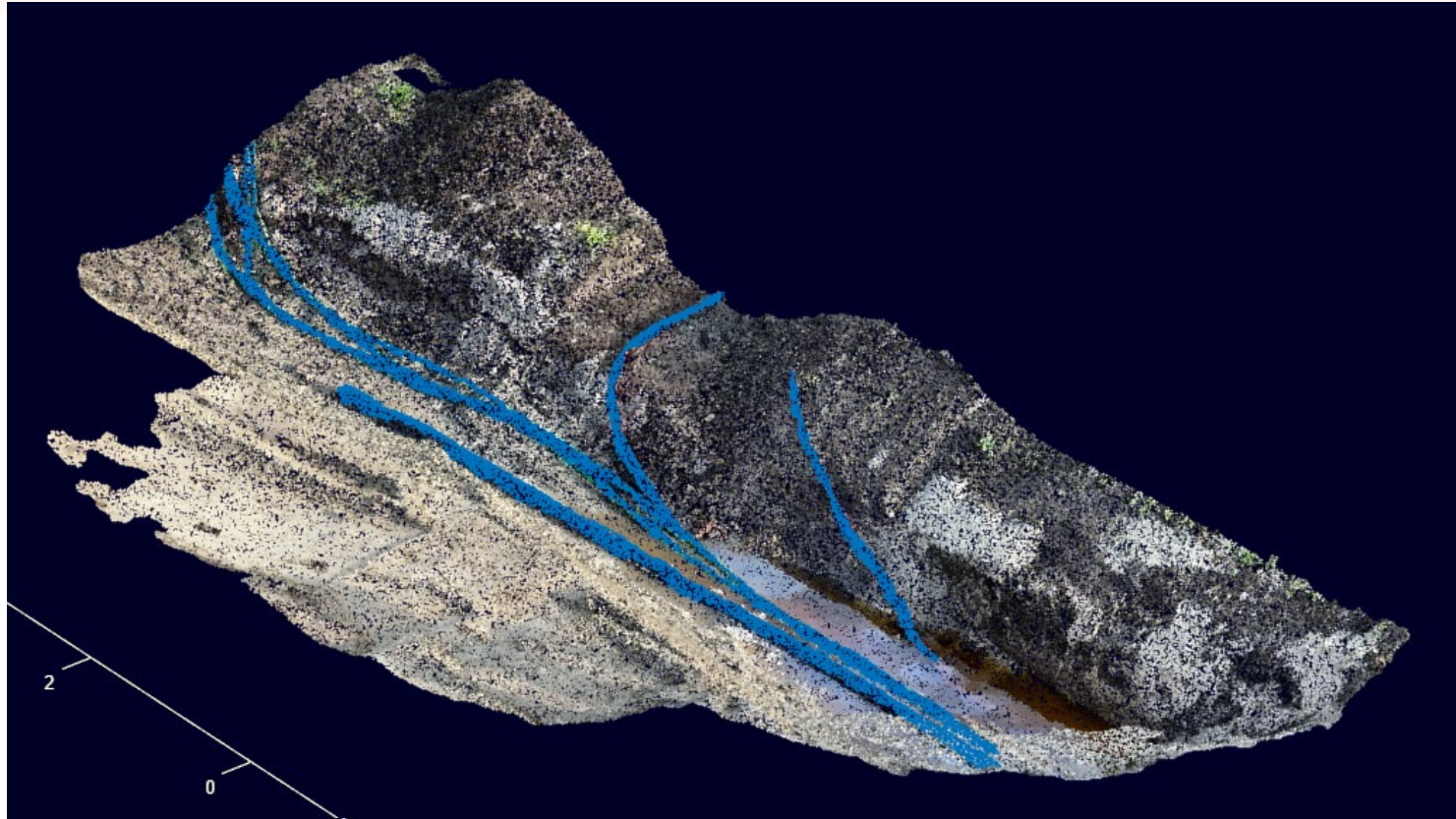


Wat kunnen we vervolgens doen met deze puntenwolken?



Puntenwolk in RGB

Labelling van kabels en leidingen



Gelabelde puntenwolk in CloudCompare,
getraind in VoxNET

Puntenwolken segmenteren en automatisch filteren (lerend algoritme)

To identify utility types (BSc Jorn Kruiper 2024)



Conclusie

1. Inmeten in 3D mogelijk met foto en LiDAR-camera
2. Georefereren met positionering (realtime) of naderhand (GCP)
3. Nauwkeurigheid voldoende, maar obstakels:
 - Water en reflecties
 - Onvoldoende licht
 - Urban canyons
4. Landmeter alleen nog nodig voor complexe stukken
5. Kansrijk
 - AI-detectiemethoden voor verschillende soorten kabels, leidingen en afwijkende liggingen.

