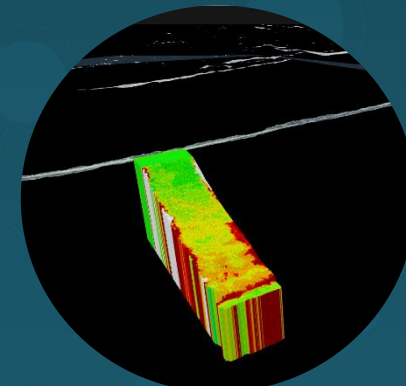
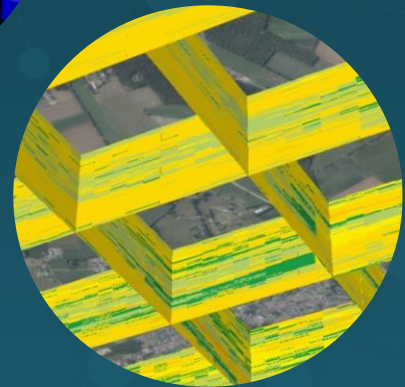
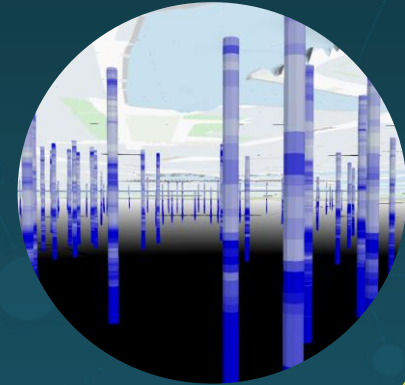
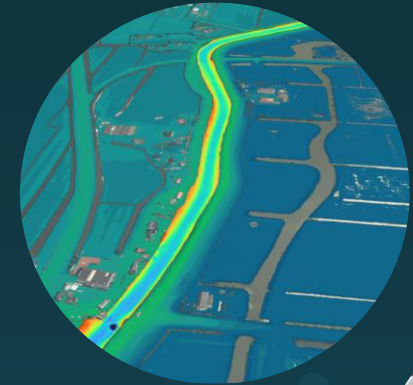


Digital Twin voor Dijkmonitoring

Opslag, beheer en visualisatie van 3D data

Stefan de Graaf Geodan stefan.de.graaf@geodan.nl



Overzicht

- Datagedreven dijkmonitoring
- Digital twinning
- Integratie verschillende databronnen in een enkel platform
- Software infrastructuur
 - Open source tools en open standaarden
 - Datavisualisatie in 3D
 - Databeheer
- Demo

Geodan

- Ruimtelijke vraagstukken
- GIS-oplossingen



Geodan Research

- Innovatieve toepassingen
- Open source technologieën en open standaarden
- Onderzoekers / ontwikkelaars / dataspecialisten
Vooral geo-achtergrond

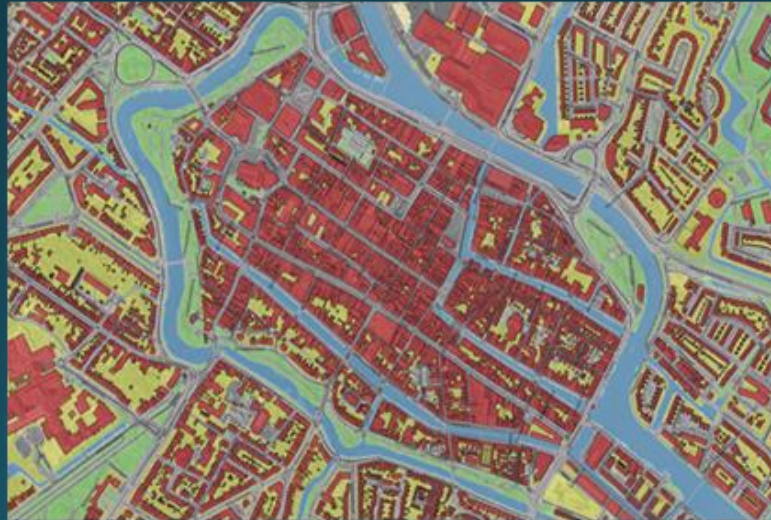


Evolutie van geo-informatie



Kaarten

Ruimtelijke informatie om de wereld te verkennen en weer te geven



Geographical information systems (GIS)

Ruimtelijke informatie voor planning en zakelijke doeleinden

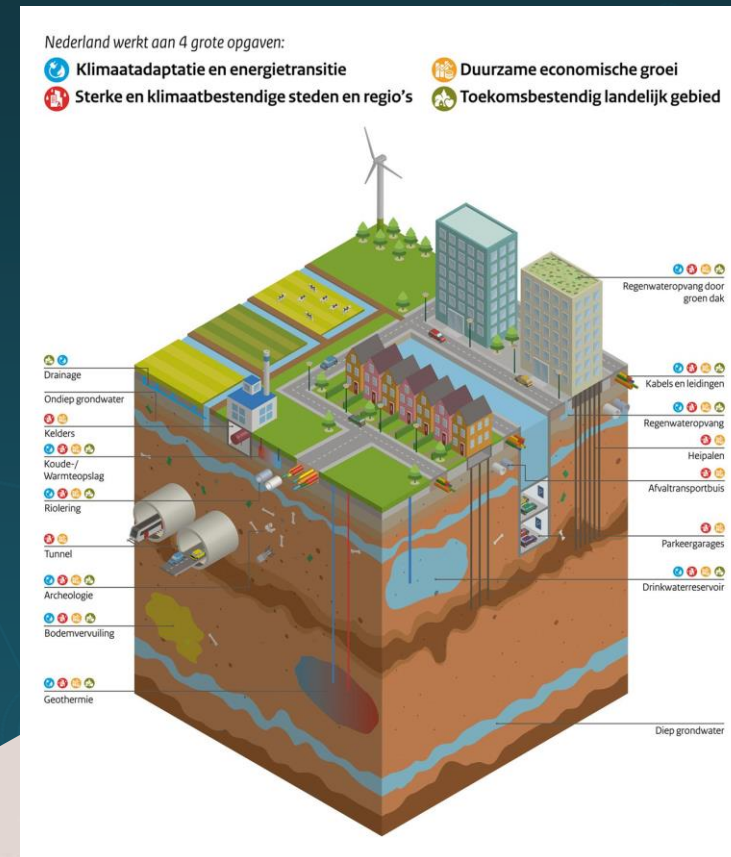


Digital Twin

Simulatie van alternatieve plannen voor onze samenleving

Wat is een Digital Twin?

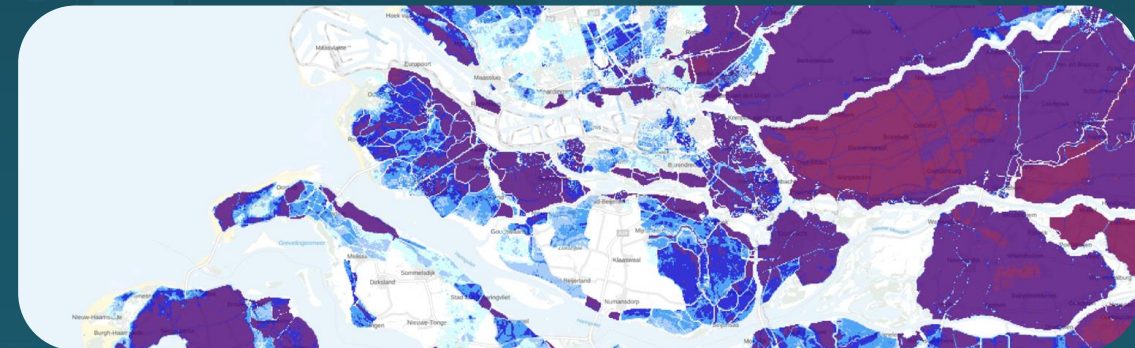
- Er uitziet als echte wereld
- Zich gedraagt als de echte wereld
- Gebaseerd op data
- Digital Twin van de Fysieke Leefomgeving
 - Geo-informatiebeleid vanuit de overheid



Digital Twin voor dijkmonitoring

- Actueel beeld van de stabiliteit
- Monitoring van degradatie en stabiliteit van waterkeringen
- Voorspellen van de ontwikkeling van de degradatie
 - Wanneer onderhoud nodig?
- Modelleren van scenario's

→ **Rol van 3D is belangrijk vanwege ondergrond**



Data – heel veel data

- Hoeveelheden ruimtelijke data nemen toe
- Metingen, observaties, sensoren
- Open data
(bijv. Basisregistratie Ondergrond, AHN)

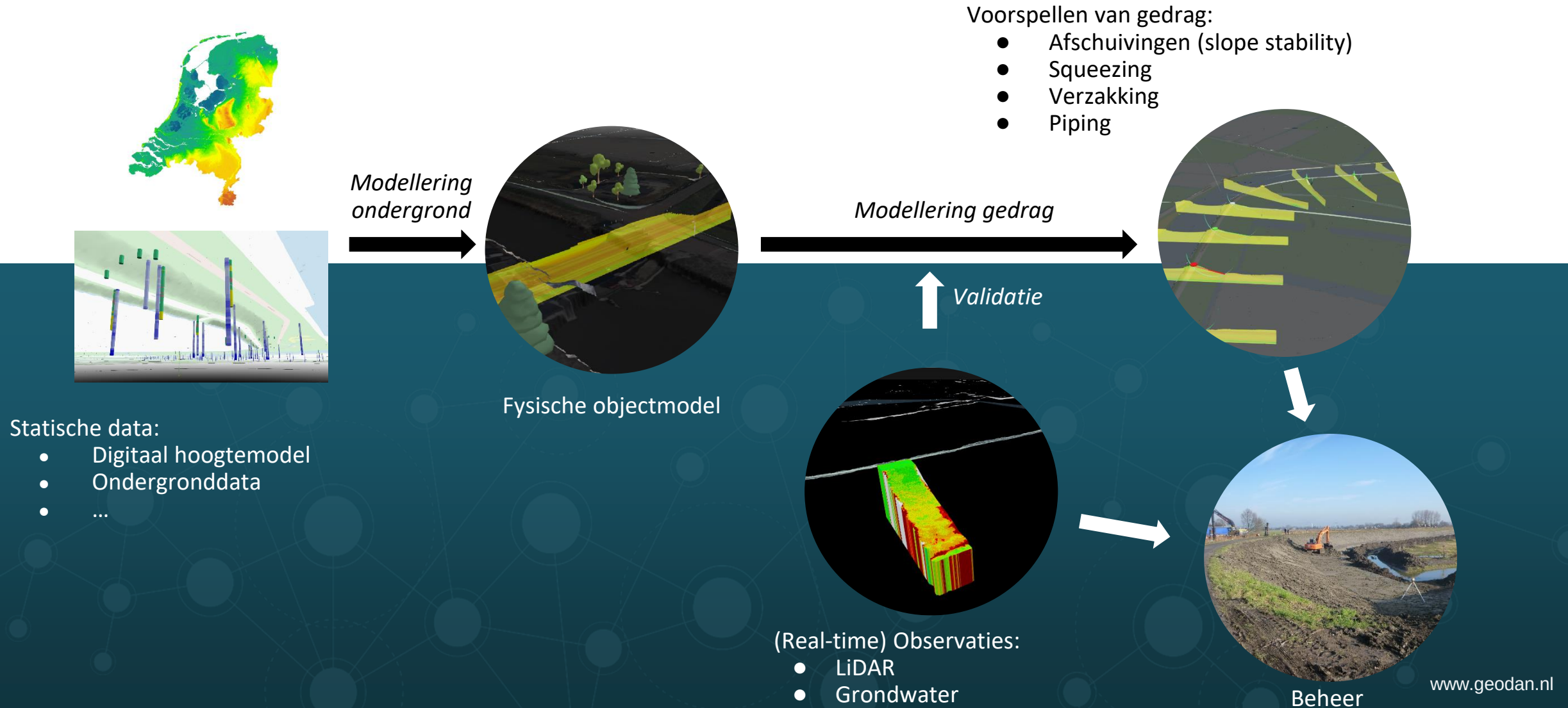


Data – heel veel data

- Hoeveelheden ruimtelijke data nemen toe
- Metingen, observaties, sensoren
- Open data
(bijv. Basisregistratie Ondergrond, AHN)
- Meer waarde uit bestaande data halen
 - Modelleren en datafusie
 - Datacuratie



Digital Twin - Data en modellen



In

(open)data



Bovengronds /
ondergronds

- AHN 2/3/4
- BGT
- Vegetatie
- BIM
- Historische data
- Kabels en leidingen
- BRO data
- Peilbuizen

Data PoR

api

Data
Fusion



Rekenmodellen /
scripts

- HPT
- 3D gebouwen
- BRO modellen
- BIM
- ...

Cloud(bibliotheek) Digital Twin



Data koppelen & combineren



Parametrisatie & schematisatie

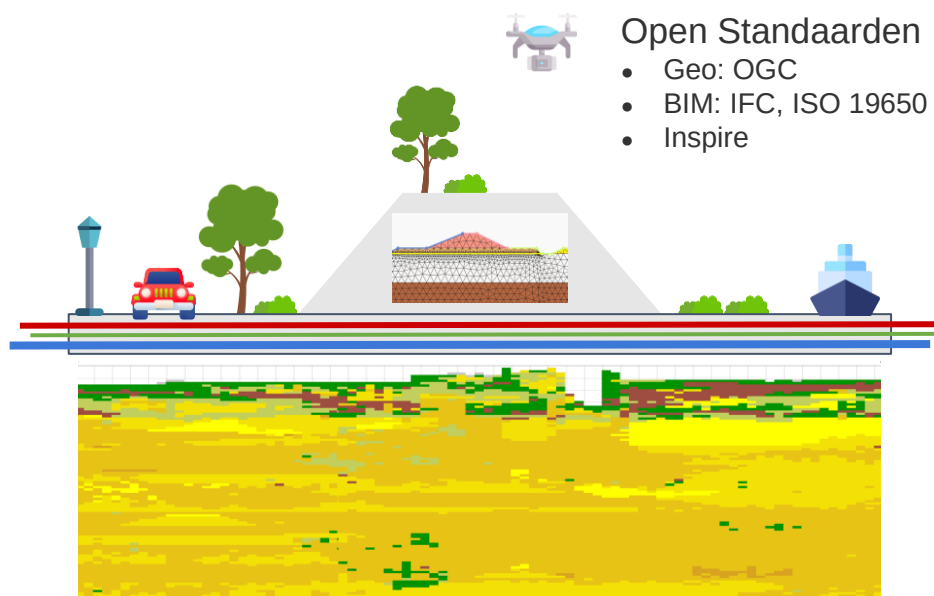


Scripts delen



Open Standaarden

- Geo: OGC
- BIM: IFC, ISO 19650
- Inspire



Uit

Visualisatie



Modellering



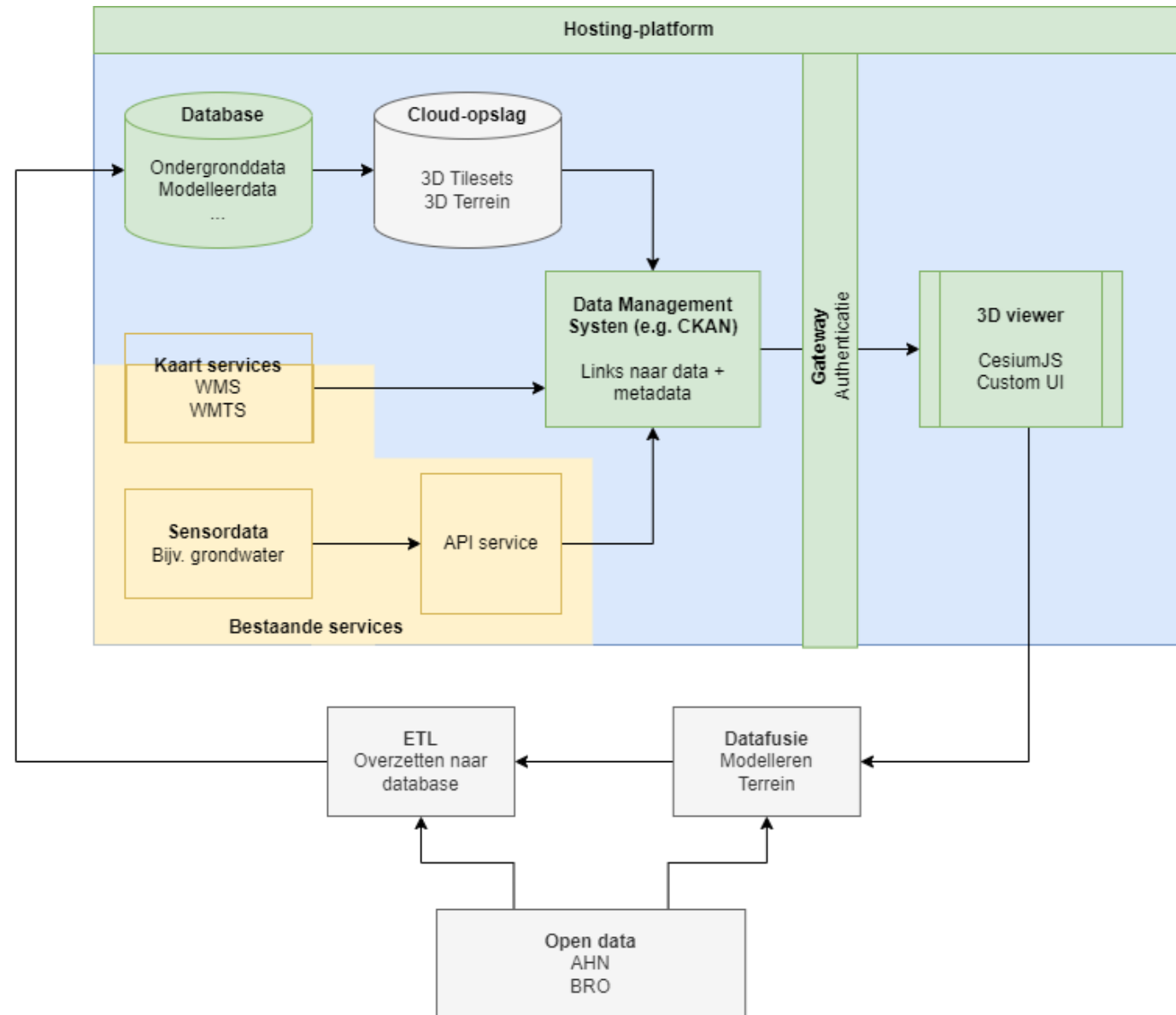
Modelleringsoutputs
terug naar de Digital
Twin



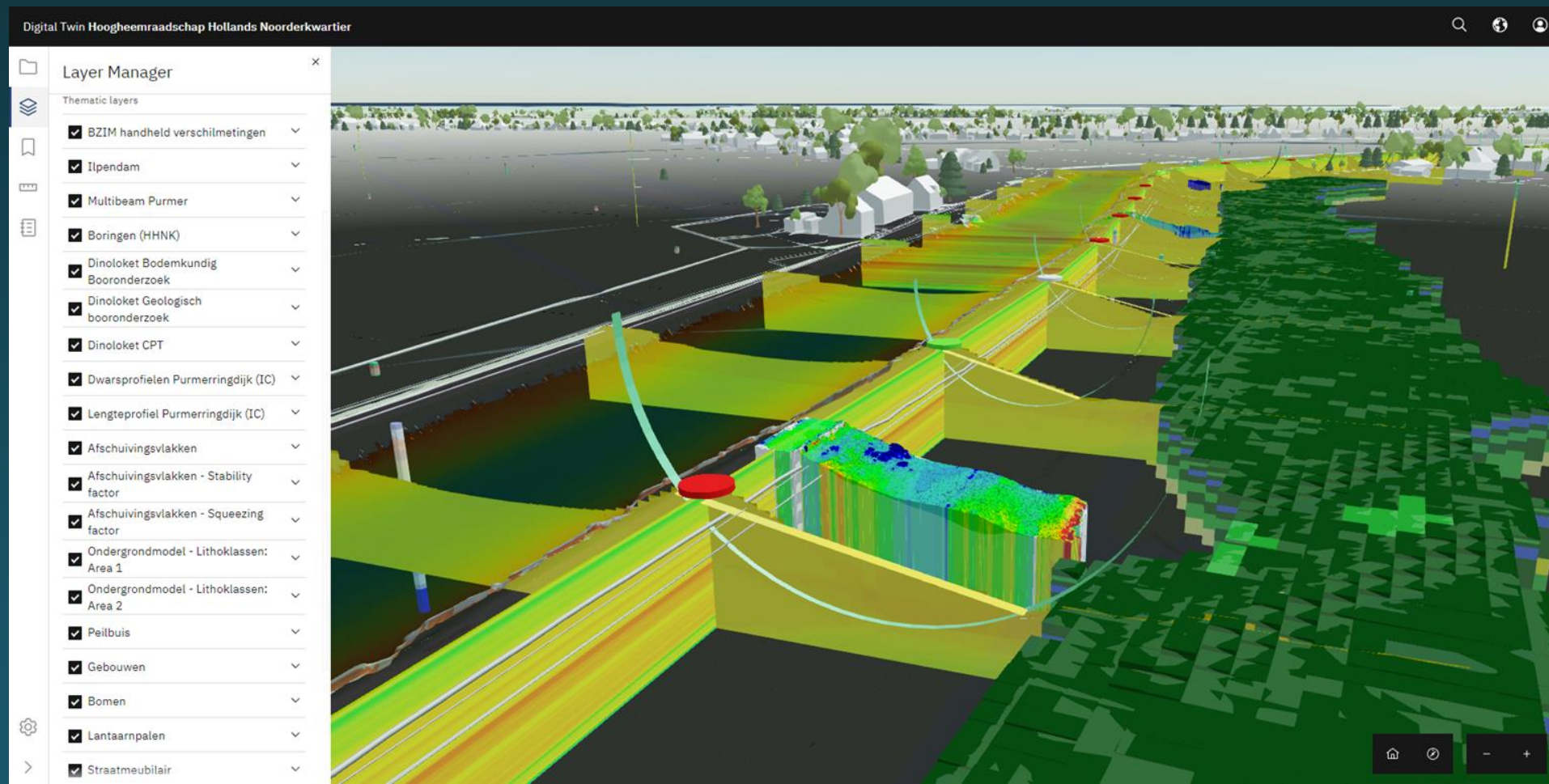
Infrastructuur dataplatform

- Hosting
- Dataopslag
- Databeheer
- Dataverwerking (modellering, datafusie)
- ETL-processen
- Visualisatie
- Beveiliging

→ Toegankelijk voor eindgebruikers



Preview Purmer



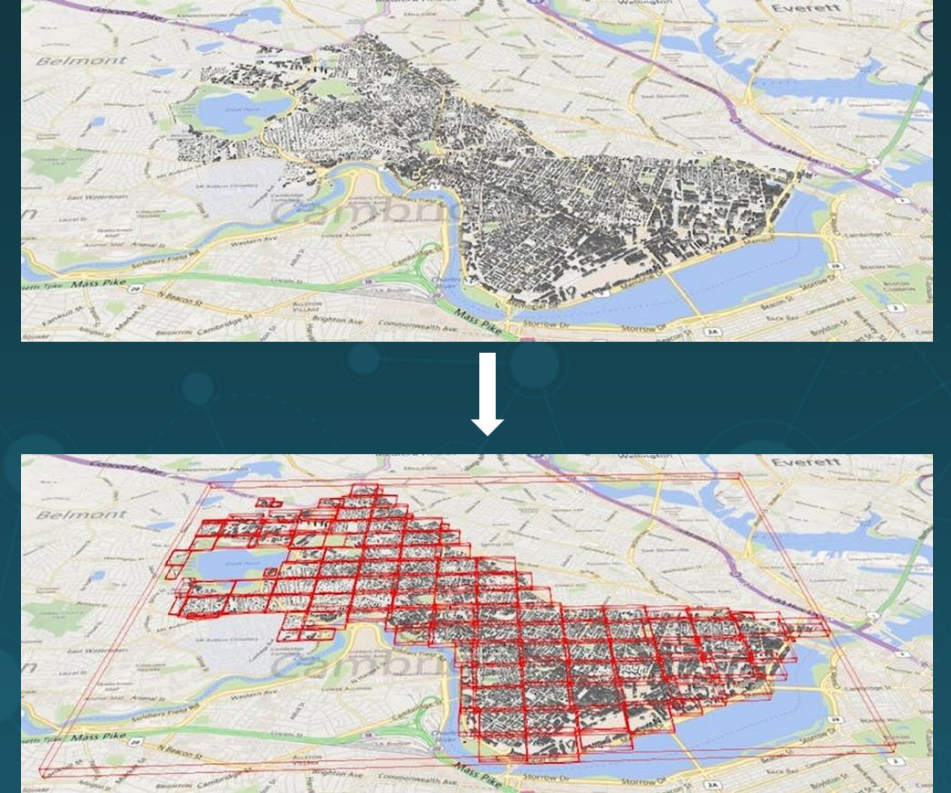
Digital Twin Infrastructuur - Visualisatie

- Technische ontwikkelingen op gebied van 3D gaan snel
- Open source software
- Visualisatie in browser met CesiumJS
 - 3D data via 3D Tiles
 - 2D kaartlagen
- Custom user interface

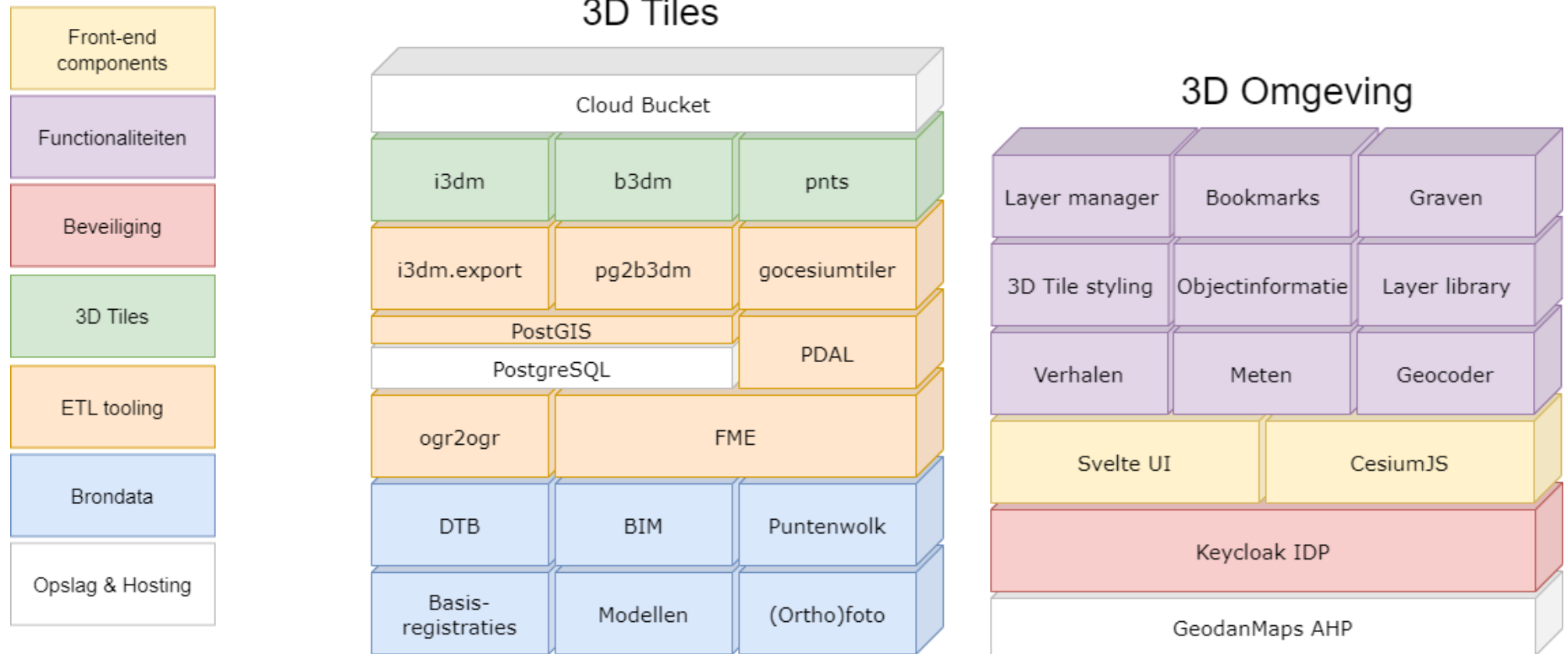


3D Tiles standaard

- Geïntroduceerd door Cesium en inmiddels OGC standaard
- Geoptimaliseerd streamen van grote ruimtelijke 3D datasets
- Data hiërarchisch verveeld in tilesets
- Verschillende formaten
 - b3dm
 - i3dm
 - pnts
- 3D data op gestandaardiseerde manier beschikbaar stellen
 - CesiumJS
 - Unity
 - Unreal
 - ArcGIS

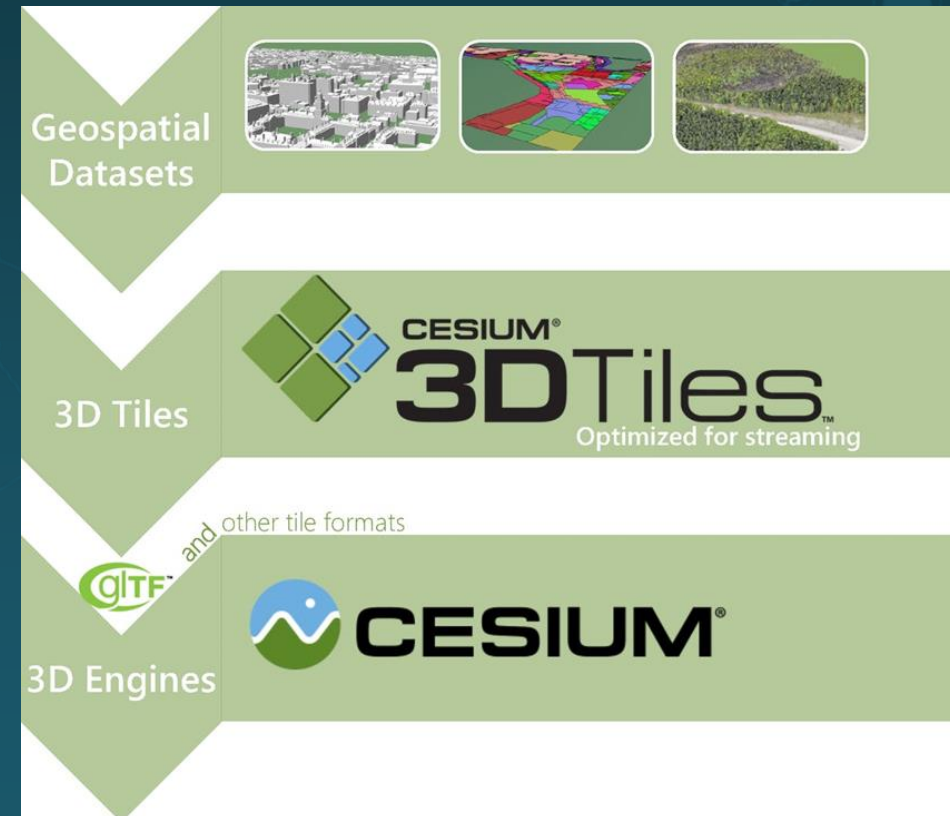


Visualisatie – Technische stack



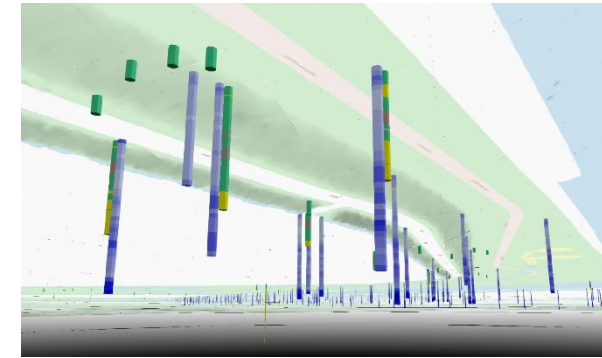
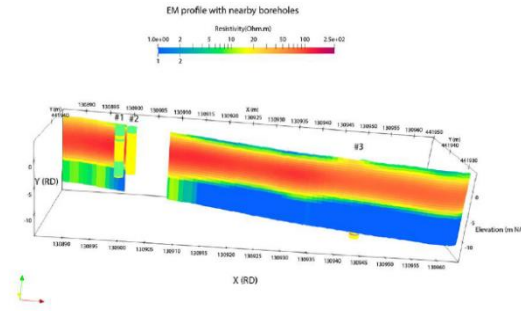
Dataverwerking – Brondata naar 3D Tiles

- Ondergronddata
 - Boringen
 - Sonderingen
 - EM-metingen
- Fysisch object model
 - 3D Terrein
 - Ondergrondmodellen
- Gedragsmodellen
- Observaties en sensoren

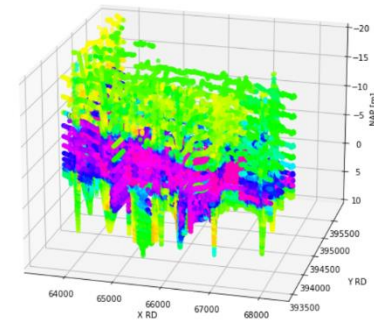
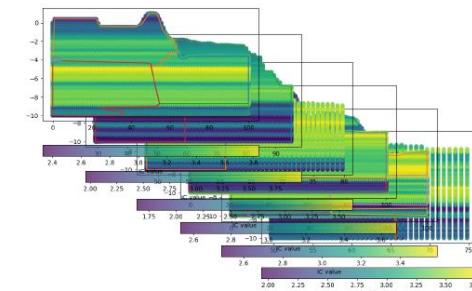
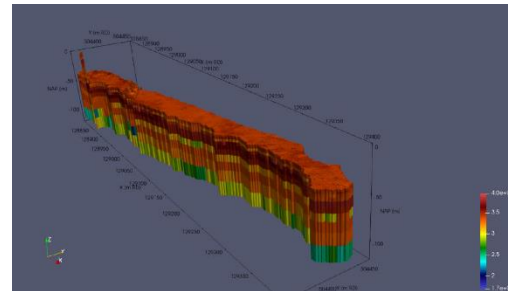


Fysische objectmodel

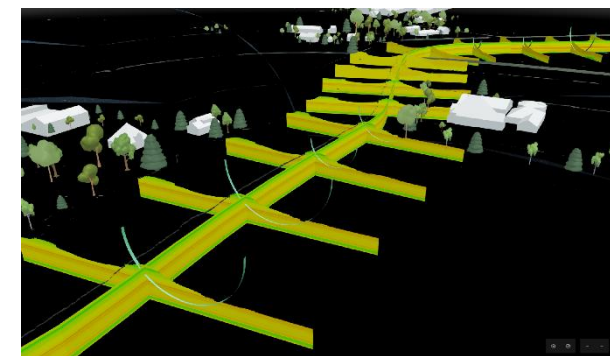
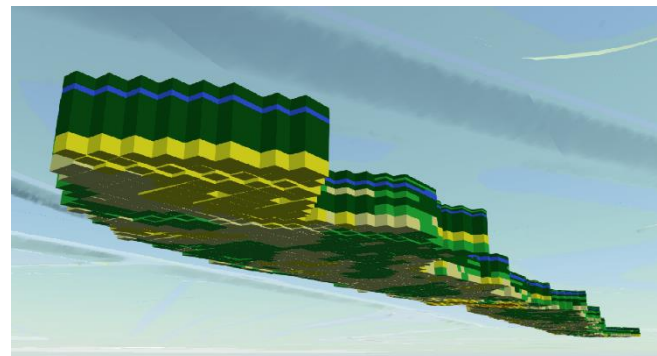
- Ondergronddata
 - Boringen
 - Sonderingen
 - EM-metingen
- Ondergrondmodellering
 - Data fusion tools
 - Interpolatie
 - Machine learning
 - IC-waardes



↓  Modelling



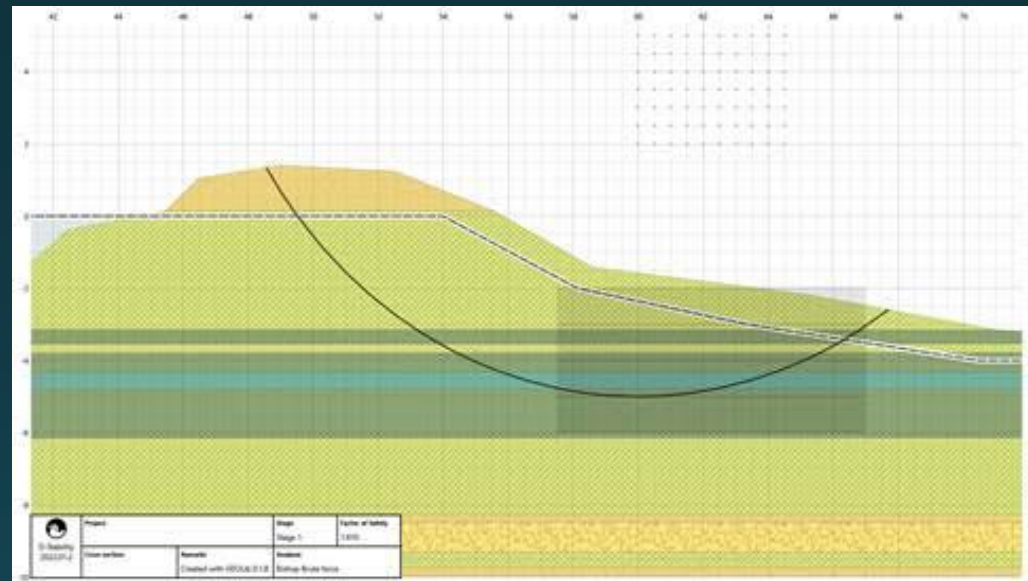
↓  Visualisatie



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034622001331?via%3Dihub>

Voorspellende gedragsmodellen

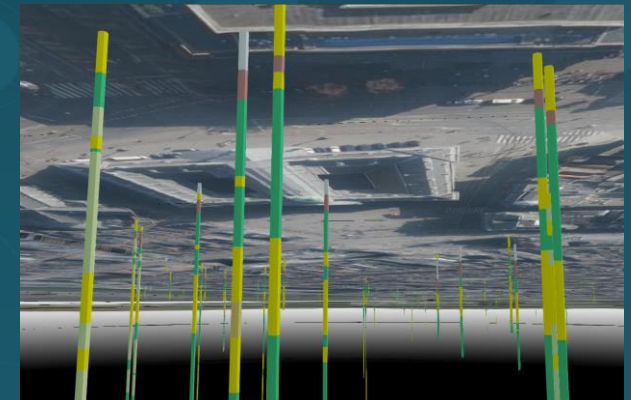
- Voorspellen gedrag
 - Afschuivingen/scheurvorming
 - Squeezing
 - Verzakking
 - Piping
- Naarmate meer data beschikbaar komt:
 - Model updating
- Risico-analyse en plannen van onderhoud



Dataverwerking – Extract, Transform, Load

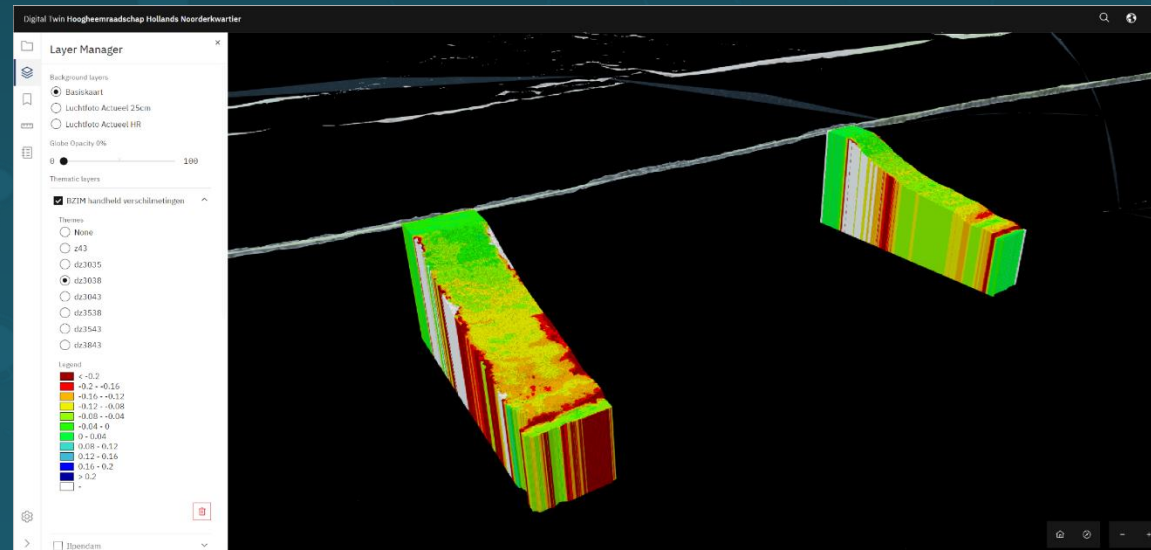
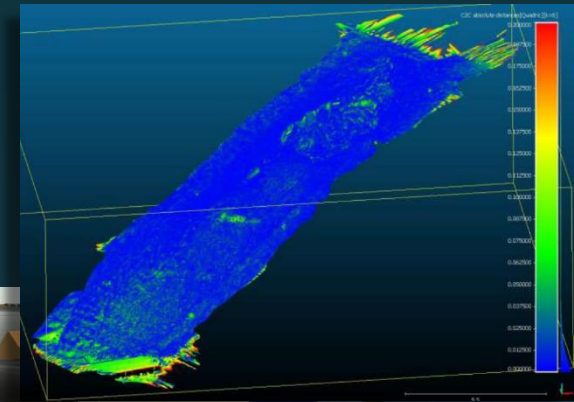
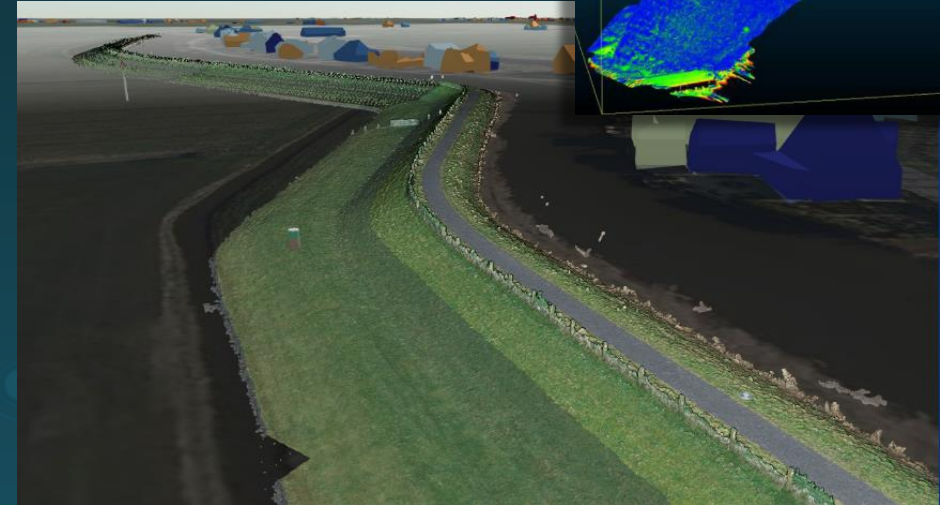
- Startpunt
 - JSON/GEF/XML bestand
 - Locatiegegevens + data
- Overschrijven naar PostgreSQL-database
- Op de database
 - PostGIS extensie → ruimtelijke functies
 - 3D geometrieën maken (polyhedral surfaces)
 - Kan lang duren
- Omzetten in 3D Tilesets
 - pg2b3dm (PostGIS to b3dm)
 - i3dm.export

```
B1_1602178.gef - Notepad
File Edit Format View Help
#GEFID = 1,0,0
#FILEOWNER = MOS-GEF Boren
#COMPANYID = MOS Grondmechanica, NL008006799B01, 31
#FILEDATE = 2016,10,12
#PROJECTID = Onderbormverzakkings Purmerdijk, 1602178
#TESTID = 1
#COLUMN = 2
#COLUMNINFO = 1, m, diepte bovenkant laag, 1
#COLUMNINFO = 2, m, diepte onderkant laag, 2
#COLUMNTEXT = 1, verplicht
#COLUMNSEPARATOR = ;
#RECORDSEPARATOR = !
#REPORTCODE = GEF-BORE-Report, 1, 0, 0, GEF-BORE-Report2.doc
#MEASUREMENTCODE = NEN5104, 1, 0, 0, NNI 1989
#LASTSCAN = 5
#XYID = 31000, 128066.340, 503469.110, 0.01, 0.01
#ZID = 31000, 1.22, 0.01
#MEASUREMENTTEXT = 1, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, opdrachtgever
#MEASUREMENTTEXT = 2, Onderbormverzakkings Purmerdijk, project omschrijving
#MEASUREMENTTEXT = 3, Purmerend, plaatsnaam
#MEASUREMENTTEXT = 4, ja, boring uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO22475-1
#MEASUREMENTTEXT = 5, 2016-10-12, datum boorbeschrijvingen
#MEASUREMENTTEXT = 6, AK, beschrijver boringen
#MEASUREMENTTEXT = 9, maaiveld, horizontaal referentieveld
#MEASUREMENTTEXT = 13, MOS Grondmechanica, boorbedrijf
#MEASUREMENTTEXT = 16, 2016-09-20, datum boring
#MEASUREMENTTEXT = 18, Ja, peilbuis aanwezig
#MEASUREMENTTEXT = 31, PUL, boormethode
#MEASUREMENTVAR = 16, 4.50, m, einddiepte t.o.v. maaiveld
#MEASUREMENTVAR = 18, 0.70, m, grondwaterstand direct na boring
#MEASUREMENTVAR = 19, 1, -, aantal peilbuizen
#EOH=
0.00;0.30;'Zkh';'ZMF PUR2 BR';!
0.30;1.80;'Ks';'BR';!
1.80;3.40;'Ks';'BR';!
3.40;3.90;'Ks1h';'BR';!
3.90;4.50;'Ks1h';'BR';!
```



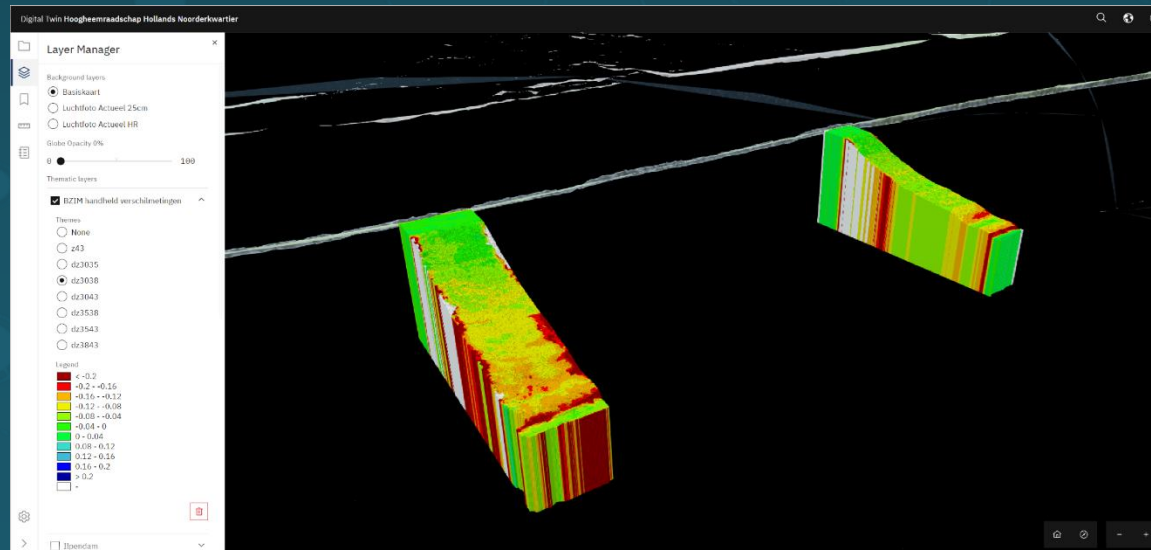
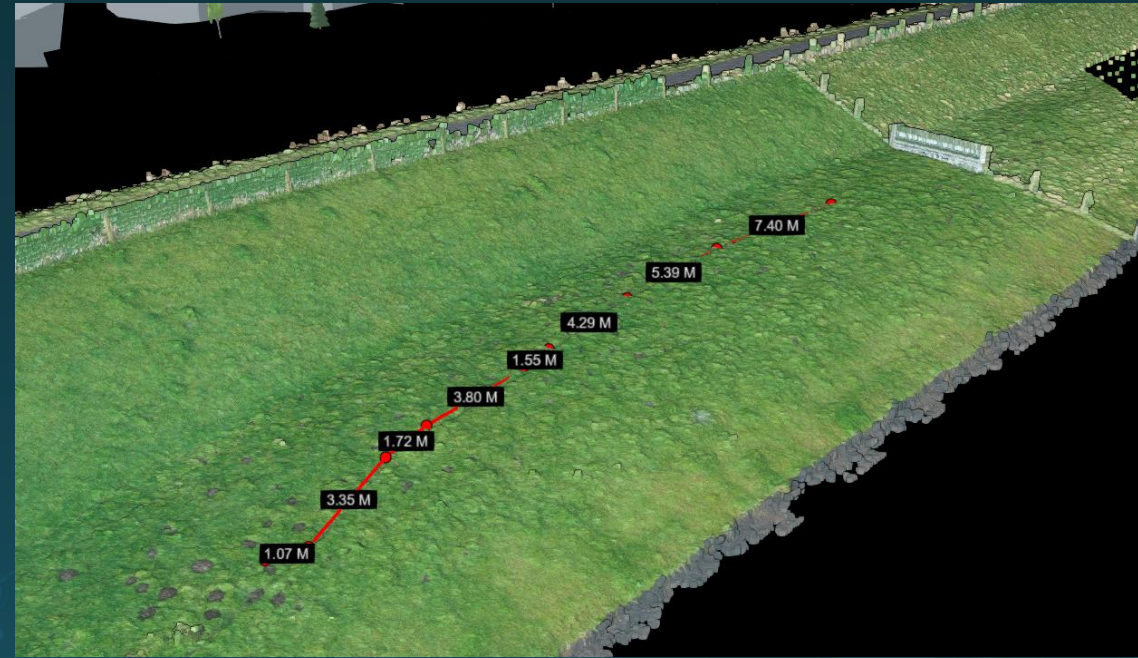
Observaties

- Monitoring dynamische processen
- Puntenwolken
 - Monitoring van verzakking en scheurvorming
 - Data-inwinning via drone en iPhone
- Komen observaties overeen met modellen?



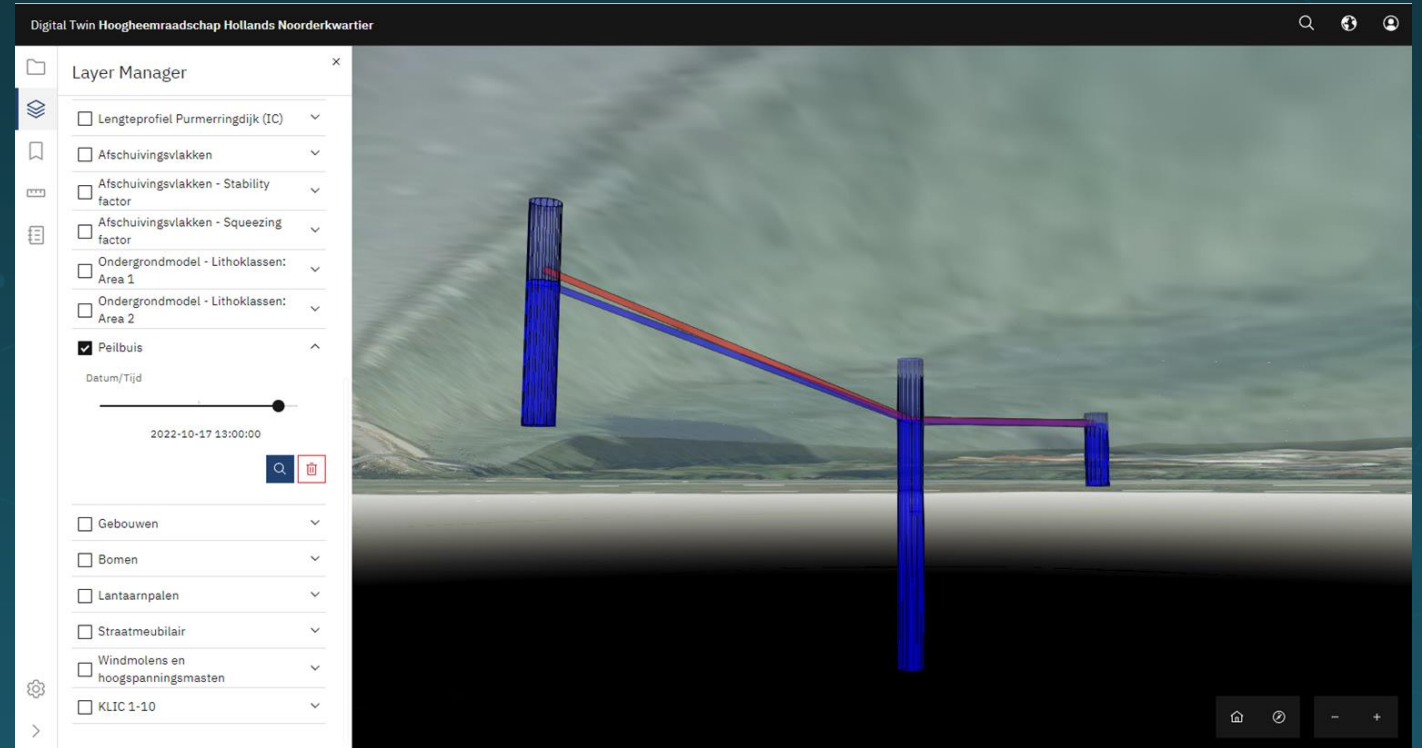
Observaties

- Omzetting naar 3D Tiles pnts-format:
 - Go Cesium Point Cloud Tiler
 - py3dtiles
- Meten in de viewer



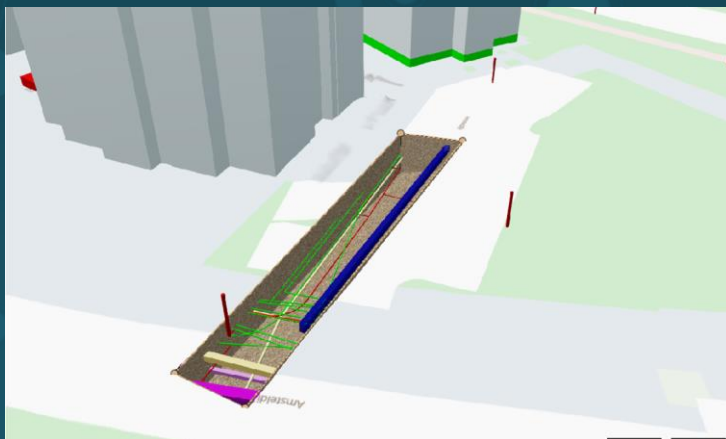
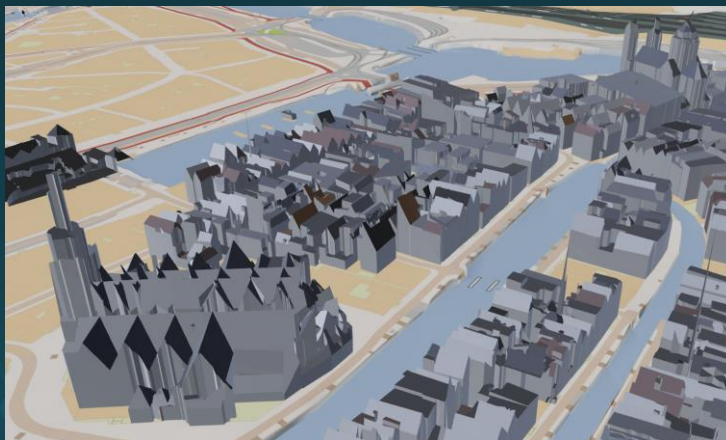
Sensordata

- Peilbuizen
- 3D waterstand
- FEWS API
- Weergave door de tijd



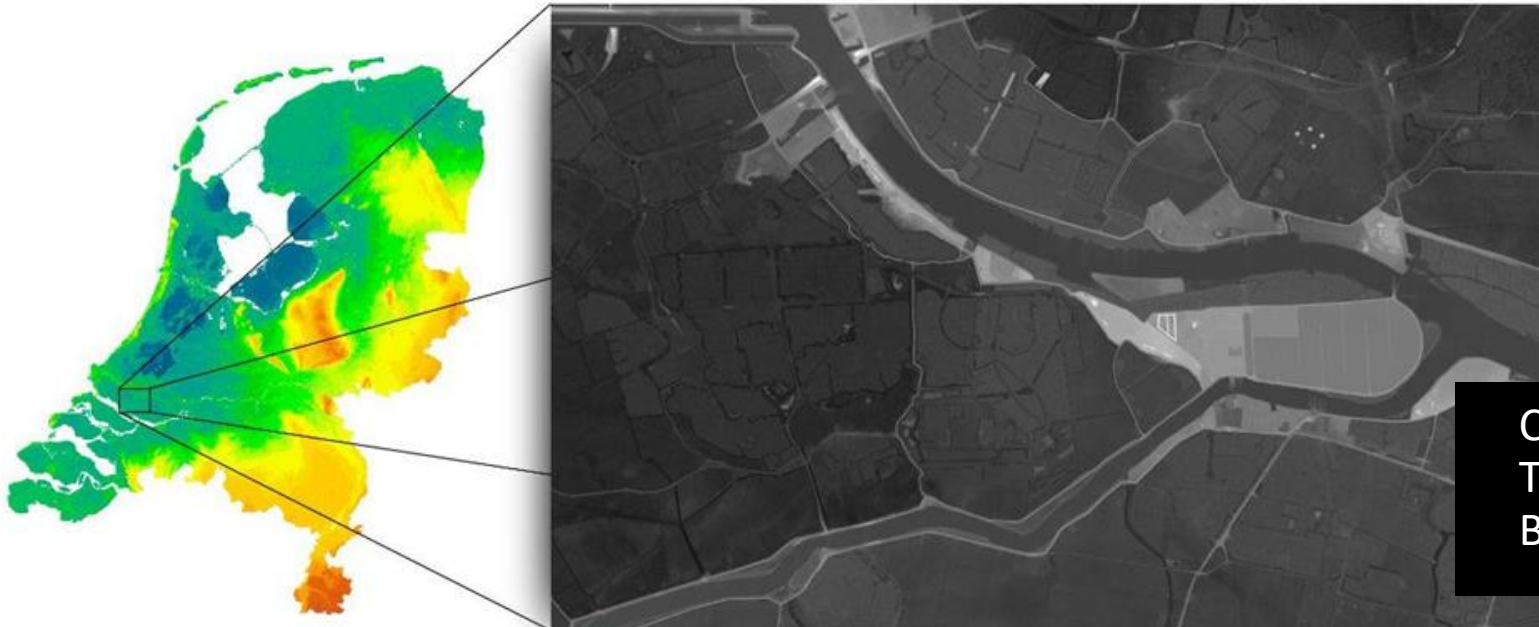
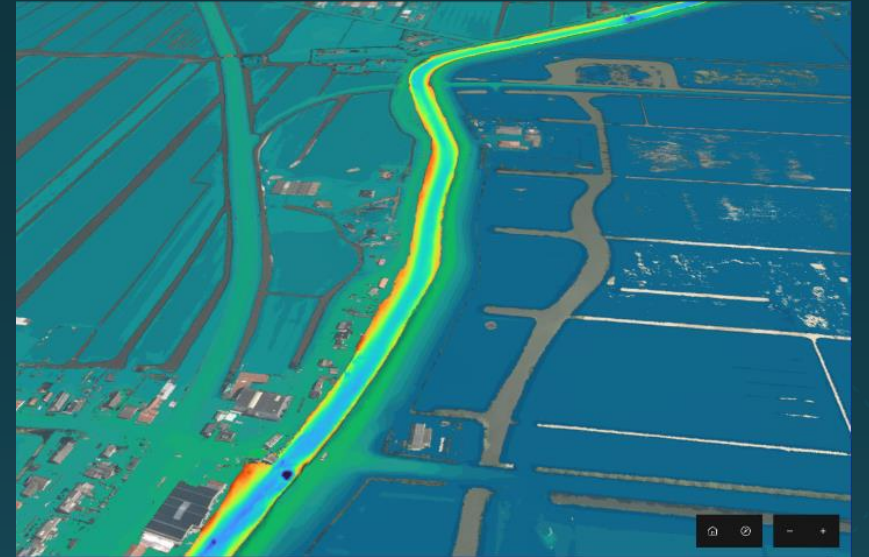
Omgevingsdata

- Open data
 - Gebouwen
 - BAG
 - Bomen
 - Boomregister
 - Kabels en leidingen
 - KLIC
 - Straatmeubilair
 - BGT
- Kan van belang zijn bij planning onderhoud



3D Terrein

- 3D-terrein doorslaggevend voor stabiliteit
- Data uit puntenwolken (AHN) en bathymetrie
- Quantized mesh (standaard Cesium formaat)

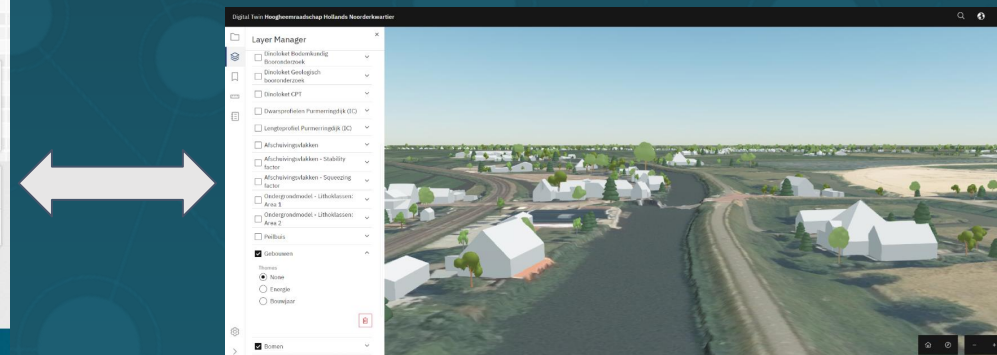
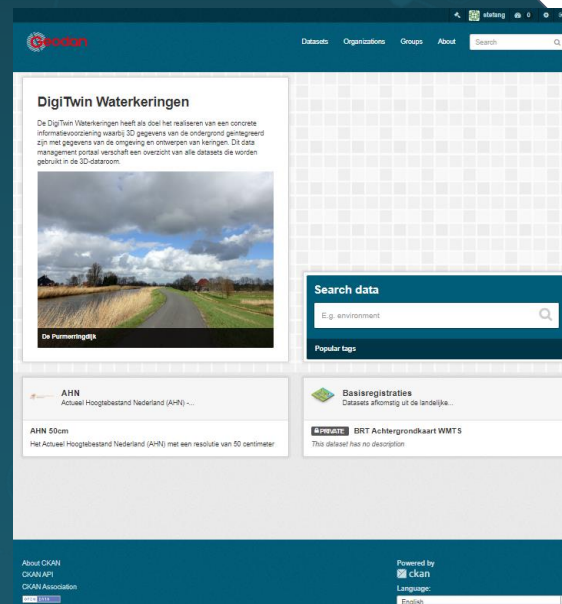
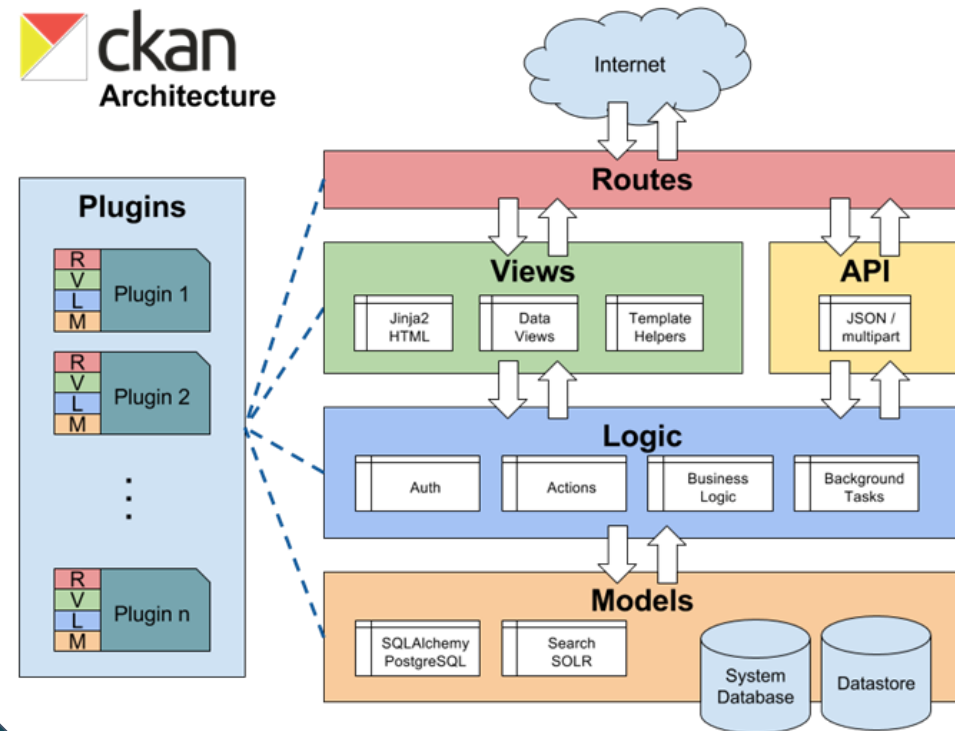


Cesium
Terrain
Builder



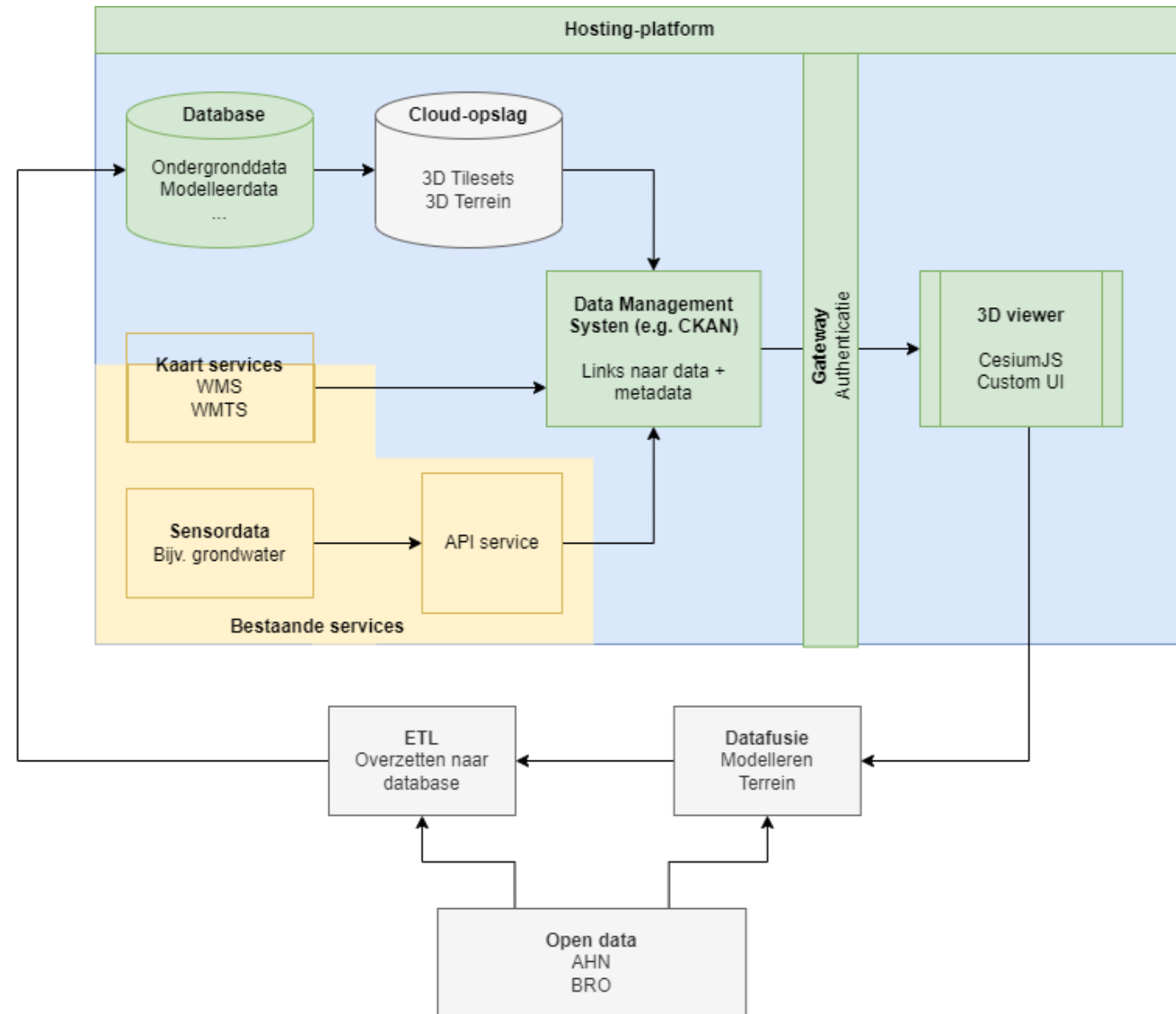
Databeheer

- Zicht op de bron en kwaliteit (data-tagging)
- Data Management System (DMS) → CKAN
- Metadata registreren
- Viewer aangesloten op DMS



Terugkomend bij de infrastructuur

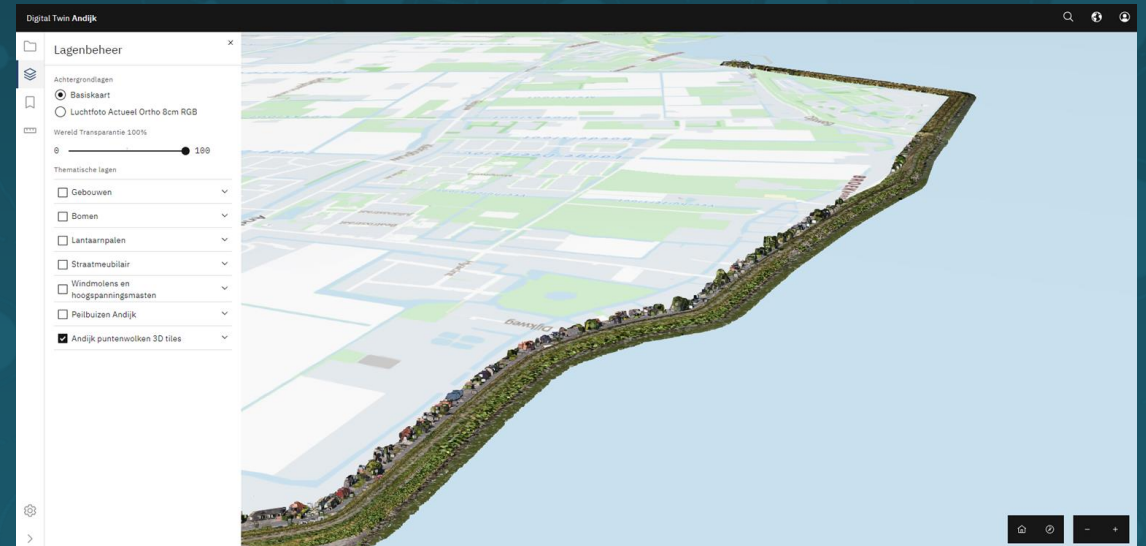
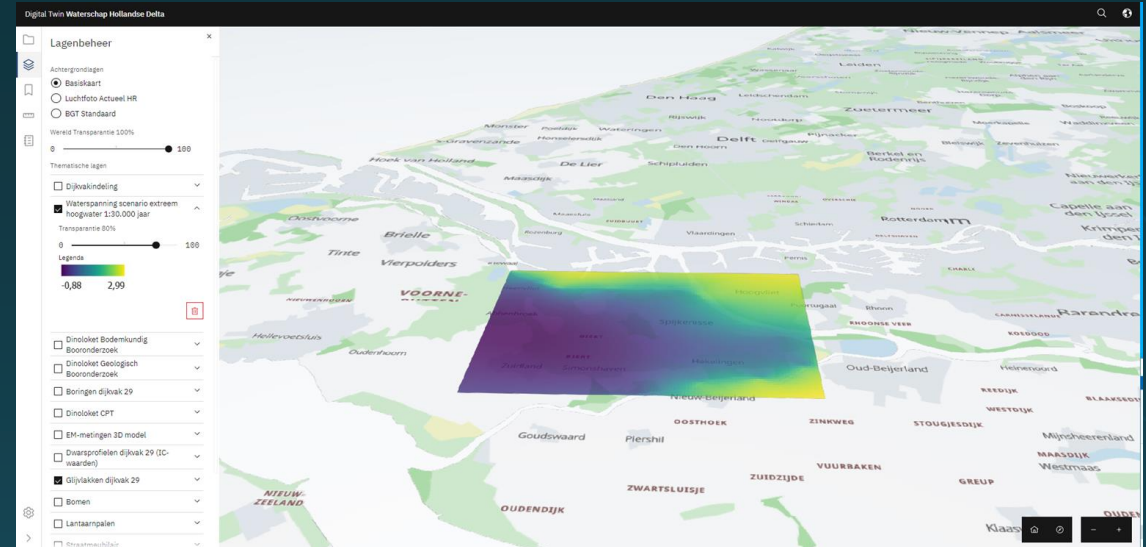
- Hosting
- Dataopslag
- Databeheer
- Dataverwerking (modellering, datafusie)
- ETL-processen
- Visualisatie
- Beveiliging



Terugkomend bij de infrastructuur

- Breed toepasbaar, schaalbaar, herbruikbaar
- Waterschap Hollandse Delta
 - Spui
 - Focus op piping
 - Waterspanningen
- Andijk Hackathon

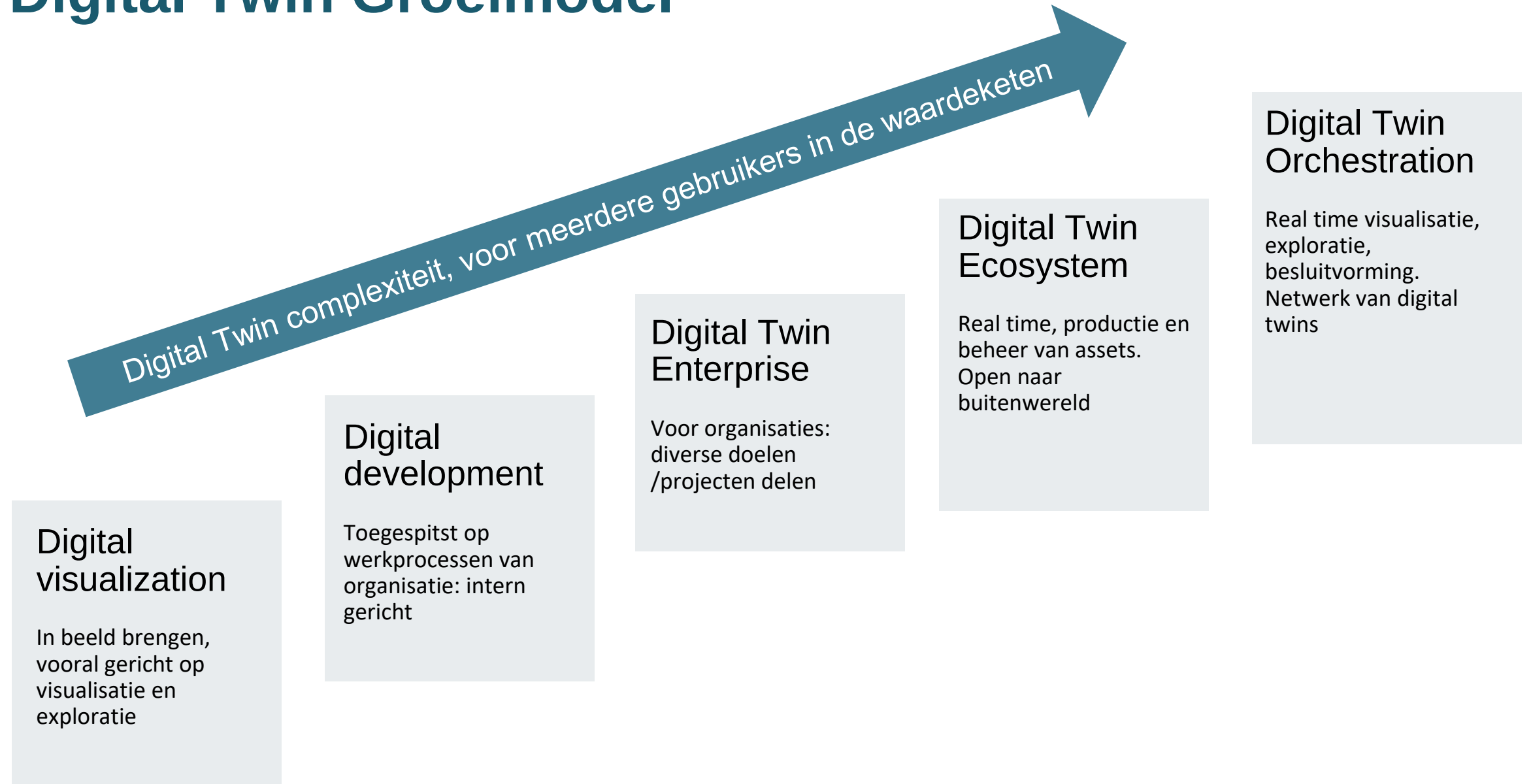
<https://wshd.beta.geodan.nl>



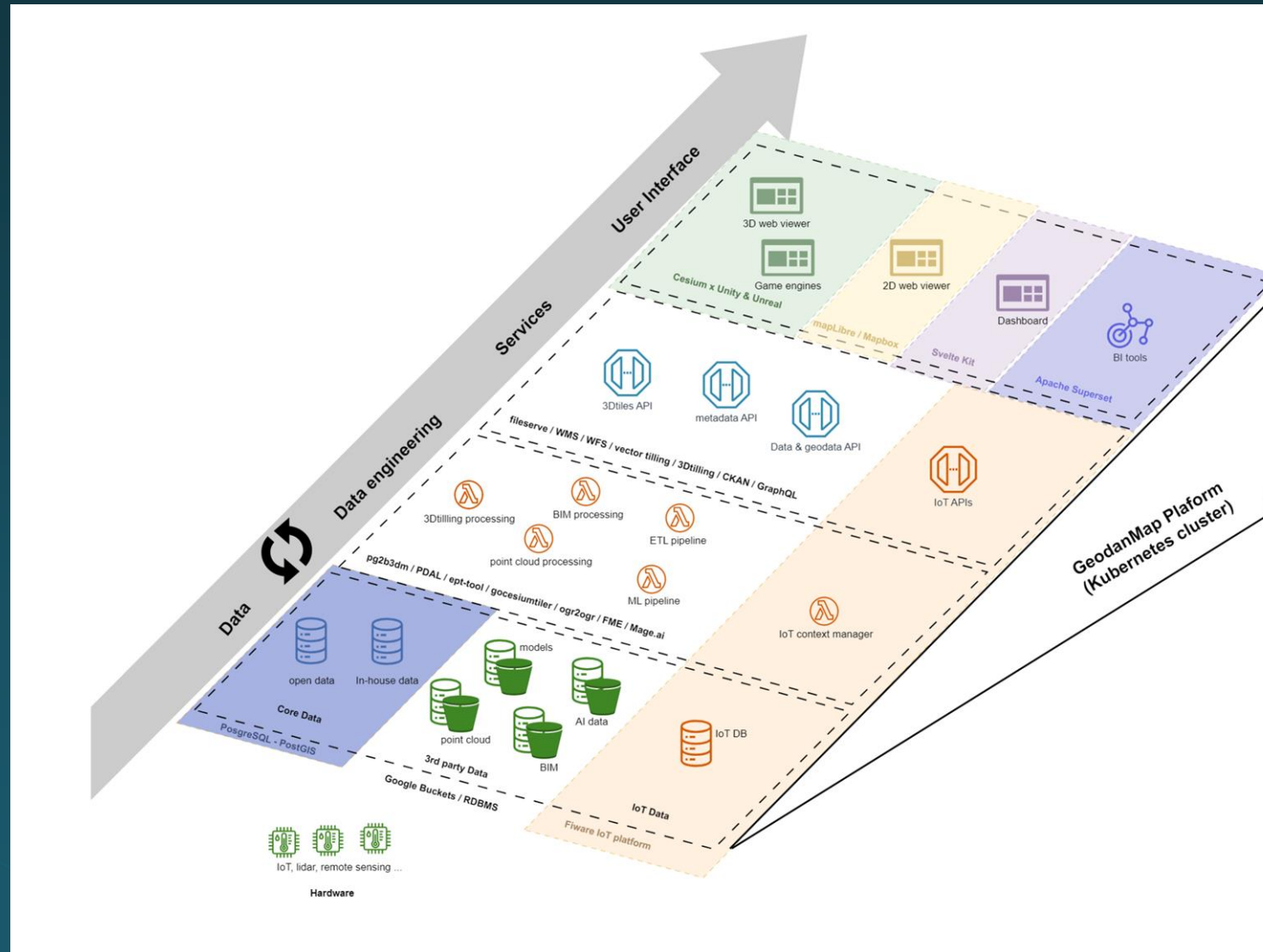
Digital Twin Waterkeringen - Stand van zaken

- Hoe kan een Digital Twin-omgeving helpen bij dijkmonitoring?
 - Geïntegreerd overzicht van alle data
 - Alle data, modellen en observaties samen op een centrale plek
- Vervolgstappen
 - Real-time data + dashboards
 - Dataverwerking (ETL-processen) automatiseren
 - Data-analyse mogelijkheden
 - Modelleren en model updating vanuit de viewer?
 - ...
- Centrale vragen
 - Doet de DigiTwin hetzelfde als de waterkering in de echte wereld?
 - Geschiktheid DigiTwin voor gebruik in dagelijks beheer

Digital Twin Groeimodel



Digital Twin Architectuur



Digital Twin Awards

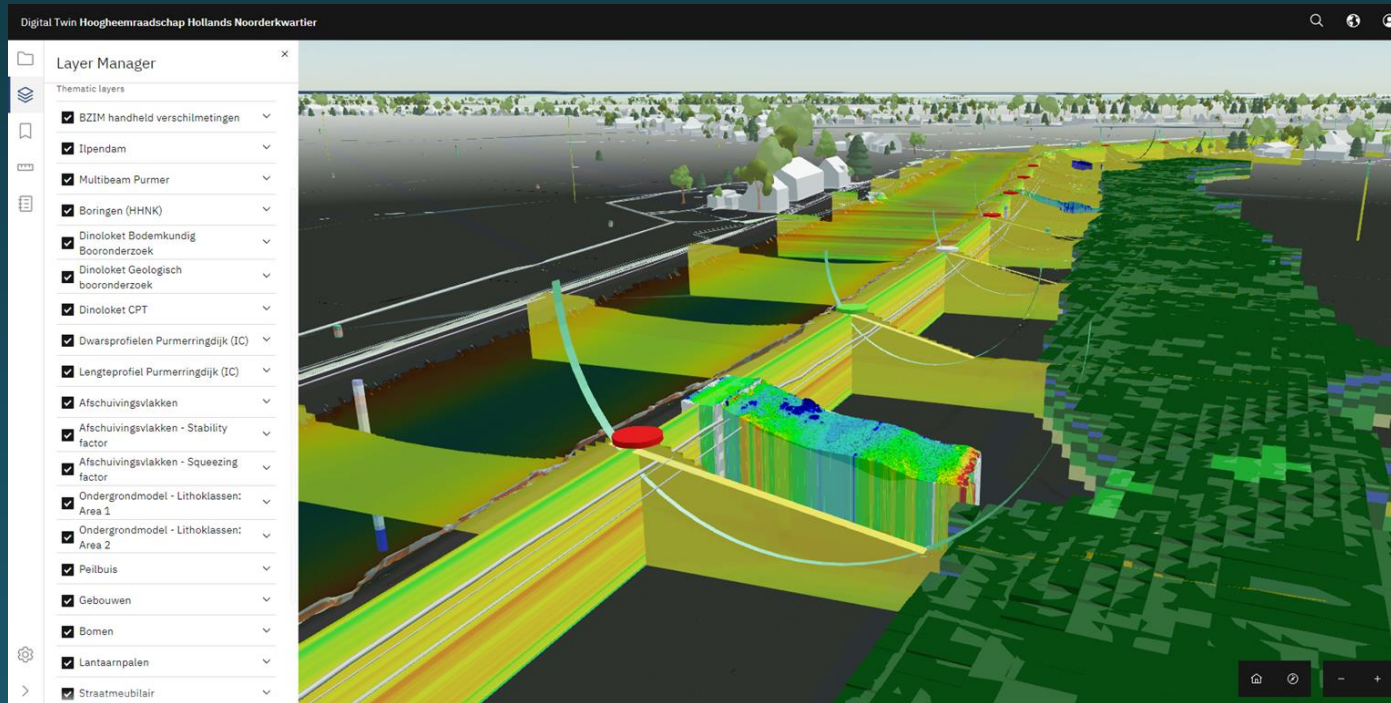
- Trophées des Jumeaux Numériques 2023 in Parijs

Digital Twin for Dike Reinforcement

- Beste Digital Twin Award met de Purmerringdijk



Demo / Vragen?



E-mail:
stefan.de.graaf@geodan.nl