

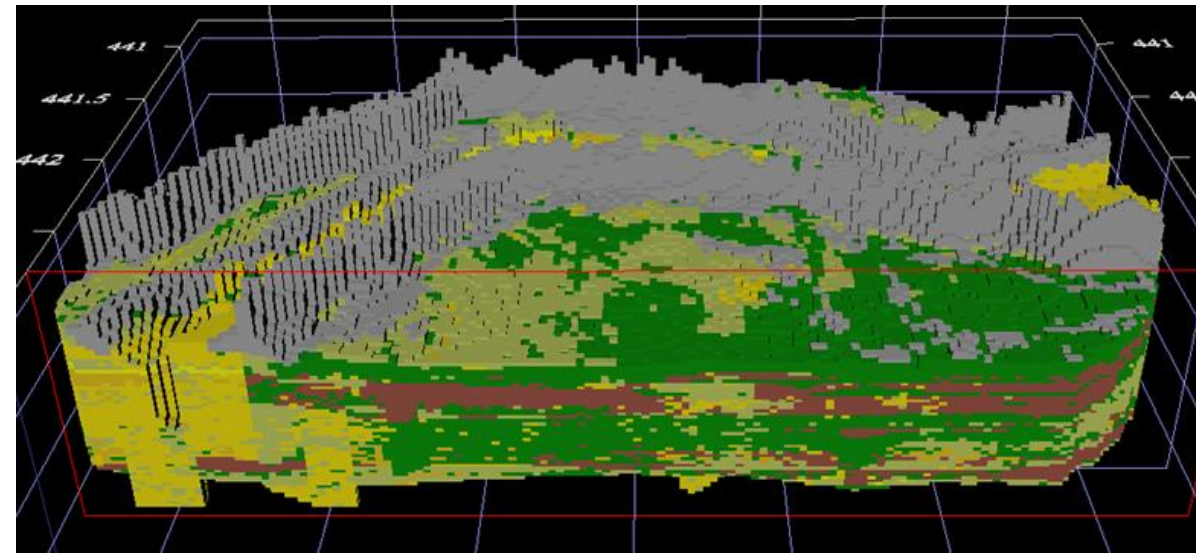
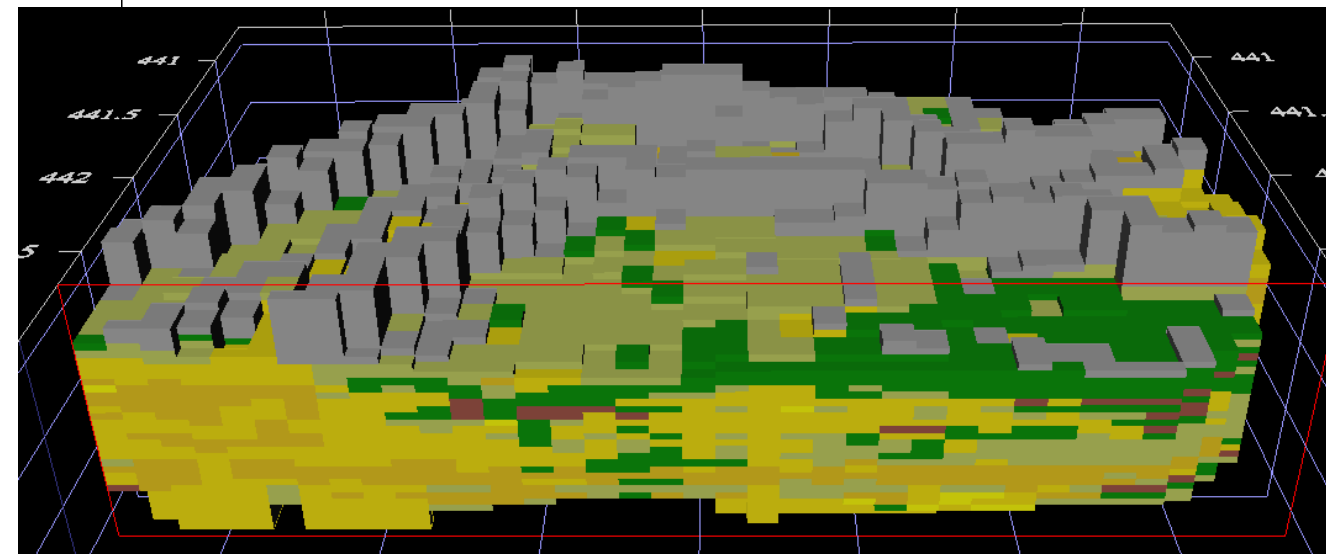
**DIGITWIN CASUS STERKE LEKDIJK**

**KOEN VOLLEBERG (HDSR)**

**JAN GUNNINK (TNO)**

## › CASUS STERKE LEKDIJK

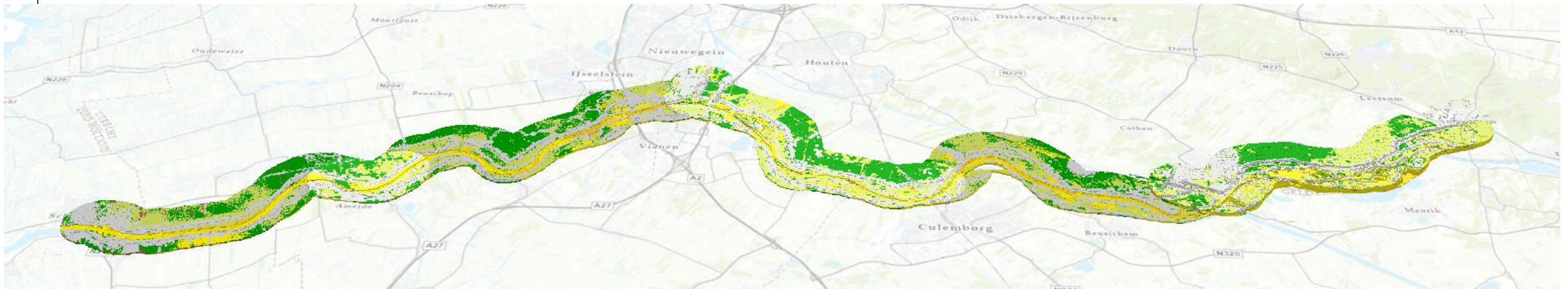
- › 2018-2019: ontwikkeling verfijnde Geotop-model voor drie delen van Lekdijk-traject
  - › Ontwikkeling geautomatiseerde classificatie sonderingen (van HDSR en andere partijen die data in BRO hebben geplaatst)
  - › Verrijken met handboringen van van groep Fysische Geografie, Universiteit Utrecht
  - › Meenemen begrenzing stroomgordels obv stroomgordelkaart UU
- › Verfijning in gebied rondom Lekdijk
  - › Van 100\*100\*0,5m naar 25\*25\*0,25m (verfijning 32x)





## › CASUS STERKE LEKDIJK

- › 2020-2021: actualisatie modellen op basis van nieuwste gegevensset
  - › Ontwikkeling methode voor snelle actualisatie op basis van beperkte set nieuwe gegevens
  - › Hele HDSR-Lekdijk beschikbaar als verfijnd model
- › Nu: toepassing in systeemanalyses, bepaling deklaagdiktes, lithologische dwars- en lengteprofielen



## › CASUS STERKE LEKDIJK

- › SLD-model bevat naast lithologische en stratigrafische parameters ook grondmechanische parameters, zoals
  - › Doorlatendheden (horizontaal, verticaal)
  - › Volumiek gewicht
- › Korrelgrootte van de zandige fractie is vertaald naar drie klassen: fijn zand, matig grof zand, grof zand
- › Gegevens over korrelgrootteverdeling wel beschikbaar (metingen, schattingen en interpretaties).
- › Doel casus: onderzoek naar wetenschappelijk verantwoorde methode om per voxel van het ondergrondmodel korrelgrootte-verdelingen te genereren
- › Deze informatie is input voor berekeningen waar korrelgrootte-verdelingen, D70-waarden en/of hiervan afgeleide waarden nodig zijn.

# CASUS STERKE LEKDIJK

Data:

- Sterke Lekdijk model met geologische eenheden en meest waarschijnlijke lithoklasse
- DINO boringen met beschrijving van de grofheid van het zand en evt. zand mediaan klasse
- Universiteit Utrecht boringen
- Korrelverdelingen (gemeten met zeefmethode / laser) van TNO – TopIntegraal campagne
- Sonderingen omgewerkt naar synthetische korrelverdeling m.b.v. Machine Learning

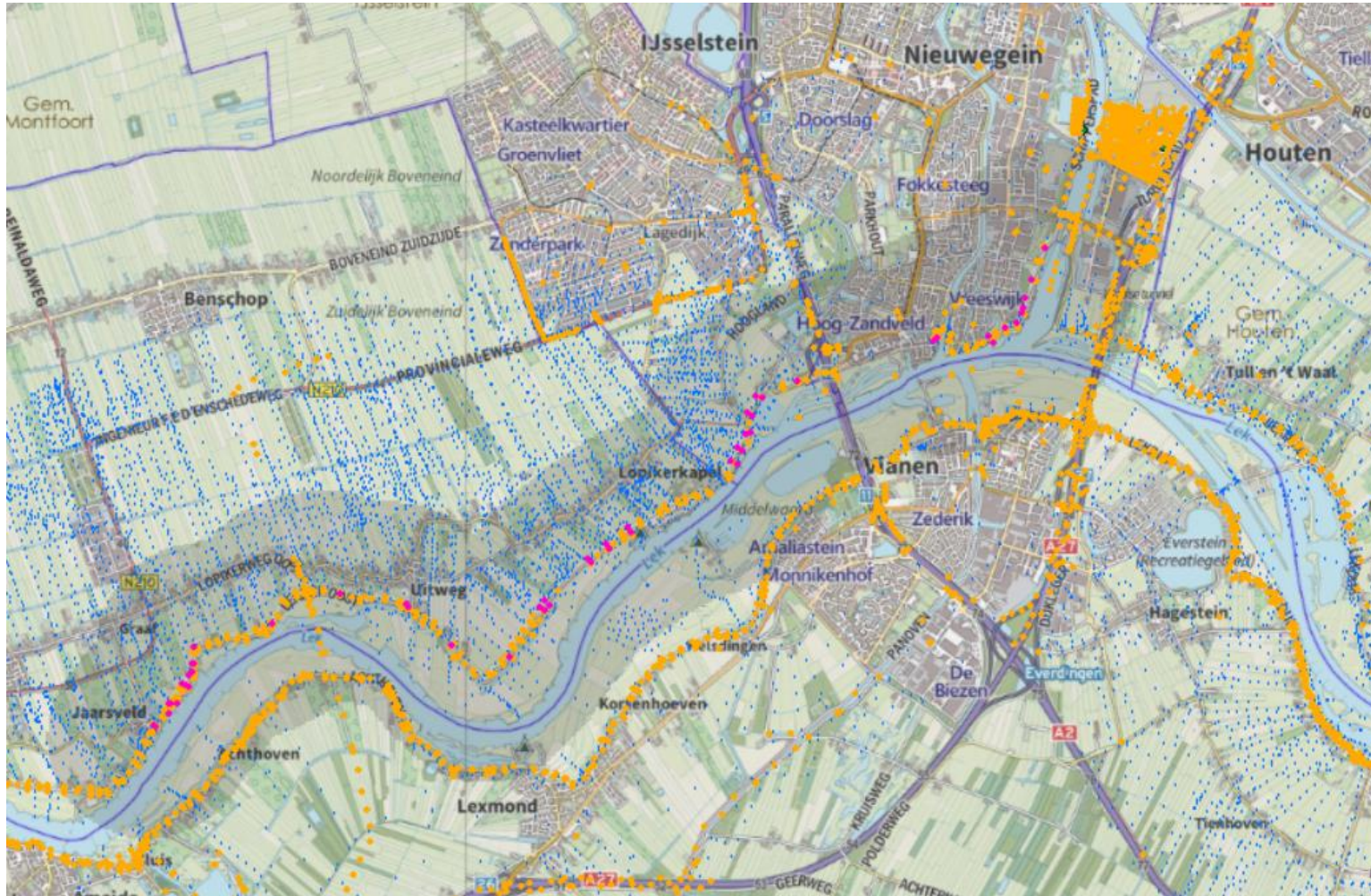
nr	x	y	mv	top	bottom	prov	Unit	lith	lutum_pct	sand_med ian	sand_med ian_cd
B31G0162	126967	450225	-340	5000	7500	UT	EC	ZMF		160	ZMFO
B31G0162	126967	450225	-340	7500	10000	UT	EC	ZMF		200	ZMFO
B31G0362	124839	450069	400	2000	3900	UT	EC	ZMF		150	ZMFO
B31G0362	124839	450069	400	3900	3950	UT	EC	ZUG		500	ZUGO
B31G0362	124839	450069	400	3950	4900	UT	EC	ZMF		200	ZMFO
B31G0362	124839	450069	400	4900	5200	UT	EC	ZMG		225	ZMGO
B31G0364	124280	450159	100	5300	5500	UT	EC	ZMF		150	ZMFO
B31G0370	124027	450143	-700	2000	5000	UT	EC	ZMG			ZMGO
B31G0371	124084	450013	-600	1500	5000	UT	EC	ZMF			ZMFO
B31G0373	124572	450205	100	2000	5000	UT	EC	ZMF			ZMFO
B31G0375	124488	450060	-400	5000	5500	UT	EC	ZMF		175	ZMFO
B31G0378	125471	450031	-600	2100	5900	UT	EC	ZMF		175	ZMFO





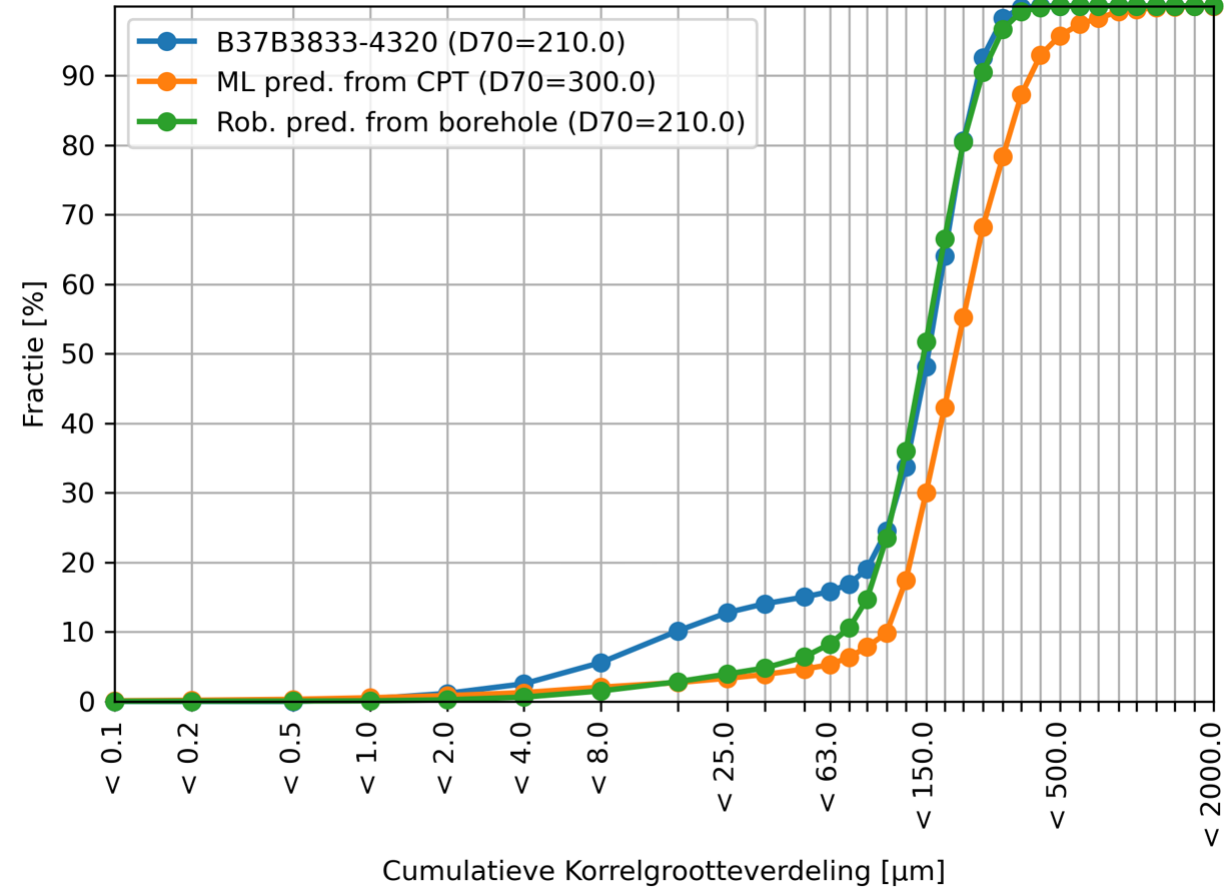
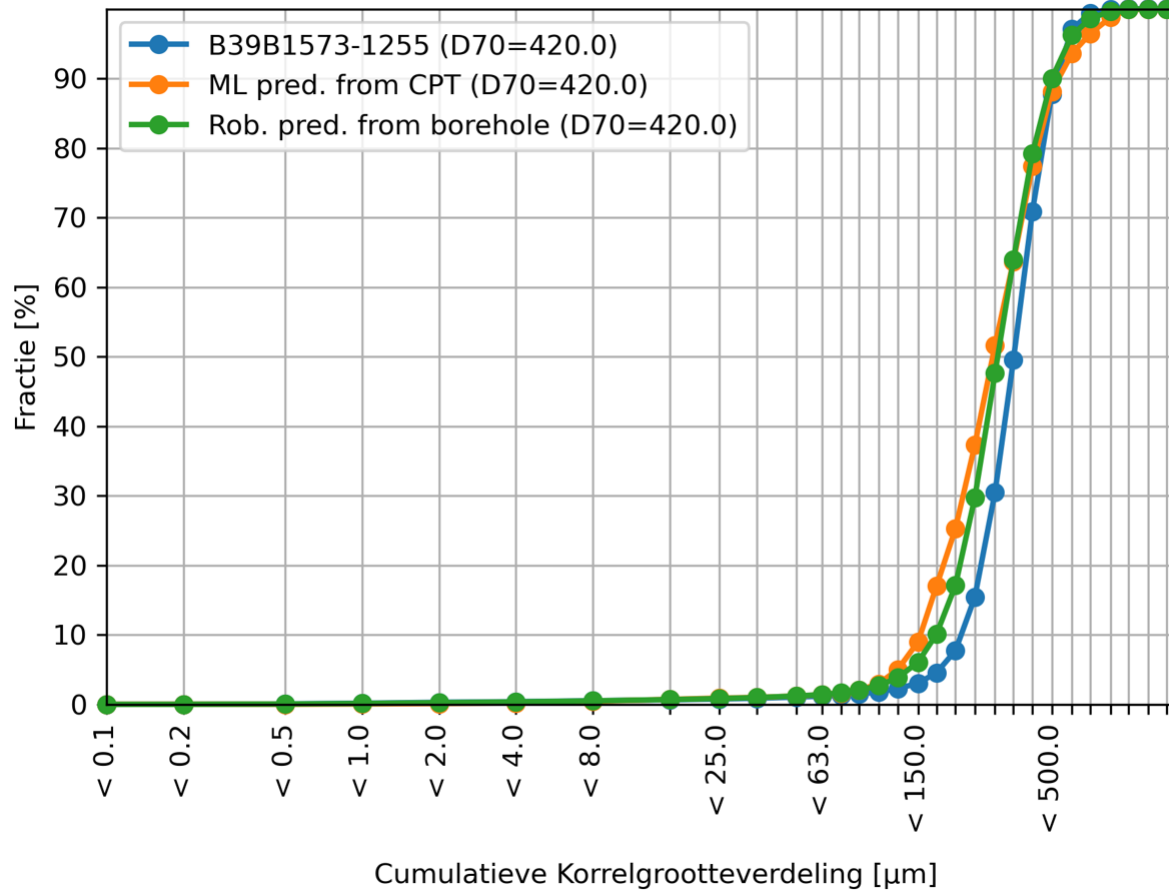
# CASUS STERKE LEKDIJK

## TRAJECT JAARSVELD - VREESWIJK



- Boringen (DINO + UU)
- Sonderingen
- Zevingen (HDSR)

## Interpretatie van sonderingen naar korrelverdelingen en afgeleid de D70



Levert additionele data voor modellering korrelverdeling, vooral langs de dijk

## CASUS STERKE LEKDIJK

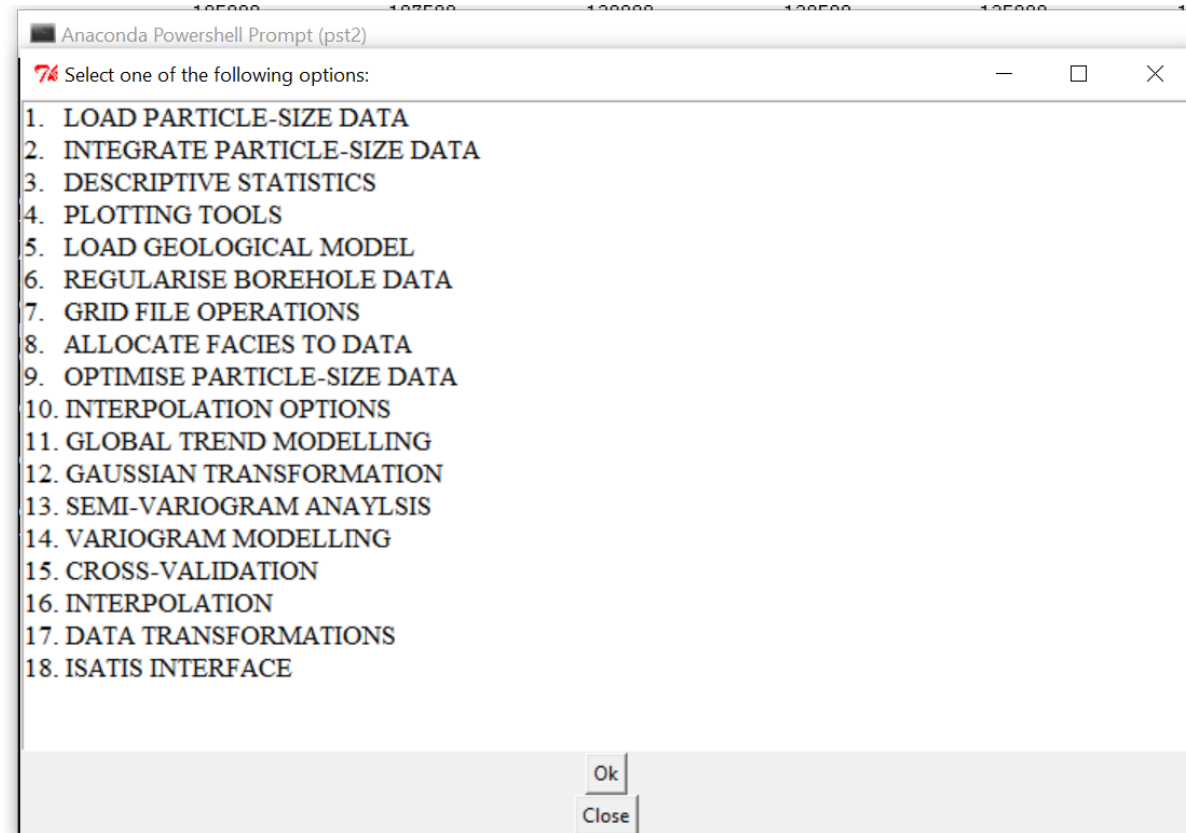
De data worden gecombineerd in een workflow waar zowel de “harde” (gemeten) data als de “zachte” schattingen worden geïntegreerd:

### *“Particle Size Toolbox”*

Resultaat: korrelverdeling (kvd) in 32 klassen

Vervolgens interpolatie om gebiedsdekkend model van kvd te genereren

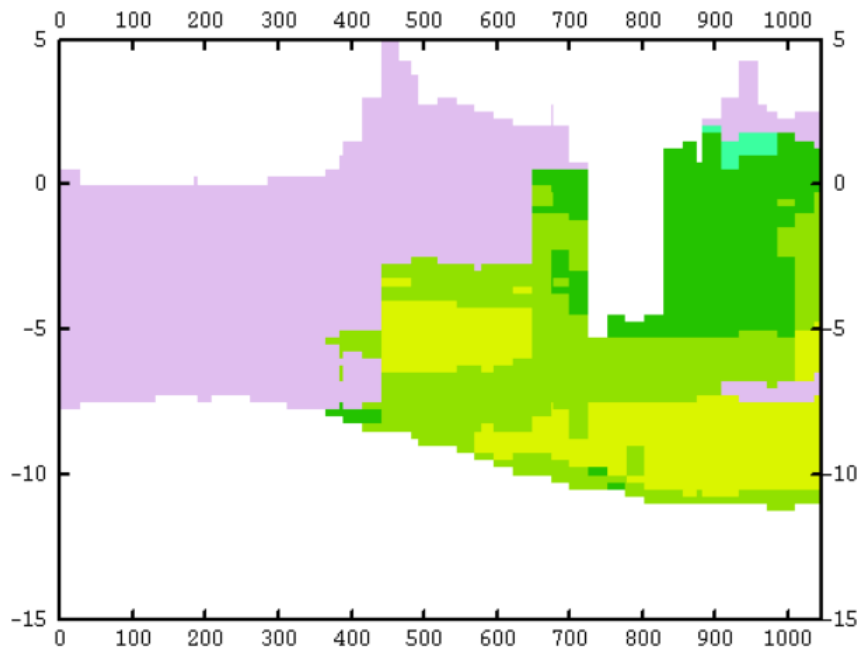
Per deelgebied berekend, resultaten zijn van Jaarsveld – Vreeswijk



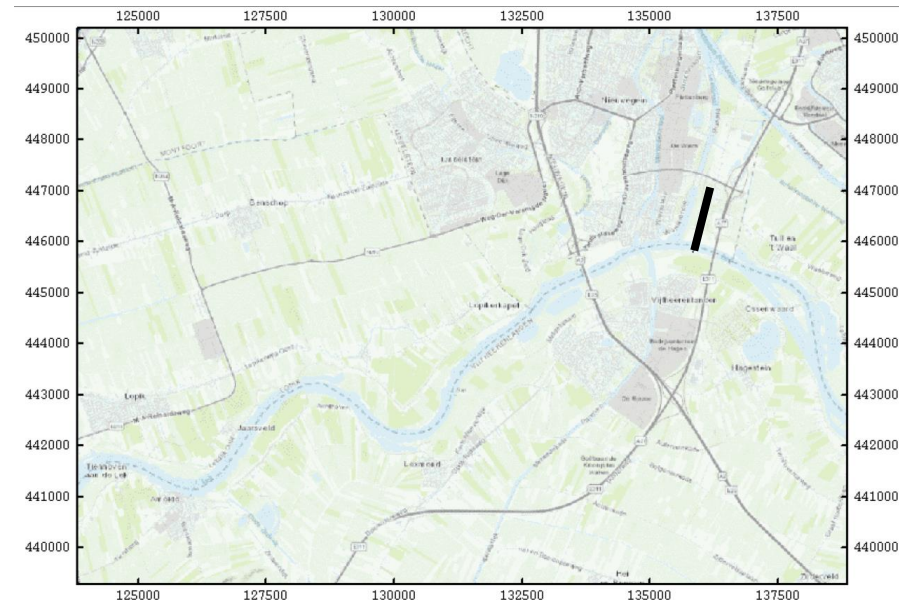
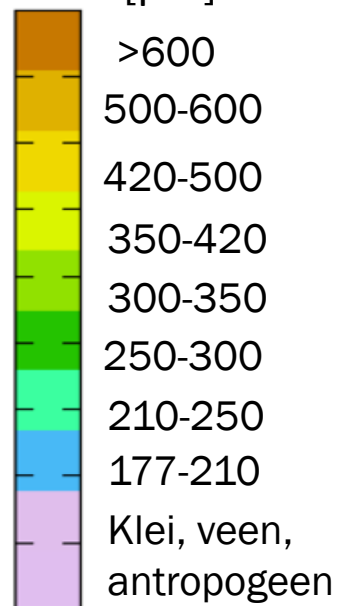




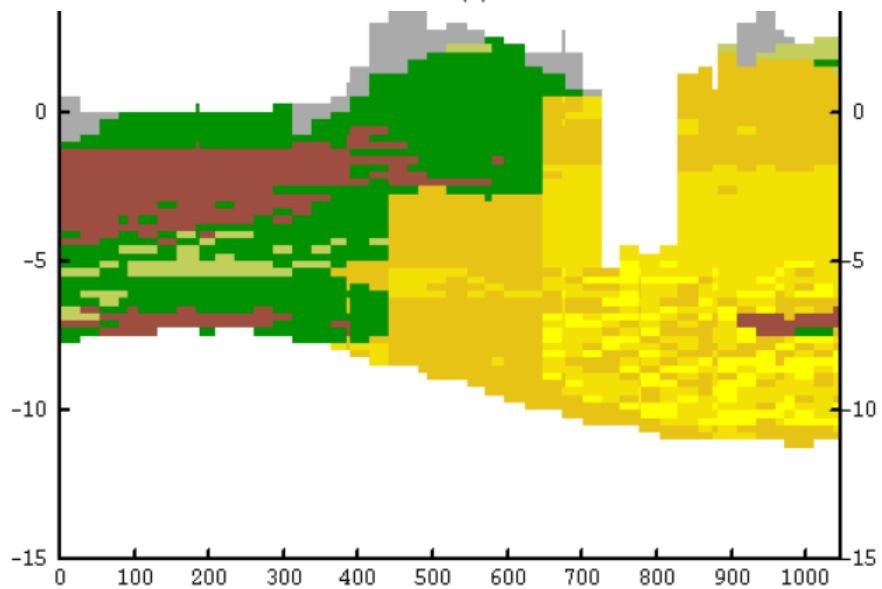
X (m)



D70 [µm]



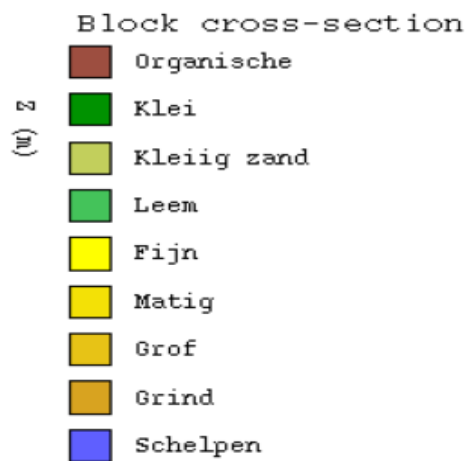
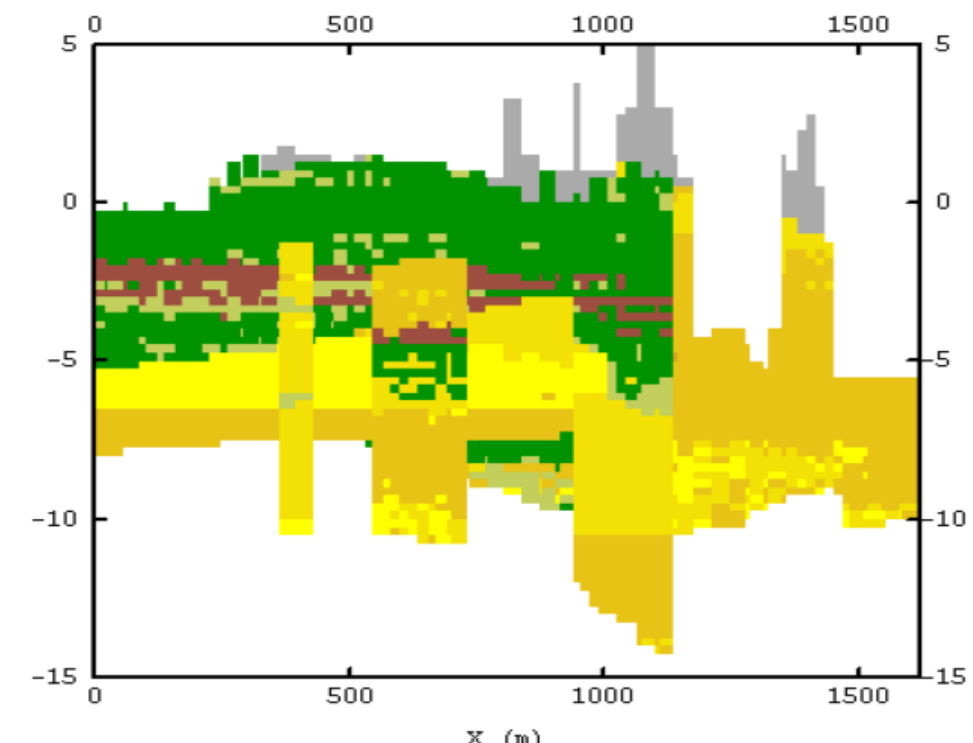
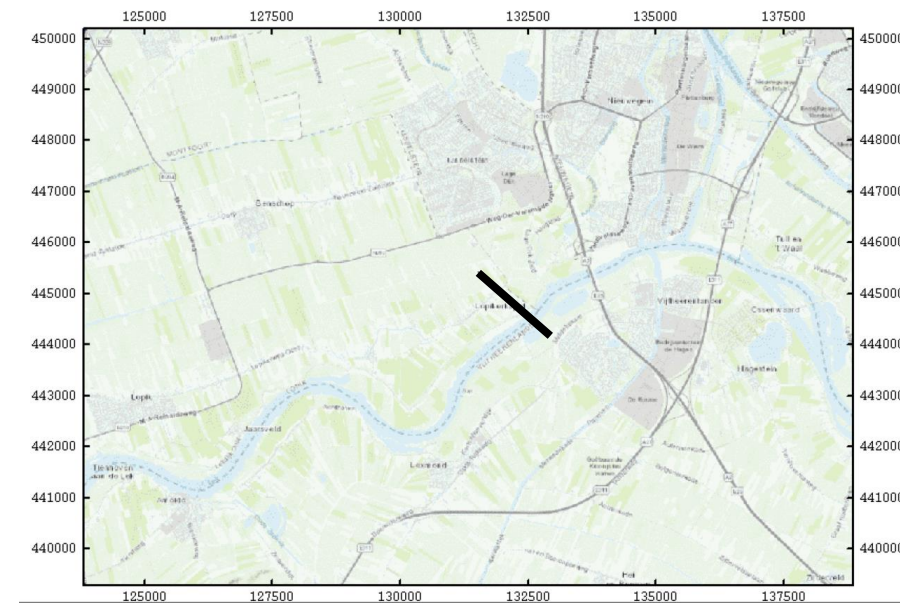
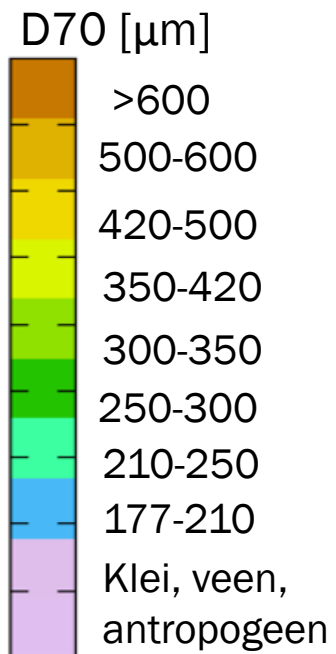
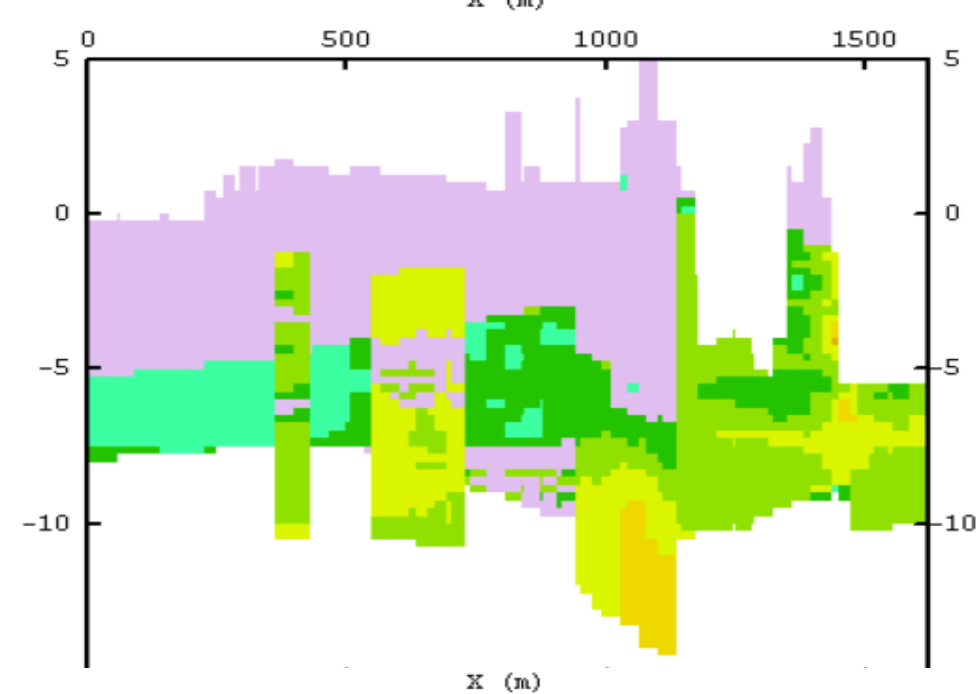
X (m)



Block cross-section

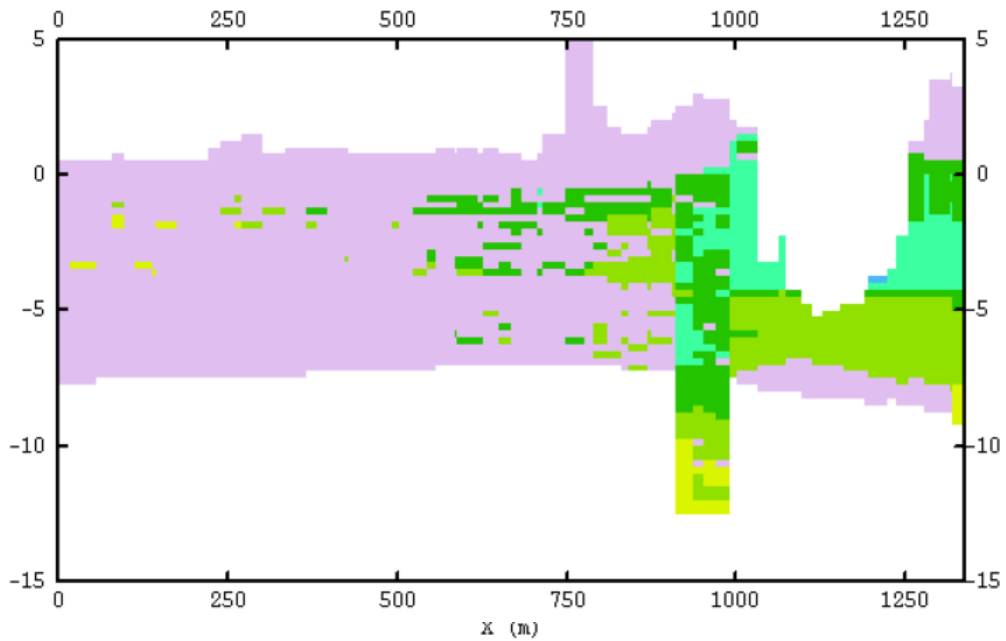


X (m)

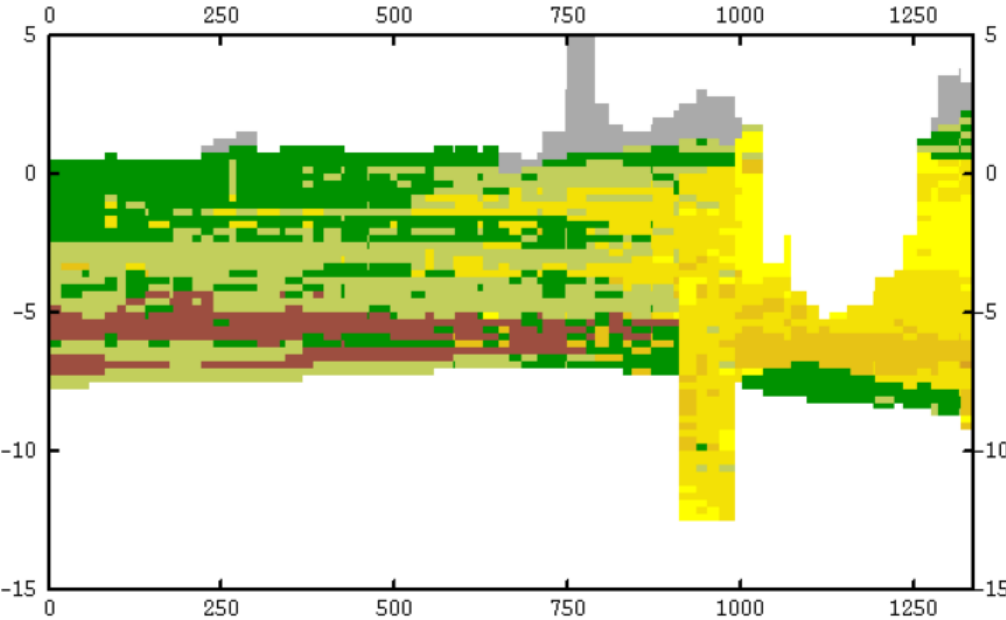
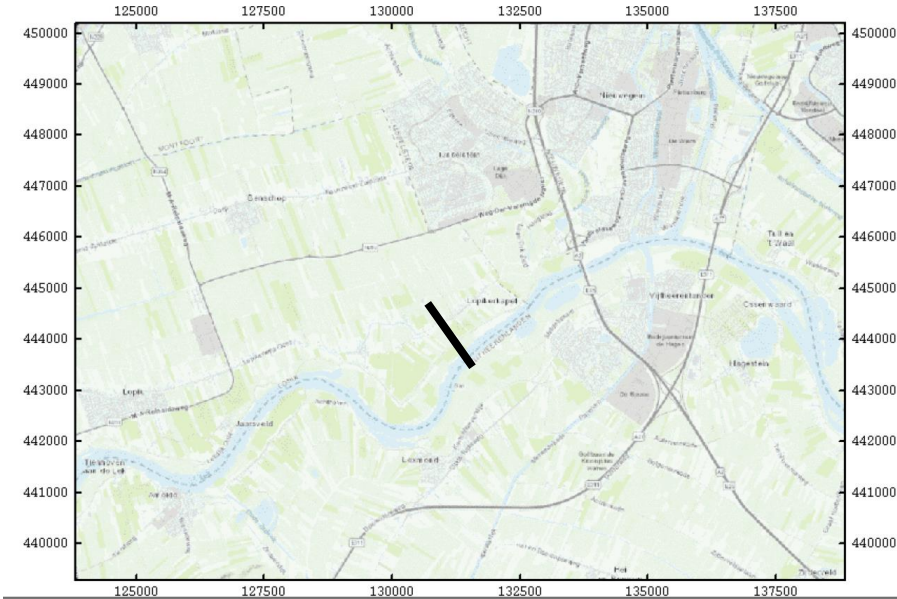
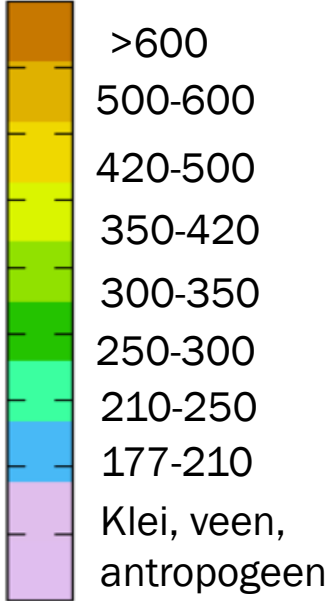




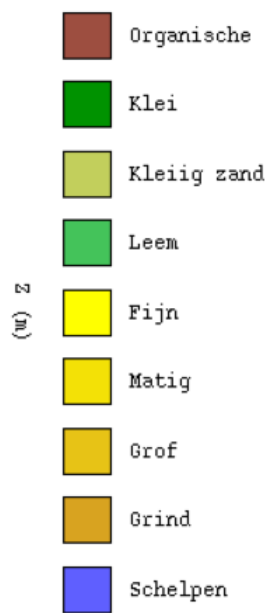
X (m)



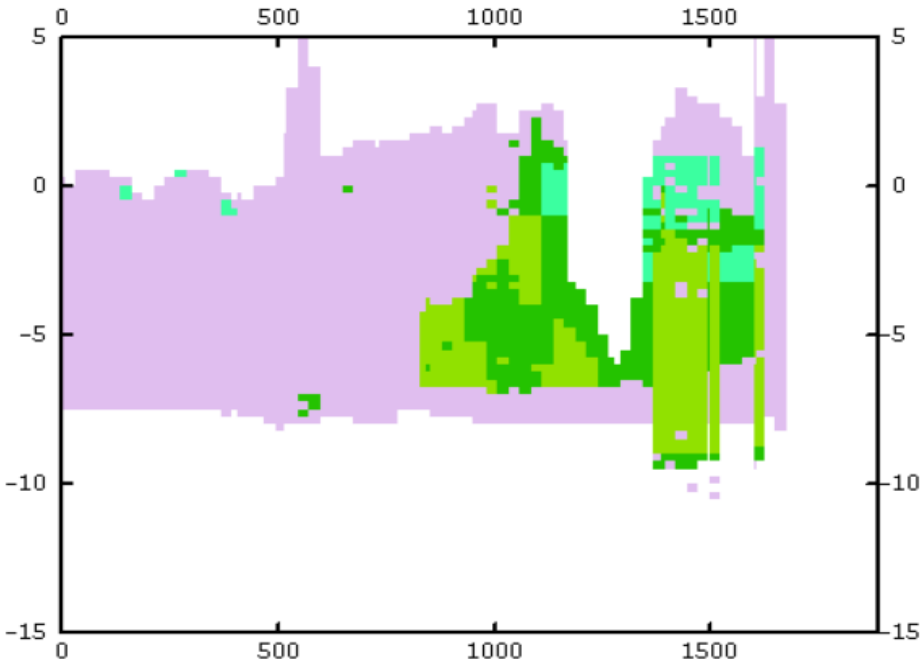
D70 [µm]



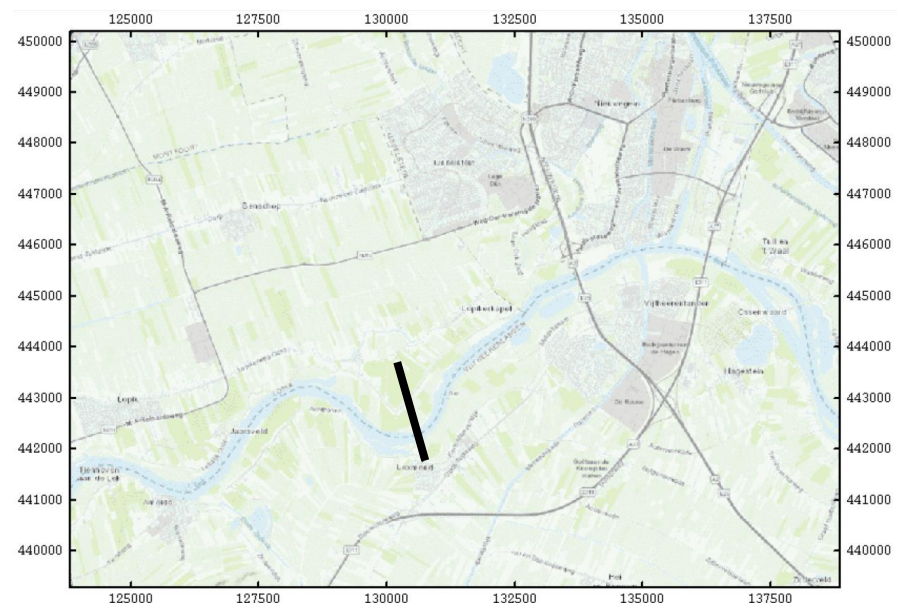
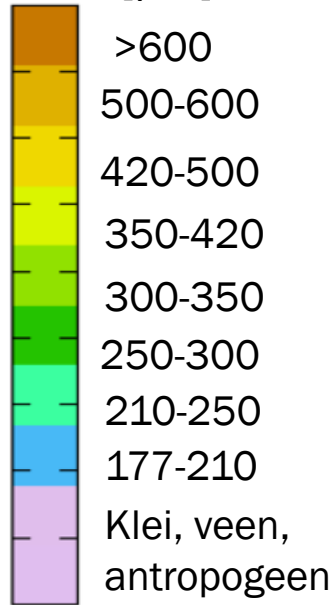
Block cross-section



X (m)



D70 [µm]



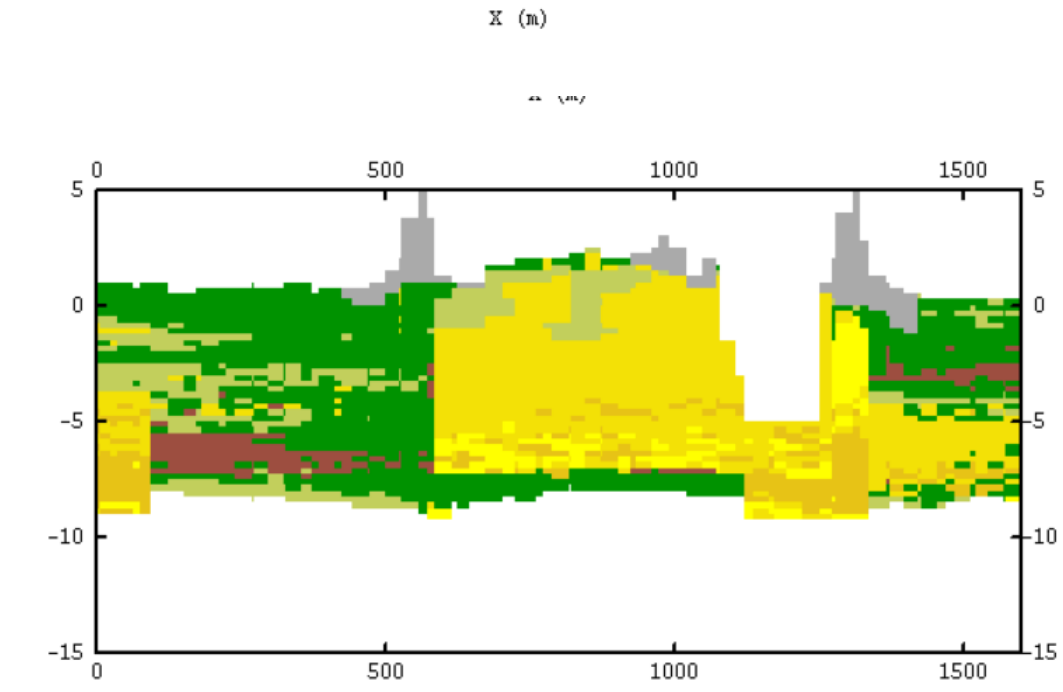
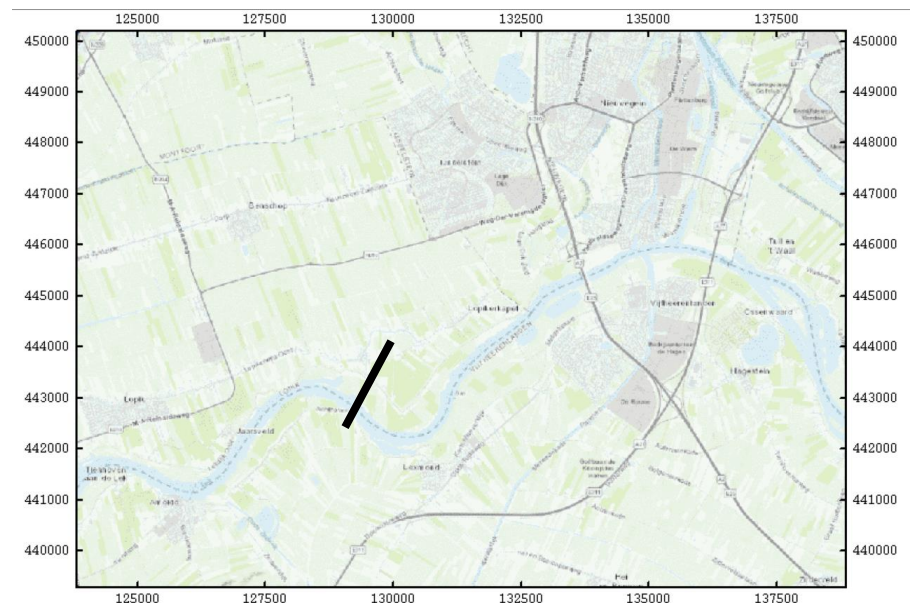
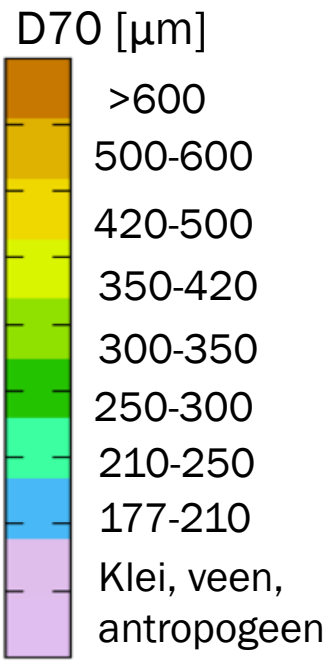
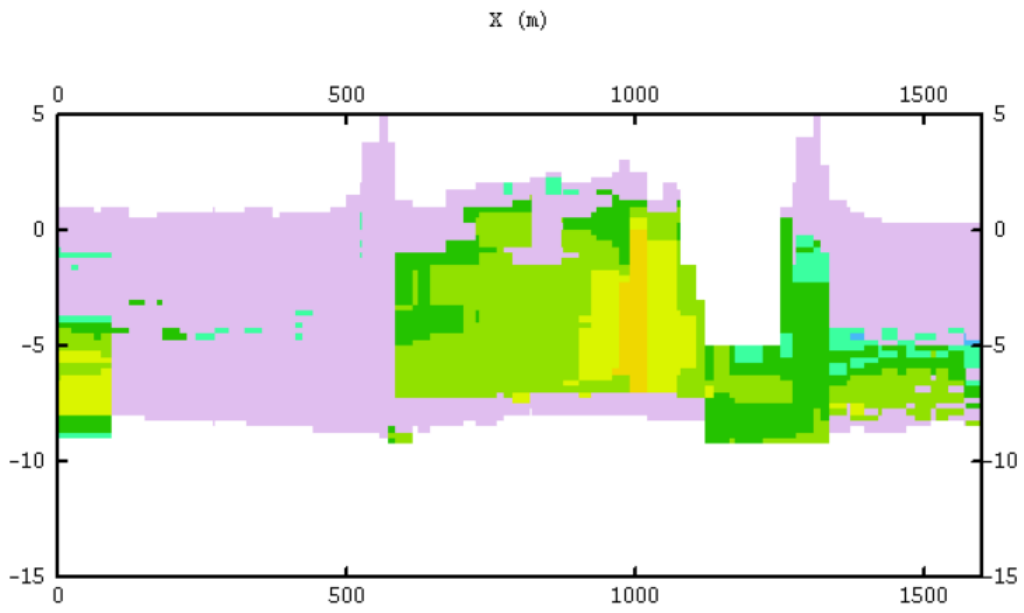
X (m)



Block cross-section



X (m)

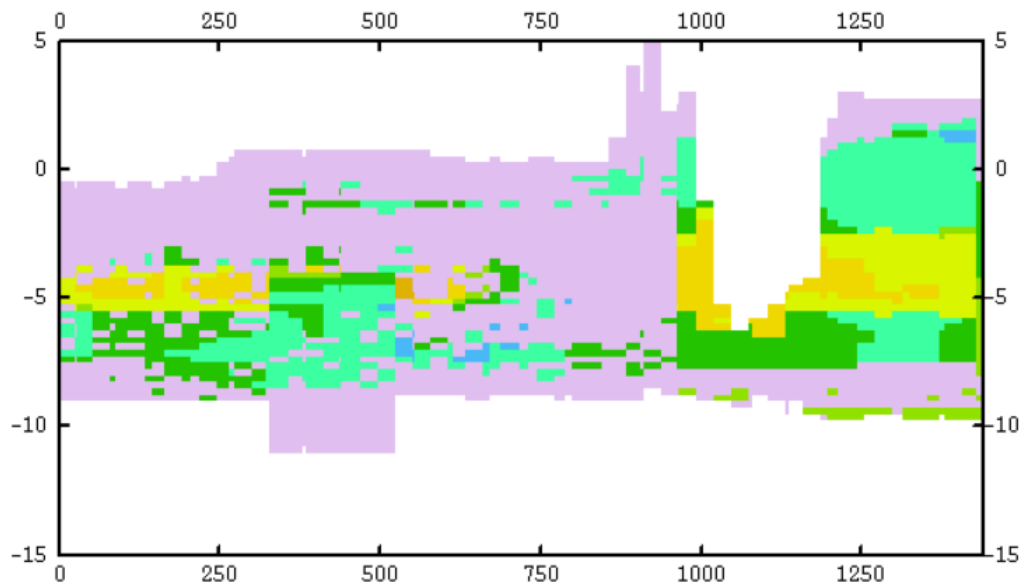




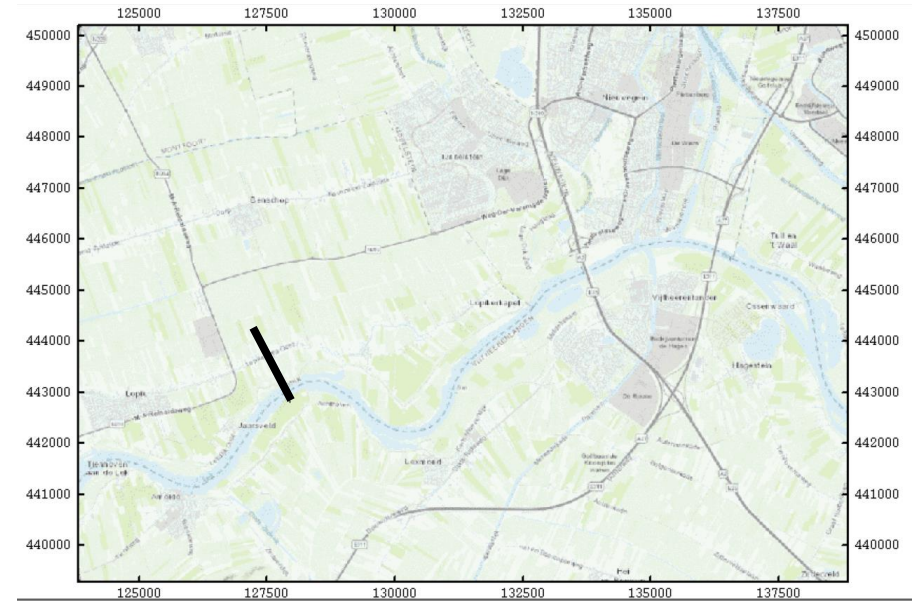
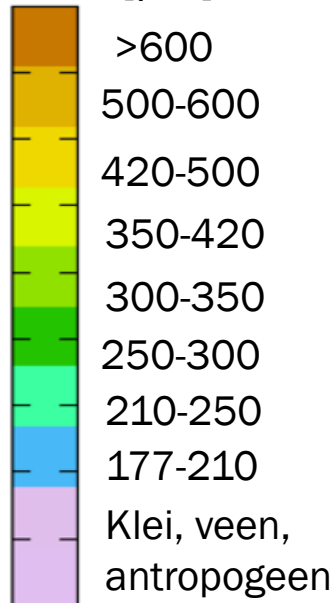
X (m)

Noord

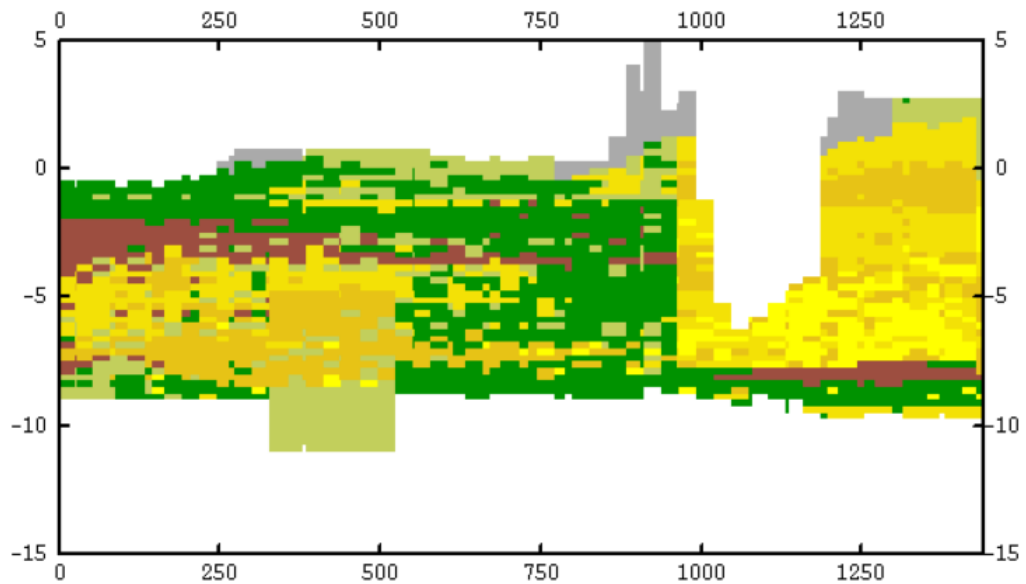
Zuid



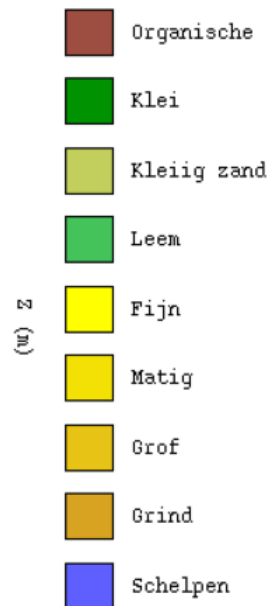
D70 [µm]



X (m)



Block cross-section



# VALIDATIE

Check van de geschatte D70 zevingen HDSR dataset (totaal 67 monsters)

Zijn slechts een gering aantal zeven in de klasse zand:

- 2000  $\mu\text{m}$ , 1000  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 180  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$

Daardoor vergelijking lastig

In de klasse 180-250  $\mu\text{m}$  wordt 60% goed geschat

In de klasse 250-500  $\mu\text{m}$  wordt > 90% goed geschat

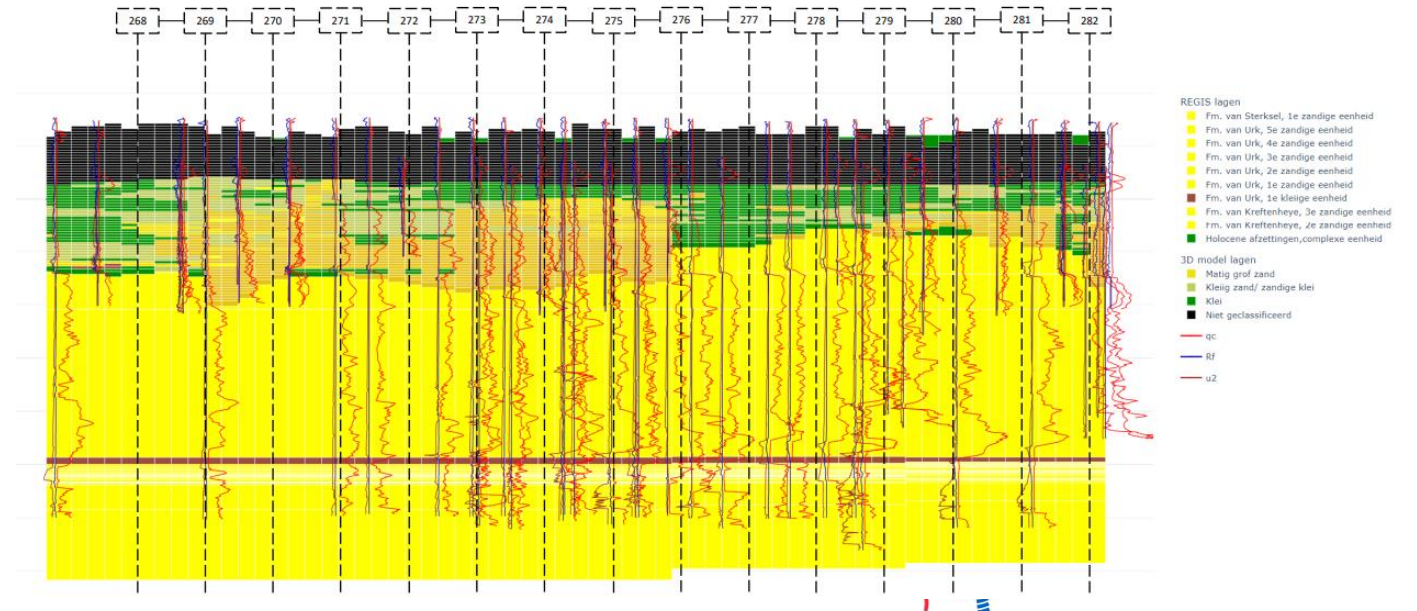
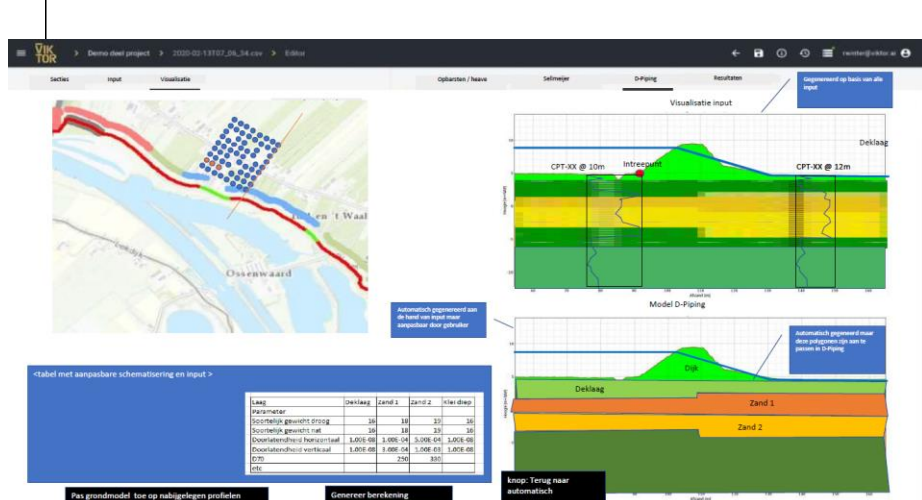
In de klasse 500 – 1000  $\mu\text{m}$  worden geen schattingen gedaan, zijn wel 19 monsters in de zevingen HDSR

In de DINO – UU dataset 1125 / 8455 samples Zand uiterst grof ( $d_{50} > 420 \mu\text{m} = 13\%$ )

In HDSR dataset 35% Zand uiterst grof

# TOEPASSING IN DIGITAL TWIN

- Visualisatie van het ondergrondmodel is, onder andere vanwege grote data-omvang, een grote uitdaging waar we binnen SLD al langer tegenaan lopen
- We ontwikkelen binnen het project visualisatie- en parametrische rekentools voor Piping in het VIKTOR-platform. Daarin wordt ondergrondmodel met veldmetingen (boringen/sonderingen) gecombineerd. Dit helpt begripsvorming over werking van het systeem
- Gedetailleerde korrelgrootteverdelingen binnen SLD nog niet toegepast bij beoordeling en ontwerp





## › TERUGBLIK

- › Directe toepassing van korrelgrootteverdeling in piping-sommen is nu nog niet mogelijk gebleken
  - › ‘Platslaan’ van 3D-informatie naar in Sellmeijer-berekeningen benodigde D70-waarden
  - › In 2D- en 3D-modellen nog niet succesvol toepasbaar; nader onderzoek naar voorspellingswaarde van korrelgrootteverdeling in de geïnterpoleerde voxels nog nodig
- › Wel waardevolle toevoeging voor vergroting inzicht in ruimtelijke variatie, systeemanalyses, verificatie van modelresultaten
- › Ook toepassing mogelijk door vertaling naar geohydrologische parameters, mn doorlatendheden
- › Binnen TKI-project toepassing niet onderzocht. Meerwaarde wordt erkend, maar heeft vervolgonderzoek

## › CONCLUSIE

- › Het is gelukt een methode te ontwikkelen om korrelgrootteverdelingen per voxel te genereren
  - › Deze informatie kan dienen als input voor de bepaling van doorlatendheden
- › Het is niet gelukt een directe toepassing in de piping-sommen te ontwikkelen
  - › Huidige rekenmodellen zijn hier nog niet voor geschikt, want ge-ent op een 1D-2D-aanpak
  - › Bij verdere ontwikkeling van 2D- en 3D-rekentechnieken kan het resultaat van deze casus meegenomen worden, om zo nauwkeurigere input te genereren voor betrouwbare berekeningen
  - › Dit is zowel een technische uitdaging alsook een procesmatige in relatie tot de beoordelingssystematiek
- › Ook het actueel houden van de ondergrondmodellen, zeker op locaties waar veel onderzoek plaatsvindt, is een uitdaging
  - › Geologische kennis en kunde, samen met de geautomatiseerde modelleertechnieken die voor SterkeLekdijk zijn ontwikkeld, is (nog) niet vrij beschikbaar



› **BEDANKT VOOR  
UW AANDACHT**

**TNO** innovation  
for life



HOOGHEEMRAADSCHAP  
DE STICHTSE  
RIJNLANDEN