

Digishape dag 14 maart, Rijkswaterstaat Lelystad

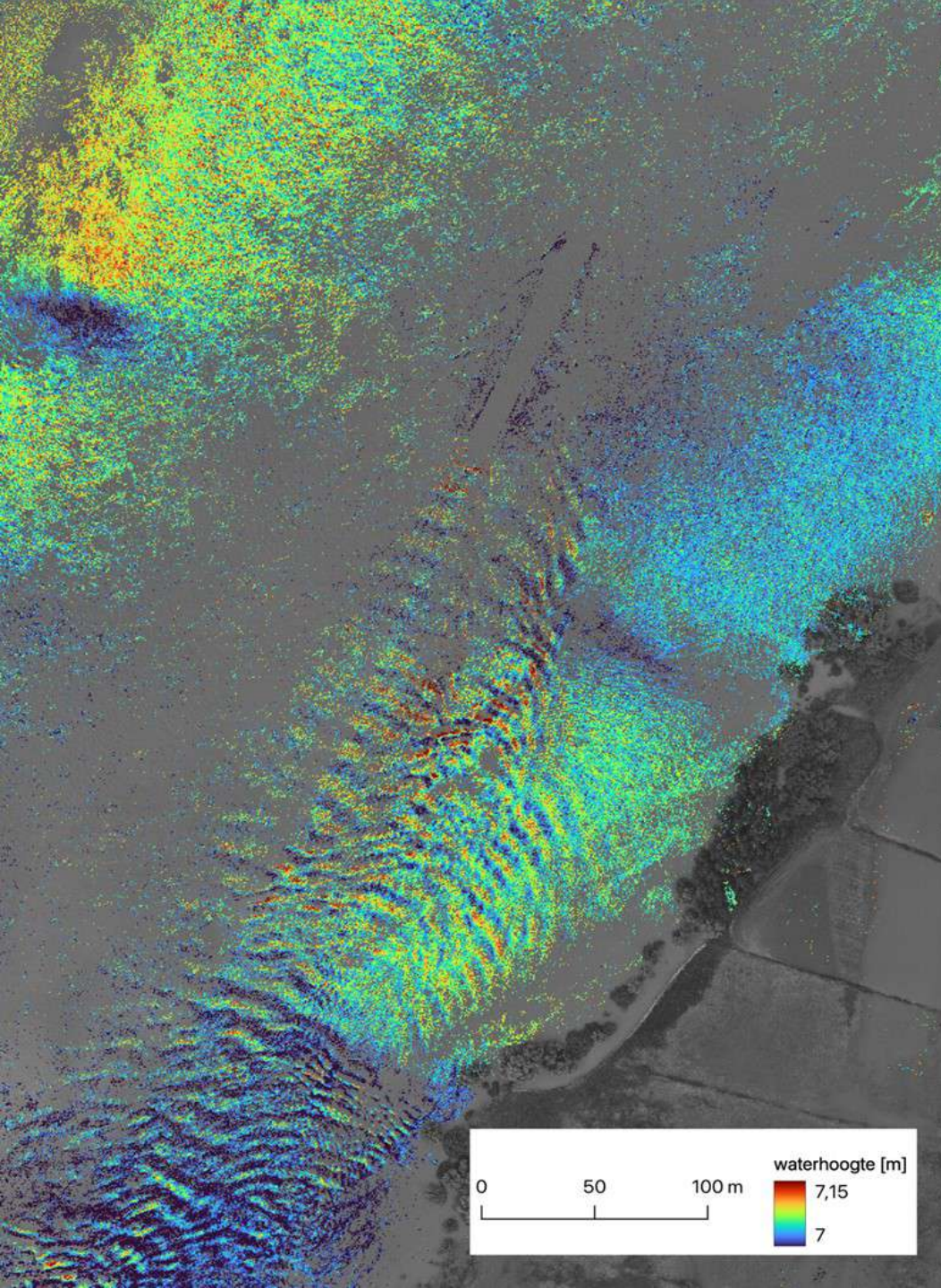
Gerrit Burgers, op basis van presentatie van

Frans Buschman (Deltares)

Maarten Pronk (Deltares)

Hoogwater Maas 2021

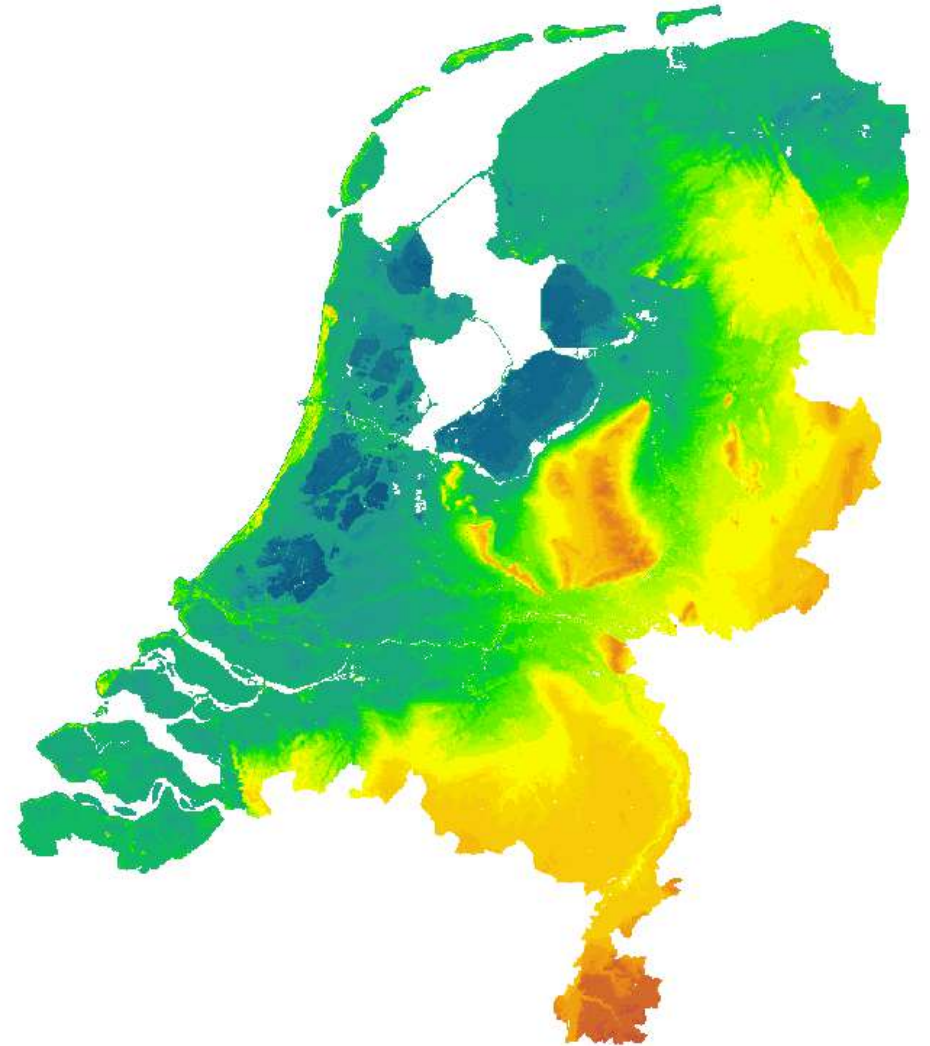
Met LiDAR kijken hoe water door uiterwaarden stroomt



Lidar hoogte metingen

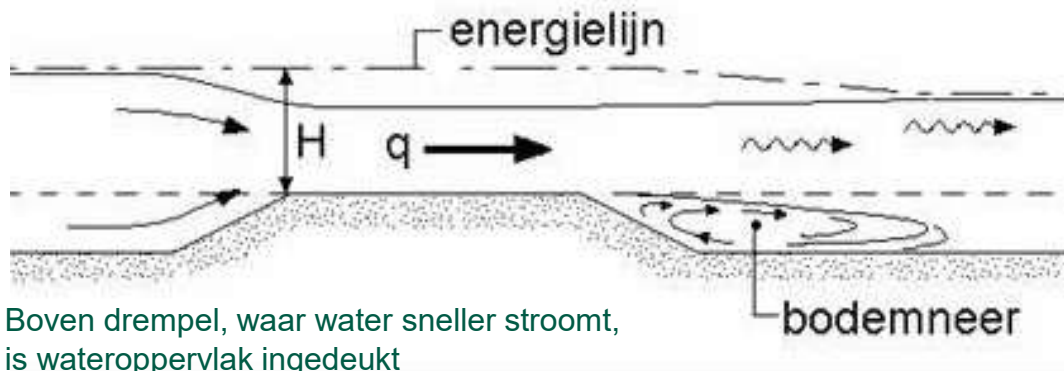
- Bekende toepassing Lidar^{*)}:
hoogte metingen van grondoppervlak
 - AHN (algemeen hoogtebestand Nederland)
gebaseerd op airborne lidar metingen
 - Resolutie ~ 0,5m horizontaal, ~0,05m verticaal
 - Vrij beschikbaar, je kan je eigen huis zo vinden
- Hier nieuwe toepassing:
hoogte metingen van wateroppervlak

^{*)} Lidar: werkt net als radar, maar dan met licht → hogere resolutie



Stroming door uiterwaarden

- Bij hoog water deel afvoer door uiterwaard
Informatiebehoefte: hoeveel extra afvoercapaciteit? opslagcapaciteit ?
- In uiterwaard is directe meting vaak niet mogelijk →
- Kunnen hoogteverschillen benut worden om stroming te schatten?



Boven drempel, waar water sneller stroomt, is wateroppervlak ingedeukt (wet van Bernoulli, energiebehoud)



Projectidee

- Projectidee Deltares
 - Kan je afvoer door overstroomde uiterwaarden bepalen uit lidar?
 - In juli 2021 zijn tijdens hoogwater Maas extra lidar vluchten uitgevoerd
 - Idee: test of uit lidar hoogte metingen afvoeren geschat kunnen worden
 - Klein project (25 k€) in opdracht van RWS WVL
- Mijn eigen verwachting: wordt nooit wat
- Uitkomst
 - waterhoogte geeft veel extra informatie (tov omvang overstroomd gebied)
 - op aantal locaties is schatting afvoer mogelijk
 - toepassingen oa omvang afvoer door uiterwaarden schatten, testen modellen
 - open deur: signaal-ruis verhouding is relatief gunstig in de extreme situaties
waar we het meest in zijn geïnteresseerd

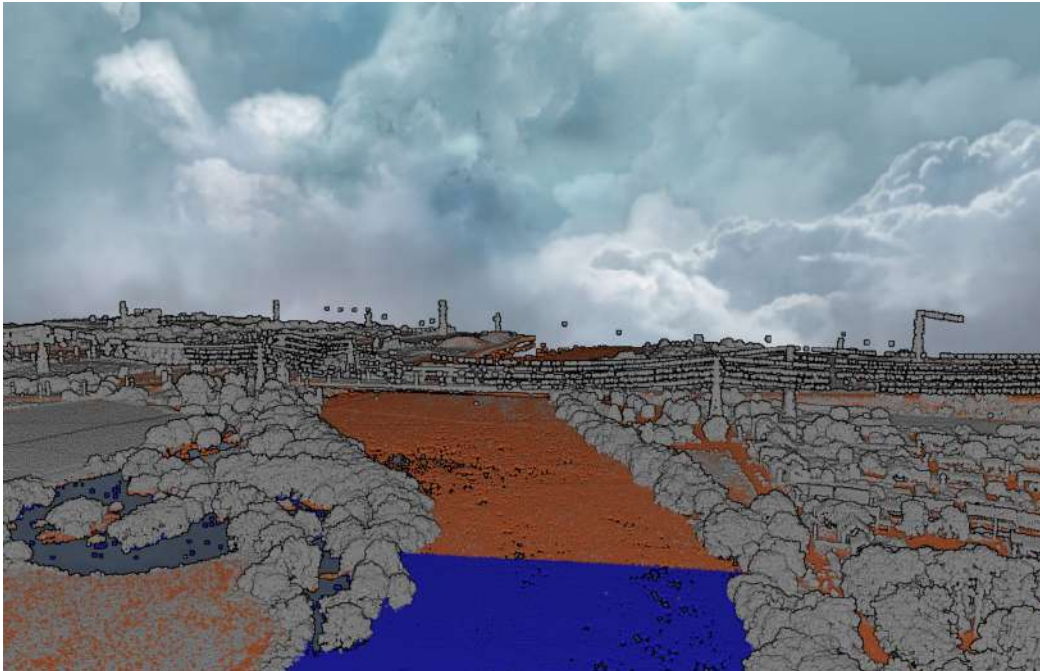
Beschikbare meetgegevens

- Tijdens het hoogwater op de Maas van juli 2021 zijn vanuit een vliegtuig laseraltimetrie (LiDAR) en luchtfoto's ingewonnen
 - Dekkend over de hele Maas rond de afvoerpiek
- In augustus is terreinhoogte ingewonnen
 - Water was toen weer weg

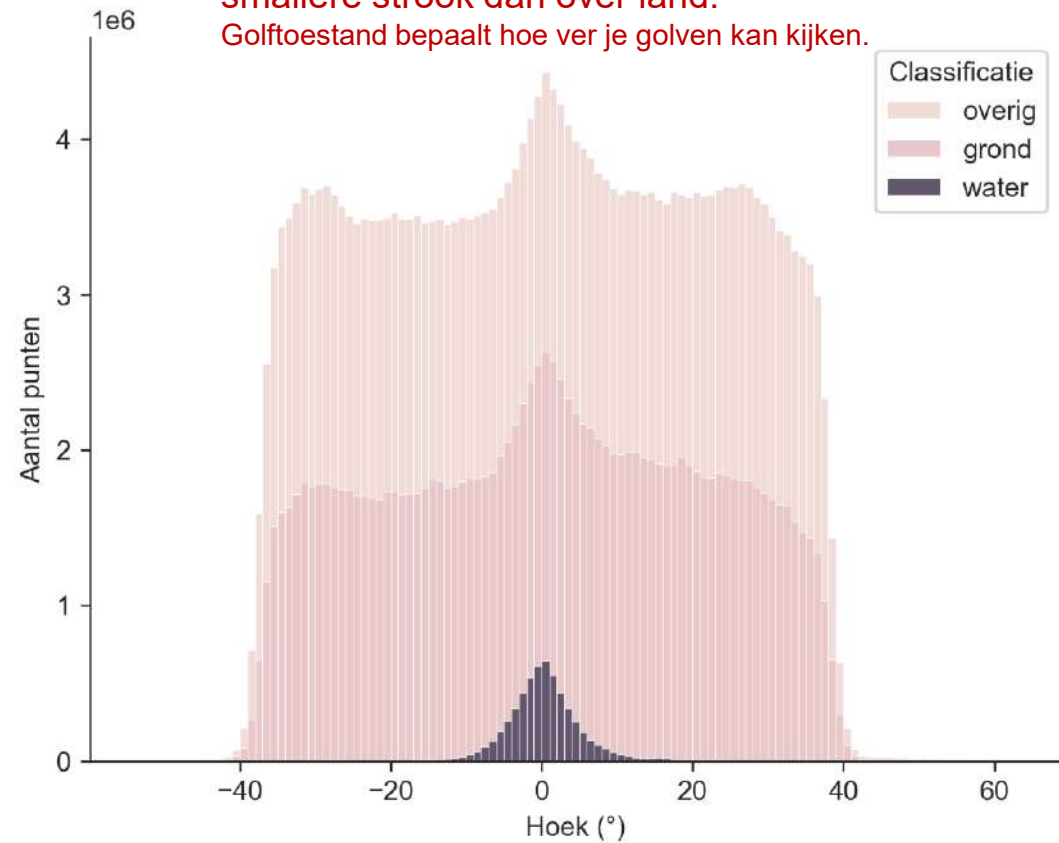
Dataset	Periode	Resolutie
LiDAR waterhoogte en terreinhoogte	16-19 juli 2021	0.5 m
Ruwe LiDAR-data	16-19 juli 2021	Losse punten per kaartbeeld (er zijn 81 kaartbeelden)
Luchtfoto's	16-19 juli 2021	0.1 m
LiDAR terreinhoogte	11-13 augustus 2021	0.5 m
Bodemligging Baseline j19_6-v2	Onbekend (hoort bij 2019)	2 m
ADCP gegevens stuwpand Grave	16 en 18 juli 2021	Raaien dwars
Verhanglijnmeting van Sambeek naar Grave (rivierkm 148-175)	16 en 18 juli 2021	Raai op as

Waterhoogte en terreinhoogte uit LiDAR

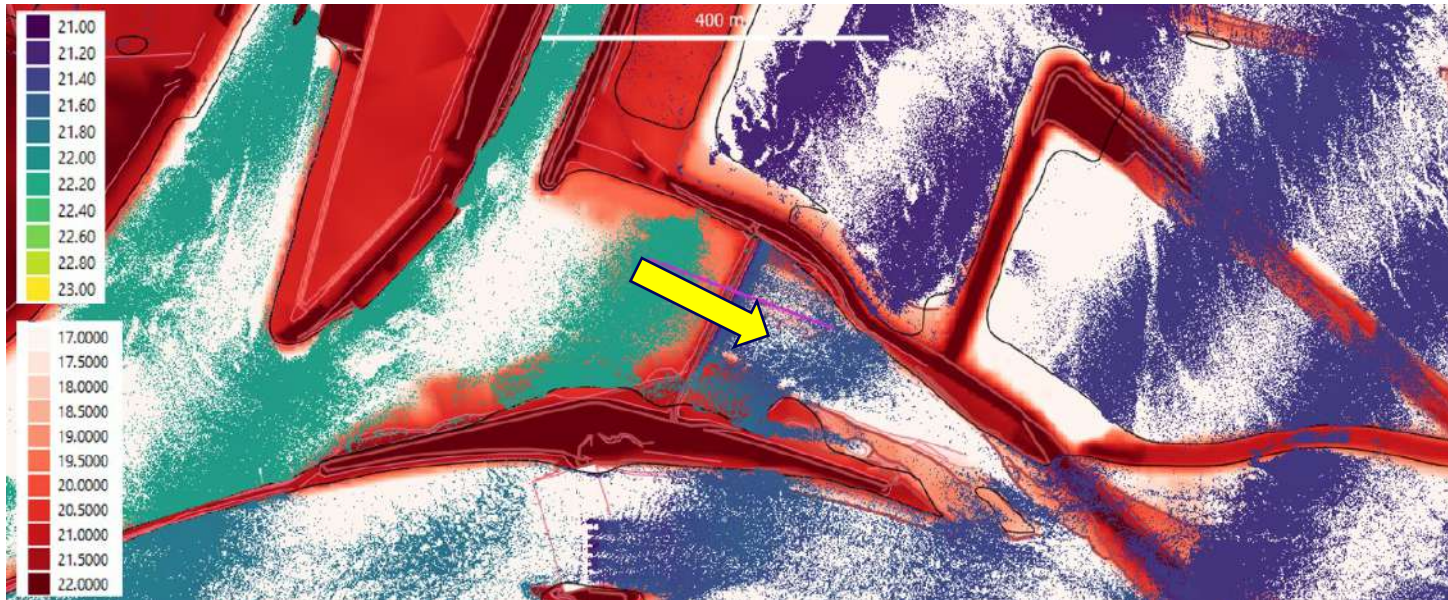
Classificatie en verschil reflectie op:
terrein, water en overig



Bij planning vluchten vergeten om aan te denken:
omdat water spiegelt meet je over water veel
smallere strook dan over land.
Golftoestand bepaalt hoe ver je golven kan kijken.

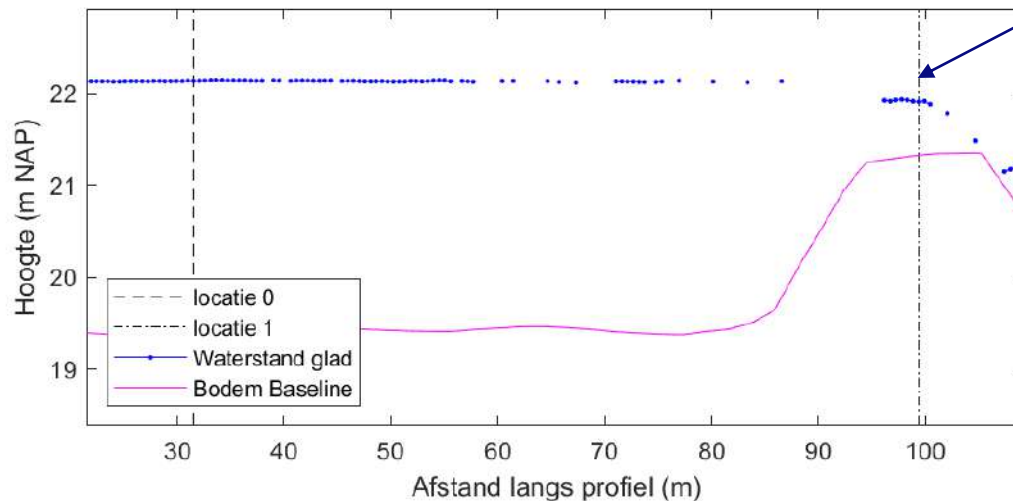


Afvoer Sluisweg Heel



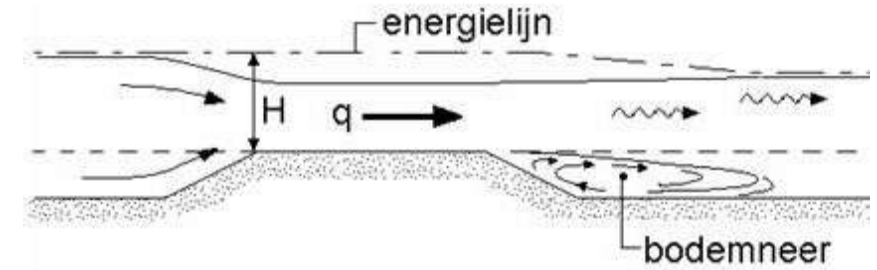
- Obstakel heeft gelijkmatig talud
- “Volkomen overlaat” (water komt lager terecht dan hoogte obstakel)
- Op luchtfoto schuim te zien aan voet talud
- Schatting specifieke afvoer:
3.06 m²/s volgens simpele formule

Boven sluisweg is waterhoogte meetbaar lager

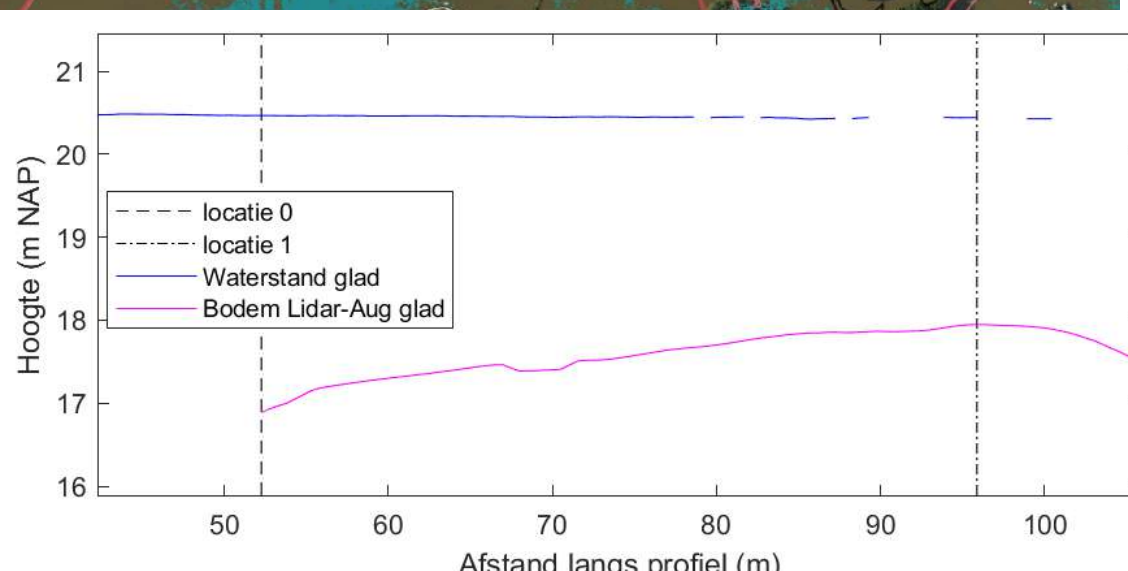
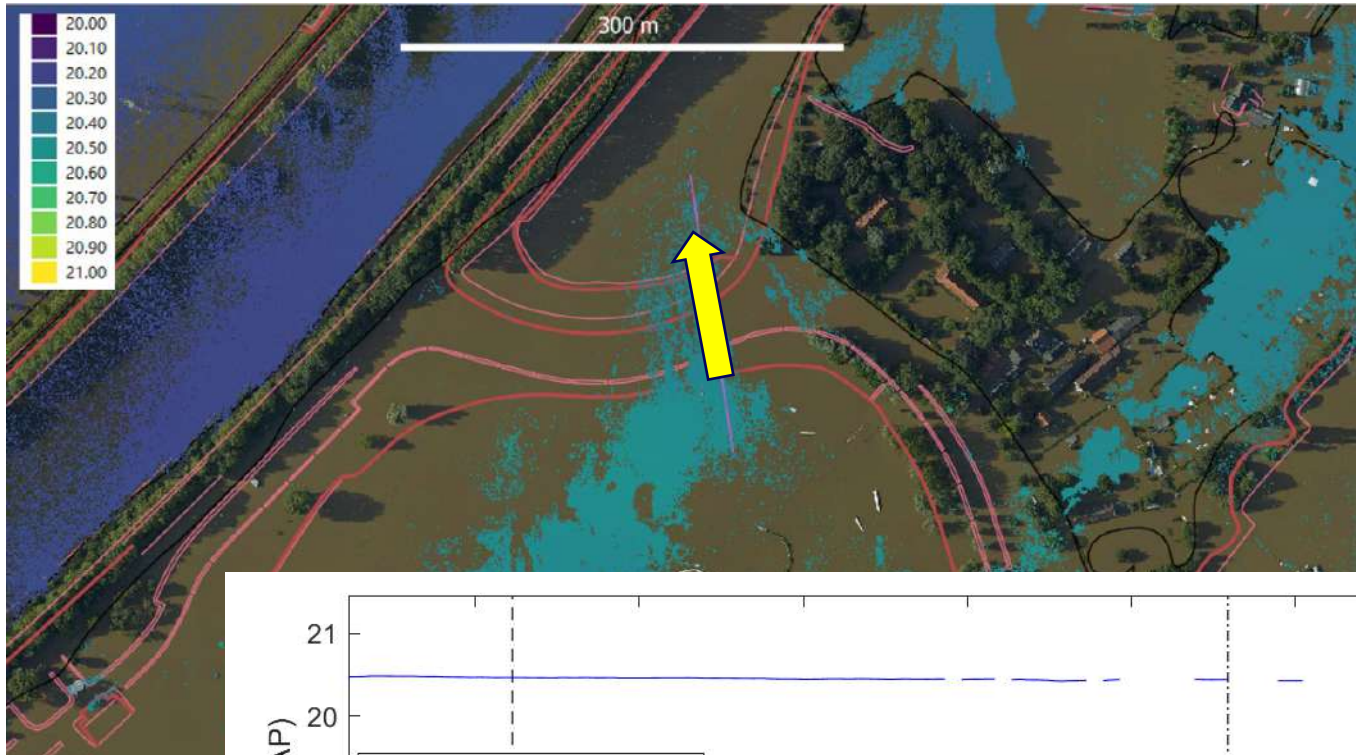


Totale afvoer over Sluisweg
~ 600 m³/s, dat is ongeveer
20% van de piekafvoer van
de Maas

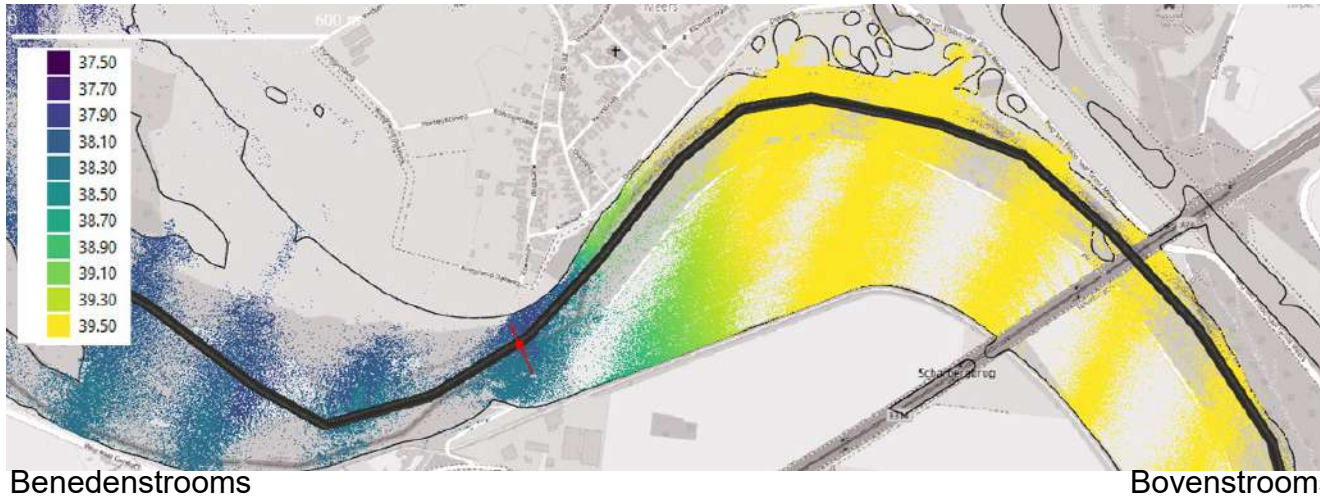
Afvoer Roermond de Weerd



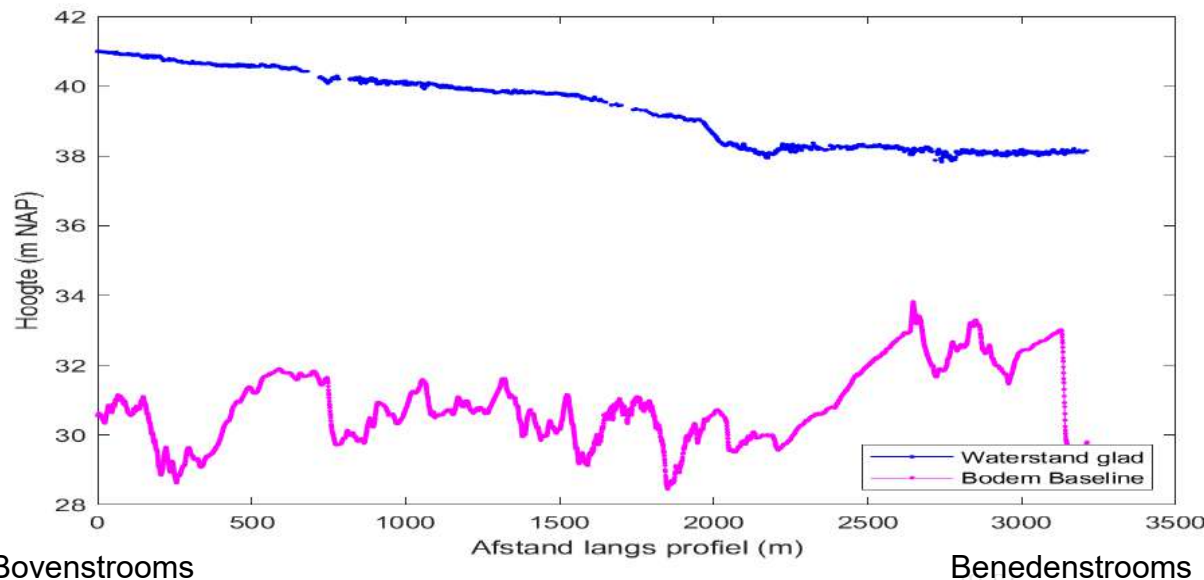
- “Verdronken overlaat” (water blijft hoger dan hoogte obstakel)
- Waterdiepte ~ 2.5 m en verschil slechts ~ 3 cm \rightarrow gevoelig voor meetfout in verschil waterstand
- Specifieke afvoer bepaald: $2.5 \text{ m}^2/\text{s}$
- Bij verhoging waterstand met $-0,2$ en $0,2$ m: slechts 10% verschil in schating afvoer \rightarrow robuust voor fout in gemiddelde waterstand



Bepaling verhang bij Stein: Maas perst zich door bocht



- Verhang = gradient in waterstand
- Met Lidar wel en met schip niet praktisch instantaan te meten over langere afstand
- In nauwe bocht sprong in hoogte (en hint van iets lagere waterstand)
- Verhang bovenstrooms aanzienlijk hoger dan benedenstrooms
- Veel mogelijkheden om modellen te toetsen en te verbeteren, want verhang hangt onder meer af van ruwheid.



Traject	Waterstands- -gradient (m/km)	Water- diepte (m)	Specifieke afvoer (m ² /s)
Bovenstrooms	-0.854	8.5	25.9
Benedenstrooms	-0.115	5.5	4.6

Conclusies en aanbevelingen

- 1) Uit LiDAR kunnen bij hoog water situaties op veel plaatsen specifieke afvoeren over obstakels worden geschat.
- 2) Er is potentie voor schatting totale afvoeren meestroomgebieden op aantal locaties.
- 3) Waardevol voor verbetering modellen rivierafvoer

Overige toepassingen van LiDAR gegevens zijn:

- 1) Langs- en dwars verhang bepalen
- 2) Inundatiekaart
- 3) Scheepsgolven
- 4) Windgolven

Aanbevelingen

A. Bij iedere LiDAR-vlucht:

- naast terreinhoogte ook standaard waterhoogte bepalen
- Ook vluchtlijnen (en tijden) beschikbaar stellen

B. Van te voren specificaties voor toepassingen vastleggen

- Voor betere dekking van water is het nodig het vluchtplan aan te passen
- Tegelijk ook zoveel mogelijk tegelijk opnemen i.v.m. dynamiek waterstand

Vragen?



www.deltares.nl



Frans.buschman@deltares.nl



[linkedin.com/company/deltares](https://www.linkedin.com/company/deltares)



[facebook.com/deltaresNL](https://www.facebook.com/deltaresNL)



Deltares