WOFOG (War On Oil Fat & Grease)

Alex Duinmeijer, François Clemens & Eva Nieuwehuis

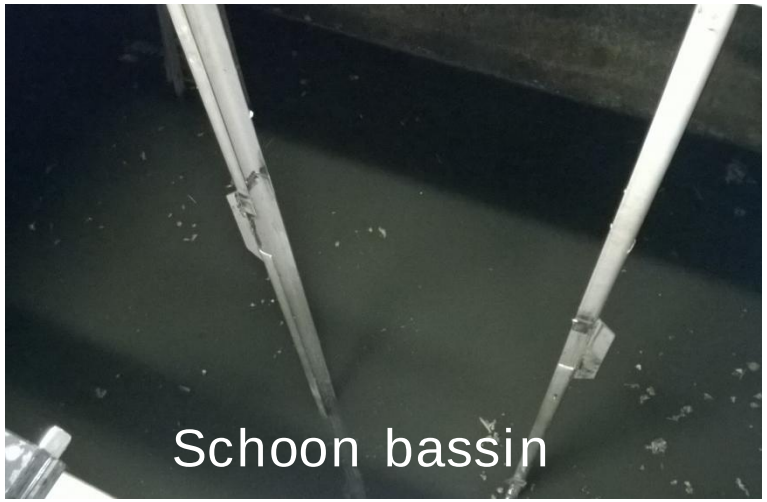
TU Delft / Deltares / Gemeente Rotterdam

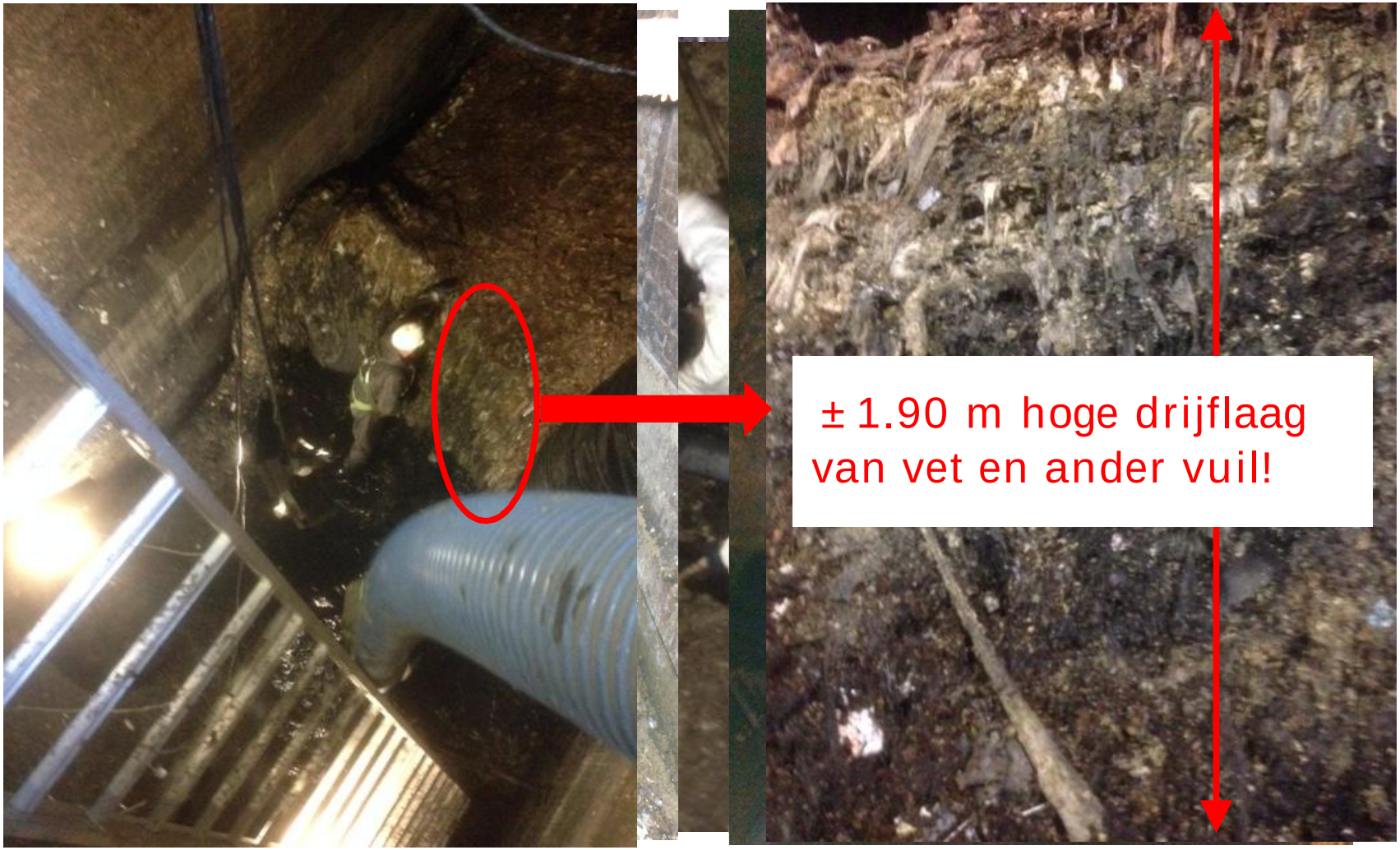
Inhoud van de presentatie

1. Inleiding / doel van experimenteel en statistisch onderzoek
2. Beschrijving van experimentele opstelling
3. Experimentele resultaten
4. Conclusies & verder onderzoek

- Huidige richtlijnen voor ontwerp van zuigkelders afvalwater gemalen m.b.t. transport drijfvuil zijn beperkt tot enkele geometrieën van zuigkelders

- Gevolg is dat diverse zuigkelders vervuilen door aanwezigheid van vet en ander drijfvuil




± 1.90 m hoge drijflaag
van vet en ander vuil!

- De aanwezigheid van drijflagen kan resulteren in pompuitval
- Pompuitval beïnvloedt serviceability rioolstelsels zoals een 16% toename van jaarlijkse overstortvolume
- Vet en drijflagen leiden tot hoge jaarlijkse kosten voor reinigen zuigkelders en onderhoud pompen (budget gemeente Rotterdam voor reinigen is circa € 300.000 per jaar…).
- Voor Nederland bedragen de reinigings- en onderhoudskosten in de orde van miljoenen euro's

Experimenteel onderzoek gericht op potentiele mechanismen ter voorkoming van de formatie van (vet)drijflagen:

1. Statistisch onderzoek naar verklarende variabelen (Afstudeerwerk Eva Nieuwenhuis)

2. Vertikaal transport van drijvend material met vortexen (promotieonderzoek Alex Duinmeijer, experimenteel werk in lab)

3. Horizontaal transport door het in suspensie houden van drijvend materiaal (promotieonderzoek Alex Duinmeijer, veld experimenten gemalen Rotterdam).

Statistisch onderzoek naar verklarende variabelen (Afstudeerwerk Eva Nieuwenhuis)

- 126 gemalen onderzocht in Rotterdam, Amsterdam, Almere, Arnhem, Den Haag

- Variabelen:
  1. gemiddeld inkomen huishoudens in bemalingsgebied
  2. gemiddeld aantal pompuren per etmaal
  3. kinetisiche energie per m^3per dag (meer turbulentie -> minder kans op drijflaagvorming)
  4. HORECA dichtheid.
  5. diverse andere, uiteindelijk minder belangrijke parameters

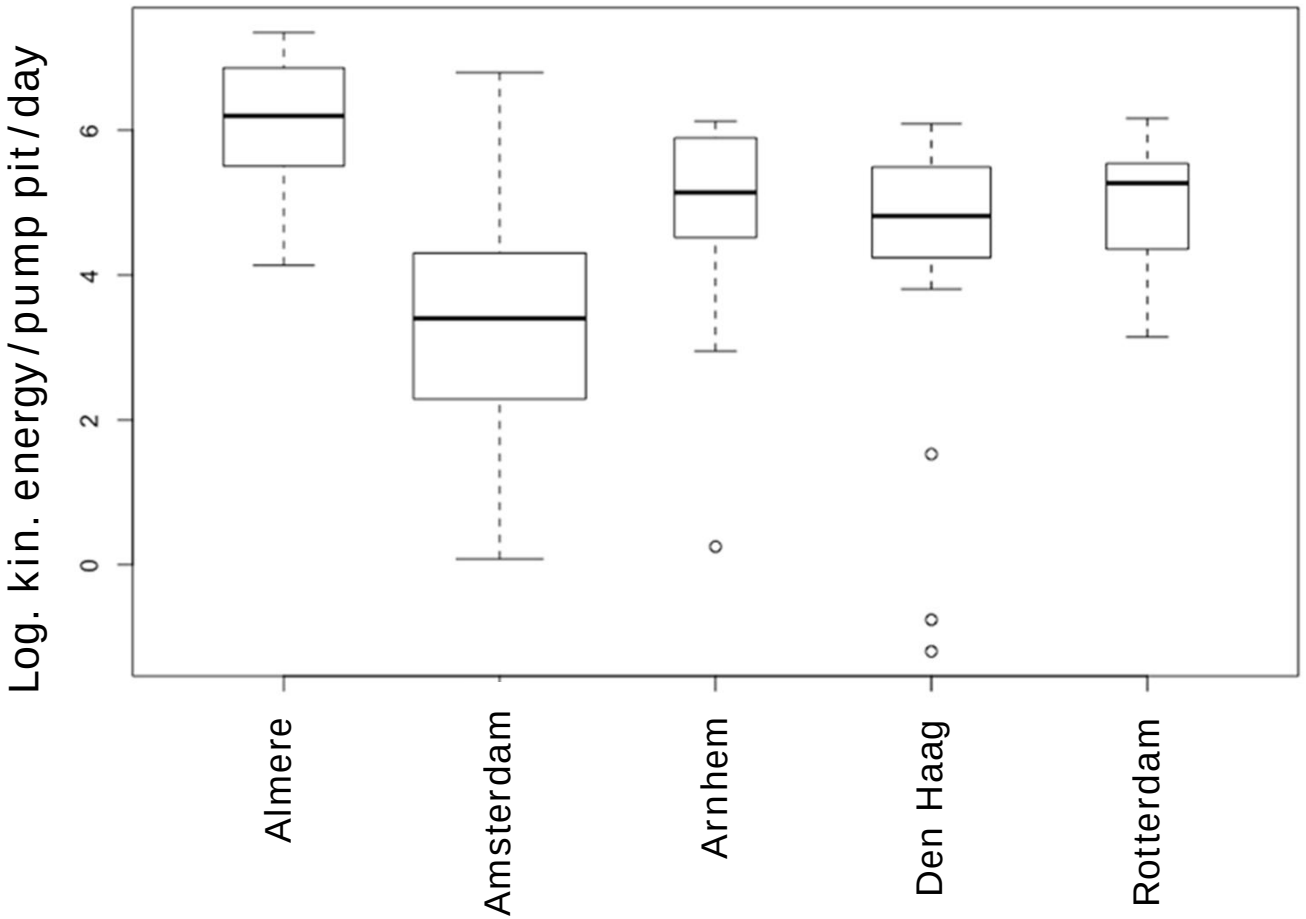
Resultaten Statistisch onderzoek

1. Kans op drijflaagvorming sterk gecorreleerd met gemiddeld inkomen huishoudens (kans meent toe met afnemend inkomen)

2. Kans op drijflaagvorming neemt sterk af met toenemende kinetische energie per m^3 per dag ('turbulentie' van water in pompput)

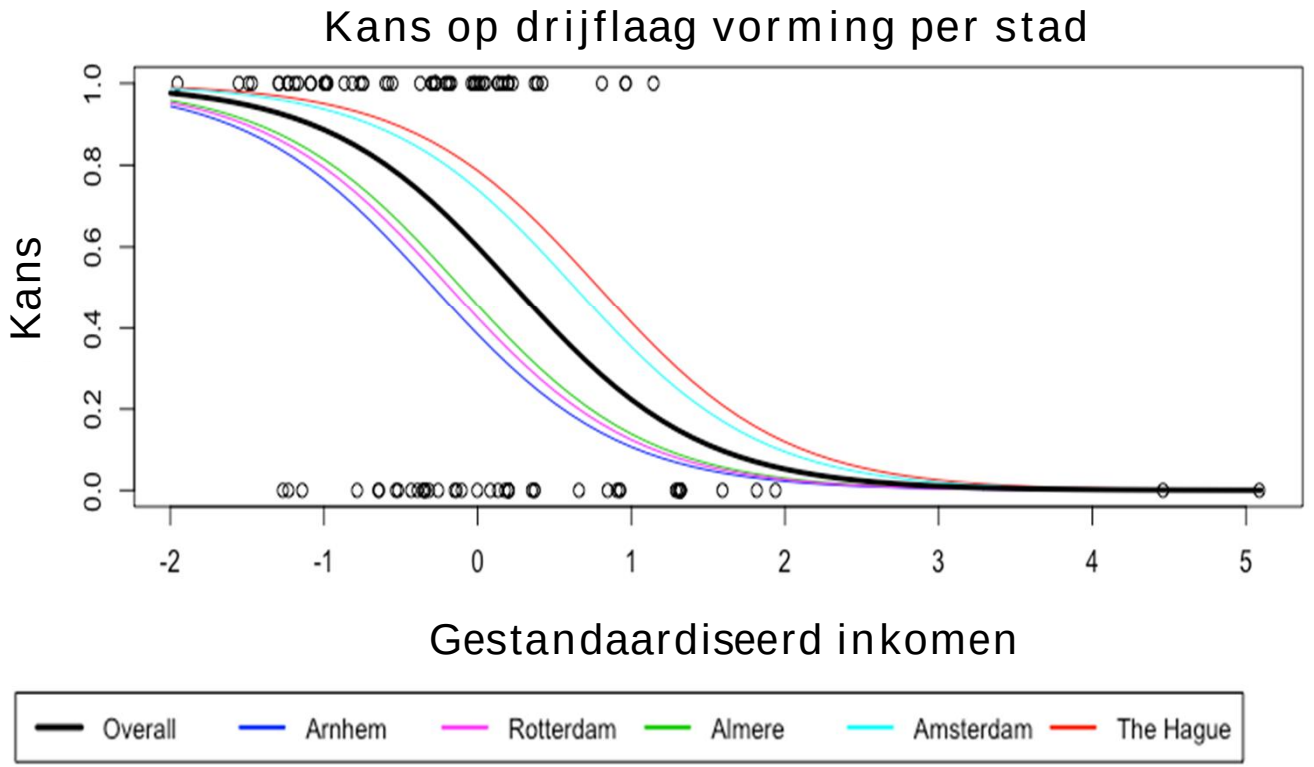
3. Kans op drijflaagvorming neemt toe met toenemende HORECA dichtheid

Resultaten Statistisch onderzoek: kin.energie per gemaal

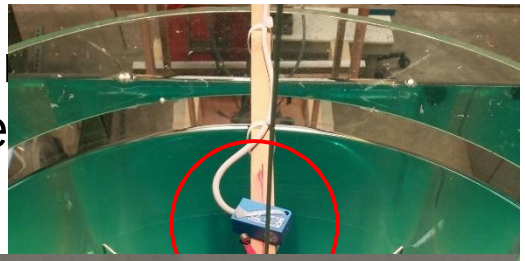


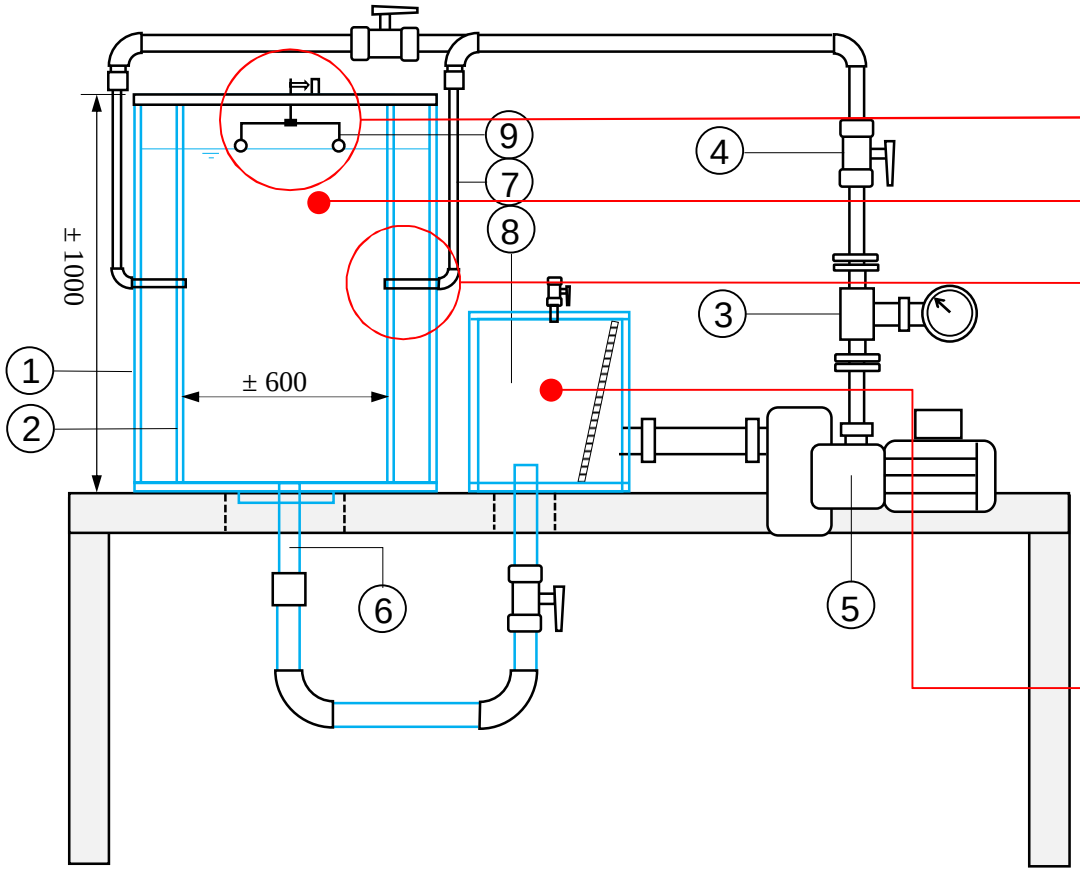
Resultaten Statistisch onderzoek: invloed inkomen

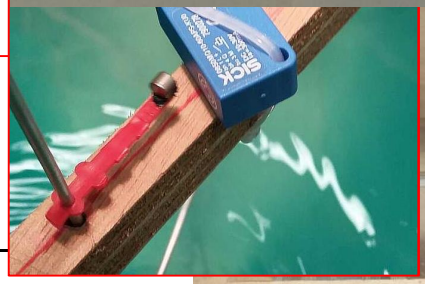
$$\ln\left(\frac{\pi_{ij}}{1-\pi_{ij}}\right) = 0.394 - 1.652 \cdot Income_{ij} - 1.068 \cdot Energy_{ij} + 1.749 \cdot FSE_{ij} + b_i$$

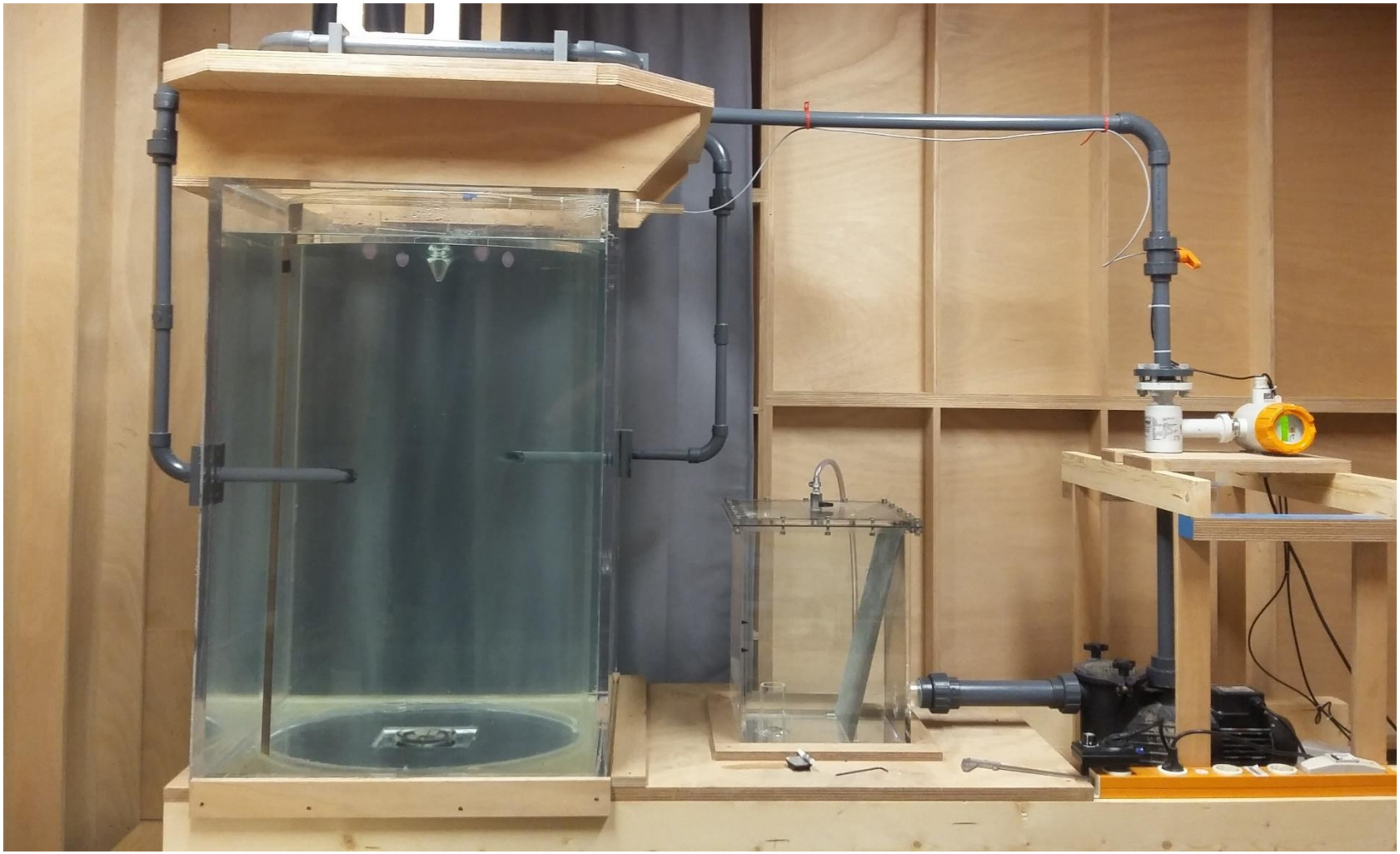


Experimentele opstelling met als doel het onde
transportvermogen én capaciteit van vortexe





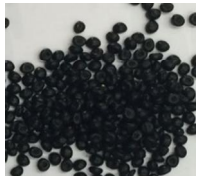




Experimentele resultaten

Vortex transportvermogen wordt onderzocht met verschillende types drijvend materiaal:

Polyethylene (PE) balletjes
Ø3 - Ø5 mm
(ρ ~ 25 kg/m^3)



Schijfvormige kunstof korrels
L = 2 - 3 mm

Kunstof balletjes
Ø20 mm
(ρ ~ 700 - 880 kg/m^3)

Experimenten met de PE-pearls Ø3 - Ø5 mm ($\rho \sim 25\ kg/m^3$)

- Experimenten schijfvorming material (L = 2 - 3 mm)

- Bij start van de vortex hoge transportcapaciteit
- Bij stabiele vortex lagere transportcapaciteit

- Experimenten met Ø20 mm bollen (ρ = 700 en 880 kg/m^3)

- Bollen vertonen verschillend gedrag in de vortex

Stage 1 transport proces

Detail analyse van gedrag zwaardere Ø20 mm rode bol (ρ = 880 kg/m^3)

- Bol wordt uit de vortex geworpen → geen transport!
- Waargenomen phenomeen is gedefinieerd als *Stage 1 Transport proces*

Vetbrokken hebben hogere soortelijke massa dan de rode bol. Stage 1 is dus essentieel voor succesvol transport...

Stage 2 transport proces

- Experimenten met Ø20 mm bollen (ρ = 700 kg/m^3)

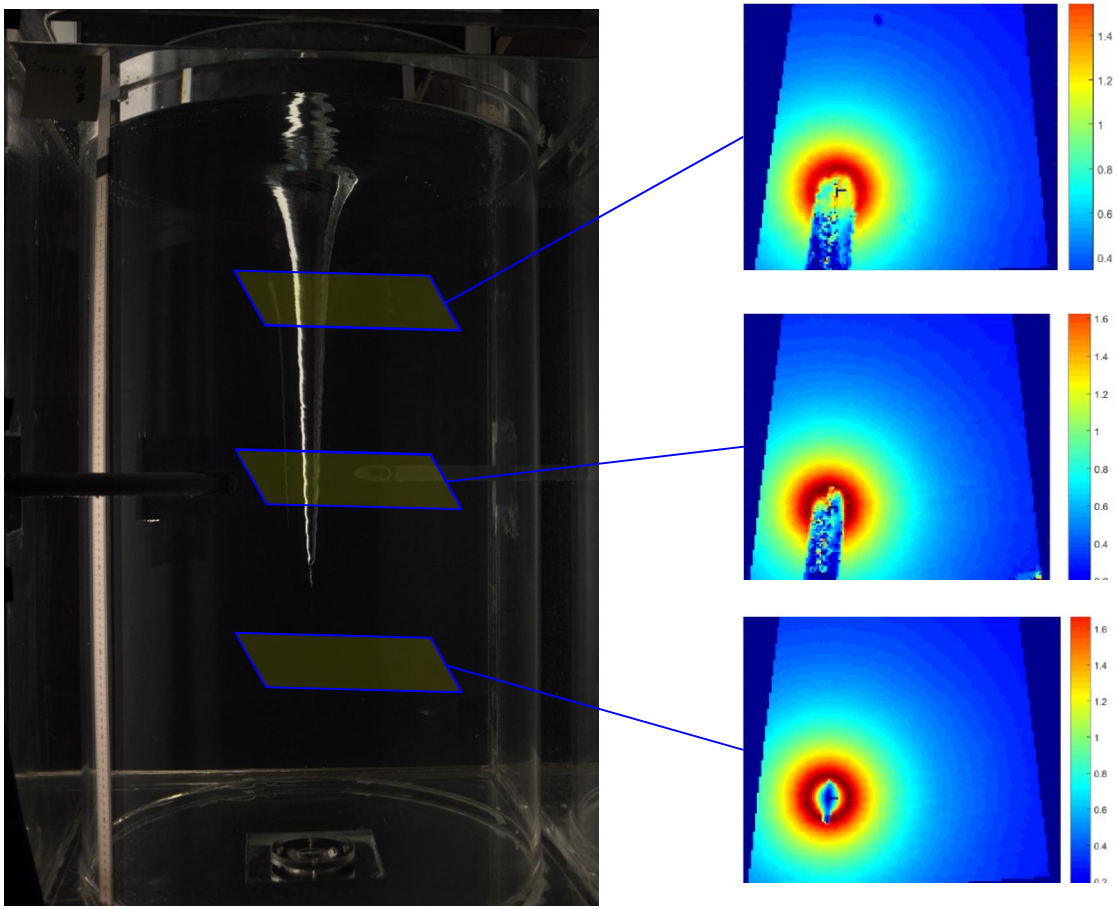
- Bol transleert rond de vortex-(lucht)kern naar de zuigmond: er is sprake van ‘transport..’

- Zelfde experiment met gewijzigde vortex condities
- Bol is ‘gevangen’ in de vortex luchtkern → geen of minimal transport!
- Waargenomen fenomeen is gedefinieerd als *Stage 2 Transport process*

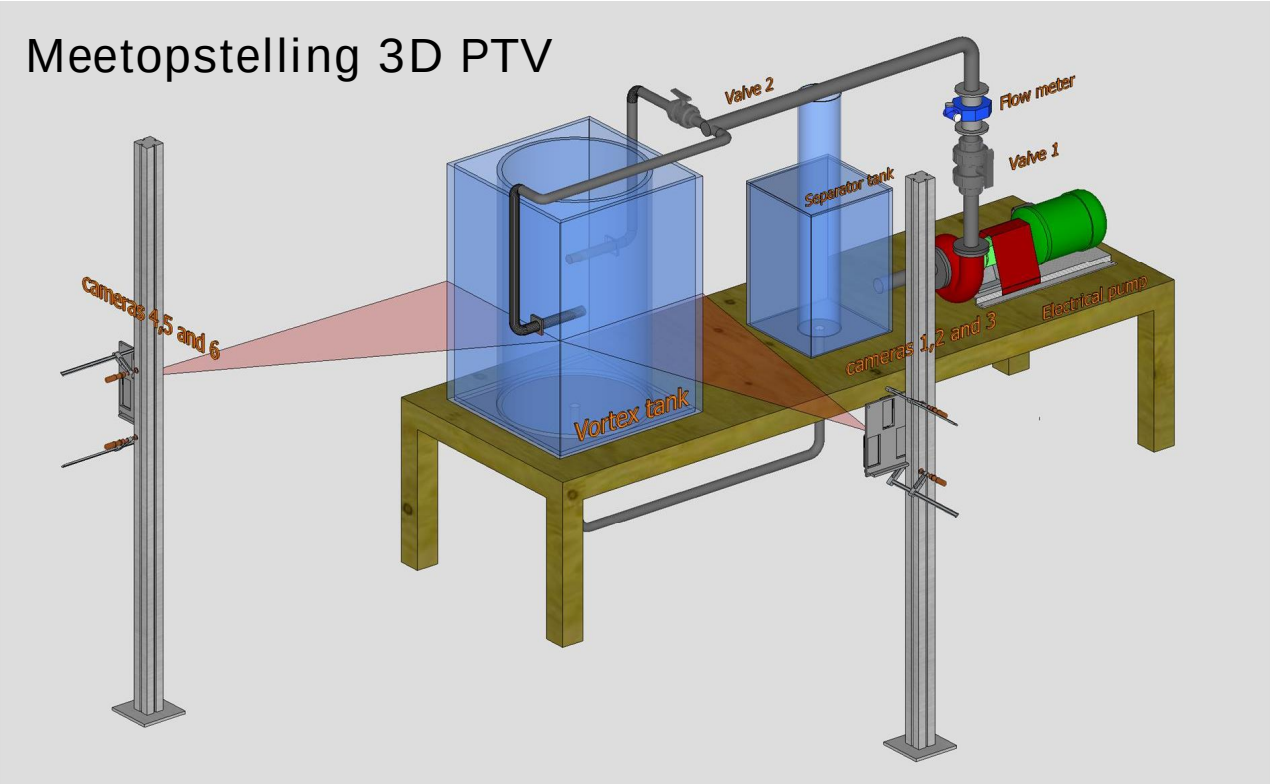
Net als Stage 1 is ook Stage 2 essentieel voor succesvol transport…

- Vortex is potentieel mechanisme voor transport van materiaal met zeer hoog drijfvermogen (vet!) naar de zuigmond
- Vortex transportvermogen wordt bepaald door *2-Stage Transport Proces*:
  - Stage 1: drijvend materiaal volgt de vortex óf wordt de vortex uitgeworpen
  - Stage 2: na succesvol verlopen van stage 1 kan material roteren om de vortex richting zuigmond of ‘vastlopen’ in de kern met geen of minimaal transport
- Huidig onderzoek richt zich op voorspellen en beinvloeden van het 2-stage transport proces door detail analyse van snelheidsveld en gedrag van drijvend material in vortex

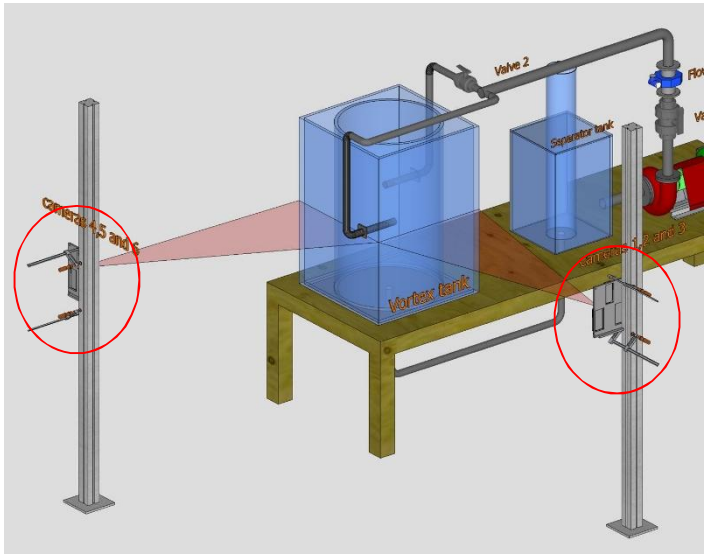
Huidig onderzoek: metingen 3D-snelheidsveld in vortex



Huidig onderzoek: meten van het gedrag van deeltjes in de vortex met nieuw ontworpen 3D PTV techniek



- Voor betere beeldverwerking: fluorescerende verf + UV licht
- Gebruik van 6 iPhones als multi-stereo camera's



Praktische toetsing onderzoeksresultaten:

- Veld experimenten gemalen Rotterdam:

  1. verhogen Kinetische energie dichtheid om de effecten na te gaan op drijflaagvorming
  2. ‘gecontroleerd’ genereren van vortexen in geometrisch aangepaste bassins ter verificatie van transport potentie

- Verwachte afronding onderzoek: medio 2018.

Bedankt voor de aandacht!