

Leerruimte SSRS: Pilot afvangen plastic in rivieren en kanalen m.b.v. The Great Bubble Barrier (TGBB)

Achtergrond

Elk jaar stroomt er acht miljoen ton aan plastic de oceanen in¹. 80% daarvan komt via meren, rivieren en andere watergangen. De ophoping van plastic in de oceanen vormt een bedreiging voor dieren als vissen en vogels, het milieu en daarmee ook de mens. Hoewel er initiatieven zijn om dit plastic uit de oceanen te halen is er ook de noodzaak om te zorgen dat het plastic niet in de oceanen terechtkomt.

Om de plastic toestroom vanuit de rivieren tegen te gaan hebben een aantal organisatoren, waaronder PWN en Rijkswaterstaat, *The Plastic Free Rivers Makathon* georganiseerd. De prijsvraag was om met innovatieve ideeën te komen om plastic uit de rivieren te halen.

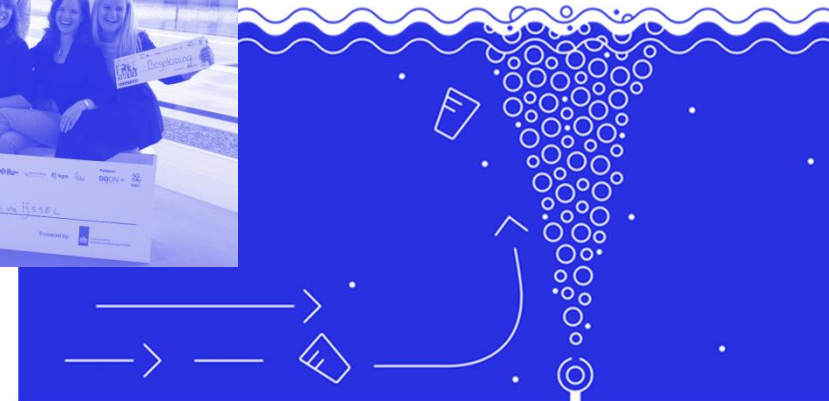


¹ Jambeck et al, 2015

Achtergrond

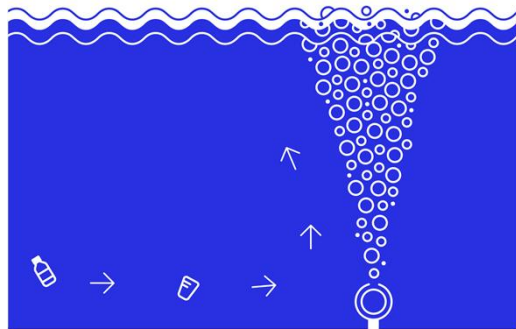
Het team achter The Great Bubble Barrier (hierna TGBB) is bij de Makathon met het winnende idee gekomen; het afvangen van macroplastics met behulp van een bellenscherm. De prijs was een pilotopstelling in de IJssel (t.w.v. €100.000,-).

In deze presentatie wordt het tot stand komen van de pilot en de resultaten van deze pilot besproken.



Deltares

Wat is The Great Bubble Barrier?



Een bellenscherm diagonaal geplaatst op de bodem van de rivier, waardoor gebruik wordt gemaakt van de natuurlijke stroming van de rivier om plastic naar de kade te leiden.

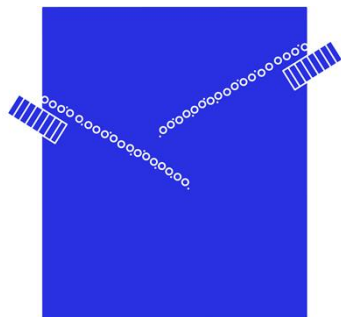
De opwaartse stroming leidt plastics naar de oppervlakte, zodat ook zwevende plastics verzameld worden.



Idee: Stopt plastic op weg naar de oceaan

- Geen hinder voor scheepvaart
- Geen belemmering voor vismigratie
- Toepasbaar over de gehele breedte en diepte van de rivier

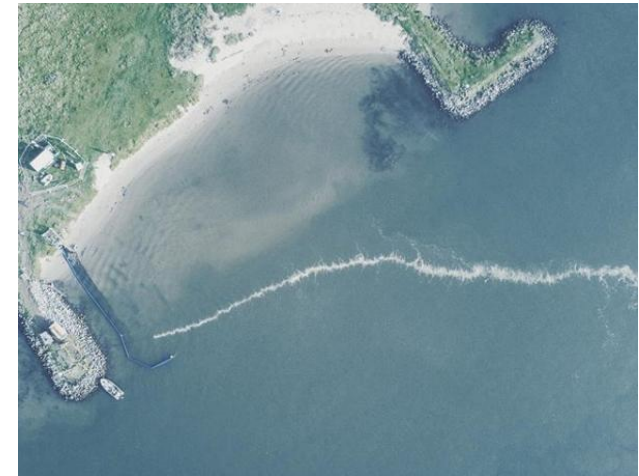
- Nieuwe toepassing bestaande technologie
- Geen verandering nodig in infrastructuur of beleid
- Schaalbaar



Project samenvatting

Het winnende idee van TGBB bevond zich in 2016 in een conceptueel stadium. Om tot een pilot in de IJssel te komen, diende het concept verder uitgewerkt te worden. Eén van de belangrijkste elementen in dit proces was het werkingsprincipe begrijpen. Uiteindelijk is het project in 4 fases uitgevoerd:

1. Bestaande kennis over bellenschermen vertalen naar TGBB
2. Testen op lab schaal
3. Opschaling naar de pilot locatie
4. Uitvoering en monitoring van de pilot

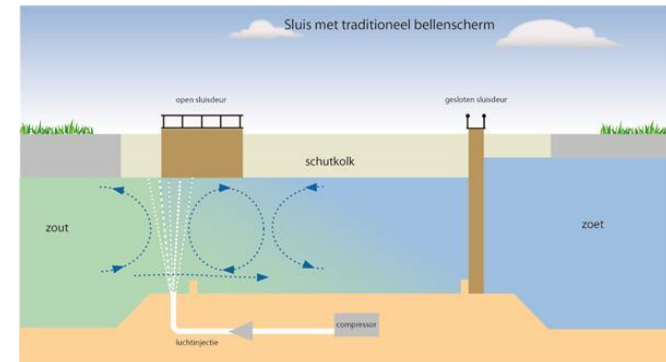


Rijkswaterstaat heeft bij het onderhoudscontract van de IJssel een Leerruimte Self Supporting Rivier Systeem, met als doel gezamenlijk innovaties verder te brengen.

Voor de uitvoering van dit project is een samenwerking is aangegaan tussen The Great Bubble Barrier B.V. en het leerteam, bestaande uit: Deltares, Rijkswaterstaat en de combinatie BAM/van den Herik. Alle partijen hebben kennis, ervaring en inzet geleverd.

1. Inventarisatie bestaande kennis

- Er zijn talrijke situaties waarin bellenschermen worden gebruikt. Een toepassing waar veel onderzoek naar is gedaan, zijn bellenschermen om zoutindringing tegen te gaan bij sluizen (alleen dichtheidsverschillen, geen stroming).
- Er is echter maar weinig bekend over bellenschermen die in een stroming worden geplaatst.

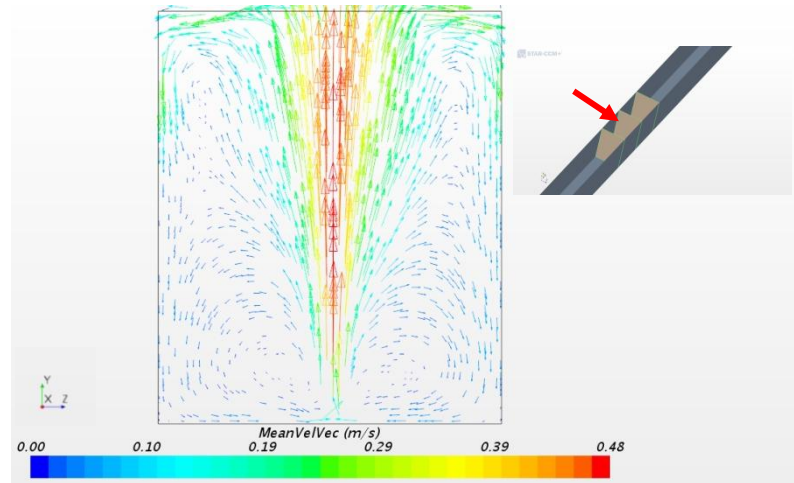


- Op basis van bestaande kennis is er een zo goed mogelijk initieel ontwerp (layout en luchtdebiet) gemaakt.
- Met behulp van CFD is vervolgens geprobeerd het initiële ontwerp te analyseren en verbeteren.
- Er is / was zeer weinig bekend over de combinatie van bellenschermen en stroming. Daardoor was het niet eenvoudig een initieel ontwerp te maken.

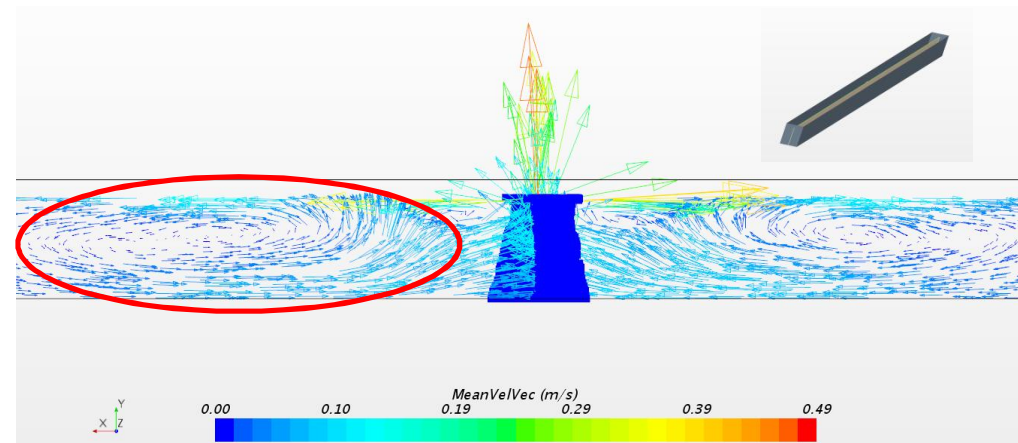
1. Inventarisatie bestaande kennis

- Eerste stap: het modelleren van bellenschermb in stilstaand water met CFD
- Bellenschermb staat onder een hoek van 45° t.o.v. stroming
- Dit levert resultaten op die met de literatuur overeenkomen

Snelheidsveld in Y-Z vlak



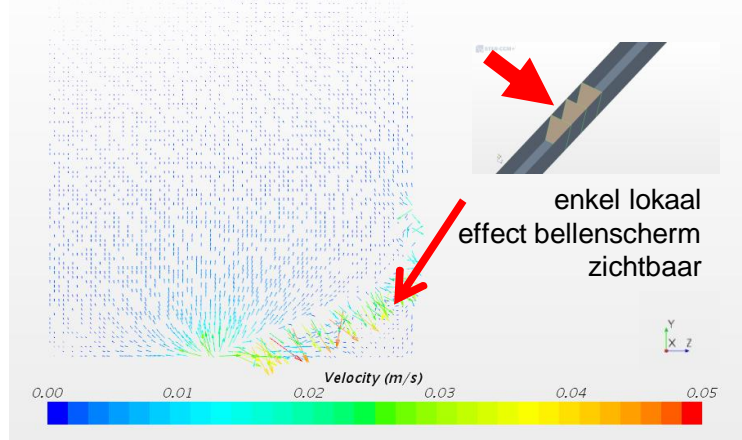
Snelheidsveld in X-Z vlak



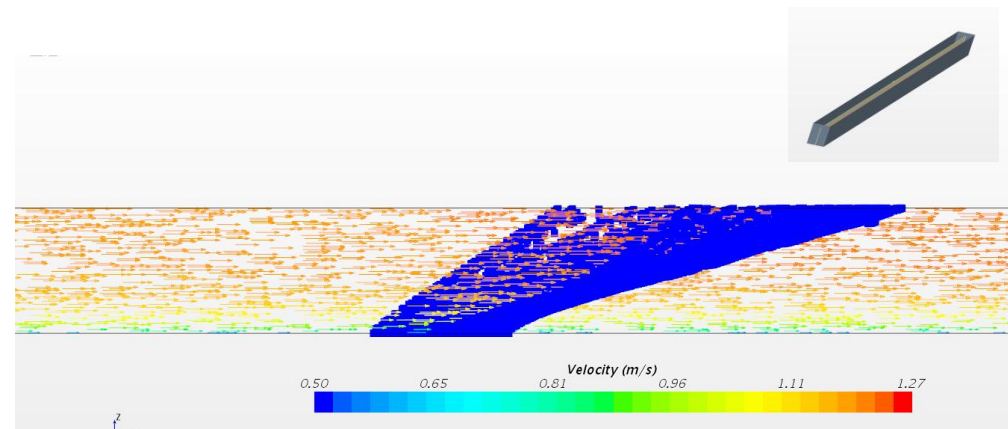
1. Inventarisatie bestaande kennis

- Vervolgens is een bellenscherm (45° t.o.v. stroming) gemodelleerd met CFD bij verschillende stroomsnelheden.
- Invloed van bellenscherm bleek nauwelijks zichtbaar in het model
- Daarnaast waren de simulaties niet stabiel -> twijfels over betrouwbaarheid model

Snelheidsveld in Y-Z vlak



Snelheidsveld in X-Z vlak



1. Inventarisatie bestaande kennis

Conclusies

- Strooming heeft een grote invloed op het gedrag van een bellenscherm
- Bestaande kennis/technieken blijken niet eenvoudig toe te passen. Het modelleren van een bellenscherm met strooming in CFD bleek hierdoor met het bestaande model niet haalbaar in korte tijd.
- Om de CFD modellering naar het gewenste niveau te brengen, zou veel inspanning benodigd zijn. Er is voor gekozen direct door te gaan met modelproeven in de Scheldegoot bij Deltares.

2. Testen Scheldegoot

De grote onbekenden m.b.t. de werking van TGBB om plastic af te vangen waren:

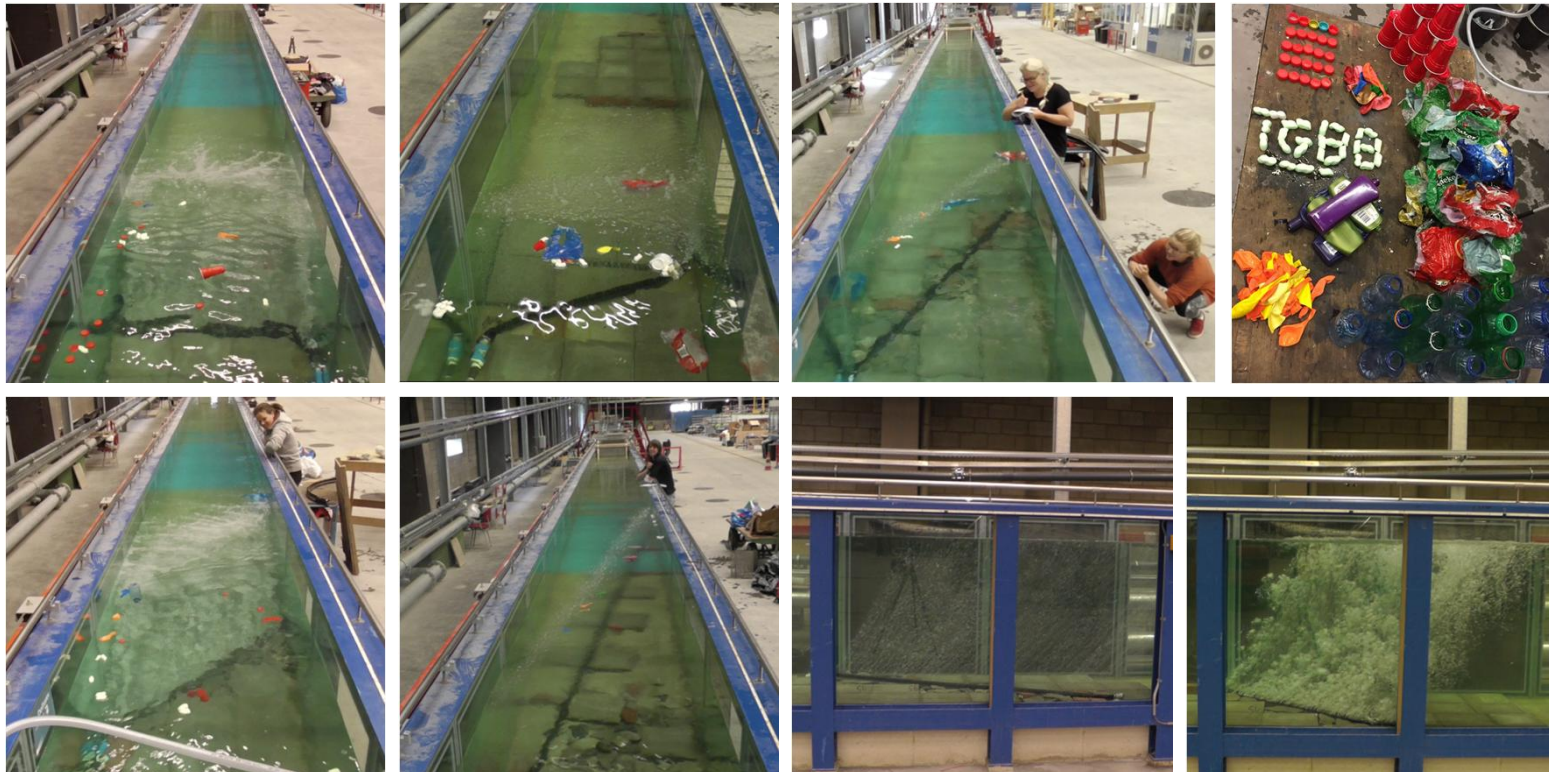
1. Invloed van stroomsnelheid (0 – 0.6 m/s)
2. Positionering van het bellenscherm t.o.v. de stroming
3. Benodigd luchtdebiet
4. Interactie verschillende soorten plastics en bellenscherm

Om hier inzicht in te krijgen zijn er gedurende een periode van 4 weken verscheidene testen uitgevoerd in de Scheldegoot bij Deltares.



Deltares

2. Testen Scheldegoot



24 mei 2018

Deltares

2. Testen Scheldegoot

Opzet experiment

- De Oosterscheldegoot is 1 m breed en ongeveer 50 m lang.
- Het bellenscherm is in het midden van de goot geplaatst.
- Testen zijn uitgevoerd bij een waterdiepte van 1 m.
- Stroomsnelheden zijn gevarieerd tussen de 0 m/s en 0.6 m/s.
- Verschillende soorten plastics zijn gebruikt, variërend van drinkflesjes tot kleinere plastics van 3mm

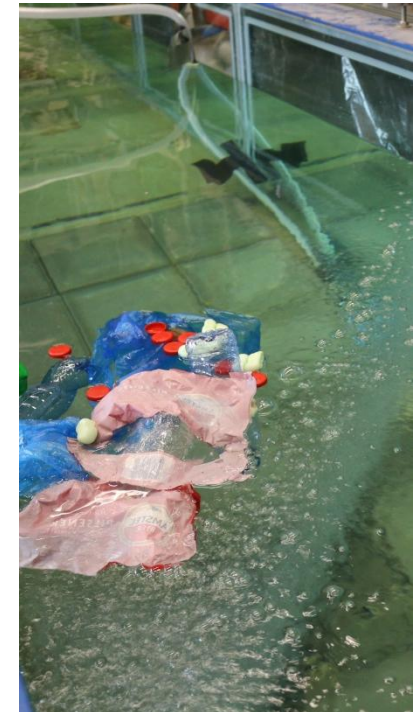
Onder verschillende omstandigheden (plaatsing bellenscherm, luchtdebiet en stroomsnelheid) is de effectiviteit van het bellenscherm bepaald in termen van het percentage afgevangen plastic per type plastic (zowel drijvend als zwevend in de waterkolom).

2. Testen Scheldegoot

Resultaten

- Bij de juiste keuze van het luchtdebiet en de juiste hoek t.o.v. van de stroming is bij alle stroomsnelheden die getest zijn plastic af te vangen. Zeker bij stroomsnelheden $>0.5\text{m/s}$ hangt de effectiviteit sterk af van het design.
- Het benodigde luchtdebiet is afhankelijk van de hoek van het bellenscherm t.o.v. de stroming en de stroomsnelheid.
- Er is geen lineair verband tussen luchtdebiet en stroomsnelheid.

Bij keuze van de juiste ontwerpparameters is het bellenscherm in staat > 80 % van de plastic samples af te vangen.



Deltares

3. Opschaling naar de pilot in de IJssel

De Oosterscheldegoot testen hadden een aantal beperkingen:

- De wanden van de goot beïnvloeden de stroompatronen.
- De waterdiepte was 1 m, rivieren en kanalen zijn dieper
- De stroomsnelheden in de IJssel zijn op sommige locaties significant hoger dan de maximale stroomsnelheden waarbij kon worden getest.
- In de Scheldegoot kon niet getest worden met materiaal wat kleiner was dan 3mm, door dat deze door de filters van de testfaciliteit zouden gaan.

Deze beperkingen maken het een uitdaging om het juiste ontwerp voor de pilot te maken.

3. Opschaling naar de pilot in de IJssel

Opschaling

Op basis van de opgedane kennis het best mogelijke ontwerp voor de pilot te maken.

De locatie keuze heeft grote invloed op het ontwerp:

- Kanaal / gracht:
 - Logische vervolgstap na het lab
 - Overzichtelijk, kosten beperkt
- De IJssel:
 - Hoge stroomsnelheden en grotere breedte met als resultaat
 - Grotere luchtdebieten
 - Geen zekerheid op basis labtesten
 - Monitoring lastig



3. Opschaling naar de pilot in de IJssel

Om uiteenlopende redenen is voor een pilot in de IJssel bij Kampen gekozen.

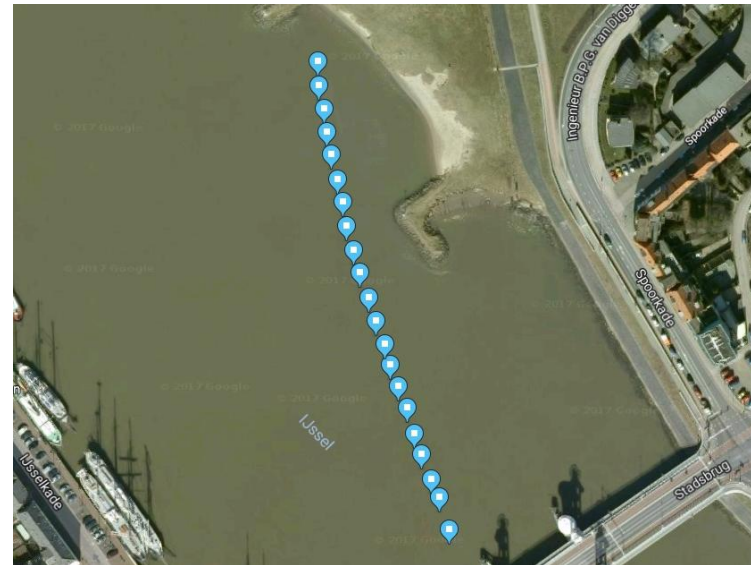
Gevolgen van deze keuze:

- Groot risico want veel onbekende factoren. Echter als het lukt is het succes ook groot.
- Door het overslaan van tussenstappen en moeilijker monitoring, is er minder informatie te verzamelen voor latere Bubble Barriers. Echter, TGBB komt wel een stap dichterbij het eindproduct dan bij een pilot in een kanaal / gracht.

4. Pilot in de IJssel

Opzet experiment

- Locatie nabij de Stadsbrug Kampen
- Duur pilot 3,5 weken
- Testobjecten
 - Sinaasappels: volgen impact bellenscherm op stroming
 - Vlaggen: volgen stroming & wind
- Verschillende luchtdebieten
- Omgevingscondities (waterstand, afvoer, wind) vastgelegd
- Alle experimenten gefilmd
- Referentiemetingen zonder bellenscherm



4. Pilot in de IJssel

Ontwerp versus uitvoering

- Door stroming en diepteverschillen, levert het leggen van het bellenscherm in een rechte lijn op de bodem aan het oppervlak geen recht scherm op. Het ontwerp hield hier rekening mee.
- Bij plaatsing is er een knik ontstaan t.g.v. afwijking van gps plaatsing, welke niet in het initiële ontwerp zat. In de evaluatie zijn hiervoor verschillende oplossingen gevonden.



4. Pilot in de IJssel



24 mei 2018

Deltares

4. Pilot in de IJssel

Experimentele uitvoering



24 mei 2018

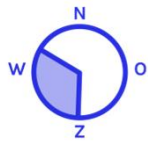
Deltares

4. Pilot in de IJssel

Omgevingscondities

1. Wind

1. Noord West West tot Zuid



2. 1-3 Bf

2. Waterafvoer

1. 280,5 – 393 m3/sec

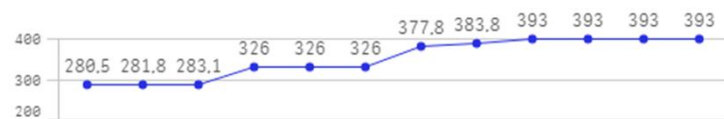
Wind direction
in degrees



Speed of wind
in Bf



Discharge
in m3/sec



Average wind direction



Average speed of wind

2 Bf

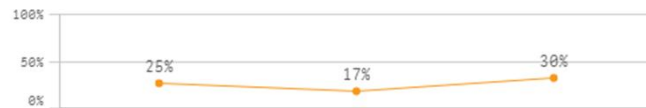
Average discharge

346,4 m3/sec

4. Pilot in de IJssel

Resultaten referentie meting (zonder Bubble Barrier) bij een afvoer van 250 - 350 m3/s

Which percentage of oranges were caught?



Average caught

23,9%

5 out of 20

Wind direction
in degrees



Average wind direction

214°

Speed of wind
in Bf



Average speed of wind

2 Bf

Discharge
in m3/sec



Average discharge
327,1 m3/sec

Which percentage of flags were caught?



Average caught

18,9%

4 out of 20

Wind direction
in degrees



Average wind direction

210°

Speed of wind
in Bf



Average speed of wind

2 Bf

Discharge
in m3/sec

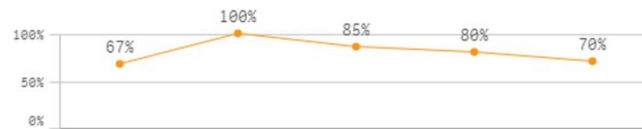


Average discharge
327,1 m3/sec

4. Pilot in de IJssel

Resultaten met een Bubble Barrier met een afvoer van 250 - 350 m³/s

Which percentage of oranges were caught?



Average caught
80,3%
16 out of 20

Wind direction
in degrees



Average wind direction
215°

Speed of wind
in Bf



Average speed of wind
1 Bf

Discharge
in m³/sec



Average discharge
308,3 m³/sec

Which percentage of flags were caught?



Average caught
89,2%
18 out of 20

Wind direction
in degrees



Average wind direction
218°

Speed of wind
in Bf



Average speed of wind
2 Bf

Discharge
in m³/sec



Average discharge
303,9 m³/sec

4. Pilot in de IJssel

Resultaten hogere afvoer (>350 m³/s)

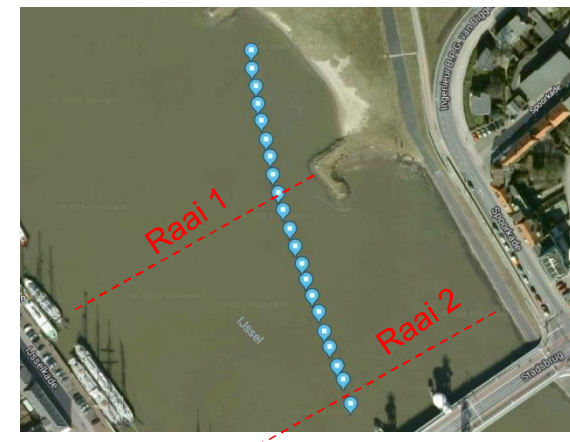
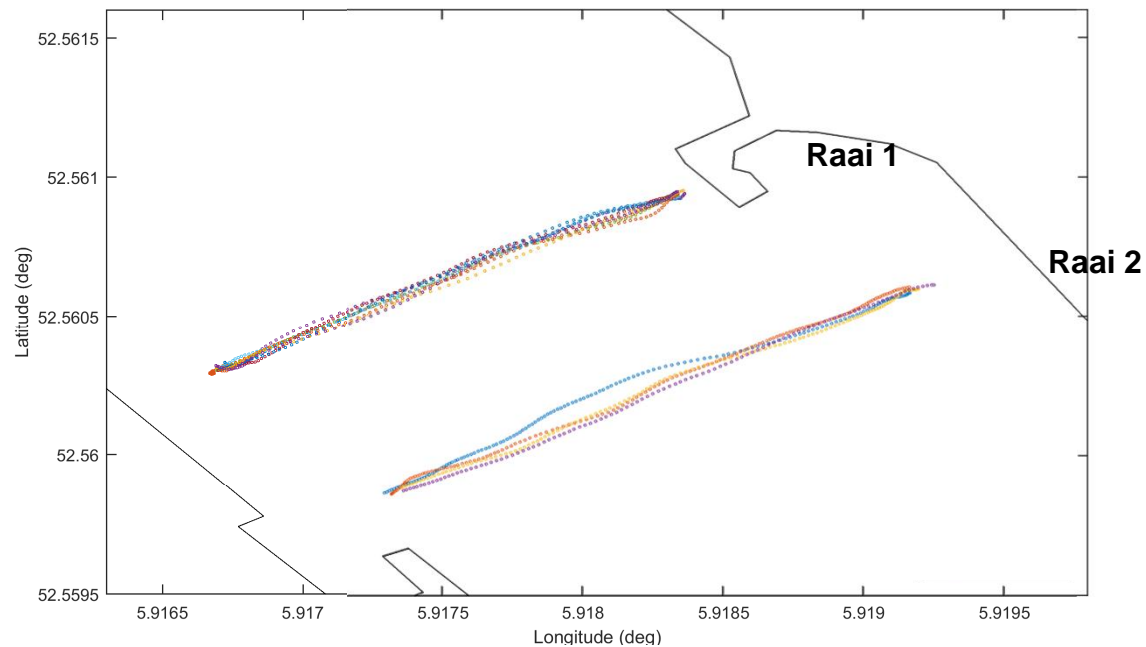
- Bijna alle sinaasappels en vlaggen worden doorgelaten op het vlak na de knik.
- Het gedeelte voor de knik, waar de Bubble Barrier volgens ontwerp is uitgevoerd werkte nog wel goed (bijna volledige afvang testmateriaal).

Er dient opgemerkt worden dat ook bij lage afvoer de objecten niet naar het einde van het bellenscherm worden geleid, maar in het opvanggebied terecht komen. Door interactie met de stroming in de krib, buigen de objecten af naar dit opvanggebied tussen de twee kribben in.



4. Pilot in de IJssel

Er zijn 1 dag snelheidsmetingen met een ADCP uitgevoerd (vanaf bodem tot 1.5 m onder het wateroppervlak).



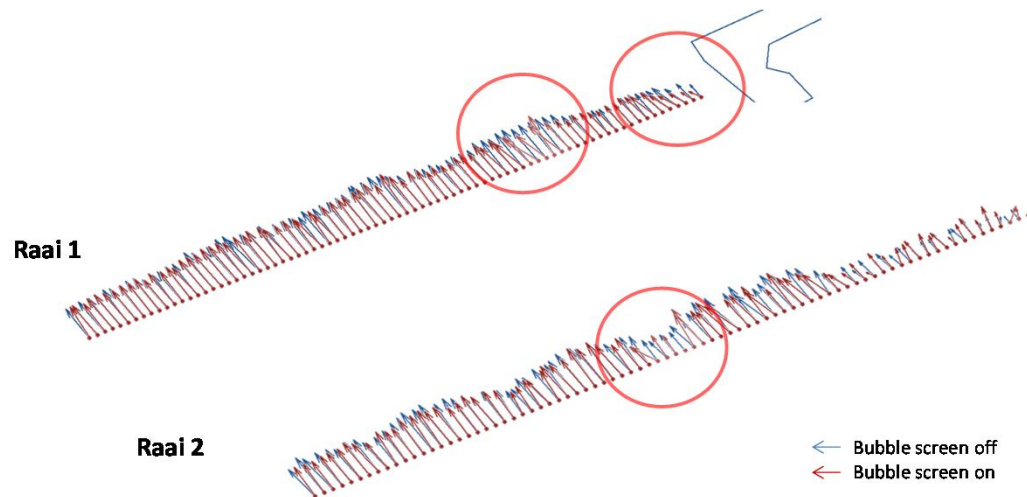
24 mei 2018

Deltares

4. Pilot in de IJssel

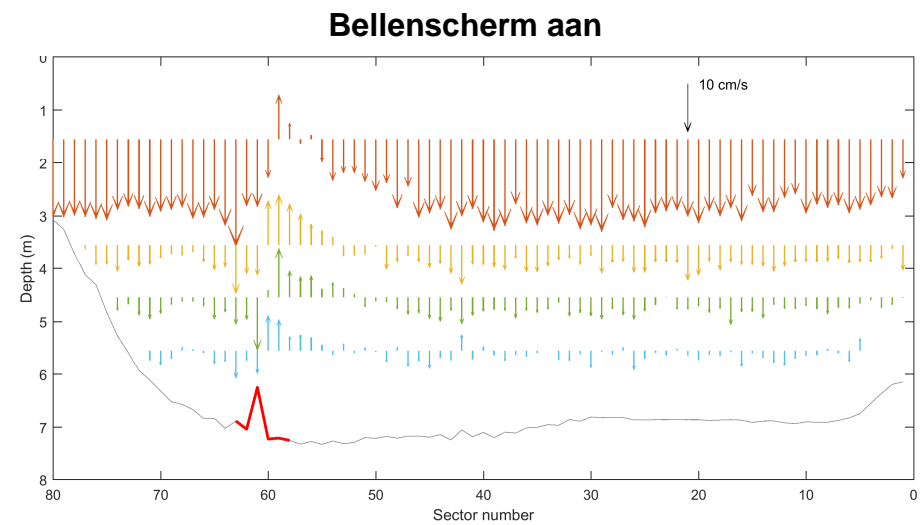
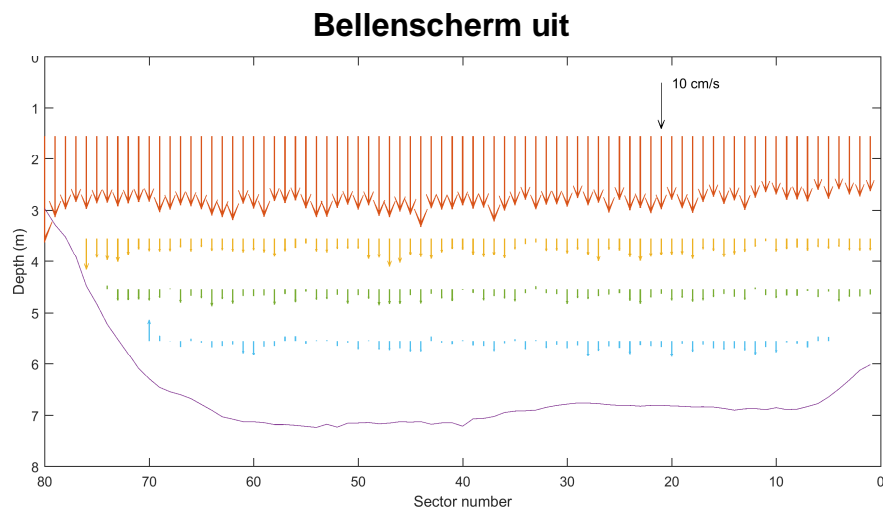
Diepte gemiddelde snelheden:

- Raai 1: bellenscherm heeft effect op stroming rondom scherm en bij de oever.
- Raai 2: geen effect waar te nemen



4. Pilot in de IJssel

- Verticale stroomsnelheden (Raai 1)
- Bellenscherm beïnvloed verticale stroomsnelheid



4. Pilot in de IJssel

Conclusie Pilot

- Het bellenschermbestand is in staat drijvend plastic van richting te veranderen en vangt significant meer materiaal op dan zonder bellenschermbestand. Dit geldt voor zowel materiaal wat drijft als wat ook door wind wordt beïnvloed.
- De ADCP metingen geven inzicht in de interactie tussen bellenschermbestand en stroming.
- Het bellenschermbestand heeft een kleine invloed op de stroming. Voor een goed functionerend bellenschermbestand is het van belang een slim ontwerp te maken dat optimaal gebruik maakt van de al aanwezige natuurlijke stromingen.

-> De pilot heeft de potentie van TGBB aangetoond

Evaluatie pilot

- De pilot in de IJssel heeft de potentie van TGBB laten zien.
- De stapsgewijze aanpak is essentieel geweest voor succes gezien de grote verschillen tussen het initiële ontwerp en de pilot.
- Door inzet van veel mensen en met name de The Great Bubble Barrier is het onmogelijke mogelijk geworden. In korte tijd is de innovatie van TRL niveau 2 naar TRL niveau 7 gebracht.

Toekomst TGBB

- Om tot een succesvolle vaste opstelling in een rivier te komen, zijn er nog een aantal stappen te maken (succesvolle implementatie in een gracht / kanaal is een stap dichterbij):
 - Hoe ontwerpen we een bellenscherm zodanig dat de gehele breedte van een (snelstromende) rivier af te dekken is?
 - Welke vragen moeten nog verder onderzocht worden om meer inzicht te krijgen in de volledige effecten op ecologie, morfologie en scheepvaart?
 - Hoe kan een bellenscherm voor plastic afvangen optimaal gebruik maken van de aanwezige stroming
 - Welk type afvangsysteem past het beste bij de verschillende toepassingsmogelijkheden van de Bubble Barrier?