

Als winnaar van de Plastic Free Rivers Makathon in 2016, heeft The Great Bubble Barrier (TGBB) een pilot in de IJssel gewonnen. In het kader van het SSRS leerteam heeft Rijkswaterstaat Deltares verzocht te ondersteunen in het tot stand komen van deze pilot. In dit verslag wordt het gevolgde traject beschreven en de resultaten van de verschillende fases behandeld.

Inleiding

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 om het werkingsprincipe te begrijpen. Het totale project is in 4 fases uitgevoerd, die elk hun eigen doel hadden:

1. Bepalen hoe bestaande kennis over bellenschermen voor TGBB gebruikt kan worden (Literatuur- en CFD studie).
2. Inzicht krijgen in de benodigde lay-out (Testen in de Scheldegoot bij Deltares).
3. De verkregen inzichten vertalen / opschalen naar de pilot in IJssel.
4. Uitvoering en monitoring van de pilot in de IJssel.

Deze fases worden in het vervolg van dit verslag besproken. Er dient opgemerkt te worden dat deze fases zijn beschreven zonder onderscheid te maken in het werk dat door TGBB is uitgevoerd en het werk dat door Deltares is uitgevoerd.

1. Literatuur en CFD studie

1.1 Doel

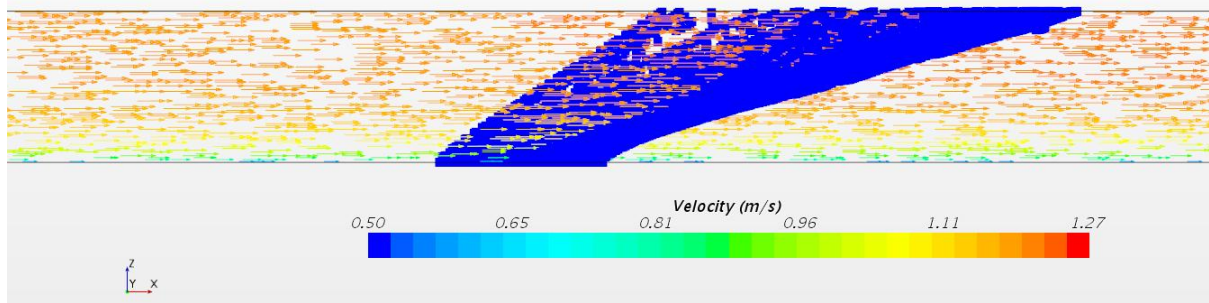
Vaststellen hoe bestaande kennis over bellenschermen gebruikt kan worden om het bellenscherm van TGBB te ontwerpen.

1.2 Acties

- Op basis van literatuur en Deltares ervaring met bellenschermen in verschillende situaties zijn de typische kenmerken van verschillende bellenschermen op een rijtje gezet.
- Het overzicht van deze verschillende toepassingen is gebruikt om een zo goed mogelijk initieel ontwerp te maken voor TGBB.
- Dit initieel ontwerp is verder geanalyseerd m.b.v. CFD simulaties.

1.3 Resultaten / Conclusies

- Er is weinig bekend over de combinatie van bellenschermen met een sterke stroming. Daardoor is het niet eenvoudig een initieel ontwerp voor TGBB te maken.
- De CFD simulaties geven twee inzichten:
 - De stroming heeft een sterke invloed op het bellenscherm. Het gedrag van het bellenscherm verschilt significant van het gedrag van een bellenscherm dat bijvoorbeeld dienst doet als zout-zoet scheiding.
 - Uit de gedane CFD simulaties is het moeilijk conclusies te trekken over het gedrag van een bellenscherm in combinatie met stroming. In Figuur 1 is een typisch resultaat van de CFD simulaties weergegeven.
- Er is besloten niet te proberen meer informatie uit de CFD simulaties te krijgen. Dit leverde waarschijnlijk te weinig op vergeleken met doorgaan met een schaalmodelproef.



Figuur 1 Typisch resultaat van de CFD simulaties.

2. Testen in de Scheldegoot bij Deltares

2.1 Doel

Inzicht krijgen in de benodigde layout (luchtdebiet, positionering t.o.v. de stroming) van het bellenscherf.

2.2 Acties

- In de Scheldegoot (1 m breed, 1 m diep) van Deltares zijn testen met een bellenscherf uitgevoerd (Figuur 2).
- Er is gevarieerd met de volgende onderdelen:
 - Plaatsing van het bellenscherf t.o.v. de stroming.
 - Luchtdebiet
 - Stroomsnelheid
- Verschillende soorten plastic zijn gebruikt om de effectiviteit van het bellenscherf vast te stellen



Figuur 2 Testen in de Scheldegoot bij Deltares

2.3 Resultaten / Conclusies

Er is inzicht gekregen in de volgende zaken:

- Optimale plaatsing van het bellenscherf t.o.v. de stroming als functie van de stroomsnelheid.
- Relatie benodigd luchtdebiet, stroomsnelheid en plaatsing t.o.v. de stroming.
- Effectiviteit van het afvangen van plastic met het bellenscherf onder verschillende omstandigheden.

3. Analyse resultaten Scheldegoot en opschaling naar de pilot

3.1 Doel

Bepalen hoe de verkregen kennis m.b.t. TGBB kan worden vertaald / opgeschaald naar de pilot in de IJssel.

3.2 Acties

- Analyse van de meetgegevens van de test in de Scheldegoot.
- Beperkingen van de test in de Scheldegoot in beeld brengen:
 - De goot is 1 m breed. De wanden van de goot beïnvloeden de stroompatronen.
 - De testen zijn gedaan bij een waterdiepte van 1 m. Rivieren en kanalen zijn dieper.
 - De maximale stroomsnelheid is 0.6 m/s. In de IJssel treden significant hogere snelheden op (1 à 2 m/s).
- De openstaande vraagstukken bepalen op basis van de beperkingen die de test in de Scheldegoot had.
- Best mogelijk ontwerp van TGBB voor de pilot maken (in termen van plaatsing t.o.v. de stroming, benodigde luchtdebiet e.d.).

3.3 Resultaten / Conclusies

- Inschatting gemaakt hoe het benodigde luchtdebiet opgeschaald kan worden.
- Lijst van eisen opgesteld m.b.t. de buis met gaatjes die het bellenscherm moet maken.
- Ontwerp gemaakt voor de pilot in de IJssel.
 - Exacte locatie en gewenste ligging vastgesteld.
 - Inschatting gemaakt van het benodigde luchtdebiet.
 - Het bellenscherm opgedeeld in verschillende strengen zodat een egaal bellenscherm verkregen kan worden.

Daarnaast zijn gedurende deze fase meerdere locaties voor de pilot onderzocht (o.a. gracht Zutphen, IJssel op verschillende locaties). Voor deze verschillende locaties zijn praktische zaken zoals het benodigde luchtdebiet, lengte van het bellenscherm en het verschil met de testen bij Deltares in beeld gebracht. Dit maakte het mogelijk een kosten- en risico inschatting te maken van de verschillende locaties. In nauw overleg met Rijkswaterstaat is de IJssel bij Kampen geselecteerd als locatie.

4. Pilot in de IJssel

4.1 Doel

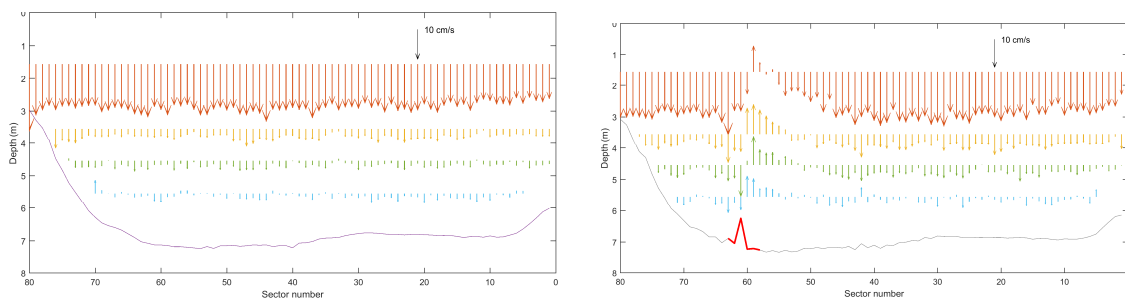
Het plaatsen van de TGBB in een rivier of kanaal en de effectiviteit van TGBB monitoren.

4.2 Acties

- In samenwerking met BAM/vdHerik is het bellenscherm geplaatst in de IJssel.
- Het bellenscherm was gedurende 3 weken in gebruik op de pilotlocatie.
- Invloed van wind en rivierafvoer bepalen.
- Met behulp van verschillende materialen onder verschillende omstandigheden (wind, afvoer, luchtdebiet) de effectiviteit van het bellenscherm bepalen.
- Met behulp van een ADCP de stroming met en zonder bellenscherm in beeld brengen.

4.3 Resultaten / Conclusies

- Uit de uitgevoerde testen bleek dat een bellenscherm in een relatief snelstromende rivier als de IJssel is in staat is om plastic van richting te veranderen en dus, bij een goed ontwerp, in staat is het plastic naar een afvanglocatie te leiden.
- Het bellenscherm beïnvloedt de stroming in de rivier in geringe mate. Lokaal verandert de stroomrichting net voldoende om het plastic de juiste kant op te leiden. De gevolgen van deze lokale veranderingen voor de rivier zijn naar alle waarschijnlijkheid gering.
- De locatie van een bellenscherm dient nauwkeurig gekozen te worden. Natuurlijke stroomprofielen, zoals draaiingen in een kribbe beïnvloeden de werking van het bellenscherm. Hierbij moet rekening gehouden worden om de juiste afvanglocatie voor het plastic te bepalen.
- De instellingen van het bellenscherm zijn afhankelijk van de rivierafvoer.



Figuur 3 Verticaal stroomprofiel in de IJssel zonder (links) en met (rechts) bellenscherm.

Conclusie / Samenvatting / Vooruitblik

Door een stapsgewijze aanpak te volgen, hebben we tot een succesvolle pilot in de IJssel kunnen komen. Het grote verschil tussen het initiële ontwerp en het uiteindelijke ontwerp van TGBB laat het belang van deze aanpak zien. Het voorbereidende werk met CFD en in het laboratorium was essentieel om tot een succesvolle pilot te komen.

De pilot heeft laten zien dat een bellenscherm veelbelovend is om plastic af te vangen. Er is nog wel verdere ontwikkeling van het concept noodzakelijk. Daarnaast is het aan te raden, aandacht te besteden aan zaken zoals:

- Bathymetrie veranderingen als gevolg van de plaatsing van een bellenscherm op de bodem van een kanaal of rivier.
- Is er een impact op de ecologie?