

**Aanvullende modelresultaten
HydroRig**



Aanvullende modelresultaten HydroRig

dr. L.A. van Duren
dr. ir. G.H. Keetels

1002324-000

Titel

Aanvullende modelresultaten HydroRig

Opdrachtgever

Visserij Coöperatie Urk

Project

1002324-000

Pagina's

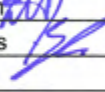
10

Trefwoorden

HydroRig, boomkorvisserij, modellering, hydrodynamica

Samenvatting

Het project HydroRig is gericht op het ontwikkelen van een alternatief ontwerp voor de boomkor, dat minder schadelijke neveneffecten heeft. In het kader van dit project zijn een aantal numerieke modelsimulaties uitgevoerd en een aantal praktijktesten en gootproeven. Het basisontwerp dat al eerder was doorgerekend bestond uit zgn. balkoppen, geplaatst achter, onder de boom, onder een hoek van 30°. Naar aanleiding van de eerdere resultaten zijn een aantal extra configuraties doorgerekend. Het effect van de balkoppen wordt onderdrukt wanneer deze relatief hoog en kort achter de boom geplaatst worden en zo het zog van de boom invangen. De hoek van de balkop lijkt ook van groot belang. Er is een omslag punt rond de 30°. Staat de balkop steiler, dan ontstaan onder de rand coherente afbrekende wervels die aanzienlijke fluctuaties in kracht op de bodem veroorzaken. Bij een kleinere hoek breken wervels niet af en raken ze niet aan de bodem. Een laatste alternatief ontwerp met een afgeplatte balkop had geen ander effect dan het basisontwerp.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
2	sept. 2011	dr. L.A. van Duren		ir. H.W.J. Kernkamp		ir. T. Schilperoort	
		dr. ir. G.H. Keetels					

Status

definitief

Financiering



Dit rapport is tot stand gekomen met financiering van het Europees Visserijfonds: Investering in duurzame visserij

Op het ontwerp is octrooi aangevraagd.

Inhoud

1	Achtergrond	1
1.1	Positie balkop t.o.v. de boom	1
1.2	Hoek van de balkop	1
1.3	Afgeplatte balkop	2
2	Materiaal en methode	2
3	Resultaten	3
3.1	Positie balkop t.o.v. de boom	3
3.2	Effect van hoek van de balkop.	5
3.3	Afgeplatte balkop	7
4	Discussie en conclusies	8
4.1	Positie balkop t.o.v. de boom	8
4.2	Hoek van de balkoppen	8
4.3	Vergelijking met veldgegevens, filmbeelden en gootproeven	9
4.4	Afgeplatte balkop	9
A	Appendix: definitie coherente structuren en Q invariant	10

1 Achtergrond

Binnen het project HydroRig wordt een alternatief tuig ontwikkeld voor de boomkor. Een traditioneel boomkortuig jaagt platvissen uit de bodem m.b.t. wekkerkettingen. Deze zware kettingen die door de bodem slepen veroorzaken:

- schade aan bodemleven
- schade aan ondermaatse vis, zodat deze weinig kans heeft op overleven
- een zeer hoog energieverbruik van de schepen

Het achterliggende idee van HydroRig is dat op of aan de boom, structuren worden bevestigd die veel turbulentie aan de bodem opwekken. Vissen worden door de waterbeweging de bodem uitgejaagd, zodat de zware wekkerkettingen overbodig worden en bovenstaande negatieve effecten worden beperkt.

In eerdere fasen van dit project zijn verschillende prototypen getest zowel met numerieke berekeningen, met gootproeven en testen in het veld. Hierbij bleek een ontwerp met zgn. "bolkoppen" (halve bollen die met de open kant op de aankomende waterstroom gericht staan) het meest veelbelovend. Veld testen hebben intussen aangetoond dat niet alleen de drie effecten hierboven werden gereduceerd, maar dat de gevangen doelsoorten (voornamelijk schol) voor de handel een betere kwaliteit had. De vissen bleken langer houdbaar, waarschijnlijk omdat de slijmhuide van de gevangen dieren minder beschadigd werd dan bij conventionele boomkorvisserij.

In november 2009 is in de water- en grondgoot van Deltares een serie proeven uitgevoerd om effecten van verschillende configuraties van de bolkoppen te testen. Een deel van de resultaten van deze testen gaf aanleiding om nog een aantal extra modelberekeningen te doen om de gootobservaties te ondersteunen.

1.1 Positie bolkop t.o.v. de boom



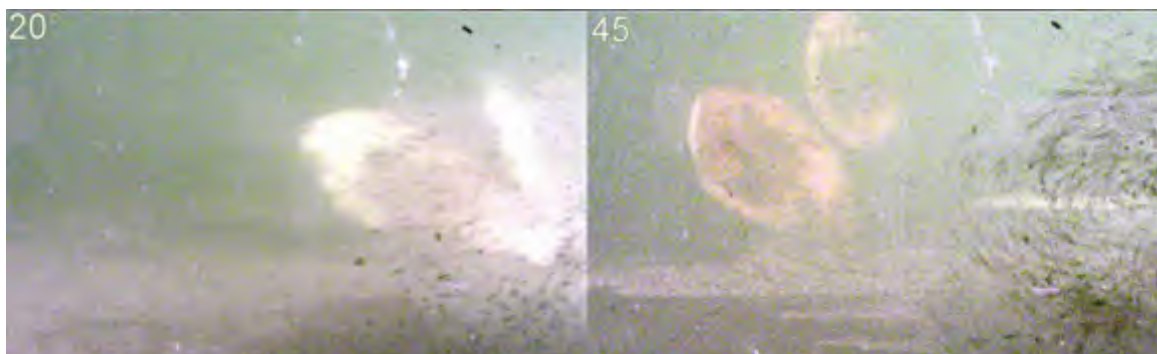
Figuur 1.1: Zijaanzicht van een naar links bewegende boom met bolkop. De figuur illustreert de positie van de bolkop t.o.v. de boom in originele configuratie (links) en configuratie waar de bolkop een deel van het zog van de boom invangt (rechts).

Bij het model waar tot nu toe mee gerekend was en dat in eerste instantie was uitgetest in het veld was de bolkop achter, onder de boom geplaatst. De top van de bolkop zat nog onder de onderkant van de boom. Bij een later ontwerp was de ophanging van de bolkop anders en zat de bolkop t.o.v. de boom wat hoger. Ook in de eerste serie goottesten zat de bolkop hoger dan in de modelberekeningen, waardoor de bolkop een deel van het zog van de boom opving. Dit leek een negatief effect te hebben. Dit is met modelberekeningen geverifieerd (Figuur 1.1).

1.2 Hoek van de bolkop

De eerdere berekeningen zijn allemaal uitgevoerd met een configuratie waarbij de bolkop onder een hoek van 30° staat. Tijdens de gootproeven zijn verschillende hoeken getest (20°, 30° en 45°). De hoek bleek een effect te hebben op de beweging van vissen en op de drukopnemers. Aanvullend leek uit kwalitatieve waarnemingen aan beweging van grove zandkorrels dat er een verschil zou kunnen zitten in de manier waarop wervels zich vormen

achter het tuig. Bij een hoek van 20° was wel een duidelijke versnelling waar te nemen onder het tuig, maar leken er geen afbrekende wervels te ontstaan achter de bolkop.



Figuur 1.2: Beweging van zandkorrels achter het tuig bij een bolkop onder een hoek van 20° en 45°.

Dit in tegenstelling tot testen bij een hoek van 45°, waar zich losse, staande wervels vormden achter het tuig (Figuur 1.2).

1.3 Afgeplatte bolkop

Scholieren van het Van Hall Instituut in Leeuwarden hebben geëxperimenteerd met een alternatieve versie van de bolkop: een vorm met een afgeplatte achterkant. De vraag was of deze afgeplatte achterkant extra effect heeft t.o.v. de ronde bolkop die eerder binnen het HydroRig project getest was (Figuur 1.3).

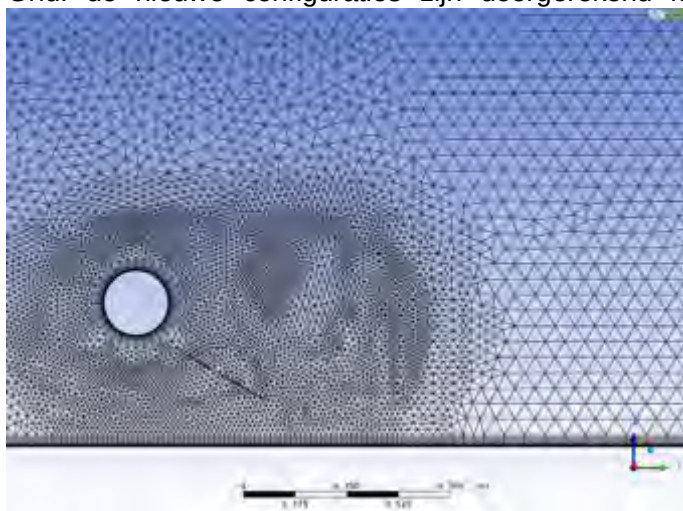


2 Materiaal en methode

De modellen zijn opgezet met het pakket ANSYS-CFX. De eerdere berekeningen zijn uitgevoerd met de versie CFX-5. De aanvullende berekeningen zijn opgezet met een nieuwere versie: CFX-12.

Figuur 1.3: Vorm afgeplatte bolkop

Grid: de nieuwe configuraties zijn doorgerekend met dezelfde



Figuur 2.1: Zijaanzicht van een deel van het rekenrooster rond het basismodel waar de verfijning zichtbaar is. Het totale domein is groter

rekenrooster als het basisontwerp. Het domein is 6 meter lang en 1.45 m hoog en bestaat uit ruim 1.8 miljoen elementen. Hierbij is een grover rekenrooster gebruikt op afstand van het tuig en van de bodem en een veel fijnere structuur aan de bodem en bij het tuig (Figuur 2.1). De bodem heeft in het model een ruwheid van 1 mm. Alle testen zijn uitgevoerd met een sleepsnelheid van 2.73 m s^{-1} , ofwel 5 knopen.

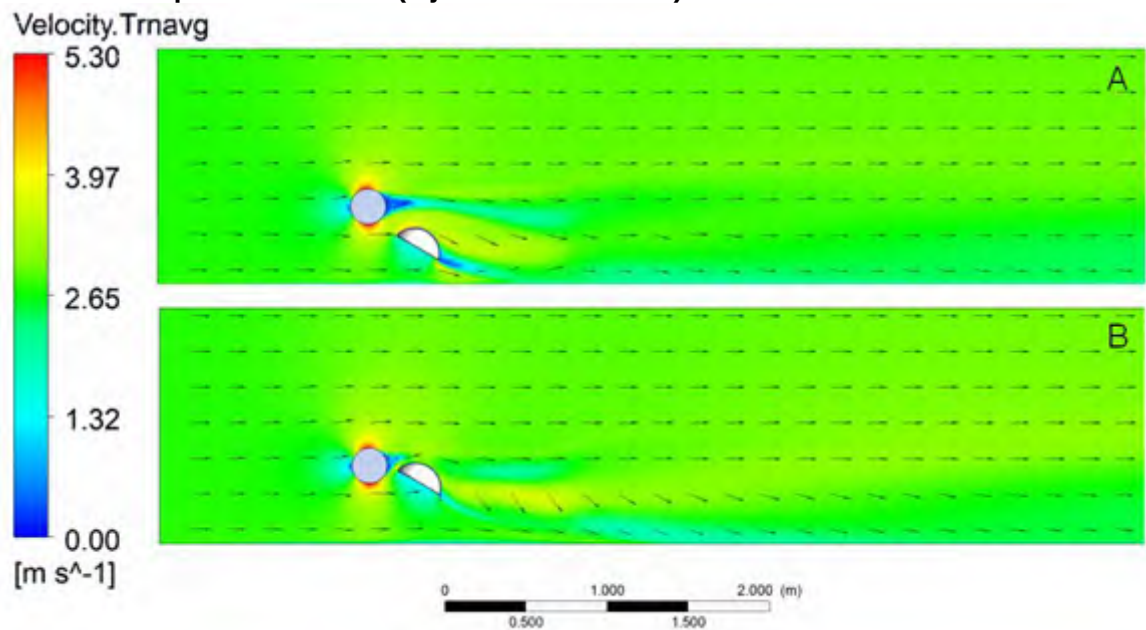
Alle aanvullende modelstudies zijn met vergelijkbare basis condities opgezet. De boom en de bolkop worden op een vaste plaatsgehouden en er wordt een stroming omheen geforceerd met de

snelheid van het schip.

Een deel van dit werk was uitgevoerd om de hypothese te testen dat er verschillen zitten in de manier waarop wervels vormen en afbreken achter het tuig. Hiervoor is een aanvullende parameter geplot, die het centrum van een vortex weergeeft (de Q invariant, zie appendix A).

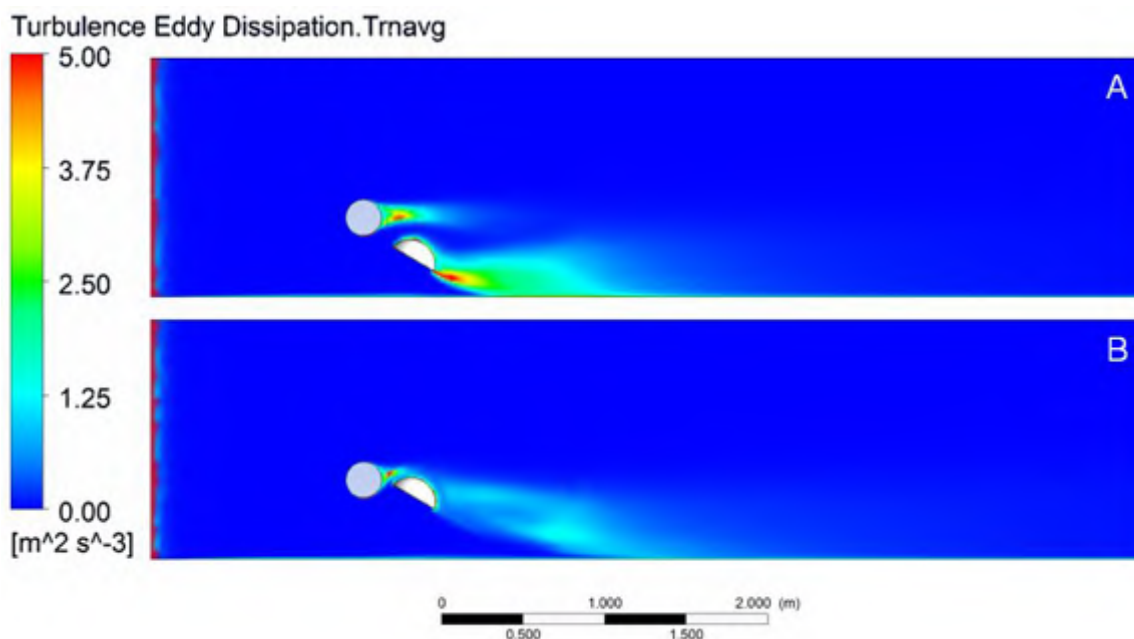
3 Resultaten

3.1 Positie balkop t.o.v. de boom (bij een hoek van 30°)



Figuur 3.1: Flow field (snelheden gemiddeld over 6 seconden) rond het tuig. A: basisconfiguratie, B: balkop hoger t.o.v. de boom.

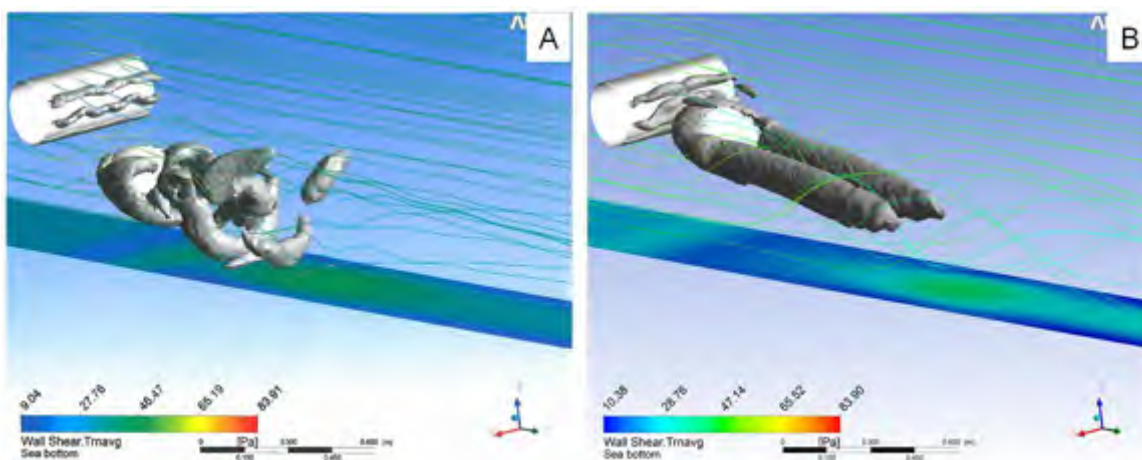
Wanneer de balkop hoger wordt geplaatst en daarmee het zog van de boom deels invangt, treedt onder de balkop minder remming van de stroming op (Figuur 3.1).



Figuur 3.2: Dissipatie van turbulente kinetische energie achter het tuig (gemiddeld over 6 s). A: basisconfiguratie, B: balkop hoger t.o.v. de boom

De turbulentie aan de bodem is ook beduidend hoger achter de basisconfiguratie (Figuur 3.2). Dit is slechts ten dele het gevolg van het feit dat de balkop in situatie B hoger boven de bodem staat.

Er zit een duidelijk verschil in de manier waarop wervels zich ontwikkelen achter het tuig, afhankelijk van de positie t.o.v. de boom. In de basisconfiguratie vormt er onder, achter de balkop een staande wervel, dwars op de stroomrichting. De stroming achter het tuig is chaotisch. Wanneer de balkop hoger is geplaatst ontstaat er achter de balkop een langgerekte gepaarde wervel met de as van de wervel parallel aan de stroming. Deze wervel laat niet los van de balkop en raakt niet aan de bodem Figuur 3.3.

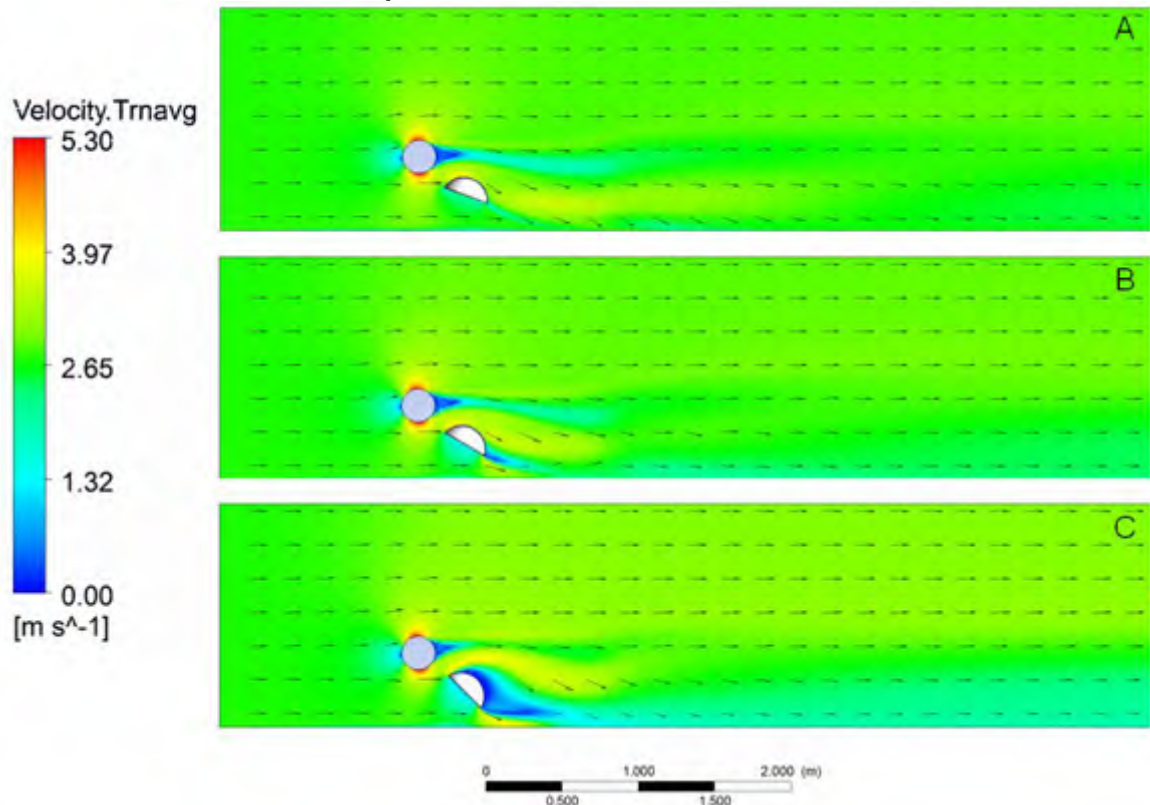


Figuur 3.3: Wervelstructuur achter de balkop met de balkop onder de boom (A) en de balkop hoger achter de boom (B)

De drukvariaties achter de balkop zijn kleiner wanneer de balkop relatief hoog achter de boom zit. Tevens moet opgemerkt worden dat een zijaanzicht door het midden van de balkop

in figuur B (als de balkop hoger zit) niet erg representatief is voor wat zich achter de balkop afspeelt.

3.2 Effect van hoek van de balkop.

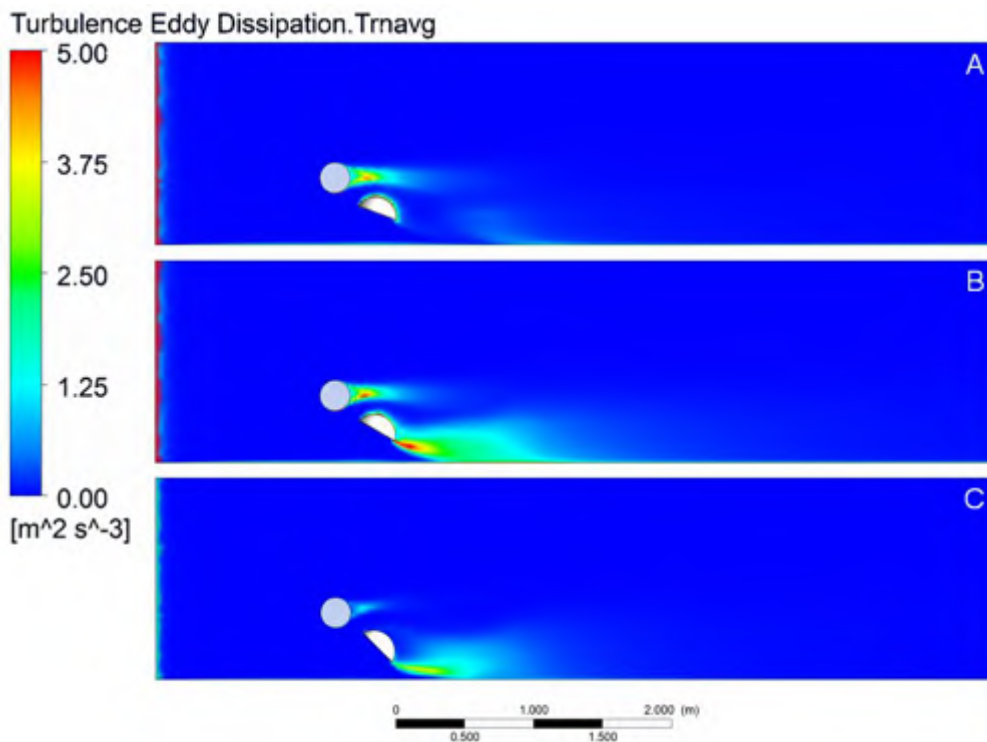


Figuur 3.4: Gemiddelde snelheden rond balkoppen met een hoek van 20° (A), 30° (B) en 45° (C)

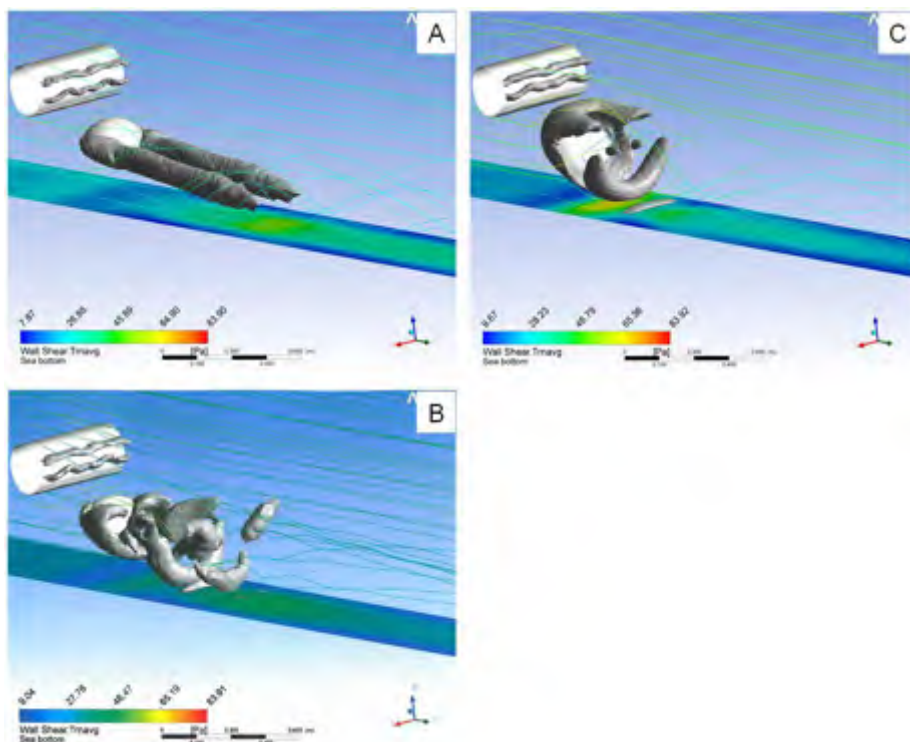
Figuur 3.4 geeft de gemiddelde snelheden (in de richting parallel aan de sleeprichting, gemiddeld over 6 s.) rond de balkoppen weer met de balkoppen onder verschillende hoeken. Alle snelheids- en turbulentieprofielen gaan uit van een sleepsnelheid van het tuig van 2.73 m s^{-1} , ofwel 5 knopen. Duidelijk is te zien dat achter, onder de balkop met een hoek van 20° er weinig vertraging optreedt. Bij 30° begint direct onder de balkop een gebied te ontstaan met lagere snelheden en bij de grootste hoek is er een grote vertraging achter de balkop, maar net onder de balkop aan de grond juist een versnelling.

De intermediaire hoek geeft de grootste dissipatie van turbulentie vlak bij de bodem (Figuur 3.5, energie dissipatie gemiddeld over 6s).

Wanneer we kijken naar de wervelstructuren (Figuur 3.6) achter het tuig dan zien we dat er achter de balkop met een hoek van 20° een langgerekt horizontaal wervelpaar ontstaat met tegengestelde draairichting. Het centrum van de wervels loopt parallel met de stroomrichting. Deze wervel komt niet aan de bodem en komt ook niet los van het tuig. Achter de balkoppen met een hoek van 45° is duidelijk een afbrekende wervel te zien dwars op de stroomrichting. Deze waarneming komt sterk overeen met de waarneming van de beweging van de zandkorrels bij de experimenten in de stroomgoot. De situatie achter de balkop met een hoek van 30° lijkt intermediair. Deze hoek lijkt een overgangssituatie tussen de twee eerder beschreven situaties.



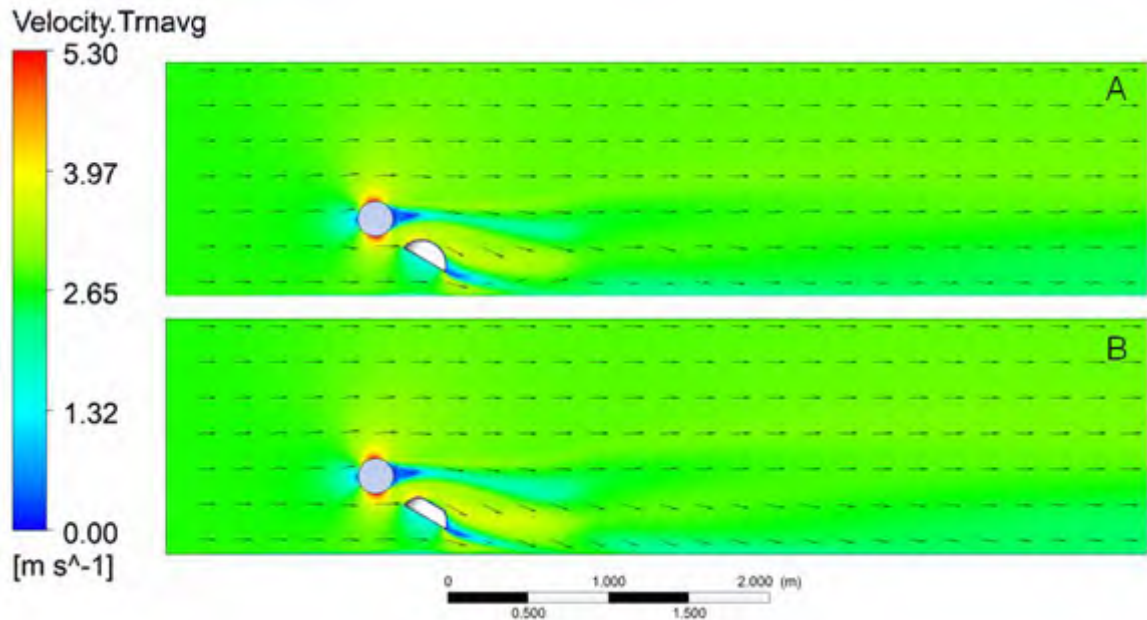
Figuur 3.5: Tijdgemiddelde dissipatie van TKE rond het tuig met balkop onder verschillende hoek. A: 20°, B: 30° en C: 45°.



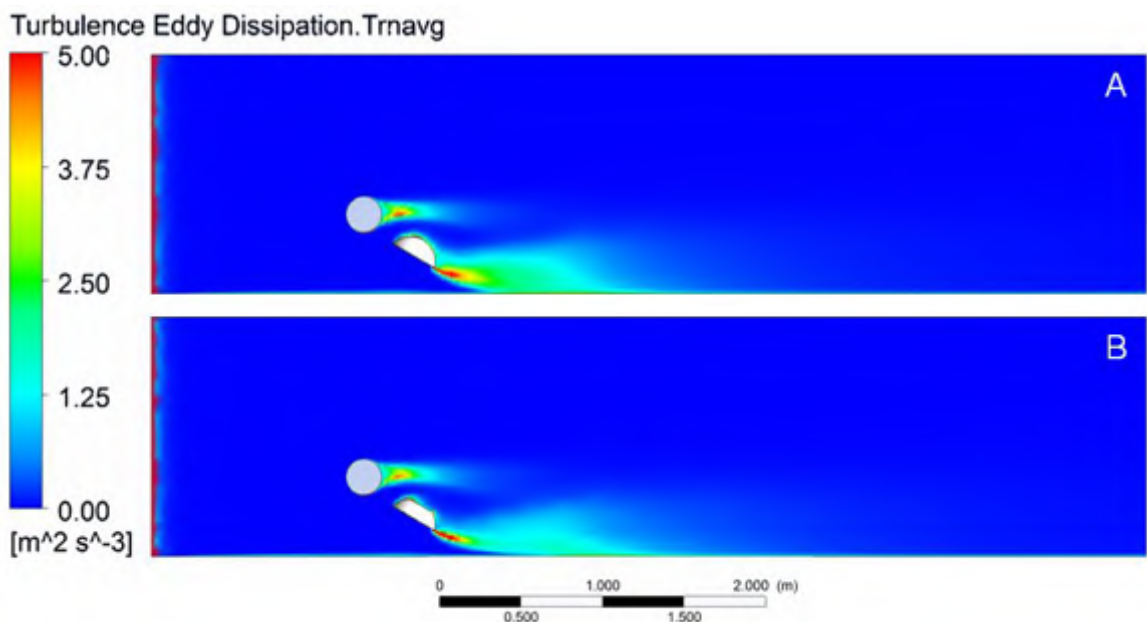
Figuur 3.6: Wervelvorming achter het tuig met balkop onder verschillende hoek. A: 20°, B: 30° en C: 45°. Grijze - oppervlakken representeren een iso-opervlak van de Q invariant groter dan nul, waarmee coherente structuren geïdentificeerd kunnen worden, zie bijlage.

3.3 Afgeplatte balkop

Er was weinig verschil te zien tussen het basisontwerp en de alternatieve balkop met de afgeplatte achterkant. Dit geldt zowel voor de stroming (Figuur 3.7) als voor dissipatie van turbulente kinetische energie (Figuur 3.8)

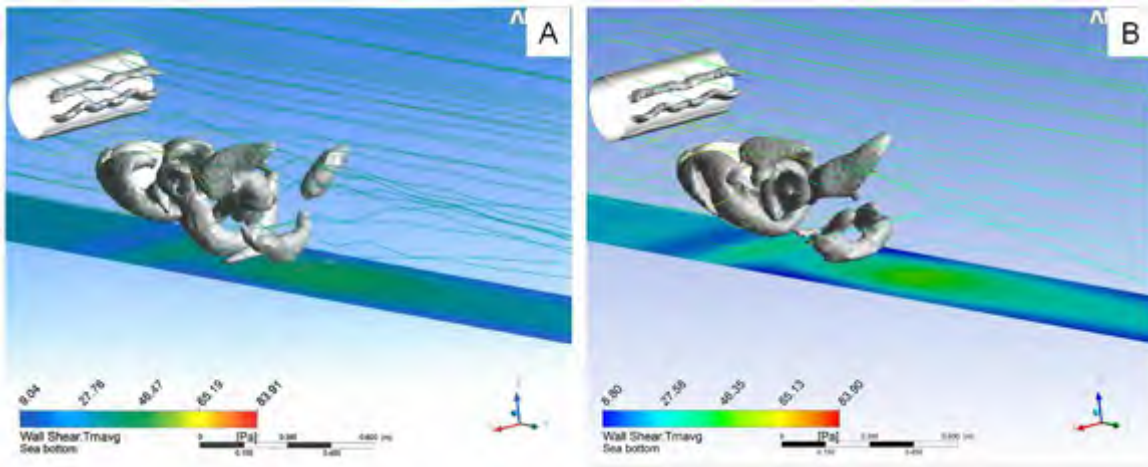


Figuur 3.7: stroming rond het basisontwerp en de afgeplatte balkop, beide onder een hoek van 30°



Figuur 3.8: Dissipatie van TKE rond het basisontwerp en de afgeplatte balkop, beide onder een hoek van 30°

Ook de wervelstructuur achter het tuig ziet er zeer vergelijkbaar uit (Figuur 3.9).



Figuur 3.9: Wervelstructuur achter het basisonwerp en de afgeplatte balkop. Grijs -oppervlakken representeren een iso-oppervlak van de Q invariant groter dan nul, waarmee coherente structuren geïdentificeerd kunnen worden, zie bijlage.

4 Discussie en conclusies

4.1 Positie balkop t.o.v. de boom

De boom veroorzaakt ook enige weerstand in het water (zie eerdere rapportages en figuur 4.2) en achter de boom ontstaat een standaard “Von Karman” wervelstraat, die verwacht mag worden achter een cilinder in de stroming. De weerstand van de boom op zich is niet voldoende om bv. vis-mimics in beweging te brengen. Wanneer de balkop relatief hoog, vlak achter de balkop wordt geplaatst vangt deze de wervels van de boom in. Dit heeft uiteindelijk een onderdrukkend effect op de turbulentie die door de balkop wordt geproduceerd. De gootproeven geven aan dat de afstand van het geheel (boom+balkop) tot de bodem ook belangrijk is. Hoe dichter het tuig bij de bodem, hoe meer effect het heeft op drukverschillen en op het in beweging brengen van objecten (bv. vis-mimics) in de stroming. Echter de positie van de boom t.o.v. de balkop is minstens zo belangrijk. Juist omdat het zog van de boom de vorming van afbrekende wervels onder het tuig onderdrukt, heeft dit effecten op de hydrodynamische krachten die op de bodem worden uitgeoefend. Een balkop in het zog van de boom is minder efficiënt in het genereren van verstoring aan de bodem.

4.2 Hoek van de balkoppen

De conclusie die was getrokken uit de beweging van de zandkorrels achter het tuig in de stroomgoot wordt ondersteund door de modellering. Ook bij een kleine hoek veroorzaakt de balkop turbulentie, maar de wervels breken niet af en komen niet aan de bodem. De grotere hoek veroorzaakt coherente wervels die afbreken en voor grotere instantane krachten op de bodem zorgen. Ook geeft dit aan de bodem meer snelheidsfluctuaties. Wel zijn de snelheden onder het tuig sterker gereduceerd. De modellering geeft aan dat het omslagpunt tussen deze twee toestanden ergens rond de 30° zit.

Het is belangrijk nogmaals aan te stippen dat de effectiviteit van het tuig in sterke mate bepaald wordt door het gedrag van de vissen en de manier waarop de vissen reageren op stimuli. Het is niet bekend wat voor vissen de belangrijkste stimulus is om uit de bodem te komen. Als dit drukverschillen zijn of snelheidsfluctuaties dan is een grotere hoek waarschijnlijk effectiever, als een hoge snelheid aan de bodem belangrijk is dan is het

waarschijnlijk beter een iets kleinere hoek te nemen. De numerieke modellering bevestigt echter de waarneming dat de hoek van de balkop een kritische factor is.

4.3 Vergelijking met veldgegevens, filmbeelden en gootproeven



Figuur 4.1: Ophanging van de balkoppen achter de boom met kettingen

Bij de eerste versies van het ontwerp met de balkoppen (waar met numerieke modellen aan gerekend is en waar praktijk testen mee uitgevoerd zijn) waren de balkoppen vlak achter, onder de boom geplaatst met een directe bevestiging aan de boom. Bij een latere versie is een constructie ontwikkeld waarbij de balkoppen met een kettingconstructie een eind verder achter de boom waren bevestigd (Figuur 4.1). De reden van deze wijziging was om het effect van de balkoppen aan de bodem verder naar achter, dicht bij de monding van het net te krijgen. Uit onderwaterbeelden bleek echter dat bij het tweede ontwerp de balkoppen enigszins gingen kiepen en platter kwamen te hangen

dan de originele 30°. Uit de modelresultaten komt naar voren dat dit de effecten van de balkoppen sterk beïnvloed. Ofschoon dus niet bekend is wat dit voor effect op gedrag van vissen heeft lijkt het toch duidelijk dat deze plattere hoek minder effectief is.

De ophanging met de kettingen heeft ook tot gevolg dat de balkoppen relatief iets hoger komen te hangen t.o.v. de boom, met het risico van invangen van het zog van de boom. Dit versterkt het effect van de plattere hoek, al is in de tweede constructie ook de horizontale afstand van de balkoppen tot de boom een stuk groter geworden. Op die grotere afstand is het effect van de boom op de stroming al voor een belangrijk deel uitgedoofd (Figuur 4.2).



Figuur 4.2: TKE dissipatie achter de boom (modelberekening van de boom zonder balkoppen)

De modelberekeningen zijn gedaan met een sleepsnelheid die in het veld meestal wordt aangehouden voor platvisvisserij (5 knopen, 2.73 m s^{-1}). Dit verschilt met de maximale snelheid waarmee in de goot is gewerkt (2 m s^{-1}). De turbulentie schaal met de snelheid in het kwadraat. De verwachting is dus dat de effecten bij hogere snelheid meer uitgesproken zullen zijn dan bij lage snelheden. Hoe lager de snelheid, hoe minder gemakkelijk wervels zullen 'afbreken' van de structuur die de wervels veroorzaakt. In de goot kon dit niet in de praktijk getest worden daar 2 m s^{-1} de maximale snelheid was waarbij veilig gewerkt kon worden.

4.4 Afgeplatte balkop

Het model met de afgeplatte achterkant liet vrijwel dezelfde stromingspatronen zien als de basisconfiguratie. Er valt dus hydrodynamisch gezien weinig voordeel te verwachten van een dergelijke constructie, maar ook geen nadeel. Dit geeft dus enige vrijheid voor de constructie van de balkoppen in dit opzicht. Als er verschil zit in bv. de productiekosten tussen de twee modellen, kan gekozen worden voor de goedkoopste, zonder negatief effect op de effectiviteit.

A Appendix: definitie coherente structuren en Q invariant

Coherente structuren of wervels worden kunnen op diverse manieren gedefinieerd worden. In deze studie hebben we gebruik gemaakt van de Q invariant methode. Dit is de tweede invariant van de snelheidsgradiënt tensor:

$$Q = \frac{1}{2} (\|\Omega\|^2 - \|S\|^2),$$

waarbij Ω de rotatie tensor is, S is de reksnelheidstensor en $\|\cdot\|$ representeert de Euclidische norm van een tensor. Op locaties waar de vorticeit of lokale rotatie groot is ten opzichte van de vervorming van de vloeistof elementen (strain) heeft Q een positieve waarde. De waarde van Q bepaalt het lokale karakter van de stromingsvergelijking (elliptisch, hyperbool). Door de verdeling van de Q invariant in de ruimte te bestuderen kan het hart van een wervelstructuur gelokaliseerd worden.