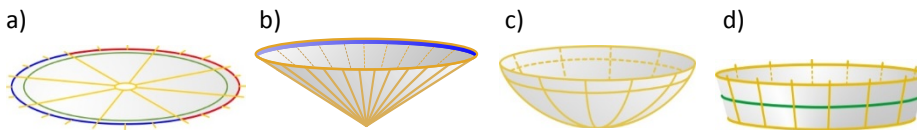


Modellforsøk med dukbasert avlusning

Volum

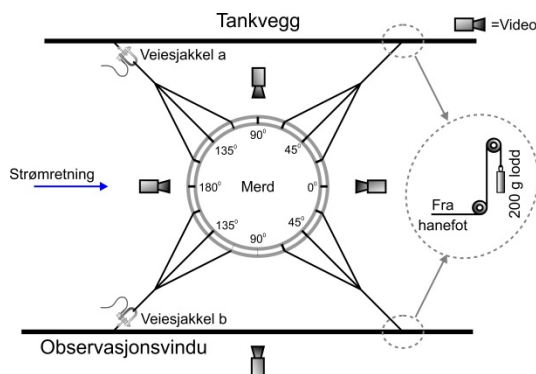
For å utvikle kunnskap om hvordan en ved design av duk og utsettstrategier kan etterstrebe et mer forutsigbart volum, ble det i juni 2014 gjennomført et industrirettet FoU-arbeid, ledet av SINTEF Fiskeri og havbruk og finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. Hovedaktiviteten i dette arbeidet var modellforsøk med forskjellige typer modellavlusingsduk i SINTEF Fiskeri og havbruks flumetank i Hirtshals, Danmark (Volent et al., 2015).

Fire forskjellige duktyper, flat-, kjegle- (Kinahatt), kuleskalk- og avkortet kjegleduk (muffin) ble undersøkt ved forskjellige utsettsbetingelser og strømhastigheter i modellskala (figur 1). Dukene ble skalert med Froudes modellov i en skala på 1:17.



Figur 1. Ulike design for duker brukt til badebehandling, testet i SINTEF Fiskeri og havbruk sin Flumetank; a) flat-, b) kjegle- ("Kinahatt"), c) kuleskalkduk og d) avkortet kjegle- ("muffin").

"Fasitsvaret" for volum i duken ble bestemt ved å pumpe vannet ut av duken gjennom en vannmåler etter setting. Volumet ble også beregnet matematisk ved hjelp av billedbehandling av videoene fra 4 videokameraer (figur 2).



Figur 2. Merdoppsett. Veiesjakkler oppstrøms og forspenning av merden nedstrøms.

Duken ble forsynt med lett gjenkjennelige merker (figur 3). Disse merkene ble plassert i et homogent distribuert system for at man med en videobasert lokasjonsalgoritme kunne bestemme punktenes posisjon i 3D.



Figur 3. Muffinduken med merking. Merkingen er forskjellig for hvert punkt. Merkesystemet bestod av 25 – 33 merker, avhengig av duktype.

Hver duk ble merket med 25 distinkte merker (den flate duken hadde 33 merker). Disse merkene ble plassert på duken langs 8 linjer fra sentrum av duken på 3 forskjellige konsentriske sirkler (4 for den flate duken) og en i sentrum av duken (figur



Prosjektorganisasjon

Prosjektleder:

Seniorforsker Zsolt Volent
(SINTEF Fiskeri og havbruk)

Styret for prosjektet:

Kjell Maroni
(FHF)

Roy Strøm
(Aqua Pharma)

Marius Olsen
(Bjørøya Fiskeoppdrett)

Harriet Romstad
(Aqua Kompetanse)

Frank Øren
(Marine Harvest)

Carl-Erik Arnesen
(Firda Seafood)
Zsolt Volent
(SINTEF Fiskeri og havbruk)

Prosjektmedarbeidere:

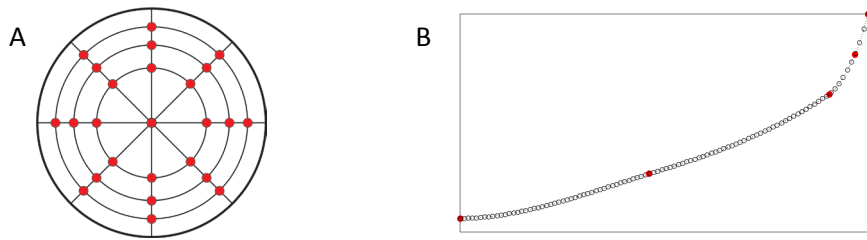
Jens Birkevold
Annette Stahl
Pål Lader

Leif Magne Sunde
(SINTEF Fiskeri og havbruk)

Kvalitetssikrer:

Andreas Myskja Lien
(SINTEF Fiskeri og havbruk)

4, A). 3D lokasjonen for hvert merke ble funnet ved at man kjente til avstanden mellom punktene langs duken og dybden funnet ved billedbehandling. Volumet ble beregnet da ved hjelp av en glattingsmetode (spline) av kurven mellom de kjente merkene i sentrum og ut til kanten av duken (figur 4, B)



Figur 4. A) posisjonene til merkene på duken som ble benyttet for billedanalysen. B) De røde merkene er posisjonene til punktene på dukene funnet med billedbehandling. De andre punktene er de interpolerte punktene.

Volumet innenfor duken ble delt inn i 8 deler mellom de 8 glattede kurvene. Volumet av hver seksjon mellom linjene, ble da beregnet som 1/8 av et omdreiningslegeme. Integrasjonen er gjennomført numerisk ved å bruke sylinderskall integrasjonsmetoden og ved å benytte de beregnede punktene fra glattingen av kurven (Kincaid and Cheney, 200). Volumet kan da uttrykkes ved:

$$V = \Delta r \Delta \theta \sum_{i=1}^N d_i r_i$$

Der: Δr er steglengden i radiell retning (fra sentrum til kanten), $\Delta \theta$ er vinkelsteglengde (som her er delt inn i 8 deler og lik $\pi/4$), r_i er posisjon radielt i punktet i , d_i er dybden i posisjon r_i og N er antall punkter fra sentrum til kanten av duken (her: $N = 100$).

Dette skaper et relativt sett glatt volum, men vil gi noe diskontinuitet mellom kontaktflatene til de 8 delene, spesielt der det er stor forskjell mellom kurvaturen til dukens forskjellige sider.

Volumberegningene for ulike settinger med og uten reduksjon viste seg å gi omtrent tilsvarende nøyaktighet i resultatene. Det ville vært naturlig å anta at beregningsmetoden fungerer like godt både med og uten reduksjon. Mye av grunnen til dette er nok at setting av duk med dårlig fyllingsgrad har et volum som er høyere enn den teoretiske fyllingsgraden etter reduksjon. Derfor var det nødvendig å slippe ut vann under reduksjon. Det var vanskelig, om ikke umulig, å bedømme når duken var 100 % full, slik at man sannsynligvis slapp ut for mye vann under reduksjonen. Dette er en menneskelig faktor som er personavhengig og umulig å ta høyde for.

For at den matematiske metoden skal fungere 100 % tilfredsstillende, er det nødvendig at duken er stram slik at man unngår folder og andre irregulariteter i overflaten. Dette er ikke alltid tilfelle, spesielt ved svak strøm, da det er vanskelig å sette duken perfekt.

Sammenligner man målt volum ved pumping med det matematisk beregnede volumet, viser resultatene stor forskjell. Dette skyldes at det var vanskelig å bestemme vannoverflaten med billedbehandling slik at dypet av punktene ble underestimert. Metoden er likevel lovende da resultatet for de matematisk beregnede volumene, for samme type duk mellom forskjellige forsøk, viste liten forskjell.

Den mest robuste duken med hensyn til setting i modellskala var muffinduken. Duken ga minst variasjon i fyllingsgrad i forhold til strøm og var lettest å montere.

Referanser

Kincaid, D., and Cheney, W., "Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing", 3rd edition, American Mathematical Society, 2002

Volent, Z., Birkevold, J., Stahl, A., Lien, A. M., og Sunde, L. M., (2015), *Sluttrapport: Modellforsøk med dukbasert avlusing - Beskrivelse av gjennomføringen og resultater fra modellforsøk i Hirtshals, juni 2014 for FHF*. Rapport nr.: SINTEF A26728, ISBN: 978-82-14-05870-3.