

Fosenseminaret 2014

# Modellforsøk med ulike dukutforminger

**Jens Birkevold\***

Zsolt Volent\*

Annette Stahl\*

Andreas Myskja Lien\*

Leif Magne Sunde\*

Roy Strøm (Aqua Pharma AS)

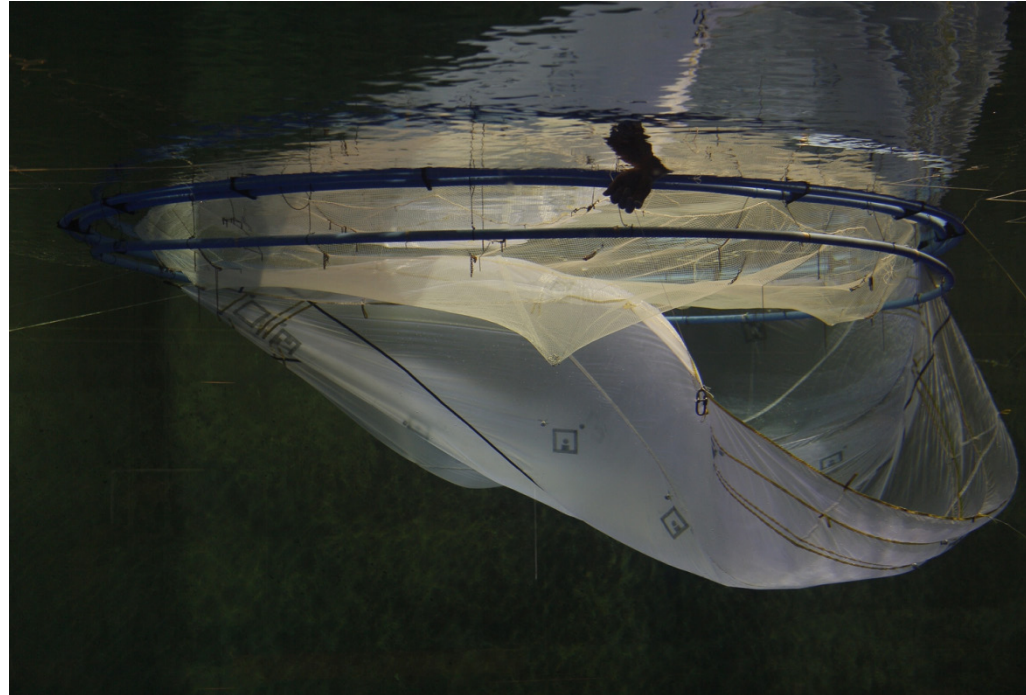
Knut Botngård (Botngaard AS)

Harriet Romstad (Aqua Kompetanse AS)

Marius Olsen (Bjørøya Fiskeoppdrett AS)

Frank Øren (Marine Harvest Norway AS)

\*SINTEF Fiskeri og havbruk AS



# Min bakgrunn

Siv. Ing. Fysikk og matematikk, NTNU (2012)

- Fordypning Industriell matematikk

Master of Science ved SINTEF Fiskeri og havbruk AS

- Avdeling for Havbruksteknologi
- Gruppe Drift og operasjon

Arbeider med:

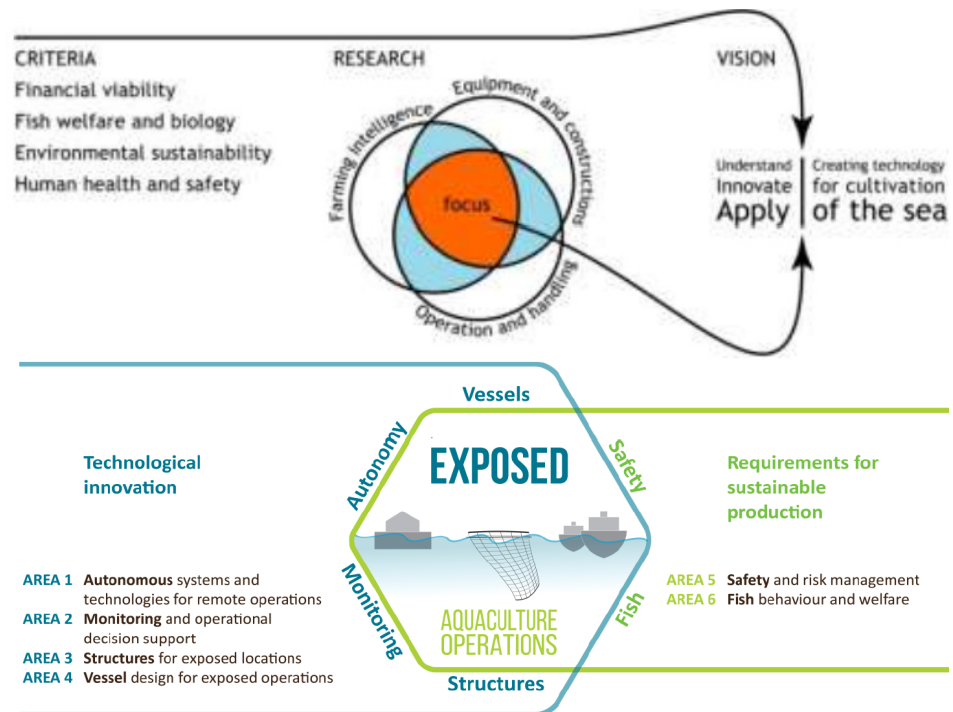
- Analyse av forsøksdata
- Matematisk modellering av prosesser knyttet til havbruk

Kontakt: [jens.birkevold@sintef.no](mailto:jens.birkevold@sintef.no)

# SINTEF Fiskeri og havbruk AS – Avdeling for havbruksteknologi

Ca 25 ansatte

- Havbrukskonstruksjoner
- Drift og operasjon
- Havbruks IKT
  
- Vertsskap for CREATE, Senter for forskningsdrevet innovasjon
- Vertsskap for EXPOSED Aquaculture operation, Senter for forskningsdrevet innovasjon
  
- Partner i AMOS, Centre of Excellence: Centre for Autonomous Marine Operations and Systems (NTNU)
- Medlem i NCE Aquaculture
- Medlem i akvARENA



# Agenda

## Innhold

- Litt om prosjektet
- Oppsett
- Resultater
- Oppsummering

## Spørsmål vi vil ha svar på:

- Hvilket design på duken er best?
- Hvilken settemetode er best?
- Greier vi å oppnå 100 % fyllingsgrad? Og kan vi beregne volumet?
- Hva skjer ved høy strøm?

# Modellforsøk

Modellforsøk ble gjennomført i 2 forskjellige prosjekter med til sammen ~ 180 settinger av avlusningsduk.

1. Dukbasert avlusningskonsept (2011 – 2014)

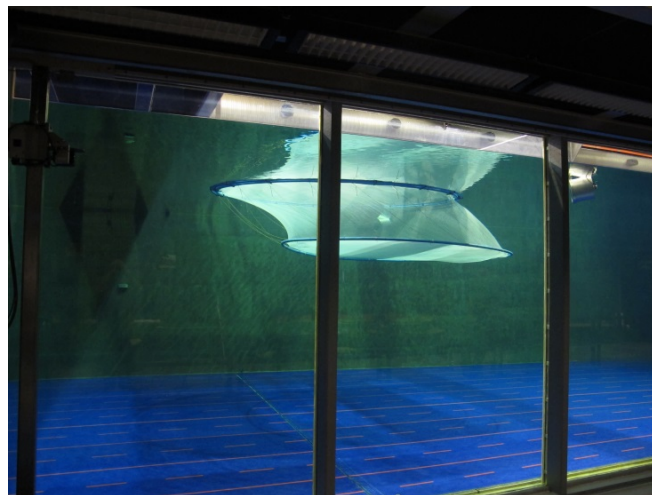
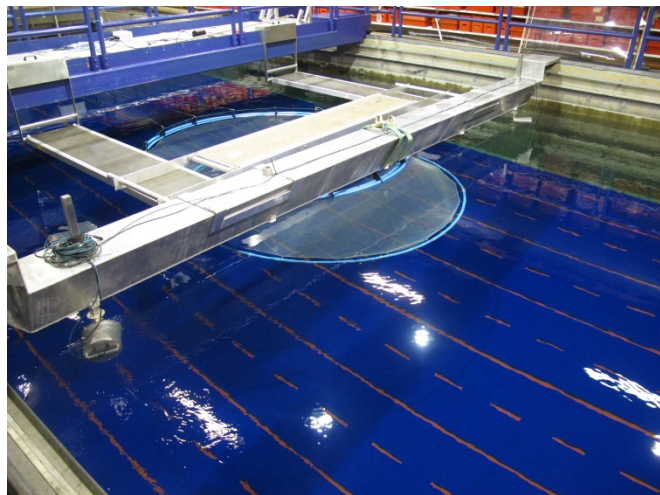
Utvikle teknologi og prosedyrer for effektiv og sikker helduksavlusing i stor merd. Prosjektet ble finansiert av Botngaard AS og Innovasjon Norge.

2. Modellforsøk med dukbasert avlusing (05. – 12. 2014)

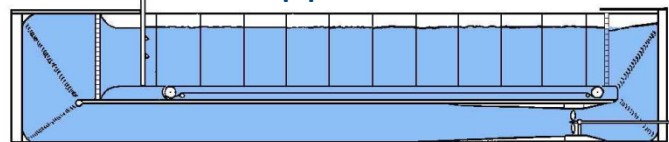
Kartlegge og demonstrere hvordan 4 forskjellige dukfasonger oppfører seg under utsett og om det er mulig å fylle dukene 100 %. Prosjektet er finansiert av FHF.

# Material og metoder

- Forsøkene ble gjennomført i flumetanken i Hirtshals



Prinsippskisse

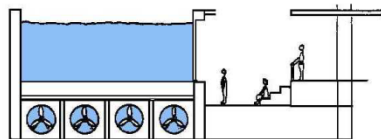


Målområde (L x B x D):

21,3 x 8,0 x 2,7 m.

Vannvolum: 1200 m<sup>3</sup>.

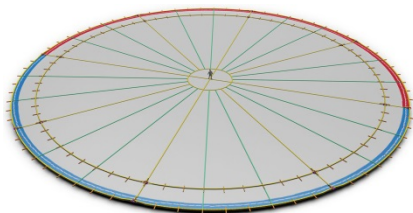
Vindu: 2x3 m



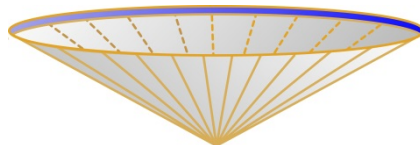


# Material og metoder

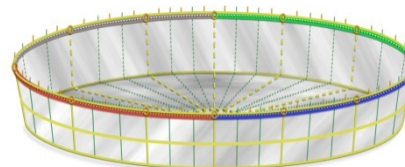
- Modeller: 4 forskjellige duktyper med reduksjonsbånd.



Flat duk



Kjegle  
(Kinahattduk)



Avkortet kjegle  
(Muffin)



Kuleduk

Fysiske mål på dukene. Teoretiske beregnet volum.

Fullskala	Duktype		Hele duken		Redusert
			Diameter (m)	Volum (m <sup>3</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> )
Forsøk 1	Flat	med bunnring	67	22 105	-
		uten bunnring	61	16 346	-
Forsøk 2	Flat		61	16 346	9 403
	Kinahatt		54	11 477	8 445
	Muffin (satt utvendig)		55	19 406	12 783
	Kule		55	16 586	10 019

Detaljert informasjon om modellforsøk 2, finnes på FHF sine sider:

<http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=901011>

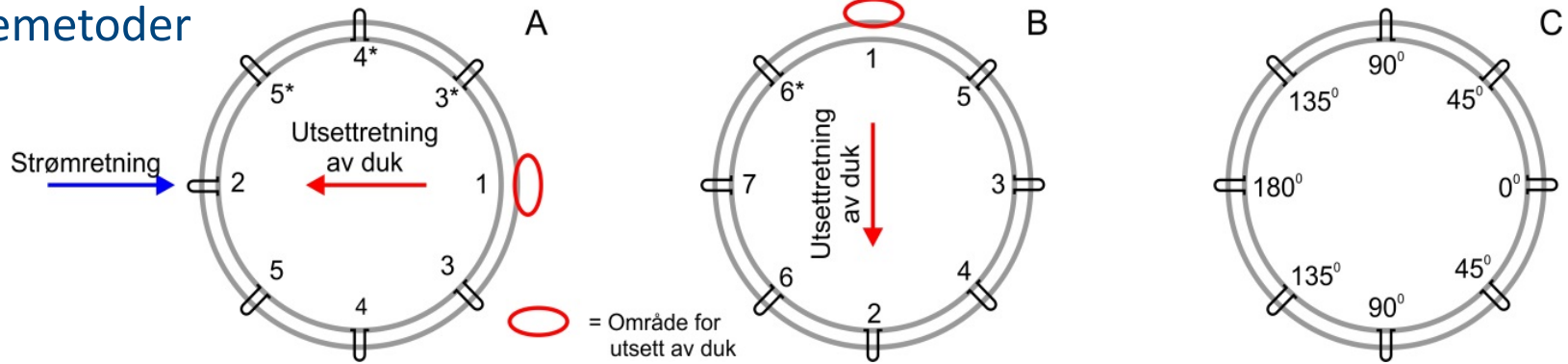
# Froude skalering - Skaleringsfaktorer

Parameter	Symbol	Måleenhet	Skaleringsfaktor (s)	Med s = 17
Lengde	S	m	s	17
Areal	A	m <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>	289
Volum	V	m <sup>3</sup>	s <sup>3</sup>	4913
Masse	m	kg	s <sup>3</sup>	4913
Kraft	F	N	s <sup>3</sup>	4913
Tid	t	s	$\sqrt{s}$	~ 4
Hastighet	v	m/s	$\sqrt{s}$	~ 4
Akselerasjon	a	m/s <sup>2</sup>	s <sup>0</sup>	1



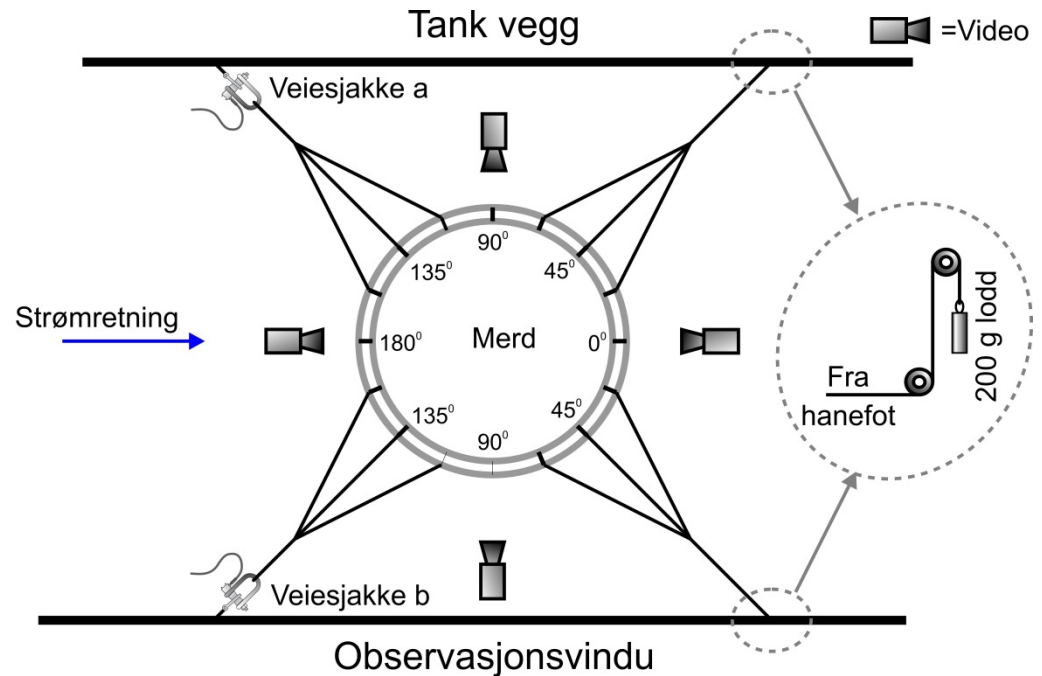
# Material og metoder

- Settemetoder

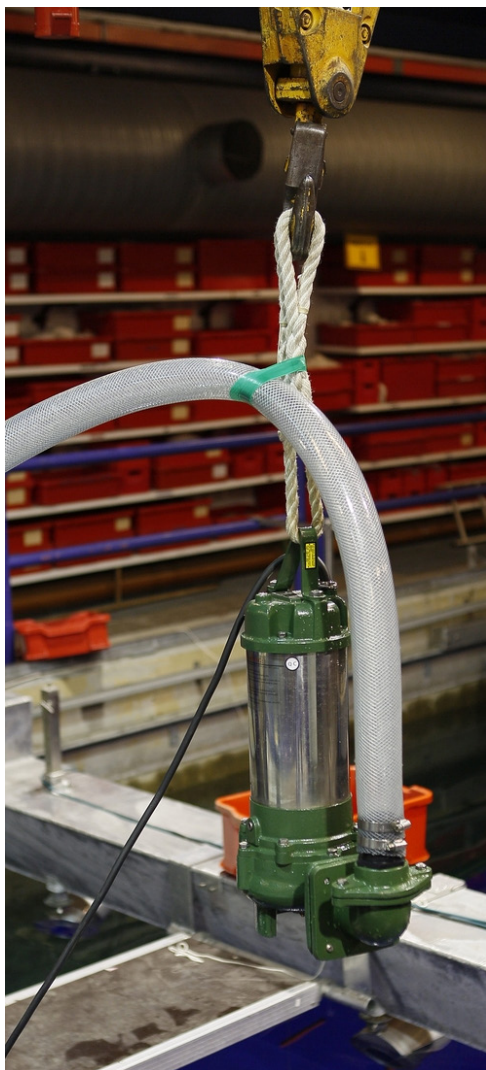


- Målinger av krefter

Oppsett av merd med veiesjaker oppstrøms og forspenning nedstrøms.



# Material og metoder



- Volumet i duken ble målt ved å pumpe ut vannet gjennom en vannmåler.



# Resultater

## Målinger av krefter

Resultatene i tonn	Utsett mulig				Ekstremstrøm (etter utsett)				
Strøm (cm/s)	21	24	33	41	54	62	71	74	83
Duktype									
Fullskala merd med not*		3,7							
<i>Modellforsøk 1**</i>									
Flat duk med bunnring			2,8	3,2					
Flat duk uten bunnring			1,1						
<i>Modellforsøk 2</i>									
Flat	1,1			1,3	1,8	2,7		4,6	
Kinahatt	1,2			1,7	2,3	3,3	6,4	8,8	10,9
Kule	0,9			1,4	Ikke undersøkt				
Muffin **	1,2			1,5		2,7			

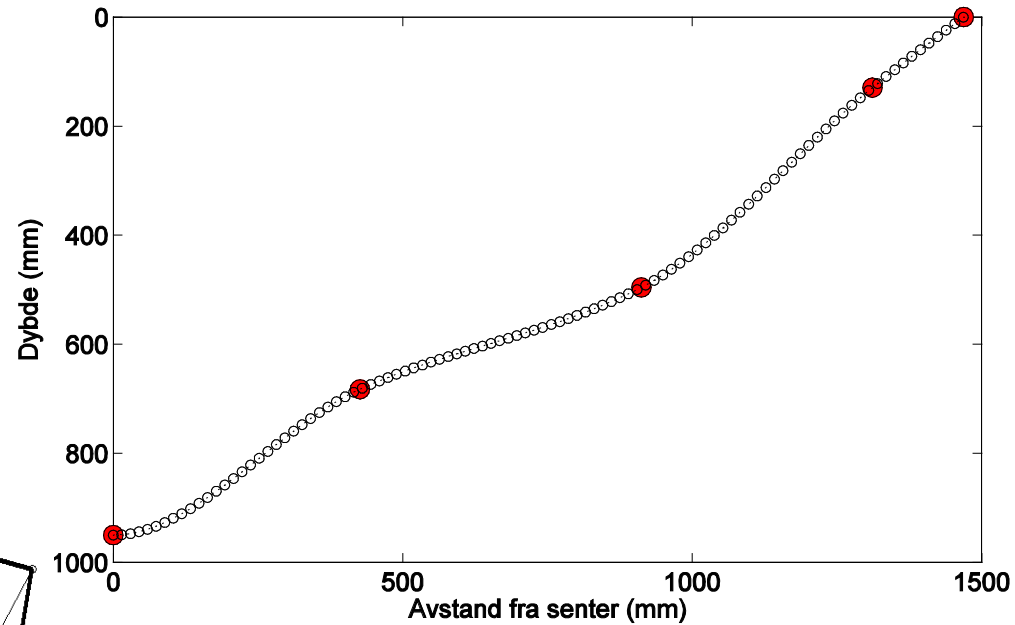
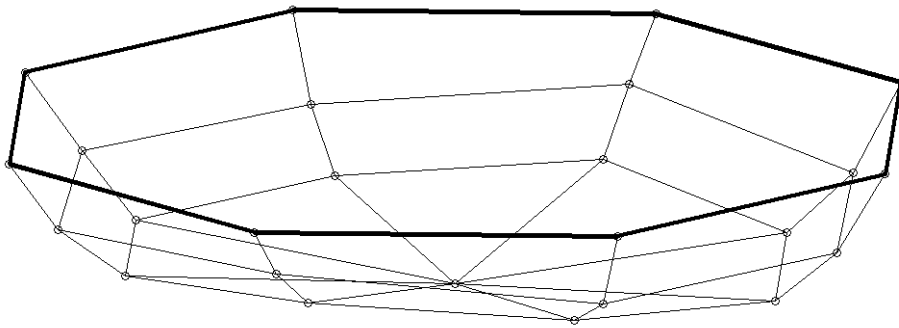
\* Kreftene på fullskala merd med not ble målt på en 157 metring med bunnringen på 10 m dyp.

\*\* Forsøkene ble satt på utsiden av merden utenfor bunnringen.

# Resultater

## Volumberegninger (*pågående arbeid*)

- Bildeanalyse av videoene fra forsøkene
- Matematisk modell for å estimere volumet
- Lovende resultater

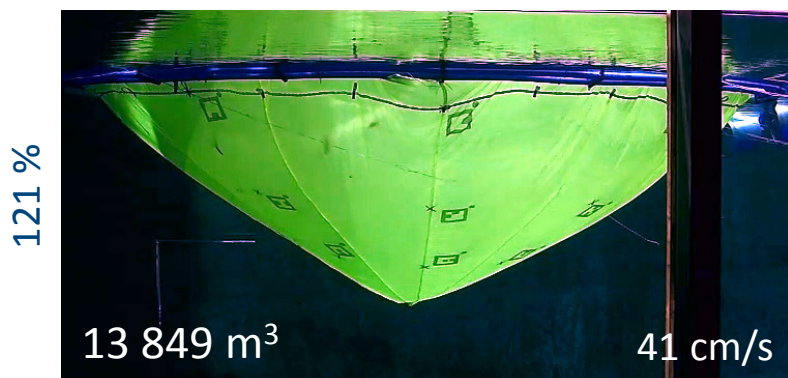


# Resultater

## Strøm generelt

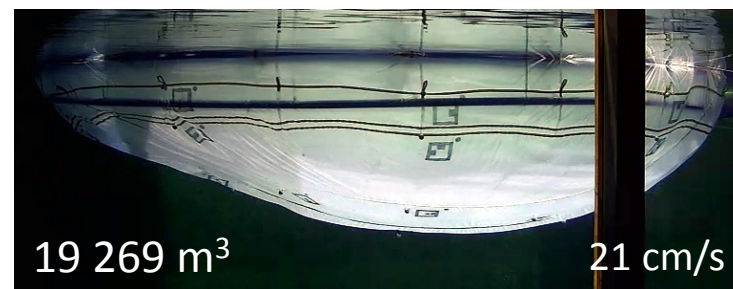
Fyllingsgraden for en avlusingsduk er avhengig av strømhastigheten og settemetode. Lite strøm kan gi dårlig fyllingsgrad, mens sterk strøm kan medføre havari, eller at setting av duken ikke er mulig.

Kinahatt (teoretisk volum = 11 477 m<sup>3</sup>)

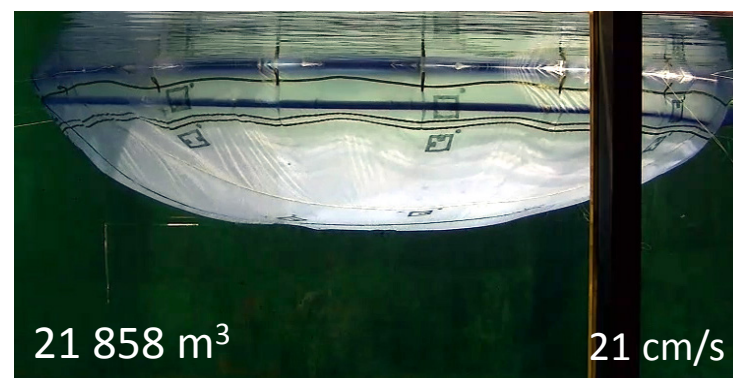


Muffin (teoretisk volum = 19 681m<sup>3</sup>)

Minst volum



Mest volum





# Grensetilfeller

Lite strøm: Vanskelig å få fylt dukene 100 % ved strømhastigheter  $< \sim 10$  cm/s.

Mye strøm:



41 cm/s

Alle dukene dro merden ned i bakkant under setting.

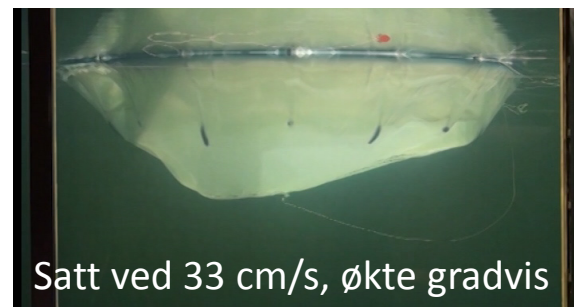
Ekstremstrøm ( $> 41$  cm/s):



52 cm/s

Ikke mulig å sette duken uten havari.

Duk satt ved  $< 41$  cm /s) - økte så strømmen :



Satt ved 33 cm/s, økte gradvis

Alle dukene ble dratt under ved ca. 62 cm/s, bortsett fra redusert muffinduk, som ble dratt under først ved ca. 83 cm/s.

Å måle strøm i sanntid under en avlusingsoperasjon er essensielt for å kunne ha muligheter for å gjennomføre en vellykket avlusingsoperasjon.

# Oppsummering

- Muffinduken ga tilsynelatende det beste resultatet ved lave strømhastigheter med hensyn til fyllingsgrad.
- Muffinduken så ut til å være mer robust i forhold til utsetningsforhold og metode. Duken var mindre påvirket av forhold som settehastighet og strøm.
- Den vanskeligste duken å sette var Kinahattduken. Den ga det dårligste resultatet med hensyn til fyllingsgrad, sett i forhold til strømhastighet.
- Beste lukkemetode med hensyn på fyllingsgrad:  
Alle bevegelser av duken (drag i tauene) må foregå glatt uten rykk, og ikke for fort. Starte med å dra duken over til motsatt side av utsettpunktet til man ser duken. Fest duken på nedstrømssiden først (0°) og lukk duken med tauene i 45° posisjonene. Sy i mellom 0° og 45°. Lukk så 90° og sy i mellom 45° og 90°, osv. frem til oppstrømssiden og lukk til slutt 180°, og sy i mellom 135° og 180°.



# Råd

- Å kjenne til strømmen i sanntid under en avlusingsoperasjon, er essensielt for å kunne gjennomføre en vellykket avlusingsoperasjon med kjent volum.
- Det frarådes å sette duken ved strømhastigheter over 35 cm/s.