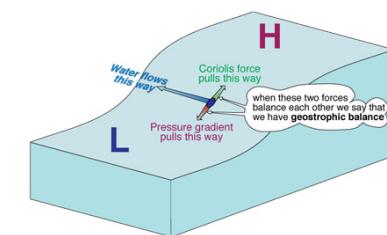
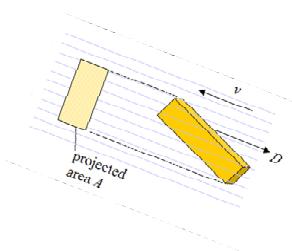
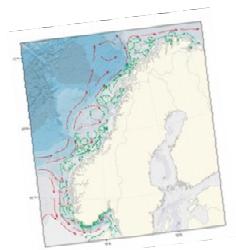
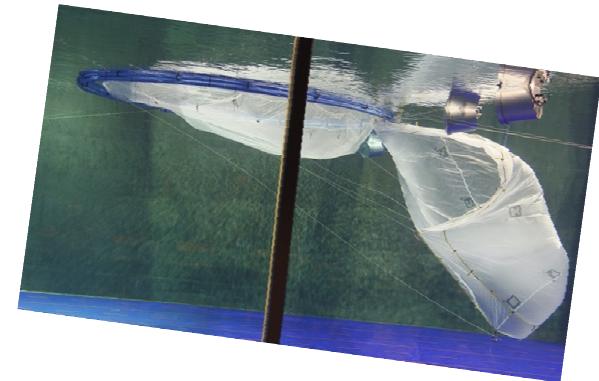
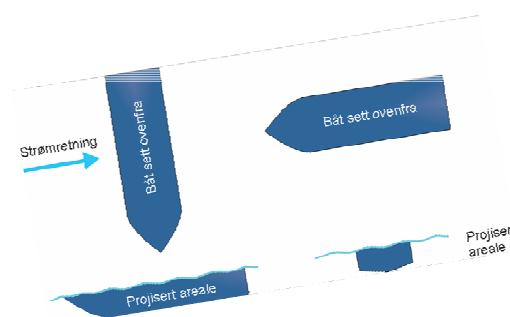
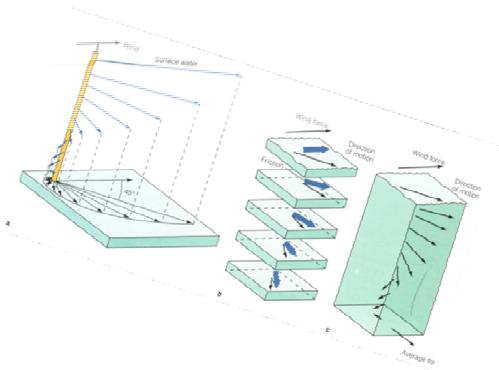


# Målinger av strøm, salinitet og oksygen – hvorfor, hvordan og hva kan det bety for i det daglige drift?

## Strøm under operasjoner og i daglig drift



Zsolt Volent

# Strøm under operasjoner og i daglig drift

Strøm generelt

Foring

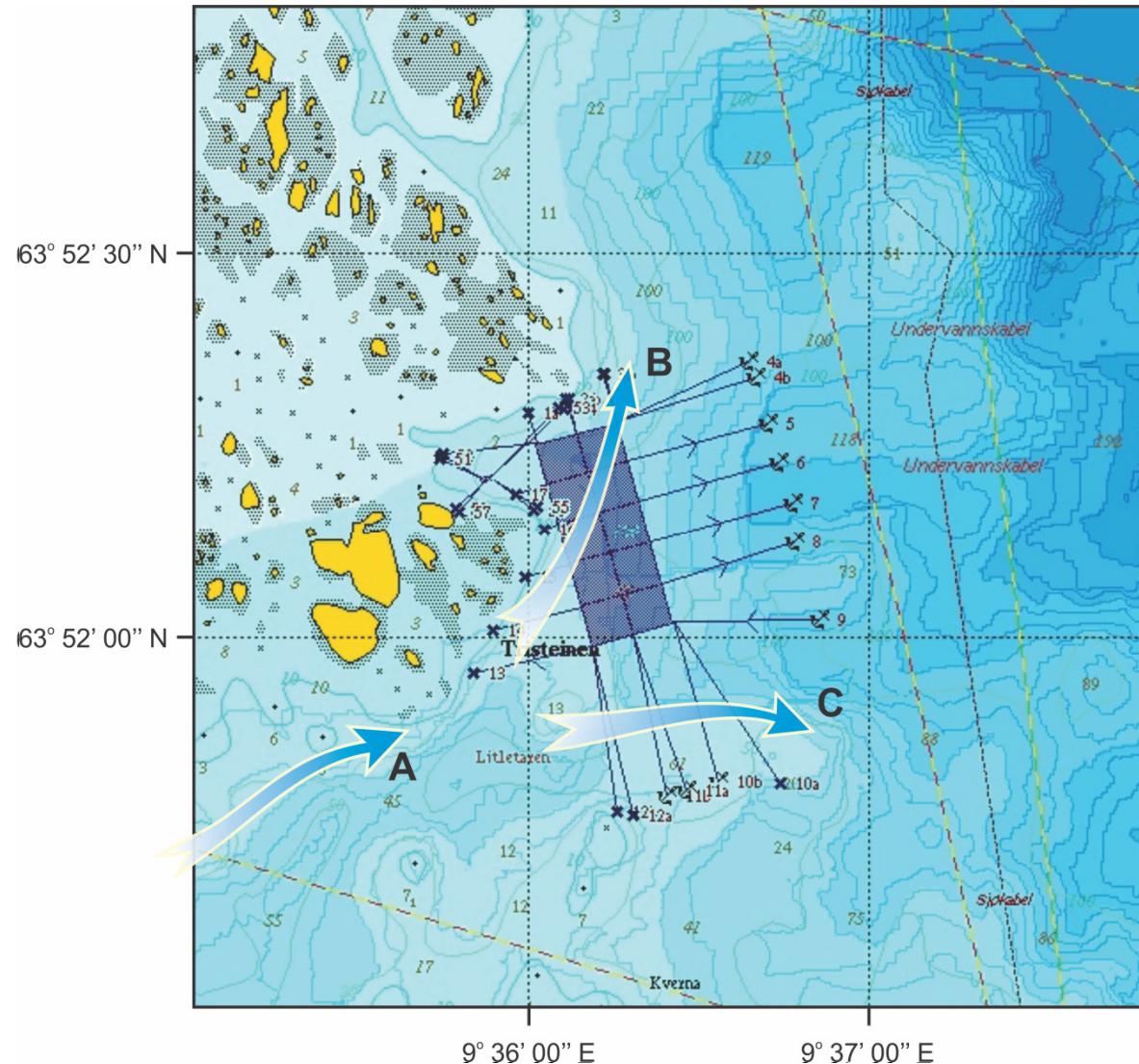
Brønnbåt/fôrbåt

Not

Avlusingsopperasjoner

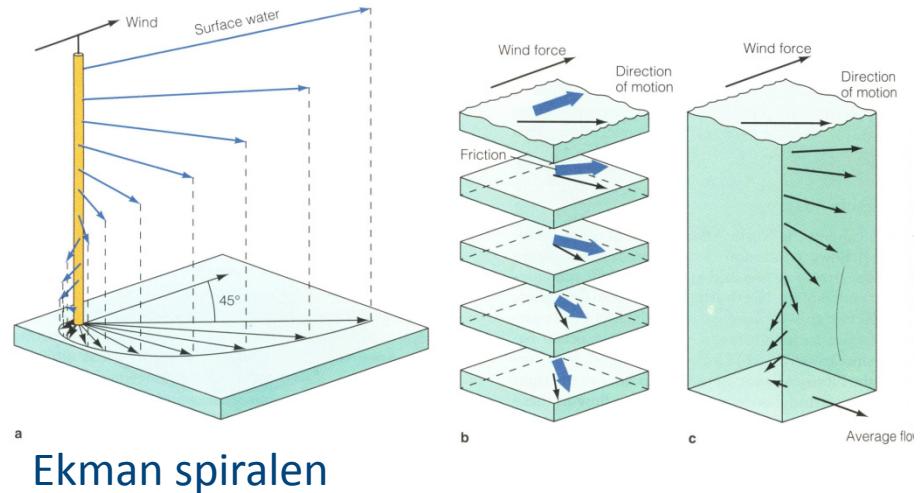
# Strøm generelt

- Vann kan ikke presses sammen som luft
- Strømmen følger derfor i hovedsak topografiens



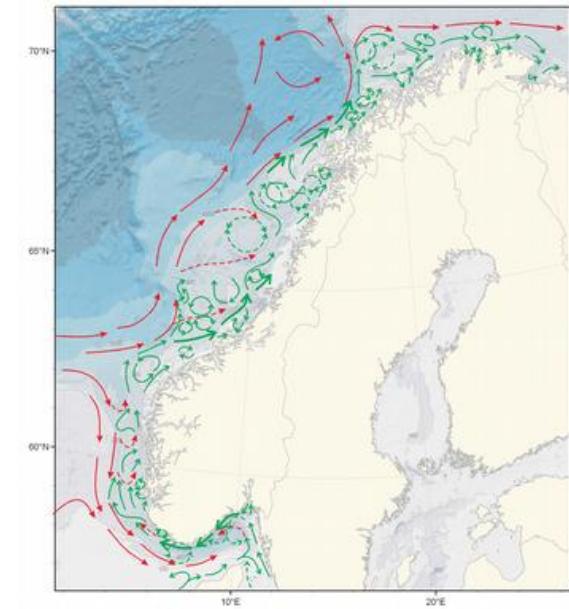
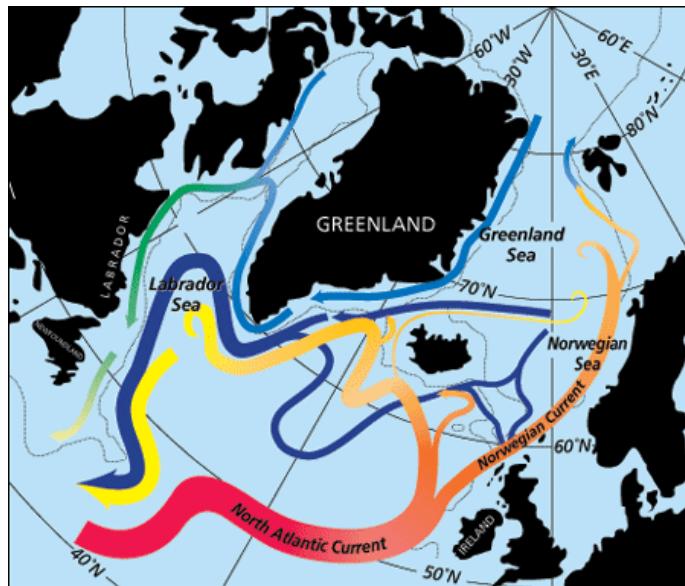
# Strøm generelt

- Ekmans strøm
- Coriolis kraften

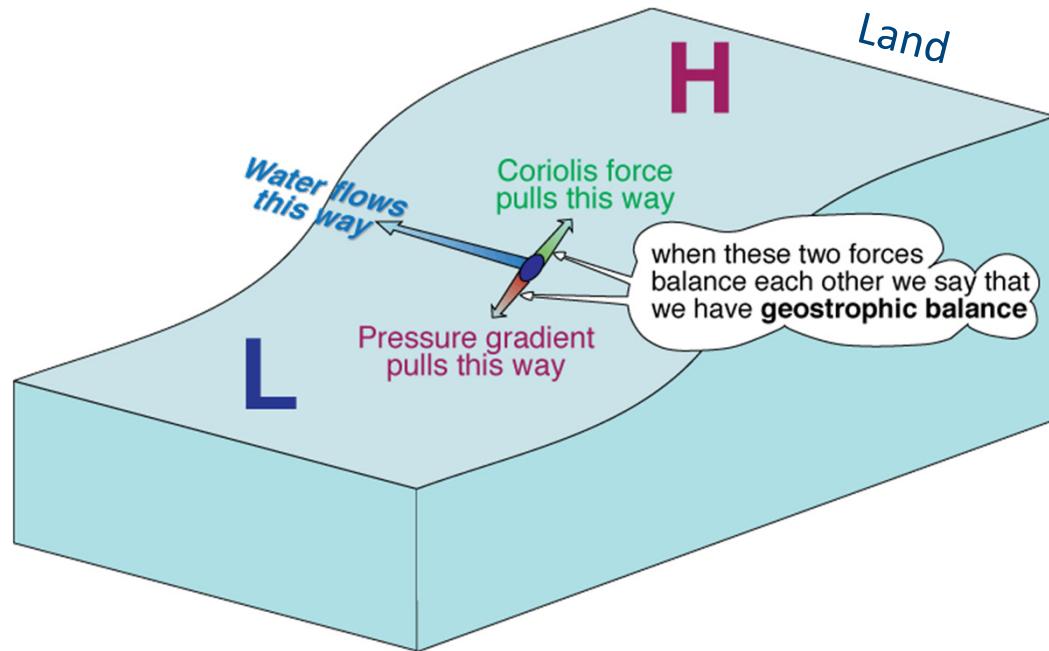


Ekman spiralen

Coriolis kraften – hva gjør den?

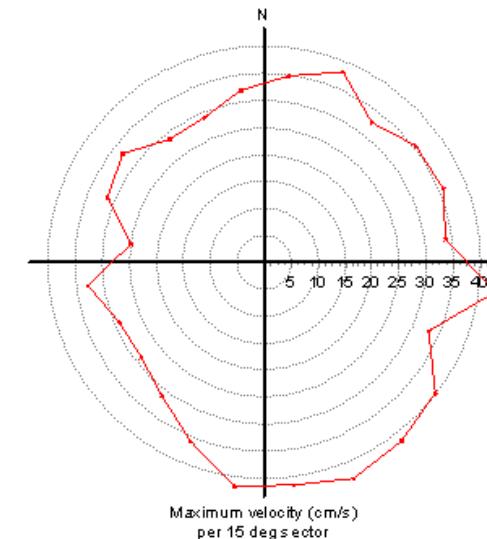


# Strøm generelt



- Geostrofisk strøm (trykkgreven)

- Tidevannsstrøm

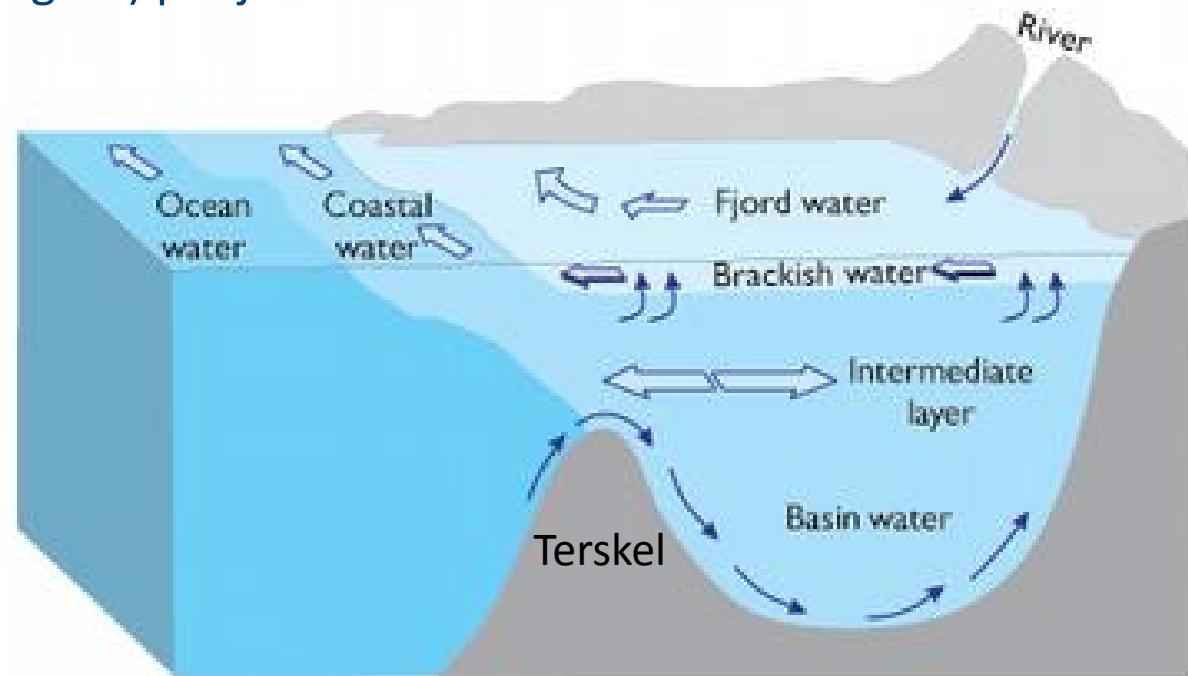


# Strøm i fjorder

Strømmen i en fjord kan være svert komplisert.

Strømbildet er avhengig av:

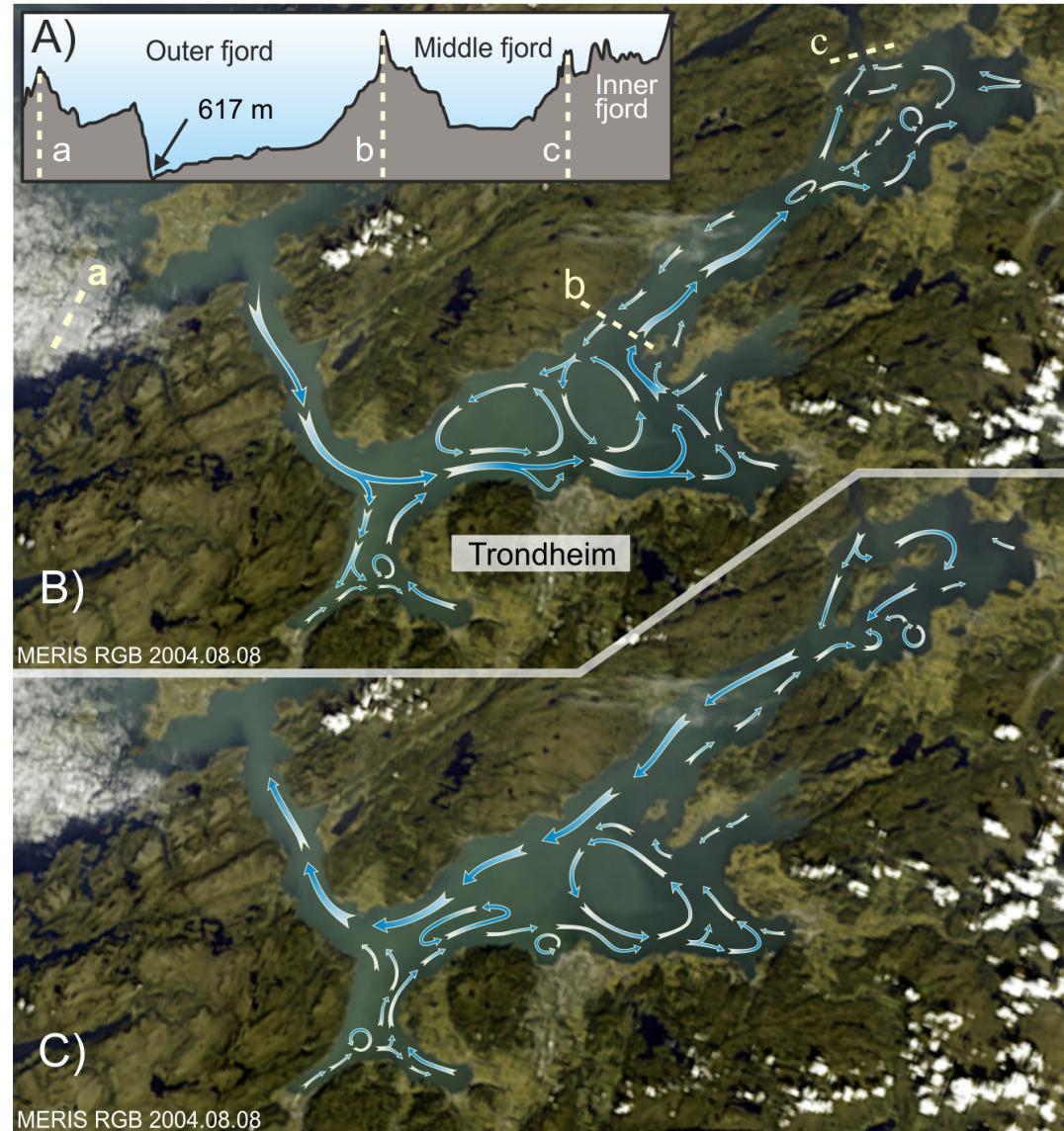
- Terskeldypet
- Bredden og dybden (topografi) på fjorden
- Ferskvannsavrenning
- Tidevann
- Årstid
- Vær og vind



# Strøm i fjorder

Eksempel på strøm i Trondheimsfjorden:

- 3 terskler
- Strømmen holder seg til høyre (Coriolis)



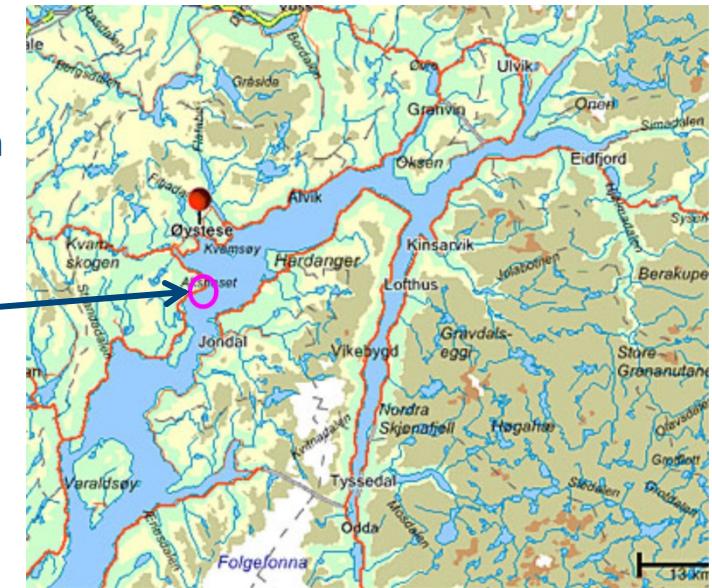
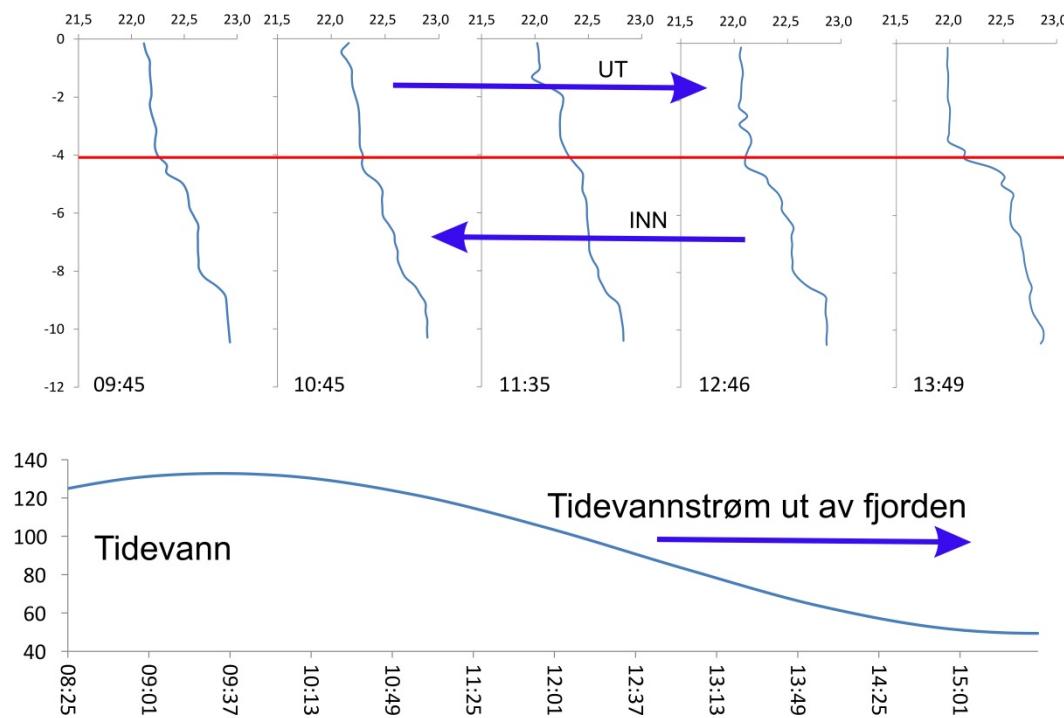
# Strøm i fjorder – sprangsjikt

Eksempel:  
Hardangerfjorden  
medio november

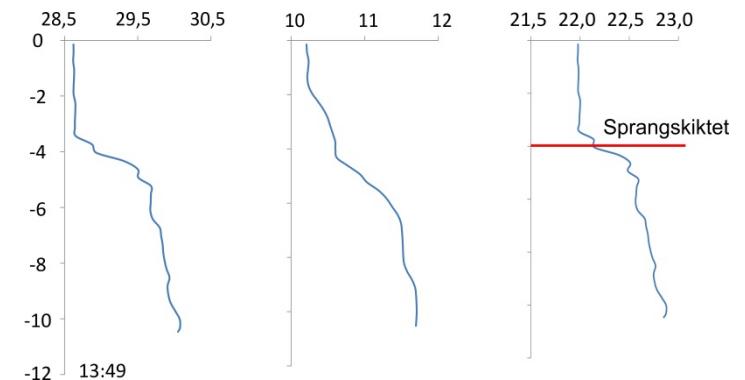
Målested

Kan være mulig strømforløp ved fallende sjø

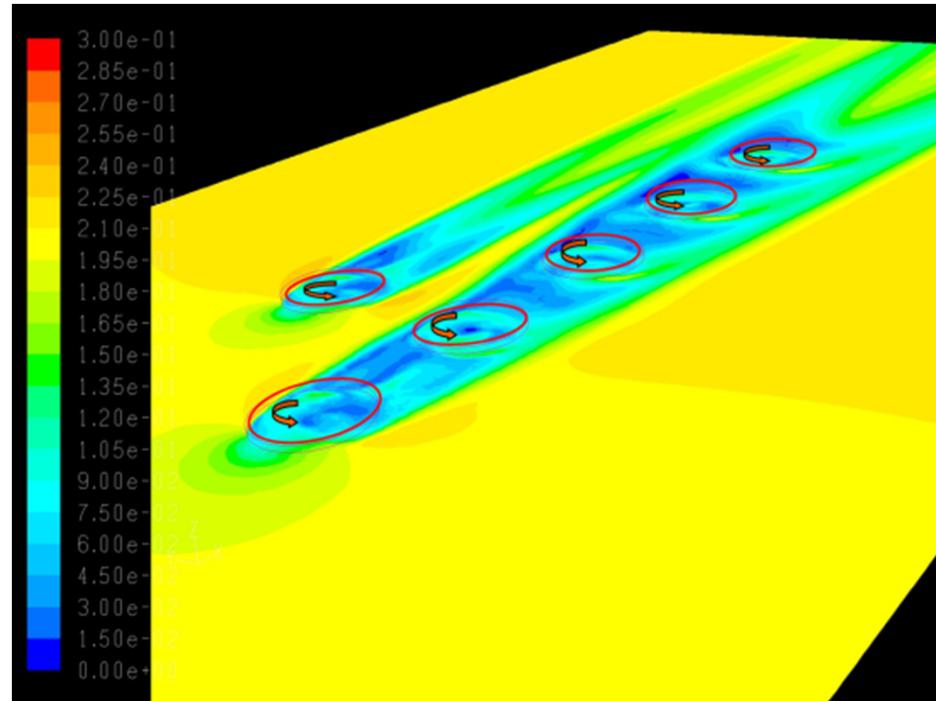
Tethet ( $\sigma$ ) - Hardangerfjorden



Tettheten av vann bestemmes  
av salt og temperatur

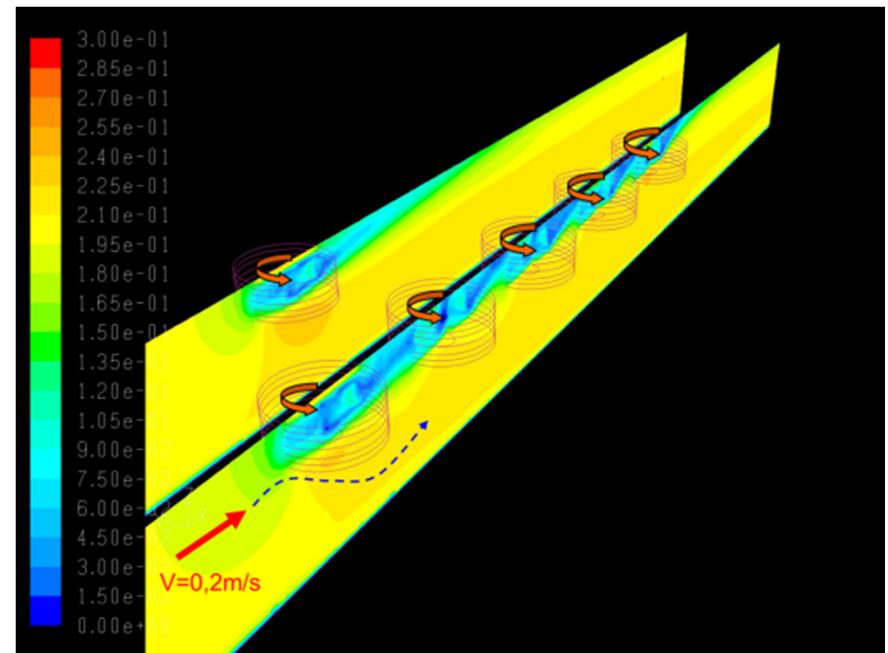


# Strøm i og rundt et anlegg – Selvskygging (matematisk modell)



Horisontalt snitt

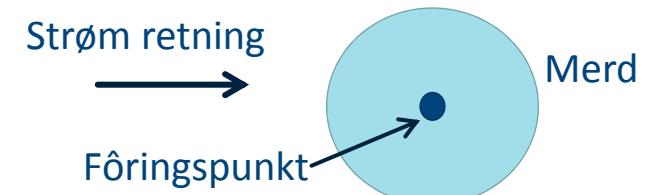
Vertikalt snitt



# Foring og strøm

Når tar strømmen føret slik at den forsvinner ut av sideveggene på en 157 metring, 20 meter dyp?

Tenk tilfelle der føret slippes akkurat i midten (25 m vei å gå til den treffer notveggen).



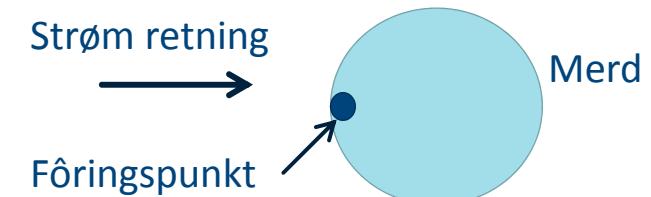
Forflytning av føret sideveis etter 20 meters fall med hensyn på strøm og synkehastighet

Synkehastighet (m/s)	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
Strøm (m/s)	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10
0,1	200	100	67	50	40	33	29	25	22	20
0,2	300	150	100	75	60	50	43	37	33	30
0,3	400	200	133	100	80	67	57	50	44	40
0,4	500	250	167	125	100	83	71	62	55	50
0,5	600	300	200	150	120	100	86	75	67	60
0,6	700	350	233	175	140	117	100	87	78	70

# Foring og strøm

Når tar strømmen føret slik at den forsvinner ut av sideveggene på en 157 metring, 20 meter dyp?

Tenk tilfelle der føret slippes ved kanten på oppstrømssiden (50 m vei å gå).



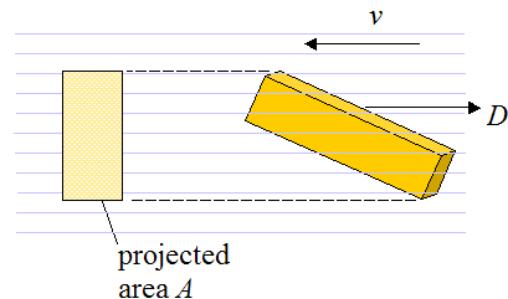
Forflytning av føret sideveis etter 20 meters fall med hensyn på strøm og synkehastighet

Strøm (m/s)	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
Synkehastighet (m/s)	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10
0,1	200	100	67	50	40	33	29	25	22	20
0,2	300	150	100	75	60	50	43	37	33	30
0,3	400	200	133	100	80	66	57	50	44	40
0,4	500	250	167	125	100	83	71	63	56	50
0,5	600	300	200	150	120	100	86	75	67	60
0,6	700	350	233	175	140	117	100	88	78	70

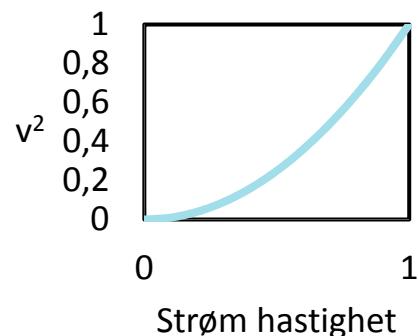
Midten  
Oppstrøms

# Krefter på merd, not og konstruksjoner på grunn av strøm

Tverrsnittet (projisert areal) av konstruksjonen som bestemmer kraften som virker på konstruksjonen.



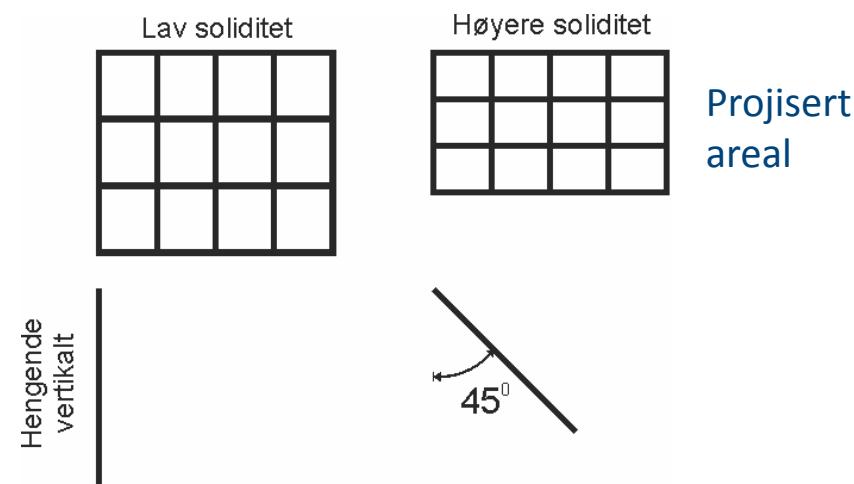
Kraften øker som en funksjon av kvadratet av strømhastigheten ( $v^2$ ).



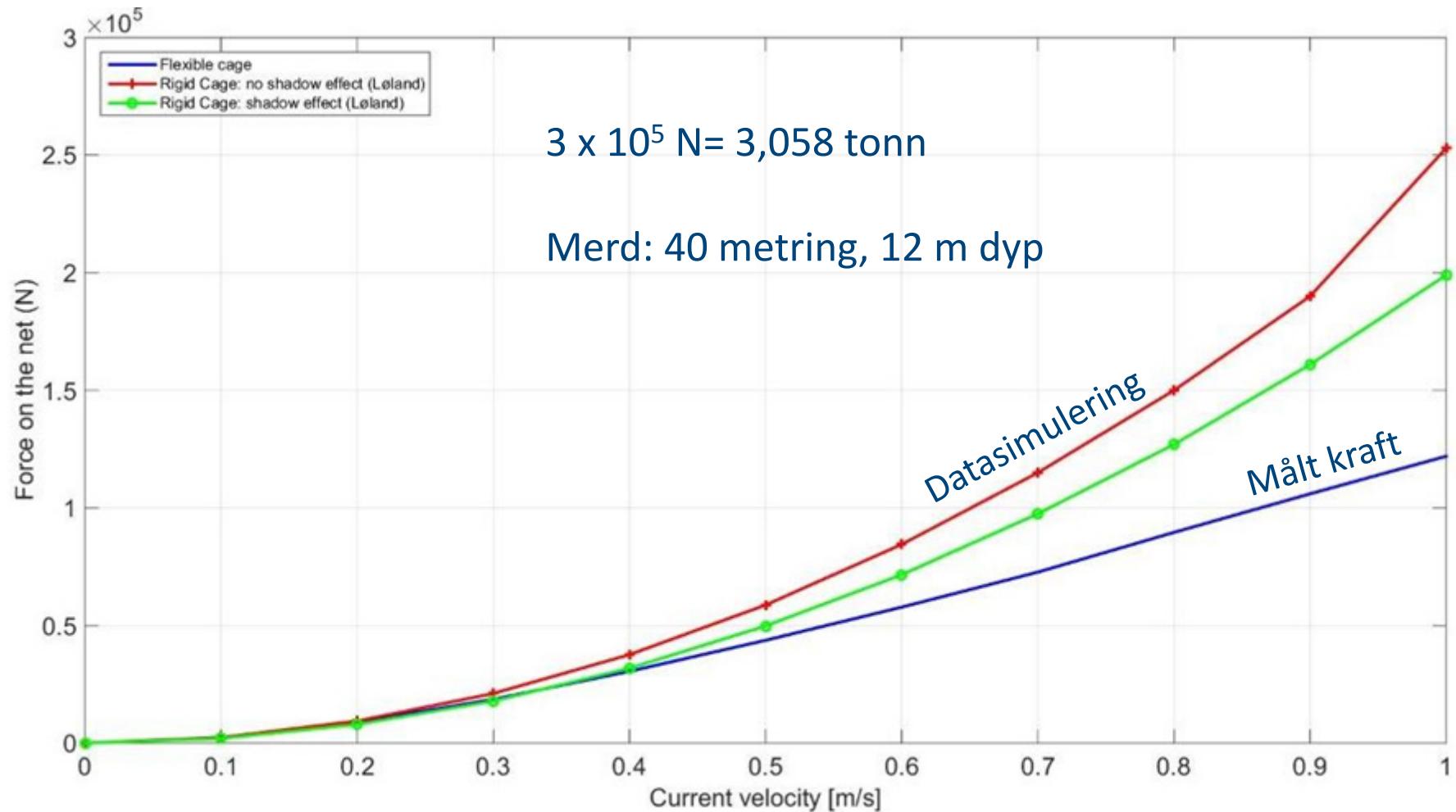
Eksempel:

Notas soliditet = hvor mange prosent av arealet som dekkes av nota

Hvorfor er det viktig å vite notas soliditet?  
Fordi man da får vite det projiserte arealet av hindringene (trådene).



# Krefter på not på grunn av strøm

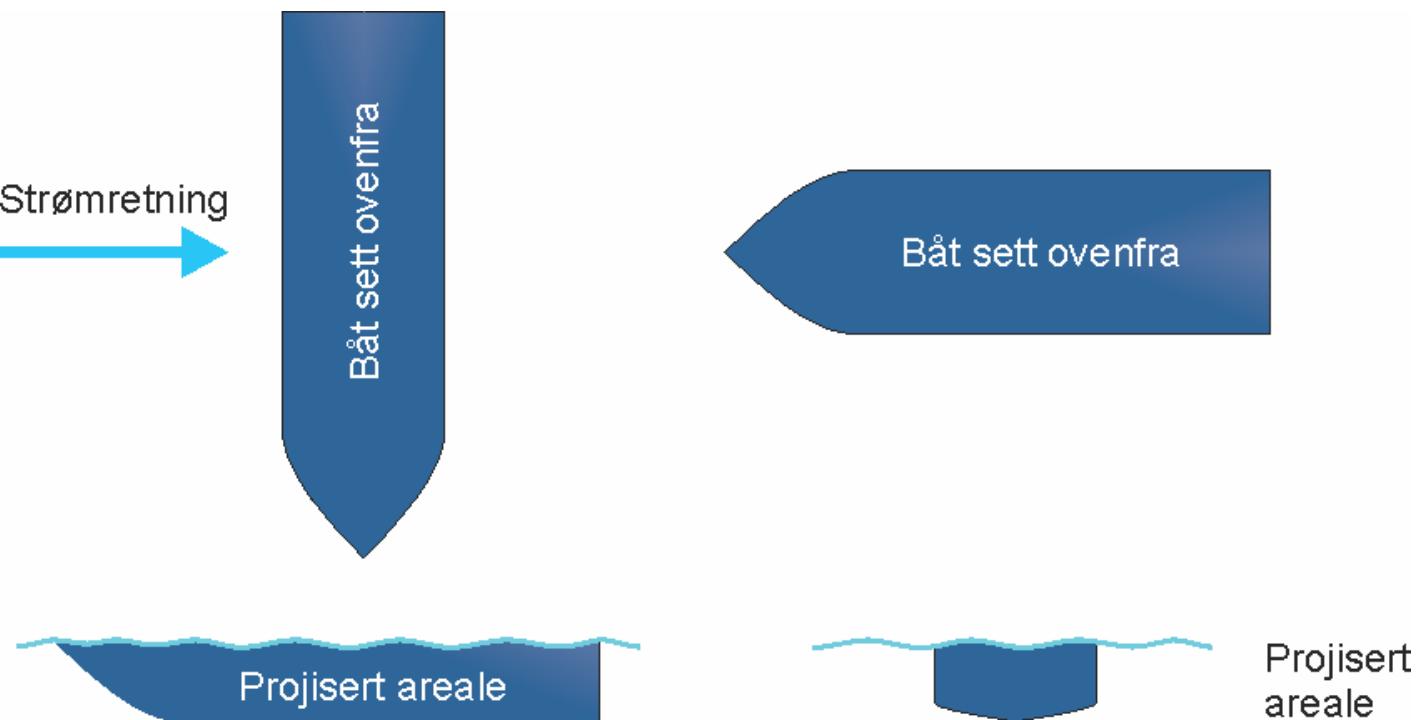


# Krefter på merd på grunn båtanløp i strøm

Hva med en båt?

Det er viktig å vite strømmen ved båtanløp. Kreftene på båten er avhengig av strømretning og det projiserte arealet av båten på tvers av strømmen.

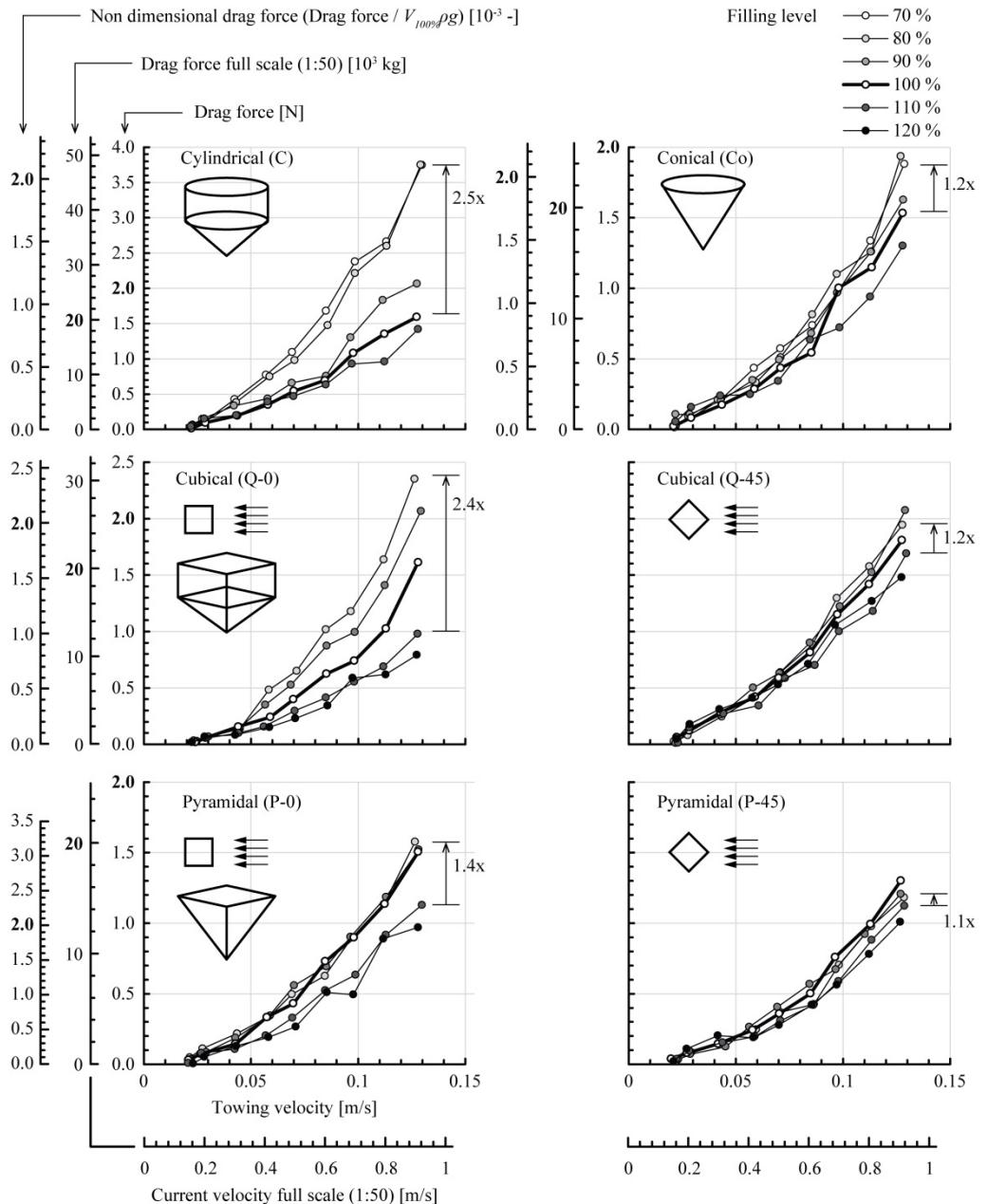
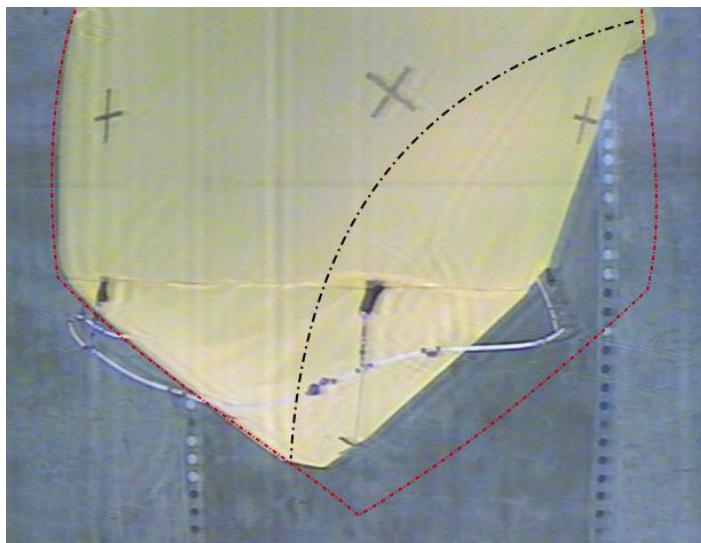
Man kan da si at vindfanget (strømfanget) blir mye større når båten er på tvers av strømmen enn på langs.



# Krefter på faste konstruksjoner i strøm

(ikke vanngjennomtrengelig, f.eks.  
avlusingsduk, lukket anlegg etc.)

Deformasjon – underfylling 70 %

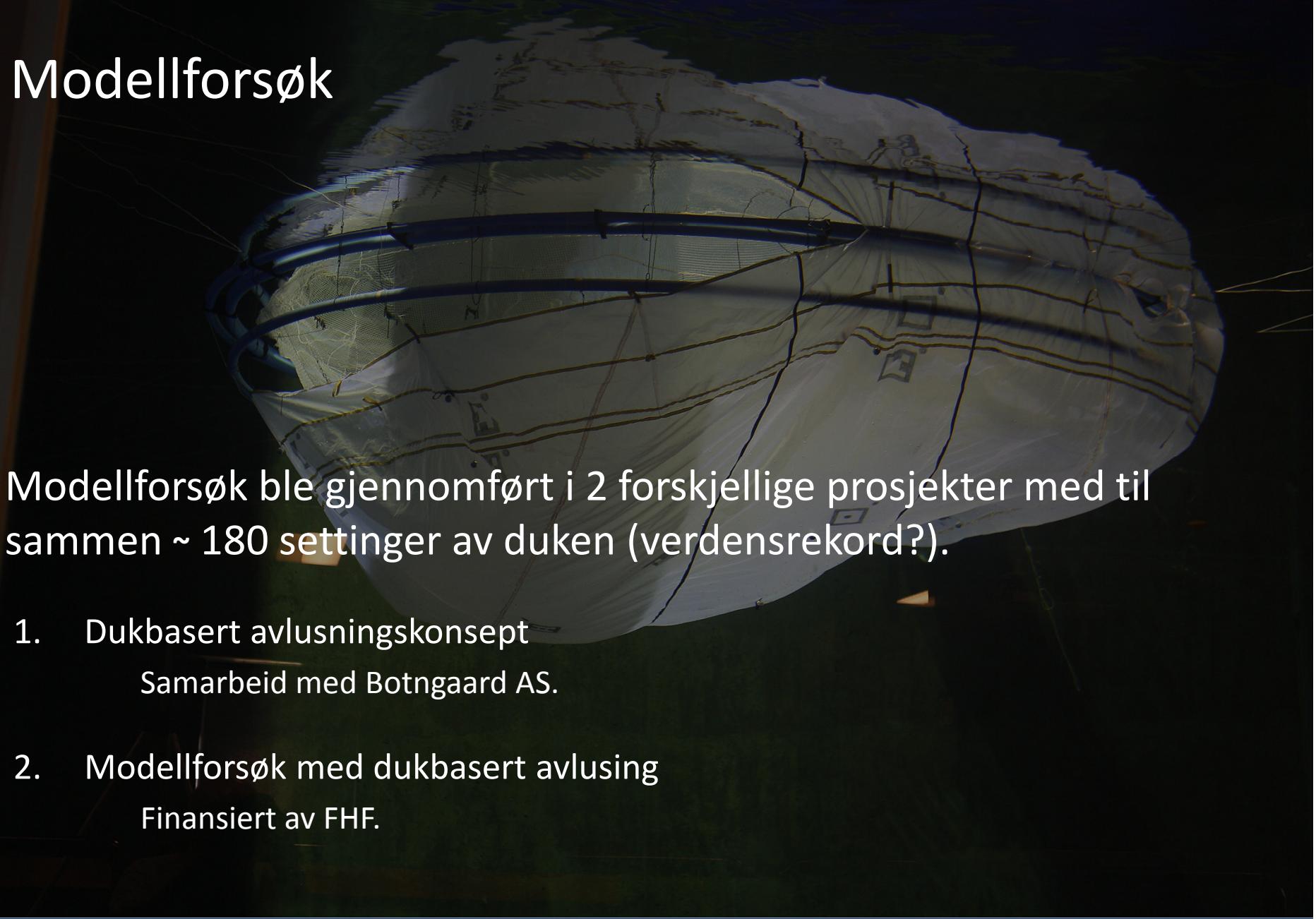


Kjenn din strøm, og reduser din risiko:



Vannstrøm og avlusingsoperasjon –  
på knivseggen mellom suksess og fiasko.

# Modellforsøk

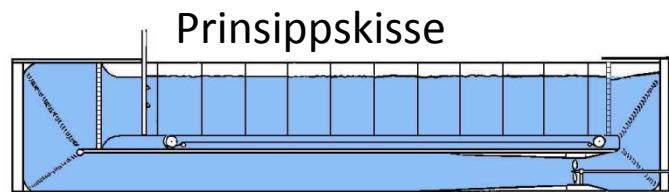
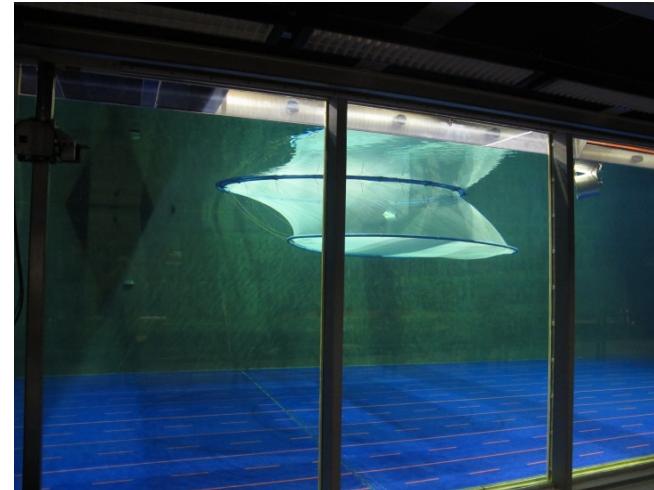
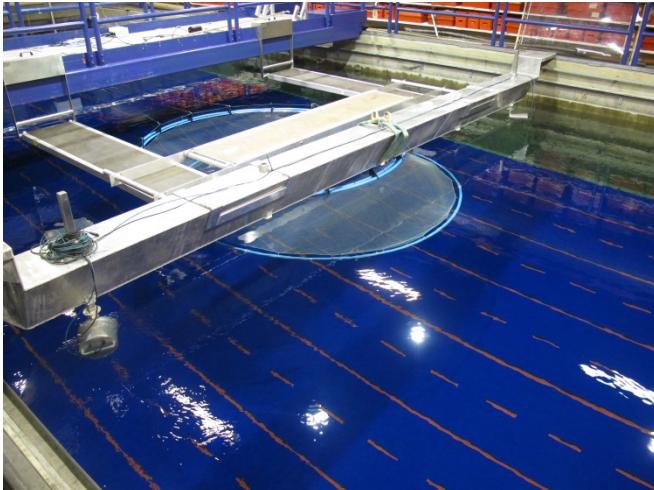


Modellforsøk ble gjennomført i 2 forskjellige prosjekter med til sammen ~ 180 settinger av duken (verdensrekord?).

1. Dukbasert avlusningskonsept  
Samarbeid med Botngård AS.
2. Modellforsøk med dukbasert avlusing  
Finansiert av FHF.

# Material og metoder

- Forsøkene ble gjennomført i flumetanken i Hirtshals

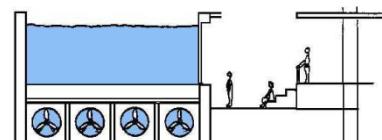


Målområde (L x B x D):

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

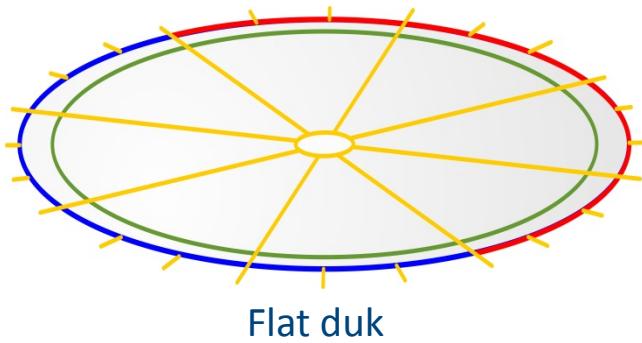
Vannvolum: 1200 m<sup>3</sup>.

Vindu: 2x3 m

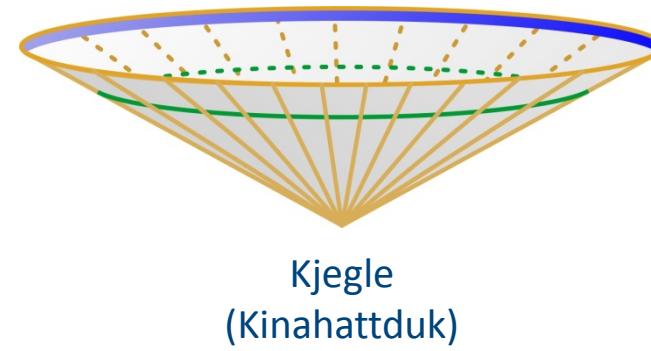


# Material og metoder

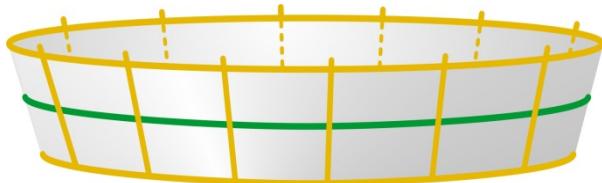
- Modeller: 4 forskjellige duktyper med reduksjonsbånd.



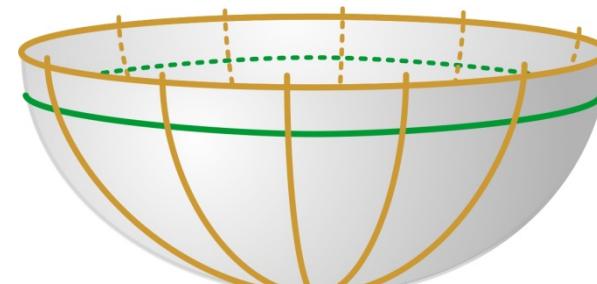
Flat duk



Kjegle  
(Kinahattduk)



Avkortet kjegle  
(Muffin)



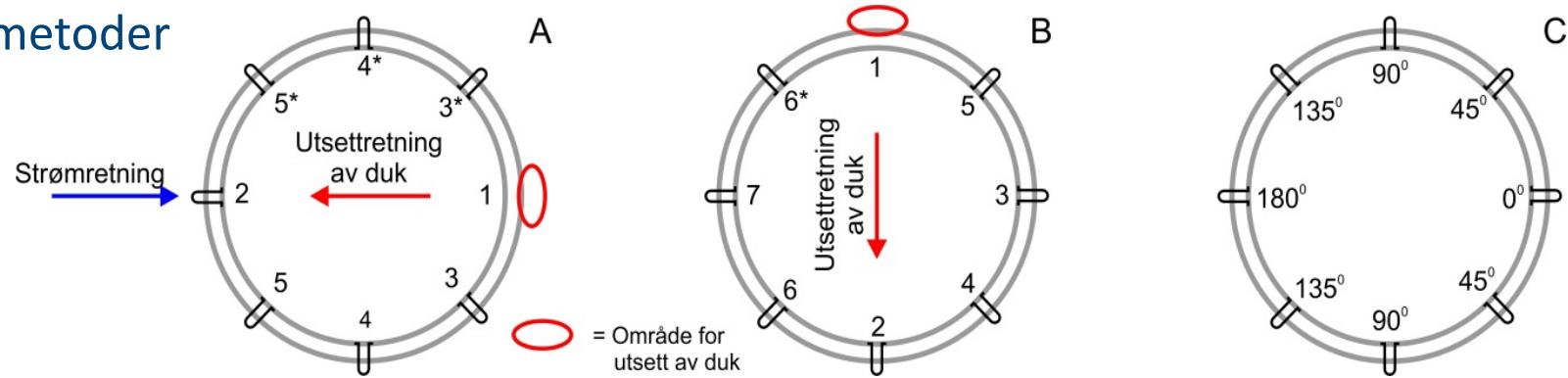
Kuleduk

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

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

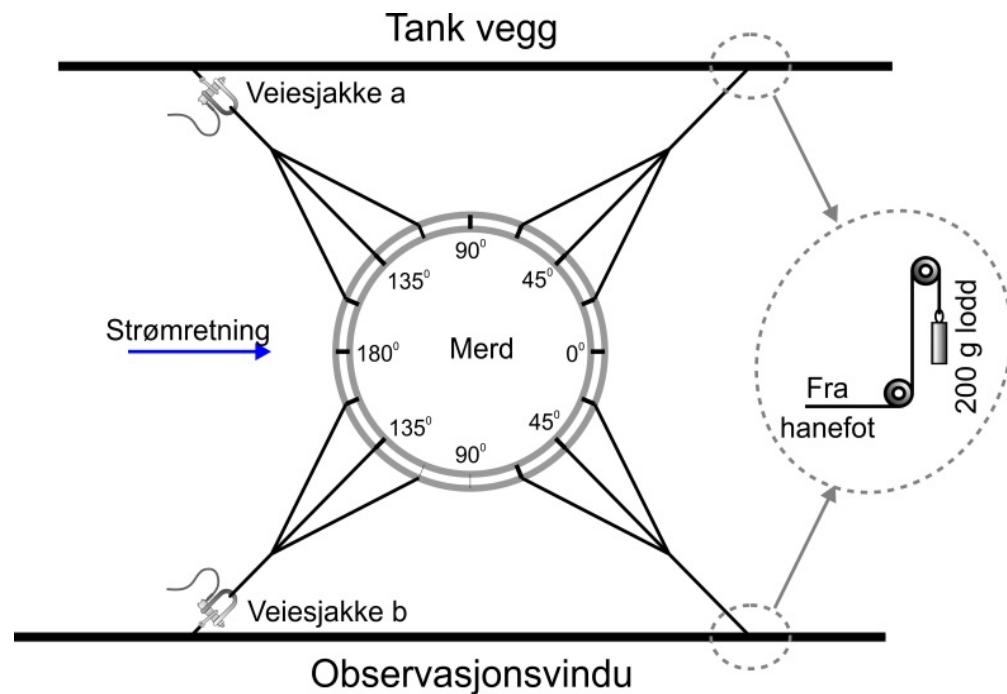
# Material og metoder

- Settemetoder



- Målinger av krefter

Oppsett av merd med veiesjakler 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	Strøm (cm/s)	Utsett mulig				Ekstremstrøm (etter utsett)				
		21	24	33	41	54	62	71	74	83
Duktype	Strøm (cm/s)									
Fullskala merd med not*			3,7							
<b>Modellforsøk 1**</b>										
Flat duk med bunnring				2,8	3,2					
Flat duk uten bunnring				1,1						
<b>Modellforsøk 2</b>										
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 undersøk				
Muffin **		1,2			1,5		2,7		1	

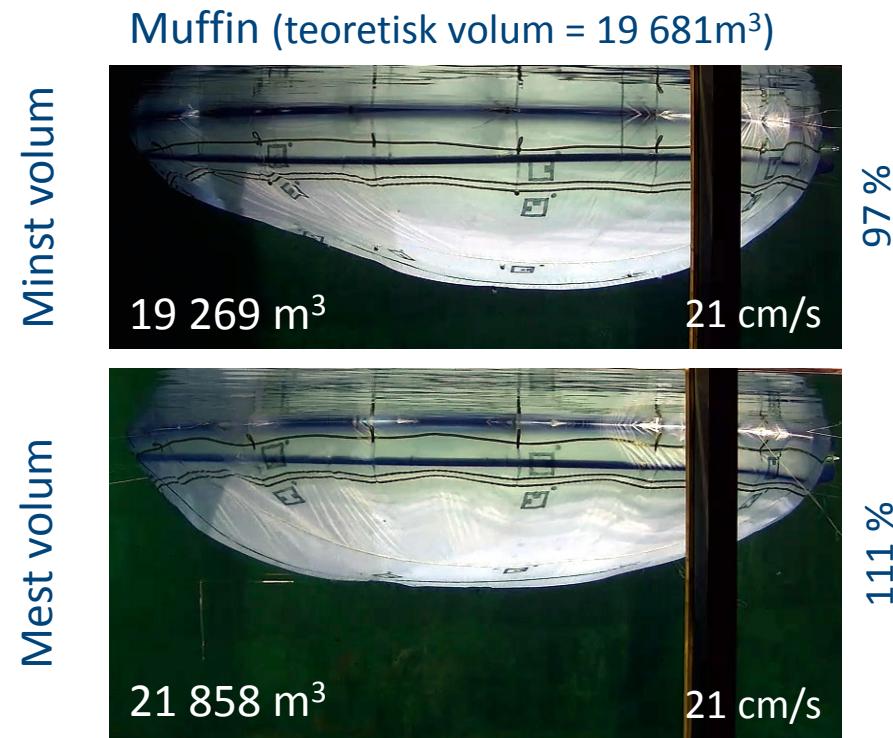
\* Kreftene på fullskala merd med not ble målt på en 157 metring merd med bunnringen på 10 m dyp.

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

# Resultater

## Strøm generelt

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



# Resultater

## Volum i duken

- Resultater viser stor variasjon i fyllingsgrad mellom de forskjellige duktypene avhengig av strømhastighet og settemetode.
- Vanskelig å finne en metode som gir 100 % fyllingsgrad under alle forhold.

## Strømpåvirkning

- *Lite strøm*: Vanskelig å få fylt dukene 100 % ved strømhastigheter  $< \sim 10 \text{ cm/s}$ .
- *Mye strøm*: Alle dukene dro merden ned i bakkant under setting i strøm på 41 cm/s.
- *Ekstremstrøm ( $> 41 \text{ cm/s}$ )*: Ikke mulig å sette duken uten havari.
- *Duk satt ved  $< 41 \text{ cm/s}$  - økte så strømmen*: Alle dukene ble dratt under ved ca. 62 cm/s, bortsett fra redusert muffinduken, som ble dratt under først ved ca. 83 cm/s.

# Grensetilfeller

Visuelle betraktninger (video) av ulykkeshendelser med strømhastigheter  $\sim 40$  cm/s og over.



$\sim 40$  cm/s



$\sim 52$  cm/s

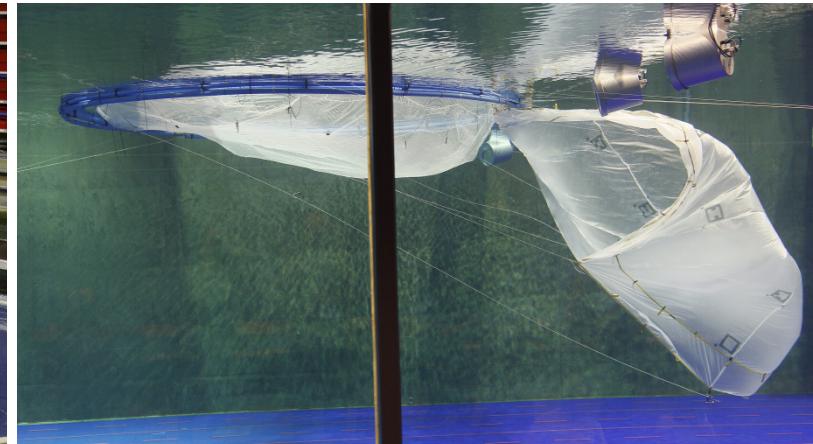
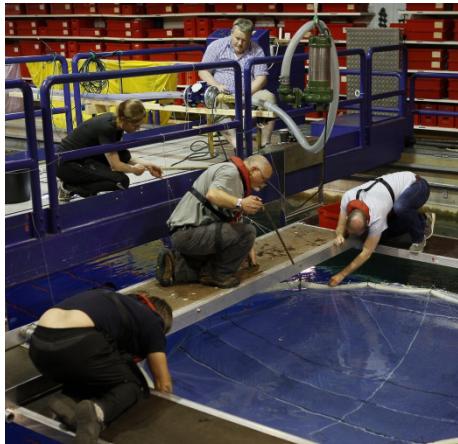


Satt ved 33 cm/s, økt til  $\sim 60$  cm/s

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

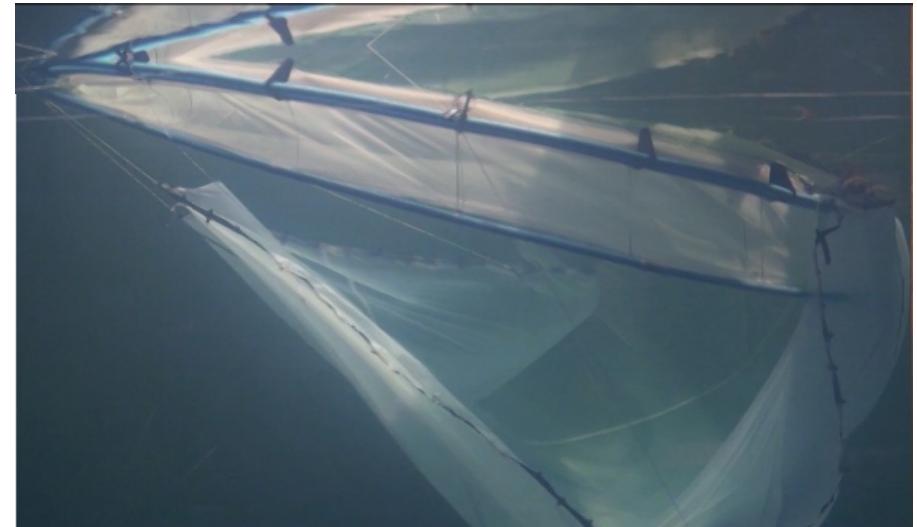
# Kurs i setting av avlusingsduk (REKLAME)

- SINTEF Fiskeri og havbruk holder på med å utvikle et kurs for oppdrettere.
- Kurset vil bestå av litt teori og mye praktiske øvelser, der oppdrettere kan bli med å sette de forskjellige modelldukene selv - team arbeid.
- Formålet vil være at deltakerne kan få innblikk i hva som skjer med duken under setting, og eventuelle konsekvenser ved feil setting/slipping av duk:
  - Hvilen metoder gir de beste resultatene med hensyn på fyllingsgrad.
  - Hvilket volum klarer man å fange ved ulike settemetoder, eller strømtilstander.
  - Grensetilfeller mellom fiasko og suksess.



# Konklusjon

- Å kjenne til strømmen i sanntid i daglig drift, er essensielt for å kunne gjennomføre vellykkede og sikre operasjoner.



Takk for meg!