

# Interaksjon mellom not og utspilingsystem

Prosjekt finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (2012 – 2013)

Arne Fredheim

SINTEF Fiskeri og havbruk

# Innledning

- Prosjektet en videreføring av tidligere modellforsøk gjennomført i januar 2012 i Havmiljøbassenget på MARINTEK.
- Modellforsøk i mai 2013 i Havmiljøbassenget på MARINTEK.
  - Prosjekt initiert av rømmingsutvalget til FHL
  - Organisert og finansiert gjennom FHF
  - SINTEF Fiskeri og havbruk prosjektleder, MARINTEK gjennomført modellforsøk
  - En prosess høst 2012 og vår 2013 med styringsgruppe for prosjektet og møter med leverandører for å definere forsøksplan.
- Formål: Fremskaffe kunnskap knyttet til kapasitetsgrensene for eksisterende merd-anlegg med tanke på sikkerhet mot rømning.

# Mål

- Hovedmålet med prosjektet er å få frem grunnleggende kunnskap for rømmingssikker bruk av not og utspilingsystem under ulike værforhold.
- Oppgaver/delmål:
  - Utarbeide detaljert prosjektbeskrivelse og forsøksplan i samarbeid med styringsgruppe og aktuelle leverandører
  - Studere **oppførsel til not, flytekrage og utspilingsystem for å unngå gnag** mellom not og utspilingsystem
  - Teste **forskjellige løsninger og oppsette** basert på innspill fra leverandører og definisjon av styringsgruppe
  - Se på interaksjon og **effekt av dødfiskoppsamler og eventuelt annet påkoblet utstyr** som kan ha påvirkning på oppførsel av systemet eller medføre gnag.

# Styringsgruppe for prosjektet

- Roar Dolmen Midt Norsk Havbruk AS (Leder)
- Frode Holmvaag Mainstream Norway AS
- Alf Jostein Hakkebo SalMar AS
- Kurt Per Hatlem Firda Seafood AS
- Jøran Skar Lerøy Hydrotech AS
- Roger Bekken Salmon Group AS
- Anders Sæther Marine Harvest Norway AS
- Ernst Olav Helgesen Bremnes Seashore AS
  
- Brit Uglem Blomsø FHL (Observatør)
- Kristin Sæther NSL (Observatør)
- Kjell Maroni FHF (FHF kontakt)

# Gnag mellom not og bunnringkjetting

- Identifisert som problem av Rømmingskommisjonene for akvakultur (RKA)
- Mange rømmingstilfeller de siste årene
- Faglige gjennomganger av flere konkrete hendelser i regi av RKA og Fiskeridirektoratet
- Gjennomført modellforsøk gjennom SECURE (Forskningsrådet) og FHF Program rømming
  - Analyse av skadet not
  - Modelltest i slepetank med bølger og strøm
- **Modellforsøk Havmiljøbassenget januar 2013**
- **Nye modellforsøk Havmiljøbassenget mai 2013**



# Not med bunnring – etter vert kjent problemstilling

- Deformasjoner og belastninger er avhengig av mange faktorer:
  - Strømhastighet
  - Strømprofil
  - Soliditeten til notlinet
  - Begroing
  - Utspilingssystem
  - Bunnvekt
  - Bunnlodd
  - ..

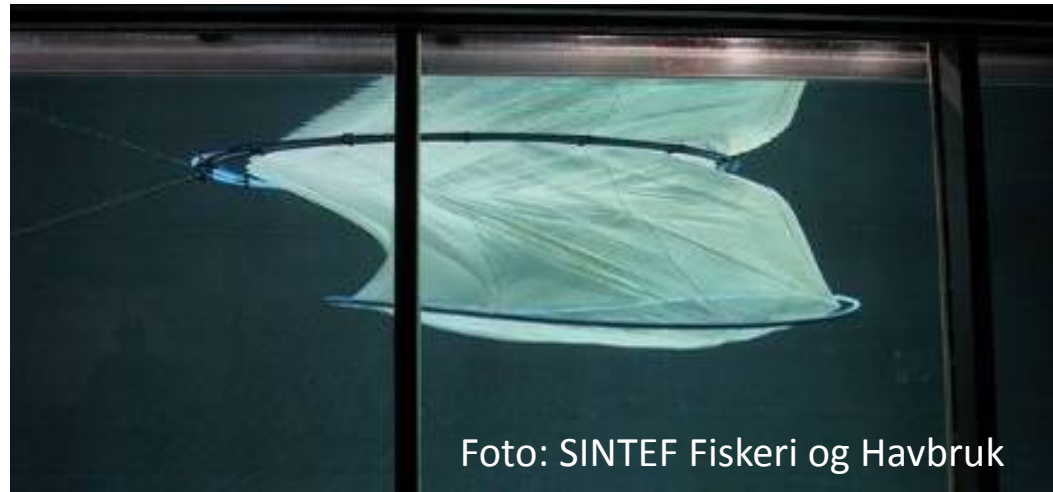
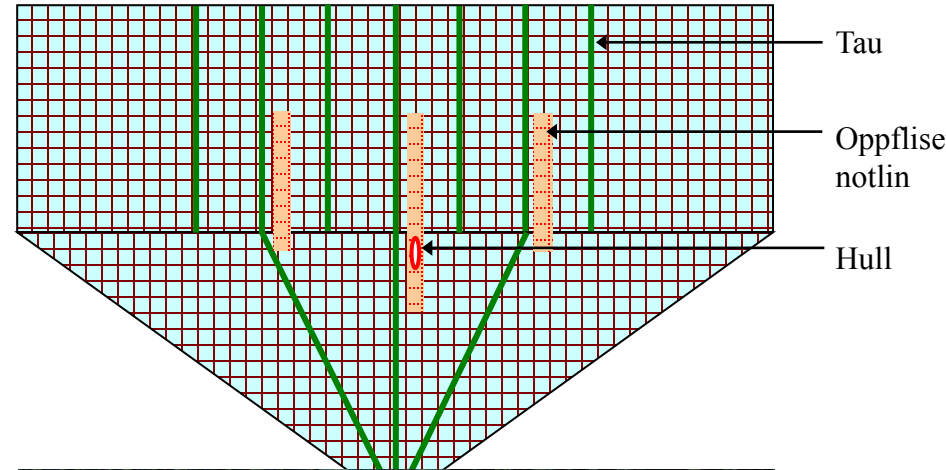
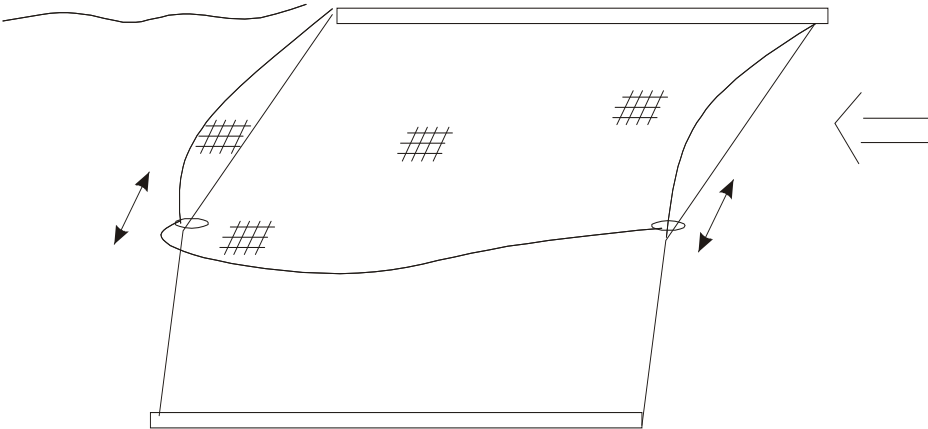


Foto: SINTEF Fiskeri og Havbruk

# Gnag fra bunnringkjetting – skade mekanismen



# Modelltester – havmiljøbassenget MARINTEK

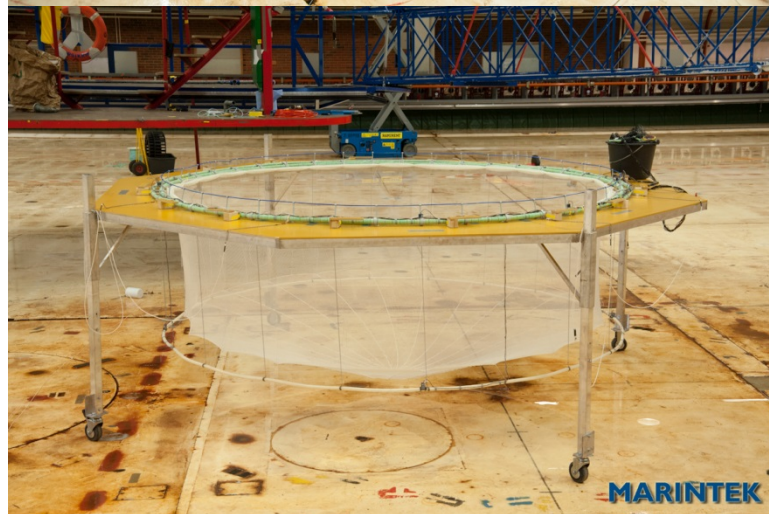
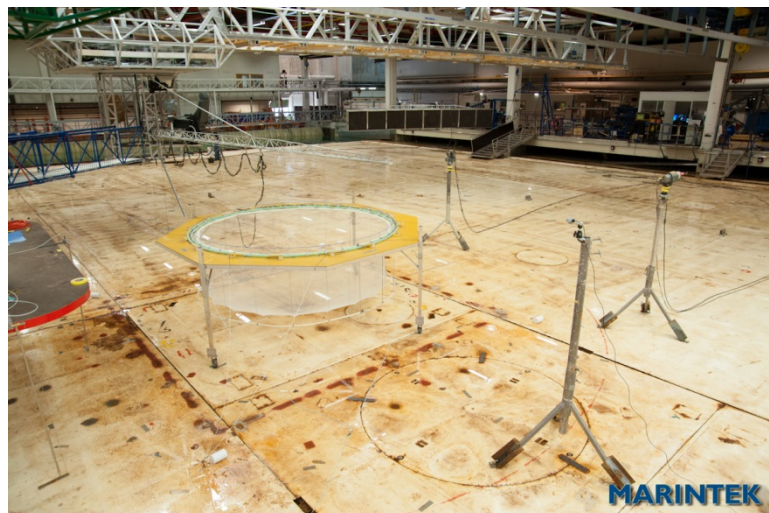
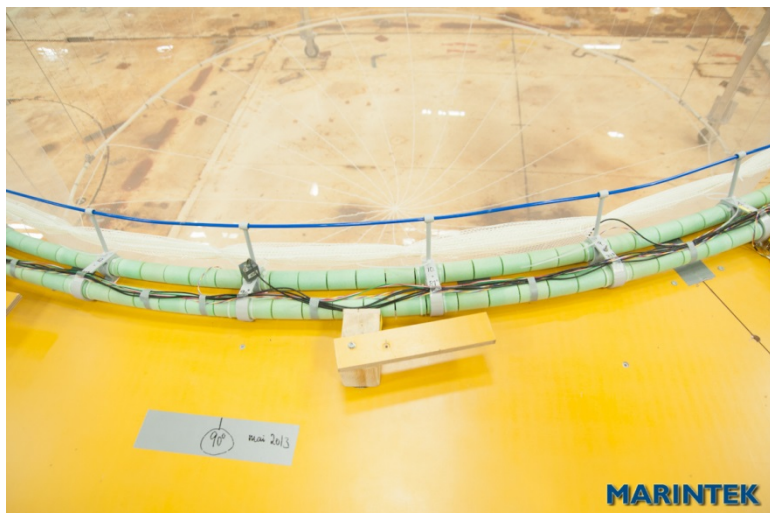
- Fullskala
  - 157 meter flytekrage – diameter 50 meter
  - Ø 450 mm
  - 15 meter til bunntau, 10 meter kon i bunn. 40 notpanel og 20 innfestingspunkt for not og bunnringkjetting
  - Soliditet not 0.26
  - Bunnring 280 mm rør med vekt 50 kg/m (noen tester med 25 kg/m)
- Modellskala
  - Alle rør, vekter, forankringsliner, not osv. skalert for å gi riktig belastning og deformasjon i modellskala
  - Skalert ved bruk av Froud skalering i skala 1:16.
  - Diameter flytekrage 3 meter
  - Dybde not 0.94 meter



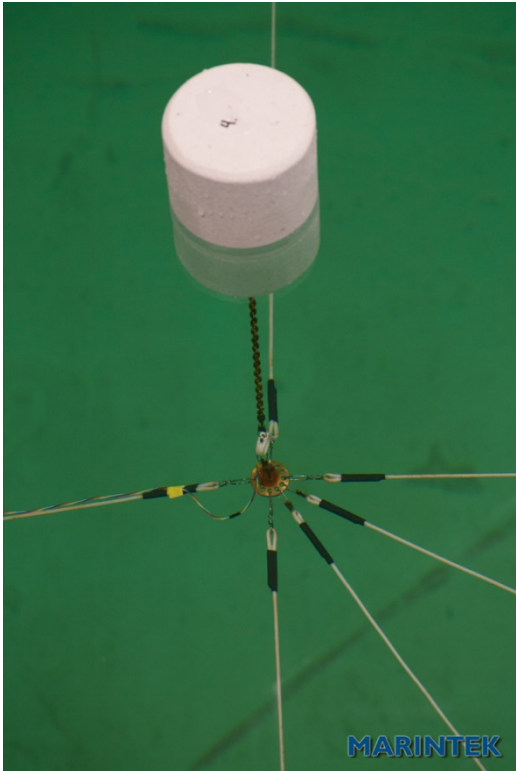
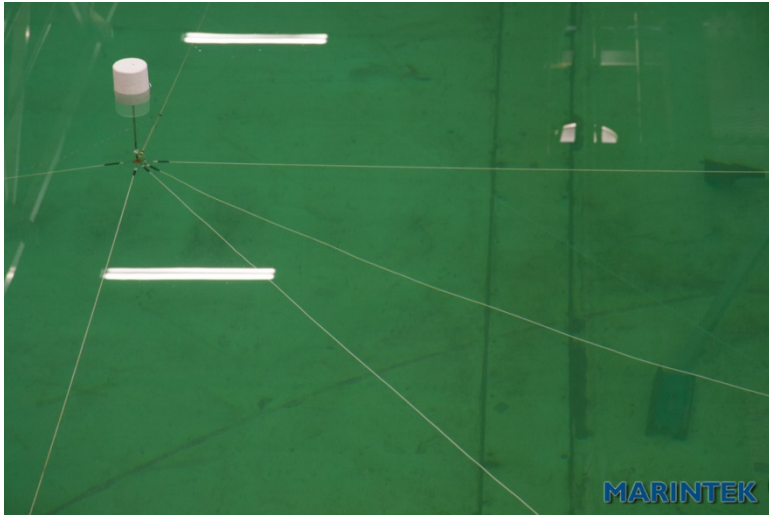
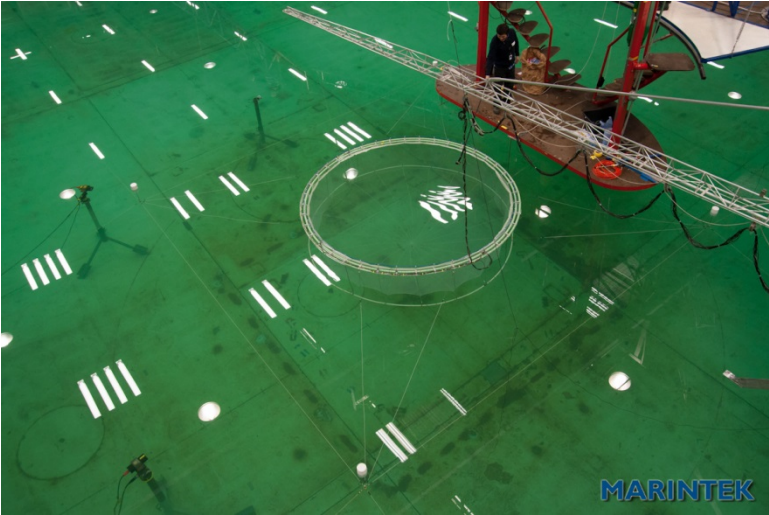
## 3 typer merd tester

- A: Vanlig (standard) merd med kjetting mellom flytekrage og bunnring.
- B: Samme merd som over, men med bruk av tau og tre glideløkker i stedet for kjetting.
- C: Merd med bunnringen festet direkte inn i nota uten bruk av vertikale kjettinger fra flytekragen.

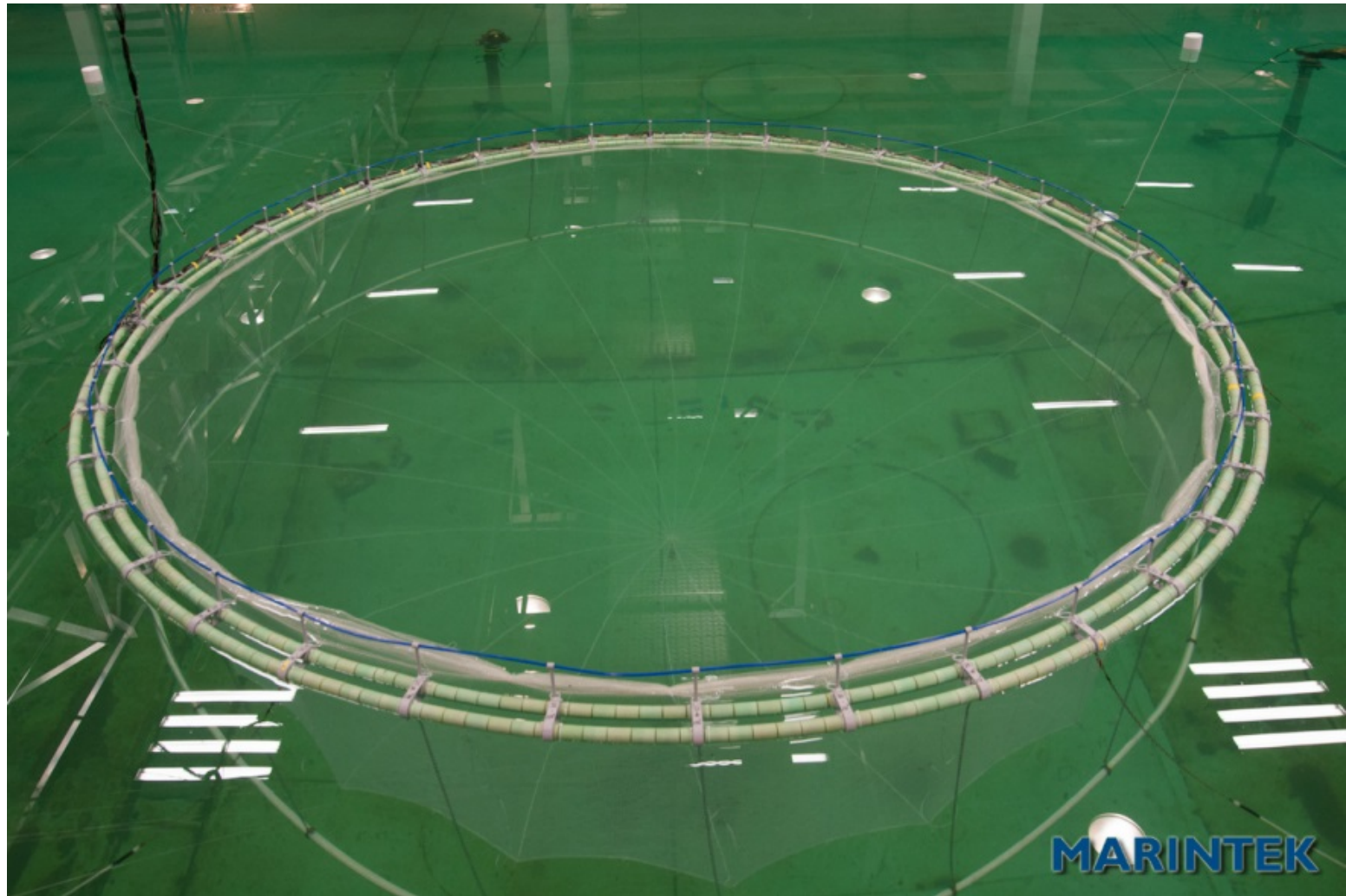
# Modell oppsett og rigging



# Modell detaljer



# Havmiljøbassenget - komplett oppsett





# Testprogram

- Omfattende program over seks dager. Gjennomført 60 tester av tre forskjellige konfigurasjoner
- Storm-tilstander for kapasitetskontroll ,  $H_s = 1.5 - 4$  m;  $U = (0.25), 0.5$  og  $0.7$  m/s
- Regulære bølger for utvikling av metodikk og sammenligning av analyseprogram

Table 7.2 Test Program		Test series 5000: Standard merd med bunnring i nota														
Title:	Merd test									Reg. time (s):	0					
P. no.:	590367									Model scale:	16					
Test no.	Test identification	Test type	Wave condition			Current		Wind		Additional text	Files			Current pumps		Date (dd.mm) (+/-)
			Hs (m)	Tp (s)	Dir. (deg)	C (m/s)	Dir. (deg)	W (m/s)	Dir. (deg)		Wave no.	No. of pumps	Wind no.	P1	P2	
5010	CURR C0.5/0	CURR				0.5	0							100		21.05
5020	CURR C0.7/0	CURR				0.7	0							100		21.05
5030	IRR H1 T4 D0 C0.5/0	IRR	1	4	0	0.5	0			8211				100		21.05
5040	IRR H1,5 T4,5 D0 C0.5/0	IRR	1.5	4.5	0	0.5	0			8225				100		21.05
5050	IRR H2 T5 D0 C0.5/0	IRR	2	5	0	0.5	0			8234				100		21.05
5060	IRR H2,5 T6 D0 C0.5/0	IRR	2.5	6	0	0.5	0			8242				100		21.05
5070	IRR H3 T7 D0 C0.5/0	IRR	3	7	0	0.5	0			8251				100		21.05
5080	IRR H4 T8 D0 C0.5/0	IRR	4	8	0	0.5	0			8260				100		21.05
5090	IRR H1 T4 D0 C0.7/0	IRR	1	4	0	0.7	0			8111				100		
5100	IRR H1,5 T4,5 D0 C0.7/0	IRR	1.5	4.5	0	0.7	0			8126				100		21.05
5110	IRR H2 T5 D0 C0.7/0	IRR	2	5	0	0.7	0			8131				100		
5120	IRR H2,5 T6 D0 C0.7/0	IRR	2.5	6	0	0.7	0			8141				100		21.05
5130	IRR H3 T7 D0 C0.7/0	IRR	3	7	0	0.7	0			8150				100		21.05
5140	IRR H4 T8 D0 C0.7/0	IRR	4	8	0	0.7	0			8160				100		21.05
5150	REG H2,5 T6 D0	REG	2.5	6	0					8310						21.05
5160	REG H2,5 T8 D0	REG	2.5	8	0					8320						21.05
5170	REG H2,5 T6 D0 C0.5/0	REG	2.5	6	0	0.5	0			8333				100		21.05
5180	REG H2,5 T8 D0 C0.5/0	REG	2.5	8	0	0.5	0			8341				100		21.05

# Eksempel Med bunnringkjetting

- Signifikant bølgehøyde  $H_s = 2.5$
- Bølgeperiode  $T_p = 6$
- Strøm =  $0.7 \text{ m/s}$



# Video

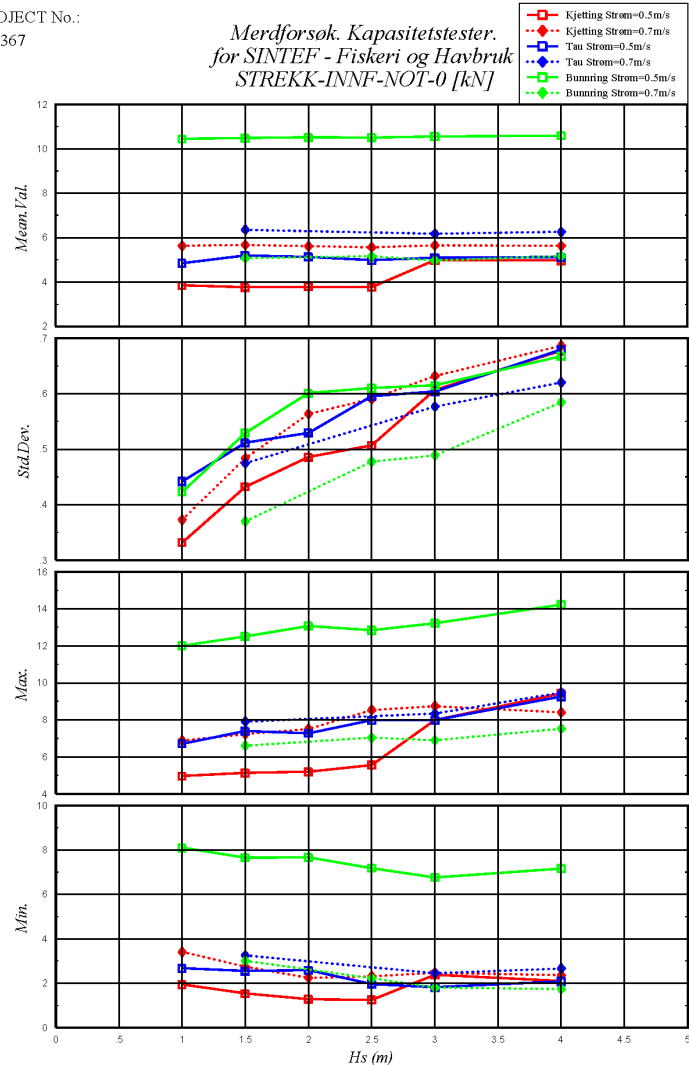
- [Med bunnringkjetting,  \$H\_s = 4\text{m}\$  og  \$U = 0.7\text{ m/s}\$](#)
- [Uten bunnring kjetting,  \$H\_s = 4\text{m}\$  og  \$U = 0.7\text{ m/s}\$](#)
- [Sammenligning](#)



# Kraft i innfesting bunnring – not front (lo) og bak (le)

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

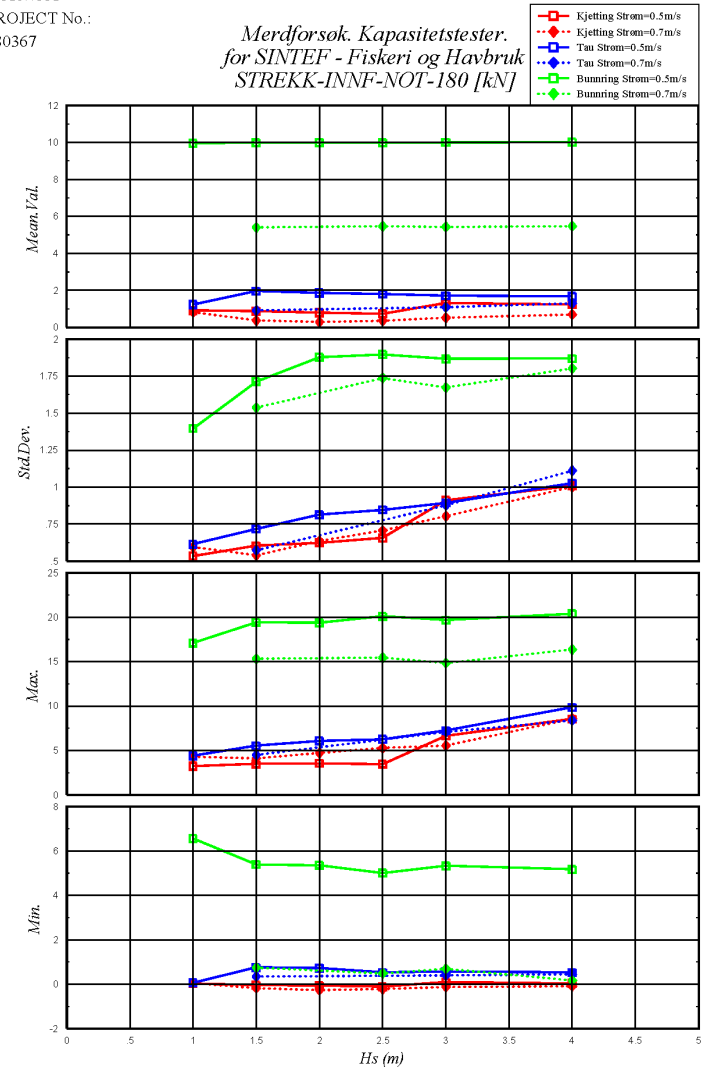
Figur 9.5



AUG. 7, 2013 9:37 AM

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

Figur 9.8

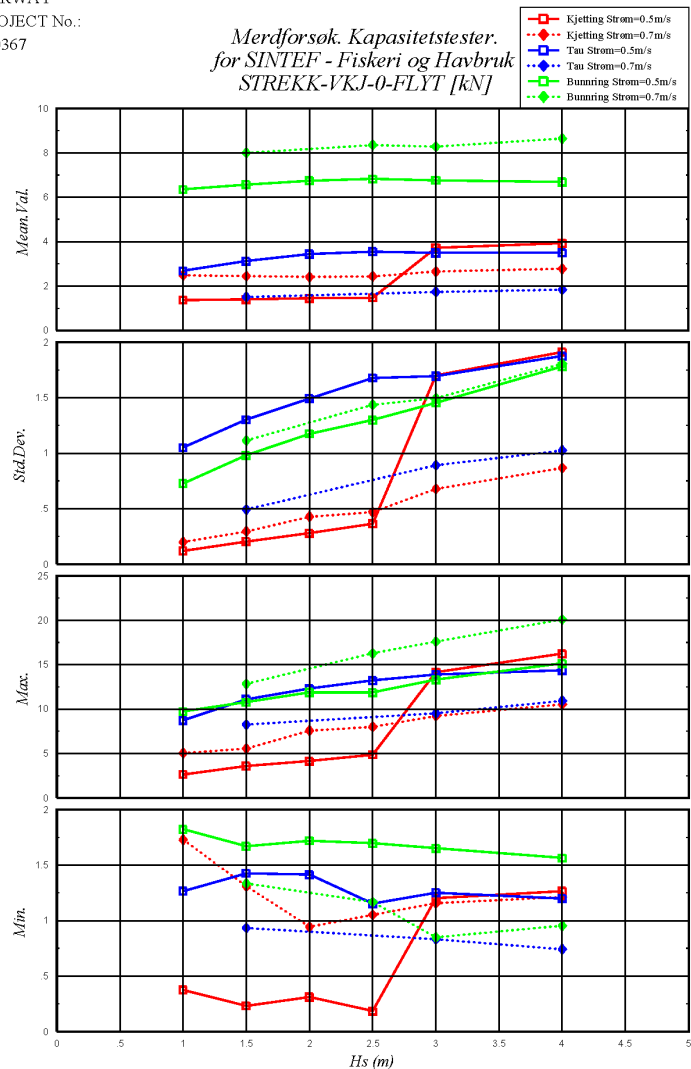


AUG. 7, 2013 9:37 AM

# Kraft i bunnringkjetting front (I<sub>o</sub>) og bak (I<sub>e</sub>)

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

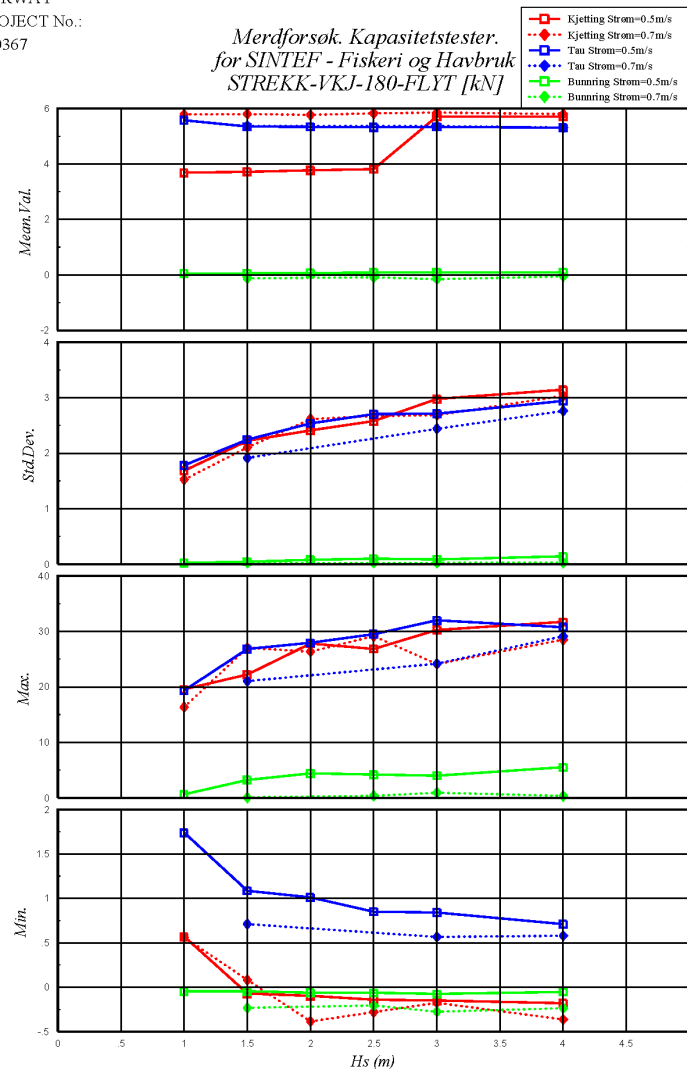
Figur 9.1



AUG. 7, 2013 9:37 AM

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

Figur 9.4

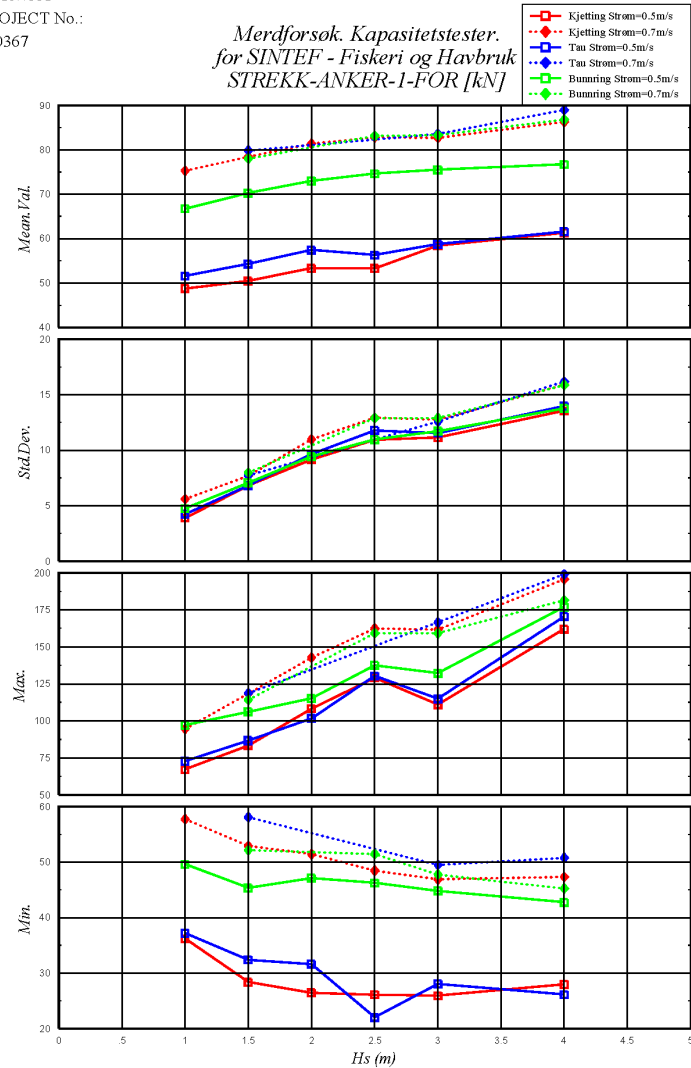


AUG. 7, 2013 9:37 AM

# Strek ankerliner

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

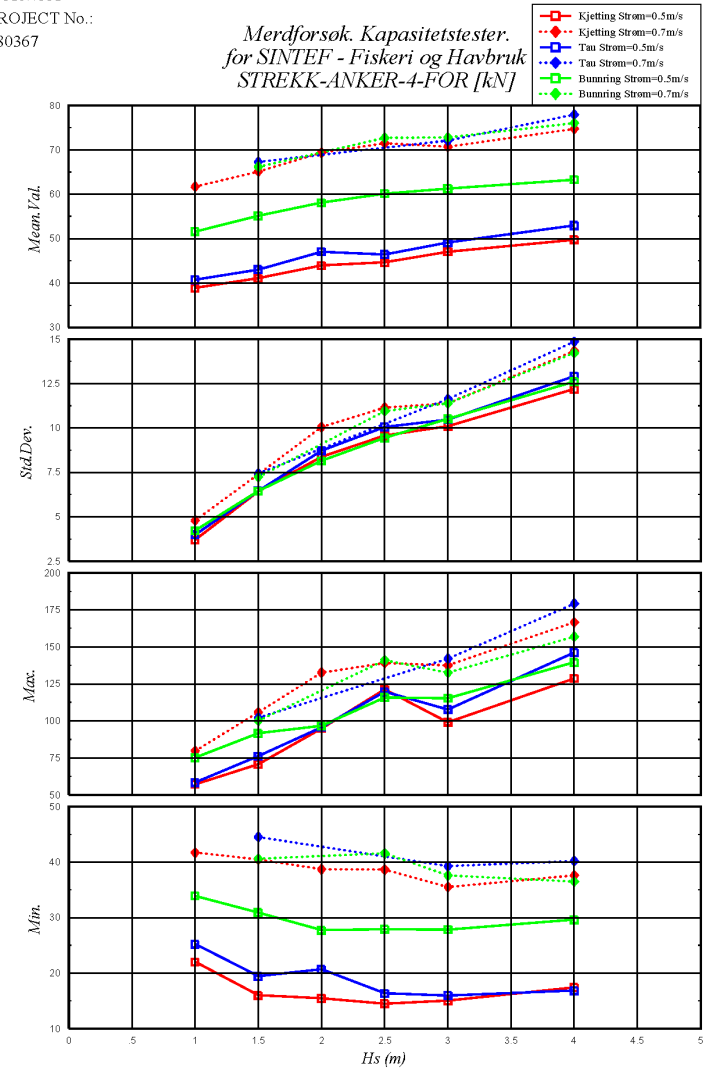
Figur 9.13



AUG. 7, 2013 9:37 AM

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

Figur 9.14



AUG. 7, 2013 9:37 AM

# Kontaktmålinger

PEAK VALUE STATISTICS [SCALED]: KONTAKT-INNF-NOT-180 (V)

Number of maxima above 4.

Test nr.	Groups (V)		
	4-8	8-12	
3030	28	1425	BR: 25 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
3040	56	1075	BR: 25 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
3050	48	1180	BR: 25 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
3060	79	809	BR: 25 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
3065	48	749	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
3066	-	-	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.25 m/s
3070	28	106	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
3080	37	192	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
3090	4	307	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
3100	2	112	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
3110	2	252	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
3120	1	341	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
3130	2	483	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
3140	7	709	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
4030	145	200	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
4040	159	277	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
4050	171	571	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
4060	73	272	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
4070	95	325	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
4080	79	381	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.50 m/s
4100	13	214	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
4130	20	552	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s
4140	31	676	BR: 50 kg/m, Strøm: 0.70 m/s

# Sammendrag og konklusjoner (I) (MARINTEK)

- 3 systemer testet: Kjetting, Tau, BR direkte i nota
- Systemene var relativt ekvivalente
- Ingen klare faresignaler mhp. å benytte 'BR direkte i nota'-alternativet
- Fordel med 'Dir. i nota': Unngår vertikale kjettinger (tau) og kontaktproblemer
- Noe høyere laster i 'Dir. i nota'-alt., men ikke store (20 kN).
- Lite forskjell å se på de 3 systemene, ref. UW-video. Noe mindre utspiling av nota i 'Dir. i nota'-alt.
- Midlere strekk målt i vertikale forbindelser er relativt konstant, uavhengig av bølgetilstand.
- Økning i strekk skyldes dynamikk (bølger).
- Vertikale kjettinger jobber i rykk unødig, gir intet bidrag til godhet av systemet i normal operasjon.

## Sammendrag og konklusjoner (II) (MARINTEK)

- Lite strøm fører til mindre kontakt, mye strøm fører til økt kontakt (på le mellom kjetting og not).
- Men kjenner ikke grenseverdiene, de avhenger av mange parametre: rigging, nedvekting, soliditet, begroing, dimensjoner på FR og BR, etc.
- Strekk under bøya: Normale strekk fordelinger (dupper lett i bølgene).
- Forankringsliner: Relativt høye strekk.
- Haneføtter: Skjevfordelt last.
- VIV: Ikke observert (godt dempet system).
- BR-vekt: 50 kg/m. bedre ut enn 25 kg/m.
- 450 mm FR ikke så stiv som 500 mm, mindre rykk (mot BR gjennom VKJ).