

**MARINTEK**

Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt AS

580367:

# **Merd-forsøk. Kapasitets-undersøkelse**

**Tester utført i MARINTEKs Havbasseng  
Mai 2013.**

**Presentasjon -Oppsummering – Konklusjoner**

**Presentert av  
Ivar Nygaard, MARINTEK**

**MARINTEK**

Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt AS

# Kort om MARINTEK

Trondheim, 16. oktober 2013

# Marinteknisk senter



# Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt A/S (MARINTEK)

- Utvikler **hævomsteknologi** i et globalt marked
- Oppdragsgiverne er hovedsakelig industri, næringsliv, akademiske institusjoner, organisasjoner og offentlig sektor



- 210 ansatte fra 20 land



- Hovedkontor i Trondheim



Tyholt, 1952



# Kort historisk tilbakeblikk

An aerial black and white photograph of the Tyholt research facility. The image shows a long, multi-story building complex in the foreground, surrounded by fields and some residential houses. In the background, there are rolling hills and two tall, thin towers. The sky is overcast with clouds. The text is overlaid on the image in white.

1. september 1939

Åpning av Skipsmodelltanken på Tyholt

1951

Skipsteknisk forskningsinstitutt (SFI) etablert

1972

Sammenslåing av SFI og Skipsmodelltanken  
til Norges Skipsforskningsinstitutt (NSFI)

1981

Åpning av Havbassenget på Tyholt

1. januar 1985

MARINTEK AS etableres

# MARINTEKs arbeidsområder

+ 70 år

MARITIM

Fremtidens skipsfart  
skapes på land



+ 30 år

OLJE OG GASS

Fremtidens viktigste  
landing skjer ikke på månen,  
men på havbunnen



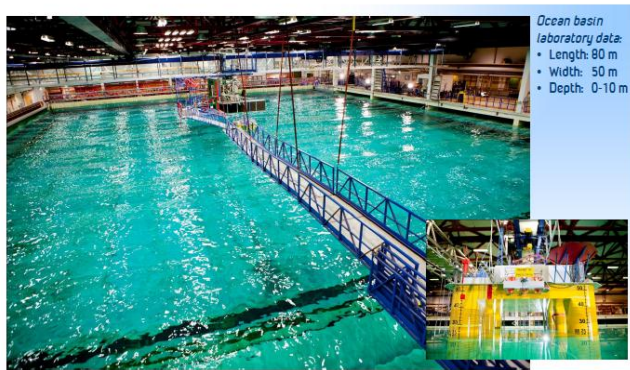
+ 10 år

HAVENERGI

For å løse energikrisen  
på land må vi ta  
havrommet i bruk



## Ocean Basin Laboratory



**Ocean basin laboratory data:**

- Length: 80 m
- Width: 50 m
- Depth: 0-10 m

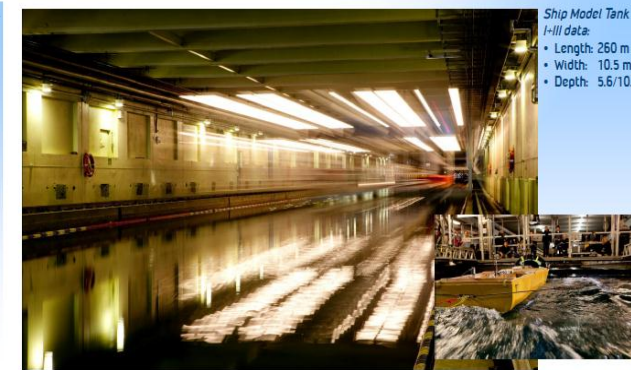
## Marine Structures Laboratory



**Marine structures lab data:**

- Small scale testing
- Full scale testing

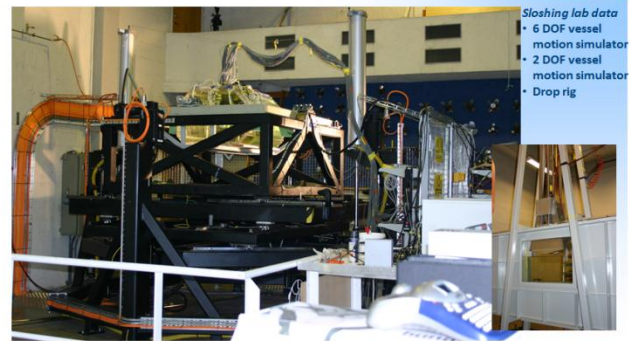
## Ship Model Tank



**Ship Model Tank I-III data:**

- Length: 260 m
- Width: 10.5 m
- Depth: 5.6/10.0

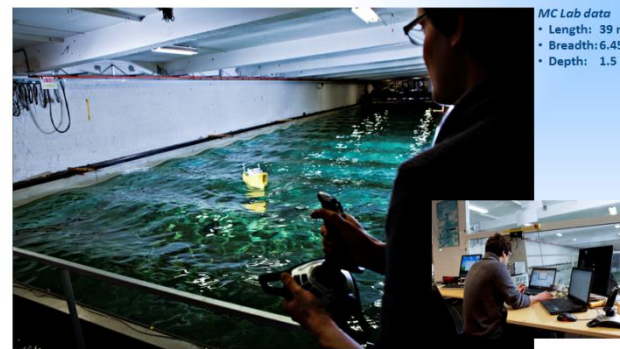
## Slushing Laboratory



**Slushing lab data:**

- 6 DOF vessel motion simulator
- 2 DOF vessel motion simulator
- Drop rig

## Marine Cybernetics Laboratory



**MC Lab data:**

- Length: 39 m
- Breadth: 6.45 m
- Depth: 1.5 m

## Cavitation Tunnel



**Cavitation tunnel data:**

- Diameter of working section: 1.20 m
- Length of working section: 2.08 m
- Maximum water velocity: 18 m/sec.

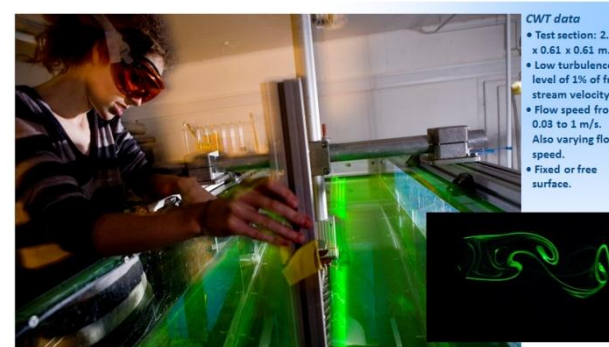
## Energy-/Machinery Laboratory



**Facilities:**

- Test area foundation for rigs, process equipment and full scale set-up.
- Engines and auxiliary machinery.
- Exhaust gas cleaning systems.
- Fuel treatment and combustion technology.
- Instrumentation for laboratory and on-site use.

## Circulating Water Tunnel



**CWT data:**

- Test section: 2.50 x 0.61 x 0.61 m.
- Low turbulence level of 1% of free stream velocity.
- Flow speed from 0.03 to 1 m/s. Also varying flow speed.
- Fixed or free surface.

## Model Production



**Model production**  
Manufactured in our engineering workshop:

- Hull models
- Propeller models



Økt energieffektivitet til sjøs



Tilstandsovervåking og driftslogistikk ved offshore vindparker



Økt sikkerhet og beredskap i nordområdene



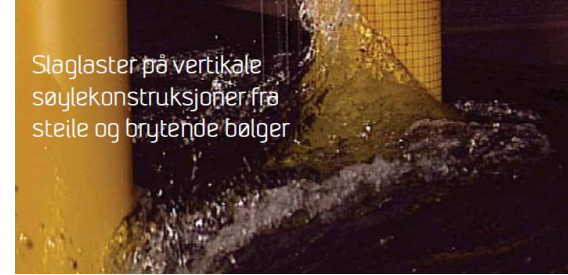
Testing og verifikasjon av flytersystemer og spesialfartøyer



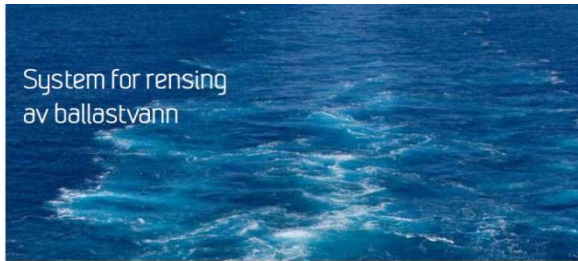
Effektivisering av skipsoperasjoner: e-Maritime og e-Navigation



Slaglaster på vertikale søylekonstruksjoner fra steile og brytende bølger



System for rensing av ballastvann



LNG (flytende naturgass) som drivstoff



Utvikling av indeks for aldring av offshoreinstallasjoner



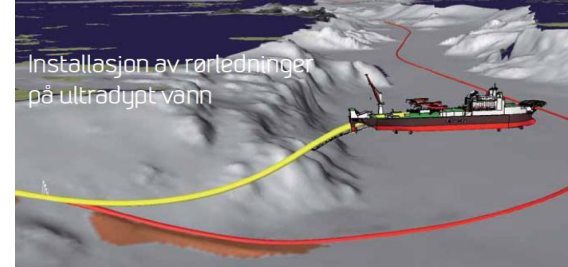
EU-prosjektet Flagship for sikkerhet, miljø og konkurransevne



Utvikling av indeks for aldring av offshoreinstallasjoner



Installasjon av rørledninger på ultradypt vann



Nye metoder for avdekking av lekkasjer på store ventiler



Propulsjon i bølger og energieffektiv propulsjon



Testing av tidevannsturbiner i ekstremkombinasjoner med bølger og strøm



«Hywind»



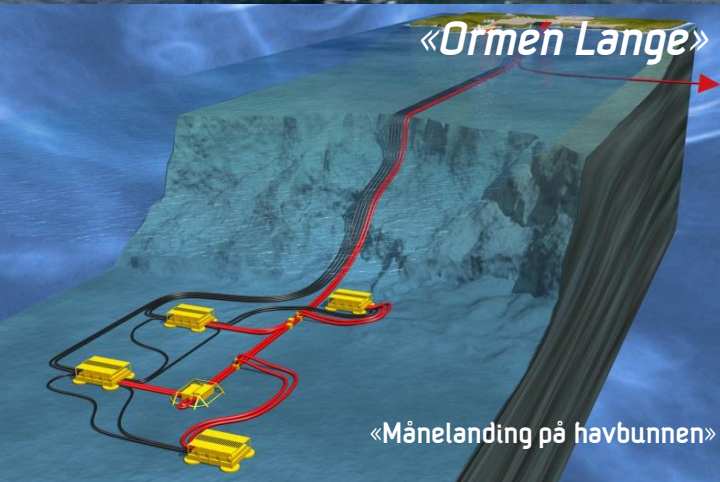
Verdens første flytende havvindturbin

«Sevan»



Banebrytende konsept for flytende produksjon

«Ormen Lange»



«Månelanding på havbunnen»

# Teknologi- utvikling vi har bidratt til

«Troll A»



Verdens høyeste betongplattform

«Skandi Aker»



«Ship of the year 2010»

Brønnintervensjonsskip

Blant de største offshorefartøyer bygget i Norge

«Ulstein X-bow»



«Årets ingeniørbragd 2005»

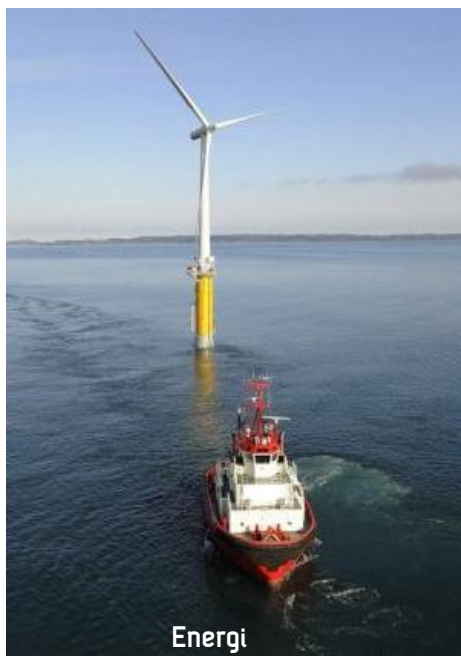
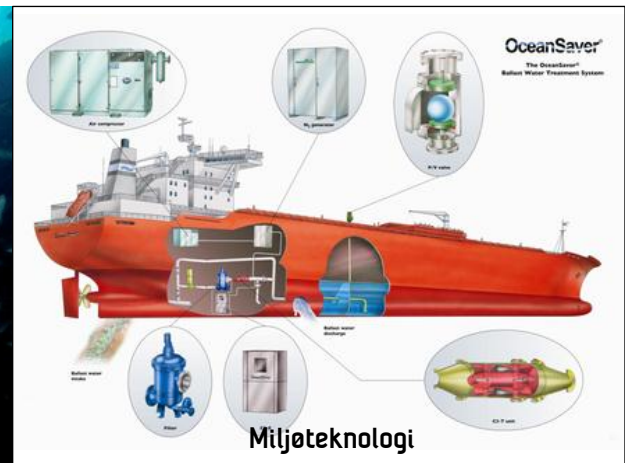
Revolusjonerende norsk skipsdesign

«Far Samson»



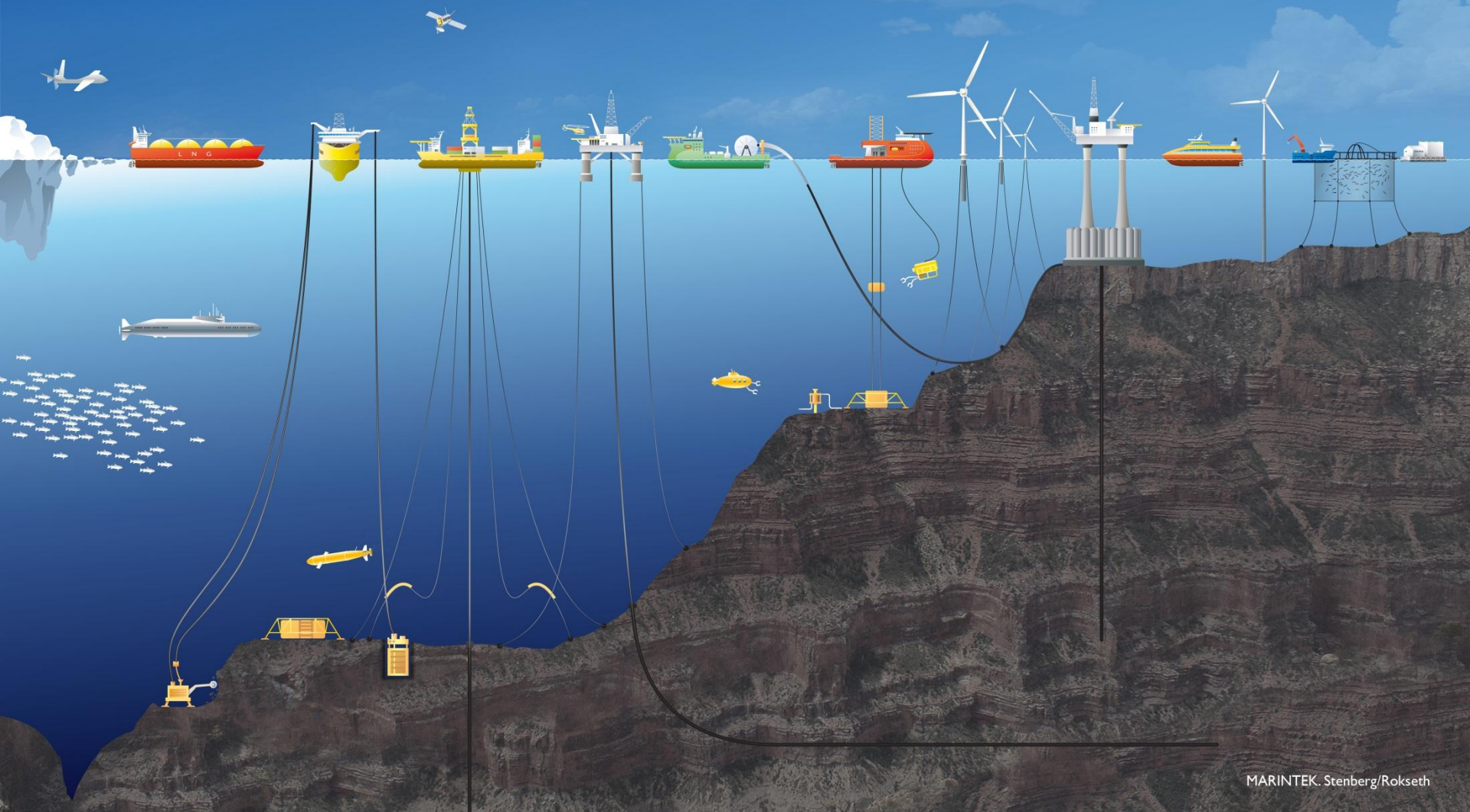
Verdens sterkeste skip (slepekraft)

# Havrommet er knyttet til de næringsområder der Norge har «kompetanse eller særlige fortrinn» \*



\* Regjeringen Stoltenberg II

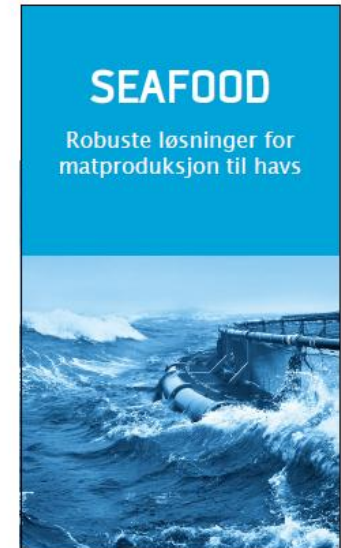
# Havrommet



Fremtidens kunnskapssenter i 2020?



# Fem strategiske satsingsområder for Tyholtmiljøet



An underwater scene with sunlight rays filtering through the water, creating a blue and white color palette. The text "Teknologi erobrer havrommet" is centered in the image.

**Teknologi erobrer havrommet**

**MARINTEK**

Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt AS

# **Merd-forsøk. Kapasitets-tester. Interaksjon mellom not og utspilingsystem.**

**Modell-tester utført i MARINTEKs Havbasseng  
Mai 2013.**

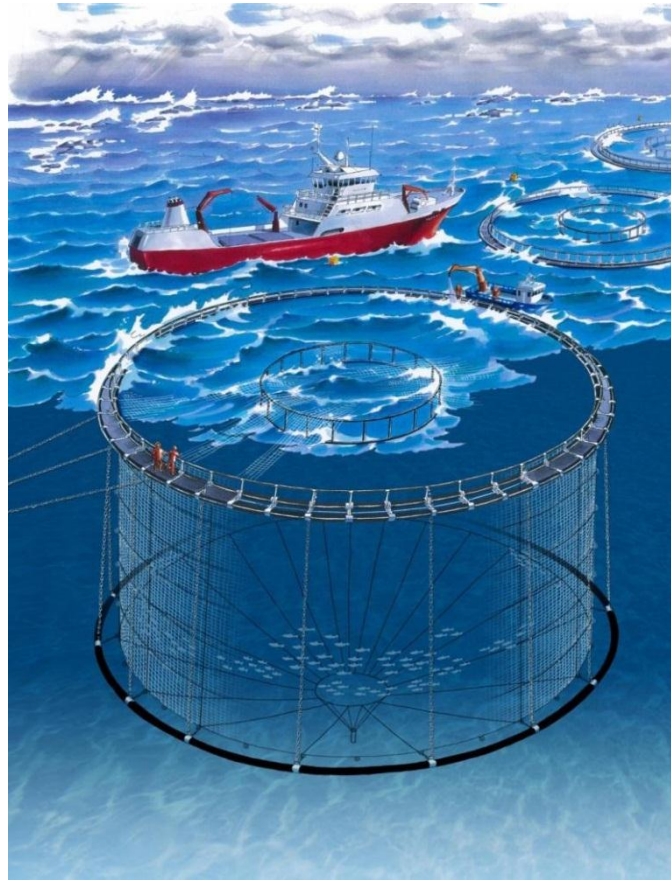
**Presentasjon -Oppsummering – Konklusjoner**

**Presentert av  
Ivar Nygaard, MARINTEK**



# Kapasitets-tester av 3 typer fiskemerd

Prinsipp-skisse:



# BAKGRUNN

- Behov: mer kunnskap knyttet til kapasitetsgrensene for eksisterende merd-anlegg med tanke på sikkerhet mot rømning.
- Prosjektforslag (2012): fra SINTEF-FH til 'Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond', FHF.
- Formål: øke kunnskapsbasen for rømningssikker bruk av not og utspilingssystem under ulike værforhold.
- Prosjektet fikk tittelen: "**Interaksjon mellom not og utspilingssystem**".

# MÅLSETNING

- Studere oppførsel til not, flytekrage og utspilingssystem for å unngå gnag mellom not og utspilingssystem.
- Teste forskjellige løsninger og oppsett basert på eksisterende hovedløsninger og innspill fra leverandører. Endelig forsøksoppsett ble definert av en styringsgruppe.

# 3 typer merd-oppsett

- **A:** Vanlig (standard) merd med 450 mm diameter flytering, diameter 50 m, sylinder-høyde 15 m, kon-høyde 10 m, 40 not-paneler. 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.

# A: Kjetting

- Flytekrage basert på 2 stk. 450 mm diameter plastrør med 40 klammer, omkrets 157 m. SDR = 17.6.
- Bunnring basert på 280 mm diameter plastrør, omkrets 157 m, neddykket vekt på (25-) 50 kg/m i bunnringen.
- 20 vertikale kjettinger mellom flytekrage og bunnring
- Neddykket vekt på 200 (850) kg på senterloddet
- Dybde av not på 15 meter fra flytekrage til bunntau og 10 meter dybde av kon.

# B: Tau

- Tre glideløkker festet mellom nota og tauet som holdt bunnringen. Glideløkkene var nesten uten vekt i vann og skulle bare gi et geometrisk bidrag.
- Vekten i blylina ble satt til 1 kg/m (i fullskala).
- For øvrig gjaldt det samme oppsettet med bunnringen som i A (Kjetting).

# C: Direkte i nota

- Nota festet i flytekragen oppe på vanlig måte, assistert av skråtau fra flyteringen og 5 m ned i nota.
- Bunnringen festet direkte inn i notlinet via innfestingstamper, dvs. uten bruk av vertikale kjettinger eller tau ned fra flyteringen.

# Modell-bilder

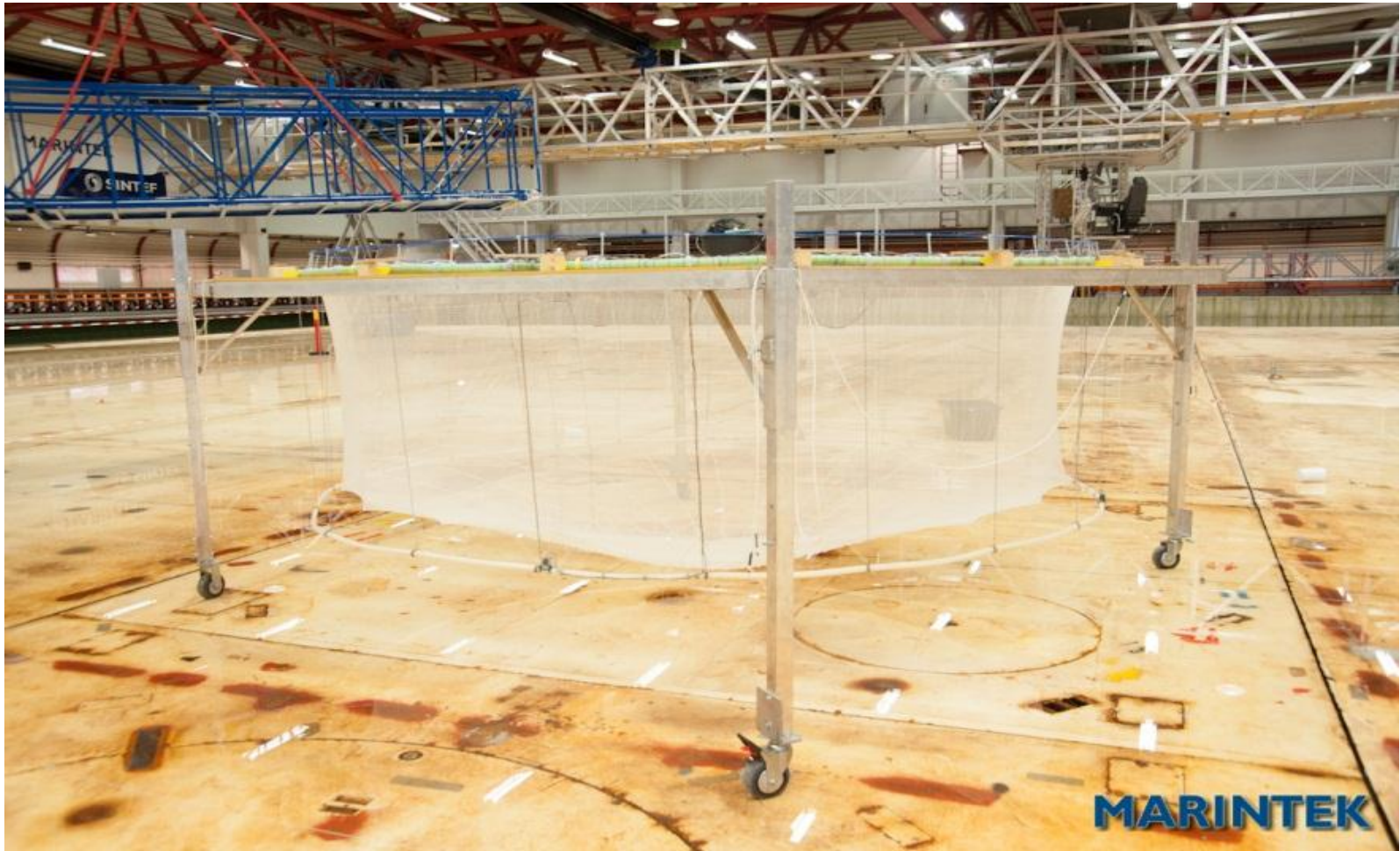




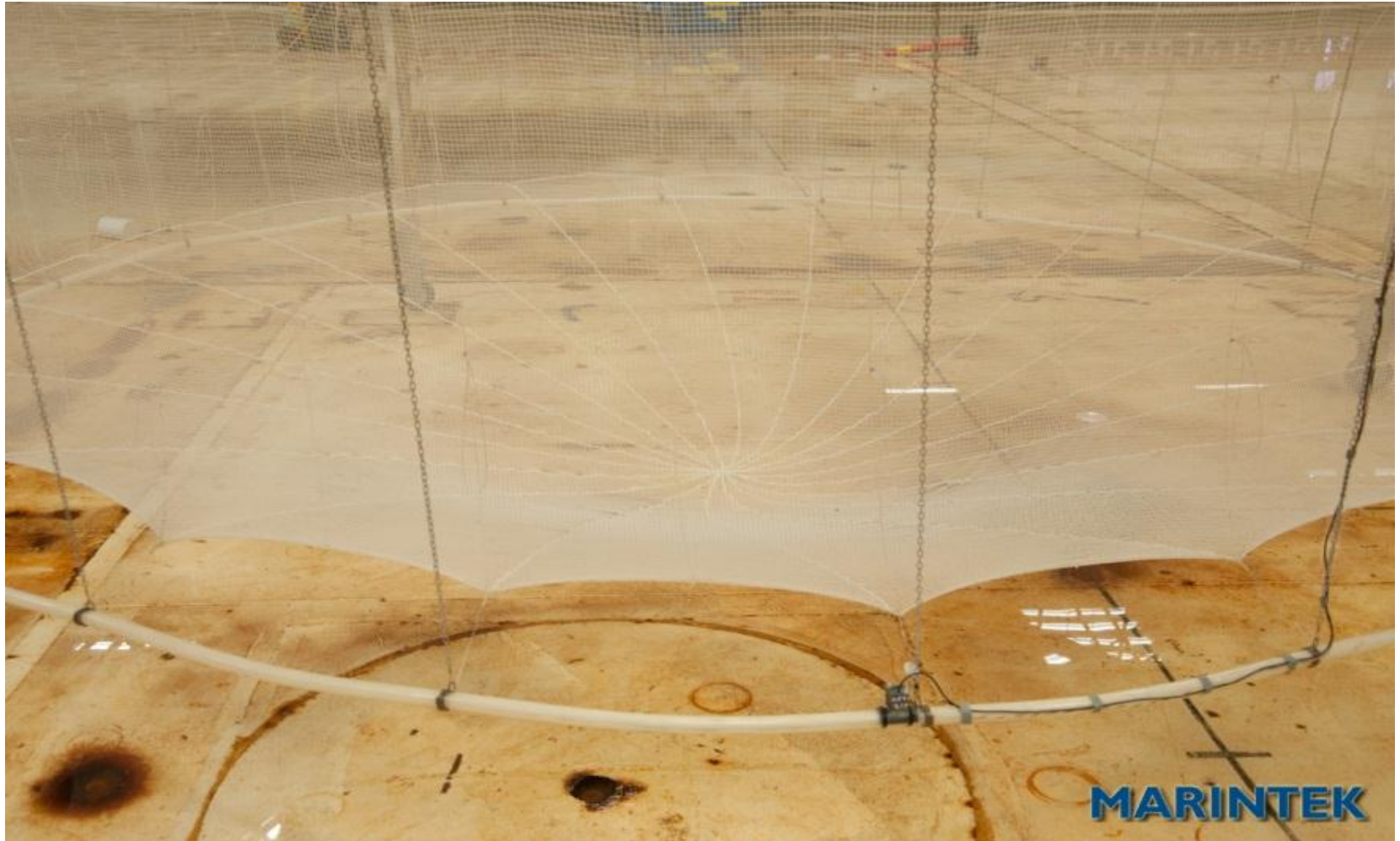
# Flyteringen



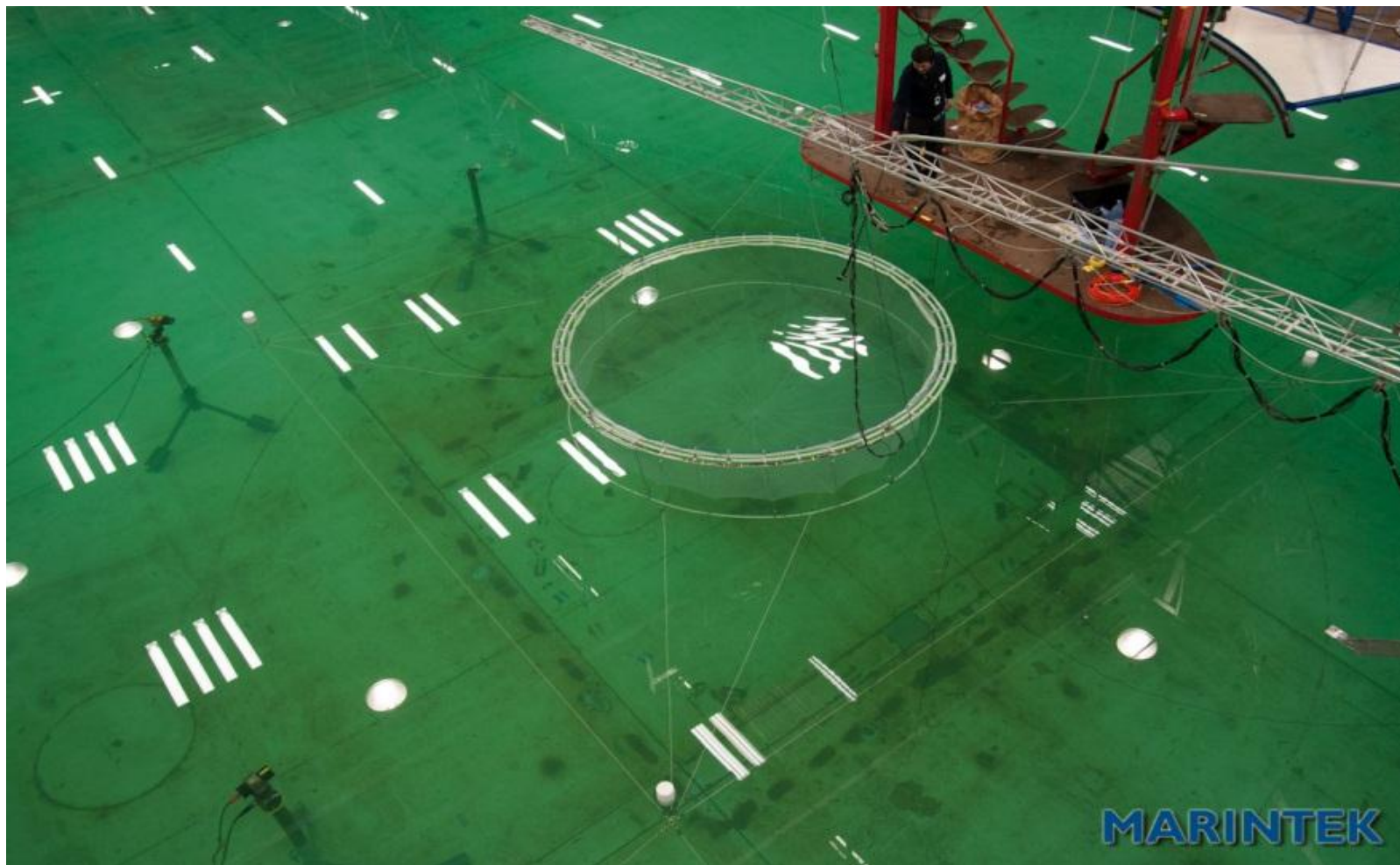
# Nota



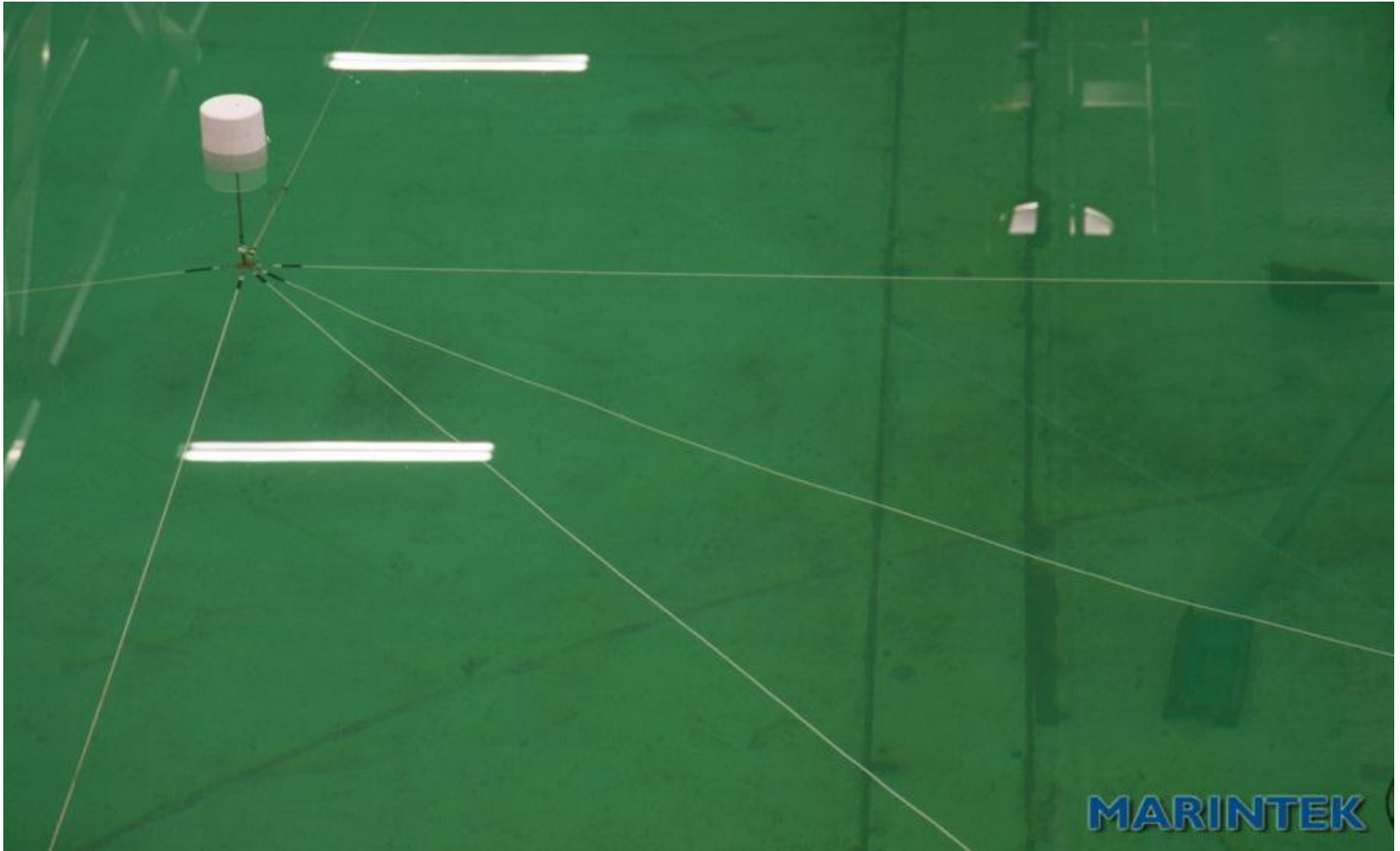
# Bunnring



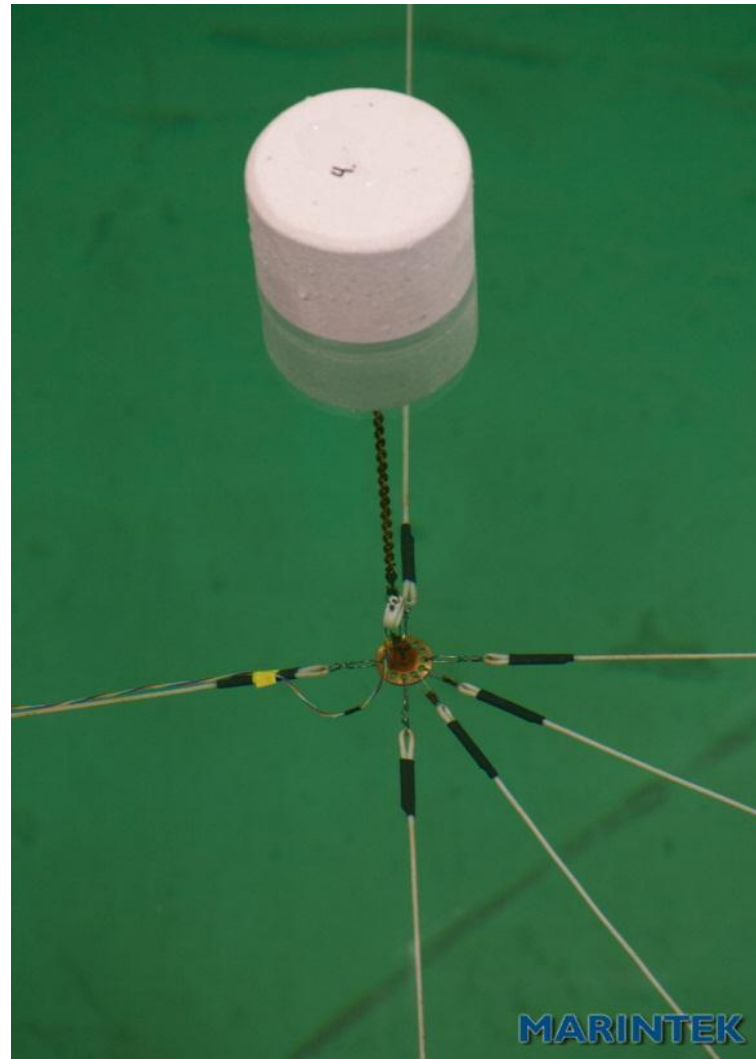
# Oppsett



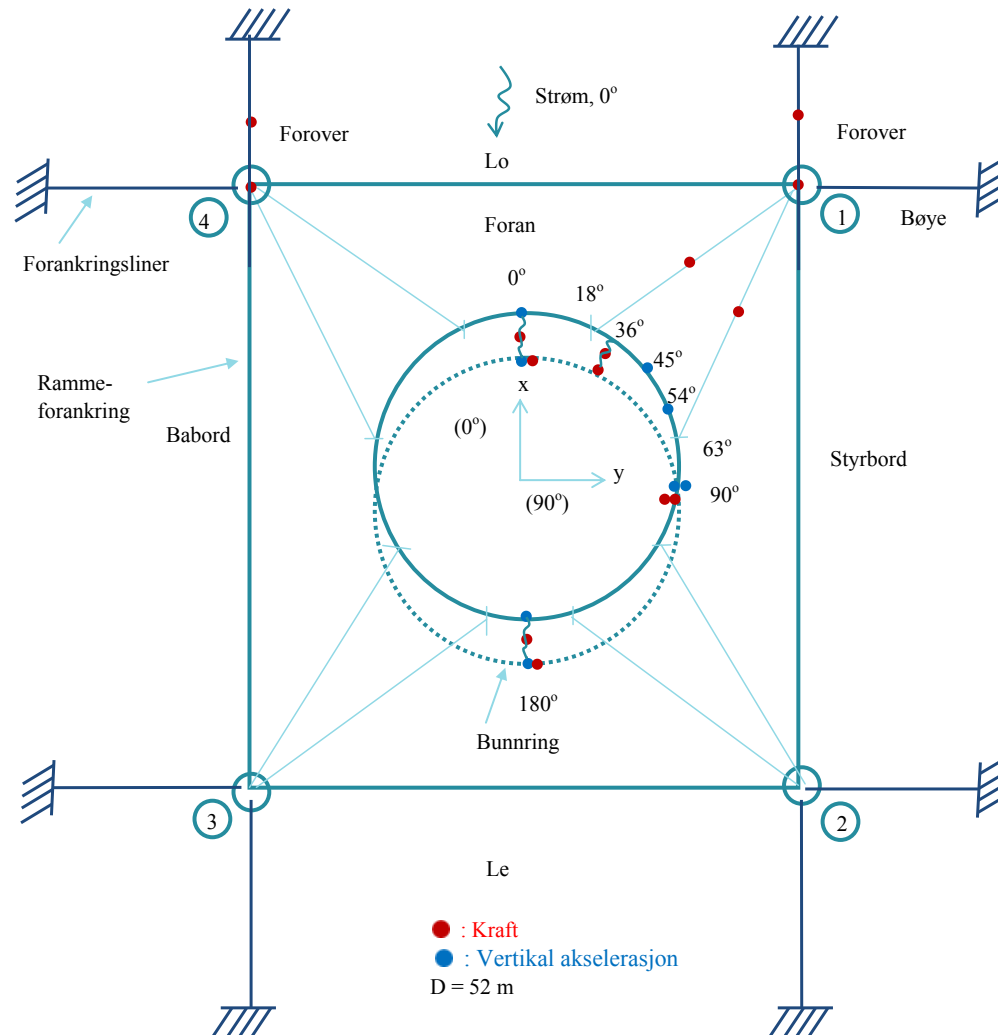
# Flytebøye



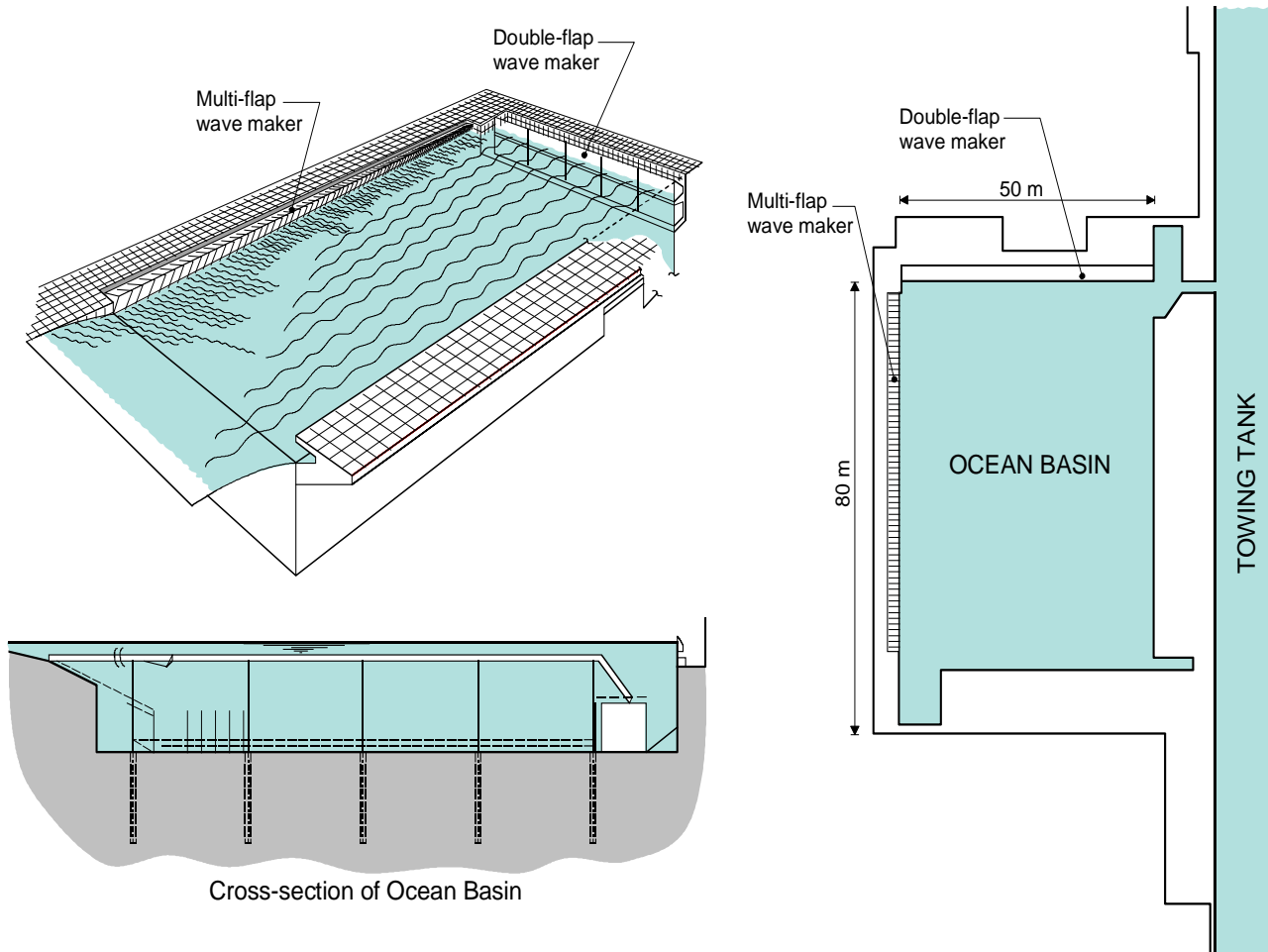
# Koplingsskive



# Instrumentering



# The Ocean Basin Laboratory

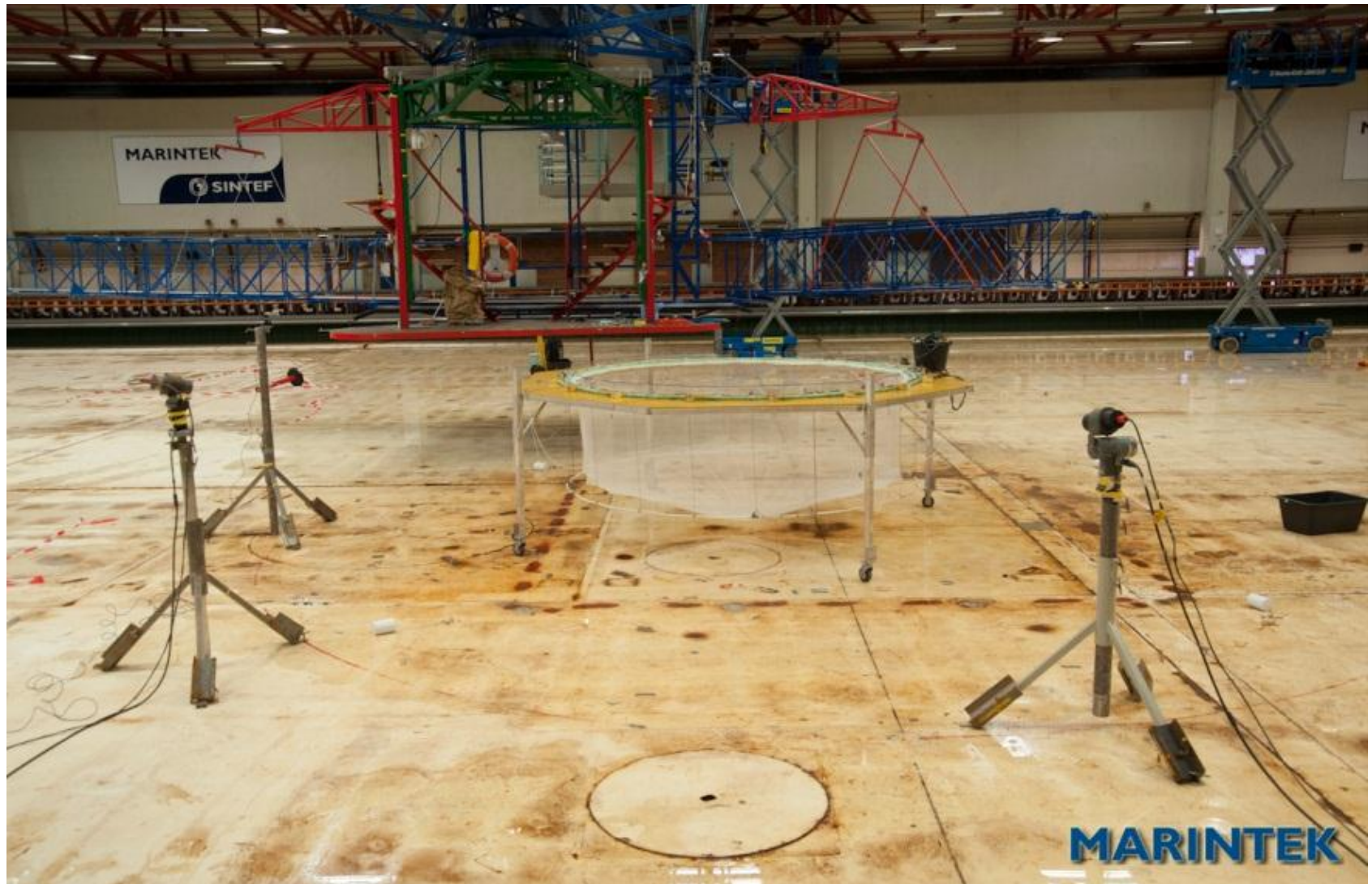


Cross-section of Ocean Basin

**Length: 80 m - Width: 50 m - Depth: 0-10 m**



# Test oppsett



**MARINTEK**

# Bølger og strøm

Nr.	Bølge fil	Bølge type	Hs (m)	Tp (s)	$\gamma$	Retning (deg.)	Strøm, Vc (m/s)	Beskrivelse	Frøtall (RN)
1	8111	Irr.	1.0	4.0	2.0	0	0.7	Kolineær	47
2	8126	Irr.	1.5	4.5	2.0	0	0.7	Kolineær	297
3	8131	Irr.	2.0	5.0	2.0	0	0.7	Kolineær	63
4	8141	Irr.	2.5	6.0	2.0	0	0.7	Kolineær	93
5	8150	Irr.	3.0	7.0	2.0	0	0.7	Kolineær	114
6	8160	Irr.	4.0	8.0	2.0	0	0.7	Kolineær	75
7	8211	Irr.	1.0	4.0	2.0	0	0.5	Kolineær	47
8	8225	Irr.	1.5	4.5	2.0	0	0.5	Kolineær	297
9	8234	Irr.	2.0	5.0	2.0	0	0.5	Kolineær	63
10	8242	Irr.	2.5	6.0	2.0	0	0.5	Kolineær	93
11	8251	Irr.	3.0	7.0	2.0	0	0.5	Kolineær	114
12	8260	Irr.	4.0	8.0	2.0	0	0.5	Kolineær	75
13	8310	Reg.	2.5	6.0	-	0	0	-	
14	8320	Reg.	2.5	8.0	-	0	0	-	
15	8333	Reg.	2.5	6.0	-	0	0.5	Kolineær	
16	8341	Reg.	2.5	8.0	-	0	0.5	Kolineær	

# Test program: A

Table 7.1 Test Program		Test series 3000: Stand <b>Ny 3</b> Slett linje <b>3</b> lokale kjettinger															
Title:	Merd test										Reg. time (s):	0					
P. no.:	580367										Model scale:	16					
Test no.	Test identification	Test type	Wave condition			Current		Wind		Additional text	Files			Current pumps		Date (dd.mm) (+/-)	Comments
			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		
3010	CURR C0.5/0	CURR				0.5	0							100		14.05	BR=25 kg/m
3020	CURR C0.7/0	CURR				0.7	0								100	15.05	BR=50 kg/m
3030	IRR H1 T4 D0 C0.5/0	IRR	1	4	0	0.5	0				8211			100		14.05	BR=25 kg/m
3040	IRR H1,5 T4,5 D0 C0.5/0	IRR	1,5	4,5	0	0.5	0				8225			100		14.05	BR=25 kg/m
3050	IRR H2 T5 D0 C0.5/0	IRR	2	5	0	0.5	0				8234			100		14.05	BR=25 kg/m
3060	IRR H2,5 T6 D0 C0.5/0	IRR	2,5	6	0	0.5	0				8242			100		14.05	BR=25 kg/m
3070	IRR H3 T7 D0 C0.5/0	IRR	3	7	0	0.5	0				8251			100		15.05	BR=50 kg/m
3080	IRR H4 T8 D0 C0.5/0	IRR	4	8	0	0.5	0				8260			100		15.05	BR=50 kg/m
3090	IRR H1 T4 D0 C0.7/0	IRR	1	4	0	0.7	0				8111			100	15.05	BR=50 kg/m	
3100	IRR H1,5 T4,5 D0 C0.7/0	IRR	1,5	4,5	0	0.7	0				8126			100	15.05	BR=50 kg/m	
3110	IRR H2 T5 D0 C0.7/0	IRR	2	5	0	0.7	0				8131			100	15.05	BR=50 kg/m	
3120	IRR H2,5 T6 D0 C0.7/0	IRR	2,5	6	0	0.7	0				8141			100	15.05	BR=50 kg/m	
3130	IRR H3 T7 D0 C0.7/0	IRR	3	7	0	0.7	0				8150			100	15.05	BR=50 kg/m	
3140	IRR H4 T8 D0 C0.7/0	IRR	4	8	0	0.7	0				8160			100	15.05	BR=50 kg/m	
3150	REG H2,5 T6 D0	REG	2,5	6	0						8310					14.05	BR=25 kg/m
3160	REG H2,5 T8 D0	REG	2,5	8	0						8320					14.05	BR=25 kg/m
3170	REG H2,5 T6 D0 C0.5/0	REG	2,5	6	0	0.5	0				8333			100		14.05	BR=25 kg/m
3180	REG H2,5 T8 D0 C0.5/0	REG	2,5	8	0	0.5	0				8341			100		14.05	BR=25 kg/m
3065	IRR H2,5 T6 D0 C0.5/0	IRR	2,5	6	0	0.5	0				8242			100		15.05	BR=50 kg/m
3066	IRR H2,5 T6 D0 C0.25/0	IRR	2,5	6	0	0.25	0				8242			50%		15.05	BR=50 kg/m, Halvert strøm

# Test program: B

Table 7.2 Test Program		Test series 4000: Standard merd med vertikale tau															
Title:	Merd test											Reg. time (s):	0				
P. no.:	580367											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		
4010	CURR C0.5/0	CURR				0.5	0								100		15.05
4020	CURR C0.7/0	CURR				0.7	0									100	16.05
4030	IRR H1 T4 D0 C0.5/0	IRR	1	4	0	0.5	0			8211				100		15.05	
4040	IRR H1,5 T4,5 D0 C0.5/0	IRR	1,5	4,5	0	0.5	0			8225				100		16.05	
4050	IRR H2 T5 D0 C0.5/0	IRR	2	5	0	0.5	0			8234				100		16.05	
4060	IRR H2,5 T6 D0 C0.5/0	IRR	2,5	6	0	0.5	0			8242				100		16.05	
4070	IRR H3 T7 D0 C0.5/0	IRR	3	7	0	0.5	0			8251				100		16.05	
4080	IRR H4 T8 D0 C0.5/0	IRR	4	8	0	0.5	0			8260				100		16.05	
4090	IRR H1 T4 D0 C0.7/0	IRR	1	4	0	0.7	0			8111					100		
4100	IRR H1,5 T4,5 D0 C0.7/0	IRR	1,5	4,5	0	0.7	0			8126					100	16.05	
4110	IRR H2 T5 D0 C0.7/0	IRR	2	5	0	0.7	0			8131					100		
4120	IRR H2,5 T6 D0 C0.7/0	IRR	2,5	6	0	0.7	0			8141					100		
4130	IRR H3 T7 D0 C0.7/0	IRR	3	7	0	0.7	0			8150					100	16.05	
4140	IRR H4 T8 D0 C0.7/0	IRR	4	8	0	0.7	0			8160					100	16.05	
4150	REG H2,5 T6 D0	REG	2,5	6	0					8310						15.05	
4160	REG H2,5 T8 D0	REG	2,5	8	0					8320						15.05	
4170	REG H2,5 T6 D0 C0.5/0	REG	2,5	6	0	0.5	0			8333				100		15.05	
4180	REG H2,5 T8 D0 C0.5/0	REG	2,5	8	0	0.5	0			8341				100		15.05	

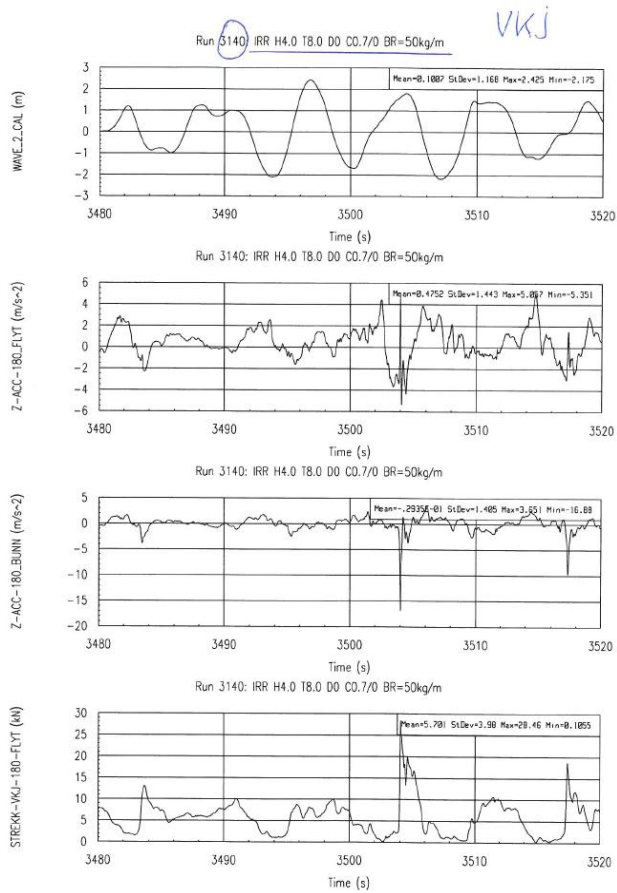
# Test program: C

Table 7.3 Test Program		Test series 5000: Star <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ny 3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px; color: red;">Slett linje</span> lunnring i nota														
Title:	Merd test										Reg. time (s):	0				
P. no.:	580367										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

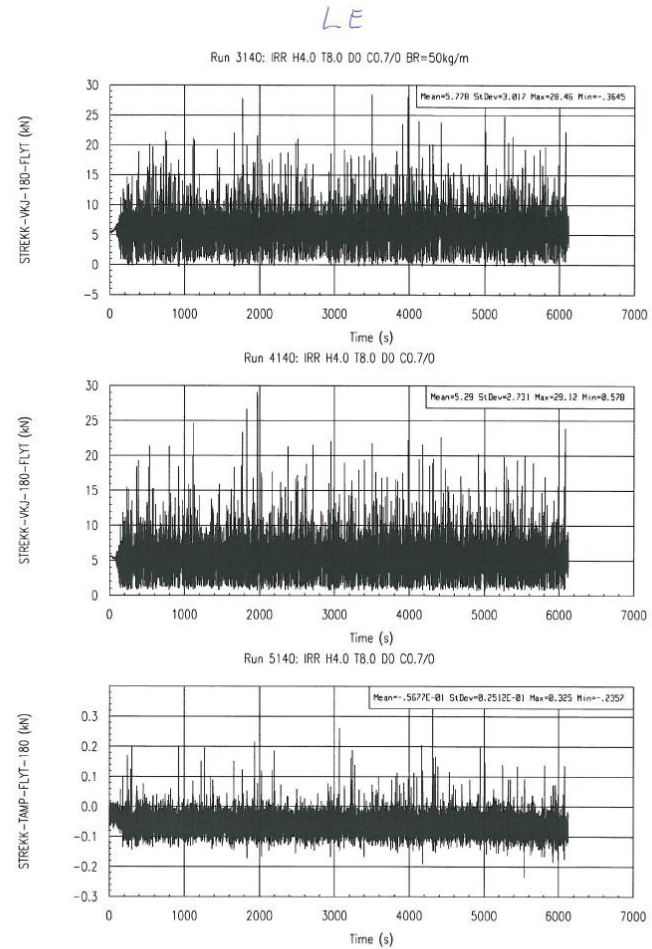
# Test T3140: $H_s = 4 \text{ m}$ , $T_p = 8 \text{ s}$ , $V_c = 0.7 \text{ m/s}$



# Resultater



MARINTEK 2013-08-26 13:31 by plotit,20.5860; /local/joerna/e/ma580367/aly/lrz/ C03140



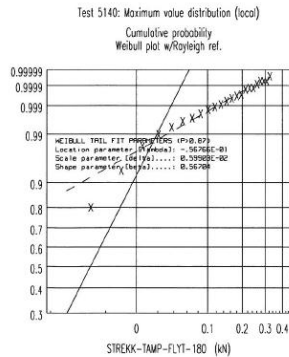
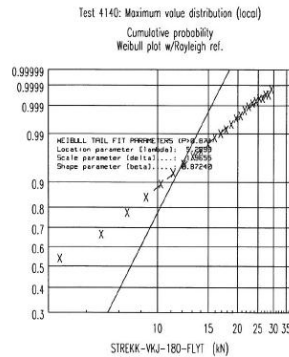
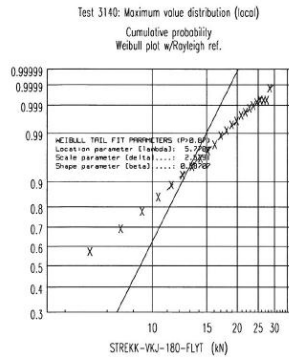
MARINTEK 2013-08-26 11:18 by plotit,20.5860; /local/joerna/e/ma580367/aly/lrz/ C03140 C04140  
C05140

Scalad 1:1:6 | se:/user/foal/proc/actile\_info.dat

Scalad 1:1:6 | se:/user/foal/proc/actile\_info.dat

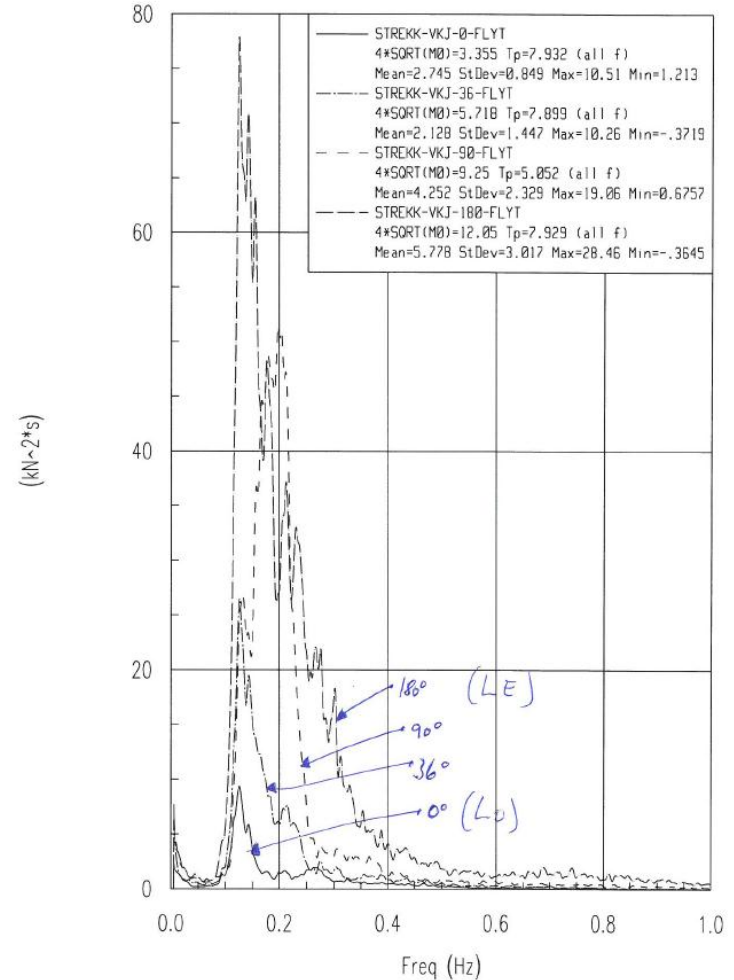
# Resultater

Run 3140: IRR H4.0 T8.0 D0 C0.7/0 BR=50kg/m



MARINTEK 2013-08-26 11:17 by plotit,20.5#60: /local/joeva/e/m590367/aly/irr/ C03140 C04140 C05140

Scaled 1:16 | Time-window=[0,6124,00]Fv=[0,1]Hz sp-peak-thr=0.099 [Unscaled base=0.01]  
sc-/usr/local/proj/scale\_info.dat



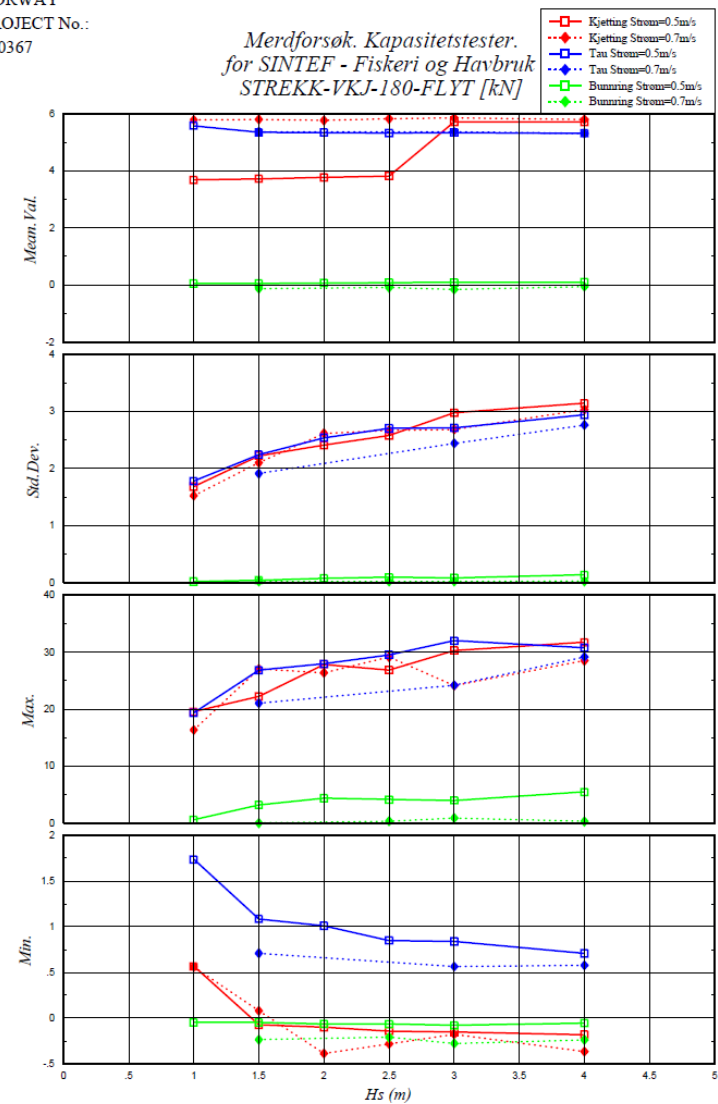
MARINTEK 2013-08-26 12:43 by plotit,20.5#60: /local/joeva/e/m590367/aly/irr/ C03140



# Samle plott - 1

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

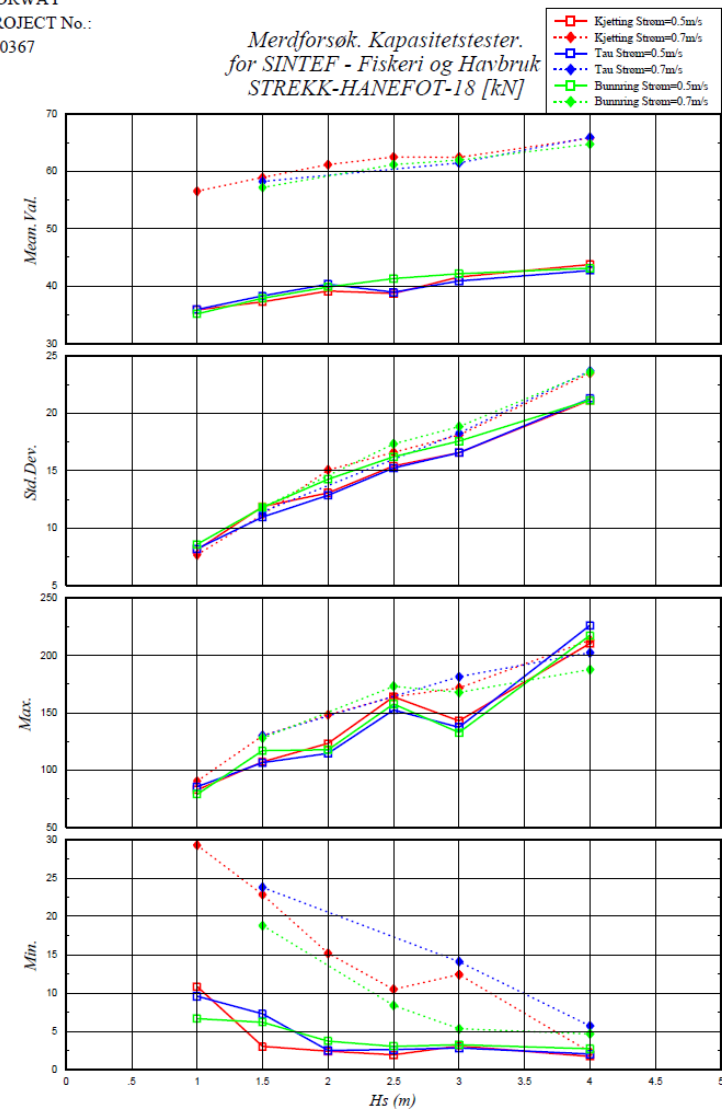
Figur 9.4



# Samle plott - 2

MARINTEK  
NORWAY  
PROJECT No.:  
580367

Figur 9.9



# Kontakt-målinger

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

# Konklusjoner - 1

- 3 systemer testet: Kjetting, Tau, BR direkte i nota
- Systemene var relativt ekvivalente
- Ingen klare føresignaler mhp. å benytte 'BR direkte i nota'-alternativet
- Fordel med 'Dir. i nota': Unngår vertikale kjettinger (tau) og kontakt-problemer
- Noe høyere laster i 'Dir. i nota'-alt., men ikke store (14 kN).

## Konklusjoner - 2

- 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.

# Konklusjoner - 3

- 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).
- Håneføtter: Skjevfordelt last.

# Konklusjoner - 4

- Forankringsliner: Relativt høye strekk.
- VIV: Ikke observert (godt dempet system).
- Evt. rykk i innfestingstamper: Løses mot nota / innfesting.
- Lite Bunnlodd: Bedre forhold med større bunnlodd ? (uprøvd)
- Prøvd (stort sett) bare en BR-vekt: 50 kg/m. Dette så bedre ut enn 25 kg/m, men tyngre er uprøvd.
- 450 mm FR ikke så stiv som 500 mm, mindre rykk (mot BR gjennom VKJ).