

A26111 - Åpen

Rapport

Sluttrapport for FHF prosjekt #900813 Interaksjon mellom not og utspilingsystem

Modellforsøk for å få frem grunnleggende kunnskap om oppførsel til not og utspilingsystem under ulike værforhold

Forfatter(e)

Arne Fredheim

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Postadresse:
Postboks 4762 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 40005350
Telefaks: 93270701fish@sintef.no
www.sintef.no/fisk
Foretaksregister:
NO 980 478 270 MVA

Rapport

Sluttrapport for FHF prosjekt #900813 Interaksjon mellom not og utspilingsystem

Modellforsøk for å få frem grunnleggende kunnskap om oppførsel til not og utspilingsystem under ulike værforhold

EMNEORD:
Havbruksteknologi
Modelltesting
MerdVERSJON
1.0DATO
2014-05-09FORFATTER(E)
Arne FredheimOPPDRAGSGIVER(E)
Fiskeri og havbruksnæringens ForskningsfondOPPDRAGSGIVERS REF.
900813PROSJEKTNR
6020265ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
12+ vedlegg

SAMMENDRAG

Overskrift sammendrag

Bakgrunnen for prosjektet er rømming av fisk på grunn av hull i not forårsaket av gnag fra bunnringkjetting på not. Dette har vært en av de største årsakene til rømming av fisk de sist årene. Hovedmålet med prosjektet har vært å få frem grunnleggende kunnskap for rømmingssikker bruk av not og utspilingsystem under ulike værforhold. Dette først og fremst ved gjennomføring av modellforsøk av en komplett merd med not, flytekrage og forankringsystem i havmiljøbassenget til MARINTEK.

Det er svært mange faktorer og parametere som påvirker hvordan et merdsystem oppfører seg i bølger og strøm, og kontakt mellom bunnringkjetting/tau og not. Som f.eks. rigging av system, eventuelt overlín for not, vekt i bunnring, vekt av bunnlodd, innfesting mellom bunnring og not, og strømforhold. Prosjektet i samarbeid med Rømmingsutvalget til FHL utarbeidet konkrete anbefalinger basert på resultat i dette prosjektet.

UTARBEIDET AV
Arne Fredheim

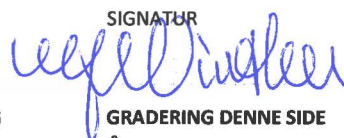
SIGNATUR

KONTROLLERT AV
Pål Lader

SIGNATUR

GODKJENT AV
Ulf Winther

SIGNATUR

RAPPORTNR
A26111ISBN
978-82-14-05722-5GRADERING
ÅpenGRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1.0	2014-05-09	Ferdig rapport

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Oppgaver og leveranser i prosjektet	5
2.1	Innledende arbeid.....	5
2.2	Modellforsøk i Havmiljøbassenget på MARINTEK.....	5
2.3	Numerisk analyse basert på eksisterende numeriske dataverktøy ved SINTEF Fiskeri og havbruk og NTNU.....	6
2.4	Resultatformidling.....	6
2.5	Administrasjon og kvalitetssikring.....	7
2.6	Oversikt over leveranser i prosjektet i forhold til plan og kontrakt.....	7
3	Møte med leverandører av havbruksteknologi	8
4	Åpent seminar for presentasjon av resultat og diskusjon	11
5	Oppsummering av modellforsøk	8
6	Oppsummering av resultat og anbefalinger	12

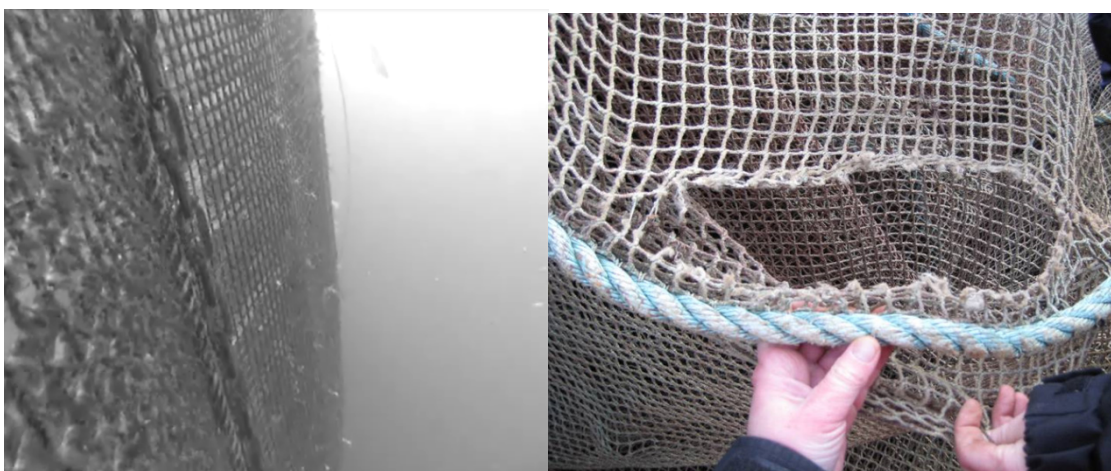
BILAG/VEDLEGG

1. 580367.00.01/ MT58 Å13-129 – Åpen Merdforsøk. Kapasitets-tester
2. OMAE2014-23382 Simulation and Validation of a Numerical Model of a Full Aquaculture Net-Cage System
3. OMAE2014-24647 Model testing of fish farms for validation of analysis programs
4. Møtereferat FHF Prosjekt: Interaksjon mellom not og utspilingssystem. Møte med leverandører onsdag 14. november 2012, 1000-1330.

1 Innledning

Prosjektet ble etablert september 2012 med en styringsgruppe bestående av representanter fra åtte oppdrettsselskap, observatør fra NSL og FHL og en representant fra FHF. Prosjektet ble opprinnelig initiert av Rømmingsutvalget til FHL. Første del av prosjektet var å definere og konkretisere innhold i modellforsøkene. Det ble blant annet gjennomført et åpent arbeidsmøte med utstys- og tjenesteleverandører.

Bakgrunnen for prosjektet er rømming av fisk på grunn av hull i not forårsaket gnag fra bunnringkjetting på not. Dette er et problem som ble identifisert av Rømmingskommisjonen for akvakultur tilbake i 2008 og har vært en av de største årsakene til rømming av fisk de sist årene.



Figur 1 Bilder som viser kontakt mellom not og bunnringkjetting og skade forårsaket av gnag fra bunnringkjetting. Bilder: Fiskeridirektoratet

Hovedmålet med prosjektet har vært å få frem grunnleggende kunnskap for rømmingssikker bruk av not og utspilingssystem under ulike værforhold. Dette hovedsakelig gjennom å utføre modellforsøk av en komplett merd med not, flytekrage og forankringssystem i havmiljøbassenget til MARINTEK.

Følgende delmål ble definert:

- Utarbeide detaljert prosjektbeskrivelse og forsøksplan i samarbeid med styringsgruppe og aktuelle leverandører.
- Studere oppførsel til not, flytekrage og utspilingssystem for å unngå gnag mellom not og utspilingssystem.
- Teste forskjellige løsninger og oppsette basert på innspill fra leverandører og definisjon av styringsgruppe.
- Se på interaksjon og effekt av dødfiskopsamler og eventuelt annet påkoblet utstyr som kan ha påvirkning på oppførsel av systemet eller medføre gnag.

Det siste delmålet ble etter gjennomgang av forsøksplaner vedtatt fjernet av styringsgruppa i prosjektet.

Prosjektet var organisert med en styringsgruppe satt sammen av representert fra norske oppdrettsselskap, samt observatør fra FHL og NSL. Kjell Maroni var FHF sin kontakt mot prosjektet. Styringsgruppen i prosjektet har vært:

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

Denne rapporten er en dokumentasjon på utførte oppgaver og oppsummering av arbeidet i prosjektet. Rapporten er ikke alene en selvstendig presentasjon av resultat og konklusjoner fra prosjektet. Beskrivelse av modellforsøkene og resultat er presentert i rapporten 580367.00.01/ MT58 Å13-129 – Åpen "Merdforsøk. Kapasitets-tester". Rapporten er publisert og tilgjengelig på FHF sin nettside.

2 Oppgaver og leveranser i prosjektet

Prosjektet var delt inn i fem aktiviteter med tilhørende oppgaver. Planlagte og gjennomførte oppgaver blir her presentert kronologisk i henhold til prosjektplan.

2.1 Innledende arbeid

Planlagte aktiviteter

- Møte med styringsgruppe. Lage overordnet forsøksplan og forutsetninger/betingelser for forsøkene, deltakelse og gjennomføring.
- Møte med aktuelle leverandører for innspill og diskusjon.
- Utarbeidelse av forsøksplan i samarbeid med styringsgruppe og leverandører.

Gjennomførte oppgaver

- Avholdt flere møter med styringsgruppa
- Avholdt møte med aktuelle leverandører. Møte nummer to med leverandører ikke gjennomført grunnet enighet i styringsgruppa om at det ikke var behov.
- Forsøksplan ferdigstilt og vedtatt av styringsgruppa

2.2 Modellforsøk i Havmiljøbassenget på MARINTEK

Planlagte aktiviteter

- Utarbeidelse av detaljert forsøksplan
- Modellbygging og instrumentering
- Gjennomføring av tester
- Analyse og rapportering

Gjennomførte oppgaver

- Flere møter med styringsgruppa for å bestemme detaljert forsøksplan, detaljer vedørende modell og instrumentering.
- Prosjektilbud fra MARINTEK vedørende "Kapasitetsundersøkelser av fiskemerdd" (se eget vedlegg), diskutert og akseptert med små tillegg.
- Modellforsøk gjennomført i henhold til plan.
- Notat med foreløpig resultat sendt ut og presentert i styringsgruppemøte.
- Rapport med resultater og analyse av modellforsøk ferdigstilt og publisert.
- Rapport ble presentert på eget styringsgruppemøte.

2.3 Numerisk analyse basert på eksisterende numeriske dataverktøy ved SINTEF Fiskeri og havbruk og NTNU

Planlagte aktiviteter

- a. Innledende numerisk analyse i forkant av forsøk for bedre planlegging og valg av forsøksplan
- b. Numerisk analyse i etterkant av modellforsøk for eventuelle ytterligere studier av resultat og miljøtilstander og nye konfigurasjoner

Gjennomførte oppgaver

- Innledende numerisk analyse gjennomført i forbindelse med planlegging av modellforsøk. Se møtereferat fra møte 5. februar. Basert på resultatene ble det vedtatt delvis endring i forsøksplan.
- Analyser av modelloppsett med andre konfigurasjoner for bunnvekt og stivhet i bunnring gjennomført.

2.4 Resultatformidling

Planlagte aktiviteter

- a. Seminar med resultatpresentasjon, diskusjon og innspill til mulig utvidet notstandard
- b. Utvikling av numerisk case som kan brukes for validering av programvare for analyse av flytende oppdrettsanlegg.
- c. Rapportering av hele prosjektet

Gjennomførte oppgaver

- Åpent seminar med ca 40 deltakere på Radisson Blu Værnes onsdag 16. oktober for presentasjon og diskusjon av resultat.
- Utvikling av numerisk case som kan brukes for validering av programvare for analyse av flytende oppdrettsanlegg.
- Presentasjon av prosjekt og resultat på rømmingssikringskurs i regi av FHL
- Presentasjon av prosjekt og resultat på FHF seminar
- Artikkel/fakta-ark for NSL
- SINTEF Fiskeri og havbruk og Aquastructures AS har utarbeidet vitenskapelige artikler av numeriske analyser og sammenligning med modellforsøkene. Resultatene vil bli publisert på den internasjonale konferansen OMAE 2014 (<http://www.asmeconferences.org/OMAE2014/>) . Resultatene vil være nyttig for en totalvurdering av problemstillingen og for verifisering av numeriske analyseverktøy. Ikke publisert versjon av artiklene er vedlagt denne rapporten.
- Resultatene fra merdmodellforsøkene benyttes av PhD student Zhao He og flere master student ved Institutt for marin teknikk, NTNU.
- Den fysiske merdmodellen ble videre brukt at PhD student Zhao He til utfyllende modellforsøk. Merdmodellen ble tauet i en sleperenne utsatt for strøm og bølger får å studere mulige

problemstillinger knyttet til egensvingninger av bunnring. Data vil bli tilgjengelig når Zhao He har fullført sitt arbeid.

2.5 Administrasjon og kvalitetssikring

Planlagte aktiviteter

- a. Prosjektledelse, inkludert bestilling av MARINTEK
- b. Regulære møter med styringsgruppe
- c. Møter med leverandørbedrifter

Gjennomførte oppgaver

- Havmiljøbassenget hos MARINTEK bestilt for gjennomføring av fem dager med tester
- Møte med aktuelle leverandører.
- Åtte møter med styringsgruppe. Møtereferat produsert etter hvert møte.
- Møter med Professor Odd M. Faltinsen, NTNU, som kvalitetssirkler i forbindelse med planlegging av modellforsøk.
- Kvalitetssikring av rapport.

2.6 Oversikt over leveranser i prosjektet i forhold til plan og kontrakt

No.	Leveranse	Status
1	Første møte med styringsgruppe for gjennomgang og spesifisering av prosjektbeskrivelse.	Gjennomført 4. oktober 2012
2	Reservering av Havmiljøbassenget – endelig innhold i bestilling avklares etter diskusjon med styringsgruppen	Gjennomført august 2012
3	Første møte med relevante leverandører for innspill og diskusjon om innhold og gjennomføring av tester.	Gjennomført 14. november 2012 Referat tilgjengelig
4	Revidert prosjektbeskrivelse basert på leveranse 1 og 3.	Ikke behov etter avklaring med styringsgruppe
5	Rapport fra innledende/forberedende numerisk analyse	Presentert på styringsgruppemøte februar 2013.
6	Detaljert forsøksplan for modellforsøk ved Havmiljøbassenget hos MARINTEK	Ferdigstilt mars 2013.
7	Modellforsøk ved Havmiljøbassenget hos MARINTEK	Modellforsøk gjennomført 8. til 21. mai 2013
8	Rapport fra modellforsøk ved Havmiljøbassenget hos MARINTEK	Notat med foreløpige resultat presentert juni 2013. Endelig rapport i ferdig august 2013.
9	Åpent seminar for presentasjon av resultat og diskusjon.	Åpent seminar gjennomført onsdag 16. oktober 2013 med ca. 40 deltakere.
10	Fullstendig rapport fra prosjektet.	Mars 2014
11	Administrasjon, inkludert periodevis statusrapportering og møter med styringsgruppe	Jevnlig statusrapportering og referat fra styringsgruppemøter.

3 Møte med leverandører av havbruksteknologi

Som en del av arbeidet med å utarbeide forsøksplan ble det avholdt et møte med aktuelle leverandører av utstyr og tjenester til havbruksnæringen. Møtet ble gjennomført i lokalene til SINTEF Fiskeri og havbruk onsdag 14. november 2012, 1000-1330. Til stede på møtet var representanter fra AKVA group, Aquastructures, Aqualine, Mørenot, Havbrukstjenesten og NOOMAS, samt medlemmer av styringsgruppa for prosjekt.

Agenda for møtet var som følger:

1. Velkommen og kort presentasjon av deltakere
2. Presentasjon av prosjektet.
 - Målsetning, plan, merdmodellforsøk, organisering osv.
3. Merdmodellforsøk i havmiljøbassenget.
 - Gjennomføring januar 2012. Muligheter og begrensinger.
4. Diskusjon om forsøksoppsett og prioriteringer
 - Interaksjon mellom not og utspilingsystem. Hva er utfordringen og hva har skjedd av utvikling?
 - Hva kan gjøres og bør prioriteres
5. Videre planer og behov for møter

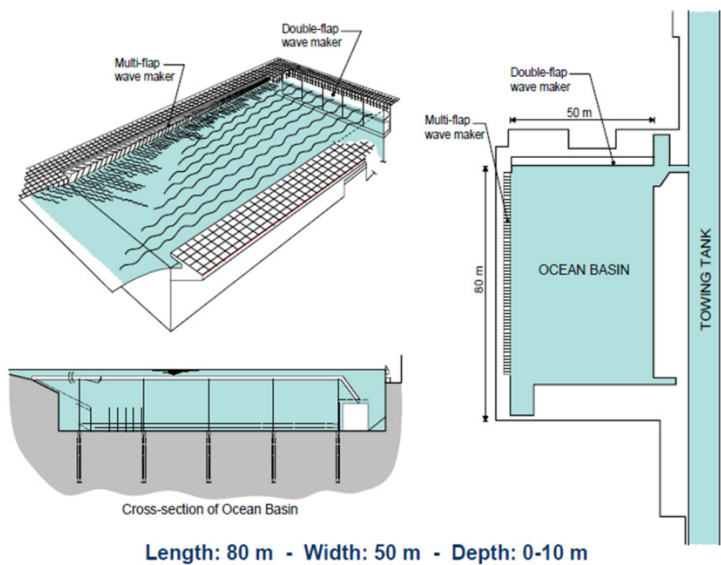
På bakgrunn av innspillene som fremkom i møtet ble det utarbeidet et konkret forslag til forsøksplan som ble forelagt styringsgruppa i prosjektet. Forslaget ble videre sendt til alle inviterte og deltakende bedrifter på møtet for tilbakemelding. Disse innspillene ble brukt videre av styringsgruppa og prosjektdeltakere i utarbeidelse av endelig forsøksplan. Det er utarbeidet et eget referat fra møtet som er klassifisert åpent.

4 Oppsummering av modellforsøk

I samråd med styringskomiteen ble det besluttet å teste tre forskjellige konfigurasjoner:

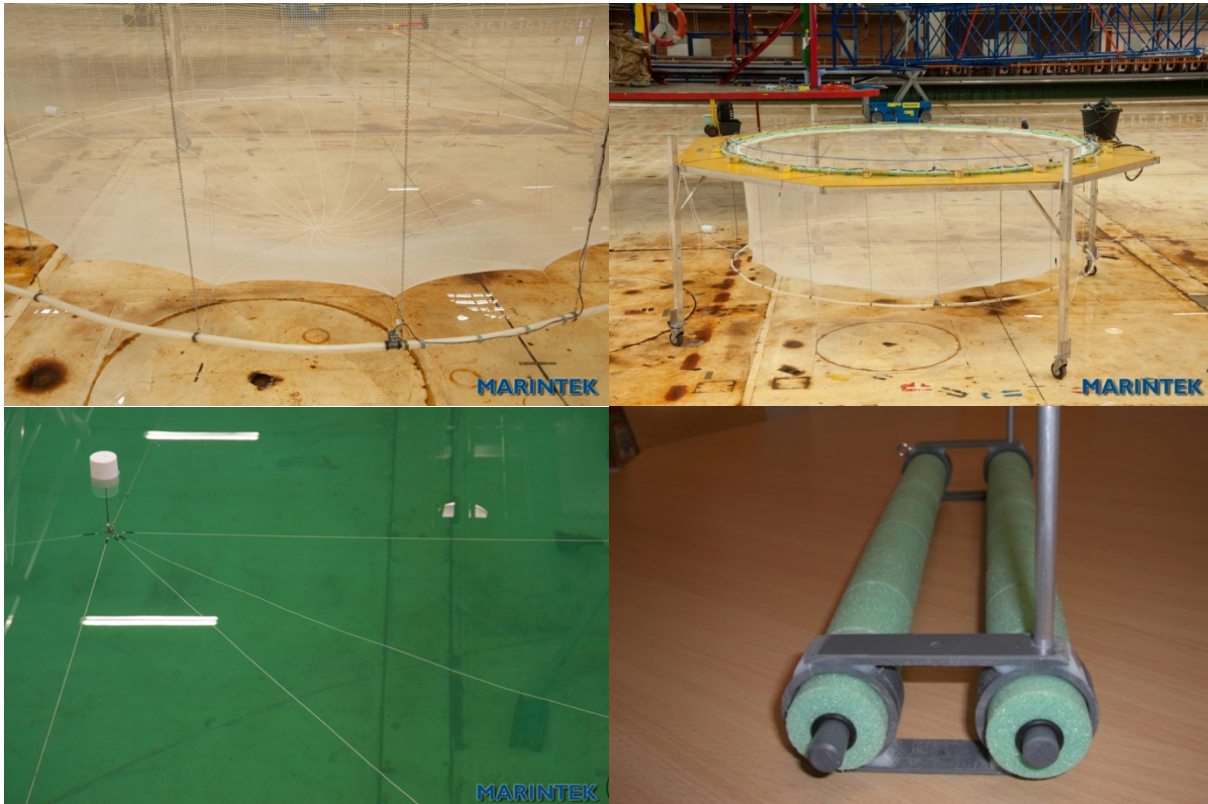
1. Standard oppsett med 157 meter merd med 450 mm diameter flyterør. 15 meter dyp not til bunntau, med 10 meter dyp bunn. Soloditet til notlinet var 0,26. Bunnring basert på 280 mm rør, opphengt i kjetting til flytekrage og not festet fast inn i bunnring. Vekt i bunnring 25 kg/meter og 50 kg/meter.
2. Oppsett med bruk av tau og tre glideløkker i stedet for kjetting. Ellers likt oppsett som konfigurasjon som 1.
3. Oppsett uten bunnringkjetting hvor bunnringen var festet direkte inn i nota. Ellers likt oppsett som konfigurasjon 1.

Modellforsøkene ble utført i modellskala 1:16 i havmiljøbassenget til MARINTEK i Trondheim. Havmiljøbassenget er 50 meter bredt og 80 meter langt og har en bunn som kan heves og senkes fra null til 10 meter vanddyb. I havmiljøbassenget kan det gjenskapes realistiske bølge og strømforhold som i en virkelig vær-situasjon.

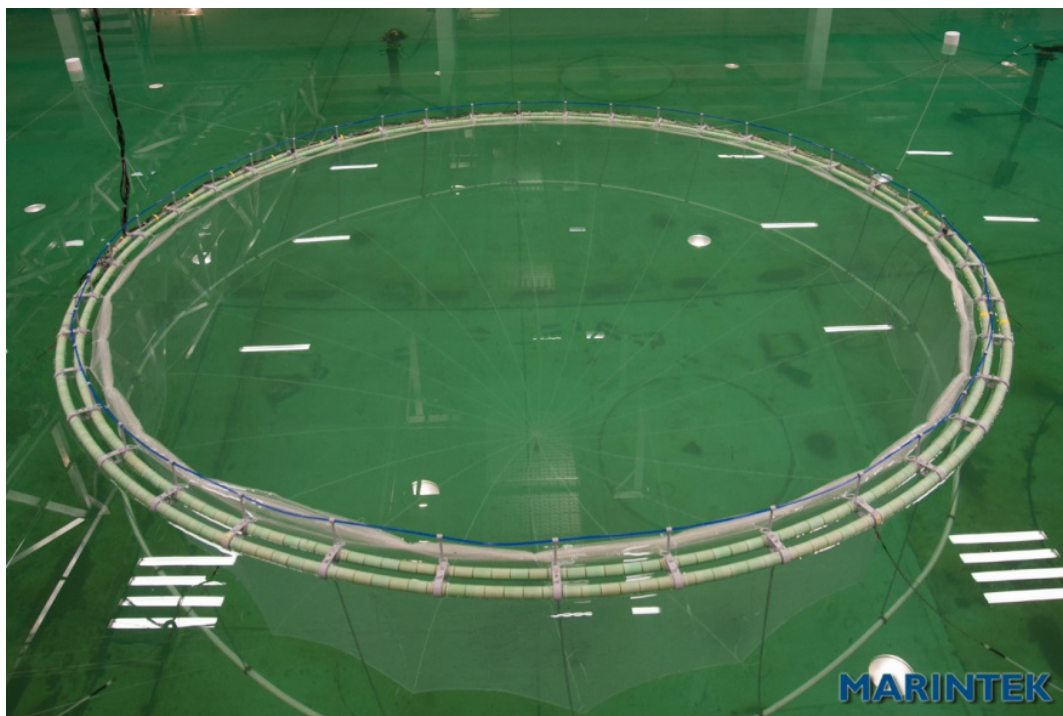


Figur 2 Havmiljøbassenget ved MARINTEK i Trondheim

Det ble bygget en modellmerd i skala 1:16 hvor alle komponenter, flytekrage, not, forankring osv. ble skalert og bygget for å gi en mest mulig riktig representasjon av stivhet, bevegelse og belastning fra bølger og strøm. I modellskala er diameter på merden ca 3.15 meter, siden på nota ca 0.9 meter dyp.

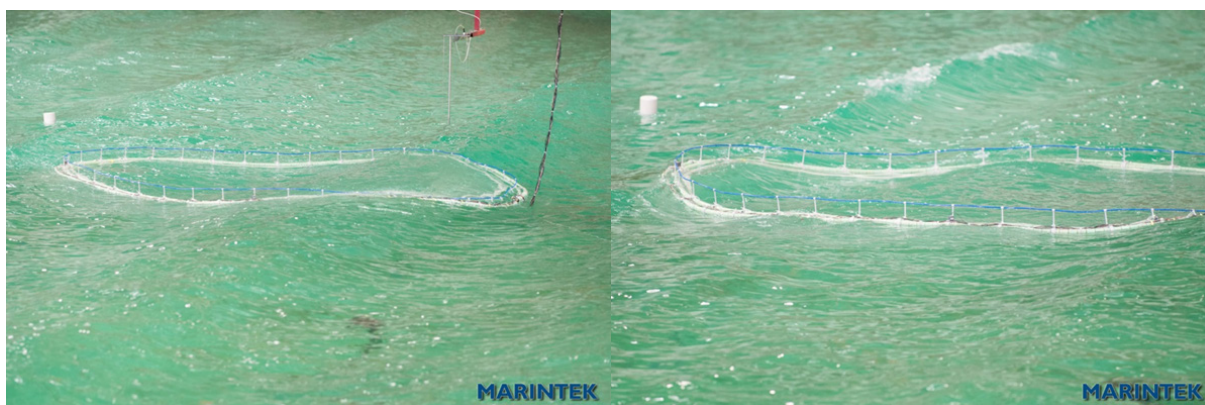


Figur 3 Bilder av modell og modelldetaljer.



Figur 4 Komplette modell av merd flytende i havmiljøbassenget til MARINTEK.

Det ble gjennomført systematiske kapasitetstester av de tre konfigurasjonene for å sjekke krefter og bevegelser ved økende bølge- og strømforhold, samt undersøke mulighetene for å redusere gnag mellom kjetting og not. Modellen ble testet under forhold som simulerer stormkondisjoner. Det ble målt krefter i ankerliner, innfesting mellom not og bunnring og kontakt mellom bunnringkjetting (tau for konfigurasjon 2). Signifikant bølgehøyde ble variert fra 1.5 meter og opp til 4 meter og strøm mellom 0.5 og 0.7 m/s. Signifikant bølgehøyde er en statistisk verdi som beskriver bølgesituasjon under stormkondisjonen.



Figur 5 Bilder av modell utsatt for bølgetilstand med signifikant bølgehøyde på 2.5 m og 0.7 m/s strøm

5 Åpent seminar for presentasjon av resultat og diskusjon

Onsdag 16. oktober 2013 ble det gjennomført et åpent og gratis seminar for presentasjon og diskusjon av resultatene fra modellforsøkene. Seminaret ble avholdt på Radisson Blu Værnes med ca. 40 deltakere. Formålet med seminaret var å belyse problemstillinger knyttet til rømming på grunn av gnag på not fra bunnringkjetting, presentasjon av resultat fra modellforsøkene, resultat av numeriske beregninger utarbeidet av SINTEF Fiskeri og havbruk, samt sammenligning av numeriske resultat og modellforsøk ved Aquastructures. Det ble lagt opp til diskusjon og erfaringsutveksling. Rapport med resultat fra forsøkene ble publisert i forkant av seminaret. I tillegg til resultat fra prosjektet presenterte også den nye rømmingskommisjonen for akvakultur (RKA) og Fiskeridirektoratet pågående arbeid og prioriteringer med fokus på rømmingshindring.

Alle presentasjoner fra seminaret er publisert på FHF sine nettsider.

Agenda for seminaret var som følger:

Start	Tema	Hvem
1000	Velkommen og presentasjon av prosjektet, bakgrunn og problemstilling	Arne Fredheim Prosjektleder SINTEF
1020	Presentasjon av forsøk, resultat og konklusjoner	Ivar Nygaard Prosjektleder MARINTEK
1100	Presentasjon av numeriske resultat i forbindelse med modellforsøkene	Per Christian Endresen SINTEF Fiskeri og havbruk
1115	Spørsmål og diskusjon	
1130	Lunsj	
1230	Presentasjon av numeriske resultat fra akkrediterte sertifiseringsorgan	Line Heimstad Aquastructures
1300	Rømmingskommisjonene for akvakultur Kommisjonenes arbeid og problemstillinger knyttet til utspilingsystem	Lars André Dahle Leder RKA
1330	Fiskeridirektoratet Videre arbeid med rømmingsreduksjon	Tor-Arne Helle Fiskeridirektoratet
1400	Oppsummering og avslutning	Arne Fredheim
1415	Slutt	

6 Oppsummering av resultat og anbefalinger

Det er svært mange faktorer og parametere som påvirker hvordan et merdsystem oppfører seg i bølger og strøm, og kontakt mellom bunnringkjetting/tau og not. Som f.eks. rigging av system, eventuelt overlín for not, vekt i bunnring, vekt av bunnlodd, innfesting mellom bunnring og not, og strømforhold. Prosjektet i samarbeid med Rømmingsutvalget til FHL utarbeidet følgende konkrete anbefalinger basert på resultat i dette prosjektet, samt tidligere modellforsøk;

1. For nye anlegg anbefales ikke bruk av kjetting i utspilingssystemet.
 - Modellforsøkene viser at det allerede ved 0,5 m/s strøm vil være kontinuerlig kontakt mellom not og bunnringkjetting/tau.
 - Bølgebevegelse vil medføre gnag mellom bunnringkjetting/tau og notlin.
2. For eksisterende anlegg med kjetting anbefales gjennomført en risikovurdering for alle lokaliteter for å redusere fare for gnag og slitasje med vurdering av følgende tiltak:
 - Dobbelt notlin på utsatte områder montert mens not i sjø
 - Dobbelt notlin på utsatte områder montert i forbindelse med service
 - Fjerning av kjetting
 - I en overgangsperiode økt inspeksjonsfrekvens
3. Vekt av bunnring bør stå i forhold til tilgjengelig kapasitet i flytekragen, hensyntatt evt ekstra utstyr på flytekragen (veker oppgitt i vann)
 - Fra forsøkene viser det seg at 50 kg/m er betraktelig bedre enn 25 kg/m med 450 rør og at 80 kg/m er bedre enn 35 kg/m for 500 rør
 - Dette er ikke testet ut for strømtilstander over 0,7 m/s.
4. Bruk tungt bunnlodd (veker oppgitt i vann)
 - Forsøk viser at 1500 kg er bedre enn 200 kg for 500 rør, og numeriske analyser indikerer at 750 kg er bedre enn 200 kg for 450 rør
 - Samtidig er det viktig å være klar over at økt bunnvekt vil gi mindre deformasjon av not og dermed økte strøm og bølgelaster på systemet.
 - Dette er ikke testet ut for strømtilstander over 0,7 m/s.
5. Gjennomgang av resultat fra modellforsøkene viser så langt ingen indikasjoner på problemer med bruk av tau eller løsning uten bruk av vertikale bunnringkjettinger/tau under de forhold det er testet for
 - Det ble vist større belastning på not uten bunnringkjetting/tau. Nota må dimensjoneres og dokumenteres for å klare belastningen fra bunnring uten bunnringkjetting/tau.
 - Etterspør dokumentasjon fra leverandørene på utstyrets egnethet under de forhold det skal brukes under.
6. Det anbefales at alle resultat fra modellforsøk blir offentliggjort og tilgjengelig for alle oppdrettere og utstyrsleverandører.
7. Det anbefales at tilgjengelige resultater brukes for å validere modelleringsverktøy. Leverandører må dokumentere egnethet og godhet av anlegg med utspilingsystem om at det ikke er fare for gnag og slitasje som kan medføre hull og rømming, både under normal drift og storm situasjoner.

Videre påpekes det betydningen av at alle tiltak må gjøres basert på gode risikovurderinger og i nær dialog med utstyrs- og tjenesteleverandører slik at det også blir i henhold til anleggssertifikat mv.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no