



SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Havbruksteknologi

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse:
SINTEF Sealab
Brattørkaia 17B

Telefon: 4000 5350
Telefaks: 932 70 701

E-post: fish@sintef.no
Internet: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Faglig underlag for krav til flytende oppdrettsanlegg - NS 9415
Oppsummeringsrapport**

FORFATTER(E)

Østen Jensen

OPPDRAGSGIVER(E)

Standard Norge

RAPPORTNR. SFH80 A064061	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Britt Stokke Lønaas	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-03958-4	PROSJEKTNR. 840154	ANTALL SIDER OG BILAG 9
ELEKTRONISK ARKIVKODE oppsummeringsrapport-endelig.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Arne Fredheim	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Arne Fredheim	
ARKIVKODE	DATO 2006-08-17	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Jostein Storøy, Forskningssjef	

SAMMENDRAG

Oppsummeringsrapporten gir anbefalinger og innspill til revisjon av NS 9415 og er basert på arbeid utført av alle prosjektets deltakere. Det henvises til de individuelle rapportene for mer detaljerte beskrivelser og bakgrunnsinformasjon.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Havbruk	
GRUPPE 2	Faglig grunnlag	
EGENVALGTE	Revisjon av NS 9415	

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Bakgrunn	3
2. Organisering og rapportering	3
3. Oppsummering og konklusjoner	3
3.1 Miljøkriterier på lokalitet	3
3.1.1 Beregning av vind og vindgenererte bølger	3
3.1.2 Effektiv strøklengde	3
3.1.3 Havdønninger	4
3.1.4 Strøm	4
3.1.5 Bølgespektre i fjorder	4
3.2 Risiko – designlast og sikkerhet	4
3.2.1 Lasttilfeller	4
3.2.2 Sikkerhetsnivå	5
3.2.3 Dynamisk forsterkningsfaktor for forankring	5
3.2.4 Materialfaktorer tau, knuter og spleiser	6
3.3 Interaksjon – totalsystem	6
3.3.1 Generelle krav til oppdrettsanlegg og dets komponenter	6
3.3.2 Interaksjon not, flyter og utspilingsystem	7
3.3.3 Analysemetodikk for bølgebelastning	7
3.3.4 Beregningskriterier for fortøyning	7
4. Referanser	8

1. Bakgrunn

I forbindelse med revisjonen av NS 9415 ble det igangsatt et prosjekt hvor målet var en forbedring og videreutvikling av det faglige grunnlaget for tekniske krav til flytende oppdrettsanlegg for å hindre rømming av fisk.

2. Organisering og rapportering

Aquastructures AS, SINTEF Fiskeri og havbruk AS har begge jobbet med forhåndsavtalte problemstillinger, se vedlegg A. I tillegg har Endre Leite fra Hydrotech AS og Terje Olsen fra Marine Harvest AS bidratt i prosjektgruppen. Arbeidet har tildels vært synkronisert. Denne samler rapporten er ment å oppsummere arbeidet og komme konklusjoner og anbefalinger. Det henvises til de individuelle rapportene for mer detaljerte beskrivelser og bakgrunnsinformasjon.

3. Oppsummering og konklusjoner

Det ble utformet en rapport til hvert av hovedtemaene i arbeidsbeskrivelsen. En kort oppsummering av konklusjoner og anbefalinger er gitt nedenfor.

3.1 Miljøkriterier på lokalitet

3.1.1 Beregning av vind og vindgenererte bølger

NS 9415 angir fire forskjellige metoder for å beregne dimensjonerende vindhastighet. Bruk av fast verdi på 35 m/s og NS 3491-4 vil gi **trygge verdier** for vindfart. Ved måling av vind på lokalitet må tas til betraktning at bølgene ikke blir generert ved lokalitet, hvis lokalitet ligger godt skjernet for vind men utsatt for bølger kan dette gi kritiske konsekvenser. Måling av vind i tre måneder kan gi **ikke konservative** verdier. Måledata fra meteorologiske stasjoner vil gi vinddata med høy nøyaktige hvis lokalitet er nær målestasjon. **Det må kreves en vurdering og dokumentasjon** på relevansen av måledata for den aktuelle lokaliteten, basert på avstand til de meteorologiske stasjonene og topografiske forhold. Ved lokale styrkebergninger av konstruksjonsdetaljer og stabilitet må NS 3491-4 brukes for vindlaster og kastvind.

3.1.2 Effektiv strøklengde

I NS 9415 skiller det ikke mellom uttrykkene ”strøklengde” og ”effektiv strøklengde”. Dette kan være misvisende, da strøklengde er en fysisk størrelse som kan måles på et kart mens effektiv strøklengde er en parameter som kan beregnes ut fra gitte retningslinjer. Bruker man strøklengde direkte i en metode hvor man skal bruke effektiv strøklengde kan man få veldig konservative verdier.

Metoden brukt i NS 9415 for beregning av vindgenererte bølger er konservativ, men det må spesifiseres hvordan man beregner effektiv strøklengde. Formelen i NS 9415 som brukes for å beregne signifikant bølgehøyde er den samme som i ”Shore Protection Manual” som spesifiserer at man skal bruke en effektiv strøklengde innenfor et aritmetisk middel på $\pm 12^\circ$.

En metode presentert av Carter gir generelt lavere bølgehøyder for samme vindhastighet og strøklengde, og tar i tillegg hensyn til varigheten til vinden. Forutsatt at det er mulig å få bekreftet at Carter bruker samme metode for å beregne strøklengde som metoden brukt i NS 9415 anbefales det

å benytte metoden presentert av Carter for utregning av bølgehøyde, inkludert beregning effektiv strøklengde.

3.1.3 Havdønninger

Det finnes ikke forenklede metoder for beregne havdønninger. Ved beregning av havdønninger vil lokale forhold være ekstremt viktig på grunn av refleksjon og avbøyning. Det skal gjøres en vurdering om havdønninger er aktuelt for lokaliteten. Hvis havdønninger anses som viktig bør det gjøres en diffraksjon/refraksjonsanalyse for å beregne aktuell bølgehøyde og periode. Dette må gjøres av selskaper med spesiell kompetanse på området.

3.1.4 Strøm

Beregning av dimensjonerende strøm på en lokalitet er relativt komplisert. Flere komponenter bidrar til det totale strømbildet. Tidevannsstrøm, vindgenerert overflatestrøm, utbrudd fra kyststrømmen og vårflokk på grunn av smelting av snø og is er som regel de viktigste bidragsyterne. Størrelsen på bidragene er årstidsavhengig. Hvis det er vindgenerert strøm som dominerer bør det måles om høsten og vinteren, mens hvis det er dominerende tidevannsdominert bør det måles rundt vår eller høstjevndøgn.

Å kun måle en måned og benytte høyest målte verdi for estimering av dimensjonerende strømhastighet kan gi ikke-konservative estimat av strømhastighet. For å oppnå pålitelige verdier må det måles i minimum 6 måneder og bruke langtidsstatistikk for å finne en dimensjonerende strøm med en gitt returperiode. Vår anbefaling er at det skal benyttes en returperiode på 50 år også for dimensjonerende strøm.

Hvis man velger å kun måle i en måned bør det vurderes å innføres et krav om en minimums verdi for dimensjonerende strømhastighet. Det vil være vanskelig å dokumentere hva denne verdien eksakt bør være. I DNVs tentative regelverk var det et krav om en minimumsverdi for strøm på 0,5 m/s.

3.1.5 Bølgespektre i fjorder

Generelt vil bruk av kortkammer sjø redusere selve bølgebelastningene på merder. Årsaken er at merdene er så store belastningen langs periferien vil ha liten korrelasjon selv på tvers av bølgeretningen. Dette gir spesielt utslag på dimensjonering av fortøyning.

Innaskjærs vil både vind og bølger være vesentlig påvirket av landtopografien. Generelt vil bølgespektrene gjerne bli bredere enn man har i åpent farvann. Av den grunn ser vi det formålstjenlig å benytte enklere bølgespektermodeller hvor vi gjerne har en bredere topp, dvs. at vi fordeler bølgeenergien over et større spektrumsområde. Vi vil anbefale å benytte et 2 parameter PM spekter basert på signifikant bølgehøyde og periode.

For konstruksjoner hvor kortkammer sjø har effekt anbefales å benytte en spredningskoeffisient lik \cos^3 .

3.2 Risiko – designlaster og sikkerhet

3.2.1 Lasttilfeller

Vi ser ingen grunn til å dimensjonere kun mot 10 strøm/50 år bølger og ikke 50 strøm/10 år bølger. Det anbefales at man dimensjonerer mot både 10 år strøm/50 år bølge og også 50 år strøm/10 år

bølge. Bakgrunnen for å bruke 10/50 og 50/10 og ikke 50/50 er at bølger og strøm med returperiode på 50 år sjelden vil opptre samtidig.

Det er viktig at man vurderer alle kombinasjoner av strøm og bølger, inkludert retninger, som kan være dimensjonerende for fortøyningsystemet.

3.2.2 Sikkerhetsnivå

Man bør ta hensyn til både konsekvensen (antall fisk som rømmer) ved et brudd i en komponent og hyppigheten av inspeksjoner. Konkret kan dette gjøres ved at man relaterer materialkoeffisienten direkte til størrelsen på enten anlegget hvis det er snakk om en komponent som styrer total anleggets sikkerhet, f. eks. et kritisk forankringstau i en rammefortøyning, eller størrelsen på merden, f. eks. ved dimensjonering av notpose eller flyter. En økende lastfaktor for økende eksponeringsgrad kan forsvares ut fra en risikovurdering.

Når det gjelder dimensjonering av plastringer som kan være utsatt for belastninger i forbindelse med langvarige uværssituasjoner (for eksempel en tre timers storm) er ikke kapasitetene gitt i Tabell 9 i NS 9415 urimelige tatt i betraktning den dokumenterte reduksjonen i ”burst” spenning man har på grunn av siging. Det som uansett er en uakseptabel praksis er å ta utgangspunkt i en flytespenning som man får oppgitt fra produsenten og bruke denne sammen med en materialfaktor på 1,0 (§6.8.2.4 i NS 9415). Den eneste fornuftige grunnen til at NS 9415 oppgir en materialfaktor på 1,0 er at den ”dynamiske konstruksjons spenning” i Tabell 9 er inkludert sikkerhetsfaktorer for å ta hensyn til både siging på grunn av belastnings varighet og en generell materialfaktor.

Skal man tillate høyere dimensjonerende verdier enn de som er gitt i tabell 9 i NS 9415 [5] er det viktig at egenskapene til materialet er grundig dokumentert. Det tenkes da spesielt på strekk testing med en mer langvarig belastning, i størrelsesorden et par timer. Ved hvilken hastighet/varighet materialforsøk eller komponent forsøk er utført og også ved hvilken temperatur må oppgis.

Det er ikke noen faglig grunn for at lastfaktoren er høyere for statisk analyse sammenlignet med dynamisk analyse. Det er viktig at man også i en statisk analyse tar med bøyebidrag fra bølger, det vil da ikke være noen grunn til å ha en høyere lastfaktor for dimensjonering av plastrør ved statisk analyse sammenlignet med dynamisk analyse.

NS 9415 bør følge samme system for fastsettelse av lastfaktorer som andre tilsvarende og relevante standarder og regelverk for marine konstruksjoner, som f.eks. NS 3490 Prosjektering av konstruksjoner – Krav til pålitelighet og Oljedirektoratets forskrift for bærende konstruksjoner. I dette systemet settes normalt lastfaktoren for miljøkrefter til 1.3 og andre laster til 1.0. Det vises til NS 3490 Normativt tillegg J for detaljer. DNV sitt tentative regelverk for flytende fiskeoppdrettsanlegg foreslo det samme systemet for lastfaktorer.

Det anbefales at lokal knekking av plastrør tas inn som et dimensjoneringskriterium i standarden. En plastring utsatt for bøyning på grunn av laster fra strøm og bølger kan kollapse lokalt ved en spenning lavere enn flytespenningen. En metode for å vurdere kritisk bøyeradius blir presentert i rapporten 840154.20 Risiko - designlaster og sikkerhet.

3.2.3 Dynamisk forsterkningsfaktor for forankring

Tabell 15 i NS 9415 gir lastfaktor for statiske og dynamiske analyser. Det må utdypes hva som ligger i statiske og dynamiske analyser. En statisk analyse er ikke en analyse hvor man ikke tar med bidrag fra bølger. Både bølger og strøm må tas med, uavhengig av om man benytter en statisk eller

dynamisk beregningsmetode. Med bakgrunn i egenperioder til systemet finner vi ingen grunn til å skille mellom lastfaktorer for statisk og dynamisk analyse ved dimensjonering av fortøyning.

3.2.4 Materialfaktorer tau, knuter og spleiser

I dag brukes det mye koblingspunkt, som for eksempel koblingsplater. Disse omtales ikke i NS 9415. Det bør stilles krav til hvordan styrken/kapasiteten til disse skal dokumenteres. Det er ikke tilstrekkelig med en diametral strekktest. Plastisk deformasjon av et koblingspunkt kan ikke tillates. Det må også spesifiseres en sikkerhetsfaktor for disse. Denne må gjenspeile usikkerhet i kapasitet og variasjon i kapasitet ved forskjellige belastningsretninger. En potensiell fare med koblingspunkt og kauser er at skarpe kanter kan skjære opp nota og dermed føre til rømming. Det må derfor sørges for at nota ikke får kontakt med kauser og koblingspunkt.

I dag brukes en material faktor på 3,0 for syntetisk tau og 5,0 for syntetisk tau med knute. Dette tilsvarer en reduksjon på 66 % (syntetisk tau) og 80 % (syntetisk tau med knute) av nominell styrke. Et begrenset utvalg av tester viser at styrken til tau reduseres med ca 50 % ved bruk av ”tradisjonelle” knuter (båtmannsknop og pålestikk). Brukte tau vil få en reduksjon i styrke som avhenger av hvor stor belastning det har vært utsatt for. Reduksjon vil være relativt liten for tau som har hatt lite last. For tau utsatt for mer belastning kan styrkereduksjon kommer opp i 50 %.

Antall utførte tester er altfor lavt til å kunne si noe med sikkerhet, men hvis det viser seg at man ved knuter får en reduksjon på opp mot 60 % kan det være noe konservativt med en sikkerhetsfaktor på 5. Det anbefales at det gjøres tester for å finne ved hvilken last man får en varig svekkelse av tau med knute før man eventuelt endrer sikkerhetsfaktorene.

Det må gjøres utmattingsberegninger av lastbærende kjetting. Kjetting skal designes i henhold til SN kurve metodikk. Det antas ingen utmattingsgrense og m-verdi settes 3. Følgende a verdier skal benyttes:

- Stolpeløs kjetting: $a = 6 \cdot 10^{10}$
- Stolpekjetting: $a = 1.2 \cdot 10^{11}$

Det skal benyttes en sikkerhetsfaktor på 2 for utmatting.

For alle komponenter av stål i fortøyning bør det antas skal det antas at tykkelse reduseres 0,2 mm hvert år grunnet korrosjon uansett galvanisk beskyttelse. For fortøyning som ikke inspiseres årlig bør tykkelse reduseres med 0,4 mm ganger antall år mellom hver inspeksjon.

3.3 Interaksjon – totalsystem

3.3.1 Generelle krav til oppdrettsanlegg og dets komponenter

Forslag til dimensjoneringskriterier for hengslete stålanlegg utsatt for tvungen deformasjon har blitt presentert [3]. Disse tar for seg tvungne bevegelser som man vanligvis ikke vil få ved å analysere et hengslet stålanlegg utsatt for regulære bølger. Det blir for omfattende å gjengi i detalj og det henvises til bakgrunnsrapporten [3].

Utførte analyser viser at interaksjonseffekter er viktige slik at man må ta hensyn til gjensidige belastninger mellom komponenter som en viktig del av lastbildet.

Det skal foretas en vurdering av om det finnes bølgelengder innenfor mulige bølger på lokalitet som kan gi uheldige konstruktive virkninger. Man må analysere bølgelengder som kan gi farlig konstruktiv respons i anlegg (f.eks bølgelengde som gir maksimalt ”sagging/hogging” moment) i tillegg til de maks kriterier som er angitt i NS 9415.

Ulykkesgrensetilstand med brudd i en ankerline tolkes i dag av mange som et brudd i den mest belastede line. Det er viktig at man sjekker at man ikke får et progressivt brudd i fortøyningslinene ved et brudd i vilkårlig fortøyningsline eller sammenbrudd av et koblingspunkt.

Hvis anlegg skal slepes må det gjøres vurderinger av hvilken slepehastighet som kan tillates og ved hvilke sjøtilstander.

3.3.2 Interaksjon not, flyter og utspilingssystem

Hvis lodd eller utspilingssystem (bunnring) har lav synkehastighet kan det oppstå rykkrefter i tau og notlin. Dette er ikke enkelt å beregne på grunn av usikkerhet rundt oppførselen til not, lodd og bunnring i vann (drag, løft, added mass etc), men disse kreftene skal hvis løftetau og loddtau er korrekt festet til not ikke gå i notlin men i tau og burde ikke øke faren for at nota revner. Størrelsen til rykkreftene er og relativt liten sammenlignet med kapasiteten til tauet og belastning fra strøm. Dette er i dag tilfredsstillende dekket i NS 9415.

3.3.3 Analysemetodikk for bølgebelastning

Ved fortøynings beregninger vil regulære bølger gi en langt større dragkraft på nøter enn irregulær bølger. Dette skyldes blant annet at energimengden sendt gjennom systemet er vesentlig større. Analysene viser at man får en betraktelig reduksjon i dragkrefter på not ved bruk av irregulær kontra regulær bølger. Ulempen er at ved bruk av irregulær er man avhengig av å enten gjøre lange tidsserier for å være sikker på at man får med ekstrem bølgen eller på annet vis plukke ut ekstrembølgen og inkluderer i bølgetoget som sende gjennom konstruksjonen. Dette er i dag tilfredsstillende dekket i NS 9415.

3.3.4 Beregningskriterier for fortøyning

Dragkreftene på et anlegg og dermed belastningene på ankerlinene overestimeres kraftig ved bruk av regulære bølger istedenfor irregulær sjø. Det vil være gunstig å ha en tabell eller formelverk med krefter og belastninger som funksjon av sjøtilstand og anleggets geometri. Å få laget dette vil være tid og ressurskrevende og dessverre ikke mulig å gjennomføre innenfor rammene av dette prosjektet. Standarden åpner for bruk av irregulær sjø, punktet er i dag tilfredsstillende dekket i NS 9415.

4. Referanser

- [1] SINTEF Fiskeri og havbruk AS, "MiljøKriterier på lokalitet". 2006. Forfatter Østen Jensen og Egil Lien. SINTEF Fiskeri og havbruk AS, 7465 Trondheim, Norge.
- [2] SINTEF Fiskeri og havbruk AS, "Risiko - designlast og sikkerhet". 2006. Forfatter Østen Jensen og Egil Lien. SINTEF Fiskeri og havbruk AS, 7465 Trondheim, Norge.
- [3] SINTEF Fiskeri og havbruk AS, "Interaksjon – totalsystem". 2006. Forfatter Egil Lien og Østen Jensen. SINTEF Fiskeri og havbruk AS, 7465 Trondheim, Norge.
- [4] Aquastructures 2005a «F & U – Prosjekt. Statisk og dynamisk analyse av tre ulike stålanlegg iht NS 9415» Aquastructures rapport 97-30037 20/10 2005. Forfatter Ole Wroldsen. Aquastructures AS Postboks 1223 – Pirsenteret. 7462 Trondheim, Norge.
- [5] Aquastructures 2005b «F & U – Prosjekt. Dynamisk analyse av like stålanlegg med integrerte leketere med ulik karakteristikk» Aquastructures rapport 97-30038 20/10 2005. Forfatter Ole Wroldsen. Aquastructures AS Postboks 1223 – Pirsenteret. 7462 Trondheim, Norge.
- [6] Aquastructures 2005c «Teknisk rapport – F & U Vurdering av Styrke og Pålitelighet. Stålanlegg og fortøyning» Aquastructures rapport 97-30039 20/10 2005. Forfatter Ole Wroldsen. Aquastructures AS Postboks 1223 – Pirsenteret. 7462 Trondheim, Norge.
- [7] Berstad, A.J. & H. Tronstad 2005 «Response from current and regular/irregular waves on a typical polyethylene fish farm» IMAM 2005, Maritime Transportation and Exploitation of Ocean and Coastal Resources, Lisbon, Portugal, eds: Guedes Soares, Garbatov and Fonseca. 2005 Taylor & Francis Group London,. ISBN 0 415 39036 2
- [8] DNV-OS-E301(2004) "Position mooring" Offshore Standard DNV-OS-E301, October 2004. DNV, Veritasveien 1 1322 Høvik, Norway.
- [9] NS 3490:2004 Prosjektering av konstruksjoner. Krav til pålitelighet.

Vedlegg A Oversikt over forhåndsavtalte arbeidsoppgaver

Tema	Målsetning	Aktiviteter	Beskrivelse/konkretisering
Miljøkriterier på lokalitet	Skape enhetlig beregningsmetodikk hvor effekten av de parametere som er viktigst for miljøbelastning på anlegg er inkludert.	Beregning av vind og vindgenererte bølger	Vurdere egnethet av NS 3491-4 og vurdere alternative metoder.
		Effektiv strøklengde	Finne ut hva som finnes av metodikk for å inkludere: Korreksjon for bredde lengde forhold av fjord og lokale topografiske forhold. Andre parametere som bør taes med. Punkt inkluderer å kvalitetssikre metode utviklet av Kyst og havnelaboratoriet og finne ut hvor generelt denne er applikerbar for havbruksanlegg.
		Havdønninger	Bestemme skjermingsfaktor for inngående bølger. (Metodikk beskrivelse)
		Strøm	Finne data for sesongmessig variasjon av strøm mhp måletidspunkt og sikkerhetsfaktorer, koble dette mot målepunkter for strømmålinger
		Bølgespektre i fjorder	Finne kriterier for kortkammet bølger i fjorder og på mer åpne områder.
Risiko	Beskrive nødvendige dimensjonerende lasttilfeller og nivå på material- og lastfaktorer.	Lasttilfeller	Beskrive lasttilfeller og hvilke situasjoner som er kritiske ved design og drift av anlegg.
		Sikkerhetsnivå	Sammenheng mellom konsekvens og material- og lastfaktorer
		Dynamisk forsterkningsfaktor (lastfaktor dynamisk/ statisk analyse) Viktig at det man kommer frem til ikke er avh. Av et gitt beregningsverktøy, men er av generell karakter.	Sikkerhetsfaktorer til å benytte for statisk og dynamiske analyser varierer fra komponent til komponent. Finne hvordan dynamikk slår ut i forhold til masse demping og stivhet. Finne dette for Hengslet stålanlegg, stivt stålanlegg, leker, stålanlegg med integrert leker, plastanlegg i rammefortøyning, plastanlegg i stigeortøyning, case studies. Hvilke sikkerhetsfaktorer må endres, sees særlig i sammenheng med tab. 9 og 15 i NS 9415?
		Materialfaktorer tau, knuter og spleiser på tau	Samle sammen det som er gjort av tester i bransjen og eventuelt kjøre flere komplementære tester. Vurdere effekt av knuter. Vurdere konsekvens av introduksjon av nye materialer og tauverk.
Interaksjon	Bestemme viktige interaksjonseffekter mellom forskjellige hovedkomponenter og deler av ett oppdrettsanlegg. Se på muligheten for å utvikle forenklede beregningsmetoder.	Generelle krav til oppdrettsanlegg og dets komponenter.	Vurdere interaksjonseffekter mellom hovedkomponentene i et oppdrettsanlegg. Kartlegge hvordan kritiske lastkondisjoner påvirker enkeltkomponenten.
		Interaksjon not, flyter og utspilingssystem	Bestemme effekt av lodd/utspilingssystem på rykk-krefter i overgangen mellom not og flytekrage + rykk-krefter fra lodd?. Effekt av oppdrift fra flytekrage på not. Beregning av krefter på not ved operasjonell håndtering. Resultat skal gi klare føringer til utvikling av flyter og nøter. Her skal det kjøres case studies
		Analysemetodikk for bølgebelastning.	Bestemme kriterier for bruk av regulære bølger, irregulære bølger, kortkammet og langkammet sjø. I beregninger benyttes nå regulære bølger med gitt lengde, form og høyde. Dette kan være en konservativ metode. Alternativ kan det vurderes å analysere flere bølge typer som er representative for storm situasjonen.
		Beregningskriterier for fortøyning	Studere muligheten for å forenkle og tabellere krav til krefter og belastninger på forankringssystem som funksjon av sjøtilstand og avstand mellom merder.