

Dokumentasjon av sjøegenskaper for 47 fots ombygd kystfiskebåten

Referanse: SINTEF rapport SFH80 A073011: Dokumentasjon av sjøegenskaper for kystfiskebåten MS "Norheimson" F-111-V - 3YMQ - Åpen versjon – datert 28-02-2007.

Forfatter: Tord Hanssen, SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Oppdragsgiver: Norges Fiskarlag / Teknologiforum

Sammendrag

Bjørn Steinar Nordheim er en skipper/båteier fra Vardø som fikk store problemer med sitt 47 fots fartøy MK "Nordheimson" (F-111-V/ 3YMQ) etter siste ombygging/oppgradering i 2006. Denne rapporten dokumenter mulige årsaker til fartøyets problemer, samt kommer med noen forslag til forbedringer.

Ut fra skipper og mannskapets beskrivelser og SINTEF sine målinger, må fartøyets sjøegenskaper betraktes som dårlige. Med dårlige sjøegenskapene menes at fartøyet får store rullebevegelser i moderat sjøgang. Etter våre vurderinger skyldes de store rullebevegelsene at fartøyet har for mye vekt i forhold til skrogets evne til å dempe rulling. Disse store rullebevegelsene har SINTEF dokumentert ved å gjennomføre feltprøver og databeregninger i beregningsprogrammet VERES.

Med bakgrunn i resultater fra dataanalyser gjort i VERES vil følgende tiltak bedre fartøyets sjøegenskaper:

- Påmontering av brede slingrekjøler
- Bygge skroget breiere i vannlinjen (pongtonger)
- Ombygging av styrehus, bakk og shelterdekk for å flytte vekt-komponenter lenger ned

Fartøyets lastekapasitet vurderes som liten, fartøyets størrelse tatt i betraktning. Spesielt vurderes den tillatte lave dekkslasten til å være et hinder for operativ drift av fartøyet. I følge stabilitetsberegningene tilfredsstillende fartøyet gjeldende stabilitetskrav med liten margin. Stabilitetsberegningene forutsetter at det finnes en tett "oppdriftskasse" på styrbord side i forkant av garnbingen. Denne er blitt påbegynt, men er ikke blitt lukket og gjort vanntett. Det antas at oppdriftskassen må utbedres for at fartøyet skal kunne tilfredsstillende stabilitetskravene.

1 Bakgrunn

I 2001 kjøpte Bjørn Steinar Nordheim fartøyet MS "Norheimson". Båten var da utstyrt med krysserhekk, halvakk og styrehus plassert akter. Få år seinere ble det bygget tverrhekk på båten.

I april 2005 gjennomgikk båten omfattende ombygginger ved Grovfjord Båtbyggeri.

Ombyggingene omfattet:

- Heving av bakken for ny lugar
- Bygging av nytt styrehus på bakken med tilhørende innredning.
- Montering av shelterdekk / levegg på babord side
- Ballast i maskinrom 1200 – 1300 kg i form av med blybarrer
- Ny maskinromsnedgang på babord side



Bilde 1 Fartøyet før ombygging. Foto Shipping Publications AS.

I september 2006 tok reder og skipper Bjørn Steinar Nordheim kontakt med Norges Fiskarlag og SINTEF Fiskeri og havbruk for å få hjelp til å gjøre en vurdering om noe kunne gjøres for å forbedre båtens dårlige sjøegenskaper. SINTEF Fiskeri og havbruk fikk så avklart med Norges Fiskarlag om finansiering av et prosjekt for å avdekke årsaker til de dårlige sjøegenskapene samt foreslå mulige forbedringstiltak.

Onsdag 9. november 2006 reiste to forskere fra SINTEF Fiskeri og havbruk til Vardø for å besiktige båten og foreta feltmålinger (på torsdag), for deretter å analysere sjøegenskapene.



Bilde 2 Fartøyet etter ombygging i 2005. Foto Nordnorsk Skipskonsult AS.

1.1 Skipper Bjørn Steinar Nordheim sine opplevelser med fartøyet

Her gjengir vi noen skipper Bjørn Steinar Nordheim sine opplevelser med fartøyet:

November 2005 – februar 2006 gjennomførte MS "Nordheimson" krabbefiske samt fiske med line. Krabbefiske foregikk inne i Varangerfjorden og det var generelt lite bølger og fartøyet hadde da akseptable bevegelser. De dårlige sjøegenskapene ble for alvor oppdaget under fiske med line i januar-februar 2006. Fisket foregikk utenfor Vardø og på Vardøeggen. Under fiske (februar 2006) fikk båten en bølge fra babord side som førte til en krenkning på 30° - 40°. Rekken kom under vann, og båten var nær ved å ta inn vann i lasterommet i følge Nordheim. Det var da sørvest frisk bris/liten kuling i området. Etter denne opplevelsen ble det montert ekstra ballast på kjølen.

Fra februar til april 2006 drev MS "Nordheimson" fiske med garn. I denne perioden opplevde mannskapet at fartøyet hadde store bevegelser som de ikke var vant med å ha på denne type båter. På grunn av dette valgte to av mannskapet å slutte.

I tidsrommet september – november 2006 har fartøyet fisket krabbekvoten, men kun gjennomført ett sjøvær med linefiske. Frisk bris fører til at denne båten må ligge ved kai på grunn av de store fartøybevegelsene. Det største problemet er store rulleutslag som gjør det vanskelig og risikofylt å arbeide om bord.

1.2 Videodokumentasjon

Fartøyets bevegelser er videofilmet av Bjørn Steinar Nordheim. Etter studie av denne filmen fremkommer det at fartøyet får store rullebevegelser i noe som på filmen ser ut som rolig/moderat sjø. Denne videoen er med å bekrefte de teoretiske vurderingene SINTEF Fiskeri og havbruk har gjort av fartøyet.



Bilde 3 Skjermbilde fra filmen tatt utenfor Vardø. Båten har store rullebevegelser i moderat sjø.

2 Gjennomgang av stabilitetsberegninger

I følge stabilitetsrapport av 15. august 2006 utarbeidet av Nordnorsk Skipskonsult (NSK), tilfredsstiller fartøyet stabilitetskravene. Stabilitetskravene blir imidlertid tilfredstilt med svært liten margin.

Båtens konstruksjon tillater en maks. tillatt fangstmengde på dekk på 200 kg. Videre er det tatt høyde for en redskapsvekt på 900 kg. Total tillatt dekkslast for fartøyet er 1100 kg. Vår vurdering er at maks. tillatt dekkslast er uhensiktsmessig lav og kan være til hinder for operativ drift av fartøyet. Det er flere forhold som gjør at vi vurderer dette som en alt for lav vekt.

På generell basis burde et fartøy på størrelse med "Nordheimson" kunne ta langt større dekkslaster en hva som er tilfelle. Viser her til arbeid MARINTEK gjennomførte i 1988 angående stabilitet på fiskefartøy under 15 meter lengde [3]. Her vurderte MARINTEK stabiliteten for en del standard fiskefartøy under 15 meter og utformet stabilitetsplakatene som nå er påbudt om bord. I dette arbeidet presenterer MARINTEK hva som er realistisk maksimal tillatt dekkslast for 7 båter mellom 8.85 – 12.5 meter lengde, se **Tabell 1**. Tabellen viser maksimalt tillatt dekkslast oppdelt i fangst på dekk og redskap på dekk uten last i lasterommet. Videre vises lastekapasitet i lasterom uten last på dekk.

Lengde [m]	Bredde [m]	Design	Fangst dekk [kg]	Redskap dekk [kg]	Fangst lasterom [kg]
8.85	3.25	Taule	500	500	2000
9.6	3.2	Malo	1500	500	3000
10	3	Viksund	500	500	2500
10.65	3.4	Malo	1500	1000	4000
11.8	4.2	Kvernenes	1000	1500	6000
12.2	4.2	Viksund	3000	1000	11000
12.5	4.2	Sandøy	3000	1500	12000

Tabell 1 Dekkslast og lasteromskapasitet for et utvalg av fiskefartøy mellom 29 - 41 fot. Vektene for fangst på dekk og redskap på dekk er maksimalt tillatte verdier uten at fartøyet har last i lasterommet. Fangst i lasterom er maksimalt tillatt last når det ikke er dekkslast. Kilde[3]

Med en dekkslast som er typisk for fartøyer mellom 10 – 15 meter ville MS "Nordheimson" ikke ha tilfredstilt stabilitetskravene. MS "Nordheimson" har en lastekapasitet i lasterommet på 5000 kg. Dette vurderes som lite for fartøyer av denne størrelsen.

Nordisk Båtstandard stiller krav til at følgende lastkondisjoner skal taes med i en stabilitetsberegning:

1. Lettvektskondisjon med minst mulig brennstoff, vann, utstyr og personer om bord.
2. Lastkondisjon med maks. last i lasterom, fulle tanker samt maks. dekkslast.
3. Ankomstkondisjon med 10 % i brennstofftanker, tomt lasterom samt maksimal dekkslast.
4. Andre kondisjoner som gir ugunstigere resultat enn 1, 2 og 3.

Lastkondisjon 1,2 og 3 er tatt med i stabilitetsberegningene. Punkt 4, andre kondisjoner som gir ugunstigere resultat, er ikke tatt med.

Gjeldende stabilitetskrav:

- GM større enn 0,35 meter
- GZ mellom 40° - 65° skal ikke være mindre enn 0,1 meter

- GZ kurven positiv opp til 70° krenkning
- GZ ved 30° krenkning skal minst være 0,2 meter
- GZ-kurvens største verdi skal komme ved en vinkel over 25°

Stabilitetsberegningene forutsetter at det finnes en ”oppdriftskasse” på styrbord skuteside i forkant av garnbingen. Oppdriftskassen på fartøyet må være vanntett skal den ha innvirkning på fartøyets stabilitet. Nå er oppdriftskassen verken fylt med isopor eller gjort vanntett. For å avgjøre om fartøyet tilfredsstillende stabilitetskravene uten oppdriftskassen, er det nødvendig med nye stabilitetsberegninger, men det er etter vår vurdering overveiende sannsynlig at fartøyet ikke vil tilfredsstillende kravene. Dette begrunnes med at det var et påbud om å montere oppdriftskassen for at fartøyet skulle tilfredsstillende stabilitetskravene.

3 Dokumentasjon av sjøegenskaper

Fartøyets sjøegenskaper er dokumentert ved hjelp av feltmålinger på båten ved kai i Vardø, deretter analyser av måleresultat og simulering av fartøyet i dataprogrammet VERES.

3.1 Feltnmålinger

Torsdag 9. november 2006 ble det gjennomført feltnmålinger av MS ”Nordheimson” i Vardø. Det ble gjennomført en måling av fartøyets egenfrekvens i rulling og stamping og en forenklet krengeprøve for å fastsette GM.

Videre ble det foretatt en tur på havet uten for Vardø. Under turen var værforholdene gode med vindbølger på 0,3 meter og dønninger på 0,5 - 1 meter. På denne turen fikk fartøyet enkelte ganger store rulleutslag på rundt 20 ° selv om værforholdene var svært fine.

Fartøyets bevegelser ble målt med et inklinometer, som måler vinkelutslag i rull og stamp.



Bilde 4 Måling av egenrulleperiode i Vardø havn.

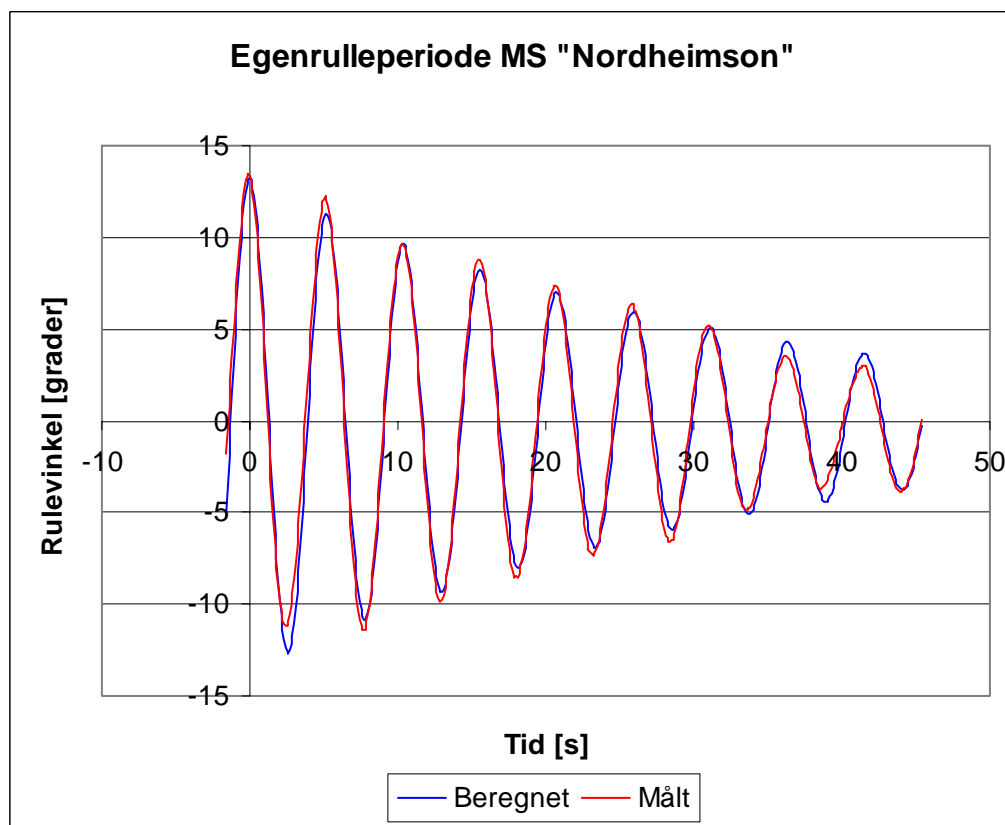
3.1.1 Fartøyets rullebevegelse

Måling av egenperioder for rull og stamp ble gjort ved kai. Rulleperioden er tiden det tar for et fartøy å rulle fra den ene siden, over til den andre og tilbake igjen. Med slakke fortøyninger ble

fartøyet satt i bevegelse og utslagene logget. Ut i fra dette, og informasjon fra den forenklete krengeprøven, ble fartøyets massetrehetsradier i rull og stamp bestemt samt skrogets dempning.

Dempet egenrulleperiode for fartøyet ble målet til 5.19 sekunder. Fartøyets bredde (inkludert hud) er 4.11 meter i følge dokumentasjon vi har tilgang på. En tommelfingerregel er at et fartøy bør ha en dempet egenrulleperiode som tilsvarer bredden, altså burde "Nordheimson" hatt en rulleperiode på ca 4.1 sekund. At egenrulleperioden er på 5.19 sekunder tyder enten på en stor massetrehet eller en lav initialstabilitet (GMT). En stor massetrehet knyttes til store vekter plassert langt over eller under fartøyets vertikale tyngdepunkt (VCG). Massetrehetsmomentet kan beskrives med "massetrehetsradius".

På bakgrunn av feltmålinger er fartøyets massetrehetsradius i rull beregnet til 1.801 meter (45 % av bredden). Etter vår mening burde massetrehetsradius i rull ligget i området 1.44 – 1.52 meter (35 – 37 % av bredden). Reduksjon av massetrehetsradius vil redusere rullbevegelsen. Høy massetrehetsradius kan føre til dårlige sjøegenskaper.



Figur 1: Figuren viser målt egenrulleperiode og beregnet egenrulleperiode for fartøyet. Egenrulleperiode ble målt til 5.19 sekunder.

Ut fra måleresultatene kan fartøyets dempede rullbevegelse i stille vann beskrives matematisk med følgende formel:

$$\eta_4 = 13.45 * e^{-0.06*t} \cos(\omega_4 * t)$$

Ut fra denne formelen fremkommer fartøyets dempningskoeffisient $b = 0,06$. Normalt ligger dempningskoeffisienten på $b_N = 0,1 - 0,2$ [2]. Dempningskoeffisienten for MS "Nordheimson" er lav.

Dempningskoeffisienten i rull viser forholdet mellom skrogets dempning og massen som blir satt i bevegelse (svingmasse eller treghetsmoment) når båten ruller. Skrogets dempning er et uttrykk for hvor mye rullbevegelsen "bremses" opp. Svingmasse I er definert som følger:

$$I = m * r^2$$

m = vekt [kg]

r = massetregghetsradius

Fartøyets lave dempningskoeffisient fører til at fartøyet har store bevegelser i rull, og er en tydelig indikator på at fartøyet har dårlige sjøegenskaper. Dempningen i skroget er ikke stor nok til å hindre store rulleutslag nær resonans og dette er med på å understøtte skipperens beskrivelse av fartøyet. Vår erfaring er at fartøy med dempningskoeffisient i rull under 0,1 gir båter med store rullbevegelser og dårlige sjøegenskaper.

Dempningskoeffisienten ble trolig redusert som følge av ombyggingen fartøyet var igjennom i 2005. Dette begrunnes med at svingmassen i rull har økt betraktelig mens skrogets dempning ikke endret seg.

Følgende ombygging har ført til høy massetregghetsradius og liten dempningskoeffisient:

- Bygging av nytt styrehus på bakken med tilhørende innredning.
- Montering av shelterdekk på babord side
- Fast ballast i maskinrom og på kjølen
- Maskinromsnedgang
- Heving av bakken

Hovedbidragene til endring av fartøyets dempningskoeffisient etter ombygging knyttes til at styrehus ble montert på bakken, montering av shelterdekk på babord og økt ballast på kjølen.

3.2 Sammenligning mellom Nordheimson og 45 fots kystfiskebåt

Fartøybevegelsen i rull til "Nordheimson" er sammenlignet med bevegelsene til en typisk 45 fots kystfiskebåt av nyere type. Sammenligningen er gjort i programmet VERES der begge fartøyene er modellert. Den 45 fots lange båten har en bredde på 4,72 meter. Sammenligningen er gjort i et JONSWAP bølgespekter med vindbølger med signifikant bølgehøyde på 0,4 meter og dønninger med signifikant bølgehøyde på 1,3 meter (periode 7 sekund). Denne sjøtilstanden betegnes som rolig sjø.

Beskrivelse av lastkondisjonen til 45 fots kystfiskebåt:

- Deplasement = 38 294 kg
- $GM_t = 0,603$ m
- Massetregghetsradius i rull (r_{44}) = 1,54 meter (0.35*B)
- Massetregghetsradius i stamp (r_{55}) = 3.26 meter
- Bredde: 4.72 meter

Beregningene viser at "Nordheimson" har opp til 64 % større rullebevegelser sammenlignet med en typisk 45 fots kystfiskebåt for den modellerte sjøtilstanden. Dette er med på å gi en indikasjon på at fartøyet har dårlige sjøegenskaper. Se vedlegg 7, Encl. G.1 – G.6.

4 Konklusjoner

MS "Nordheimson" har etter SINTEF sine vurderinger fått dårlige sjøegenskaper og dårlig lasteevne som følge av vesentlige ombygginger. Med dårlige sjøegenskapene menes at fartøyet får store rullebevegelser allerede i liten sjøgang. De store rullebevegelsene skyldes at fartøyet har for mye vekt høyt oppe i forhold til skrogets evne til å dempe rulling. Disse store rullebevegelsene har SINTEF Fiskeri og havbruk dokumentert ved å gjennomføre feltprøver og databeregninger i beregningsprogrammet VERES.

Fartøyet har en egenrulleperiode på 5.19 sekunder, noe som er med på å indikere at fartøyet har store bevegelser i rull. Egenrulleperioden burde ha ligget på ca 4.1 sekunder for dette fartøyet.

Matematisk beskrivelse av fartøyets dempede rullebevegelse i stille vann viser at fartøyets dempningskoeffisient ligger på 0.06. Erfaring tilsier at dempningskoeffisienten bør ligge på 0.1 – 0.2 for fartøyer med gode sjøegenskaper. Fartøyets lave dempningskoeffisient kan være med på å gi fartøyet store rulleutslag.

Fartøyet har ugunstig massefordeling. Dette begrunnes med den store massetrehetsradien i fartøyet. Massetrehetsradien er på 1.8 meter. Etter vår mening burde massetrehetsradius i rull ligget i området 1.44 – 1.52 meter. Ugunstig massefordeling kan være med på å gi store rulleutslag.

Databeregninger gjort i VERES viser at MS "Nordheimson" har opp mot 50 % større rulleutslag sammenlignet med en 45 fots kystfiskebåt av nyere type.

Med bakgrunn i dataanalyser gjort i VERES kan det virke gunstig å montere brede slingrekjøler på fartøyet for å redusere rullebevegelsene. Disse må plasseres lengst mulig fra senterlinjen, men ikke slik at de kommer ut av vann under rulling.

Skal fartøyet oppnå gode sjøegenskaper, må det trolig bygges om. Vekt av styrehus og shelterdekk må reduseres betraktelig samt flyttes betydelig nedover. Dersom overbygning skal beholdes, må skroget bygges bredere dersom dette er mulig.

Fartøyets lastekapasitet vurderes som alt for liten, fartøyets størrelse tatt i betraktning. Spesielt vurderes den lave tillatte dekkslasten til å være til hindre for operativ drift av fartøyet. I følge stabilitetsberegningene tilfredsstiller fartøyet gjeldende stabilitetskrav med meget liten margin. Stabilitetsberegningene forutsetter at det finnes en "oppdriftskasse" på styrbord skuteside i forkant av garnbingen. Pr dato er denne kassen åpen og bidrar derfor ikke til oppdriften. Dette må utbedres for å sikre at fartøyet tilfredsstille stabilitetskravene.

Et "stivere" fartøy med bedre formstabilitet vil kunne forbedre sjøegenskapene. Dette kan oppnåes ved å bygge skroget bredere i vannlinjen (blåse opp skroget). Beregninger gjennomført i VERES viser at dette tiltaket vil redusere fartøyets rullebevegelser betraktelig.

Det anbefales ikke å øke ballastmengde ytterligere.

Red, 2007-05-15/HAA