

A23384 - Åpen

Rapport

Virkning av stampekjøl på kystfartøy

Stampedemping av kystfartøy ved hjelp av finner plassert i forskipet

Forfatter(e)

Karl Gunnar Aarsæther

Evt flere forfattere



Rapport

Virkning av stampekjøl på kystfartøy

Stampedemping av kystfartøy ved hjelp av finner plassert i forskipet

EMNEORD:

Fartøy, Simulering

VERSJON

1.0

DATO

2012-09-18

FORFATTER(E)

Karl Gunnar Aarsæther

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond

OPPDRAGSGIVERS REF.

#900784

PROSJEKTNR

830304

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

24+ vedlegg

SAMMENDRAG

Stampedemping med finner

Kystfartøy som bygges under lengdebegrensinger kan oppleve det som kalles for "Gyngestoleffekten", der fartøyet stamper uforholdsmessig mye selv i relativt rolig sjø. Dette bevegelsesmønsteret stammer fra resonans mellom fartøyets egenperiode i stamp og sjøtilstanden. Slike effekter oppleves også i rullebevegelser, og det kan derfor være fornuftig å benytte seg av metoder som ikke er ulike de man bruker i rull for å dempe bevegelsene. En slik metode er montering av finner, såkalte stampekjøler, i forskipet for å dempe stampingen.

Denne rapporten inneholder en studie som viser potensialet for å dempe stampebevegelsen med relativt små, passive finner plassert i forskipet. Det kommer klart frem at stampedempende finner har en positiv effekt på fartøyets bevegelser.

UTARBEIDET AV

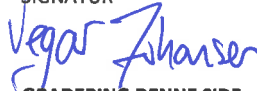
Karl Gunnar Aarsæther

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Karl Johan Reite

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Vegar Johansen

SIGNATUR**RAPPORTNR**

A23384

ISBN

978-82-14-05555-9

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1.0	2012-09-18	Første versjon

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Metode	4
3	Resultater	5
3.1	Kystbåt 14.99m	7
3.1.1	Avgang havn	8
3.2	Kystbåt 20.99m	11
3.2.1	Avgang havn	12
3.2.2	Ankomst havn	14
3.3	Kystbåt 27.99m	18
3.3.1	Avgang havn	19
4	Diskusjon og Konklusjon	22

BILAG/VEDLEGG

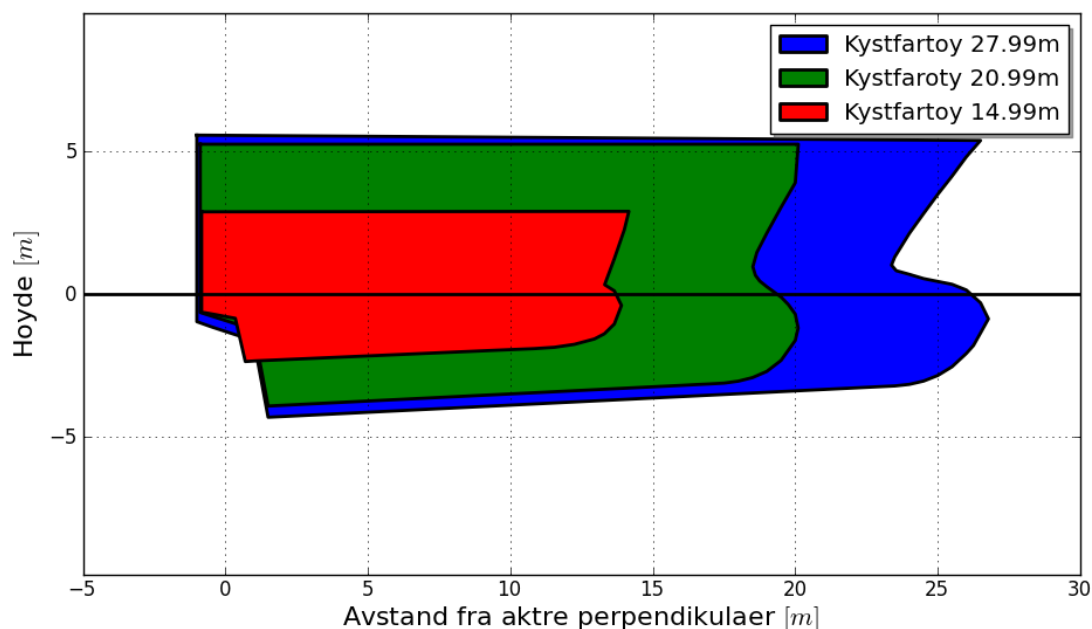
A: Teknisk rapport om beregninger

B: Beregningsresultater fra VERES

1 Innledning

Kystfartøy som bygges under lengdebegrensninger kan oppleve det som kalles for "Gyngestoleffekten", der fartøyet stamper uforholdsmessig mye selv i relativt rolig sjø. Dette bevegelsesmønsteret stammer fra resonans mellom fartøyet egenperiode i stamp og sjøtilstanden. Slike effekter oppleves også i rullebevegelser, og det kan derfor være fornuftig å benytte seg av metoder som ikke er ulike de man bruker i rull for å dempe bevegelsene. En slik metode er montering av finner, såkalte stampekjøler, i forskipet for å dempe stampingen.

Mindre fartøy er mest utsatt for denne effekten, og denne rapporten med Appendix presenterer beregninger av effekten av stampedempende finner på tre kystfiskefartøy med total lengde 14.99m, 20.99m og 27.99m. Profilen av skrogene er vist i Figur 1 for vise forholdet mellom fartøystørrelsene.



Figur 1: Profil av skrogene brukt i studien. Vertikalt vil fartøyene avvike fra profilen pga dekkarrangement, styrhus ol.

Denne rapporten viser hvordan slike finner kan dempe stampbevegelsene, samt hvilken innvirkning de vil ha på fartøyet hydrodynamiske motstand. Grunnlaget for rapporten er SINTEF Fiskeri og Havbruks simuleringsprogramvare *FhSim* og beregningsprogrammet for sjøegenskaper VERES fra SINTEF MARINTEK.

2 Metode

Analysene av skipets oppførsel i stamp med og uten stampedempende finner er gjort ved å gjennomføre to steg med analyser av fartøyet:

1. Analyse av fartøyet bevegelser i bølger av gitte perioder uten finner ved hjelp av beregningsprogrammet VERES.
2. Simulering i tid av fartøyet bevegelser med finner, irregulær sjø og summasjon av bølgetrykk over eksakt våt overflate.

Beregningene av fartøydynamikken i VERES ble gjort i forkant av simuleringsstudien er basert på spanterisset av skroget samt forhåndsgitte opplysninger om fartøyets tyngdepunktplassering, gitt trimvinkel og treghetsradiene¹ til fartøyet. På grunn av begrensinger i simuleringsmodellen er det ikke mulig å ta hensyn til endring av innstrømming på finnen på grunn av lokale strømninger rundt skroget. Finnene monteres ved en referansesetting som ikke gir løft når fartøyet ligger på rett kjø. Beregningsmodellen tar hensyn til endring i våt overfalte, og derfor endring i kraft, når fartøyet går inn og ut av bølger samtidig som det hiver og stamper.

Simuleringsstudien har vært brukt for å koble effekten av finner til skipsdynamikken, samt å kunne variere parametere som finneplassering, fartøyshastighet og bølgehøyde. Analysene er foretatt med varierende plassering av finnene langs skips og horisontalt, lengde/bredde forhold som 1/4, 1/3 og 1/2 på finnene med følgende hastigheter og bølgetilstander:

Signifikant bølgehøyde	Hyppest bølgeperiode
1 meter	6 sekunder
2 meter	7 sekunder
3 meter	8 sekunder

Skipshastighet	
	0 knop
	2 knop
	4 knop
	6 knop

Størrelsen på finnene er bestemt ved å ta utgangspunkt i foreslått finnestørrelse for 22m kystfartøy hvor de er skissert med 2m lengde. Arealet til finnen er bestemt ved å bruke 2m som lengste lengde med lengde/bredde forholdet 1/4 som referansemål. Lengde og bredde er modifisert på hver enkel finne for å holde arealet likt arealet på 1/4 lengde/bredde forhold. Finnearealet er skalert mellom de forskjellige fartøyene ved hjelp av deplasementet².

Begningene er gjort i SINTEF Fiskeri og Havbruks egenutviklede simuleringsprogramvare *FhSim* der parametere ble variert systematisk gjennom å sette opp en rekke simuleringsmodeller som ble kjørt separat mens resultatene lagret for analyse i etterkant.

Modellen som ble brukt for å gjennomføre beregningen i *FhSim* bestod av modeller for skipet og et irregulært bølgefelt med motsjø. For at skipet skulle holde hastighet og kurs ble det tauet med en fjær som bevegede seg fremover med den ønskede hastigheten. Fjærkraften modifiseres når den virker på skipet slik at hiv og stamp ikke blir påvirket. Fjærkraften representerer en varierende fremdriftskraft som øker/minker med avvik fra ønsket hastighet. Metoden med tauing med fjær er valgt for å beholde kurs og hastighet til fartøyet uten å anvende autopilot.

3 Resultater

Resultatene er presentert inndelt etter skip og vannlinje. Variasjoner i parametere gir svært mange resultatsett, med tilhørende fare for uoversiktlig fremstilling. Resultatene presenteres derfor for en vertikal plassering av finnen, og for lengde/bredde forhold for finnen på 1/4. Resultatene varierte relativt lite med de andre parameterne så denne fremstillingen gir en god oversikt over resultatene. Det fulle resultatsettet er tilgjengelig i Appendix A hvor parametervariasjonene, simuleringsmodellen og resultatene er beskrevet mer inngående. I Appendix B er VERES resultater for alle fartøyene gjengitt for hiv og stamp som funksjon av

¹ Treghetsradien er avstanden fra tyngdepunktet hvor massen kan være konsentrert for å gi samme treghet i rotasjon. En boks med jevnt fordelt masse har treghetsradius på 1/4 av lengden, verdier over dette beskriver konsentrasjon av vekt mot endene. Treghetsradien til fartøyene i denne studien ble satt til 1/3 av lengden.

² Det ble vurdert å skalere finnene etter arealtregheten til vannplanet, dette ga store utslag på finnestørrelsen mellom kandidatene. Skalering vha. deplasementet resulterte i fornuftige finnearealet

bølgeperiode. I denne rapporten er følgende resultater presentert for den ene finnemodellen og de tre bølgehøydene.

- Stampevinkel for én hastighet som funksjon av langskips finneplassering, sammenlignet mot standard skrog
- Stampevinkel for én finneplassering som funksjon av forover hastighet, sammenlignet med standard skrog
- Endring i taukraft som funksjon av forover hastighet, relativt til standard skrog
- Endring i hivbevegelse ved tyngdepunktet og fremre perpendikulær som funksjon av hastigheter relativt til standard skrog

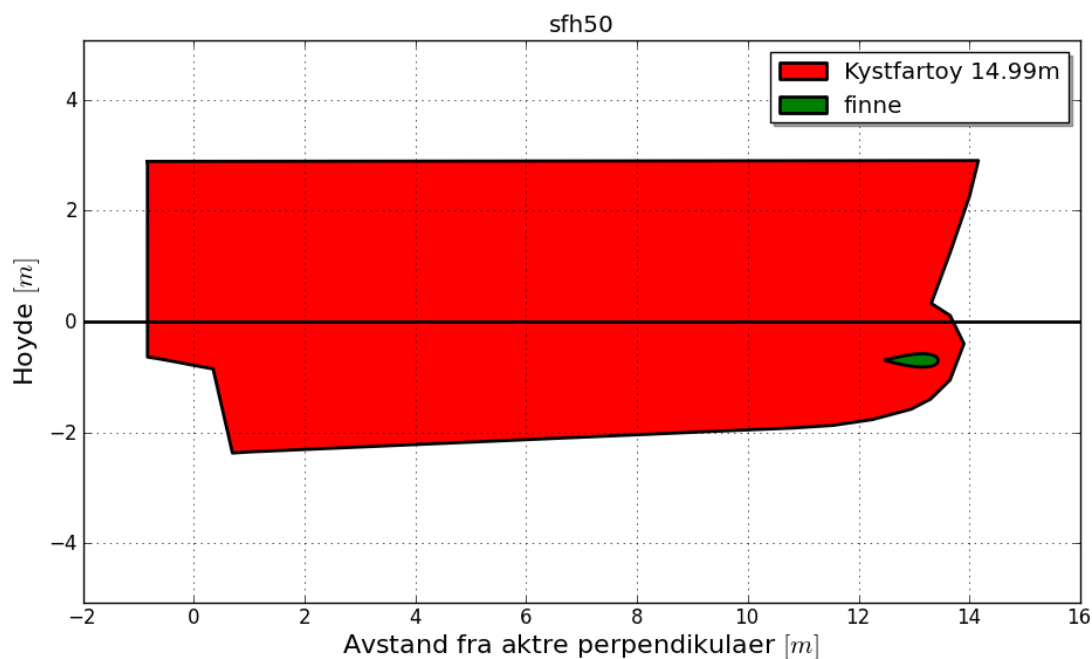
Bevegelsene i stamp og hiv er gitt som signifikante verdier. Det vil si at de rapporterte størrelsene er gjennomsnittet av de 1/3 høyeste utslagene. Gjennomsnittet av de 1/3 høyeste utslagene er ment som et mål for det en erfaren observatør vil estimere som maksimum utslag og vil oppleves omtrent for hvert syvende utslag.

Båten på 21,99m ble vurdert som den mest utsatte og ble derfor analysert for vannlinjer både til og fra havn.

I figurene er det benyttet fargekoder for signifikant bølgehøyde: "Grønn" for signifikant bølgehøyde 1m, "rød" for signifikant bølgehøyde 2m og "sort" for signifikant bølgehøyde 3m. Der resultatene er presentert både med og uten finner er de stiplede linjene verdiene fra beregninger uten finner.

3.1 Kystbåt 14.99m

Fartøyet på 14.99m er basert på et skrog tegnet på SFH som et snurrevad fartøy. Profilen av skroget er vist i Figur 2 med typisk plassering av stapedempende finne. Plasseringen av den stapedempende finnen er lik den som ble bruk i simuleringsstudien for å undersøke effekten av variasjon i hastighet og endringer i finnevinkel. Hoveddimensjonene til fartøyet med deplasement og trim er vist i Tabell 1, og dimensjonene på de forskjellige finnealternativene er vist i Tabell 2. Plott av resultatene er vist i avsnitt 3.1.1.



Figur 2: Profil av 14.99m kystfartøy med plassering av finne inntegnet

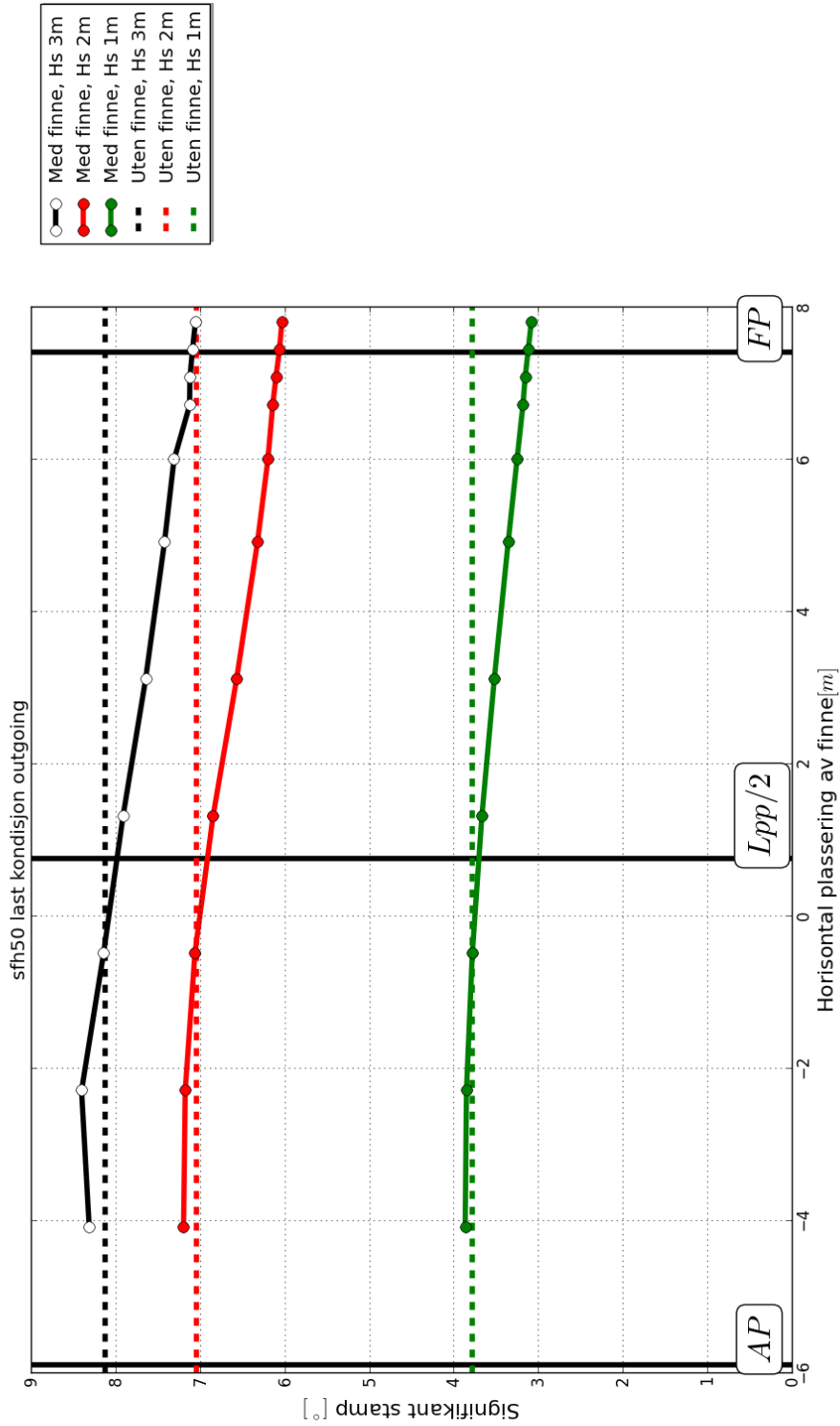
Tabell 1: Vannlinjer brukt under beregning for 15m kystfartøy

Vannlinje	Deplasement	Lengde	Bredde	Dypgang	Trimvinkel
Avgang havn	80 tonn	14.99m	5.4 m	2.1m	0 grader

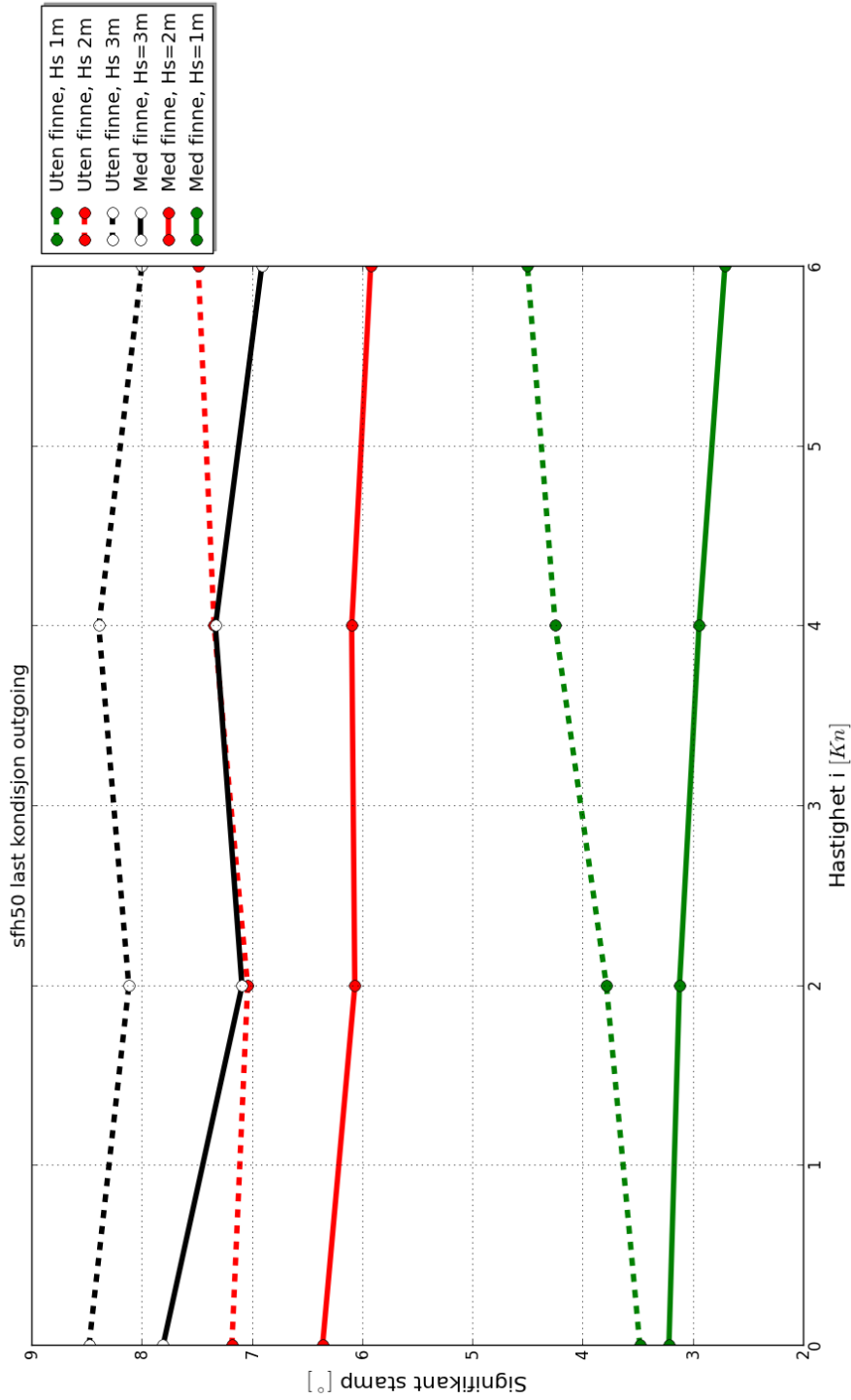
Tabell 2: Mål på finner brukt på 15m kystfartøy

Finne	Lengde	Bredde	Areal	
Aspektforhold 1/4	0.956 m	0.239 m	0.23 m ²	(vist i figurer)
Aspektforhold 1/3	0.832 m	0.274 m	0.23 m ²	(vist i Appendix A)
Aspektforhold 1/2	0.676 m	0.338 m	0.23 m ²	(vist i Appendix A)

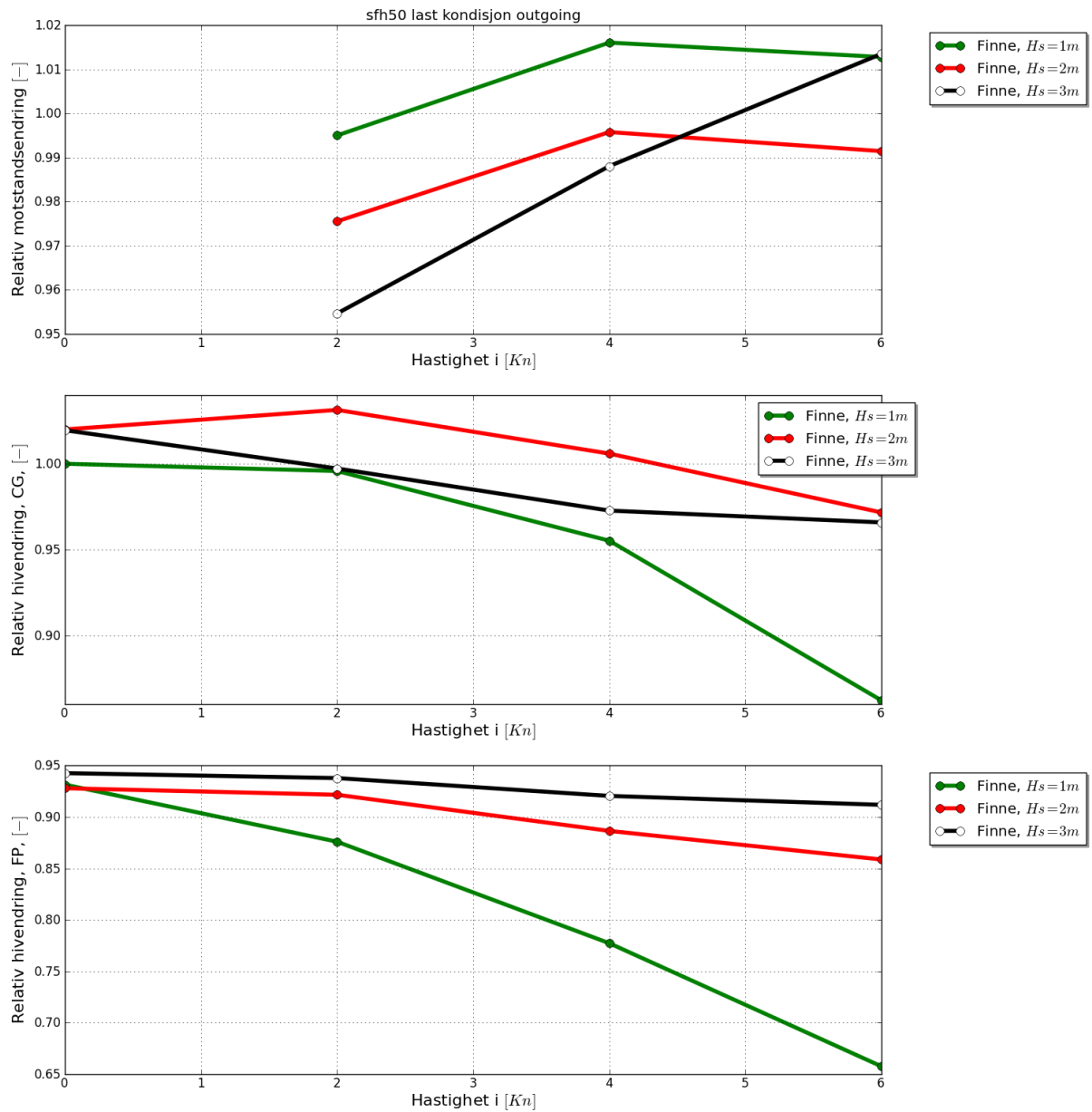
3.1.1 Avgang havn



Figur 3: Variasjon av signifikant stampevinkel som funksjon av langsips plassering av finne og for tre bølgehøyder. Resultater med finner er vist med heltrukne linjer, mens referanseverdien til skroget uten finner er vist med stiplede linjer. Aktre perpendikulær, nullkryss ($L_{pp}/2$) og fremre perpendikulær er markert på x-aksen



Figur 4: Variasjon av signifikant stampevinkel for en finne plassert godt neddykket ved FP over flere hastigheter for tre bølgehøyder. Resultat med heltrukne linjer mens referanseverdiene til skroget uten finner er vist med stiplede linjer.

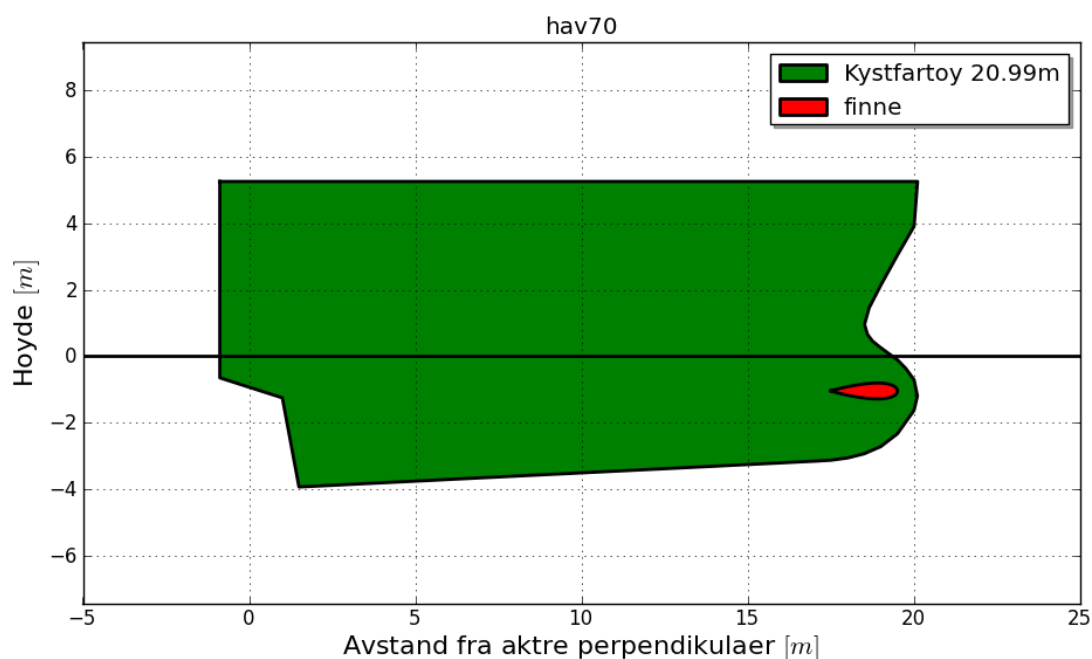


Figur 5: Relativ endring av skrogets egenskaper ved bruk av finner. Figurene viser henholdsvis endring i skrogmotstand, hiv i tyngdepunktet og hiv i fremre perpendikulær.

3.2 Kystbåt 20.99m

Kystbåten på 20.99m er et nybygg tegnet av NavalConsult AS som skal brukes til garnfiske. Designet er av regelhensyn begrenset til total lengde på 20.99m. Profilen av skroget er vist i Figur 6 med typisk plassering av stapedempende finne. Plasseringen av den stapedempende finnen er lik den som ble brukt i simuleringstudien for å undersøke variasjon i hastighet og endringer i finnevinkel. Siden Fartøyet er under planlegging finnes det beregninger av vektregnskapet som gir vannlinje og tyngdepunkt for en rekke lastkondisjoner. Hoveddimensjonene til fartøyet med deplasement og trim er vist i

Tabell 3 og dimensjonene på de forskjellige finnealternativene er vist i Tabell 4. Plott av resultatene er i avsnitt 3.2.1 og 3.2.2. Lastekondisjonen "Avgang havn" er for 20.99m definert som lastet med bunkers og ballastert, mens lastkondisjon "Ankomst havn" er regnet som fullastet med 30% bunkers.



Figur 6: Profil av 20.99m kystfartøy

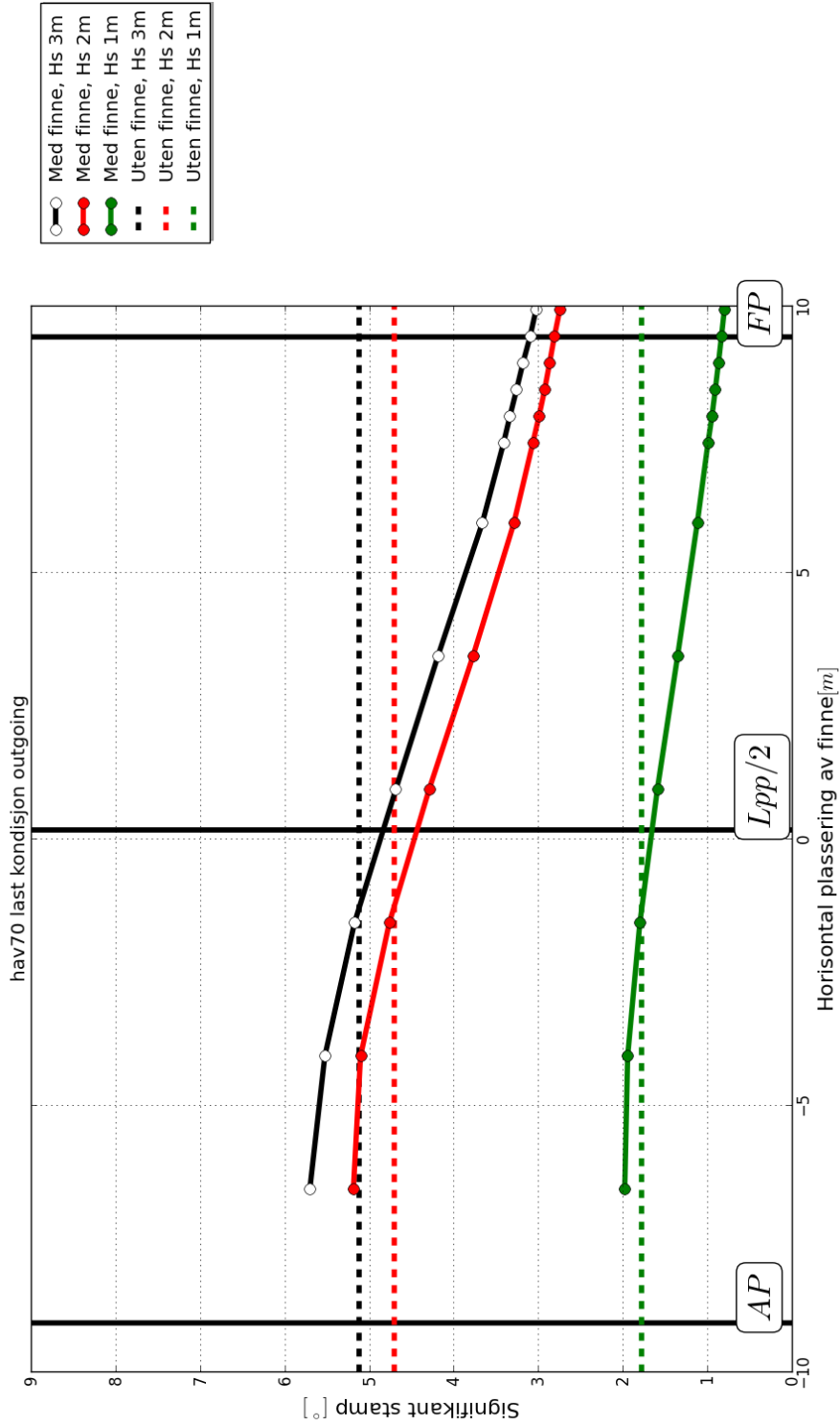
Tabell 3: Vannlinjer brukt under beregning for 21m kystfartøy

Vannlinje	Deplasement	Lengde	Bredde	Dypgang	Trimvinkel
Avgang havn	348 ton	20.99m	8.5m	3.54 m	1,288 grader
Ankomst havn	428 ton	20.99m	8.5m	4.123 m	0,697 grader

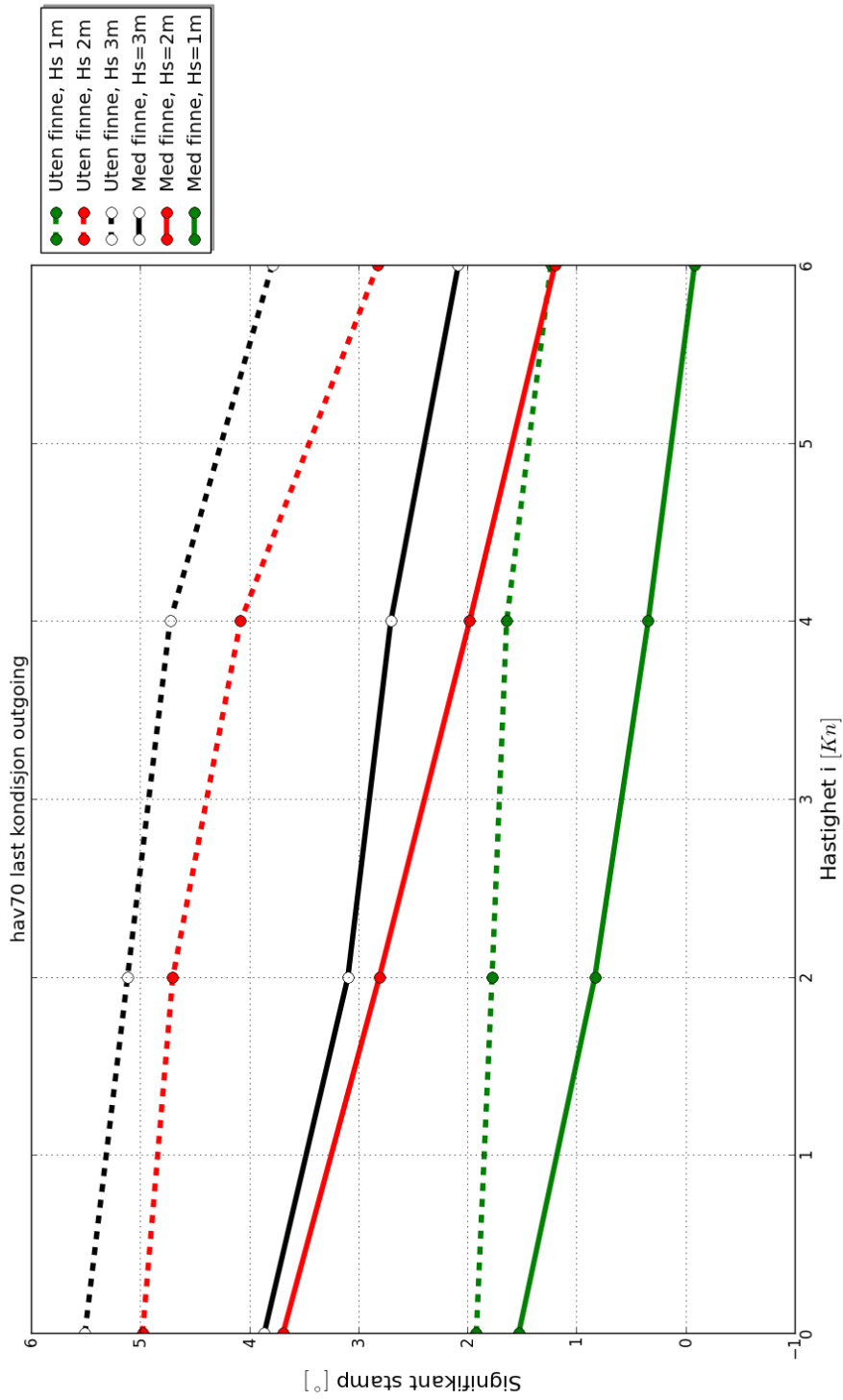
Tabell 4: Mål på finner brukt på 21m kystfartøy

Finne	Lengde	Bredde	Areal	
Aspektforhold 1/4	2.000 m	0.250 m	1 m ²	(vist i figurer)
Aspektforhold 1/3	1.740 m	0.574 m	1 m ²	(vist i Appendix A)
Aspektforhold 1/2	1.414 m	0.707 m	1 m ²	(vist i Appendix A)

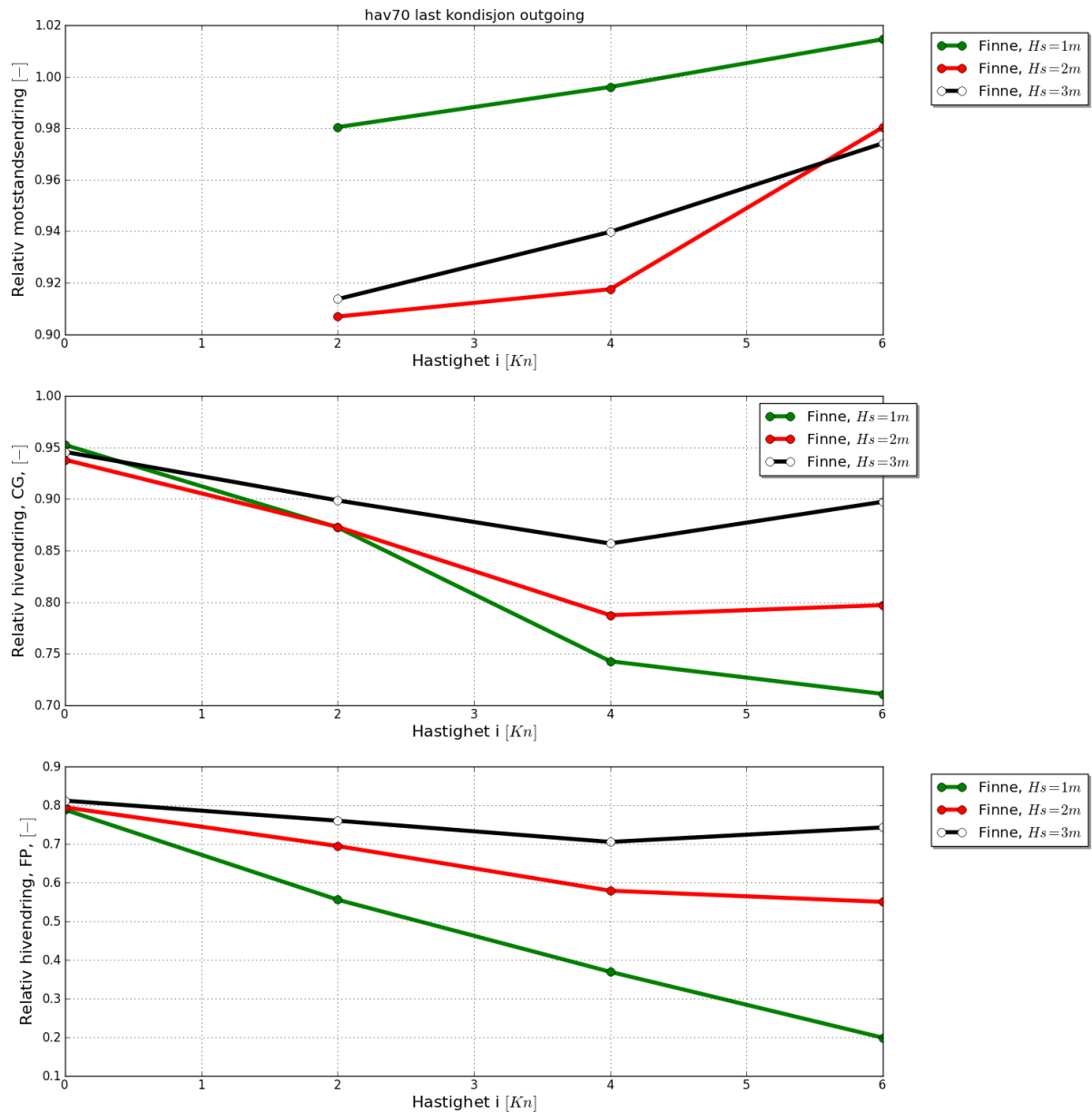
3.2.1 Avgang havn



Figur 7: Variasjon av signifikant stampevinkel som funksjon av langsips plassering av finne og for tre bølgehøyder. Resultater med finner er vist med heltrukne linjer, mens referanseverdien til skroget uten finner er vist med stiplede linjer. Aktre perpendikulær, nullkryss ($L_{pp}/2$) og fremre perpendikulær er markert på x-aksen

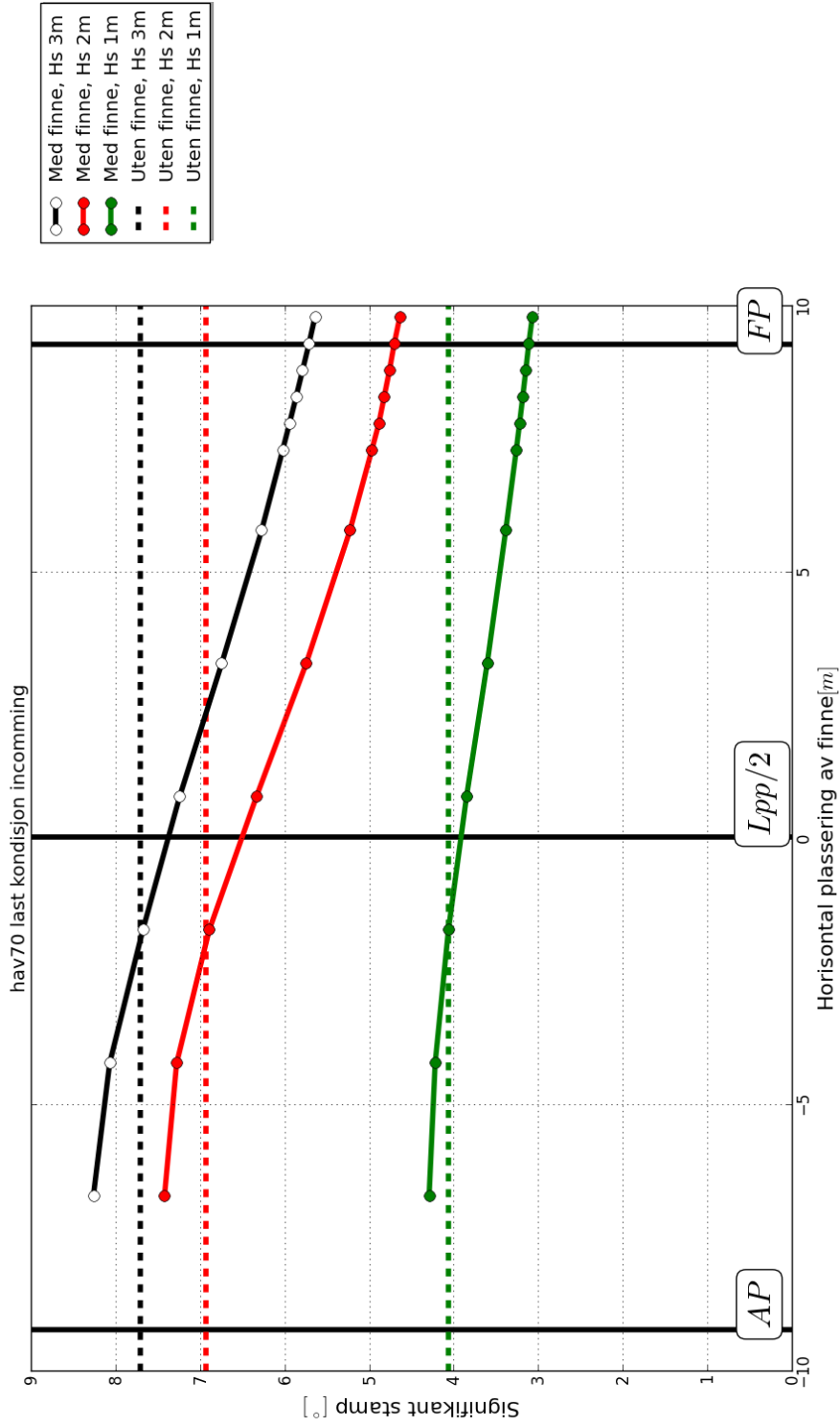


Figur 8: Variasjon av signifikant stampevinkel for en finne plassert godt neddykket ved FP over flere hastigheter for tre bølgehøyder. Resultatet med heltrukne linjer mens referanseverdiene til skroget uten finner er vist med stiplede linjer.

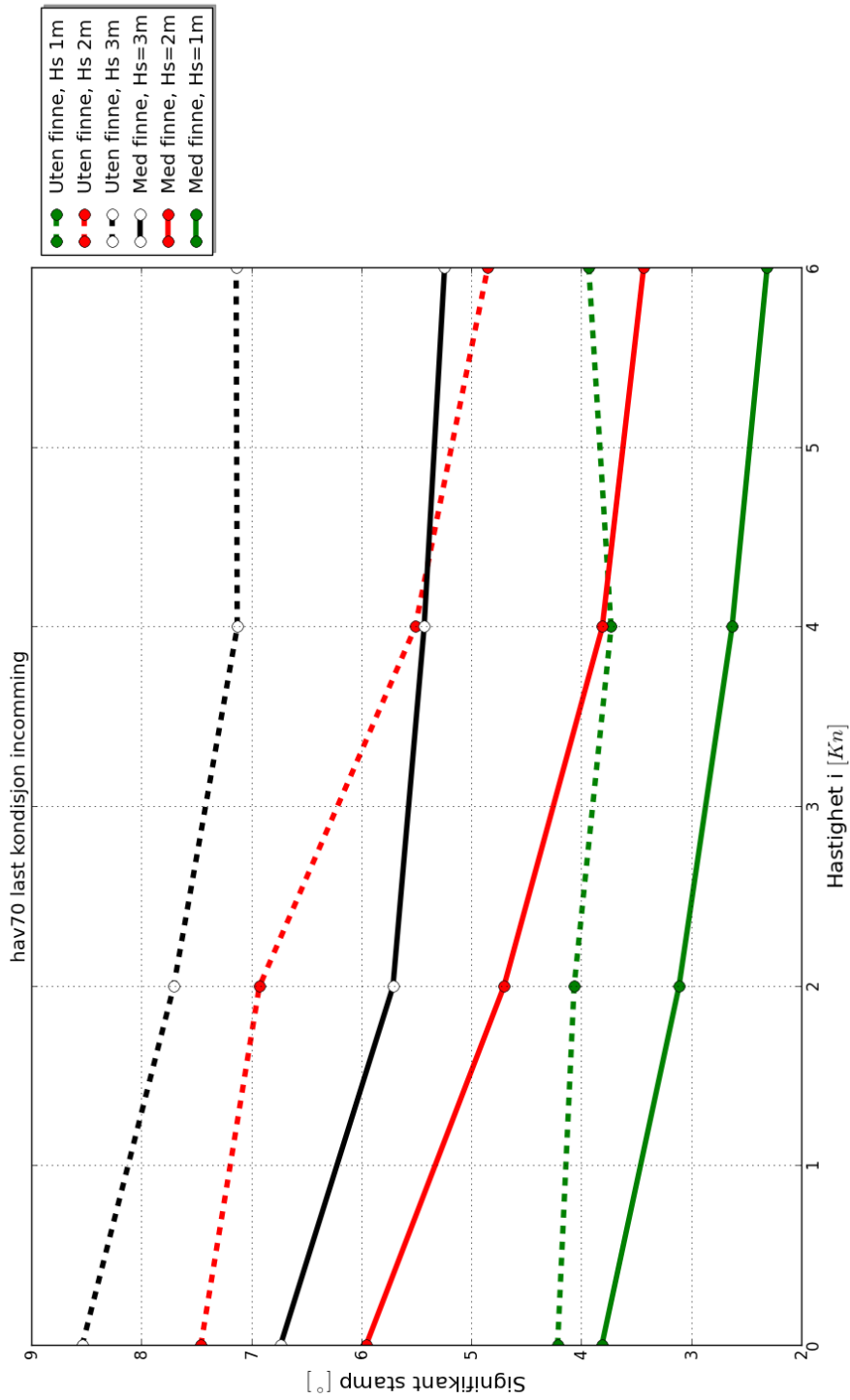


Figur 9: Relativ endring av skrogets egenskaper ved bruk av finner. Figurene viser henholdsvis endring i skrogmotstand, hiv i tyngdepunktet og hiv i fremre perpendikulær.

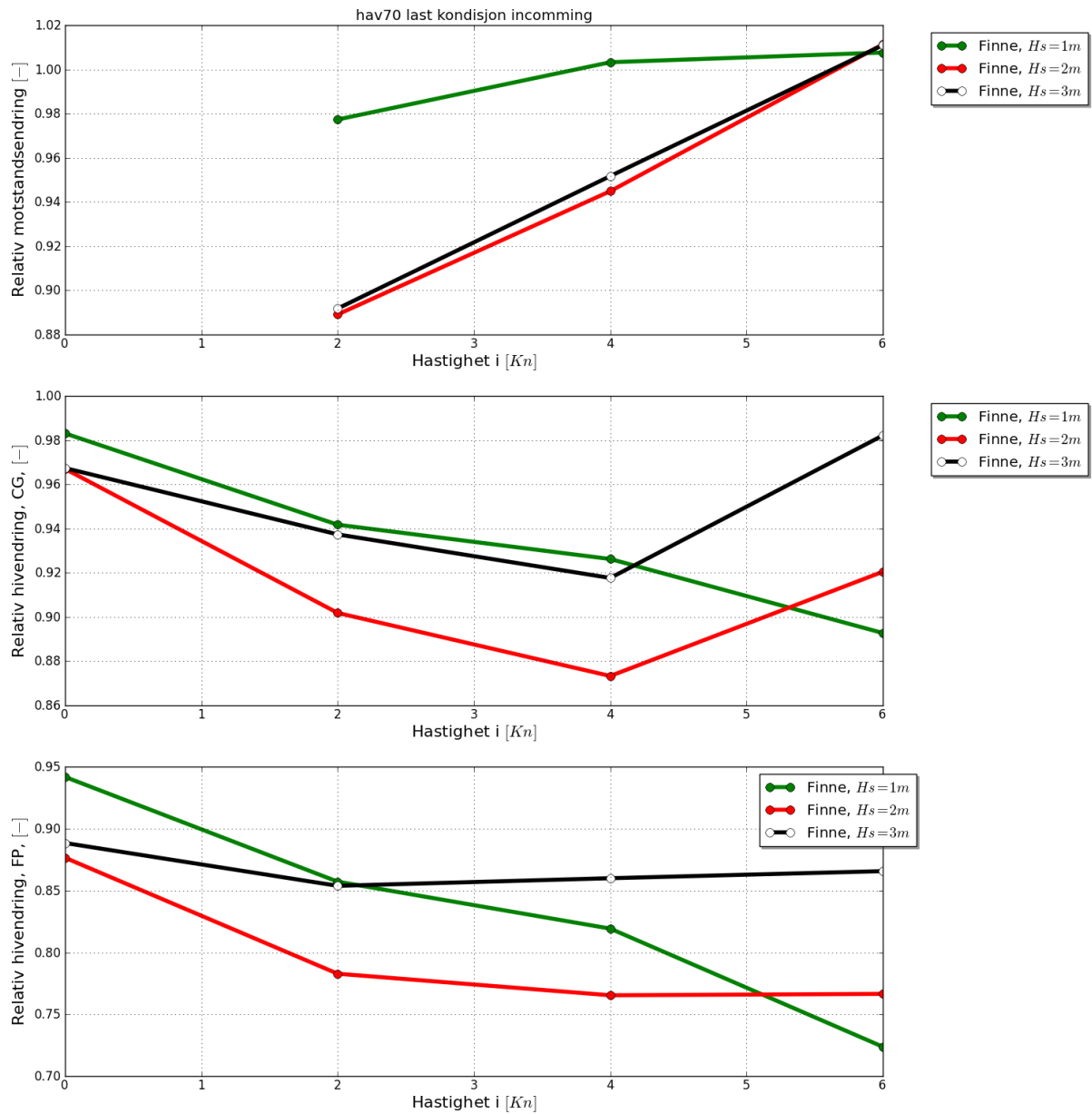
3.2.2 Ankomst havn



Figur 10: Variasjon av signifikant stampevinkel som funksjon av langsips plassering av finne og for tre bølgehøyder. Resultater med finner er vist med heltrukne linjer, mens referanseverdien til skroget uten finner er vist med stiplede linje. Aktre perpendikulær, nullkryss ($L_{pp}/2$) og fremre perpendikulær er markert på x-aksen



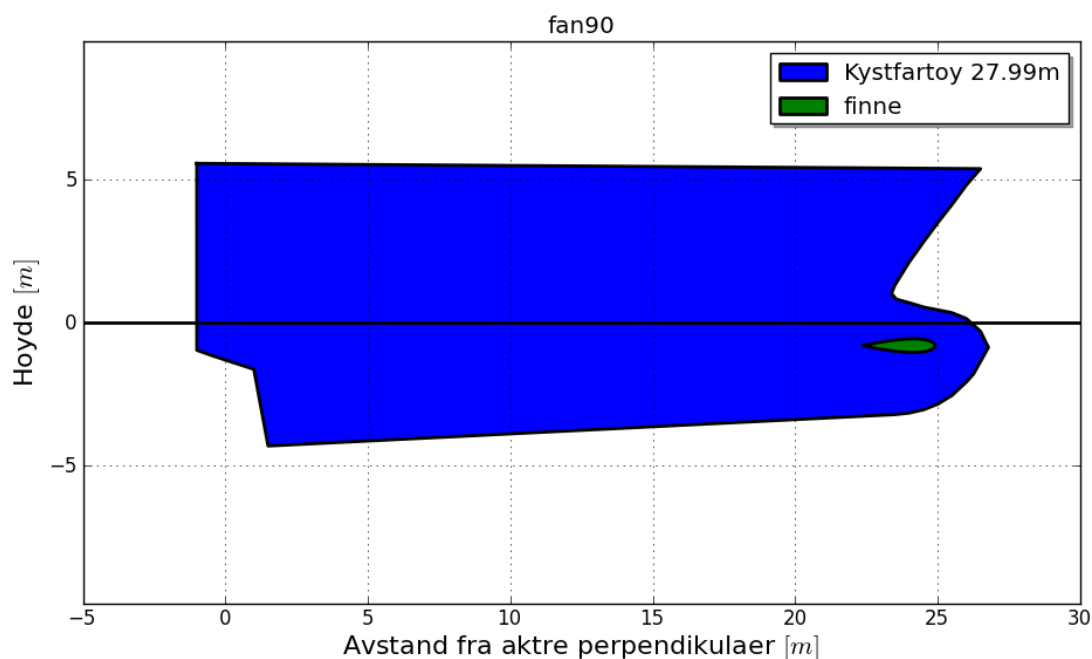
Figur 11: Variasjon av signifikant stampevinkel for en finne plassert godt neddykket ved FP over flere hastigheter for tre bølgehøyder. Resultat med heltrukne linjer mens referanseverdiene til skroget uten finner er vist med stiplede linjer.



Figur 12: Relativ endring av skrogets egenskaper ved bruk av finner. Figurene viser henholdsvis endring i skrogmotstand, hiv i tyngdepunktet og hiv i fremre perpendikulær.

3.3 Kystbåt 27.99m

Kystbåten på 27.99m er basert på en foreslått design fra Naval Consult AS. Detaljerte hydrostatiske beregninger er ennå ikke gjort for dette designet. Det er derfor beregnet en sannsynlig lastekondisjon for avgang havn basert på andre fartøyer av lignende størrelse. Profilen av skroget er vist i Figur 13 med typisk plassering av stapedempende finne. Plasseringen av den stapedempende finnen er lik den som ble bruk i simuleringsstudien for å undersøke endringer i hastighet og finnevinkel. Følgende vannlinje, Tabell 5, ble brukt under beregningene med 27.99m fartøyet. Finnene for fartøyet ble skalert etter deplasementet i forhold til 20.99m fartøyet og er gjengitt i Tabell 6.



Figur 13: Profil av 27.99m kystfartøy

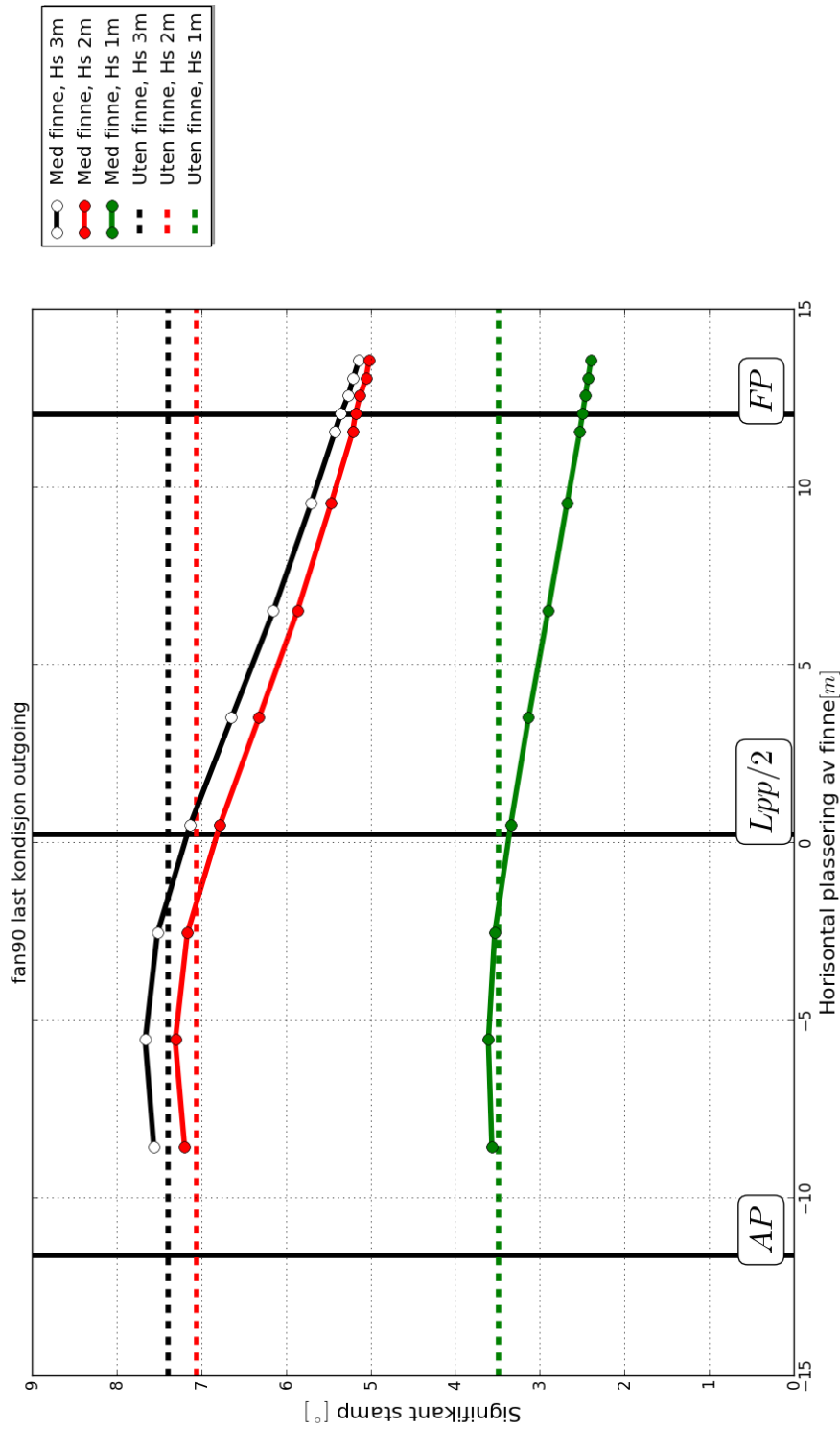
Tabell 5: Vannlinje brukt under beregning for 28m kystfartøy

Vannlinje	Deplasement	Lengde	Bredde	Dypgang	Trimvinkel
Avgang havn	533 ton	27.99m	8.5m	3.810 m	0 grader

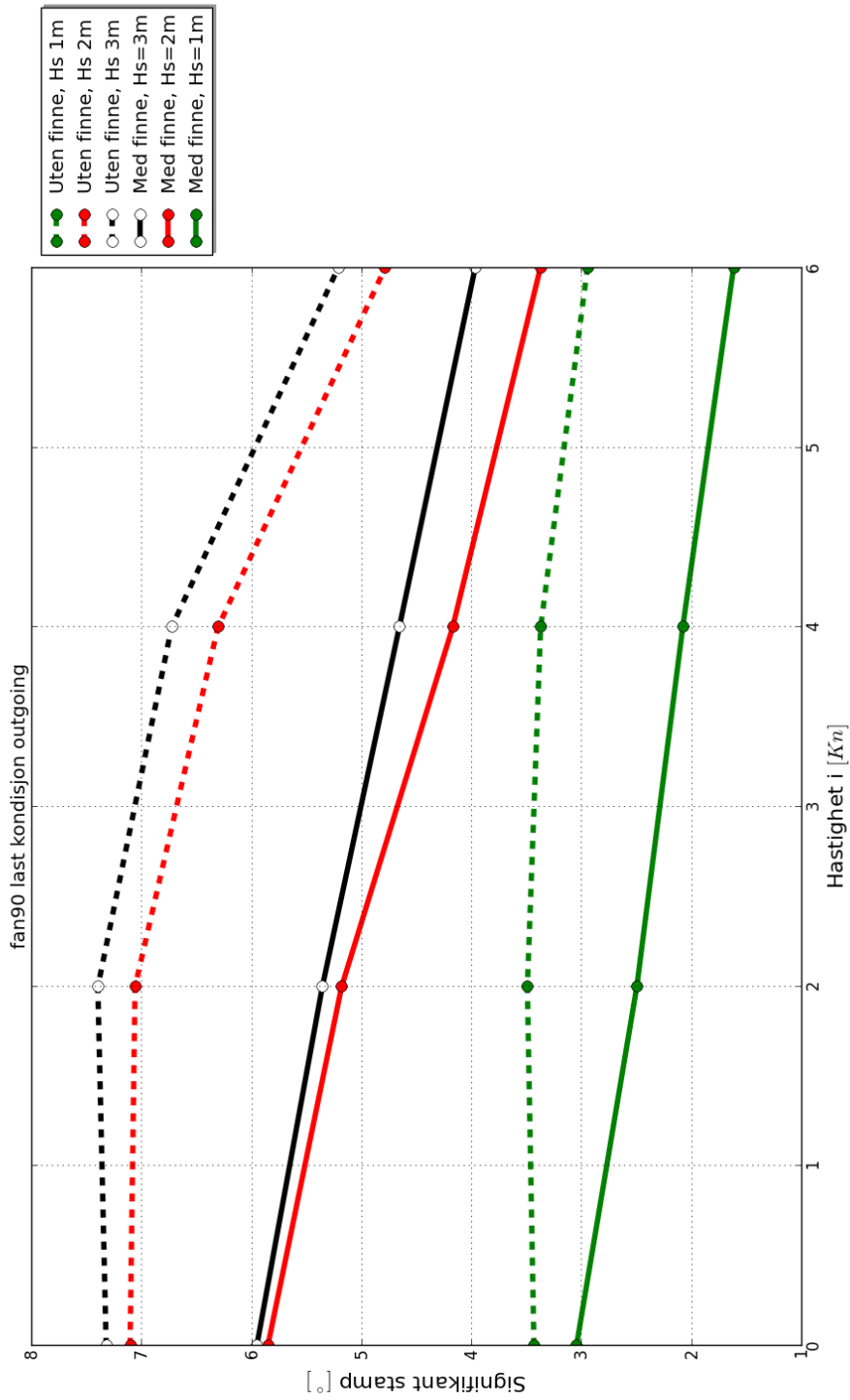
Tabell 6: Mål på finner brukt på 28m kystfartøy

Finne	Lengde	Bredde	Areal	
Aspektforhold 1/4	2.490 m	0.622 m	1.55 m ²	(vist i figurer)
Aspektforhold 1/3	2.167 m	0.715 m	1.55 m ²	(vist i Appendix A)
Aspektforhold 1/2	1.760 m	0.880 m	1.55 m ²	(vist i Appendix A)

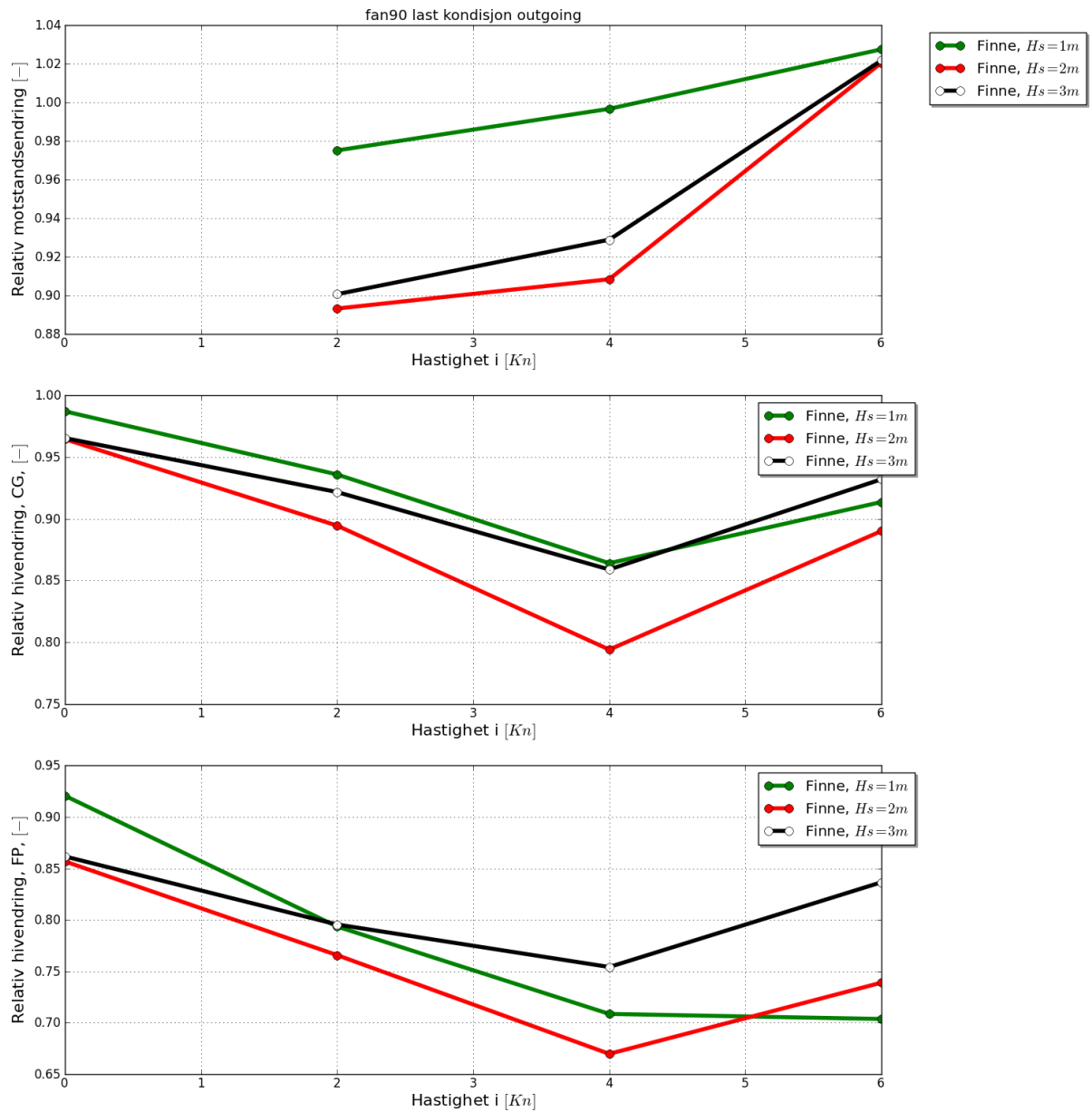
3.3.1 Avgang havn



Figur 14: Variasjon av signifikant stampevinkel som funksjon av langsips plassering av finne og for tre bølgehøyder. Resultater med finner er vist med heltrukne linjer, mens referanseverdien til skroget uten finner er vist med stiplede linjer. Aktre perpendikulær, nullkryss ($L_{pp}/2$) og fremre perpendikulær er markert på x-aksen



Figur 15: Variasjon av signifikant stampevinkel for en finne plassert godt neddykket ved FP over flere hastigheter for tre bølgehøyder. Resultat med heltrukne linjer mens referanseverdiene til skroget uten finner er vist med stiplede linjer.



Figur 16: Relativ endring av skrogets egenskaper ved bruk av finner. Figurene viser henholdsvis endring i skrogrmotstand, hiv i tyngdepunktet og hiv i fremre perpendikulær.

4 Diskusjon og konklusjon

Stampedempende finner ser ut til å ha en signifikant effekt på kystfartøy som opplever større stampevinkler. Effekten er større jo lengre fremfor tyngdepunktet finnen plasseres, men hensyn til styrke og praktiske hensyn vil begrense hvor langt fremme de kan monteres. Stampevinkelen reduseres for alle hastigheter og beholder effekten også når farten tiltar. Resultatene viser at virkningen er størst i medium til lav hastighet, noe som er i god overensstemmelse med vanlige hastigheter for fiskerioperasjoner. Den prosentvise endringen av signifikant stampevinkel med 2 knops fart er vist i Tabell 7. Fra tabellen kan man se at effekten er minst for det minste fartøyet, men selv der får man en merkbar reduksjon av stampevinkelen.

Tabell 7: Prosentvis reduksjon av stampebevegelse i 2 knop med finne montert ved FP

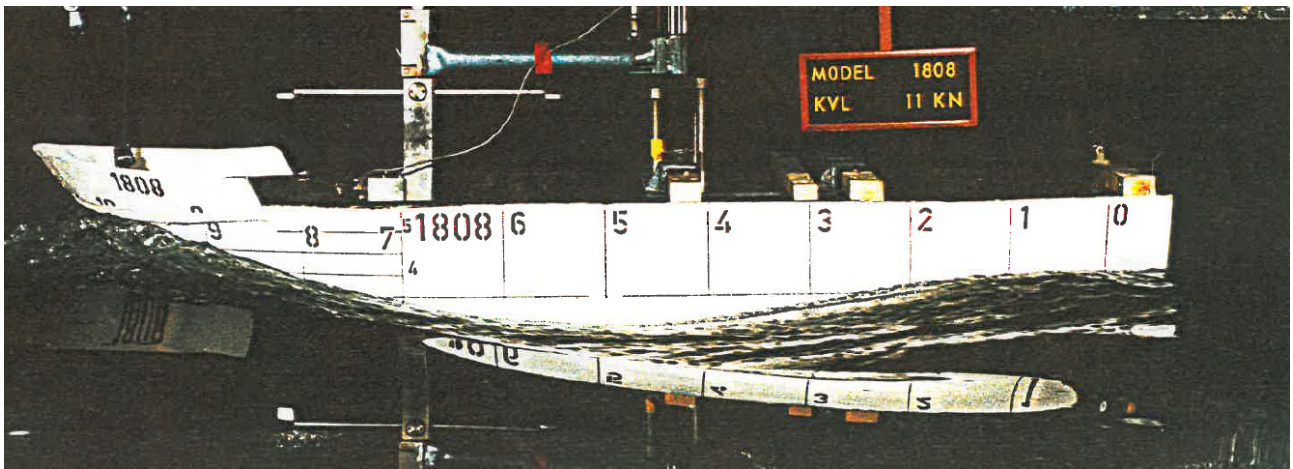
	Fartøy	14.99m avgang	20.99m avgang	20.99 ankomst	27.99m avgang
Bølgehøyde	1m	18%	54%	24%	29%
Bølgehøyde	2m	14%	19%	32%	27%
Bølgehøyde	3m	13%	40%	26%	28%

Når det gjelder effekten av langskips plassering av finnen, så er innstrømningsretningen for finnen dominert av fartøyetets fart og hivbevegelse. Faseforskyvningen mellom hiv- og stampebevegelsen gjør at en finne plassert bak fartøyetets tyngdepunkt vil bidra til økt stamp i stedet for å dempe denne. Det er derfor ikke tilrådelig å plassere finner i akterskipet selv om momentarmen fra finnen er sammenlignbar med den man oppnår i forskipet. For veldig lange skip vil man kunne få effekt av finner i akterskipet hvis armen ut til festepunktet for finnen er så lang at vertikal bevegelse fra stamping dominerer over hivbevegelsen.

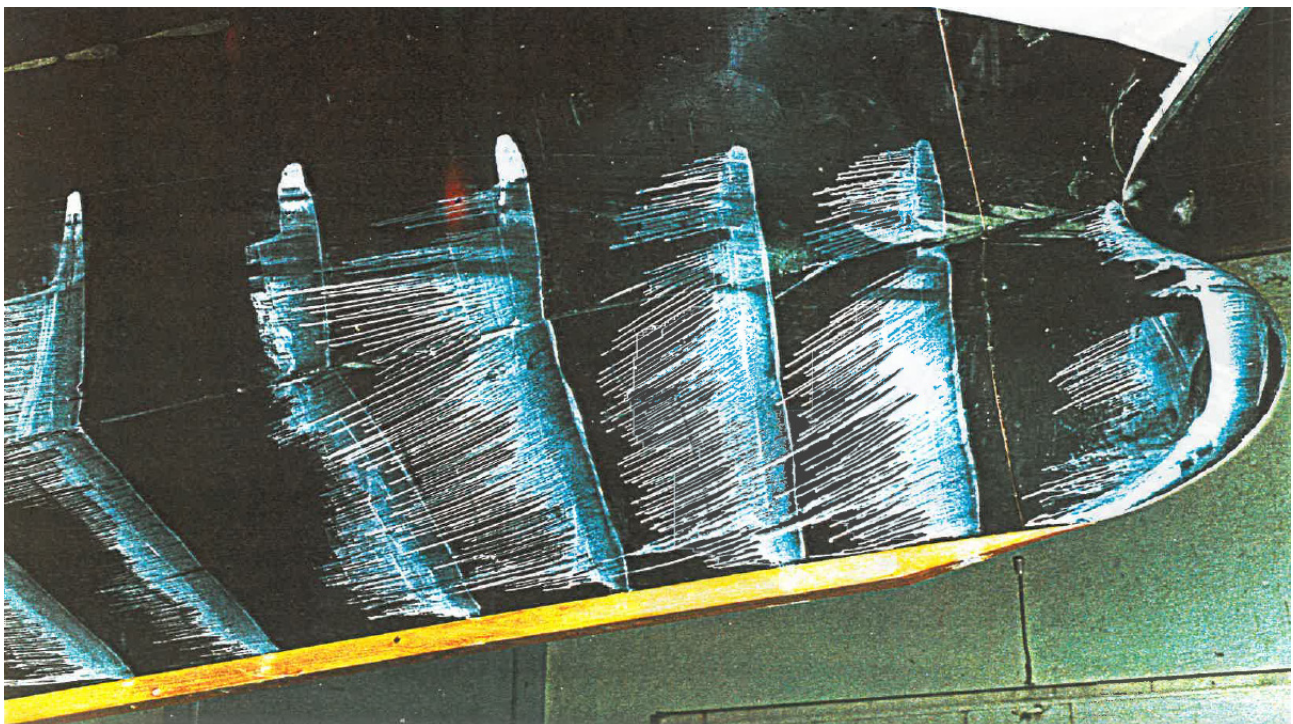
De stampedempende finnene gir også en reduksjon i motstanden opp til en viss hastighet, selv om finnene i seg selv gir en netto motstandskraft. Dette tilskrives den endrede neddykkingen inn i en innkommende bølge som følge av redusert stampevinkel. Den reduserte stampevinkelen fører også til en reduksjon av hivbevegelsen, og effekten øker jo lengre fra tyngdepunktet man beveger seg. Denne effekten avtar sammen med dempningen av stampevinkelen når farten øker. For det minste fartøyet er reduksjonen av motstand minimal, om ikke fraværende, og den økte motstanden fra finnene bidrar til en marginal økning av tauekraften. Denne økningen er likevel mindre enn nøyaktigheten en vil forvente av simuleringstudier som dette. Nøyaktigheten på denne studien påvirkes av forenklingene rundt strømningsbildet rundt fartøyet, men trendene som presenteres vil være tilstede også i forbedrede studier.

Før montering av stampedempende finner bør strømningsforholdet rundt skroget kartlegges. I simuleringstudien står finnene i nøytral posisjon når fartøyet ligger på rett kjø, mens strømmingene rundt skipet i stille vann vil domineres av strømningsbildet rundt skipet som vist i Figur 17 og Figur 18 hentet fra³. Hvis resultatene presentert i denne rapporten skal etterprøves bør det vurderes om finnene skal monteres i en vinkel slik at de står parallelt med vannstrømmen rundt skroget. Effekten av endringer i finnevinkelen på stampebevegelsen og tauekraften kan sees i resultatsettet i Appenidx A.

³ SINTEF MARINTEK rapport OR-510337 del 16 - "Fartøy Kategori I, Lpp=23.0m skrogalternativ 2k (knekkspant)" fra prosjekt "Moderne skrogformer for Fiskefartøy" for NFFR/Fiskeridepartementet



Figur 17: Skrogbølge for et moderne fiskefartøy ved 11 knop.



Figur 18: Strømlinjer rundt forskipet for moderne fiskefartøy



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no