

Delrapport

Slepetesting av testbåtene

Av Hallvard Heide, trebåtbygger

Stipendiat ved Norsk håndverksinstitutt

07. august 2025



NORSK
HÅNDVERKSINSTITUTT
9

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse	1
Innledning	3
Tre forskjellige testbåter gir rom for to problemstillinger	4
1. problemstilling	4
2. problemstilling	4
Oppsummering av testbåtene	5
Hypoteser	7
Teisten vs. Testo	7
Teisten vs. Stemshesten	7
Metode	7
Rigg for sleping/ slepearangement	7
Rett slep	8
Skråslep	8
Høyt slepepunkt	9
Ulike mengder last	9
Beskrivelse av prosessen	9
Resultater for slep rett frem	11
Diagrammene må tolkes med et kritisk blikk	11
Sammenlikninger av slepemotstand	11
Dynamisk trim	15
Varierende deplasement	18
Resultater for skråslep med krengevinkel	22
Slepemotstand	22
Sidekraft	25

Krengemotstand	28
Feilkilder	30
Evaluering av metoden	31
Konklusjon.....	31
Teisten vs. Testo	31
Teisten vs. Stemshesten	31
Takk til:	32

Innledning

Denne rapporten omhandler et delprosjekt i arbeidet som stipendiat. Helt konkret går det ut på å bygge tre storfæringar som er mest mulig identiske, men avvikende skrogform på ett punkt. Målet er å lære noe om hvilken skrogform som skal til for å oppnå ønskede egenskaper på sjøen. Nærmere bestemt blir det testet hypoteser om utforming av slippet og framkjempa. Denne rapporten gir en beskrivelse av slepeforsøkene vi gjennomførte, og resultatene vi fikk.

Prosjektet er gjennomført i samarbeid med næming ved Geitbåtmuseet, Aage Arnold Haugan, og Instituttleder for Institutt for marin teknikk ved NTNU, professor Sverre Steen. Aage og jeg bygde den første færingen sammen, og de andre to hver for oss. Se egen rapport om «Bygging av testbåter».

Sverre bisto med veiledning i starten av prosjektet, og tok stor del i planlegging og gjennomføring av forsøkene. Han er den som har stått for innhenting og bearbeiding av måledata fra slepeforsøkene. Teknikerne Robert Otnes og Elise Havmo fra NTNU bisto med å få målesystemet installert og i drift.

En av testbåtene ble også tatt med i ulike krengetester under «Ungt Råseilseminar» våren 2025, hvor den ble sammenlikna med en åfjordsfæring i samme størrelse. Krengetestene ble gjennomført med ulike mengder ballast, som tilsvarte det vi brukte i slepetestene. Resultatene kan derfor være interessante å sammenlikne med hverandre. Forsøkene som ble gjort under «Ungt Råseilseminar» blir beskrevet i en egen artikkel som Aage Arnold Haugan er i ferd med å skrive.

Tre forskjellige testbåter gir rom for to problemstillinger

1. problemstilling

Hva er avgjørende for å skape en sikker bakskott i hard unnarenning?

Hvordan bør slippet utformes for å oppnå størst mulig fartspotensial?

Må disse to egenskapene gå på bekostning av hverandre?

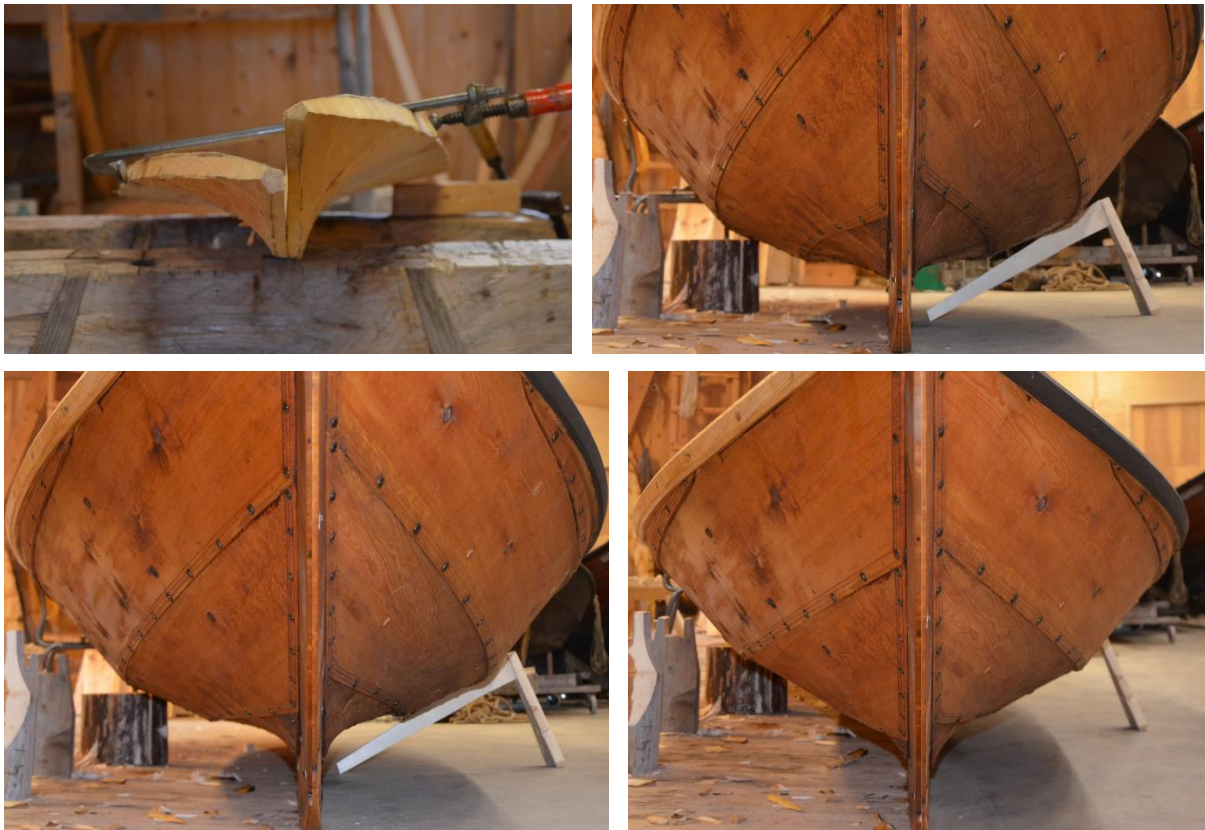
2. problemstilling

Vil et skarpt og trangt overvannsskrog framme gi mindre slepemotstand på flatt vann?

Går dette på bekostning av trausthet under seil?

Kan økt fartspotensial veie opp for redusert sluttstabilitet?

Er det nødvendig å hogge kjempene for å få til trangt og skarpt overvannsinnløp?



Figur 1. Sammenlikning av slippet til Teisten (t.v.) og Testo (t.h.) og de ferdige båtene

Oppsummering av testbåtene

Test #1 AKA Teisten

- Lodda 1" mindre enn vanlig bak
- Remma (2. omfar bak) ble slept inn 1" i skotten
- Framkjempa ble lagt ut litt ekstra i skotten

Her har jeg prøvd å favorisere lett slipp i kombinasjon med stabilitet i håp om å oppnå størst mulig fart under seil, og en båt som kan ha lett for å renne laust.

Test #2 AKA Testo

- Lodda 1" mer enn vanlig bak
- Remma blei pressa ut 1" i skotten
- Framkjempa blei lagt ut litt ekstra i skotten

Jeg har prøvd å bygge en stødig seilbåt som er trygg i hard unnarenning

Test #3 AKA Stemshesten

- Lodda 1" mindre enn vanlig bak
- Remma blei slept inn 1" i skotten
- Framkjempa blei slept inn 2" i skotten

Her har jeg prøvd å favorisere et lett slipp i kombinasjon med liten baugsjø i håp om å oppnå en båt som er mer lettrodd enn de andre, og muligens raskere under seil.

Slik jeg har lagt det opp, fungerer Teisten som referansebåt for de to andre. Teisten og Testo er kun gjort forskjellige i bakskotten, mens Teisten og Stemshesten kun er gjort forskjellige med utforming av kjempa og ripa fremme i båten.

Når Teisten og Stemshesten er lodda 1" mindre enn normalt, påvirker det fasongen på bakhalsen. Øverkanten av bakhalsen avsluttes like langt bak, men en tomme lenger ned enn det som er vanlig. Det får den flateste delen av første omfar til å fortsette lenger bak. Bakskotten får litt mer volum helt nederst. Vasslinja blir noe lenger akkurat i overgangen mellom lodd og stamn (15 cm under vannskorpa), mens i selve vannskorpa øker lengden minimalt. Om en tegna ut vannlinjer ved ulike høyder, ville slippet fremstå som butt helt nederst, men skarpere lenger opp sammenlikna med Testo.

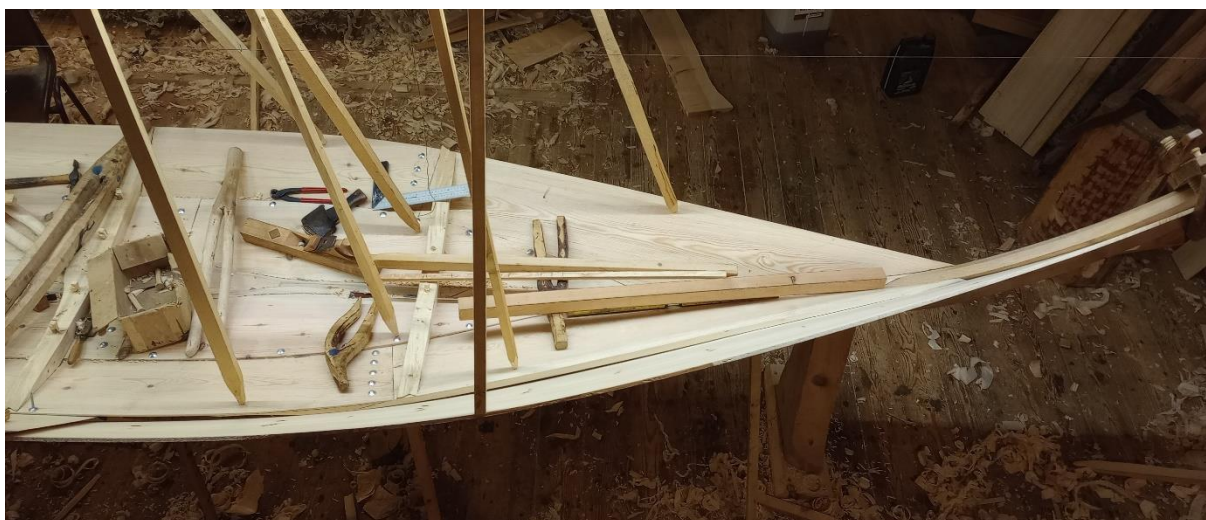
Når remma er slept inn 1" i skotten i kombinasjon med at bakhalsen ligger mer, får dette rembordet til å stå mer oppreist i tverrsnitt. Jeg forestiller meg at vannet de slipper bak båten, i større grad kommer

inn fra siden sammenlikna med Testo, som jeg tror i større grad vil slippe vann som kommer opp nedenfra.

Framkjempa ligger for det meste over vannskorpa når båten ligger i ro, men i fart er det det bordet som møter baugsjøen. Ved å legge framkjempa til Teisten og Testo mer i framskotten får båtene mer volum og løft framme. Samtidig blir den strake delen av sida strekt lenger fram. Framkjempa i Stemshesten ble reist mer og gjort relativt bein i framskotten for å lettere slippe forbi både sin egen baugsjø, og bølger generelt, på bekostning av løft.



Figur 2. Slik ble framkjempa på Teisten og Testo



Figur 3. Malbord som ble bøyd på Teisten for å kunne planlegge kjempa til Stemshesten. Vi ser at kjempa på Teisten (figur 2) er mye mer utlagt i framskotten enn det legges opp til på Stemshesten.

Hypoteser

Teisten vs. Testo

- Jeg tror Testo vil få mer akterlig trim enn Teisten ettersom farten øker, uavhengig av mengde last om bord.
- Jeg tror Testo vil være lettere for slep uten krengevinkel i moderate hastigheter, og med lite deplasement især. Tilsvarende tror jeg Teisten vil være lettere for slep i høy fart, og med mer last om bord.

Teisten vs. Stemshesten

- Jeg tror Stemshesten vil ha minst slepemotstand av alle båtene i høy fart, uavhengig av mengde last og krengevinkel.
- Teisten tror jeg vil være mer stabil mot krenkning. Spesielt med høyere fart.
- Jeg tror Teisten vil løfte seg mer framme i fart, men antar at det vil bremse mer enn man tjener på redusert våt flate. Jeg tror også at løftet framme kan resultere i at båten synker ned bak, og at det resulterer i økt motstand.

Metode

Rigg for sleping/ slepearrangement

Vi diskuterte en del hvordan vi skulle rigge til for sleping. Flere tradisjonsbåter har blitt testa i skipsmodelltank tidligere. Det ville klart vært det beste, men det hadde vi ikke ressurser til denne gangen. Andre slepeforsøk gjort tidligere er utført enten med et langt slepetau bak en traktor på land, eller bak motorbåt. Begge deler har store ulemper: Med traktor er varigheten på hvert slep veldig begrensa, og det går bort mye tid med å posisjonere båt og traktor før hvert enkelt slep. Slepning bak motorbåt gir unøyaktige målinger fordi slepebåten forstyrrer vannstrømmen forbi testbåten.

Løsningen ble å skaffe en litt større slepebåt, slik at vi kunne rigge til en bom, og slepe færingene ved siden av slepebåten, foran baugsjøen.

Denne måten viste seg å ha flere store fordeler:

- Ingen tid gikk med på å forsiktig få slepetauet stramt, eller å posisjonere noen av båtene
- Vi fikk observert færingene fra utsida i sanntid og på veldig nært hold
- Det var lett å kommunisere mellom båtene hele tida



Figur 4. Det ble montert en bom på skrå ut foran slepebåten, som færingene ble slept etter.

Rett slep

Til å slepe rett frem borra vi draghol i framstamnen. Da fikk vi et mest mulig horisontalt trekk. Slepegiveren (kraftmåleren) ble hengt fast i stamnen og festa til en 3 mm wire som gikk fram til bommen. Ved rett slep var vi avhengige av å bruke styre for å få færingen til å gå beint.

Skråslep

Vi ville gjøre slepeforsøk med båtene lasta skjevt. Både for å sammenlikne slepemotstanden mellom Teisten og Stemshesten, men og for å se om krenginga holdt seg stabil, eller forandra seg i fart.

I 2014 ble det gjennomført slepetester med geitbåt i skipsmodelltank i regi av Sverre Steen, Jon Godal og Øystein Elgvasslien. De sammenlikna blant annet rettende moment ved slep rett frem, kontra slep med avdriftsvinkel. Resultatene viste at ved slep rett frem ble båten mindre stabil for krenging når farten økte. Med 5° avdriftsvinkel derimot, ble båten stødigere dess mer farten økte. Det at båten krenger så mye som 15° uten noe sidetrykk i vannet er ikke noe som oppstår naturlig når en seiler. Vi valgte derfor å slepe båtene med en viss avdriftsvinkel da vi skulle laste dem skjevt.

Til skråslepene rigga vi til et slepepunkt ute av senter i framskotten. Vi prøvde oss litt fram, og fikk etter hvert slepetauet til å trekke i samme retning som vi forestiller oss at seilet gjør ved seiling med halvvind, eller med vinden litt forfra. Det vil si rundt 30° – 40° visning. Ved skråslep holdt båtene seg tilsynelatende retningsstabile med jevn hastighet. Derfor ble styret midtstilt og låst fast.

Høyt slepepunkt

Vi gjorde også et forsøk på enda mer realistisk simulering av seiling. Til det rigga vi til en bukk over frambandet, og plasserte slepegiveren så vidt ute av senter. Slepepunktet ble dermed i nærheten av det vi forestilte oss som kraftsenteret i seilet, eller litt under. Med denne riggen lasta vi ikke båtene skjevt. Likevel fikk vi både krenkning og skrå slepevinkel ved at båtene skar seg ut til sida. Også her hadde vi styret fastmontert.

Ulike mengder last

Slepeforsøkene ble gjennomført med varierende mengder stein om bord. Vi veide alle båtene, samt bukken vi brukte til å få høyt slepepunkt på forhånd. På den måten kunne vi beregne hvor mange kilo stein som måtte til for å gi båtene samme deplasement. Vi hadde med 1000 kg stein i slepebåten som vi veide opp litt og litt ved hjelp av ei slaktevekt og en stamp. Det ble gjennomført slep rett frem med 400, 600, 800, og 980 kg deplasement. Skråslep og masteslep ble gjennomført med 600 kg deplasement. Med masteslep gjorde vi også ett forsøk med 800 kg deplasement. Selve båtene med tilfar og årer inkludert veide drøyt 200 kg.

Beskrivelse av prosessen

Først ute var rett slep med alle båtene. Når alt var rigga og klart for den enkelte båten, kasta vi loss, og kjørte fem minutter innover fjorden, og over på motsatt side. Området vi slepte på ble valgt på bakgrunn av lite strøm, fravær av større elvoser, og det var litt i le om det skulle komme vind.

Før hvert av forsøkene kontrollerte vi for strøm ved å lese av en GPS mens vi lå helt i ro i forhold til vannet. Vi målte aldri noe mer enn 0.1 knop strøm. Videre ble hvert eneste slep gjennomført to ganger. En tur innover fjorden, og en utover fjorden for å korrigere for både strøm, og eventuell vind/bølger.

Alle slep ble gjort i hastighetene 3, 4, 5, 6, og delvis 6,5 eller 7 knop. Slepebåten ville ikke alltid opp i 7 knop. Vi holdt 3 knop i minst 30 sekunder, så økte vi til 4 knop og holdt jevn fart i minst 30 sekunder osv. Under forsøkene med skråslep holdt vi samme hastighet lenger. Hastigheten ble kontrollert ved hjelp av en GPS om bord i færingen.

Jeg var om bord i slepebåten og hadde ansvar for å fotografere. Det ble tatt bilder av baugsjø, hekksjø, og hele båten forfra og fra sida, i alle hastigheter under alle slep.

Da vi var ferdige med ett slep både fram og tilbake, stoppa vi opp og lasta færingen med mer stein. Vi blei ganske så drevne på veiing av stein mot slutten. Når riktig mengde stein var om bord, ble vekta fordelt til båten hadde riktig trimvinkel og riktig krengevinkel. Alle slep ble gjort med 1° akterlig trim. Krengevinklene vi brukte var 0° , 10° og 15° .

For å kontrollere krengevinkelen ble det brukt et digitalt vater på tofta. Trimvinkelen kontrollerte vi ved hjelp av referansestreker på fram- og bakstamn med båtene Teisten og Testo. I Stemshesten ble det kun brukt et digitalt vater.

Da vi var fornøyde med hver lastingsrunde, ble målesystemet nullstilt, slik at målingene av bl.a. trim- og krengevinkel ble relative til båtens tilstand etter lasting.

Målesystemet, som bestod av GPS, akselerometer for måling av trim og krenkning, slepegivere, samt datainnsamlingsenhet og PC til datalogging, var om bord i testbåten. Derfor var det også nødvendig med en person om bord, som var Sverre Steen under alle testene. Selv om personen satt på samme plass under testene var noen bevegelser ikke til å unngå, noe som ventelig har påvirket trim og krenkning. Det antas å være en vesentlig feilkilde.

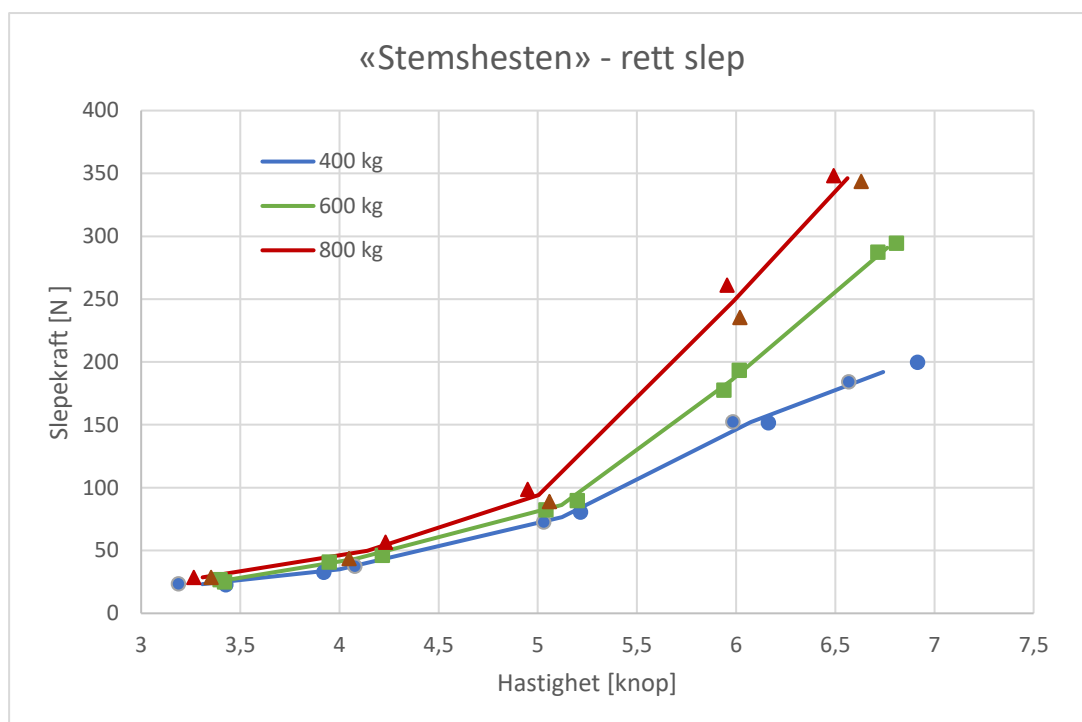
Som nevnt ble slepekraft for rett-frem slepene målt med en én-komponent slepegiver festet i baugen. For skråslepene ble det benyttet en to-komponent slepegiver, som målte kraft i langskips- og tverrskipsretning. På denne måten var det enkelt å finne slepekraftens angrepsvinkel. Det som derimot ikke ble målt, var båtens retning – altså hvilken retning baugen pekte. Dermed er det ikke mulig å fastslå avdriftsvinkelen, som er en vesentlig størrelse for å vurdere skrogets egenskaper ved seiling høyt opp mot vinden.

Resultater for slep rett frem

Diagrammene må tolkes med et kritisk blikk

Diagrammet under illustrerer litt av hvordan resultatene er fremkalt. De to punktene med samme farge ved hver hastighet representerer tur og retur. Linjene vi ser er et gjennomsnitt av de to punktene. Vi greide ikke å holde nøyaktig samme hastighet i forskjellige slep, og derfor er ikke punktene for hver hastighet på nøyaktig samme vertikal. Likevel er målingene fullt brukbare når vi kan trekke linjer mellom de ulike punktene. Dette gjelder spesielt for diagrammene hvor en av aksene representerer hastigheten.

Diagrammene som kun viser andre ting enn hastighet, er det all grunn til å til å tolke med en klype salt. Der kan det ha mye å si at målingene av for eksempel trimvinkel eller krengevinkel er gjort ved litt ulike hastigheter.



Figur 5. Slepemotstand for Stemshesten med tre forskjellige deplasement.

Sammenlikninger av slepemotstand

Ved hastigheter opp til 5 knop viste det seg å knapt nok være målbare forskjeller i slepemotstand. Med nøyaktig like store båter, og med samme deplasement, er ikke det så veldig overaskende. Når farten blir 6 knop eller mer derimot, er det litt forskjell. Teisten kommer best ut hver gang, og forskjellen er størst med 600 kg deplasement. Det kan ha sammenheng med at det er da hele rembordet er under vann. Rembordet er lagt mer i bakskotten i Testo enn i Teisten. På bildet (fig. 8)

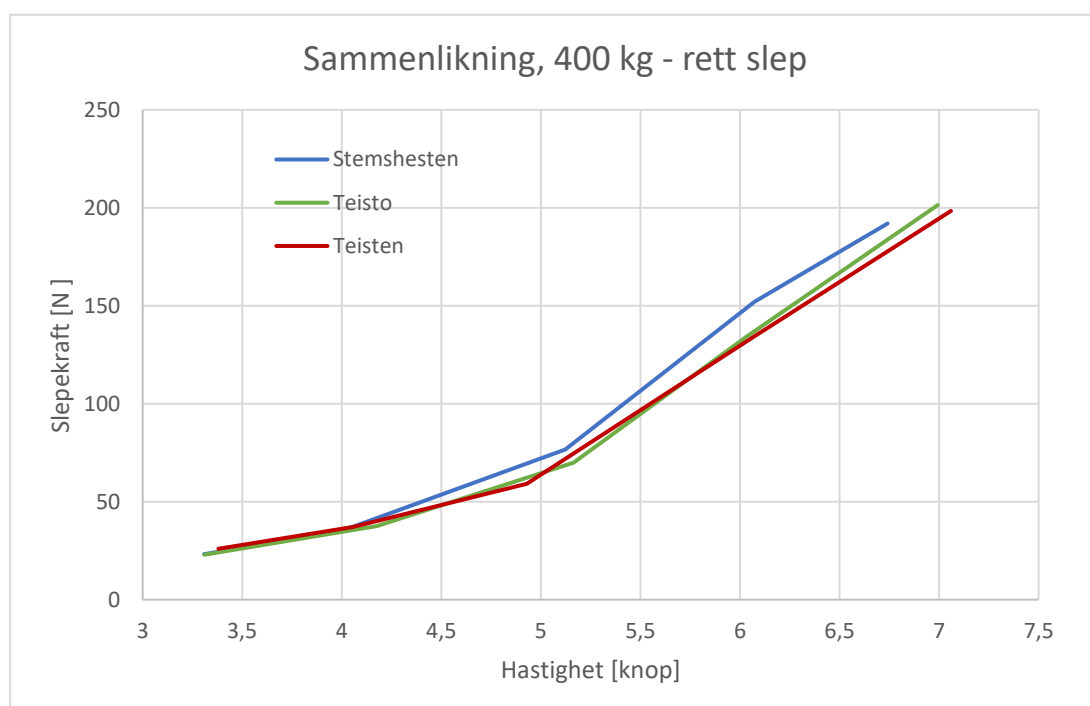
Norsk håndverksinstitutt 2025

ser vi at Testo drar opp litt mer vann/suger seg mer ned. På Teisten (fig.9) er saumranda på bakkjempa så vidt synlig, men på Testo er hele saumranda under vann. Dette til tross for at bakkjempa på Testo er smalere, og at saumranda er lenger opp.

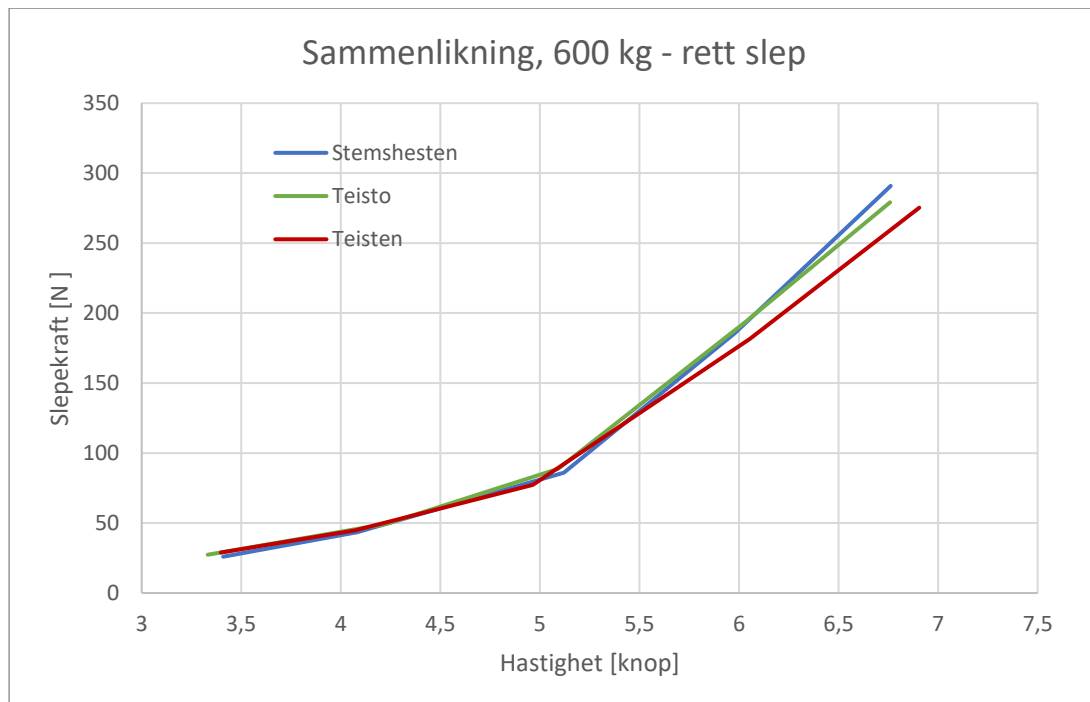
Stemshesten kommer dårligst ut med alle tre deplasementene. Jeg forventet det motsatte. Jeg klarer ikke å komme på noe ved skrogformen som kan forklare dette. Eneste forskjell mellom Stemshesten og Teisten er at Stemshesten er trangere i framskotten over vasslinja. På bildene (fig. 11 og 12) ser Stemshesten ut til å legge sjøen pent fra seg, mens Teisten brøyter mer etter min mening. Legg merke til hvordan Teisten kaster sjøen opp helt fremst.

At Stemshesten måler større motstand, skyldes mest sannsynligvis at den hadde mer akterlig trim.

Mer om det under «Dynamisk trim»



Figur 6.



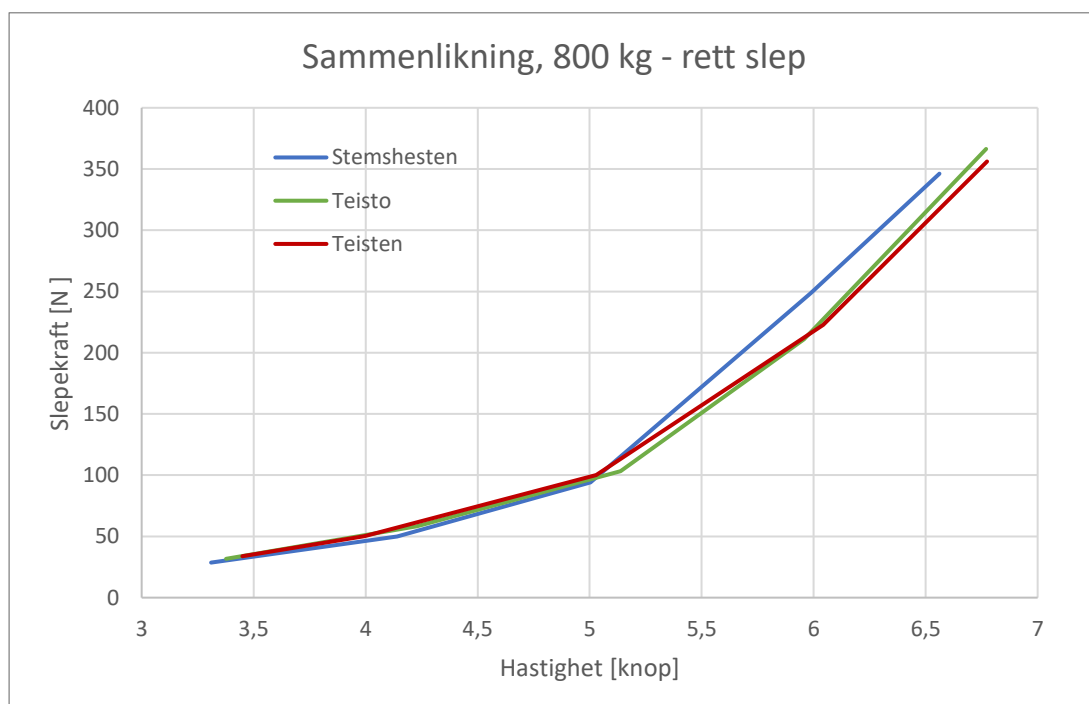
Figur 7. Vi ser at Teisten skiller seg ut med mindre slepemotstand i høyere fart



Figur 8. Teisto i 6 knop med 600 kg deplasement



Figur 9. Teisten i 6 knop med 600 kg deplasement



Figur 10.



Figur 11. Teisten i 6 knop med 800 kg deplasement



Figur 12. Stemshesten i 6 knop med 800 kg deplasement

Dynamisk trim

Dynamisk trim forteller hvor mye trimvinkelen endra seg med ulik fart. Alle båtene ble forsøksvis lasta 1° attsett. Verdiene på y-aksen må derfor legges til 1° for å få den reelle trimvinkelen. Resultatene bekrefter hypotesen om at Testo vil «sette seg» mer enn Teisten i fart. Forskjellene er små, men konsekvente. Det ble også gjort slepeforsøk i 12 knop for å observere forskjellen under litt mer ekstreme forhold. Da ble det ikke gjort noen målinger annet enn for fart. Analyse av bildene (fig. 16 og 17) tyder på at båtene har så mye som 1° forskjell i trimvinkel. Målingene gjort med akselerometer i 6 knop viste mellom 0.25° og 0.5° forskjell.

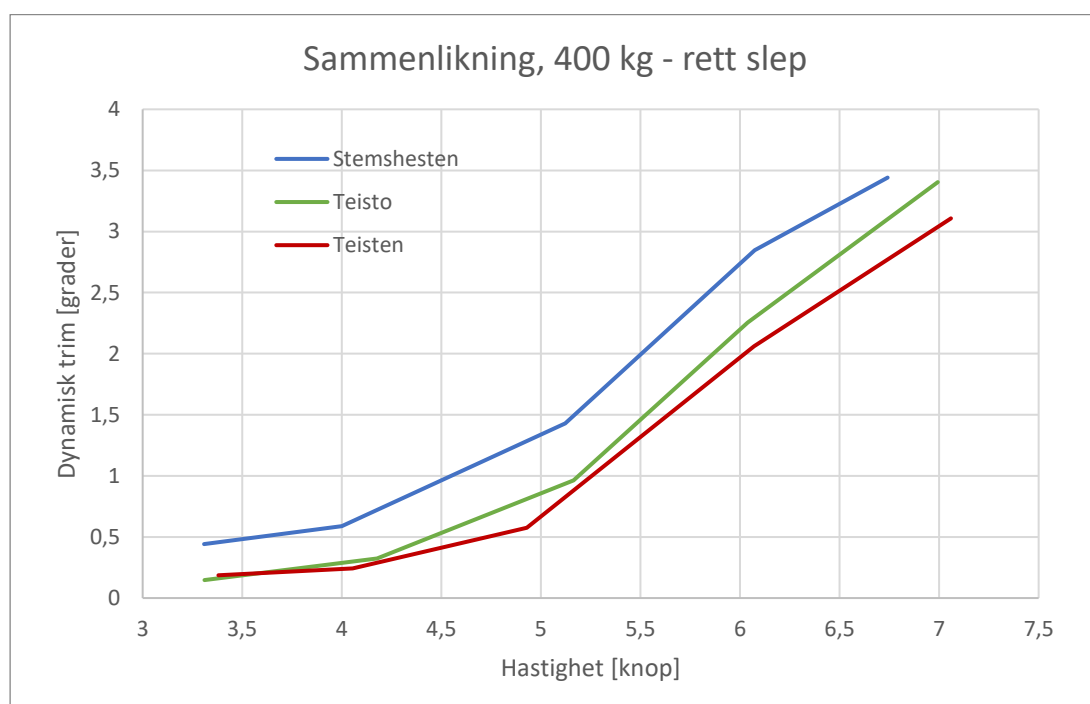
Stemshesten får klart mest akterlig trim i alle testene. Som med målingene av slepemotstand forstår jeg ikke årsaken til dette. Om noe skulle den trange framskotten i Stemshesten gi mindre løft enn i

Teisten, men det vi ser i grafene (fig. 13, 14 og 15) under forteller jo det motsatte.

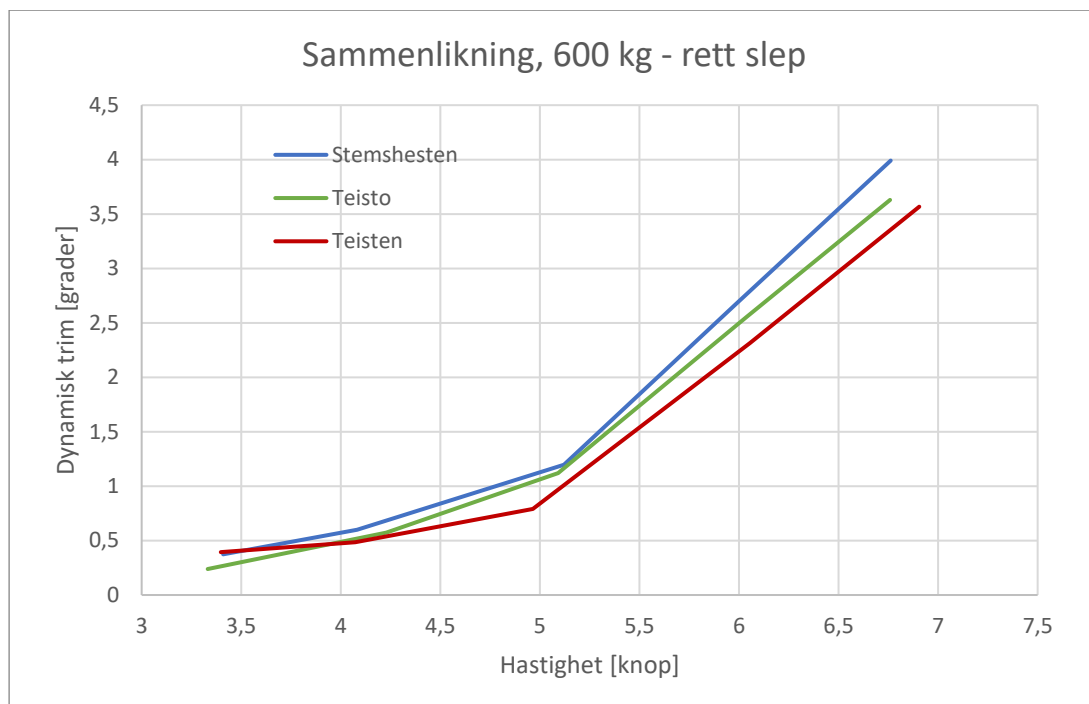
Mulige forklaringer på hvorfor resultatene ble som de ble, er følgende:

1. Slepebommen kan ha pekt høyere da vi slepte Stemshesten, slik at slepetauet fikk en litt annen visning. Det kan i så fall forklare hvorfor forskjellen er størst med 400 kg deplasement. En lettere båt er mer påvirkelig.
2. Stemshesten kan ha vært lasta med en litt annen trimvinkel fra start ettersom trimvinkelen ikke ble målt med samme presisjon som med de andre båtene. Dersom trimvinkelen var annerledes, kan det ha påvirket dynamisk trim.
3. Det kan ha oppstått utilsiktede forskjeller ved skrogene under bygging som spiller inn.

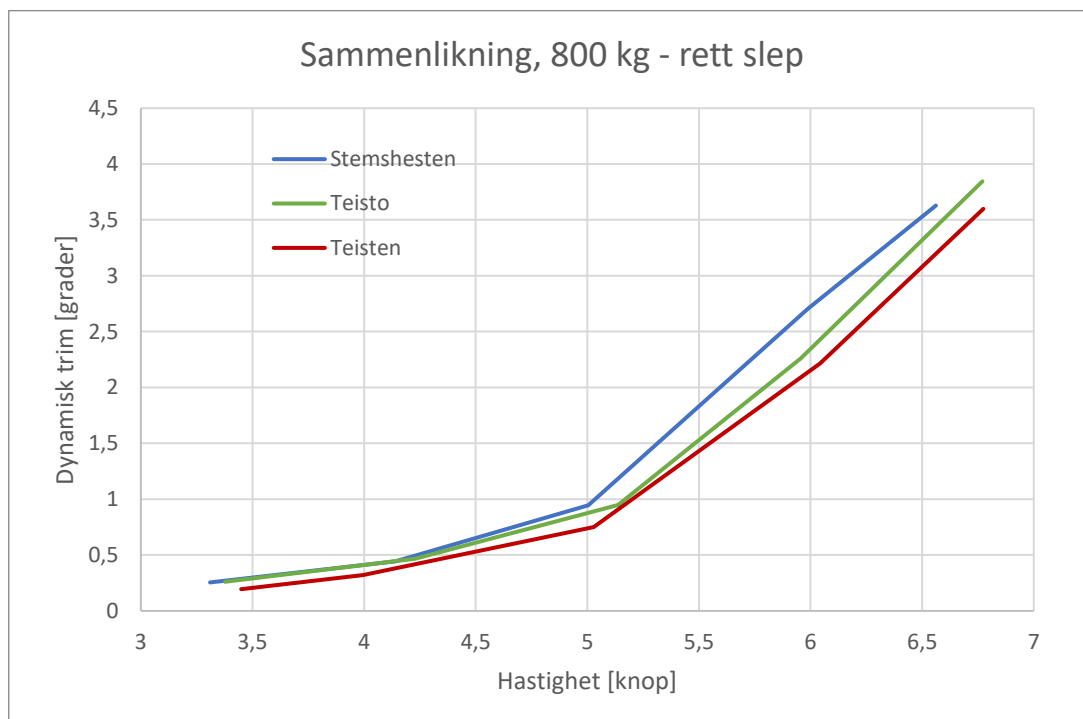
Måleresultatene støtter entydig at større trimvinkel (mer attsett båt) gir større motstand. Det at Stemshesten får mest akterlig trim, kan forklare at den måler størst slepemotstand.



Figur 13.



Figur 14.



Figur 15.



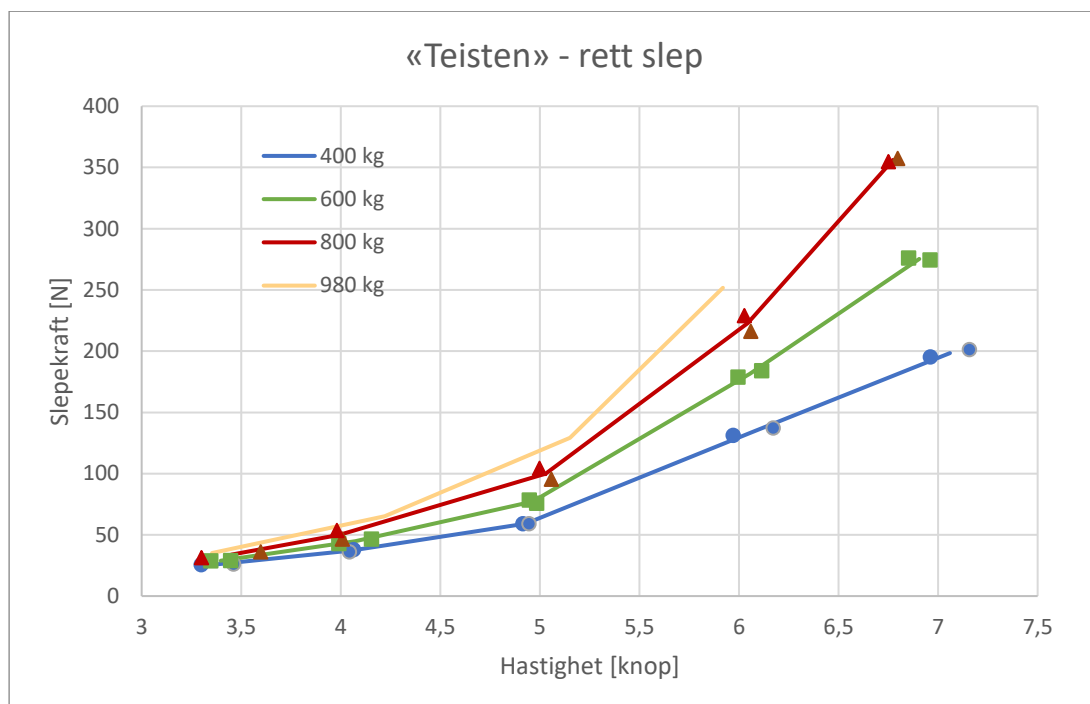
Figur 16. Teisten i 12 knop med ca. 400 kg deplasement



Figur 17. Testo i 12 knop med ca. 400 kg deplasement

Varierende deplasement

Mengden last om bord viste seg å ha mye å si for slepemotstand, spesielt i høyere fart. Når grafene for 6 og 7 knop er brattere enn de andre (fig. 19), er det et bilde på at motstanden øker med kvadrat av hastighet. Grafen er brattere, fordi den starter ved en høyere verdi. Samtidig ser vi en mindre økning i slepemotstand fra 6 til 7 knop enn forventet for de minste barlastmengdene (fig 18). Tendensen er enda tydeligere for Stemshesten (fig 5). Er det en tendens til halvplaning vi ser? Om vi kunne fortsatt med de samme målingene i enda større fart, hadde vi kanskje fått svar på det.



Figur 18.



Figur 19. Vi ser at det er lettere å slepe Teisten med 980 kg deplasement i 5 knop enn med 400 kg deplasement i 6 knop. Grafen er litt misvisende fordi målingene ikke er gjort i nøyaktig de hastighetene som er oppført. Ved å studere fig. 18 kan en få et tydeligere bilde på de faktiske hastighetene da motstanden ble målt. Vi ser blant annet at med 800 kg deplasement ble båten slept i 6.75 knop, i stedet for 7 knop. Dersom hastigheten faktisk var 7 knop, hadde motstanden blitt nærmere 400 (N) i stedet for 356 (N).



Figur 20. Teisten slepes i seks knop med ulike mengder last. Bildene er tatt ved hvert av punktene i den oransje grafen i fig. 19

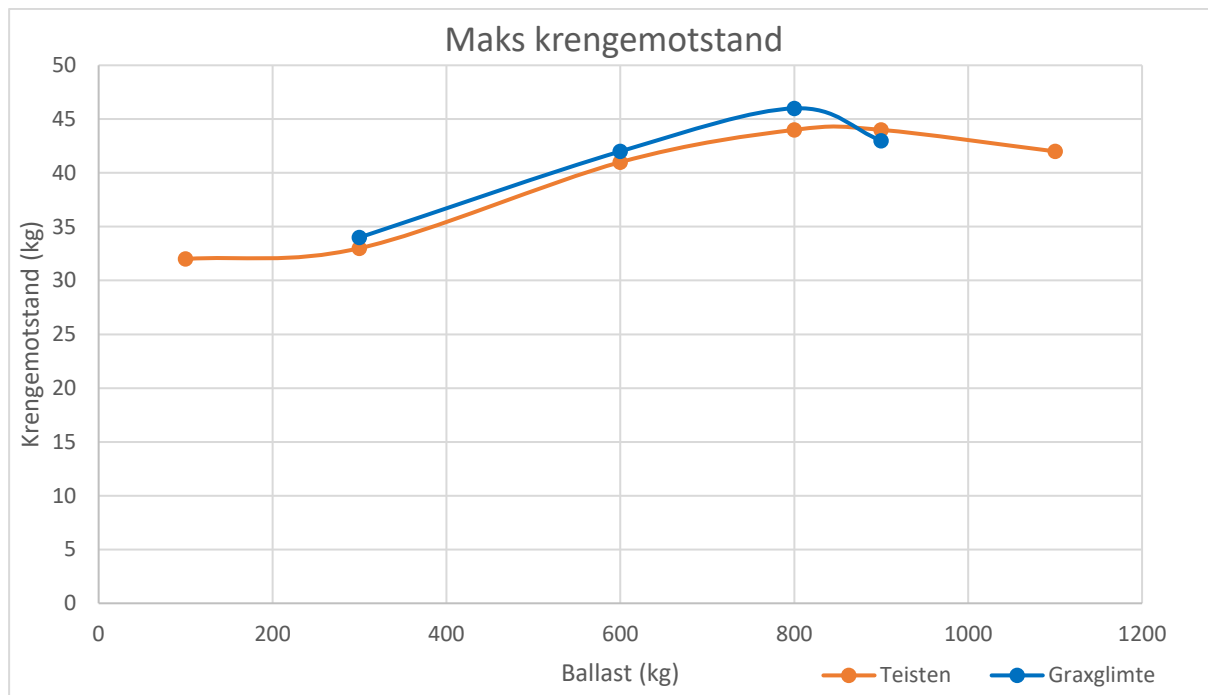
Målingene kan også fortelle noe om hvor mye barlast som er hensiktsmessig for å seile godt. Fig. 21 og 22 under er henta fra en artikkel om krengetesting skrevet av Aage Arnold Haugan. Der ble Teiste sammenlikna med en åfjordsfæring i samme størrelse. Målingene ble utført ved å trekke sidelengs i et tau festa i masta 3 meter over kjølen. Målingene ble utført ved ulike krengevinkler, og med varierende deplasement, men båtene hadde ikke fart gjennom vatnet. Motstanden ble målt som kilo ved hjelp av ei slaktevekt. Fig. 21 viser hvor mye motstand som ble målt i det vannet begynte å renne inn i båten. Vi ser at kurven for Teisten er brattest mellom 400 og 600 kg ballast. Økning av mengden ballast vil derfor ha størst effekt på stabiliteten innenfor de verdiene. 400 kg i en færing hører kanskje mye ut, men vi må huske at ballasten i dette tilfellet erstatter noen hundre kilo folk og bagasje som ville vært om bord i tursammenheng. Økningen i sluttstabilitet fremstår ellers som veldig moderat. Det henger sammen med at maksimal krengevinkel før en tar inn vann, avtar med mer last om bord.

Fig 22 viser et ganske så annerledes bilde. En krengevinkel på 15° er i det øvre sjiktet av hvor mye krenkning det er fornuftig å seile med over tid i en færing, og er derfor mer relevant i denne sammenhengen. Vi ser at økningen i krenagemotstand per antall kilo stein ombord er så godt som lineær. Vi kan gjøre en sammenlikning mellom fig. 22 og fig. 19. Siden X-aksen i fig. 22 gjelder for antall kilo ballast, må vi legge til 200 kilo for å få tilnærma likt deplasement som i fig. 19. I 6 knop ser vi at slepemetstanden øker med 66 % når deplasementet går fra 400 til 800 kg (fig. 19).

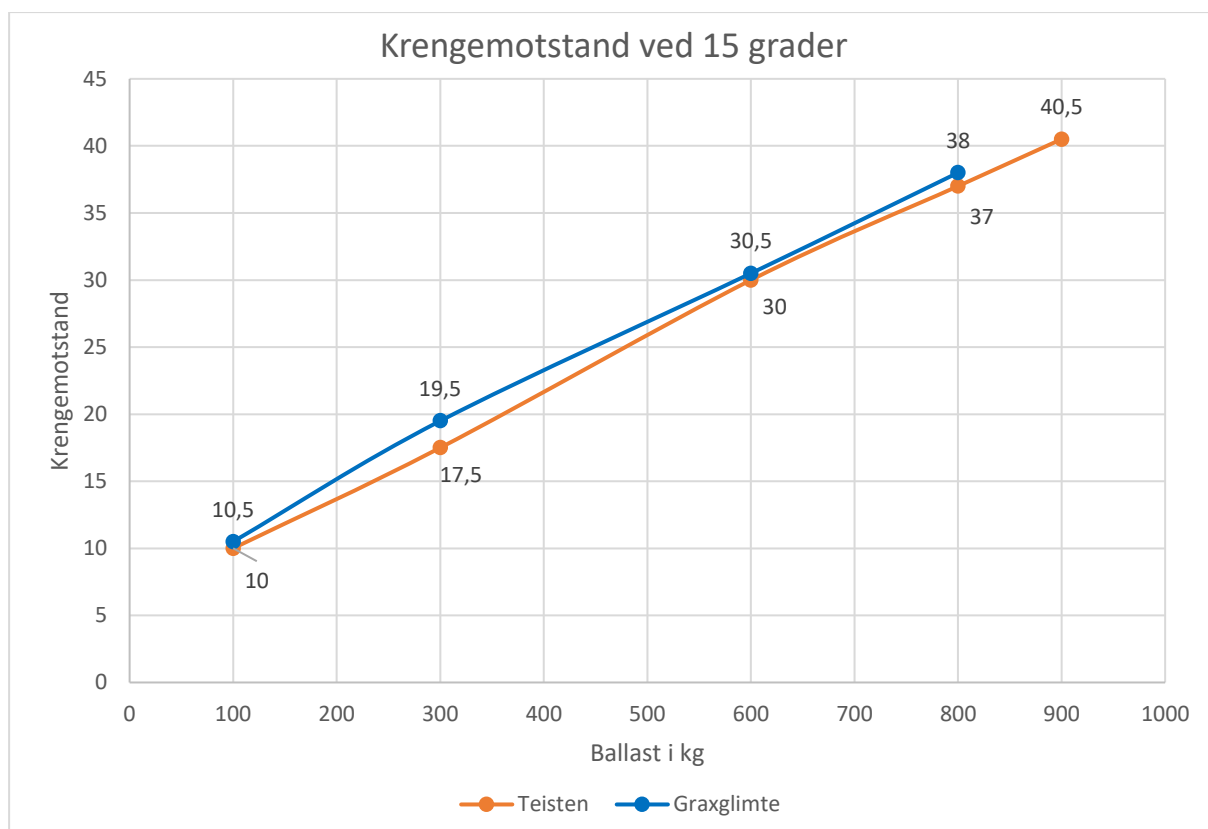
Krenagemotstanden på sin side øker med 114 % ved samme økning i deplasement (fig. 22). Så lenge båten har nok vind eller stort nok seil, tyder dette på at den vil seile raskere med 800 kg deplasement enn med 400 kilo deplasement (gjelder nok ikke rein unnavind, der krenagemotstand er mindre nyttig).

I praksis er det selvsagt flere ting som spiller inn. Det kan godt hende at økningen i slepemetstand med

større deplasement blir større når bølgene blir større. Da er det også naturlig å prioritere fribord mer enn ellers. Dette bør prøves ut mer i praksis.



Figur 21.



Figur 22.

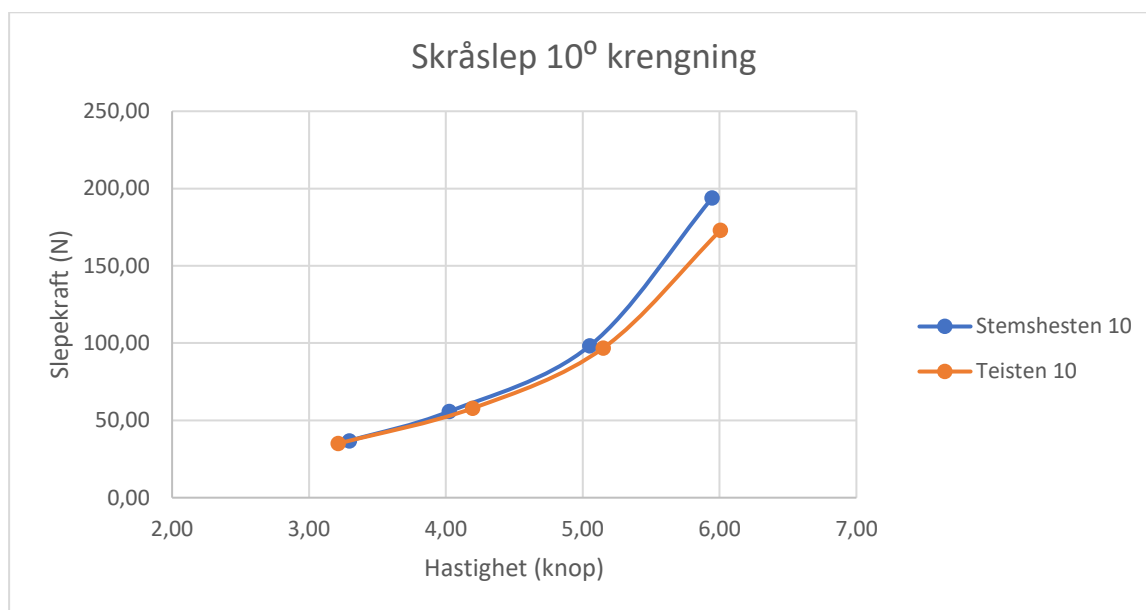
Resultater for skråslep med krengevinkel

Slepemotstand

For skråslep ble det brukt en to-komponent-slepegiver som målte kraft både langskips og tverrskips. Grafene viser både langskips slepekraft isolert, og total slepekraft. Slepegiveren målte ikke kraft rett opp. Med 15 ° krenkning og en del avdrift fikk slepetauet en viss vertikal visning fra det horisontale planet som slepegiveren var festa i. Vi må derfor gå ut fra at sidekraften båtene genererte var noe større enn det slepegiveren målte. Dersom vi antar 15° krenkning vil feilen være $1-\cos(15)=0,034$ – altså 3,4 % for lav kraft.

Vi ser at Stemshesten måler størst total slepekraft, men det henger sammen med at den genererte større sidekraft. Mer om det under «Sidekraft».

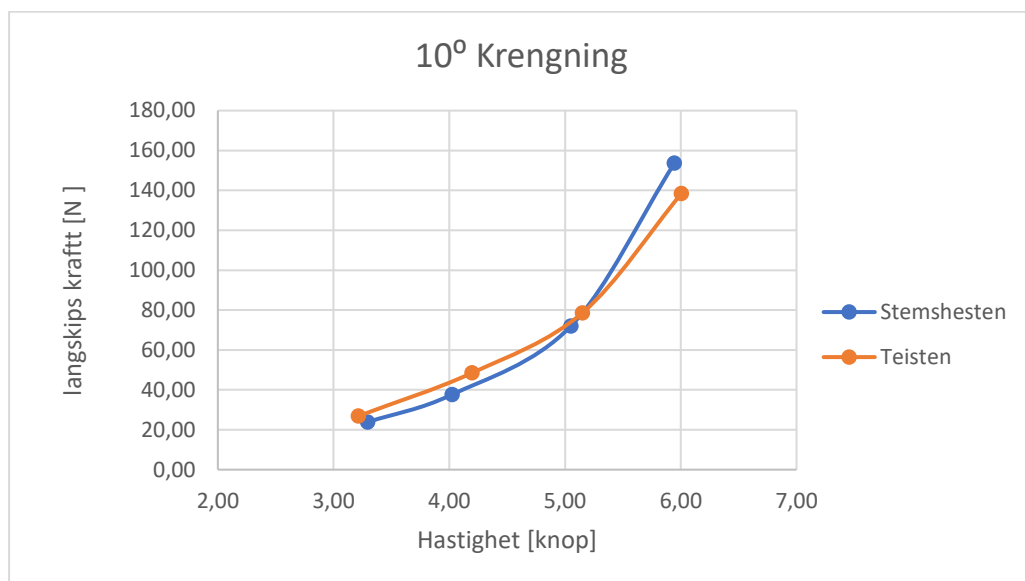
Når båtene ble lasta skjevt, fikk forskjellene i utforming av framkjempa betydning for vektfordelinga om bord. I Teisten måtte vekta plasseres lenger fram og ut til siden for å oppnå samme trim- og krengevinkel. Teisten har i det hele tatt en anelse større volum. Med samme deplasement er det derfor sannsynlig at Teisten lå en anelse høyere i vannet. Det kan være en del av forklaringa på hvorfor den måler mindre slepekraft enn Stemshesten (fig 23).



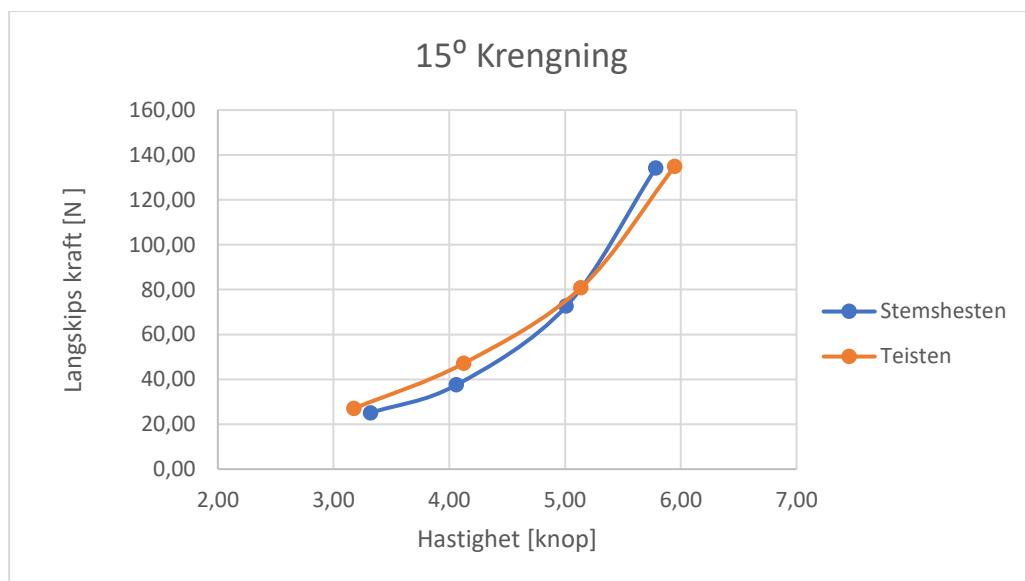
Figur 23 Total slepekraft både langskips og tverrskips som funksjon av hastighet.

Vi ser at kurvene for langskips motstand krysser hverandre både med 10° og 15° krenkning (fig 24 og 25). Stemshesten er lettere for slep opp til 5 knop, mens i 6 knop kommer Teisten best ut. Jeg tror dette har å gjøre med at sida i Teisten er strekt lenger frem som konsekvens av at framkjempa er lagt mer i skotten. Stemshesten ligger som nevnt litt dypere i vannet, som skulle bety at den har mindre våt flate når deplasementet er likt. Det kan være av betydning i lavere hastigheter.

Selv om Teisten måler minst langskips motstand i seks knop, er det ikke sikkert det vil være tilfellet i litt bølger. På bildene (fig. 26 og 27) ser vi at Teisten regelrett kaster baugsjøen *foran* seg selv. I en del sjø er det rart hvis ikke det bremser en hel del.



Figur 24.



Figur 25.



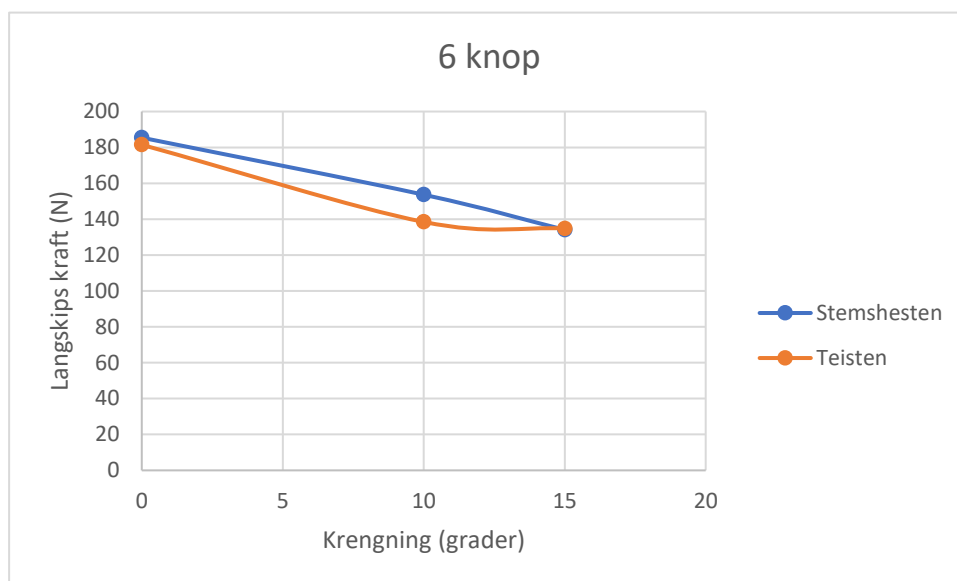
Figur 26. Stemshesten i 6 knop med 15 grader krenkning



Figur 27. Teisten i 6 knop med 15 grader krenkning

Figur 28 viser at langskipskraften går ned når krenkninga øker, for begge båtene. Med skråslep hadde båtene en viss avdrift. Selv om de bevegde seg i 6 knop, var farten i færingenes langskipsretning noe lavere. Samtidig kan vannet som strømmet rundt båten ha hatt en større hastighet enn seks knop i det det endrer retning for å gi båten sidekraft.

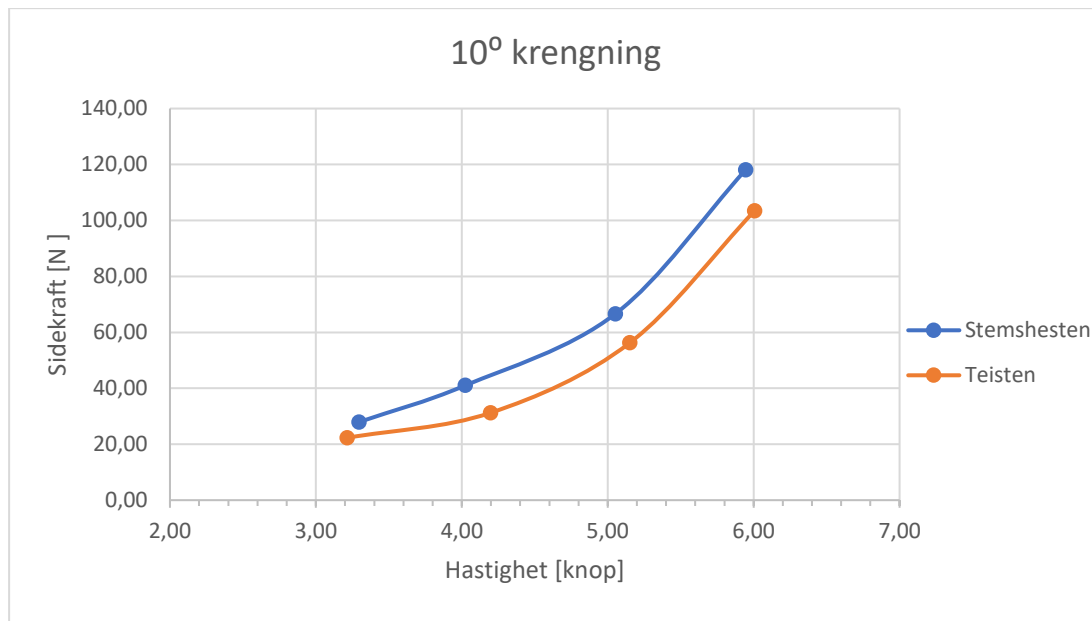
Grafen er derfor litt misvisende. Likevel er forskjellen i slepemotstand så stor at den trolig gjenspeiler en reell effekt.



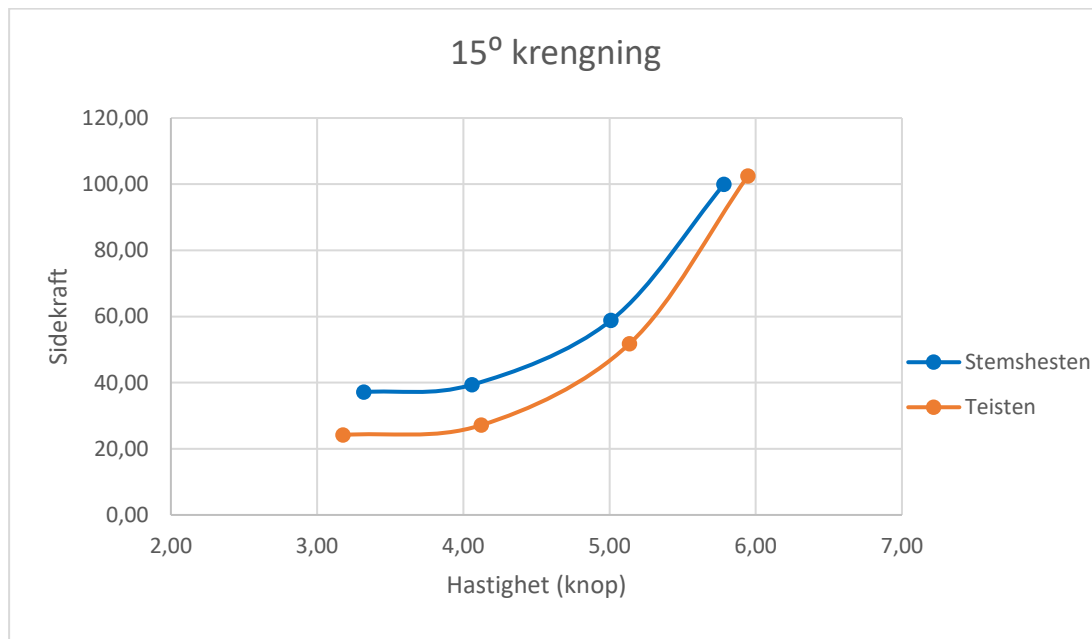
Figur 28. Langskipskraft som funksjon av krengevinkel. X-aksen forteller hvilken krengevinkel båtene hadde ved slepets start. I 6 knop krennga de i virkeligheten litt mer.

Sidekraft

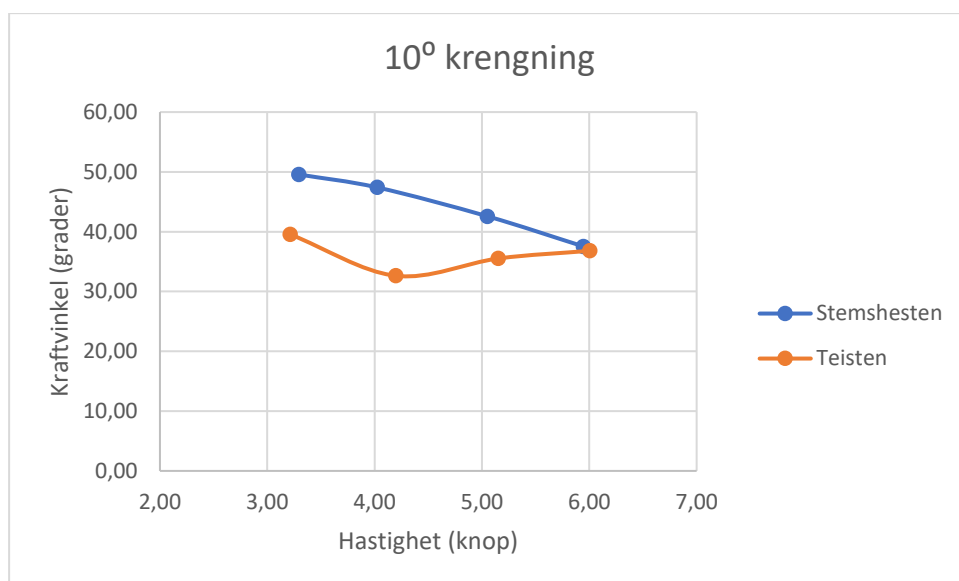
Vi tenkte ikke på at vi kunne utstyrt instrumenteringspakken med et kompass, og dermed målt faktisk avdriftsvinkel under skråslepene. Likevel kan vi sammenlikne vinkelen på slepetauet, og på den måten få et inntrykk av hvilken av båtene som vil generere størst sidekraft, og få minst avdrift. Vi ser at Stemshesten måler størst sidekraft i alle hastigheter uavhengig av krengevinkel (fig. 29 og 30). Videre ser vi at kraftvinkelen avtar når hastigheten øker (fig. 31 og 32). Tendensen er tydeligst hos Stemshesten. Ved første øyekast ser det ut til at båtene skulle få mer avdrift i høyere fart, men det er ikke nødvendigvis så enkelt. Som vi ser i fig. 33 får begge båtene større trimvinkel når farten øker, noe som påvirker sidetrykksenteret (flytter det akterover), uten nødvendigvis å gi større avdrift. Dersom motstanden øker raskere med hastighet enn sidekraften («skrogløftet»), noe som ventelig er tilfellet, vil det også bidra til redusert kraftvinkel. Stemshesten får størst trimvinkel, og samtidig størst reduksjon i kraftvinkel (fig. 32). Det er påfallende at Stemshesten måler størst sidekraft til tross for å ha størst trimvinkel i 6 knop (fig. 33).



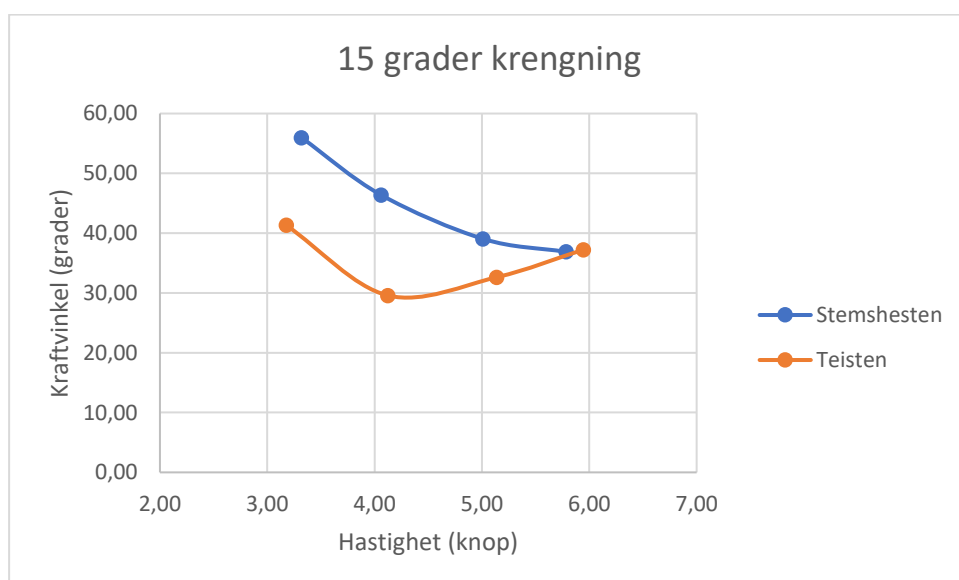
Figur 29.



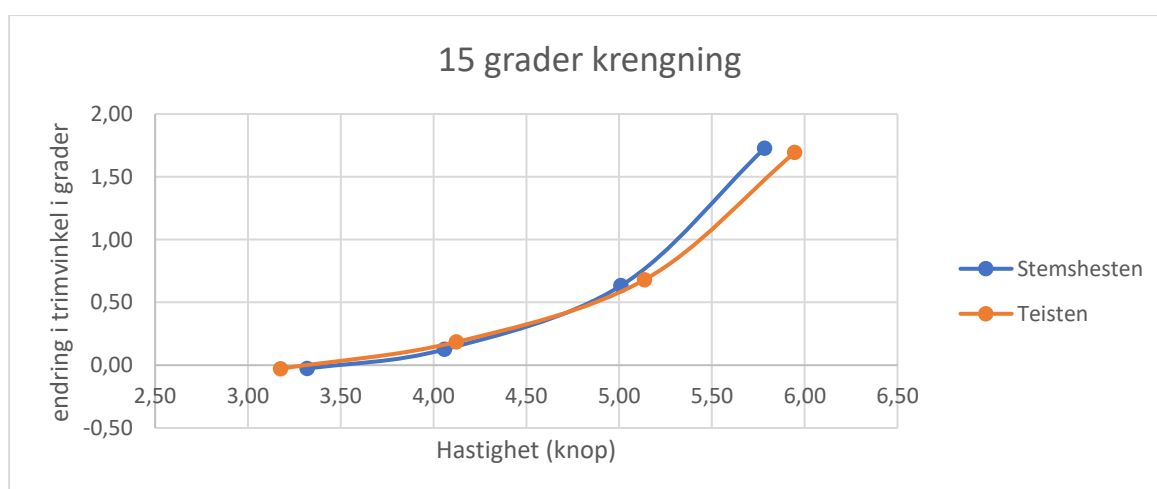
Figur 30.



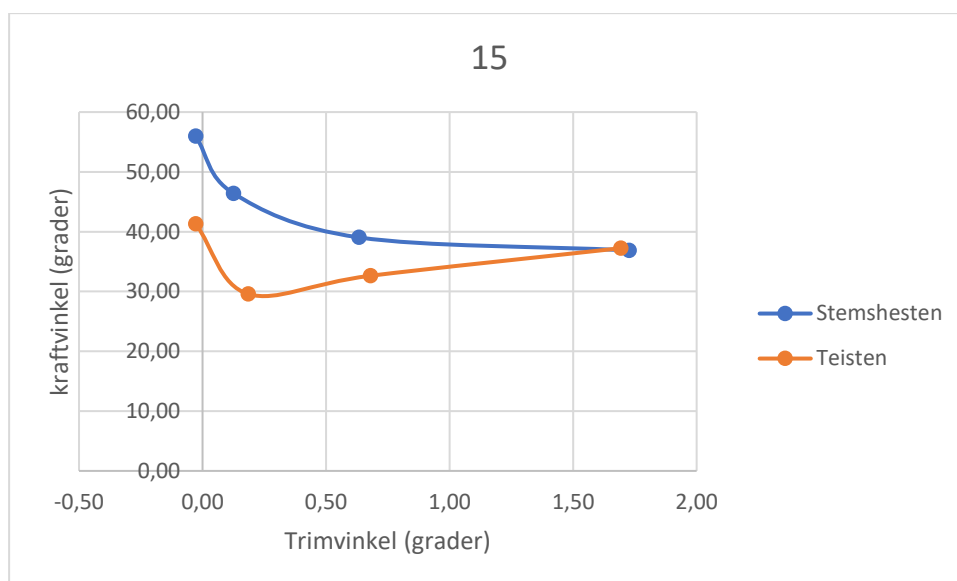
Figur 31.



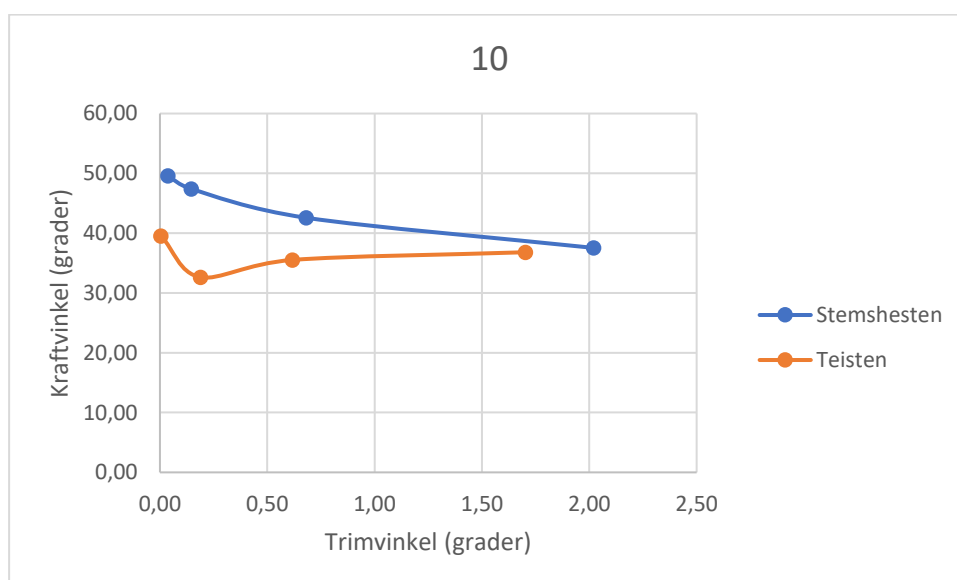
Figur 32.



Figur 33.



Figur 34.



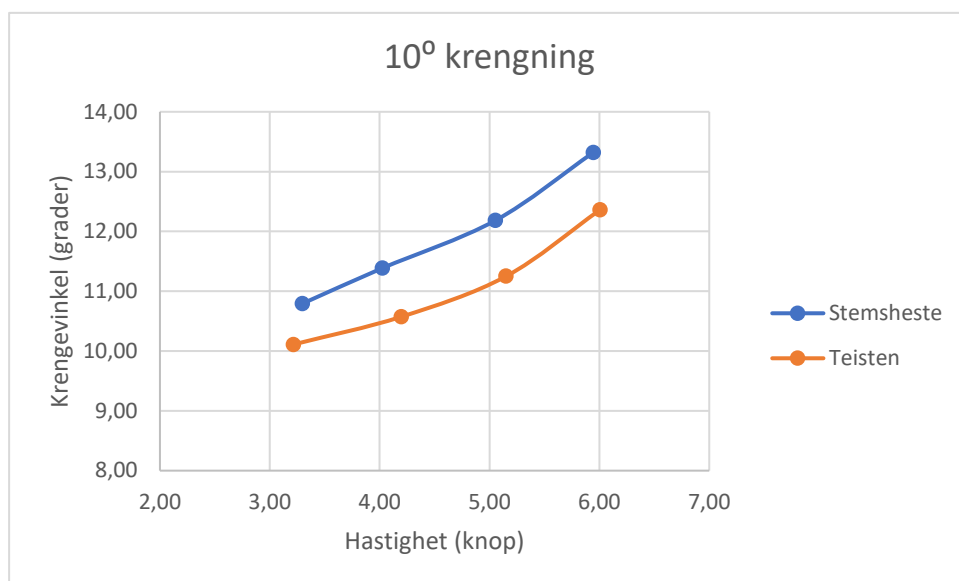
Figur 35.

Krengemotstand

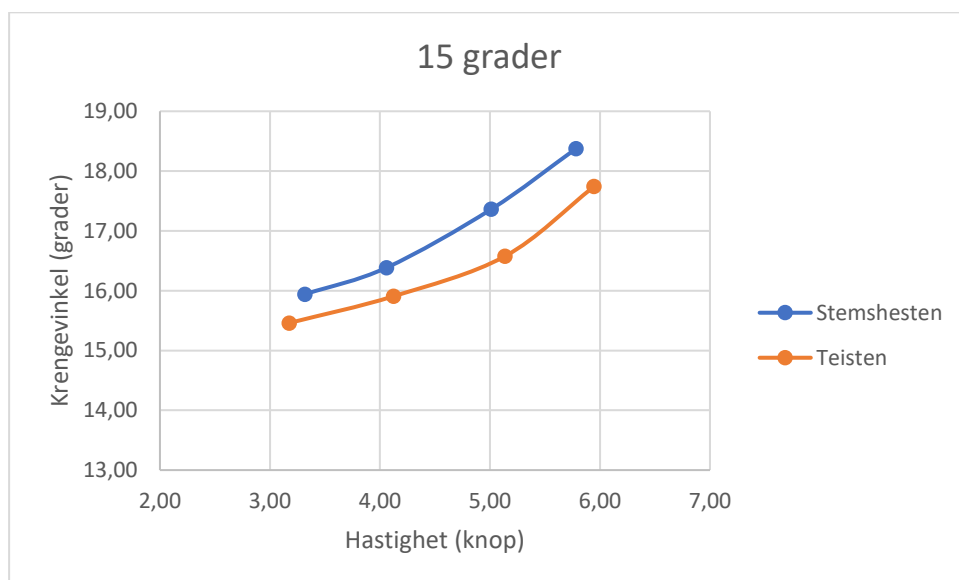
Slepetestene som ble gjort med geitbåt i skipsmodelltank, «Båtar i Møre og Romsdal, Godal 2016», viste at båten fikk større krengemotstand i fart, ved skråslep. Da ble kraften som drev båten frem, påført ved vasslinjen eller litt under. Ettersom vi monterte slepegiveren godt over vasslinja, krenga båtene mer når farten økte, ikke mindre.

At Stemshesten krenger mer i fart, henger sammen med at den genererer mer sidekraft. Ved å sette opp krengevinkel som funksjon av sidekraft (fig. 38), ser vi at Teisten likevel kommer ut som den mest stødige. Forskjellen er liten, men vi må huske at det måtte mer stein til i sida på Teisten for å få den til å krenge like mye før slepet starta. Det å legge framkjempa mer ut i skotten ser ut til å ha en betydelig

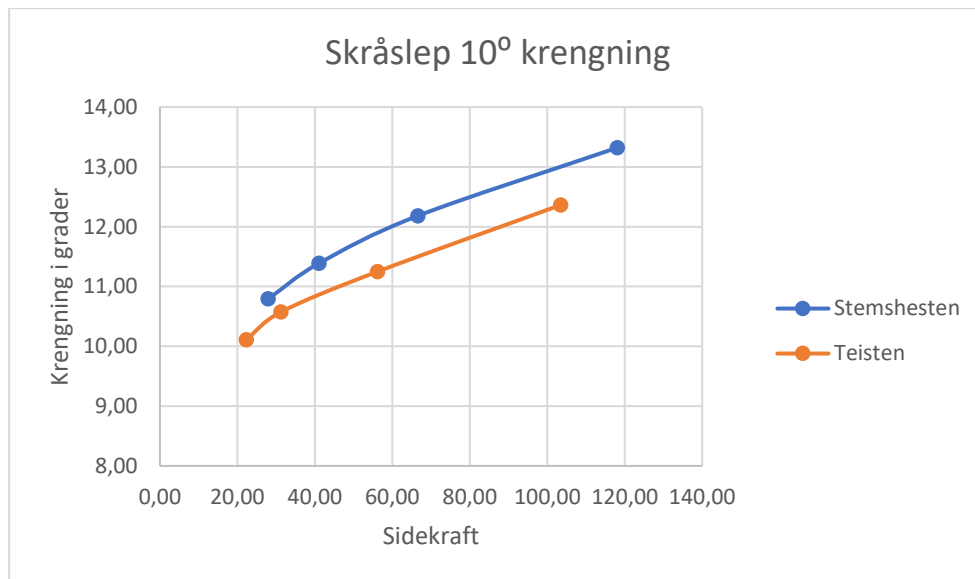
effekt på sluttstabiliteten.



Figur 36.



Figur 37.



Figur 38.

Feilkilder

- Bommen som båtene ble slept etter, var surra fast i baugen på slepebåten. Surringene kan etter hvert ha gitt litt etter, slik at vinkelen på slepetauet ble endra.
- Det var varierende mengder folk om bord i slepebåten da vi gjorde slep rett frem. Det kan også ha påvirket vinkelen på slepetauet.
- Det var varierende mengder stein om bord i slepebåten. Det påvirket nok vinkelen på slepetauet litt. Det utgjorde ikke nødvendigvis noen forskjell mellom de forskjellige færingene, men det kan ha påvirket resultatene for ulik last på hver enkelt av dem.
- Vi var veldig heldige med oppholdsvær og minimalt med vind, men litt variasjoner i vind var det.
- Sverre satt om bord i færingene under slep for å kunne styre båtene, monitorere måleinstrument og lese av hastigheter m.m. Med en slik oppgave skal det godt gjøres å sitte i ro hele tida. Små bevegelser kan ha påvirket både trimvinkel og krengevinkel. Spesielt når målesystemene ble nullstilt.
- På Stemshesten hadde vi ikke satt merker på fram- og bakstamn for å presist kunne kontrollere trimvinkel ved starten av hvert slep. I stedet ble trimvinkelen målt ved hjelp av et digitalt vater på kjølen. Noen av måleresultatene kan tyde på at den metoden var for upresis.
- Ved skråslep og slep med høyt slepepunkt har måleresultatene vist at båtene pendla mer i fartsretningen enn hva vi oppfatta underveis. De brukte lenger tid på å stabilisere seg enn vi tok høyde for. Vi kunne derfor med fordel ha kjørt lenger i hver av hastighetene.

Evaluering av metoden

Måleinstrumentene vi brukte var så avanserte og presise som det var mulig å få til med en slik rigg. Det ga målinger av god kvalitet, men ulempen er at det er en hel jobb å systematisere og analysere etterpå. Om vi kunne fått ut noen av resultatene underveis, hadde vi lettere kunnet oppdaga feil og mangler ved metoden vår.

For rett-frem-slepene var nok viktigste svakhet usikkerheten det ga å ha en person om bord. Det ville ha vært mulig å plassere PCen for registrering om bord i slepebåten, men det hadde krevd mer avansert instrumentering.

Det å slepe færingene etter en bom ved siden av slepebåten viste seg å være suverent praktisk. Det sparte oss for enormt mye tid og arbeidskraft. Likevel kunne vi forbedret riggen ved å gjøre to enkle grep: Vi kunne festa bommen enda stødigere ved hjelp av bolter og ikke bare tau. Vi kunne også sørge for å ha godt med ballast i slepebåten utover det vi brukte i færingene. Da ville den blitt mindre påvirket av folk som bevegde seg om bord, og ballasten som ble tatt ut for å laste færingene.

For skråslepene burde man ha lagt til et kompass i instrumenteringspakken, slik at båtens retning kunne registreres. Dessuten var det kanskje ikke klart nok hva som ble målt. Hvilken seilings-tilstand tilsvarer egentlig testene vi gjorde? Det gjelder spesielt for mastslepet. For mastslepet virket det dessuten som om slepelinens vinkel og derfor båtens krenkning varierte mye gjennom målingen – det virket ikke som det var en gitt, stabil tilstand, men at båten kunne innta ulike tilstander med samme hastighet og slepepunkt. Her hadde vi trengt mer tid og mer tankevirksomhet for å finne en god løsning.

Konklusjon

Teisten vs. Testo

- Teisten målte mindre slepemotstand enn Testo i alle hastigheter, og med alle deplasementene vi brukte. Forskjellen var størst med 600 kg deplasement.
- Testo målte mer akterlig trim enn Teisten i fart. Forskjellen var størst i høy fart, og med lite deplasement.

Teisten vs. Stemshesten

- Stemshesten målte størst slepemotstand av alle båtene ved slep rett frem. Dette er ikke til å forstå, og de målingene av Stemshesten er derfor ikke til å stole på.

- Stemshesten genererer mer sidekraft ved skråslep enn Teisten. Den målte også mindre langskips slepemotstand ved skråslep enn Teisten ved hastigheter opp til 5 knop. Summen av dette skulle tilsi at Stemshesten både seiler raskere og med mindre avdrift på høyeste gang enn Teisten. Da seiler en ikke raskere enn 5 knop uansett.
- Teisten er stødigere Stemshesten.
- Teisten løfta seg ikke mer framme ved krenkning i fart, og målte mindre slepemotstand enn Stemshesten både langskips og totalt i 6 knop. Mindre endring i trimvinkel kan skyldes at det ble plassert mer vekt framme i utgangspunktet.

Takk til:

Sverre Steen for all hjelp og veiledning, dette hadde vi ikke fått til uten din hjelp.

Aage Arnold Haugan for et flott samarbeid.

Morten Farstad som lot oss låne Stemshesten da vi skulle gjennomføre testene.

Otnesbrygga kystlag, som lot oss låne Nygavveln til slepebåt.

Gustav Figenschou stilte opp som styrmann i Nygavveln.