



Prosedyre for utførelse av krengeprøver og deplasementsmålinger for norske skip

Innhold

1. INNLEDNING	3
2. DEFINISJONER.....	3
3. ANSVARSFORDELING	4
4. FORBEREDELSE TIL DEPLASEMENTSMÅLINGER	5
4.1 Begjæring om besiktelse	5
4.2 Skipets tilstand	5
4.3 Tanker	6
4.4 Dypgangsmålinger.....	6
4.5 Tilleggsbestemmelser for krengeprøver	7
4.6 Nødvendig underlagsmateriale.....	10
5. GJENNOMFØRING AV KRENGEPRØVEN	11
5.1 Krav til utførelse.....	11
5.2 Tolking av plottete avlesninger.....	12
5.3 Spesielle hensyn ved bruk av u-rør	13

BESTEMMELSE AV LETTSKIPSVEKT OG -TYNGDEPUNKT**1. INNLEDNING**

I henhold til *Norske forskrifter* for bygging av norske passasjer-, lasteskip og lektere samt for fiske- og fangststfartøy gjelder bl.a. følgende hovedprinsipper for å fastlegge og godkjenne lettskipsvekt og tyngdepunkt:

- Utførelsen skal være i henhold til Sjøfartsdirektoratets prosedyrer og resultatene skal fylles ut i fastsatt skjema.
- Lettskipsberegningen skal være godkjent av Sjøfartsdirektoratet før skipet settes i fart.
- Hvis skipets utforming er slik at det er grunn til å tro at en krengeprøve utført etter vanlige prosedyrer ikke vil gi pålitelige lettskipsdata, skal Sjøfartsdirektoratet kontaktes.

Hensikten med disse retningslinjene er å sikre nøyaktigheten av funnet lettskipsvekt og -tyngdepunkt, og utgjør prosedyrene omtalt ovenfor. Dette heftet er basert på kapittel 7 i IMO Res. A.749(18), "*Code on Intact Stability for All Types of ships Covered by IMO Instruments*". Selv om denne IMO-resolusjonen primært er skrevet for større skip, vil disse prosedyrene også kunne benyttes for skip med en lengde under 24 m, når det tas nødvendige hensyn for å sikre nøyaktigheten under utførelsen. IMO-koden inneholder også et vedlegg med mer praktisk veiledning for utførelse. Selv om vedlegget ikke inngår som en del av disse retningslinjene, vil Sjøfartsdirektoratet anbefale at det gjennomleses som supplerende veiledning ved planlegging av krengeprøver og deplasementsmålinger.

Selv om en gjennomføring i henhold til disse retningslinjene skal gjøre det mulig å oppnå en rasjonell og nøyaktig deplasementsmåling og krengeprøve, vil det kunne forekomme tilfeller der alternative prosedyrer eller arrangementer kan være like effektive, og i enkelte tilfeller nødvendige. For å unngå forsinkelser må imidlertid alle vesentlige avvik fra disse retningslinjene presenteres for Sjøfartsdirektoratet på forhånd, og i rimelig tid før gjennomføringen. Sammen med slike innsendelser skal det fremlegges forslag til de løsninger som velges for å oppnå en likeverdig grad av nøyaktighet.

For lasteskip, unntatt offshorefartøy, med en bruttotonnasje på 500 eller mer, og som er registrert i Norsk Internasjonalt Skipsregister (NIS), har skipets classeselskap en generell autorisasjon til å opptre på vegne av Sjøfartsdirektoratet. For slike skip skal avvik fra disse retningslinjene forelegges classeselskapet til vurdering. Classeselskapene kan for øvrig forlange dokumentasjon i henhold til sine egne retningslinjer.

Som et alternativ til disse retningslinjene kan kap. 7 og Annex 1 i IMO Res. A.749(18) benyttes, hvis de følges i sin helhet.

2. DEFINISJONER

Administrasjonen: Sjøfartsdirektoratet.

Godkjent: Godkjent av Sjøfartsdirektoratet eller den det bemyndiger.¹

Krengeprøve: Finne beliggenheten av skipets vertikale tyngdepunkt i en gitt tilstand, normalt ved å flytte en serie med kjente vekter tverrskips og så måle den tilhørende forandringen i statisk likevektsvinkel for skipet.

Lettskip: Et ferdig utrustet skip, men uten forbruksvarer, stores, last, mannskap og deres effekter, og uten noen ombordværede væsker, med det unntak at væsker som inngår i maskineri og systemer, f.eks. smøreolje og hydraulikkolje, skal være oppfylt til normalt driftsnivå.

¹ For lasteskip, unntatt offshorefartøy, med en bruttotonnasje på 500 eller mer og som er registrert i Norsk Internasjonalt Skipsregister (NIS), har classeselskapene en generell bemyndigelse til å opptre på vegne av Sjøfartsdirektoratet.

Deplasementsmåling: Fastlegge skipets flytestilling samt masse, langskips, tverrskips og vertikal posisjon av alle vekter som skal tas ombord, tas i land eller flyttes, slik at lettskipets deplasement og tyngdepunkt kan beregnes ut fra den aktuelle tilstanden. Det kan bli nødvendig å fastlegge tverrskips beliggenhet av tyngdepunktet for skip som er asymmetriske om senterplanet og hvor arrangement eller utrustning er slik at skipet vil kunne få permanent slagside på grunn av usymmetrisk plassering av vekter.

Besiktelsesmann: Besiktelsesmann fra Sjøfartsdirektoratet eller en annen person oppnevnt på vegne av Sjøfartsdirektoratet.

3. ANSVARSFORDELING

I henhold til *Norske forskrifter* er det verkstedet som er ansvarlig for å påse at det blir avholdt deplasementsmålinger og krengeprøver for skip som bygges eller ombygges i Norge. Er skipet i utlandet påhviler dette reder.

Det skal være oppnevnt en kvalifisert person for å forestå planlegging og gjennomføring. Dette kan være en representant for verksted eller rederi eller en skipsteknisk konsulent som opptre på deres vegne. Denne personen har ansvaret for å:

- Sikre at alle nødvendige forberedelser er gjort før besiktelsesmannen ankommer.
- Administrere og koordinere gjennomføringen av deplasementsmålingen og krengeprøven.
- Samle inn resultatene fra alle målinger så snart disse foreligger.
- Bearbeide resultatene så raskt som mulig, slik at eventuelle feil og unøyaktigheter oppdages på et tidlig tidspunkt.
- Oversende rapport til besiktelsesmannen for godkjenning, i rimelig tid før skipet er planlagt å avgå.

Besiktelsesmannen skal:

- Være tilstede og notere all informasjon som er nødvendig for godkjenning av rapporten
- Godkjenne rapporten, hvis gjennomføringen og resultatene er akseptable. Besiktelsesmannen kan forbeholde seg retten til å forelegge rapporten for aktuell fartøysavdeling for vurdering hvis han er i tvil.
- Oversende en kopi av godkjent rapport sammen med en kopi av godkjennelsesbrevet til aktuell fartøysavdeling.

I tilfeller der en besiktelsesmann er oppnevnt på vegne av Sjøfartsdirektoratet (med unntak av lasteskip med en bruttotonnasje på 500 eller mer og registrert i NIS), skal besiktelsesmannen:

- Attestere at innholdet i rapporten stemmer overens med hans egne notater og at de fastsatte prosedyrene ble fulgt.
- Oversende rapporten i 3 eksemplarer til Sjøfartsdirektoratets hovedkontor for godkjenning.

4. FORBEREDELSE TIL DEPLASEMENTSÅLINGER

4.1 Begjæring om besiktelse

En besiktelsesmann skal være tilstede for å attestere deplasementsmålinger og krengeprøver, og resultatene skal sendes ham for godkjenning.

Skriftlig begjæring om besiktelse skal sendes Administrasjonen i rimelig tid før utførelsen. For skip registrert i det ordinære norske registret (NOR) sendes begjæringen til den lokale stasjonen av verkstedet, hvis skipet bygges i Norge, og til Sjøfartsdirektoratets hovedkontor av rederiet hvis dette skjer i utlandet.

For lasteskip med en bruttotonnasje på 500 eller mer, og som er registrert i NIS sendes begjæring til skipets klaseselskap, i henhold til selskapets egne prosedyrer.

Informasjon som skal følge begjæringen

Skriftlig begjæring skal inneholde følgende informasjon:

- Skipets navn og kjenningssignal, evt. byggenummer og verksted.
- Dato, tidspunkt og sted for besiktelse.
- Informasjon om krengevektene, i tilfelle krengeprøve:
 - Type vekter.
 - Mengde (antall og vekt av hver enkelt)
 - Bekreftelse (sertifikater) på vektene
 - Måte vektene tenkes flyttet på (f.eks. sliske eller kran)
 - Masse og plassering av rette- eller trimmevekter
- Forventet maksimal krengevinkel til hver side
- Tilnærmet plassering og lengde av pendler
- Informasjon om alternative metoder hvis en pendel skal erstattes med inklinometer e.l.
- Forventet trim.
- Forventede tankinnhold.
- Forventede mengder vekter som skal på land, tas ombord eller flyttes i forbindelse med lettskipsberegningen.
- Informasjon om eventuell programvare som tenkes brukt i forbindelse med beregningene.
- Navn og telefonnummer til ansvarshavende for prøven.

4.2 Skipets tilstand

Skipet skal være så komplett som mulig på prøvetidspunktet, men en viss fleksibilitet vil kunne aksepteres når dette er nødvendig for å unngå forsinkelser ved overlevering eller når skipet skal settes i fart igjen. Omfanget og typen arbeide som står igjen (manglende vekter) vil imidlertid ha betydning for nøyaktigheten av prøven, så det vil være nødvendig å være realistisk i slike vurderinger. Hvis vekt eller tyngdepunkt av manglende vekter ikke lar seg fastslå med rimelig sikkerhet, vil nøyaktighetene bli redusert dersom utstyret kommer på plass før prøven.

Midlertidig utstyr, redskapskasser, sand, søppel o.l. ombord skal være redusert til et absolutt minimum før prøven.

Alt bunnvann skal være lenset overbord.

Rørsystemer og systemtanker skal være fylt til normalt driftsnivå.

Alle rom og tanker skal være klargjort for inspeksjon. Mannlokk til tørrtanker og til tanker som er planlagt tomme skal åpnes. Slike rom og tanker skal være utluftet og gassfri, slik at man ikke utsettes for fare under inspeksjonen. Et godkjent eksplosjonssikkert måleinstrument for kontroll av oksygenmengden og farlige gasser skal være tilgjengelig under inspeksjonen.

Dekk skal være drenert for vann. Oppsamlet vann på dekk kan danne lommer og forflytte seg på samme måten som fri overflate i en tank. Regn, snø eller is som måtte ha samlet seg ombord skal være fjernet før prøven.

En trim på opptil 1 % av LPP vil vanligvis kunne aksepteres hvis det bare foreligger hydrostatiske data for null trim. I motsatt fall må hydrostatiske data beregnes for trimmet vannlinje. Det må imidlertid utvises en viss forsiktighet ved bruk av denne "tommelfingerregelen", slik at det ikke introduseres feil, f.eks. ved at vannlinjearealet endrer seg vesentlig under krengeing.

Sjøvannets egenvekt skal måles.

4.3 Tanker

Forventet væskemengde i tankene inngår i planleggingen av prøven. Tanker skal fortrinnsvis være tomme og rengjort, alternativt skal de være helt fulle. *Antall fulle tanker skal begrenses så langt det er praktisk mulig. I tilfeller der deplasementsmåling aksepteres som erstatning for krengeprøve på nybygg gjelder samme begrensninger i tankinnhold som for krengeprøve, ref. 4.5.*

Fylte tanker skal ikke inneholde luftlommer som følge av trim eller uhensiktsmessig plassering av lufterør. Tanker som er mindre en 100% fulle (f.eks. de 98% som ofte brukes i lastetilstander) er ikke akseptable. Før tankene peiles bør skipet krenge til begge sider og trimmes som nødvendig for å unngå luftlommer.

Det skal i god tid før prøven oversendes en liste over planlagte tankinnhold til besiktelsesmannen. Listen skal også gi nødvendig informasjon om hvilke prosedyrer som vil bli brukt for å bestemme tankinnholdene og deres tyngdepunkter.

Hvis det totale tankinnholdet overstiger 20% av skipets deplasement skal egenvekten av tankinnholdene kontrollmåles.

Forbindelser, inklusive manifolder, mellom tanker som inneholder væske skal være stengt før prøven, og betjeningsorganene låst for å unngå utilsiktet åpning.

Uansett begrensningene i disse retningslinjene må det påses at tankinnholdene er tilstrekkelige til å sikre nødvendig stabilitet under målingene.

4.4 Dypgangsmålinger

Før avlesning bør vanddybden kontrollmåles som nødvendig for å sikre at fartøyet ikke vil berøre bunnen.

Dypganger og fribord skal måles før prøven, og ved krengeprøver umiddelbart før vektsflyttingene. Det bør gjøres en sjekk av verdiene etter prøven for å verifisere at det ikke har inntruffet forandringer i dypgang og trim under deplasementsmålingen eller krengeprøven.

Hvis mulig skal en liten båt være tilgjengelig ved dyppgangs- og fribordsavlesningene. For å lette avlesningene i tilfelle urolig sjø kan dyppgangsavlesningene gjøres ved hjelp av et klart plastikkør, strupet i den nedre enden.

Som et minimum skal det avleses dyppganger ved dyppgangsmerkene forut og akter i tillegg til fribord på begge sider midtskips. For større skip, eller når det kan forventes at skipet har hogging eller sagging, skal det tas tilleggsavlesninger av fribordet omtrent halvveis mellom midtskips og forre og aktere dyppgangsmerker.

Dersom det ikke har vært kontrollert at dyppgangsmerkene er riktig plassert, må det gjøres tilleggsavlesninger av fribordet, fortrinnsvis nær dyppgangsmerkene hvis skrogformen tillater dette.

Dersom skipet har trim må langskips beliggenhet av alle avlesinger verifiseres, slik at verdiene kan korrigeres relativt til referanseplanene i skipets hydrostatiske beregninger. Langskips beliggenhet skal alltid kontrolleres nøye for skip med spring.

Har skipet betydelig trim, kan det være nødvendig å korrigere avlesningene for trimvinkelen, avhengig av dyppgangsdefinisjonen i de benyttete hydrostatiske data.

Hvis fribord ikke avleses fra dekkshjørnet, må det vertikale referansepunktet kontrolleres.

4.5 Tilleggsbestemmelser for krengeprøver

Flyttbare gjenstander

Overtallig mannskap eller personell som ikke er direkte involvert i krengeprøven skal ikke være ombord under prøven.

Gjenstander som kan svinge eller forskyve seg må sikres. Kraner, bommer, gaffeltrucker o.l. skal plasseres og sikres i sin posisjon når fartøyet er underveis.

Lukedeckler som ikke behøves åpne under prøven skal skalkes i sin plassering når fartøyet er underveis.

Tanker

Antallet slakke tanker skal være et absolutt minimum. Viskositeten av væsken, nivået og formen på tanken skal da være slik at fri overflate lar seg bestemme nøyaktig. Normalt vil bare en eller to av følgende tanktyper tillates delvis fylt:

- Ferskvannstank
- Brennoiljetank
- Dagtank

For å oppnå pålitelige korreksjoner for fri overflate i eventuelle slakke tanker, skal disse være fylt innenfor disse grensene:

- Dyptanker: 20% - 80% fulle
- Dobbeltbunnstanker: 40% - 60% fulle.

Tanker som ikke er beregnet for føring av væsker skal alltid være tomme.

Antall fulle tanker skal begrenses til det minimum som er nødvendig for å sikre tilstrekkelig stabilitet under prøven.

Fortøyninger

Skipet skal fortøyas i et stille beskyttet område, fritt for ytre påvirkninger slik som bølger og propellervann fra passerende fartøy eller utslipp fra pumper og avløp på land. Tidevannsforholdene og skipets trim bør tas i betraktning. Skipet skal fortøyas slik at det kan krenge fritt til begge sider under krengeprøven. Gangveier skal tas på land. Kabler, slanger o.l. fra land skal reduseres til et minimum, og skal holdes slakke gjennom hele forsøket.

Skipet skal være mest mulig opprett, og dypgangen skal være slik valgt at brå endringer i vannlinjearealet ikke vil påvirke resultatene når skipet krenses fra side til side. Når krengevektene står i utgangsstilling kan en slagside på inntil en halv grad til en side aksepteres.

Krengevekter

Mengden vekter som benyttes skal være tilstrekkelig til å sikre en krenging på minimum 2 grader, maksimum 4 grader til hver side. For store skip, slik som tank- og bulkskip, vil imidlertid en største vinkel på 1,5 grader kunne aksepteres.

Krengevektene skal være kompakte og ha en slik utforming at deres tyngdepunkt lar seg fastslå nøyaktig. Hver vekt skal merkes med en identifikasjon og sin egen masse. Hvis det ikke kan forelegges pålitelig informasjon om vektene til besiktelsesmannen, må disse kontrollveies på nytt før prøven.

Krengevekter av porøst materiale som kan absorbere vann skal alltid veies før prøven, og bruken vil være betinget av at forholdene er slik at ytterligere absorpsjon ikke kan finne sted.

En kran med tilstrekkelig løfteevne og utlegg, eller annen pålitelig metode, skal benyttes for effektiv og sikker flytting av vektene under krengeprøven. Bruk av skipets egne kraner eller bomber vil normalt ikke være akseptabelt.

Vannballast blir generelt ikke godtatt som krengevekter. For store skip vil pumping av vann mellom rettsidete tanker kunne tillates etter forutgående søknad til Administrasjonen, og da bare hvis det ikke er praktisk mulig å bruke faste vekter. I slike tilfeller er det vesentlig at det er utarbeidet nøyaktige peiletabeller. Egenvekten av ballastvannet skal måles nøyaktig og grenledninger som ikke skal benyttes under forsøket skal være blindflenset.

Pendler

Minimum to pendler skal benyttes for å kunne avsløre feil avlesning ved en av dem. Pendlene skal plasseres i ly for vind.

Pendlene skal ha tilstrekkelig lengde til å oppnå et største utslag til hver side på minst 15 cm. For å forsikre seg mot sammenblanding av resultatene anbefales det at pendlene plasseres så langt fra hverandre som praktisk mulig.

Bruk av inklinometer eller U-rør vil kunne aksepteres i hvert enkelt tilfelle. Slike instrumenter skal imidlertid alltid benyttes i kombinasjon med minst en pendel.

Det bør være opprettet effektiv to-veis kommunikasjon mellom en sentral kontrollstasjon og de som flytter vektene samt mellom den sentrale kontrollen og pendelstasjonene. En enkelt person i kontrollstasjonen skal ha full styring med alt personell som er involvert i prøven.

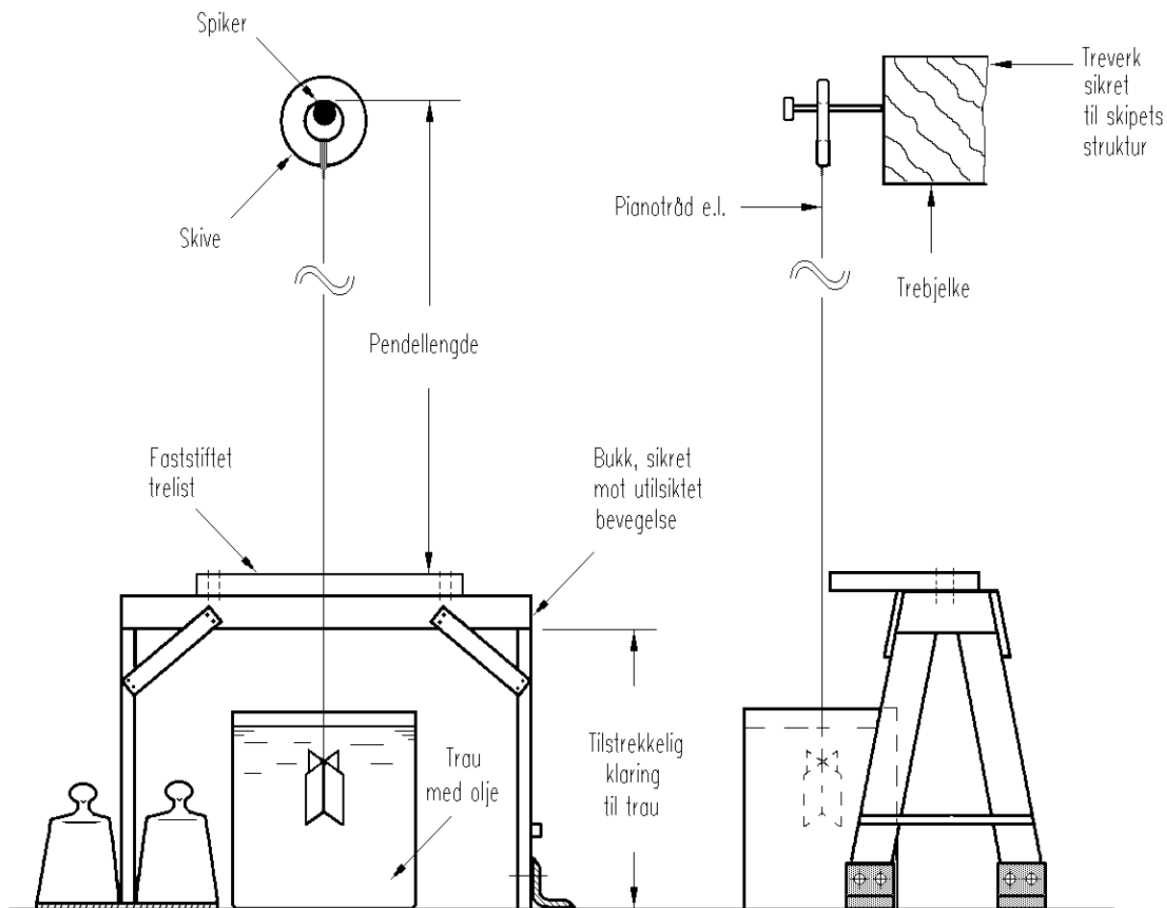


Fig. 1 Anbefalt opprigging av pendel

Bruk av u-rør

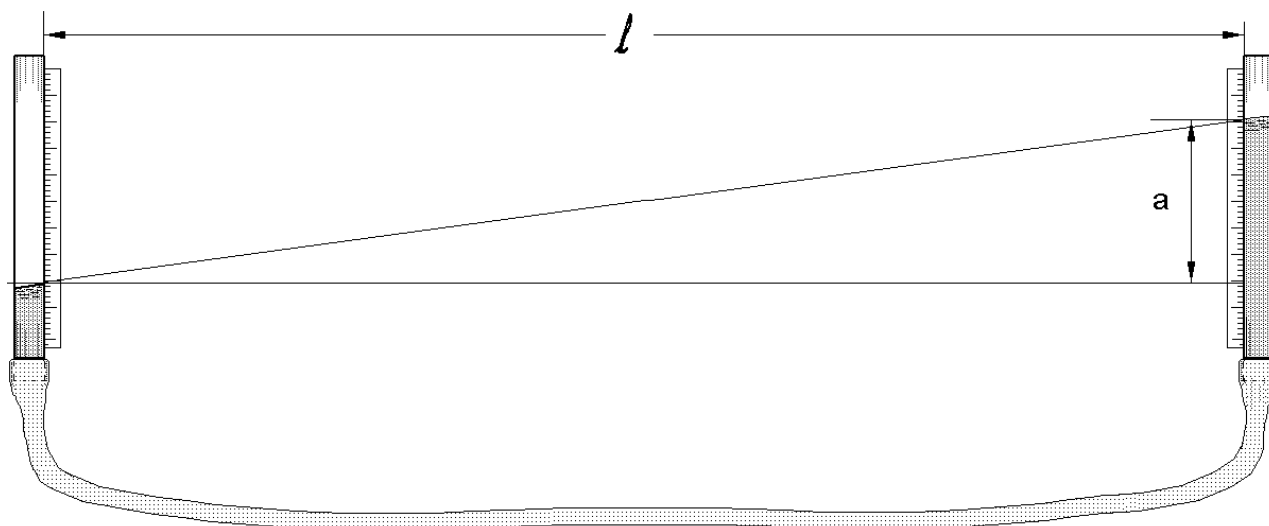


Fig. 2 Avlesning av u-rør

Hvis det brukes u-rør til erstatning for en pendel gjelder følgende:

- De vertikale endene av systemet skal festes forsvarlig så langt ute i borde som mulig. Uansett skal den horisontale avstanden være tilstrekkelig til å sikre at det oppnås en nivåforskjell på minst 15 cm mellom opprett tilstand og største krengevinkel til hver side.
- Det må sikres at de vertikale endene er lange nok til å sikre at vann ikke renner over eller forsvinner fra systemet.
- Et arrangement for måling av utslag skal være fastmontert i begge ender.
- Hele systemet skal lages av klare plastikkør og slanger, slik at det lar seg kontrollere for luftlommer.

En liten mengde blekk eller annet fargestoff kan tilsettes vannet for å lette avlesningene.

Inklinometre

En kopi av kalibreringsbevis fra en institusjon som kan aksepteres av Administrasjonen skal overleveres besiktelsesmannen før prøven. I tillegg kreves det at de målte verdiene vil samsvare med de som avleses ved hjelp av en pendel.

Nøyaktigheten av instrumentet skal være i størrelsesorden +/- 0,01 grad.

4.6 Nødvendig underlagsmateriale

Ansvarshavende for krengeprøven bør ha følgende informasjon tilgjengelig under prøven:

- Linjetegning
- Hydrostatiske data
- Generalarrangement som viser dekk, lasterom, innerbunn etc.
- Kapasitetsplan som viser kubikk og tyngdepunktsbeliggenhet av lasterom, tanker o.l.
- Peiletabeller
- Skisse over dypgangsmarker
- Dokkingstegning med profil av kjøll og korreksjoner ved dypgangsmarker, hvis utarbeidet.

5. GJENNOMFØRING AV KRENGEPRØVEN

5.1 Krav til utførelse

En normal krengeprøve består av minst 8 adskilte vektsflyttinger, der flytt nr. 8 skal utgjøre en etterkontroll av nullpunktet. Akkumulert tangens til krengevinklene og akkumulert krengeomoment skal plottes i et diagram etter hvert flytt. Vektsflyttingene skal arrangeres slik at det oppnås mellomliggende verdier mellom nullpunktet og største utslag til hver side. Dette for å kunne påvise et linært forløp.

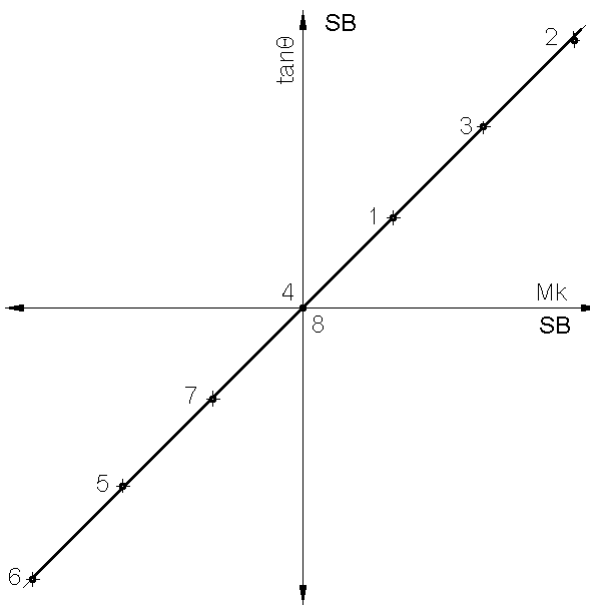


Fig. 3 Anbefalt forløp

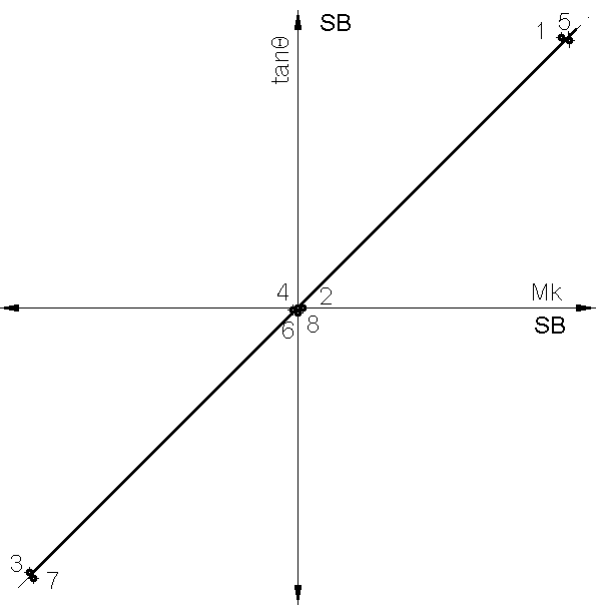


Fig. 4 Uakseptabel fordeling av punkter

Krengeprøven skal ikke anses å være komplett før det er oppnådd 8 akseptable punkter. Hvis det ikke kan trekkes en tilnærmet rett linje gjennom punktene må de flyttingene som avviker gjentas. Eventuelt må feilkildene finnes og rettes.

Det å utelate plotting og bare foreta en ren beregning av skipets metasenterhøyde (f.eks. gjennomsnittet av enkeltavlesninger eller "minste kvadraters metode") er uakseptabelt, fordi eventuelle avvik da vil kunne bli skjult i resultatet.

Ugunstige vær- og sjøtilstander kan føre til en uakseptabel grad av nøyaktighet, f.eks. på grunn av vanskeligheter med dypgangs- og fribordsmålinger, irregulære pendelbevegelser og variable ytre påvirkninger. Hvis forholdene er slik at det er grunn til å tro at det ikke vil være mulig å oppnå nøyaktige resultater, skal prøven utsettes hvis skipet ikke kan forhales til et bedre egnet sted. Det at man ikke oppnår et rettlinjert plott under vanskelige værforhold kan tas som en indikasjon på at det ikke vil være mulig å oppnå pålitelige resultater.

Målinger av vinkelutslag skal foretas ved minst to uavhengige stasjoner. Dersom plottene fra disse ikke samsvarer, må årsaken finnes, rettes og prøven gjentas eller utsettes om nødvendig. Hvis det brukes mer enn to målestasjoner vil det være tilstrekkelig at to av dem samsvarer.

Alle opplysninger fra krengeprøven skal føres inn i en rapport utformet som bestemt av Sjøfartsdirektoratet og oversendes besiktelsesmannen. Med mindre annet er akseptert skal rapporten baseres på standardformularet "Rapport om krengeprøve og beregning av lettskipsdata" (Rapport 79).

Alle beregninger som utføres i forbindelse med gjennomføringen av krengeprøven og ved utarbeidelsen av rapporten kan gjøres ved hjelp av et passende EDB-program. Utskrifter generert av et slikt program og eventuelle supplerende opplysninger kan tas inn i eller legges ved rapporten, forutsatt at de er oversiktlig utskrevet og omfatter de samme opplysningene i samme omfang og rekkefølge som i standardformularet.

5.2 Tolkning av plottete avlesninger

Nedenfor er vist noen eksempler på plott som ikke viser korrekte forløp, samt sannsynlige årsaker og forslag til korrigerende tiltak.

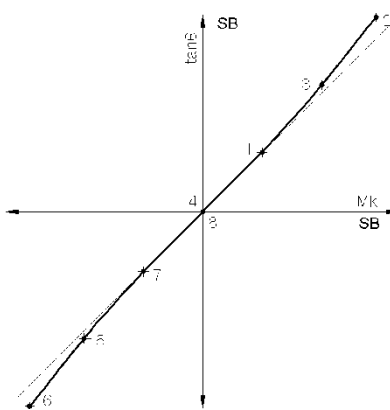


Fig. 5

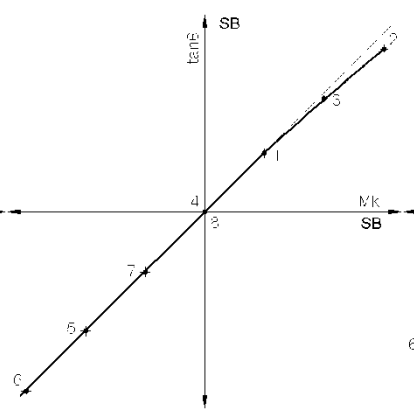


Fig. 6

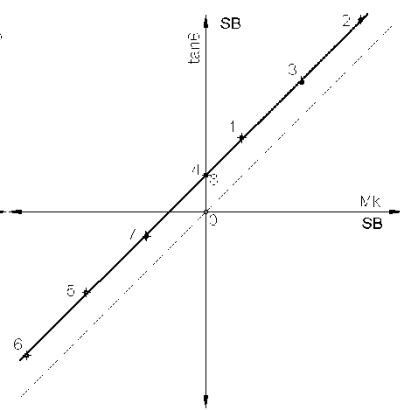


Fig. 7

Fig. 5: For mye fri overflate. Etterkontroller alle tanker, kofferdammer og tanktoppen. Lens eller topp opp som nødvendig. Foreta ny dypgangs- og fribordsmålinger og gjenta alle vektsflyttinger.

Fig. 6: Skipet har berørt bunn eller kai, eller har vært holdt igjen av fortøyningene. Lodd vanndybden og kontroller trossene. Gjenta flytt 2 og 3.

Fig. 7: Konstant vindmoment påført etter at nullpunktet ble avsatt. Et slikt plott kan aksepteres.

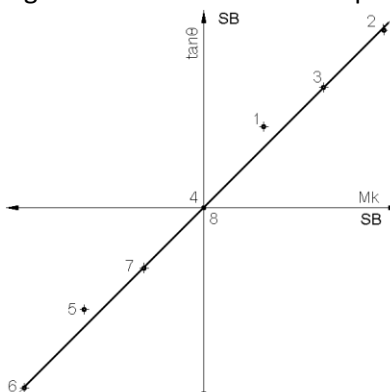


Fig. 8

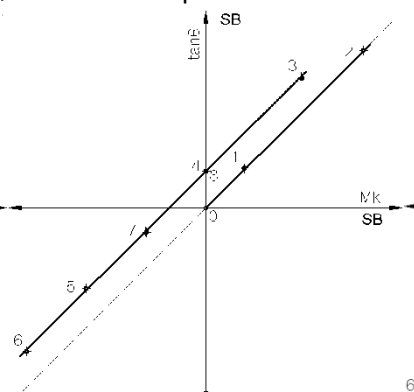


Fig. 9

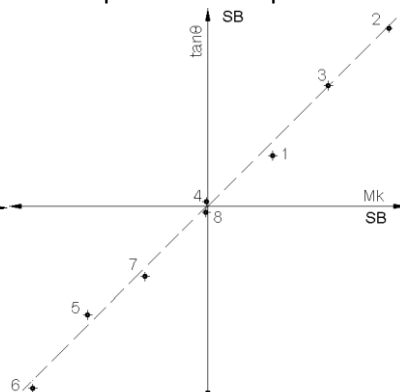


Fig. 10

Fig. 8: Vindkast fra BB. Repeter flytt 1 og 5.

Fig. 9: Hvis bare på en pendel: Avlesningsutstyret eller selve pendelen har forskjøvet seg mellom flytt 2 og 3. Bruk data fra den andre pendelen hvis det er oppnådd en rett linje der og alle linjer forøvrig har samme stigning. Hvis alle pendlene: Sannsynligvis vind som på fig. 7.

Fig. 10: Tilfeldige avvik: Hvis unøyaktighetene ikke lar seg knytte til noen spesiell årsak kan man legge til ekstra flytt til begge sider inntil man oppnår en klarere tendens. Stigningen på alle pendler må da være sammenfallende.

5.3 Spesielle hensyn ved bruk av u-rør

Systemet skal kontrolleres grundig for luftblærer før vektsflyttingene.

Vannivået skal noteres på begge sider for hver flytting, og differanse sjekkes som en sikkerhet for at det ikke har lekket ut vann fra systemet. I motsetning til en pendel skal u-rør leses av på to steder for hvert flytt. Det er dermed viktig å påse at man beholder et konstant krengeomoment når personer beveger seg tverrskips.

Hvis det er satt inn ventil e.l. i systemet for å dempe eventuelle oscillasjoner må det gis tilstrekkelig tid for utligning av nivået før hver avlesning foretas.
