

Avgitt juni 2023

RAPPORT SJØFART 2023/04

***Kantring med fritidsbåten Malmhella i skjærgården utenfor Kragerø
25. oktober 2022***



This report is also available in English

Statens havarikommisjon (SHK) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre sjøsikkerheten.

Formålet med en sikkerhetsundersøkelse er å klarlegge hendelsesforløp og årsaksfaktorer, utrede forhold av betydning for å forebygge sjøulykker og bedre sjøsikkerheten, og offentliggjøre en rapport med eventuelle sikkerhetstilrådinger. Det er ikke Havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar.

Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sjøsikkerhetsarbeid bør unngås.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| SAMMENDRAG | 4 |
| OM UNDERSØKELSEN..... | 5 |
| 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER..... | 8 |
| 1.1 Hendelsesforløp..... | 8 |
| 1.2 Søk og redning..... | 9 |
| 1.3 Operasjonelle forhold | 9 |
| 1.4 Skader på fartøy og materiell | 10 |
| 1.5 Rederiet | 11 |
| 1.6 Produsenten | 11 |
| 1.7 Fartøy | 11 |
| 1.8 CE-merking av X-27 SUV..... | 14 |
| 1.9 Sammenligning av statisk stabilitet for X-26 S og X-27 SUV | 17 |
| 1.10 Spinout og kantring | 22 |
| 1.11 Tilsynsordning..... | 23 |
| 1.12 Undersøkelse av motordata fra tre ulykker med X-27 SUV | 24 |
| 1.13 Iverksatte tiltak | 26 |
| 2. ANALYSE..... | 28 |
| 2.1 Innledning | 28 |
| 2.2 Vurdering av hendelsesforløpet | 28 |
| 2.3 Utløsende faktorer for spinout | 28 |
| 2.4 Vurdering av kantringen | 29 |
| 2.5 Fartøyets design og stabilitet | 30 |
| 2.6 CE-merking av fartøyet | 30 |
| 2.7 Bruk og tolkning av standarder ved CE-merking | 31 |
| 2.8 Stabilitetskrav i ISO-standard | 31 |
| 2.9 Opplærings situasjonen | 32 |
| 2.10 Overlevelsesaspekter..... | 33 |
| 3. KONKLUSJON..... | 35 |
| 4. SIKKERHETSTILRÅDINGER..... | 37 |
| REFERANSER | 40 |

Sammendrag

Den 25. oktober 2022 var Malmhella ute med fire kursdeltakere og en instruktør for gjennomføring av den praktiske delen av høyhastighetskurs for førere av hurtiggående fritidsbåter.

Hendelsen skjedde idet fritidsfartøyet hadde kjørt gjennom en oppsatt sikk-sakk løype og skulle påbegynne en babord sving for å snu. Farten ble redusert først inn mot svingen, og da svingen var påbegynt ble hastigheten redusert enda en gang. Fartøyet kantret og ble liggende med skutebunnen opp med alle om bord i styrehuset. Disse ble reddet ut av båten. To ble fraktet til sykehus for behandling. Fartøyet ble senere berget.

En kombinasjon av høy hastighet inn i sving og fartsreduksjon, medførte en spinout med påfølgende kantring. Kantringen ville sannsynligvis ikke inntruffet om fartøyet hadde hatt gode stabilitetsegenskaper. Høyt tyngdepunkt og dårlig stabilitet, i kombinasjon med kregende moment fra masse- og hydrodynamiske krefter resulterte i at fartøyet kantret.

Den dårlige stabiliteten utgjorde et sikkerhetsproblem for fartøytypen Hydrolift X-27 SUV. Tre av totalt 16 produserte båter har kantret. Produsenten har i ettertid midlertidig sikret at eksisterende fartøy ikke benyttes, men Havarikommisjonen tilrår produsenten å gjennomføre tiltak som sikrer fartøytypen gode stabilitetsegenskaper, og Sjøfartsdirektoratet tilrår å gjennomføre en revisjon av produsenten.

Den praksis produsenten benyttet på testene som ble gjennomført ved opprinnelig CE-merking av fritidsbåten, var etter Havarikommisjonens vurdering basert på feil plassering av personer om bord, og dermed en feil tolkning av standarden NS-EN ISO 12217-1:2017¹. Dette resulterte i at forutsetningene for CE-merkingen ikke var til stede. Havarikommisjonen mener at om testene hadde blitt gjennomført korrekt, ville resultatet gitt en klar indikasjon på fartøyets svake stabilitet. Dette er et sikkerhetsproblem, og Sjøfartsdirektoratet tilrår å gjennomføre hyppigere kontroller i forbindelse med CE-merking av fritidsbåter som omsettes i Norge.

Undersøkelsen har også vist at feil tolkning av NS-EN ISO 12217-1:2017 som legges til grunn for praktisk testing, medvirker til at stabiliteten fiktivt kan bedres ved å benytte bagasjevekter som plasseres under båten tyngdepunkt som fast ballast. Vektene blir da en forutsetning for å tilfredsstille standardens stabilitetskrav. Sjøfartsdirektoratet tilrår å gjennomføre tiltak som sikrer riktig uttesting av fritidsbåter.

CE-merking av fritidsbåter baserer seg på ISO-standarder, som for denne fartøygruppen er lite egnet for å vurdere hvordan dynamiske stabilitetsforhold innvirker på fartøy med høyt fartspotensiale som X-27 SUV. I tillegg er standarden mangelfull da den ikke stiller krav til en helhetlig kartlegging av statisk stabilitet, spesielt i forhold til krav om reststabilitet i ulike lastetilstander.

Havarikommisjonen fremmer totalt fem sikkerhetstilrådingen som følge av undersøkelsen.

¹ Mindre fartøy – Kategorisering og bedømmelse av stabilitet og flyteevne – Del 1: Ikke-seilende båter med skroglengde større enn eller lik 6 m (ISO 12217-1:2015)

Om undersøkelsen

Formål og metode

Havarikommisjonen har klassifisert hendelsen som en alvorlig sjøulykke. Hensikten med denne undersøkelsen har vært å klarlegge hva som førte til at fartøyet kantret. Videre har Havarikommisjonen utredet hva som kan bidra til å øke sikkerheten og forhindre lignende ulykker og skadeomfang i fremtiden.

Havarikommisjonen har ingen tilsynsoppgaver og det er ikke Havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Det medfører at ansvars- og skyldspørsmål verken undersøkes eller beskrives i rapporten.

Havarikommisjonens sikkerhetsundersøkelse skal foregå uavhengig av annen etterforskning, undersøkelse eller gransking, som helt eller delvis har et annet formål. Dette innebærer at parter med straffe- eller sivilrettslige interesser skal utføre egen gransking eller etterforskning, og at de ikke kan basere seg på Havarikommisjonens sikkerhetsundersøkelse og rapport.

Bruk av rapporten, eller informasjon innhentet i undersøkelsen, til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid undergraver Havarikommisjonens mandat.

Ulykken og omstendighetene rundt denne er undersøkt og analysert i tråd med Havarikommisjonens sikkerhetsfaglige rammeverk og analyseprosess for systematiske undersøkelser (NSIA-metoden²).

Undersøkelsens fokus og avgrensning

I denne undersøkelsen mener Havarikommisjonen det er mest sikkerhetslæring knyttet til fartøyets stabilitet og CE-merkingen av fartøyet.

I tillegg har Havarikommisjonen vurdert at opplærings situasjonen, varsling og bruk av redningsvest har betydning for sikkerheten.

Undersøkelsesrapporten

Rapportens første del, Faktiske opplysninger, beskriver hendelsesforløpet, tilhørende data og informasjon som er innhentet i forbindelse med ulykken, samt Havarikommisjonens gjennomførte undersøkelser og tilhørende funn.

Andre del av rapporten, Analyse, omhandler Havarikommisjonens vurderinger av hendelsesforløpet og medvirkende faktorer basert på faktiske opplysninger og gjennomførte undersøkelser. Omstendigheter og faktorer som er funnet å være mindre relevant for å forklare og forstå ulykken drøftes ikke i dybden.

Rapporten avsluttes med Havarikommisjonens konklusjoner og sikkerhetstilrådinger.

² NSIA – Norwegian Safety Investigation Authority. Se <https://havarikommisjonen.no/Om-oss/Metodikk>

Informasjonskilder

Det er innhentet opplysninger fra Sjøfartsdirektoratet, rederiet, produsenten, motorprodusenten, eiere av fartøytypen, og andre kilder.

Havarikommisjonen forsøkte gjentatte ganger å hente ut opplysninger fra kartplotteren om bord, men ettersom denne var vannskadet var det ikke mulig å hente informasjonen direkte ut fra enheten. IBAS bistod med å hente ut lagret informasjon, men produsenten var ikke villig til å bistå med nødvendig teknisk kompetanse for å gjøre denne informasjonen tilgjengelig. Det er derfor ingen informasjonskilder om fartøyets faktiske hastighet og posisjon.

1. Faktiske opplysninger

| | |
|--|----|
| 1.1 Hendelsesforløp..... | 8 |
| 1.2 Søk og redning..... | 9 |
| 1.3 Operasjonelle forhold | 9 |
| 1.4 Skader på fartøy og materiell | 10 |
| 1.5 Rederiet | 11 |
| 1.6 Produsenten | 11 |
| 1.7 Fartøy | 11 |
| 1.8 CE-merking av X-27 SUV..... | 14 |
| 1.9 Sammenligning av statisk stabilitet for X-26 S og X-27 SUV | 17 |
| 1.10 Spinout og kantring | 22 |
| 1.11 Tilsynsordning..... | 23 |
| 1.12 Undersøkelse av motordata fra tre ulykker med X-27 SUV | 24 |
| 1.13 Iverksatte tiltak | 26 |

1. Faktiske opplysninger

1.1 Hendelsesforløp

1.1.1 GJENNOMGANG AV TEORI DAGEN FØR ULYKKEN

Den 24. oktober 2022 gjennomførte en gruppe på fire personer den teoretiske delen av pensum som gir grunnlag for høyhastighetsbevis. Instruktøren av kurset gjennomgikk flere temaer, deriblant navigasjon, håndtering av fartøyet og farer som f.eks. spinout i høy fart og hvordan fører av fartøyet kunne forhindre dette. Deltagerne var generelt erfarne med bruk av fritidsbåt og mye av pensum var allerede kjent.

1.1.2 HENDELSESFORLØP PÅ ULYKKESDAGEN FREM TIL ULYKKEN

Dagen etter, den 25. oktober 2022, var det praktisk utsjekk av kursdeltakere. Den siste kursdagen var lagt opp slik at de først skulle navigere utaskjærs og deretter kjøre mellom 6–8 bøyer som var plassert innaskjærs med 20–30 meter avstand. Instruktøren påpekte at det ikke var noe konkurranse, og farten skulle tilpasses det man selv følte var komfortabelt.

Før avgang hadde instruktøren en sikkerhetsgjennomgang og kontrollerte at deltagerne hadde redningsvest med skrittstropp festet. Flere av deltagerne påpekte at de vanligvis ikke benyttet skrittstropp, da de tidligere hadde dårlig erfaring med at denne kunne henge seg fast og være til hinder for bevegelighet. Det ble også påpekt fra deltakerne at det ikke var krav til bruk av redningsvest.

Da deltagerne gikk om bord i Malmhella ble det reagert på at fartøyet opplevdes som ustabil med dårlig vektbalanse. Fartøyet hadde, grunnet sitt asymmetriske design med styrehuset plassert på styrbord side, en slagside mot styrbord når alle satt inne i styrehuset. Instruktøren klargjorde fartøyet, lukket døren til styrehuset og kjørte selv utover fjorden. Deretter fikk alle deltagerne gjøre seg kjent med fartøyet ved å prøvekjøre i litt bølger. Deltagerne måtte anvende trim-flaps før fartøyet var kommet opp i planende hastighet. Dette var for å unngå krenkning mot styrbord side ved pådrag. Noen av deltagerne påpekte at fartøyet også med fremdrift, opp til planende hastighet, hadde uvante bevegelser og opplevdes vinglete og ustabil sammenlignet med tidligere erfaringer med andre båttyper.

Før og under kjøringen gav instruktøren beskjed om at fartøyet måtte ha en høy trim på motoren i høy fart og i svinger for å få akterenden ned i vannet, og på den måten heve baugen. Noen av deltagerne opplevde dette som ubehagelig og ikke i henhold til slik de pleide å kjøre fritidsfartøy i høy hastighet.

1.1.3 ULYKKEN INNTREFFER

Da siste runde rundt bøyene skulle gjennomføres holdt fører av fartøyet høy hastighet gjennom testbanen og mellom bøyene. Flapsene hadde fører satt i nøytral da fartøyet var kommet i plan.

Føreren holdt venstre hånd på rattet og høyre på fremdriftsspaken. Med ca. 35 knop inn mot banens siste bøye, gjorde fører seg klar og la fartøyet inn i en svak babord sving og reduserte hastigheten inn mot bøya. Instruktøren observerte føreren og fartsreduksjonen. Instruktøren mente fartøyet hadde for stor fart inn mot bøya og at fører svingte for mye. Instruktøren rakk ikke å få tak i rattet før det var for sent.

Føreren opplevde at vekten av fartøyet flyttet seg mot baugen og mot styrbord. Motordata viste en svak reduksjon av pådrag i dette øyeblikket. Fartøyet fortsatte svingen mot babord enda kraftigere.

Akterenden av fartøyet mistet kontakt med vannet og forflyttet seg over sjøen. De om bord hørte at propellen ikke lenger hadde kontakt med vannet og lagde en høy lyd. Fører opplevde at akterenden av fartøyet dreide ukontrollert opp mot 45 grader før det igjen fikk kontakt med vannet og stoppet brått opp. Lagrede motordata viste et høyt pådrag rett før båten stoppet. Føreren har opplyst at han ble slengt fremover, mot styrbord, og slo pannen i et panel foran. Dette kan forklare det siste registrerte pådraget.

De andre om bord opplevde et kraftig hogg, der fartøyet fortsatte rotasjonen og kantret mot styrbord. Personene om bord ble kastet rundt i styrehuset, mens glassruten på styrbord side i styrehuset knuste. Båten ble liggende med skutebunnen opp, og rett etter kantringen var det en periode der alle var desorienterte.

1.2 Søk og redning

Flere redningsvester blåste seg opp og dette skapte problemer med å komme seg ut av styrehuset. Flere hadde også pådratt seg hodeskader i kantringen.

Etter en periode, og med bistand fra hverandre, kom alle seg ut av styrehuset og de klatret opp på skutebunnen. En mobiltelefon fungerte fremdeles, og de fikk ringt til en ansatt på en lokal marina som hentet dem ca. 15 minutter etter kantringen. Ambulanser ble tilkalt og kom like etter at de ankom marinaen. To kursdeltakere ble liggende på sykehus over natten for observasjon.

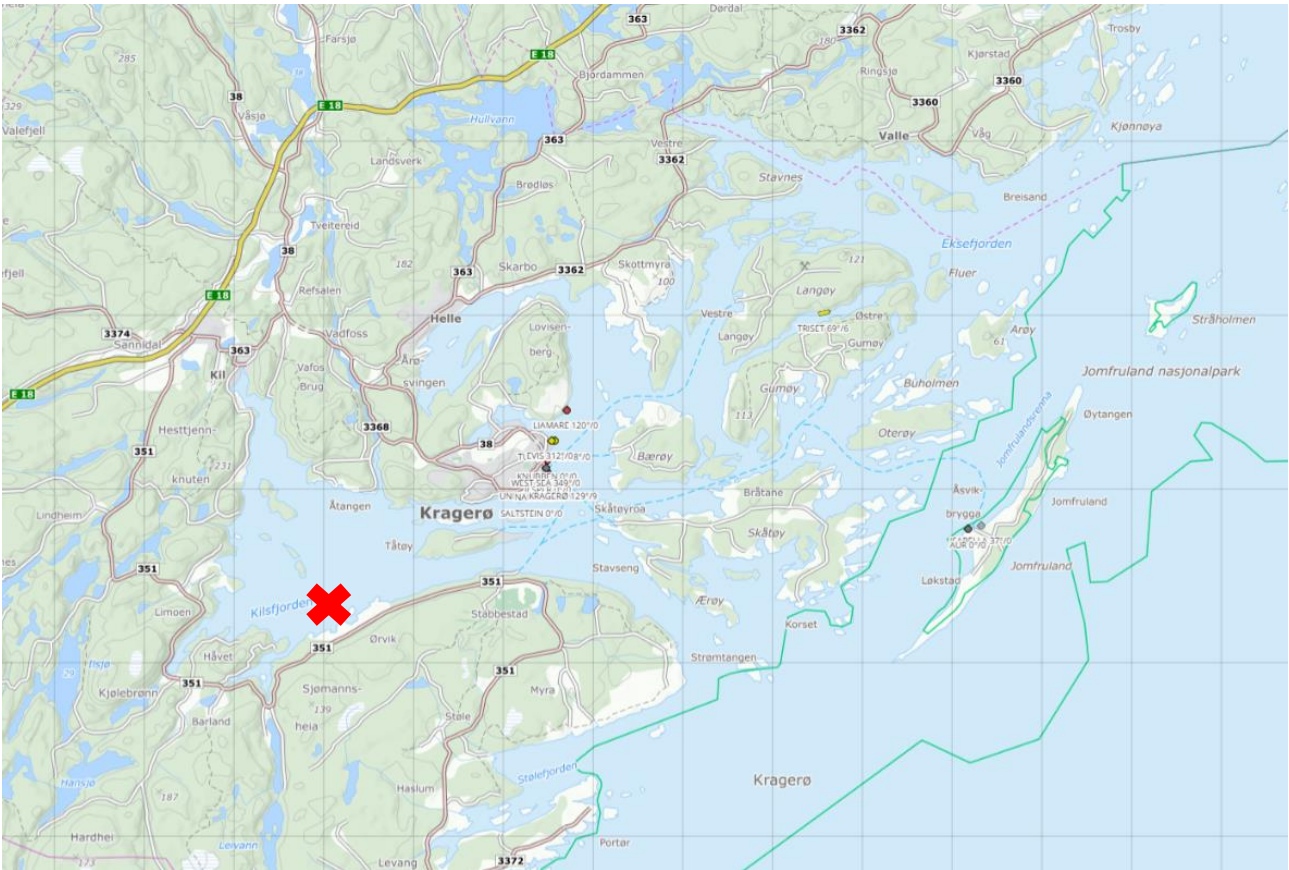
Båten ble senere hentet av en lokal arbeidsbåt tilhørende Kragerø Havnevesen og brakt til Kiil-Sandtangen og løftet på land. Da de lokaliserte båten var det kun en liten del av baugen som var synlig over vann, se figur 1.



Figur 1: Kun fartøyets baug var synlig da bergingen startet. Foto: Kragerø havnevesen KF

1.3 Operasjonelle forhold

Farvannet der ulykken intraff er skjermet skjærgård, se figur 2. Instruktøren og deltagerne har opplyst at det var flat sjø og god sikt. Det som eventuelt var av bølger, var de fartøyet selv hadde laget, se figur 1. Området var også kjent for instruktøren og deltagerne som jobbet rett ved.



Figur 2: Rødt kryss indikerer hvor ulykken inntraff. Kart: Kystinfo, Kystverket

1.4 Skader på fartøy og materiell

Båten fikk mindre strukturelle skader. Overbygget på styrbord side løsnet fra undervannsskroget ved at flere popnagler var ute av posisjon, se figur 3 og figur 4. Styrbord vindu i styrehuset ble knust under kantringen, radarmasten knakk og kalesjesystemet som fungerer som tak løsnet, se figur 5. Utover det var det noen mindre kosmetiske skader som også kan ha blitt påført under redningsaksjonen.



Figur 3: Popnagler ute av posisjon sett fremover. Foto: SHK



Figur 4: Popnagler ute av posisjon sett akterover. Foto: SHK



Figur 5: Båten ble hevet etter slep. Foto: Kragerø havnevesen KF

1.5 Rederiet

Rederiet Malmhella Maritim AS ble etablert i 2021. Malmhella Maritim AS spesialiserte seg på å tilby kurs for å kvalifisere deltagerne til å søke om høyhastighetsbevis fra Sjøfartsdirektoratet.

Den 1. juli 2022 ble rederiet godkjent som tilbyder av kurset.

1.6 Produsenten

Hydrolift AS er en norsk båtprodusent i Fredrikstad. De designer, produserer og omsetter båter i høyhastighetssegmentet.

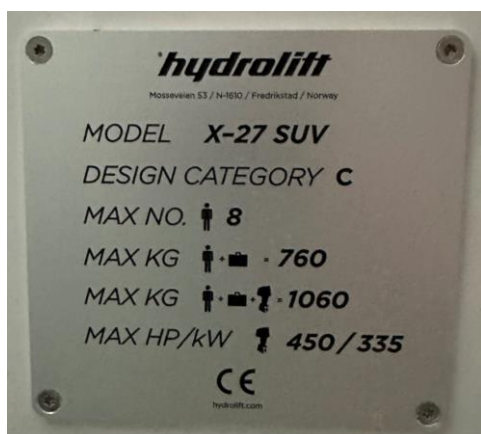
1.7 Fartøy

Fartøyet som ble benyttet var en Hydrolift X-27 SUV, se figur 6 og figur 9. Den var utstyrt med en utenbords motor på 450 hestekrefter og hadde en toppfart på 65 knop. Hydraulikk- og styringssystemet var fra samme fabrikant som motoren. Av sikkerhetsutstyr var det redningsvester til alle og en stasjonær DSC-VHF. Fartøyet var ikke utrustet med redningsflåte eller bærbar VHF. Det er produsert til sammen 16 enheter av denne fartøytypen. Fartøyet ble bygget med samme skrog som Hydrolift X-26 S, og den eneste forskjellen er at X-27 SUV har styrehus. Det var produsert til sammen 106 enheter av typen X-26 S. Det er ikke registrert noen kantringsulykker med denne båttypen.

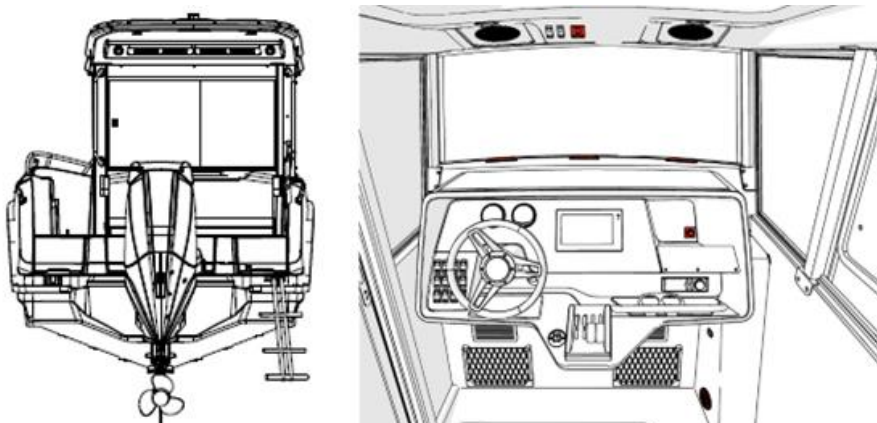


Figur 6: X-27 SUV sett fra babord side. Kilde: Produsenten

Båten hadde en lengde på 8,11 meter og var 2,4 meter bred. Den var CE-merket for 8 personer, se figur 7, og det var montert et styrehus på båten, plassert på styrbord side, se figur 8.

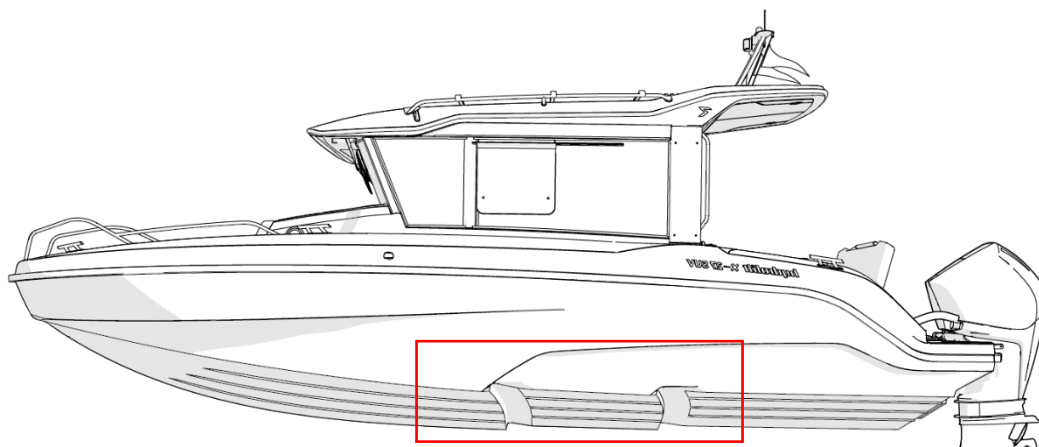


Figur 7: CE-merke for Hydrolift X-27 SUV. Foto: Havarikommisjonen



Figur 8: Illustrasjon av båten sett bakfra og illustrasjon av styrekonsoll i styrehuset. Styrehuset er plassert på styrbord side. Tegning: Produsenten

Båten hadde et steppet skrogdesign som skiller seg fra et konvensjonelt skrog, se figur 9. Skrogformen skal fordele det hydrodynamiske løftet på flere planende overflater med lavt lengde-breddeforhold da dette gir godt med løft, redusert våt overflate, mindre motstand i vannet og forbedret langskipsstabilitet. Skroget vil gli lettere i vannet (mindre friksjon), fordi steppene gir luft til kjøreflaten under båten, og en høyere hastighet oppnås.

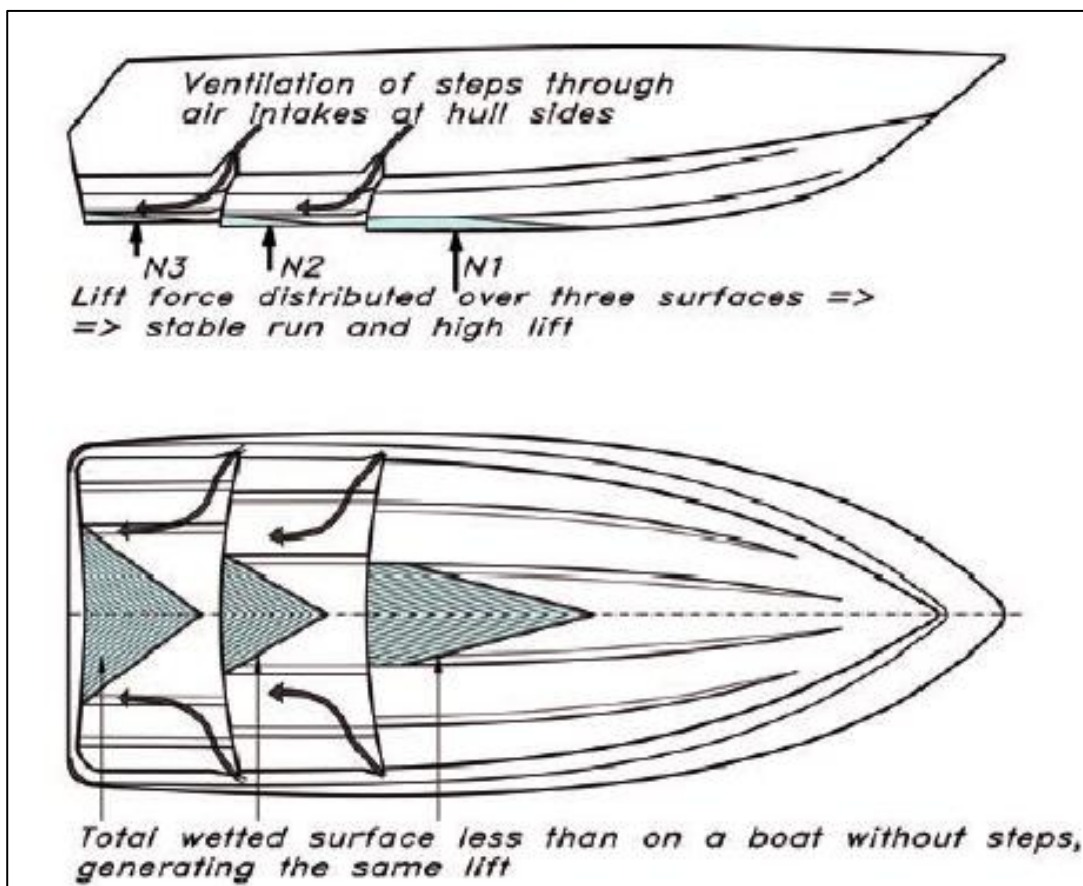


Figur 9: Markering av de to steppene. Tegning: Produsenten

Skrogformen har mye å si for båtens egenskaper. På raske, planende skrog er man avhengig av V-bunn med rette linjer aktenfor baugen, slik at vannstrømmen separerer fra skroget både ved hekken og langs sidene av skroget. På den måten oppnår man et stabilt hydrodynamisk løft. Gode sjøegenskaper og dynamisk stabilitet oppnås ved hjelp av utformingen av V-bunnen, plassering og utforming av sprutlister, samt plasseringen av båtens tyngdepunkt. Lengde-breddeforhold er også viktig, der stort lengde-breddeforhold ikke er like stabilt som et skrog med lite lengde-breddeforhold.

Det finnes en rekke utfordringer med dynamisk stabilitet for hurtiggående båter. Disse utfordringene er godt beskrevet i litteraturen, se for eksempel Faltinsen (2005)³, og disse må hensyntas ved utvikling av nye båter.

³ Faltinsen, O.M. (2005). *Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles*. Cambridge University Press.



Figur 10: Våt overflate på et skrog med to stepp og sprutlister. Kilde: Eliasson m.fl. 2014⁴

1.8 CE-merking av X-27 SUV

1.8.1 GENERELT

Båter som er produsert i Norge skal bygges etter lov 19. juni 2020 nr. 86 om kontroll med produkter og forbrukertjenester (produktkontrollloven) og forskrift 15. januar 2016 nr. 35 om produksjon og omsetning av fritidsfartøy og vannscootere mv. (fritidsbåtforskriften). Båtene skal CE-merkes og det skal foreligge en EU-samsvarserklæring. I det ligger det at fartøy i EU/EØS-området skal bygges etter det samme regelverket som øvrige EU/EØS-land.

1.8.2 KONSTRUKSJONSKATEGORI OG MODUL

Fritidsbåtforskriften gjelder blant annet for fritidsfartøy med skroglengde mellom 2,5 m og 24 m. I forskriftens § 4 er det henvisning til vedlegg 1 som dekker de grunnleggende kravene til konstruksjon og produksjon av fritidsbåter. Fritidsfartøy som tilfredsstillere disse standardene og som omsettes skal påføres CE-merkes jf. forskriftens § 7. Produkter som er påført CE-merket forutsettes å være i samsvar med kravene i forskriften og viser at produsenten påtar seg ansvaret for at produktet er i samsvar med alle krav i forskriften jf. forskriftens § 7 andre ledd.

X-27 SUV har konstruksjonskategori «C», se tabell 1.

⁴ Eliasson, R., Larsson, L. og Orych, M. (2014). *Principles of Yacht Design*. Bloomsbury Publishing.

Tabell 1: Konstruksjonskategorier for fritidsfartøy og vannscooter jf. fritidsbåtforskriften vedlegg 1 A. Grunnleggende krav til konstruksjon og produksjon nevnt i § 4. Kilde: Fritidsbåtforskriften

| Konstruksjonskategori | Vindkraft (Beaufort-skalaen) | Signifikant bølgehøyde (H 1/3, meter) |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| A | over 8 | over 4 |
| B | til og med 8 | til og med 4 |
| C | til og med 6 | til og med 2 |
| D | til og med 4 | til og med 0,3 |

Båten skal være konstruert og bygd for å tåle vindstyrke og bølgehøyde som angitt for sin konstruksjonskategori. Fartøyets konstruksjonskategori og hva denne betyr, skal tydelig komme frem i brukerhåndboken.

En annen viktig parameter ved produksjon av fritidsbåter, er hvilken «modul» som skal benyttes. Modulvalg bestemmer hvilken produksjonskontroll og prøving av produktet som gjelder. Modulvalg bestemmes ut fra fritidsbåtforskriften § 17 (1), se tabell 2.

Tabell 2: Modulvalg etter konstruksjonskategori. Kilde: Fritidsbåtforskriften

| Konstruksjonskategori | Modulvalg | |
|-----------------------|--|--|
| | 2,5 m ≤ skroglengde < 12 m | 12 m ≤ skroglengde ≤ 24 m |
| A | A1 eller B + C eller B + D eller B + E eller B + F eller G eller H | |
| B | | |
| C | Når fartøyet oppfyller harmonisert standard for stabilitet og flyteegenskaper (vedlegg 1, del A, pkt. 3.2 og 3.3) | A eller A1 eller B + C eller B + D eller B + E eller B + F eller G eller H |
| | Når fartøyet ikke oppfyller harmonisert standard for stabilitet og flyteegenskaper (vedlegg 1, del A, pkt. 3.2 og 3.3) | A1 eller B + C eller B + D eller B + E eller B + F eller G eller H |
| D | A eller A1 eller B + C eller B + D eller B + E eller B + F eller G eller H | |

Konstruksjonskategori og modulvalg er uavhengig av fartøyets hastighetspotensiale. Så lenge fartøyet oppfyller en harmonisert standard for stabilitet og flyteegenskaper kan det for fartøyer med konstruksjonskategori C velges modul A, noe som kun innebærer intern produksjonskontroll jf. fritidsbåtforskriften § 17 (1) jf. vedlegg 5. Øvrige modulvalg er beskrevet i vedlegg 6–16 i forskriften.

1.8.3 PRODUKSJONSKONTROLL AV STABILITET OG FLYTEEGENSKAPER

For X-27 SUV har Hydrolift vurdert stabiliteten etter NS-EN ISO12217-1:2017, «Small craft – Stability and buoyancy assessment and categorization – Part 1: Non-sailing boats of hull length greater than or equal to 6 m (NS-EN ISO 12217-1:2017)».

Basert på denne standardens annex B, har produsenten gjennomført en «krengeprøve» mot babord ved hjelp av åtte personer. Prøven viste en krengevinkel på 14 grader og et fribord på 33 cm. Dette var tilfredsstillende verdier for den valgte standarden. Det ble opplyst at av de åtte personene som var om bord, så var to av disse plassert i fartøyets senterlinje. Forhold knyttet til regelverk, testing og dokumentasjon, vurderes nærmere i kap. 2.6–2.8.

1.8.4 HAVARIKOMMISJONENS PRAKTISKE KRENGETEST

Havarikommisjonen gjennomførte en praktisk krengetest med Malmhella den 3. april 2023 for å få en indikasjon på stabiliteten.

Båten ble sjøsatt ved Kongen Marina i Oslo og testen ble gjennomført med kun seks personer uten bagasje.

Med fem personer plassert ut i siden, hadde fartøyet en større slagside enn kravet på 19,2 grader. Det ble også testet med seks personer ut mot styrbord side, noe som resulterte i at det kom sjøvann over fribordet akterut og inn på akterdekket.

Ved testing til babord var resultatet noe bedre, men også her lå fartøyet over de grensene båten skulle håndtert.

Krengetesten hadde noen avvik i forhold til hvordan testen etter NS-EN ISO 12217-1:2017 skal gjennomføres. Dette ved at det eksempelvis ikke var noen bagasjevekter, og det var usikkerhet knyttet til beholdning i bensintank. Plasseringen av to personer ut mot siden kan ha vært noe konservativ og motoren var under testen tiltet i opplagsposisjon. Resultatet av testen ga likevel klare indikasjoner på svake stabilitetsegenskaper.

1.8.5 SUPPLERENDE KRENGEPRØVE UTFØRT DEN 19. APRIL 2023 I FREDRIKSTAD

Det ble gjennomført en supplerende krengeprøve iht. NS-EN ISO 12217-1:2017 med Havarikommisjonen og Sjøfartsdirektoratet til stede som observatører. Under testen ble det benyttet vekter for nøyaktig kontroll av vekt og plassering ut fra senterlinjen. Vektene ble lastet om bord med stigende antall tilsvarende vekten av en person ved hver vektilførsel. Det ble i tillegg plassert vekter tilsvarende 148 kg bagasje under styrehuset, sentrert i bunnen av fartøyet.

Da det var lastet vekter tilsvarende fem personer ut mot siden, var resultatet en krenkning på 14,2 grader mot styrbord. Dette var innenfor kravet på 19,22 grader. Fribordsmålingen akterut på styrbord side var 27 cm, noe som var utenfor kravet på 30 cm. Vektfordelingen var da slik at vekt tilsvarende tre personer, til sammen 259,7 kg som ga en gjennomsnittsvekt på 86,5 kg, var plassert på akterdekket. Resterende vekt tilsvarende to personer, til sammen 168,6 kg, med en gjennomsnittsvekt på 84,3 kg, var plassert i styrehuset.

Resultatet fra testen var at fartøyet ikke oppfylte kravene til gitt CE-merking og da med tre personer færre enn den var CE-merket for. Produsenten har som følge av denne testen bedt sluttbrukere om å ikke benytte fartøyet, og Sjøfartsdirektoratet har fulgt opp bruksforbudet se kap. 1.13.

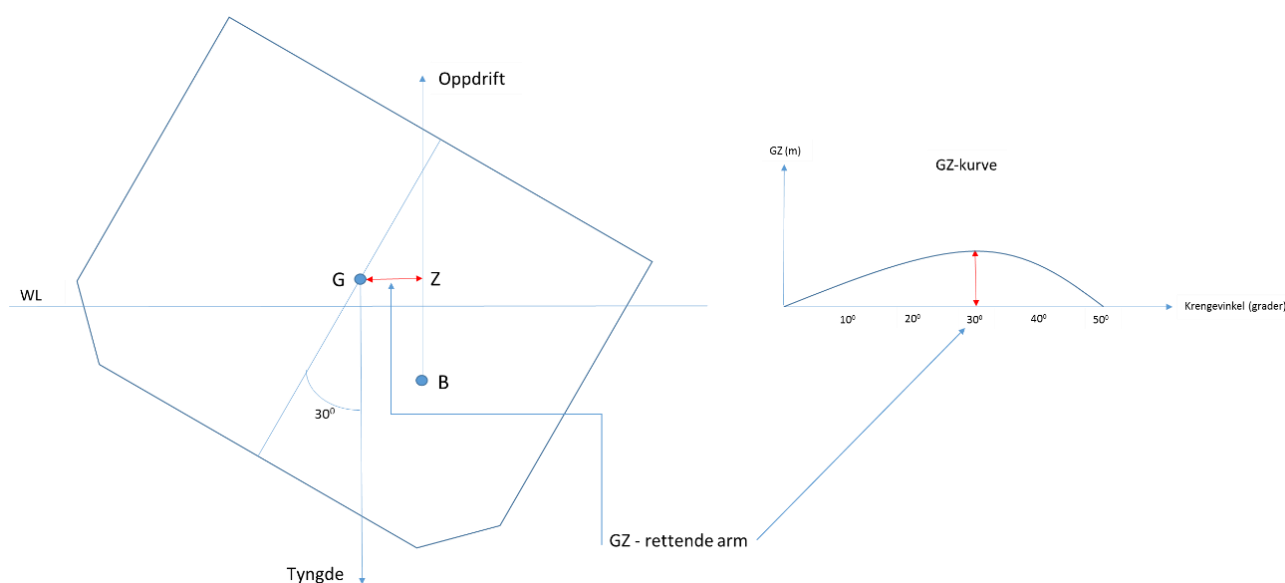
1.9 Sammenligning av statisk stabilitet for X-26 S og X-27 SUV

1.9.1 GENERELT OM STABILITET

Et fartøys stabilitet uttrykkes tradisjonelt gjennom GZ-kurver, og formelle krav til stabilitet knyttes normalt til egenskaper ved fartøyets GZ-kurver. GZ er den horisontale avstanden mellom fartøyets tyngdepunkt (G) og fartøyets oppdriftssenter (B) ved en gitt krengevinkel, og utgjør en rettende arm, se figur 11. Den rettende armen multiplisert med fartøyets vekt utgjør et rettende moment.

En GZ-kurve angir fartøyets evne til å motstå krenkning ved ulike krengevinkler. Arealet under GZ-kurven er et uttrykk for den energien som må påføres fartøyet for at det skal krenge til en gitt krengevinkel.

I figur 11 kan man se at det illustrerte fartøyets evne til å motstå krenkning er størst ved ca. 30 grader (størst GZ-verdi), og ved ca. 50 grader har fartøyet ikke lenger evne til å motstå krenkning (GZ=0), med andre ord vil det kante ved denne krengevinkelen.



Figur 11: Forklaring av GZ-kurve. Illustrasjon: SHK

1.9.2 SAMMENLIGNING AV X-26 S OG X-27 SUV

Produsenter av fritidsbåter mellom 2,5 og 12 meter i konstruksjonskategori C har ikke krav til å utarbeide fullstendige stabilitetsberegninger med GZ-kurver, men SHK har valgt å regne stabilitet for å undersøke båtens stabilitetsreserver. Fyllingspunkter og om luker oppfyller krav til værtetthet er ikke vurdert. Styrhuset er ikke tatt med i oppdriften, da dette ikke kan regnes som værtett.

Tyngdepunktet er basert på vektregnskapet til fartøyene og er dermed et estimat, se tabell 3. Det er ikke utført krengeprøve for å verifisere tyngdepunktet.

Tabell 3: Lettskipsvekt og tyngdepunkt for X-26 og X-27.

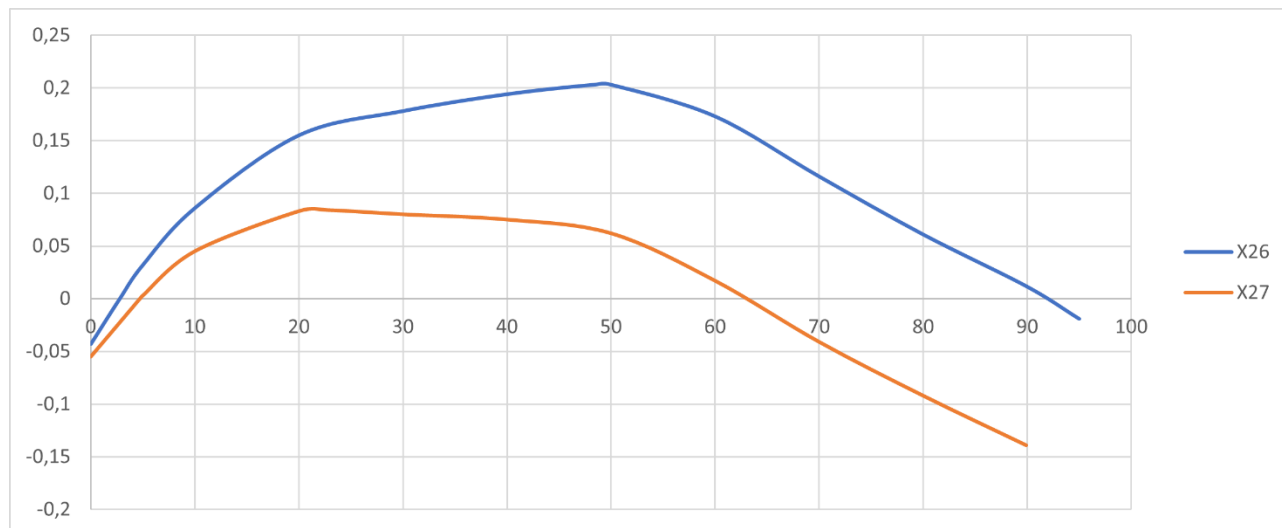
| Modell | Vekt [kg] | LCG [m] | TCG [m] | VCG [m] |
|--------|-----------|---------|---------|---------|
| X-27 | 2 450 | 2,100 | 0,023 | 0,831 |
| X-26 | 2 091 | 2,000 | 0,000 | 0,612 |

Forskjellen i lettskipsvekt og tyngdepunkt er kun som følge av vekten på overbygningen, og det gir et betydelig økt vertikalt tyngdepunkt som vil ha negativ innvirkning på stabiliteten.

Forskjellen mellom båtene er at X-27 SUV har et styrehus på 359 kg og en radaropsjon på 11 kg på styrehustaket. X-26 S har til sammenligning en vindskjerm estimert til ca. 30 kg. Overbygningen på X-27 SUV fører til at dette fartøyet får forskjøvet sitt tyngdepunkt fremover, oppover og litt ut fra senterlinjen mot styrbord, sammenlignet med X-26 S.

Fritidsfartøyet var CE-merket til maksimalt åtte passasjerer. Det er utført beregninger med fem personer á 85 kg om bord, der to står foran og tre sitter bak. Det er estimert ca. 200 liter drivstoff i tanken, full ferskvannstank og septiktanken antas å være tom. Dette er en lastekondisjon som samsvarer med lastetilstanden på ulykkesdagen.

GZ-kurver for X-26 S og X-27 SUV er plottet i figur 12 ved krenkning mot styrbord.



Figur 12: Sammenlikning av GZ-kurvene for båtene der kantringstilstanden er vurdert. Kilde: SHK

GZ-kurvene viser at X-27 SUV har betydelig redusert stabilitet sammenliknet med X-26 S. Ved en krengevinkel på ca. 63 grader vil X-27 SUV ikke ha mulighet til å rette seg opp igjen og vil kantre. X-26 S vil derimot tåle en betydelig større krenkning før fartøyet kantrer.

Arealet under GZ-kurven representerer et mål på båtens evne til å motstå dynamiske påvirkninger som vind, bølger og i dette tilfellet bråstopp sideveis som følge av en spinout. Som vi kan se fra de to GZ-kurvene har X-26 S betydelig større areal under GZ-kurven sammenliknet med X-27 SUV. Dette betyr at det skal ca. 3 ganger så mye «energi» til for å kantre en X-26 S sammenliknet med X-27 SUV.

Som følge av transvers tyngdepunkt (TCG) til lastetilstanden og lettskipet vil X-26 S starte med en slagside på 2,8 grader og X-27 SUV 4,7 grader mot styrbord. Det er samme side som båten kantret til.

Dette indikerer en svakere stabilitet mot styrbord sammenliknet med babord. Fartøyet ble av produsenten kun testet mot babord (dvs. den gunstige siden). Kravene i NS-EN ISO 12217-1:2017(pkt. B.3.1.4), tilsa at «*In general boats shall be tested when heeled to both port and starboard. However, where it is clearly evident that one direction of heel is the most critical, only heel angles in this direction need be tested.*»

Ettersom X-27 SUV i lettskipstilstand hadde en svak krenkning mot styrbord skulle testen vært utført til begge sider eller kun styrbord side.

1.9.3 DYNAMISK STABILITET

Ved en spinout av fartøyet i høy hastighet vil det virke dynamiske krefter som krenger fartøyet. GZ-kurven til båten vil derfor kunne si noe om evnen til å motstå disse kregende kreftene. Dynamisk stabilitet defineres gjerne som den energien som skal til for å krenge en båt fra en vinkel til en annen, og som dermed motvirker det rettende momentet fra statisk stabilitet.

For planende fartøyer får de hydrostatiske kreftene, slik som for eksempel den hydrostatisk rettende arm (GZ), mindre og mindre betydning med økende hastighet. De kreftene som derimot får stor betydning er kreftene fra ror og propell, massekrefter, hydrodynamisk løft og aero/hydrodynamisk motstand. Også aerodynamisk løft kan få stor betydning for enkelte hurtiggående båter.

Resultatene vist over i 1.9.2 gjelder kun når fartøyet ligger i ro. Når fartøyet ligger i plan i høy hastighet gjør andre forhold seg gjeldende. Fartøyets stabilitet mot krenkning avgjøres da av en statisk og en dynamisk del.

$$C_{roll} = \rho g \nabla \overline{GM} + C_{roll}^D$$

der

∇ = Volum av fortrenget væskemengde

GM = Metasenterhøyde

C_{roll}^D = Dynamisk stabilitet i rull som følge av hydrodynamisk trykk på skroget

Det første leddet i ligningen er det hydrostatiske bidraget, mens det andre leddet er det hydrodynamiske bidraget.

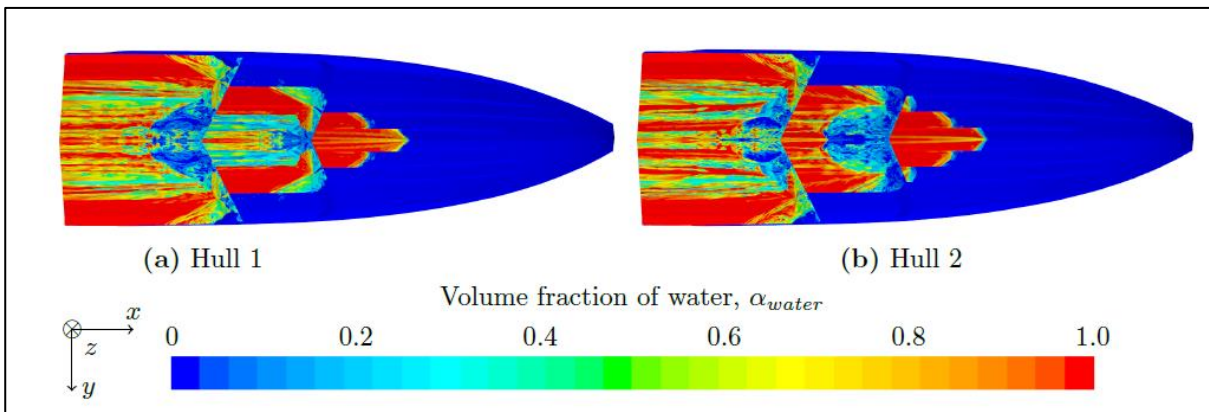
Det hydrostatiske bidraget i ligningen vil endre seg når fartøyet er i planende hastighet, da fortrenget væskevolum blir mye mindre. Størstedelen av fartøyets vekt vil bli båret av det hydrodynamiske trykket. Løftkreftene kan sammenlignes med å sette inn negative vekter, noe som vil føre til en virtuell heving av fartøyets tyngdepunkt. I tillegg vil dette føre til betydelig redusert våt overflate, et endret statisk trykkbilde, og redusert «vannplanstivhet». Som følge av alt dette vil hydrostatisk GM synke, dvs. at man vil bli mer avhengig av det hydrodynamiske leddet for at fartøyet skal være stabilt.

Kokkonen (2018)⁵, har ved hjelp av CFD-beregninger vist utstrekningen av våt overflate og trykk på to forskjellige 7,5 m⁶ steppede skrog fra Hydrolift⁷. Våt overflate og fordelingen av det statiske trykket under skrogene er vist i figur 13 og figur 14 ved en fart rett fremover på 30 knop.

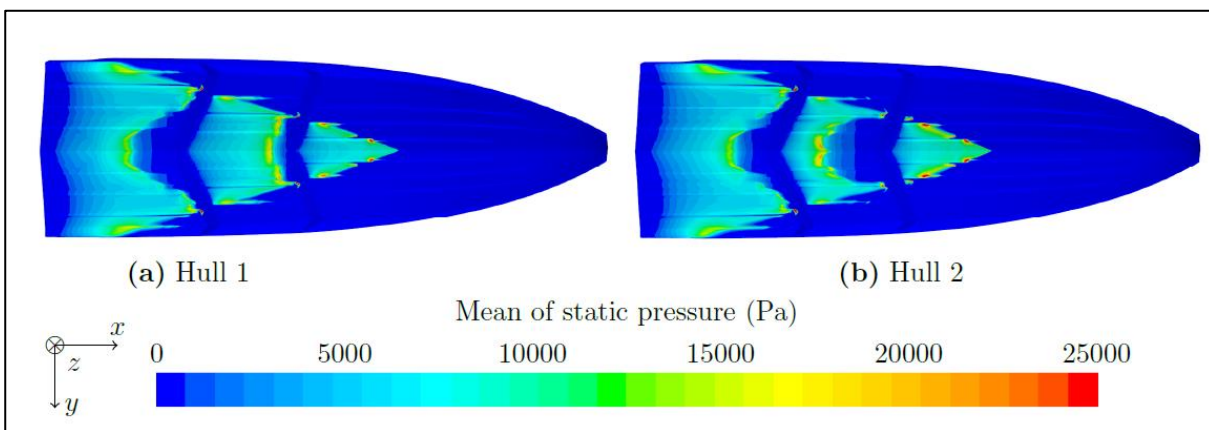
⁵ Kokkonen, T. (2018). *CFD Analysis of Stepped Planing Vessels. Master's Thesis, Chalmers University of Technology*

⁶ Skroglengde for X-26 S og X-27 SUV er også 7,5 m.

⁷ «Hull 2» har litt høyere stepp-høyde enn for «Hull 1». «Hull 2» har opplevd en større grad av «porpoising» enn «Hull 1».



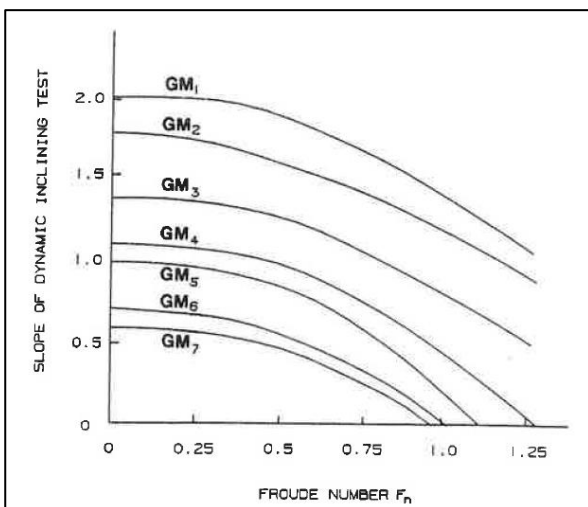
Figur 13: Våt overflate. Rødt er vann, blått er luft. Kilde: Kokkonen (2018)



Figur 14: Konturplott av gjennomsnittlig positivt trykk på skroget. Kilde: Kokkonen (2018)

Fra figurene ser vi at våt overflate fordeler seg utover tre overflater med et betydelig mindre vått areal enn fartøyet har når det ligger i ro. Vi ser også at det er betydelig innblanding av luft etter steppene, noe som gjør det hydrostatiske trykkbildet under fartøyet relativt komplisert.

Påstanden om at GM vil synke med økende hastighet er i tråd med resultatene til Blount m.fl. (1992)⁸ som ved systematiske forsøk viste at GM, og dermed rettede momentarm, sank med økende hastighet for ulike skrog, se figur 15.



Figur 15: Reduksjon av GM med økende fart – «Dynamic Transverse Instability». Kilde: Blount m.fl. (1992)

⁸ Blount, D.L., Codega, L.T. (1992). Dynamic Stability of Planing Boats. *Marine Technology*, Vol. 29, No. 1, Jan. 1992, pp. 4-12.

Slik «Dynamic Transverse Instability» (DTI) vil ved forsøk kunne påvises ved at man får en viss krengevinkel uten påført moment. Blount påpeker at det for hurtigbåter bør gjennomføres dynamiske stabilitetstester for å kartlegge båtens stabilitet med økende hastigheter. I tillegg poengteres at det i utgangspunktet alltid må være tilstrekkelig hydrostatisk stabilitet.

Det hydrodynamiske rullmomentet er ifølge Lewandowski (2004)⁹ proporsjonalt med kvadratet av fartøyets hastighet (U), og våte bredde (B) på fartøyet, se ligningen.

$$C_{roll}^d = 2 \cdot h \cdot F_{\phi}$$

der normalkraften (på hver side) er $F_{\phi} = f(\lambda, \beta, \tau) \cdot \frac{1}{2} \rho U^2 B^2$, og momentarmen er

$h = \frac{0.8\pi B}{8\cos\beta} - KG \sin\beta$. Vi ser at i tillegg til breddens betydning, så vil mindre KG også bidra til større momentarm og dermed bedret stabilitet. $f(\lambda, \beta, \tau)$ er en funksjon av fartøyets våte lengde/bredde forhold (λ), dead rise angle (β) og dynamisk trim (τ).

Ettersom X-27 SUV har større KG enn X-26 S innebærer dette at den hydrodynamiske momentarmen blir noe mindre (~11 % reduksjon).

Dersom det hydrodynamiske trykket skulle bli forstyrret, f.eks. ved at våt overflate flyttes gjennom et krapt tørn eller i en bølge, vil dette rullmomentet kunne bringe fartøyet ut av balanse og føre til kantring. Sannsynligheten for dette vil øke dersom fartøyets statiske stabilitetsmargin er liten (høy KG, lav GM).

1.9.4 LANGSKIPSSTABILITET

Tallene i avsnitt 1.9.2 viser at LCG ligger 0,1 m lengre frem på X-27 SUV sammenlignet med X-26 S. Plassering av LCG har ifølge Blount m.fl. (1992) betydning for dynamisk stabilitet på hurtigbåter. LCG bør helst ligge et stykke aktenfor arealsenteret til våt overflate på fartøyet når fartøyet ligger i plan. Dess lengre LCG ligger fremover, dess større sannsynlighet er det for forlig trim og tap av stabilitet. Blount påpeker at høyt lengde-breddeforhold øker sannsynlighet for tap av stabilitet. Sistnevnte påstand støtter oppunder argumentasjonen i avsnitt 1.9.3 der betydningen av fartøyets bredde ble diskutert. X-27 SUV har et steppet skrog, noe som gjør at langskipsstabilitet ikke er like følsom for plasseringen av LCG sammenlignet med vanlig V-bunn design. Likevel vil fartøyet, fordi det er et steppet skrog, ligge med mindre trim enn vanlig V-bunn skrog, noe som øker sannsynligheten for at baugen synker/dropper ned i vannet f.eks. underveis i et krapt tørn.

1.9.5 MANØVRERINGSEGENSKAPER

For fritidsbåter stilles det krav til «quick turn test» og «avoidance line test» iht. NS-EN ISO 11592-2:2019 «Small craft — Determination of maximum propulsion power rating using manoeuvring speed – Part 2: craft with a hull length between 8 m and 24 m (ISO 11592-2:2019)». Ifølge produsenten ble disse testene gjennomført, men testdokumentasjonen Havarikommisjonen har fått tilgang til dokumenterer ikke i tilstrekkelig grad ved hvilken hastighet testene ble bestått, og hvilken lastekondisjon fartøyet hadde. Også Blount m.fl. (1992) påpeker viktigheten av tilstrekkelig instrumentering under slik testing.

I henhold til standardens punkt 9.1 skal det monteres et varselskilt om bord som informerer om høyeste testede hastighet i forhold til manøvrering. Et slikt varselskilt er montert om bord, og dette indikerer 35 knop for slike tørn, se figur 16. Dette er kun et «standard»-klistremerke som er hengt opp, uavhengig av resultatene fra manøvertestene.

⁹ Lewandowski, E.M. (2004). *The Dynamics of Marine Craft. Maneuvering and Seakeeping. Advanced Series on Ocean Engineering – Volume 22. World Scientific.*

SUDDEN, SHARP TURNS ABOVE 35 knots MAY CAUSE LOSS OF BOAT CONTROL, WHICH COULD RESULT IN SERIOUS INJURY OR DEATH.

REDUCE SPEED BEFORE ATTEMPTING A SUDDEN SHARP TURN. READ OWNER'S MANUAL FOR ADDITIONAL INFORMATION

Figur 16: Klistremerket i X-27 SUV. Kilde: Produsenten

1.10 Spinout og kantring

1.10.1 HVA ER SPINOUT?

En spinout¹⁰ på hurtiggående båter refererer til en uønsket hendelse der båten mister kontakten med vannoverflaten og spinner rundt sin egen akse uten kontroll. Spinout er et fenomen som av Pike (2004)¹¹ blir beskrevet som en alvorlig konsekvens av uheldig manøvrering. Dersom spinout skjer i ikke altfor stor fart vil hendelsen normalt ikke være farlig. I høye hastigheter kan spinout bli mer alvorlig, og kreftene kan føre til skade på både personell og materiell.

Når et fartøy med V-bunn eller steppet skrog innleder et tårn i høy hastighet, så trer en rekke faktorer som kan føre til spinout i kraft.

1.10.2 PÅFØRT KRENGENDE OG GIRENDE MOMENT

Ved sving vil fartøyet, som følge av et påført krenge og girende moment fra styrekraftene, krenge innover i tårnet og svinge slik båtfører ønsker at fartøyet skal. Kraftene fra propellen vil også ha en vertikal kraftkomponent.

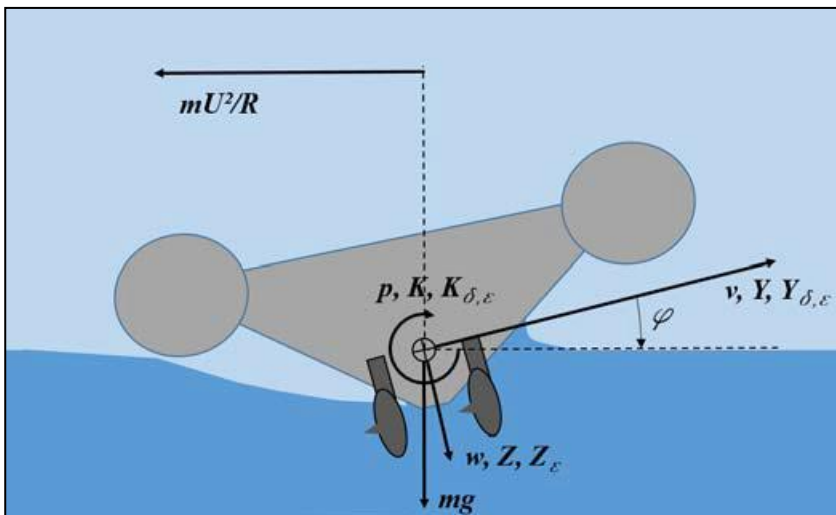
1.10.3 SIDEVEIS HASTIGHET

Gjennom tårnet vil fartøyet få en betydelig sideveis hastighet gjennom vannet. Ifølge Wines et.al (2017)¹² vil fartøyet kunne skli/plane sidelengs gjennom tårnet med en kurs som kan overstige 50 grader i forhold til fartøyets styrekurs. Så lenge tårnet ikke er for krapt og hastigheten ikke er for stor vil tårnet likevel gjennomføres på en trygg måte, og fartøyet vil rette seg ut og stabiliseres når ny ønsket kurs er nådd.

¹⁰ I denne rapporten benyttes det engelske ordet 'spinout' da Havarikommisjonen ikke har funnet et norsk faguttrykk som er dekkende.

¹¹ Pike, D. (2004). *Fast Powerboat Seamanship. The complete Guide to Boat Handling, Navigation, and Safety.* International Marine/McGraw-Hill

¹² Wines, C., Hamstad, T.S. (2017). *Experimental Exploration of Spinout Incidents with a Remote Controlled High-Speed RHIB.* 14th International Conference on Fast Sea Transportation – FAST 2017, Nantes, France.



Figur 17: Krefter, momenter og hastighetskomponenter sett aktenfra i et objektfiksert koordinatsystem. Y, Z og K er krefter og momenter i svai, hiv og rull, δ og ϵ er styre- og motortrim vinkler, mens v, w og p er hastighetskomponenter i svai, hiv og rull. U er fartøyets hastighetsvektor og R er tønneradius. Kilde: Wines et.al (2017)

1.10.4 MENNESKELIGE FAKTORER

Problemer vil kunne oppstå dersom hastigheten er for stor når tønnet starter. Når en båtfører innseser at hastigheten er for stor, vil det for de aller fleste båtførere være en naturlig refleks å trekke pådraget tilbake for å senke hastigheten. Dette vil medføre at baugen dropper, samt at momentet fra propellen som krenger fartøyet innover i tønnet blir redusert. En ubalanse i krefter vil dermed kunne oppstå. En slik pådragsreduksjon er påvist i forbindelse med denne ulykkeshendelsen.

1.10.5 UBALANSE I KREFTER

I et normalt tøn vil «rotasjonspunktet» til skroget og kreftene fra propellen finne en likevekt gjennom tønnet. Dersom en ubalanse oppstår og baugen plutselig dropper, vil dette omdreiningspunktet brått flyttes fremover slik at kreftene fra propellen får større momentarm.

Dersom man i tillegg har en pådragsreduksjon vil momentet fra propellen som krenger fartøyet innover i tønnet bli redusert, og fartøyet vil kunne krenge motsatt vei. Dette kan føre til spinout, og det er mer sannsynlig at dette skjer på et steppet skrog ettersom omdreiningspunktet i et tøn for slike fartøy er lengre frem enn for et fartøy med vanlig V-bunn. Dersom skutesiden ytterst i tønnet skulle synke ned i vannet under en slik spinout hendelse, vil dette føre til voldsomme hydrodynamiske krefter med bråstopp sideveis og muligens kantring.

1.11 Tilsynsordning

Tilsyn med fritidsfartøy er hjemlet i produktkontrollloven § 8 og fritidsbåtforskriften § 30. Fritidsbåtforskriften gjennomfører Fritidsbåtdirektivet 2013/53/EU. Forskrift og direktiv har et markedspektiv, følgelig er det kun nye båter (dvs. båter som settes på markedet) og produsenter av disse det føres tilsyn med.

Sjøfartsdirektoratet har tre ulike metoder for å kontrollere fritidsfartøy gjennom en tilsynsordning; revisjon av produsenter, inspeksjon av enkeltfartøy og dokumentkontroll.

I gjennomsnitt revideres en produsent pr. år. I bransjeforeningen Norboat er det registrert 49 virksomheter som står oppført som båtprodusenter. Ikke alle disse er aktive produsenter, men det er også produsenter som ikke er medlem i bransjeforeningen. Nøyaktig antall produsenter finnes det ikke et helhetlig register over. Tilsyn begrenser seg i det vesentlige til der det har skjedd

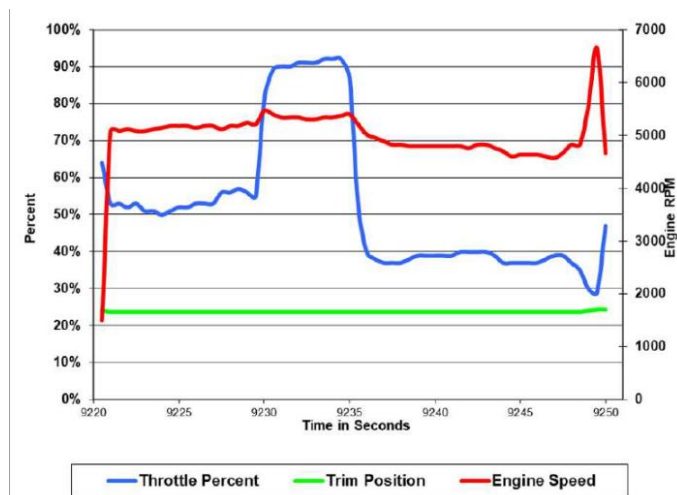
ulykker eller at Sjøfartsdirektoratet på annen måte blir kjent med mangler. Dokumentkontroll gjøres i samarbeid med Tolletaten ved import.

1.12 Undersøkelse av motordata fra tre ulykker med X-27 SUV

Undersøkelsen har vist at totalt tre fartøy av samme type som Malmhella har kantret.

1.12.1 MOTORDATA FRA MALMHELLA, BYGGENUMMER 4

Etter ulykken den 30. oktober 2022 ble data fra motoren sendt til produsenten. De siste 30 sekundene motoren var i drift er vist i figur 18.



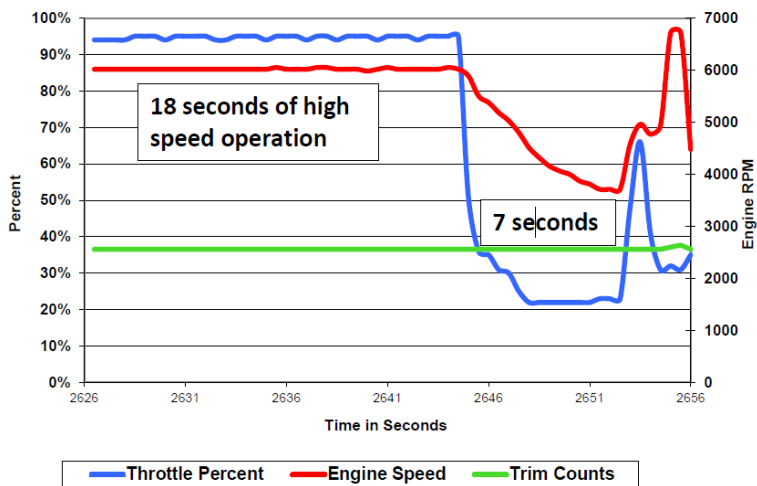
Figur 18: Motordata fra Malmhella Kilde: Motorprodusent

Motorens trim er angitt i prosent, men dette er kun en relativ indikasjon av posisjonsforandringer og ikke faktisk prosentvis trim. Den høye økning i RPM i slutten av grafen er forenlig med en propell uten belastning.

1.12.2 ULYKKE MED TESTBÅT, BYGGENUMMER 1

I Stavanger 27. november 2020, var det rolige sjøforhold og fartøyet holdt ca. 35 knop i en slak sving mot babord da fartøyet kantret. Det var to personer om bord. Vinduet på styrbord side ble knust og skyvedøren bøyd. Begge om bord fikk mindre skader.

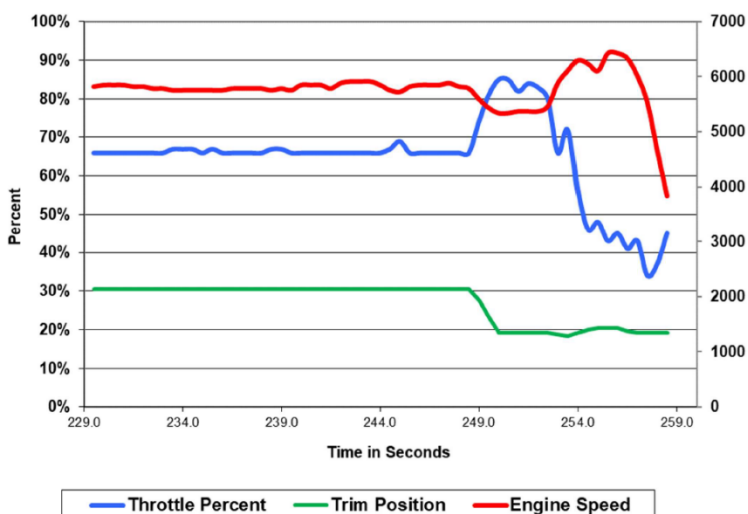
Figur 18 viser de 30 siste sekundene før ulykken inntreffer. Data viser et høyt pådrag, sannsynligvis maksimalt utslag på hendelen i 18 sekunder, før pådraget ble redusert til ca. 20 % over en periode på syv sekunder før pådraget igjen økes. Dette kan være som et resultat av at propellen har mistet motstand i en kort periode før båten tar tak i vannet igjen, og kantrer. Dette stemmer også med opplysninger gitt fra fører av fartøyet, som beskrev at hastigheten ble redusert, og en sving initiert før ulykken inntreffer.



Figur 19: Motordata fra første hendelse med fartøytypen. Kilde: Motorprodusent

1.12.3 ULYKKE I FINLAND, BYGGENUMMER 9

Den 26. juni 2022 ble fartøyet prøvekjørt, og fører har opplyst at fartøyet holdt rundt 35 knop og kjørte rett frem da baugen tok en uventet skarp bevegelse mot babord. Som et resultat kantret båten og begynte å synke. Båtfører var iført en oppblåsbar redningsvest som utløste seg da føreren traff vannet. Føreren kom seg ut av båten og fikk varslet om hjelp.



Figur 20: Motordata fra første hendelse med fartøytypen. Kilde: Motorprodusent

1.13 Iverksatte tiltak

Den 20. april 2023 sendte Hydrolift AS ut en midlertidig bruksstopp til eiere og forhandlere av fartøytypen, der følgende stod i brevet:

På bakgrunn av innrapporterte ulykker så jobber Hydrolift AS med en sikkerhetsoppdatering på Hydrolift X-27 SUV. Inntil vi har fått en avklaring fra Statens havarikommisjon / Myndigheter og sikkerhetskampanje er klar har vi valgt å iverksette full bruksstopp på denne modellen. Vi beklager dette på det sterkeste, men vil komme tilbake med oppdatert informasjon så fort dette foreligger.

Produsenten har i samråd med Sjøfartsdirektoratet kommet frem til tiltak som gjør at X-27 SUV kan CE-merkes på nytt. Tiltakene består i det vesentlige av å bedre stabiliteten ved bruk av fast ballast som plasseres under båtens tyngdepunkt. Produsenten har ved utgivelse av rapporten bygget om et fartøy samt gjennomført interne praktiske tester. Før endelig CE-merking skal Sjøfartsdirektoratet delta på gjennomføring av de praktiske testene.

Produsenten har opplyst at de skal kontrollere egne rutiner knyttet til testing og dokumentasjon ved produksjon av båter.

2. Analyse

| | |
|---|----|
| 2.1 Innledning | 28 |
| 2.2 Vurdering av hendelsesforløpet | 28 |
| 2.3 Utløsende faktorer for spinout | 28 |
| 2.4 Vurdering av kantringen | 29 |
| 2.5 Fartøyets design og stabilitet | 30 |
| 2.6 CE-merking av fartøyet | 30 |
| 2.7 Bruk og tolkning av standarder ved CE-merking | 31 |
| 2.8 Stabilitetskrav i ISO-standard | 31 |
| 2.9 Opplærings situasjonen | 32 |
| 2.10 Overlevelsesaspekter | 33 |

2. Analyse

2.1 Innledning

Ulykken om bord i Malmhella skjedde i forbindelse med gjennomføring av den praktiske delen av et høyhastighetskurs for fritidsbåter.

Analysen innledes med en vurdering av hendelsesforløpet. Videre vurderes de fysiske forhold relatert til fritidsbåten, spinout og kantring. Deretter vurderes forhold knyttet til fartøyets design og stabilitetsegenskaper, samt prosessen knyttet til CE-merking og stabilitetskrav. Analysen omtaler avslutningsvis opplærings situasjonen og noen overlevelsesaspekter.

2.2 Vurdering av hendelsesforløpet

Hendelsen skjedde idet fritidsfartøyet kjørte gjennom en oppsatt sikk-sakk løype, og hadde akkurat påbegynt en babord sving for å snu. Hastigheten ble redusert først inn mot svingen, og da svingen var påbegynt og fartøyet var på linje med bøya, ble hastigheten redusert enda en gang. Selve opplærings situasjonen og samspillet vurderes i kapittel 2.9. Havarikommisjonen mener at kombinasjonen av høy hastighet inn i sving med påfølgende hastighetsreduksjon utløste en spinout med bråstopp. Dette vurderes nærmere i kapittel 2.3. Energien som da ble utløst i kombinasjon med fartøyets design og stabilitetsegenskaper medførte at fartøyet kantret. Dette vil bli videre diskutert i kapittel 2.4 og 2.5.

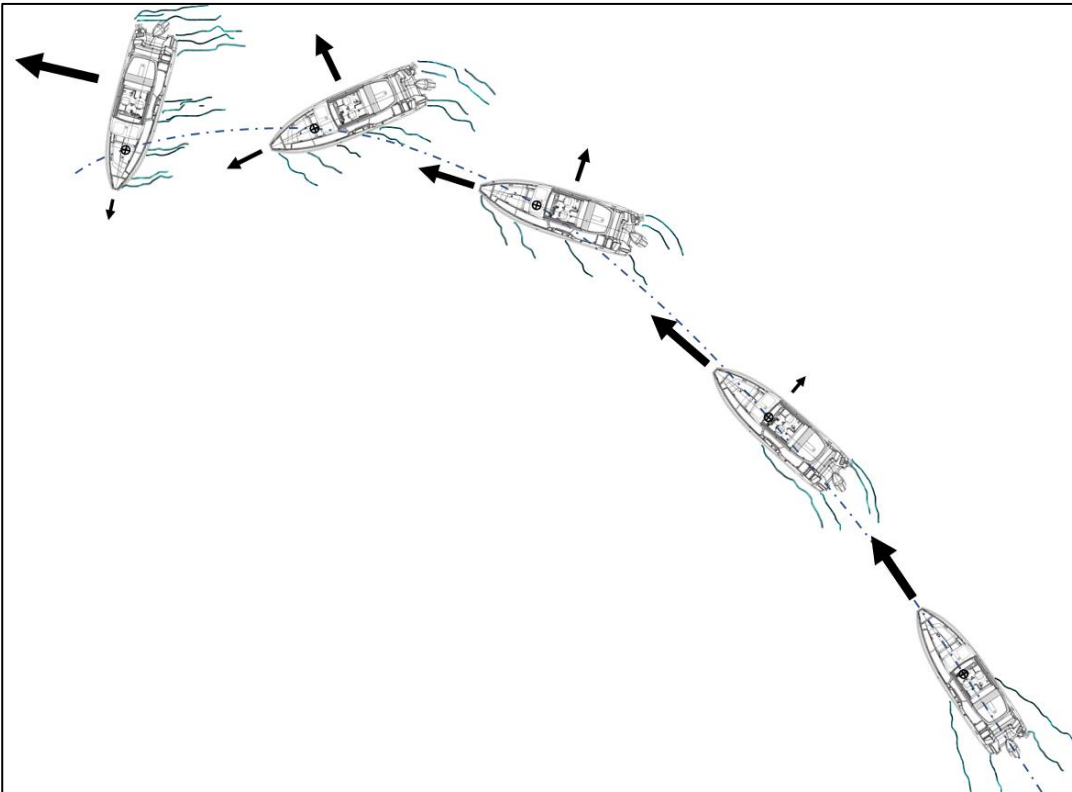
I situasjonen som oppstod har kursdeltagerne opplyst at de opplevde en kaotisk situasjon der alle gjorde det de kunne for å evakuere styrehuset som var fylt med vann. Det var enkelte som var skadet og trengte bistand til å komme seg ut av styrehuset. Redningsvestene til de fem om bord ble helt eller delvis utløst. Dette bidro til å skape mindre plass og en stressende situasjon med oppdrift oppunder den kantrode båten. Havarikommisjonen mener det var god egeninnsats fra personene om bord som bidro til at liv ikke gikk tapt. Alle kom seg opp på kjølen av det synkende fartøyet, og ble reddet. Forhold knyttet til overlevelse og berging vurderes i kapittel 2.10.

2.3 Utløsende faktorer for spinout

At hastigheten var høy inn mot den siste svingen, for så å bli redusert gjennom tørnet, førte til flere uheldige effekter. Styrekreftenes kreggende moment ble redusert og førte til at massekreftene og de hydrodynamiske kreftene virket på å rulle fartøyet ut av tørnet.

Fartsreduksjonen medførte at skroget mistet det hydrodynamiske løftet og baugen ble presset ned og fremover av massekrefter. For steppede skrog er baugen allerede ganske langt nede sammenlignet med vanlig V-bunn skrog, og når pådraget trekkes tilbake vil dette føre til at baugen synker ytterligere ned.

Steppe fortsetter å luftsmøre skroget bakover. Samtidig grep baugen tak i vannet og ble fartøyets rotasjonspunkt, og angrepspunktet for de hydrodynamiske sideveiskreftene. Dette medførte at akterenden mistet kontakt med vannet og ble rotert med fartøyets bevegelse, se figur 21. Skroget stoppet brått igjen da det fikk kontakt med vannet.

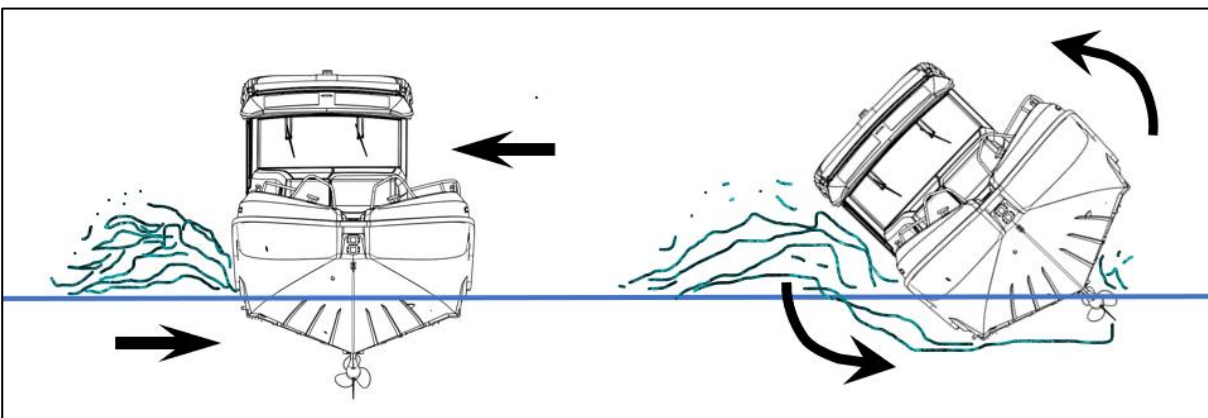


Figur 21: Et fartøy som går inn i et tørn som resulterer i en spinout. Pilene illustrerer fartsvektoren og viser hvordan hastigheten gradvis økes sideveis. Når hastigheten fremover minker, flyttes også rotasjonspunktet i båten fremover på grunn av at baugen går ned ved redusert fart. Rotasjonspunktet er illustrert med den sorte prikken som den stiplede linjen går gjennom. Illustrasjon: SHK

2.4 Vurdering av kantringen

Idet den sideveis bevegelsen brått stoppet, krenget fartøyet videre utover mot styrbord. Dette medførte at fartøyets styrehus, på styrbord side, kom i kontakt med sjøen og vinduet knuste. Fartøyet klarte ikke å rette seg opp igjen, og kantret. Funn på fartøyet, se kapittel 1.4, indikerer at store krefter virket på fartøyets skuteside ytterst i tørnnet under hendelsen.

Høyt tyngdepunkt og dårlig stabilitet ga økt sannsynlighet for at summen av massekrefter og hydrodynamiske krefter overvant rettende moment, noe som igjen førte til at fartøyet kantret, se figur 22.



Figur 22: Prinsippskisse X-27 SUV sett forfra der fartøyet er ute av balanse, noe som fører til kantring. Tegning: Produsenten. Illustrasjon: SHK

2.5 Fartøyets design og stabilitet

Havarikommisjonen sammenlignet stabiliteten til X-27 SUV med X-26 S ettersom de har identiske skrog. Resultatet viser at X-27 SUV har vesentlig dårligere stabilitetsegenskaper enn X-26 S, som primært skyldes høyere tyngdepunkt på grunn av styrehuset. Økt tyngdepunkt gir mindre areal under GZ-kurven, og dermed mindre marginer med tanke på å kunne motstå dynamiske krefter.

Beregningene tar ikke direkte hensyn til de dynamiske kreftene som virket inn på fartøyet, men viser hvor godt fartøyet klarte å motstå det kregende momentet som ble forårsaket av bråstoppen og de dynamiske kreftene. God statisk stabilitet er en indikator på om fartøyet kantrer eller er i stand til å rette seg opp etter kregningen, men stabilitetsegenskapene har mindre betydning for selve spinouten.

Den dårlige stabiliteten var en medvirkende faktor til at fartøyet kantret. Dette utgjør et sikkerhetsproblem for fartøytypen Hydrolift X-27 SUV. Produsenten har i ettertid informert om at eksisterende fartøy ikke skal benyttes, og at nye fartøy ikke skal selges før båttypen har gjennomgått en sikkerhetsoppgradering. Havarikommisjonen fremmer likevel en sikkerhetstilråding til produsenten om å gjennomføre tiltak som sikrer gode stabilitetsegenskaper for fartøytypen X-27 SUV. I tillegg fremmes en sikkerhetstilråding til Sjøfartsdirektoratet om å gjennomføre revisjon av produsenten.

2.6 CE-merking av fartøyet

NS-EN ISO 12217-1:2017 stiller krav til at man enten gjennomfører stabilitetsberegninger eller at man gjennomfører en praktisk krengeprøve før fartøyet kan CE-merkes. Produsenten valgte å gjennomføre en praktisk krengeprøve. Undersøkelsen har vist at denne testen ikke har blitt gjennomført i henhold til fremgangsmåten standarden beskriver. Havarikommisjonen mener at dersom denne testen hadde blitt gjennomført korrekt ville resultatet gitt en klar indikasjon på fartøyets dårlige stabilitet.

Etter ISO 11592-2:2019 skulle fartøyet ha gjennomført en manøvertest. Denne testen skal verifisere forhold knyttet til dynamiske stabilitetsegenskaper til fartøyet, se 1.9.3. Produsentens test var basert på mangelfull validering og verifisering. Slike tester må dokumenteres grundig. Det bør som et minimum foreligge utskrift fra kartplotter, informasjon om lastekondisjon, samt måling av trim- og krengevinkler gjennom manøvrene.

CE-merkingen baserte seg på produsentens egenkontroll og dokumentasjon. Om produsenten i dette tilfellet hadde valgt en annen konstruksjonsmodul, som stilte krav til tredjeparts kontroll av fartøyet i forbindelse med CE-merkingen, ville sannsynligvis forhold knyttet til stabiliteten blitt avdekket tidligere. Dette kunne også vært avdekket ved en revisjon utført av Sjøfartsdirektoratet.

Sjøfartsdirektoratet gjennomfører revisjon av produsenter, men uten en systematisk tilnærming siden det ikke eksisterer en helhetlig oversikt over bransjen. Revisjoner av produsenter er begrenset til totalt ca. en pr. år over de siste fem årene, noe avhengig av kapasitet. I praksis betyr det at det er liten sannsynlighet for en produsent å bli revidert, med mindre Sjøfartsdirektoratet blir varslet om forhold som skulle tilsi en revisjon.

Statens havarikommisjon fremmer en sikkerhetstilråding til Sjøfartsdirektoratet på dette forholdet.

2.7 Bruk og tolkning av standarder ved CE-merking

Undersøkelsen har vist at CE-merking av fritidsbåten var basert på en feil tolkning av NS-EN ISO 12217-1:2017 under første gangs testing av fritidsbåten. Dette resulterte i at forutsetningene for CE-merkingen ikke var til stede.

Havarikommisjonen mener standarden, også under den supplerende krengetesten ble tolket feil. Produsenten plasserte bagasjeveker helt ned mot skutebunn, i senter av båten, til gunst for stabiliteten før vekten av passasjerene ble lagt inn. På den måten hadde fartøyet et bedre stabilitetsmessig utgangspunkt enn den ville hatt uten bagasjeveker om bord.

Selv om NS-EN ISO 12217-1:2017 ikke beskriver nøyaktig plassering av bagasjeveker under praktiske krengeprøver, er det andre holdepunkter i standarden som tilsier at vektene skal plasseres til ugunst for stabiliteten. Formålet i standarden for praktiske krengeprøver er å vurdere hvor mye båten krenger ved å plassere alle personer om bord på en side på den mest ugunstige måten. I mange tilfeller benyttes fritidsbåter uten at man nødvendigvis har med bagasje, og den testede lastekondisjonen vil da ikke reflektere nevnte forhold som da er mer ugunstig. Da det fremkommer av standarden i 3.4.4 at bagasjeveker og personlige eiendeler ikke skal være mindre enn 20 kg, så betyr det implisitt at disse ikke skal plasseres til gunst for stabiliteten.

I tilfeller hvor bagasjeveker plasseres til gunst for stabiliteten, åpner det for at produsenter fiktivt kan bedre stabiliteten ved å benytte vekter som plasseres under båtens tyngdepunkt. Bagasjevektene blir da et premiss for CE-merking og enkeltreiser uten bagasjeveker kan gi båten en lastekondisjon den ikke er testet eller godkjent for.

Havarikommisjonen fremmer en sikkerhetstilråding til Sjøfartsdirektoratet på dette forholdet.

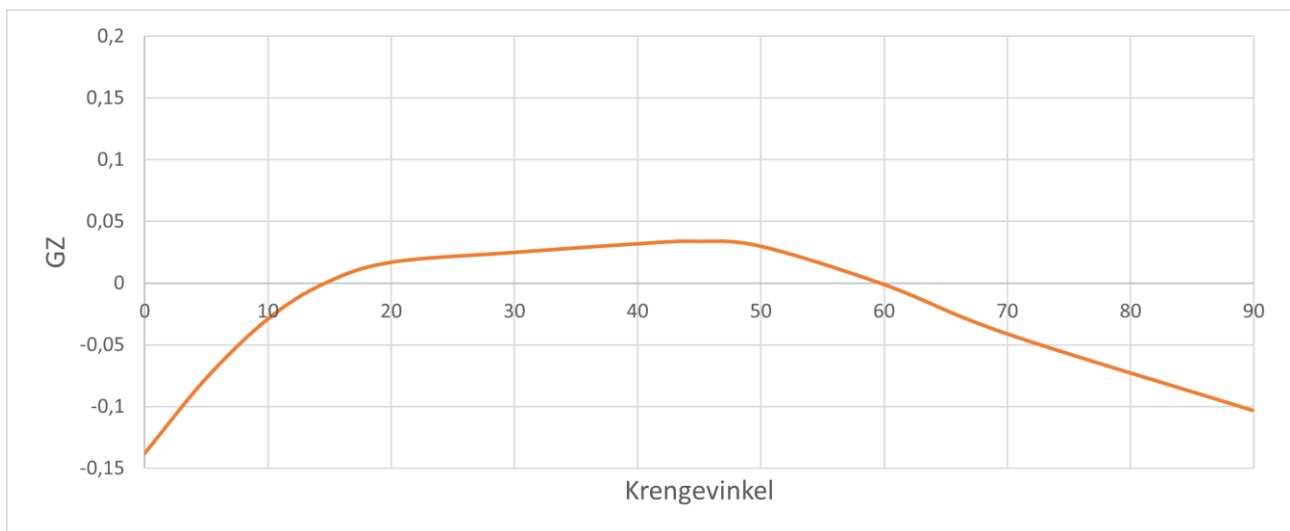
2.8 Stabilitetskrav i ISO-standarder

Undersøkelsen har vist at CE-merkingen baserer seg på ISO-standarder som for denne fartøygruppen ikke i god nok grad hensyntar krav til stabilitet. Dette gjelder både krav til statisk og hydrodynamisk stabilitet. Hydrodynamiske krefter virker på båten når den beveger seg gjennom vannet. Disse kreftene kan påvirke båtens stabilitet på forskjellige måter, spesielt på hurtiggående fartøy.

Det vil være leverandørenes kunnskap og erfaring om båtbygging som må ivareta de grunnleggende prinsipper for at skrogdesignet har iboende stabilitet med hensyn til både statisk og dynamisk tilstand. Dersom et fartøy er designet med et lavt tyngdepunkt er dette et godt grunnlag for hydrodynamisk stabilitet. CE-merkingen baserer seg på ISO-standarder, som for denne fartøygruppen er lite egnet til å vurdere hvordan dynamiske stabilitetsforhold innvirker på fartøy med høyt fartspotensiale, som X-27 SUV.

Det er mulig å oppnå kravene til krengeving i standarden gjennom den praktiske testen, samtidig som stabiliteten er grunnleggende for svak. Havarikommisjonen utførte en praktisk krengetest, med kun seks personer, som er to personer færre enn det fartøyet var CE-merket for. Det var mulig å plassere personene og oppnå tillatt krengeving, men mindre endringer i vekt plasseringen iht. testkravene utgjorde svært store utslag.

Figur 23 viser en beregning av seks personer plassert til styrbord, der resultatet gir en krengeving som vil være innenfor kravet for CE-merking. GZ-kurven viser en slagside på 14,6 grader som er innenfor kravet, men viser likevel at stabiliteten er veldig svak mellom slagsidevinkelen og 60 grader, selv om den er positiv. I dette tilfellet vil en liten forskyvning av vekter under den praktiske stabilitetstesten ha stor innvirkning på krengevingen.



Figur 23: GZ-kurve som illustrerer lastetilstanden som er basert på 50 % drivstoff, full ferskvannstank og med seks personer ut i bordet på styrbord side, som simulerer en praktisk gjennomføring av test iht. NS-EN ISO 12217-1:2017. Kilde: SHK

Standarden beskriver at vekter skal flyttes rundt under testen for å sikre den mest ugunstige plasseringen. Slik standardene er utformet i dag vil ikke reststabilitet avdekkes fordi testen stopper innenfor kravet, uten at den helhetlige statiske stabiliteten kartlegges. For fartøyer med høyt fartspotensiale som X-27 SUV, så bør det kreves for eksempel beregning av GZ-kurver, og bruk av kriterier for arealet under GZ-kurven. Grundigere kartlegging av statisk stabilitet er viktig for å vurdere tilstrekkelig areal til å motstå dynamiske påvirkninger.

Havarikommisjonen mener at NS-EN ISO 12217-1:2017 er mangelfull som sikkerhetsstandard for stabilitet for fartøy som X-27 SUV. Dette er et sikkerhetsproblem og Havarikommisjonen fremmer en sikkerhetstilråding til Sjøfartsdirektoratet på dette forholdet.

2.9 Opplæringssituasjonen

Hensikten med den praktiske gjennomføringen var å bevisstgjøre førere på hvordan håndtere fartøyet i forskjellige situasjoner, og i ulike hastigheter. Da føreren tok en uventet krapp sving hadde ikke instruktøren fysisk mulighet til å gripe inn ved å overta kontrollen før det var for sent og konsekvensen var en realitet. I en opplæringssituasjon er det viktig at instruktøren har kontroll på situasjonsbildet som fort kan endres i høy fart, og har mulighet til å korrigere feil. Samspillet mellom instruktøren og føreren om en felles situasjonsforståelse og oppfatning av hva som skulle gjøres, var ikke tilstrekkelig.

Kurseleven som i utgangspunktet var en erfaren båtfører, hadde ikke tidligere erfaring med steppet skrog. Dette gjorde nok at det han selv oppfattet som en fornuftig manøver, i dette tilfellet var utløsende for hendelsen. Ved feil operering, i høy hastighet kan det utløses mye energi som kan medføre store skader på personell og materiell. Havarikommisjonen mener at et høyhastighetskurs spesielt må fokusere på betingelser for operasjonelle rammer ved gitte skrogdesign.

Rammene for kurset la ikke opp til at løypekjøringen skulle foregå i over 30 knop, men i dette kurset kunne kurselevne utføre kjøringen raskere om de behersket det. Generelt vil en økt hastighet gi økt risiko for både utløst energi i en hendelse, og også økt mulighet for spinout hvis føreren ikke er kjent med fartøyets egenskaper.

2.10 Overlevelsesaspekter

Da fartøyet plutselig kantret var både instruktør og kurselever plassert inne i styrehuset på fartøyet som da lå opp ned. De oppblåste vestene virket en periode mot sin hensikt da oppdriften og bruken av skrittstropp gjorde det vanskeligere å evakuere fartøyet. Havarikommisjonen vil påpeke at bruk av redningsvest i båt er helt nødvendig der dette er pålagt, og vil ikke argumentere mot bruken av redningsvester. I de tilfeller der det gjøres bruk av flytemidler inne i lukkede rom, og overbygde områder om bord på båter bør bruken risikovurderes mot fordeler og ulemper.

3. Konklusjon

3. Konklusjon

Hendelsen inntraff i forbindelse med at det ble avholdt praktisk gjennomføring i et kurs for høyhastighetsbevis. En kombinasjon av høy hastighet inn i sving og fartsreduksjon, medførte en spinout med påfølgende kantring.

Undersøkelsen har vist at X-27 SUV sammenlignet med X-26 S, har vesentlig dårligere stabilitetsegenskaper, noe som primært skyldes høyt tyngdepunkt på grunn av styrehuset. Den dårlige stabiliteten var en medvirkende faktor til at fartøyet kantret. Dette utgjør et sikkerhetsproblem for fartøytypen Hydrolift X-27 SUV, og produsenten tilrås å gjennomføre tiltak som sikrer fartøytypen gode stabilitetsegenskaper i tillegg til at Sjøfartsdirektoratet tilrås å gjennomføre en revisjon av produsenten.

Den praksisen produsenten benyttet på de testene som ble gjennomført ved opprinnelig CE-merking av fritidsbåten, var blant annet basert på feil plassering av personer om bord, og dermed en feil tolkning av gjeldende standard. Dette resulterte i at forutsetningene for CE-merkingen ikke var til stede. Havarikommisjonen mener at dersom uttesting hadde blitt gjennomført korrekt, ville resultatet gitt en klar indikasjon på fartøyet sine svake stabilitetsegenskaper. Dette er et sikkerhetsproblem og Sjøfartsdirektoratet tilrås å gjennomføre hyppigere kontroller i forbindelse med CE-merking av fritidsbåter.

Undersøkelsen har også vist at feil tolkning av NS-EN ISO 12217-1:2017 som legges til grunn for praktisk testing, medvirker til at stabiliteten fiktivt kan bedres ved å benytte bagasjevekter som plasseres under båten sine tyngdepunkt som fast ballast. Vektene blir da en forutsetning for å tilfredsstille standardens stabilitetskrav. Sjøfartsdirektoratet tilrås å gjennomføre tiltak som sikrer riktig uttesting av fritidsbåter som leveres med CE-merking.

CE-merkingen baserer seg på ISO-standarder, som for denne fartøygruppen er lite egnet for å vurdere hvordan dynamiske stabilitetsforhold innvirker på fartøy med høyt fartspotensiale som X-27 SUV. I tillegg er standarden mangelfull da den ikke stiller krav til en helhetlig kartlegging av statisk stabilitet, spesielt med tanke på krav om reststabilitet i ulike lastetilstander. Det er mulig å oppfylle kravene i standardene, samtidig som stabiliteten kan være dårlig. Dette utgjør et sikkerhetsproblem der Sjøfartsdirektoratet tilrås å gjennomføre tiltak slik at regelverket til CE-merkede fritidsfartøy har nødvendige krav til grunnleggende god stabilitet.

4. Sikkerhetstilrådingar

4. Sikkerhetstilrådingar

Statens havarikommisjon fremmer følgjende sikkerhetstilrådingar¹³ som har til formål å forbedre sjøsikkerheten:

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/02T

Den 25. oktober 2022 var fritidsbåten Malmhella ute med kursdeltakere for å gjennomføre den praktiske delen av et høyhastighetskurs, da fartøyet kantret.

Den dårlige stabiliteten var en medvirkende faktor til at fartøyet kantret, og undersøkelsen har vist at fartøyet ikke oppfylte relevante krav til CE-merking. Dette utgjør et sikkerhetsproblem for fartøytypen.

Statens havarikommisjon tilrår produsenten Hydrolift AS å gjennomføre tiltak som sikrer at fartøytypen X-27 SUV har gode stabilitetsegenskaper.

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/03T

Den 25. oktober 2022 var fritidsbåten Malmhella ute med kursdeltakere for å gjennomføre den praktiske delen av et høyhastighetskurs, da fartøyet kantret.

Den dårlige stabiliteten var en medvirkende faktor til at fartøyet av typen X-27 SUV kantret, og undersøkelsen har vist at fartøyet ikke oppfylte relevante krav til CE-merking. Dette ble ikke avdekket i produsentens egen kvalitetskontroll og Hydrolift AS har ikke tidligere vært revidert av tilsynsmyndigheten. Dette utgjør et sikkerhetsproblem.

Statens havarikommisjon tilrår Sjøfartsdirektoratet å gjennomføre revisjon av Hydrolift AS for å sikre nødvendig produksjonskontroll.

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/04T

Den 25. oktober 2022 var fritidsbåten Malmhella ute med kursdeltakere for å gjennomføre den praktiske delen av et høyhastighetskurs, da fartøyet kantret.

CE-merkingen av fartøyet baserte seg på produsentens egenkontroll og dokumentasjon som var mangelfull. Havarikommisjonen mener det er et sikkerhetsproblem at produsenter ikke er gjenstand for hyppige kontroller fra tilsynsmyndigheten. Særlig kan dette gjelde revisjon av produsenter som benytter seg av egenkontroll.

Statens havarikommisjon tilrår Sjøfartsdirektoratet å øke hyppigheten av revisjoner mot produsenter med særlig fokus på stabilitet.

¹³ Undersøkelserapporten oversendes Nærings- og fiskeridepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene.

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/05T

Den 25. oktober 2022 var fritidsbåten Malmhella ute med kursdeltakere for å gjennomføre den praktiske delen av et høyhastighetskurs, da fartøyet kantret.

Havarikommisjonen mener standarden NS-EN ISO 12217-1:2017 ble tolket feil under den supplerende krengetesten. Dette medførte at bagasjevekter ble plassert til gunst for stabiliteten. Dette åpner for at produsenter fiktivt kan bedre stabiliteten ved bruk av fast ballast. Bagasjevektene blir da et premiss for CE-merking. Enkeltreiser uten bagasjevekter kan gi båten en lastekondisjon den ikke er testet eller godkjent for.

Statens havarikommisjon tilrår Sjøfartsdirektoratet å gjennomføre tiltak som sikrer riktig uttesting av fritidsbåter som leveres med CE-merking.

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/06T

Den 25. oktober 2022 var fritidsbåten Malmhella ute med kursdeltakere for å gjennomføre den praktiske delen av et høyhastighetskurs, da fartøyet kantret.

Havarikommisjonen mener dårlig stabilitet var en medvirkende faktor til at fartøyet av typen X-27 SUV kantret. Standarden NS-EN ISO 12217-1:2017 som ligger til grunn for CE-merkingen er lite egnet for å vurdere hvordan dynamiske stabilitetsforhold innvirker på fartøy med høyt fartspotensiale som X-27 SUV. I tillegg er standarden mangelfull da den ikke stiller krav til en helhetlig kartlegging av statisk stabilitet, spesielt med tanke på krav om reststabilitet i ulike lastetilstander.

Statens havarikommisjon tilrår Sjøfartsdirektoratet å gjennomføre tiltak slik at regelverket til CE-merkede fritidsfartøy har nødvendige krav til grunnleggende god stabilitet.

Statens havarikommisjon
Lillestrøm, 28. juni 2023

Referanser

Referanser

BLOUNT, D.L., CODEGA, L.T. (1992). Dynamic Stability of Planing Boats. Marine Technology, Vol. 29, No. 1, Jan. 1992, pp. 4-12.

ELIASSON, R., LARSSON, L. og ORYCH, M. (2014). Principles of Yacht Design. Bloomsbury Publishing.

FALTINSEN, O.M. (2005). Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles. Cambridge University Press.

KOKKONEN, T. (2018). CFD Analysis of Stepped Planing Vessels. Master's Thesis, Chalmers University of Technology.

LEWANDOWSKI, E.M. (2004). The Dynamics of Marine Craft. Maneuvering and Seakeeping. Advanced Series on Ocean Engineering – Volume 22. World Scientific.

PIKE, D. (2004). Fast Powerboat Seamanship. The complete Guide to Boat Handling, Navigation, and Safety. International Marine/McGraw-Hill

WINES, C., HAMSTAD, T.S. (2017). Experimental Exploration of Spinout Incidents with a Remote Controlled High-Speed RHIB. 14th International Conference on Fast Sea Transportation – FAST 2017, Nantes, France.