



PKBWM

PAŃSTWOWA KOMISJA BADANIA
WYPADKÓW MORSKICH

RAPORT KOŃCOWY

002/22

bardzo poważny wypadek morski

Kuter rybacki WŁA-67

**Zatonięcie kutra rybackiego WŁA-67 na
Morzu Bałtyckim w dniu 9 stycznia 2022 roku**

Październik 2022



Badanie bardzo poważnego wypadku morskiego kutra rybackiego WŁA-67 prowadzone było na podstawie ustawy z dnia 31 sierpnia 2012 r. o Państwowej Komisji Badania Wypadków Morskich (tj. Dz. U. z 2019 r. poz. 1374) oraz uzgodnionych w ramach Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO) norm, standardów i zalecanych metod postępowania, wiążących Rzeczpospolitą Polską.

Zgodnie z przepisami wyżej wymienionej ustawy celem badania wypadku lub incydentu morskiego jest ustalenie okoliczności i przyczyn jego wystąpienia dla zapobiegania wypadkom i incydentom morskim w przyszłości oraz poprawy stanu bezpieczeństwa morskiego.

Państwowa Komisja Badania Wypadków Morskich nie rozstrzyga w prowadzonym przez siebie badaniu o winie lub odpowiedzialności osób uczestniczących w wypadku lub incydencie morskim.

Niniejszy raport nie może stanowić dowodu w postępowaniu karnym albo innym postępowaniu mającym na celu ustalenie winy lub odpowiedzialności za spowodowanie wypadku, którego raport dotyczy (art. 40 ust. 2 ustawy o PKBWM).

Państwowa Komisja Badania Wypadków Morskich

Pl. Stefana Batorego 4, 70-207 Szczecin

tel. +48 91 44 03 290, tel. kom. +48 664 987 987

e-mail: pkbwm@pkbwm.gov.pl

www.pkbwm.gov.pl

Raport może być wykorzystany w dowolnym formacie lub na dowolnym nośniku, bezpłatnie (z wyłączeniem logo PKBWM), do celów badawczych, edukacyjnych lub informacji publicznej. Raport winien być wykorzystany dokładnie i w kontekście nie wprowadzającym w błąd. W przypadku wykorzystania należy podać tytuł publikacji źródłowej oraz informację o prawach autorskich. W przypadku, gdy w raporcie jest wskazane inne źródło lub autor materiału chronionego prawem autorskim przed wykorzystaniem raportu należy uzyskać zgodę od właścicieli praw autorskich.



SPIS TREŚCI

1. Fakty	2
2. Informacje ogólne	2
2.1. Dane kutra rybackiego	2
2.2. Informacje o podróży kutra	3
2.3. Informacje o wypadku	4
2.4. Informacje o zaangażowanych podmiotach z lądu i działaniach ratowniczych	4
3. Opis okoliczności wypadku	5
4. Analiza i uwagi dotyczące czynników, które przyczyniły się do wypadku lub incydentu morskiego z uwzględnieniem wyników badań i ekspertyz	9
4.1. Czynniki mechaniczne	12
4.1.1. Kolizja kutra z inną jednostką pływająca lub obiektem pływającym.	12
4.1.2. Kadłub kutra i grodzie wodoszczelne przedziału maszynowego	13
4.1.3. Śruba i wał napędowy oraz trzon sterowy	15
4.1.4. System chłodzenia wody morskiej silnika głównego	16
4.1.5. Układ kontrolny sygnalizacji alarmowej	18
4.2. Symulacja i analiza statecznościowa kutra	19
4.3. Czynniki ludzkie	20
4.4. Czynniki organizacyjne	21
5. Opis wyników przeprowadzonego badania, w tym kwestii dotyczących bezpieczeństwa i wniosków wynikających z badania	22
6. Rekomendacje i zalecenia dotyczące bezpieczeństwa	25
6.1. Polski Rejestr Statków	25
7. Źródła informacji	26
8. Spis zdjęć	26
9. Spis rysunków	26
10. Spis tabel	27
11. Skład zespołu badającego wypadek	27
12. Załącznik	27



1. Fakty

W dniu 9 stycznia 2022 r. kuter WŁA – 67 po zakończeniu połowu szprota, załadowaniu ryby do ładowni i uprzątnięciu sprzętu połowowego, około godz. 16:00 udał się w drogę powrotną do portu we Władysławowie. Na kutrze pracowało trzech członków załogi, a ładownie były zapełnione około 23 tonami szprota. W odległości około 11 Mm od portu, przed godziną 17:00, załoga zauważyła, że na pokład kutra dostają się rozbryzgi wody, a kuter przechyla się na lewa burtę. Chwilę potem nastąpiło zatrzymanie napędu kutra, a mechanik, który chciał zejść do maszynowni, stwierdził, że jest ona zalana wodą morską, a kuter przegłębia się na rufę. Niezwłocznie, poinformował o tym szypra, dodając, że kuter zaczyna tonąć. Szyper nakazał rybakowi i mechanikowi przygotowanie do zwodowania tratwy ratunkowej, a przez radiostację VHF¹ na kanale 16 wzywał pomoc. Na komunikat wzywania pomocy odezwał się dyspozytor z Polish Rescue Radio². Szyper poinformował dyspozytora, że kuter ma awarię i zaczyna tonąć, a załoga potrzebuje pomocy. Dyspozytor, przekazał szyprowi, że statek ratowniczy Bryza, udaje się w miejsce zdarzenia. Następnie załoga zwodowała tratwę ratunkową i zajęła w niej miejsca. Kuter w krótkim czasie przegłębił się na rufę i zatonął. Załoga będąc na tratwie, dla wzywania pomocy użyła środków pirotechnicznych. Na pomoc rozbitkom przyleciał śmigłowiec Ratownictwa Morskiego Marynarki Wojennej. Ze względu na niesprzyjające warunki hydrometeorologiczne, o godz. 17:33 statek ratowniczy Bryza podjął rozbitków z tratwy ratunkowej. Załoga kutra została przetransportowana do portu we Władysławowie. Uratowana załoga nie wymagała opieki medycznej.

2. Informacje ogólne

2.1. Dane kutra rybackiego

Nazwa statku:	WŁA - 67
Bandera:	polska
Armator:	osoba prywatna
Instytucja klasyfikacyjna:	PRS ³

¹ VHF – urządzenie radiokomunikacyjne

² Polish Rescue Radio – stacja brzegowa, która od 1 stycznia 2020 r. przejęła funkcje i obowiązki dawnej stacji brzegowej „Witowo Radio”, stacja prowadzi całodobowy nasłuch w ramach Światowego Systemu Łączności Alarmowej i Bezpieczeństwa w polskim obszarze odpowiedzialności za akcje ratownicze.

³ PRS – Polski Rejestr Statków



Typ statku:	kuter rybacki
Sygnal rozpoznawczy:	SPG 2158
Pojemność brutto (GT):	48
Rok budowy:	1962 / 2011 (przebudowa)
Moc maszyn:	275 kW (ograniczona do 121 kW)
Napęd:	silnik spalinowy Scania DSI 1442 M
Długość całkowita:	21.60 m
Szerokość:	5.20 m
Materiał, z jakiego był zbudowany kadłub:	stal
Minimalna obsada załogowa:	3 osoby



Zdjęcie nr 1. Kuter rybacki WŁA-67

2.2. Informacje o podróży kutra

Port rozpoczęcia podróży:	Władysławowo
Port przeznaczenia:	Władysławowo
Rodzaj żeglugi:	międzynarodowa dla Morza Bałtyckiego przy sile wiatru do 7° B i stanie morza bez ograniczeń



Informacje o załodze: 3 osoby narodowości polskiej

2.3. Informacje o wypadku

Rodzaj wypadku: bardzo poważny wypadek
Data i czas zdarzenia: 9 stycznia 2022 r. godz. 17:00
Pozycja geograficzna w czasie zdarzenia: $\varphi = 54^{\circ} 59,25' N$; $\lambda = 018^{\circ} 27,18' E$
Rejon geograficzny zajścia zdarzenia: Morze Bałtyckie, 11 Mm⁴ na północ od portu Władysławowo
Charakter akwenu: morze terytorialne
Pogoda w trakcie zdarzenia: wiatr SE⁵ 5°B, stan morza 3-4, temp. powietrza -2°C, temp. wody +3°C
Stan eksploatacyjny kutra w trakcie zdarzenia: kuter z ładunkiem ryby w ładowniach, około 23 ton szprota, powrót z łowiska do portu
Udział czynnika ludzkiego: załoga kutra
Skutki zdarzenia dla ludzi: załoga kutra nie odniosła obrażeń
Skutki zdarzenia dla kutra: zatonięcie kutra w wyniku utraty pływalności na skutek zalania maszynowni

2.4. Informacje o zaangażowanych podmiotach z lądu i działaniach ratowniczych

W akcji ratowania rozbitków uczestniczyły jednostki SAR⁶, śmigłowiec poszukiwawczo - ratowniczy Marynarki Wojennej W-3WARM Anakonda, oraz statek ratowniczy Bryza. Do pomocy w akcji poszukiwawczo - ratowniczej skierowane zostały kuter rybacki UST-204, WŁA-116, jednostka Straży Granicznej SG111 oraz prom pasażersko-samochodowy Stena Spirit. Akcja poszukiwawczo - ratownicza koordynowana była przez MRCK⁷ Gdynia.

⁴ Mm – mila morska

⁵ SE – kierunek wiatru (południowo – wschodni)

⁶ SAR – (*search and rescue*) – Służba Poszukiwania i Ratownictwa

⁷ MRCK – Morskie Ratownicze Centrum Koordynacyjne

3. Opis okoliczności wypadku

W dniu 9 stycznia 2022 roku około godz. 6 rano załoga kutra WŁA-67 odcumowała od nabrzeża w porcie rybackim Władysławowo i po opuszczeniu portu, jednostka skierowała się na łowisko na północ od Władysławowa⁸. Połowy szprota prowadzono siecią pelagiczną. Trałowano około 4.5 godziny i około godz. 12:30 rozpoczęto wybieranie włoka i załadunek złowionej ryby do ładowni. Podczas ładowania ryby, mechanik wypompał wodę ze zbiorników ładunkowych w części dziobowej, które pełniły rolę balastowo ładunkową. Około 23 ton złowionego szprota załadowano do czterech ładowni typu RSW⁹: trzech ładowni w części centralnej i jednej w części dziobowej. Około godz. 16:00 po załadunku ryby, uprzątnięciu sprzętu połowowego, mechanik zszedł do maszynowni w celu dokonania kontroli działania mechanizmów i po stwierdzeniu, że wszystkie mechanizmy działają prawidłowo, opuścił maszynownię zamykając za sobą drzwi wodoszczelne na lewej burcie. Kuter rozpoczął podróż powrotną do portu Władysławowo.



Rysunek 1. Wejście do maszynowni pokład główny - lewa burta

⁸ Kwadraty połowowe R-6 i R-7.

⁹RSW – (*Refrigerated Sea Water System*) – system chłodzenia ładunku ryb wodą morską w ładowniach



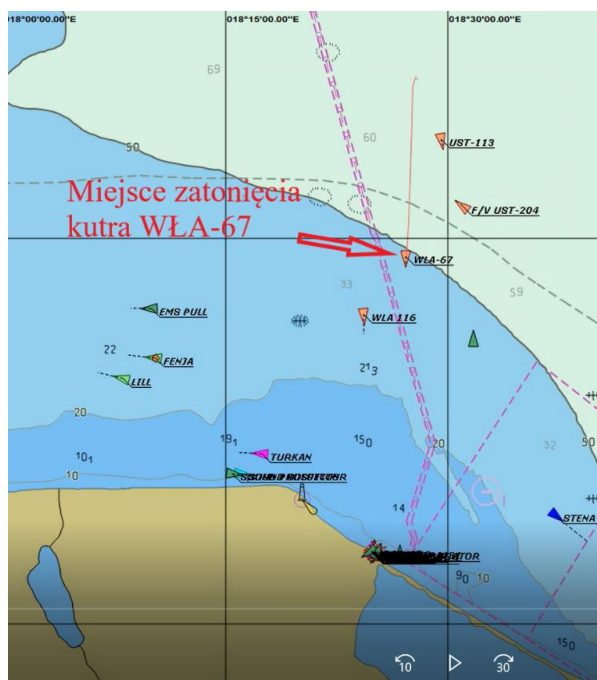
Szyper i mechanik przebywali w sterówce, a rybak w mesie. Przed godz. 17:00 rybak zauważył, że na pokład wchodzi rozbryzgi wody, a mechanik przekazał szyprowi, że kuter ma lekki przechył na lewą burtę. W tym samym czasie silnik główny kutra przestał pracować i nastąpiło zatrzymanie napędu. W sterówce kutra na pulpicie, nie została aktywowana sygnalizacja alarmowa świetlna, ani alarm dźwiękowy wysokiego poziomu wody w zenzach maszynowni. Mechanik, natychmiast udał się na pokład główny z lewej burty i po otwarciu drzwi wodoszczelnych do maszynowni, zobaczył, że pomieszczenie zalane jest wodą. Woda zaczęła zalewać pokład główny. Mechanik nie był już w stanie zamknąć drzwi wodoszczelnych do maszynowni i szybko wrócił na prawą burtę, informując szypca, że maszynownia kutra jest zalana wodą, a jednostce grozi zatonięcie.

Szyper rozkazał załodze przejść na pokład górny, w miejsce gdzie zamocowana była tratwa ratunkowa i polecił przygotować ją do wodowania. O godz. 17:01 przez VHF na kanale 16, wezwał pomoc, informując, że kuter ma awarię i tonie. Na komunikat wzywania pomocy, odpowiedział dyspozytor Polish Rescue Radio, któremu szyper podał dwukrotnie pozycję geograficzną kutra - „pięćdziesiąt cztery, pięćdziesiąt dziewięć i osiemnaście, dwadzieścia siedem”, z informacją, że kuter tonie, a załoga będzie ewakuować się do tratwy ratunkowej. Dyspozytor przekazał szyprowi, że statek ratowniczy Bryza, udaje się w miejsce zdarzenia. Dyspozytor Polish Rescue Radio, przekazał wiadomość do MRCK Gdynia. Do akcji ratowniczej skierowano statek ratowniczy Bryza, który o godz. 17:07 wyszedł w morze z portu Władysławowo, oraz śmigłowiec ratowniczy Marynarki Wojennej, który w tym czasie odbywał lot treningowy. Około godz. 17:07 szyper otworzył, uprzednio zwodowaną przez załogę tratwę ratunkową i załoga zajęła w niej miejsca.



Rysunek 2. Miejsce zamocowania tratwy ratunkowej

Kiedy cała załoga była już w tratwie ratunkowej, mechanik odciął faleń tratwy w obawie, że może on zahaczyć o rener żurawika tonącego kutra. Woda w krótkim czasie zalała część rufową pokładu kutra, nastąpiło jego przegłębienie na rufę, a po chwili zatonięcie dziobem do góry. Około godz. 17:15 nastąpił zanik sygnału AIS¹⁰.



Rysunek 3. Miejsce zatonięcia WŁA-67

¹⁰ AIS – (Automatic Identification System) – system automatycznej identyfikacji statku



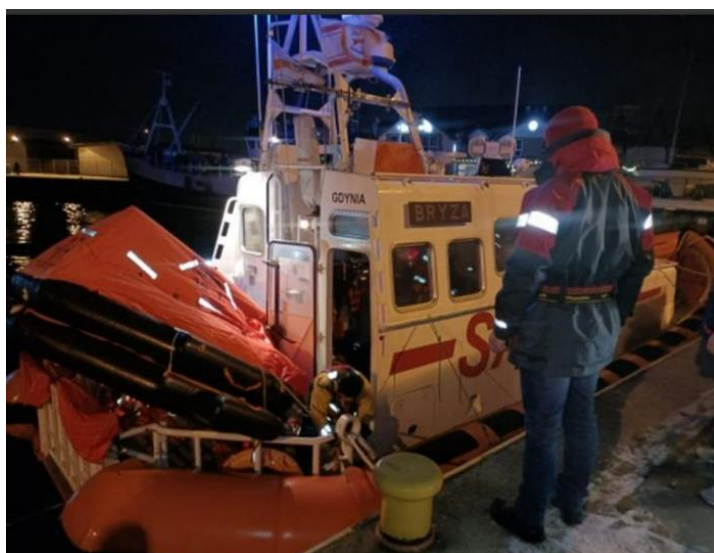
Okolo godz. 17:16 załoga na tratwie użyła pirotechniczne środki sygnałowe wzywania pomocy, odpaliła czerwoną raketę spadochronową i użyła czerwonej pochodni, aby ułatwić odnalezienie tratwy w ciemności.

O godz. 17:20 tratwę ratunkową z rozbitkami, jako pierwszy zauważył, śmigłowiec ratowniczy Marynarki Wojennej. Wkrótce, w rejon tratwy z rozbitkami, dopłynął kuter WŁA-116.

O godz. 17:26 w trakcie opuszczenia ratownika ze śmigłowca, okazało się, że warunki hydrometeorologiczne są niesprzyjające. Zbyt silny wiatr uniemożliwił podjęcie rozbitków. Ustalono, że to statek ratowniczy Bryza, dopływający do miejsca zdarzenia, podejmie rozbitków z tratwy.

O godz. 17:33 ratownicy ze statku ratowniczego Bryza, po informacji otrzymanej od załogi kutra WŁA-116, że cała załoga WŁA-67 znajduje się w tratwie, podpłynęli do tratwy i przejęli na pokład rozbitków, a następnie podjęli z wody tratwę ratunkową. Statek ratowniczy Bryza wraz z rozbitkami udał się w drogę powrotną do portu Władysławowo. Ocaleni rozbitkowie nie wymagali opieki medycznej.

O godz. 17:40 MRCK Gdynia ogłosiło komunikat o zakończeniu akcji ratowniczej.



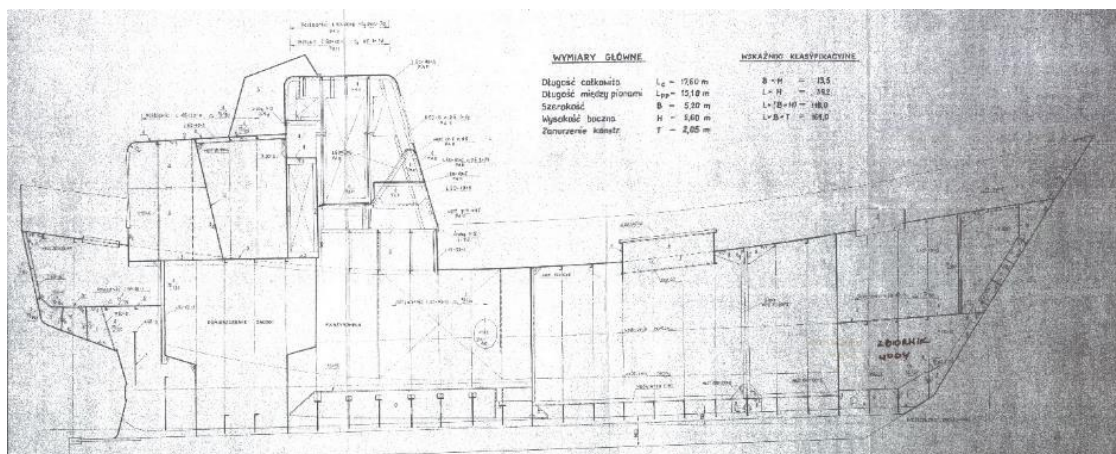
Zdjęcie nr 2. Statek ratowniczy Bryza z uratowaną załogą WŁA-67 w porcie we Władysławowie

4. Analiza i uwagi dotyczące czynników, które przyczyniły się do wypadku lub incydentu morskiego z uwzględnieniem wyników badań i ekspertyz

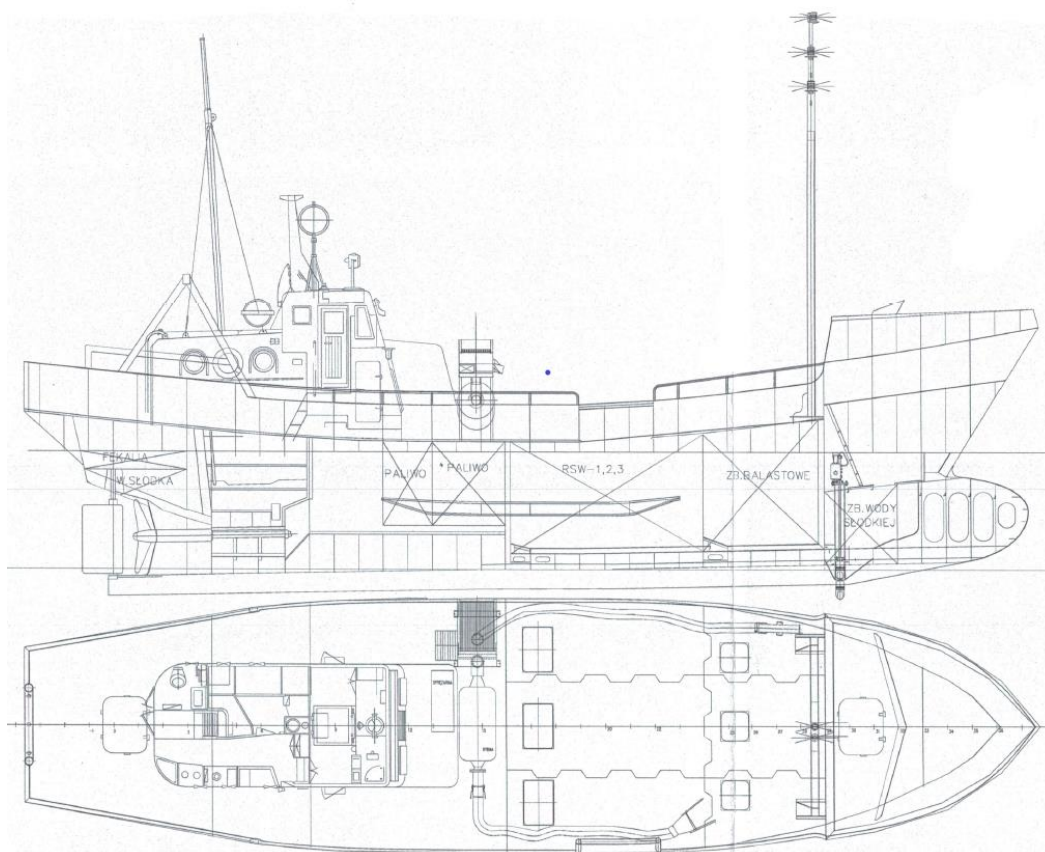
Wypadek kutra WŁA-67 wydarzył się, kiedy jednostka wracała z połowów i była około 11 Mm od portu Władysławowo, z około 23 tonami złowionego szprota. Wrak kutra, spoczywa na głębokości około 40 m.

Komisja mając na uwadze bardzo trudne warunki hydrometeorologiczne na Bałtyku Południowym w okresie zimowym, nie zdecydowała się na oględziny podwodne wraku.

W trakcie prowadzonego badania Komisja ustaliła, że kuter rybacki WŁA-67 w 2011 r. został poddany przebudowie polegającej na przedłużeniu kutra o tzw. dwumetrową wstawkę w części centralnej, dodaniu gruszki dziobowej, stępek przechyłowych i wbudowaniu ładowni typu RSW.



Rysunek 4. Kuter przed przebudową



Rysunek 5. Plan ogólny kutra WŁA-67 po przebudowie

Dokonano opracowania i zatwierdzenia nowej „Informacji o stateczności”, która w punkcie 10 „Ogólne zalecenia” nakazywała: „szczególną uwagę na gromadzenie się wody w siłowni i w zęzach i w razie jakiegokolwiek awarii systemu powodującego wyciek, należy użyć wszelkich możliwości by zapobiec gromadzenia się wody”.

Kuter WŁA-67 w okresie od września do października 2021 r. przeszedł remont w stoczni remontowej Szkuner Sp. z o. o. dla odnowienia klasy. Remont kutra nadzorowany był przez towarzystwo klasyfikacyjne PRS. Jednostka została umieszczona na doku, gdzie wykonano prace i przeglądy wymagane dla odnowienia klasy statku, takie jak: przegląd kadłuba, piaskowanie, prace konserwacyjno-malarskie, pomiary grubości poszycia kadłuba, demontaż i sprawdzenie linii wału, wymianę uszczelnienia linii wału napędu głównego, wykonano demontaż i regenerację trzonu steru. Firma Akwen Service S.C. wykonała remont silnika głównego.



Zdjęcie nr 3. Kuter WŁA-67 podczas remontu na stoczni w 2021 r.

Po zakończonych pracach remontowych jednostka została zwodowana i przeprowadzono próby na uwięzi, a w dniu 8 października 2021 r. kuter WŁA-67 otrzymał Świadectwo Klasy, wystawione przez towarzystwo klasyfikacyjne PRS.

W dniu 8 października 2021 r. w porcie Władysławowo, kuter rybacki WŁA - 67 poddany został inspekcji Urzędu Morskiego w Gdyni. Dokonano sprawdzenia działania urządzeń i wyposażenia kutra wg listy kontrolnej "Inspekcja statku niekonwencyjnego/rybackiego". Kontrola systemów i urządzeń oraz wyposażenia kutra przebiegła pozytywnie. Podczas kontroli sprawdzono, prawidłowe działanie sygnalizacji wysokiego poziomu zenz maszynowni, co zamieszczono na rysunku we fragmencie listy kontrolnej.



21.	Zawory szybkozamykające na zbiornikach paliwowych – sprawne	X		
22.	Sondy zbiorników paliwa posiadają zamknięcia	X		
23.	Sygnalizacja poziomu zenz – sprawna	X		
24.	Zdalne wyłączenie mechanizmów i wentylatorów – sprawne	X		
25.	Czystość zenz, całego przedziału maszynowego	X		
26.	Zamocowanie płyt podłogowych w siłowni	X		
27.	Wentylacja siłowni sprawna	X		
28.	Wyjścia awaryjne – dostęp, oznakowanie prawidłowe	X		
29.	Toaleta ekologiczna / zbiorniki ścieków	X		
30.	Rozdzielnice główne, mierniki, zabezpieczenia – sprawne			
31.	Akumulatory rozruchowe.....[V], pojemność.....[Ah] xsztuk, rodzaj....., wentylacja pomieszczenia akumulatorów sprawna	X		
32.	Oświetlenie awaryjne – oznakowanie, działanie prawidłowe	X		
33.	Sprzęt dielektryczny: buty atest..... rękawice atest.....			X
34.	Pompa pożarowa – sprawna; pompa zenzowa – sprawna	X		
35.	Instalacja wodno-hydrantowa z armaturą wodną	X		
36.	Zestawy pianowe ze środkiem pianotwórczym, atest			X
37.	Stała instalacja gaśnicza gazowa, typ			X
38.	Szczelność i oznakowanie pomieszczeń bronionych stałą instalacją gaśniczą gazową			X
39.	Aparaty oddechowe z wyposażeniem strażackim, sztuk			X
40.	Podręczny sprzęt gaśniczy na stanowiskach zgodny z wymogami	X		
41.	Dodatkowe wyposażenie statku:			

Rysunek 6. Fragment z listy kontrolnej „Inspekcja statku niekonwencyjnego/rybackiego”

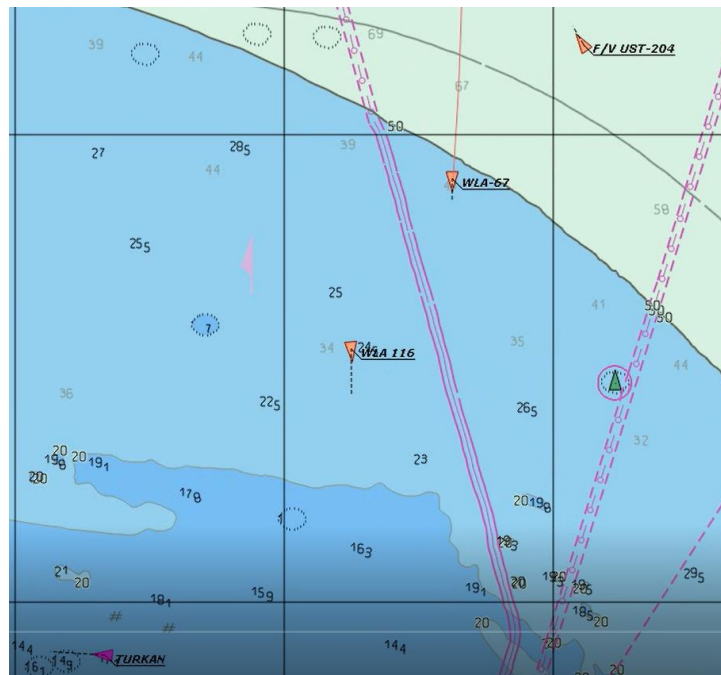
Po kontroli w dniu 13 października 2021 r. wydano nową „Kartę Bezpieczeństwa” kutra rybackiego WŁA-67

4.1. Czynniki mechaniczne

Komisji w trakcie badania nie udało się jednoznacznie ustalić, jakie było bezpośrednie źródło przecieku wody zaburtowej w maszynowni kutra. Załoga kutra, po wypadku nie potrafiła wskazać źródła przecieku wody i zalania maszynowni. Na podstawie zgromadzonych materiałów, Komisja rozważyła, sytuacje i miejsca na kutrze, w których mógł powstać przeciek wody zaburtowej.

4.1.1. Kolizja kutra z inną jednostką pływającą lub obiektem pływającym.

Komisja ustaliła, że podczas wypadku kutra WŁA-67, w pobliżu, nie było żadnej innej jednostki pływającej. Najbliżej kutra znajdowały się kutry WŁA-116 i UST-204, około 2 Mm, które po wypadku, włączyły się do akcji poszukiwawczo-ratowniczej. Załoga kutra WŁA-67 nie odczuła, aby jednostka uderzyła w obiekt pływający lub przeszkodę podwodną.

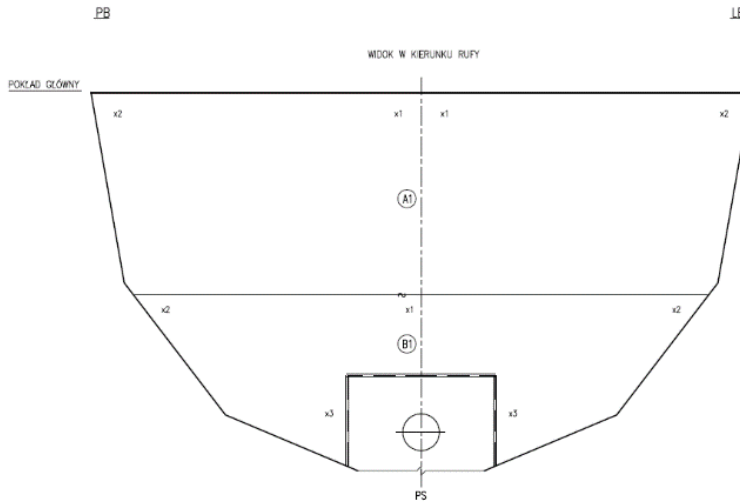


Rysunek 7. Pozycja WŁA -67 przed wypadkiem z systemu SWIBŻ¹¹

4.1.2. Kadłub kutra i grodzie wodoszczelne przedziału maszynowego

Komisja w trakcie badania uznała, że mało prawdopodobne, że zalanie przedziału maszynowego nastąpiło na skutek uszkodzenia poszycia kadłuba, spowodowanego jego nadmierną korozją. Podczas remontu dla odnowienia klasy statku, wykonano dokładne pomiary grubości stalowego poszycia kadłuba oraz elementów konstrukcji kutra. Pomiary nie wykazały nadmiernych ubytków korozyjnych.

¹¹ SWIBŻ – System Wymiany Informacji Bezpieczeństwa Żeglugi



Nazwa statku : WLA-67	Nr raportu : 72/21
Element konstrukcji : GRÓDŹ POPRZECZNA	Nr rysunku : 6
Lokalizacja konstrukcji : MASZYNOWNIA - WR. 8	Rys. konstr. : -

Rysunek 8. Gródź poprzeczna maszynowni kutra

UT MARINE
ul. Batorskiego 21F
84-230 RUMIA - POLAND
tel. +48 58 77 12 101
fax. +48 58 77 12 102

PROTOKÓŁ Z POMIARÓW GRUBOŚCI ELEMENTÓW POPRZECZNYCH KONSTRUKCJI

Nazwa statku	WLA-67	Nr rejestru PRS	420061	Nr protokołu	72/21				
Opis zbiornika	MASZYNOWNIA								
Lokalizacja konstrukcji	GRÓDŹ RUFOWA - WR. 8								
Element konstrukcji	Pozycja	Grubość pierw. mm	Maks. dopuszcz. ubytek mm	Pomiar		Ubytek LB		Ubytek PB	
				LB mm	PB mm	mm	%	mm	%
Płyta A1	pomiar Nr 1	7,0	1,8	6,5	6,5	0,5	7,1%	0,5	7,1%
Płyta A1	pomiar Nr 2	7,0	1,8	6,4	6,4	0,6	8,6%	0,6	8,6%
Płyta B1	pomiar Nr 1	7,0	1,8		6,5			0,5	7,1%
Płyta B1	pomiar Nr 2	7,0	1,8	6,4	6,7	0,6	8,6%	0,3	4,3%
Płyta B1	pomiar Nr 3	7,0	1,8	6,2	6,2	0,8	11,4%	0,8	11,4%

Podpis Operatora



Podpis Inspektora



Patrz rys. Nr 6

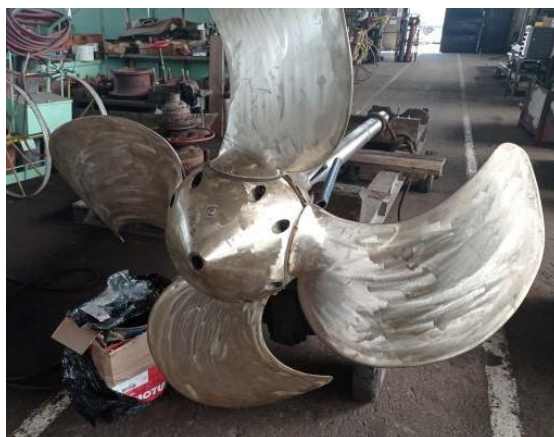
Maksymalny dopuszczalny ubytek płyty
Maksymalny dopuszczalny ubytek usztywnienie

25,0%

Tabela 1. Pomiary grubości poszycia elementów poprzecznych grodzi maszynowej

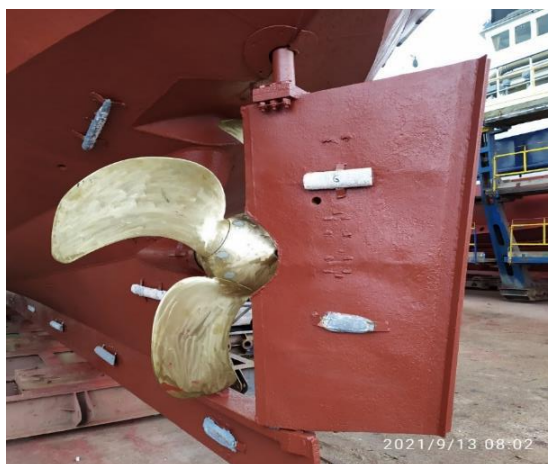
4.1.3. Śruba i wał napędowy oraz trzon sterowy

Komisja wykluczyła możliwość, zalania maszynowni na skutek rozszczelnienia linii wałów lub uszczelnienia trzonu sterowego. Podczas remontu dla odnowienia klasy, wykonano demontaż i sprawdzenie linii wału napędu głównego wraz ze śrubą napędową, wymieniono uszczelnienia i olej, wykonano pomiary.



Zdjęcie nr 4. Śruba napędowa i wał napędowy na warsztacie stoczniowym podczas przeglądu dla odnowienia klasy

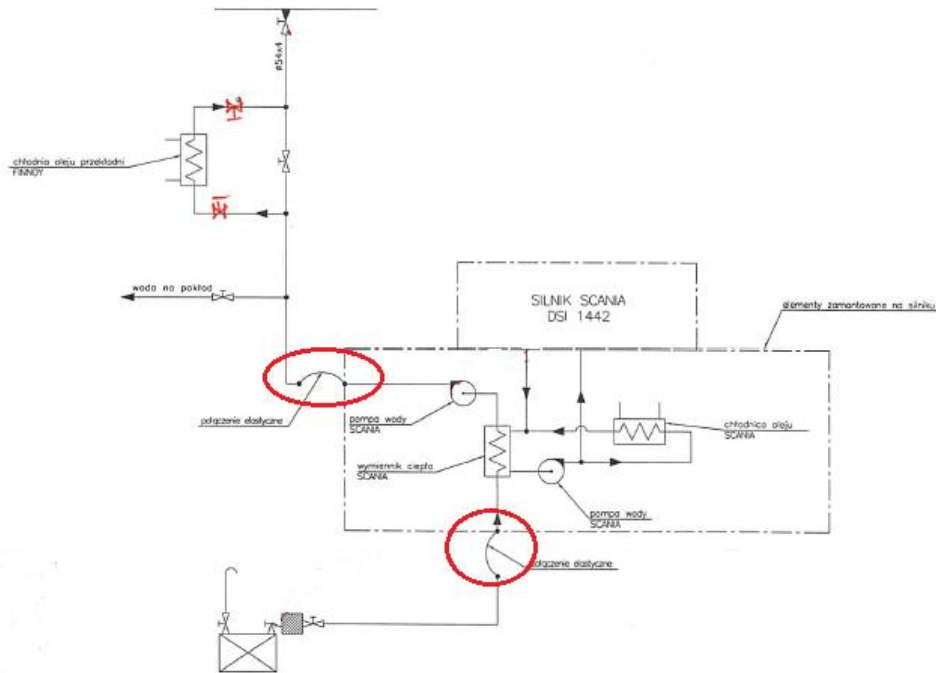
Trzon sterowy został zdemontowany, poddany regeneracji wraz z wymianą uszczelnienia i pomiarami.



Zdjęcie nr 5. Śruba napędowa i pletwa sterowa po remoncie dla odnowienia klasy

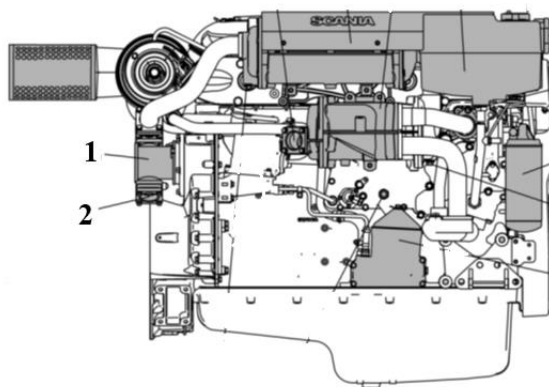
4.1.4. System chłodzenia wody morskiej silnika głównego

Podczas przebudowy kutra w 2011 r. dokonano wymianę silnika głównego układu napędowego, na silnik SCANIA DSI 1442 i zmodyfikowano system chłodzenia wody morskiej, w którym połączenia rurociągów pompy chłodzącej i chłodnicy z silnikiem wykonano za pomocą połączeń elastycznych.



Rysunek 9. Schemat obiegu chłodzenia wody morskiej silnika głównego napędu kutra WŁA-67

Zgodnie z informacjami otrzymanymi od załogi, złącza na dolocie wody morskiej do chłodnicy (wymiennika ciepła) i odlocie z pompy wody morskiej chłodzącej typu „Jabsco” silnika głównego, składały się z krótkich odcinków złączy elastycznych mocowanych na rurociągach za pomocą opasek zaciskowych.



1 - Pompa wody morskiej chłodzącej napędzana od silnika głównego typu „Jabsco”

2 - Wlot wody morskiej na ssaniu pompy

Rysunek 10. Standardowa wersja silnika Scania DI z wymiennikiem ciepła i pompą chłodzącą wody morskiej

Podczas prac stoczniowych dla odnowienia klasy statku, w 2021 r. zdemontowano i poddano regeneracji, zawory denne i burtowe systemu wody morskiej oraz wykonano próby ciśnieniowe ww. zaworów przed montażem. Nie wykonywano prac związanych z orurowaniem systemu chłodzącego wody morskiej silnika głównego oraz nie zmieniono złączy elastycznych ww. systemu. Podczas prób morskich, wykonano szczegółowe oględziny instalacji wody chłodzącej (podczas pracy silnika) pod względem braku przecieków i akceptowalnego stanu technicznego złączy elastycznych.

Nowe przepisy dla małych statków morskich¹², wprowadzone przez klasyfikatora (PRS) 1 stycznia 2016 r., dotyczące złączy elastycznych nie są retroaktywne i jednostki zbudowane przed 2016 r. im nie podlegają.

Według nowych przepisów klasyfikacji, złącza te podlegają zatwierdzeniu przez klasyfikatora (PRS), a przepisy klasyfikatora nie dopuszczają ich łączenia z rurociągami za pomocą opasek zaciskowych. Klasyfikator (PRS), dopuszcza stosowanie na silnikach mocowania złączy elastycznych na rurociągach opaskami zaciskowymi w wewnętrznych obiegach chłodzenia wody słodkiej.

¹² Według towarzystwa klasyfikacyjnego PRS, wprowadzone przepisy od 1 stycznia 2016 r. dla nowo budowanych małych statków morskich, odnośnie typu i konstrukcji niemetalowych złączy elastycznych stosowanych w instalacjach rozpatrywanych i zatwierdzanych przez PRS zawartych w „Przepisy Klasyfikacji i Budowy Małych Statków Morskich” część VI „Instalacje rurociągów” w punkcie 15.1.9, wymagają aby: „Złącza elastyczne powinny być wykonywane jako gotowe wstawki rurociągów w komplecie z przyłączami kohnierzowymi lub gwintowanymi; łączenie złączy elastycznych z rurociągami za pomocą opasek zaciskowych jest niedopuszczalne. Złącza należy umieszczać w miejscach dobrze widocznych i łatwo dostępnych”.

4.1.5. Układ kontrolny sygnalizacji alarmowej

Komisja stwierdziła, że czynnikiem mechanicznym mającym pośredni wpływ na zaistnienie wypadku, było nieaktywowanie się alarmu o podwyższeniu poziomu cieczy w zenzach maszynowni. Pojedynczy czujnik wysokiego poziomu wody zenzowej maszynowni, znajdował się centralnie w dziobowej części maszynowni i nie aktywował alarmu świetlnego na mostku, ani alarmu sygnału dźwiękowego w maszynowni. Komisji, nie udało się ustalić przyczyn awarii ww. czujnika. System wysoki poziom wody zenzowej maszynowni był zainstalowany przez armatora i nie podlegał certyfikacji przez klasyfikatora (PRS).

Komisja zauważa, że dla małych statków morskich przepisy klasyfikatora (PRS), nie nakładają na armatorów obowiązku posiadania instalacji alarmowej o podwyższeniu poziomu cieczy w zenzach maszynowni. Przepisy wprowadzone przez klasyfikatora (PRS) od 1 stycznia 2016 r. dla nowo budowanych małych statków morskich, zalecają aby w układach kontrolnych, wyposażać je w instalację sygnalizacji alarmowej o podwyższeniu poziomu cieczy w zenzach maszynowni, jako oddzielny sygnał alarmowy na mostku¹³.



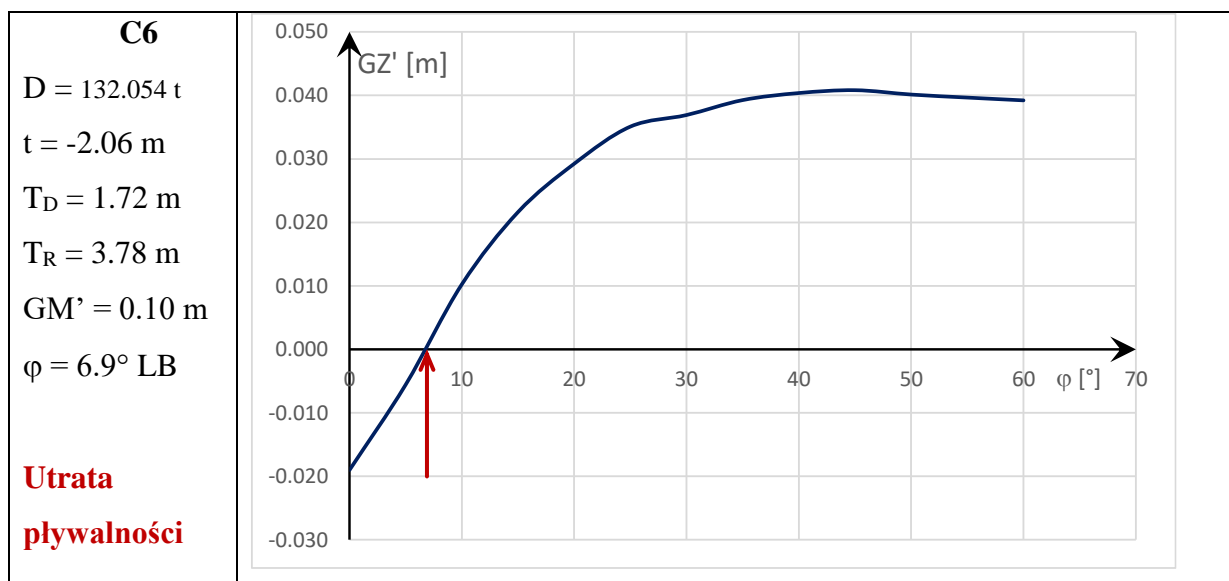
¹³ Według towarzystwa klasyfikacyjnego PRS, wprowadzone przepisy od 1 stycznia 2016 r. dla nowo budowanych małych statków morskich, odnośnie instalacji alarmu o podwyższeniu poziomu cieczy w zenzach maszynowni zawartych w „Przepisy Klasyfikacji i Budowy Małych Statków Morskich” część VII „Instalacje elektryczne i systemy sterowania” w punkcie 15.2.7 wraz z Tabelą 15.2.1 w punkcie 3.1, zalecają posiadanie instalacji alarmowej wysokiego poziomu cieczy w zenzach maszynowni.

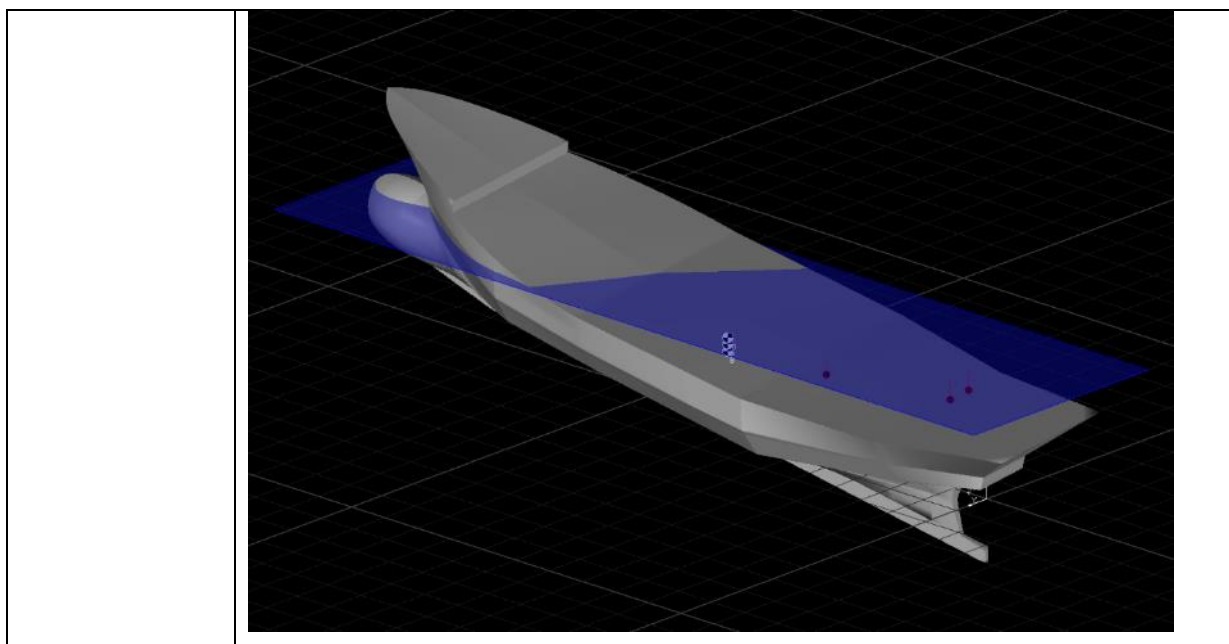
Rysunek 11. Sygnalizacja alarmowa na mostku nawigacyjnym

4.2. Symulacja i analiza statecznościowa kutra¹⁴

Biorąc pod uwagę, że woda do maszynowni najprawdopodobniej dostawała się z systemu wody morskiej chłodzącej silnik główny, na skutek uszkodzenia lub zsunięcia się złącza elastycznego, Komisja, przeprowadziła symulację i analizę statecznościową kutra WŁA-67 przy wskazanym przez załogę połowie ryby i stanie zalania przedziału maszynowego, który powodowałby utratę pływalności i zatonięcie kutra. Do analizy przyjęto średnicę otworu równą 3 cale (7.62 cm) odpowiadającą średnicy rurociągu do chłodzenia

Symulacja zalewania maszynowni kutra wykazała, że po upływie 38 min. woda morska osiągnęła dolną krawędź drzwi prowadzących do pomieszczenia załogi, przechył statku osiągnął ok. 6.5° na lewą burtę i statek tracił pływalność – rysunek poniżej. Całkowity czas zalewania (napływu wody) maszynowni wyniósł około 40 minut, co odpowiadało okresowi czasu pobytu mechanika w sterówce.

¹⁴ Załącznik 12



Rysunek 12. Stan statku w czasie zalewania maszynowni - utrata pływalności

4.3. Czynniki ludzkie

Kuter WŁA-67 w dniu wypadku, był obsadzony 3 osobową załogą, która posiadała odpowiednie kwalifikacyjne zawodowe, zgodne z wymogami zawartymi w „Karcie Bezpieczeństwa”. Szyper i mechanik posiadali wieloletnią praktykę pracy na morzu oraz kilkuletnie doświadczenie pracy na kutrze WŁA-67.

Komisja zauważa, że załoga kutra pomimo, że posiadała odpowiednie kwalifikacje zawodowe, duże doświadczenie pracy na kutrze WŁA-67, przed rejssem nie poddała kontroli prawidłowego działania układu alarmowy wysokiego poziomu wody zenzowej. Podczas powrotu kutra z łowiska, załoga nie przeprowadziła dodatkowej kontroli maszynowni (obchodu), celem sprawdzenia, czy nie ma nadmiaru wody w zenzach lub przecieków wody w systemie wody morskiej.

Komisja nie stwierdziła, że czynnikiem, który miał wpływ na zaistnienie zdarzenia, było zmęczenie załogi, wynikające z niezapewnienia odpowiedniej ilości godzin wypoczynku. Rejs połowowy w dniu 9 stycznia 2022 r. był pierwszym w danym roku, po dziewięciodniowej przerwie, spowodowanej złymi warunkami pogodowymi w okresie zimowym.

4.4. Czynniki organizacyjne

W trakcie prowadzonego badania, Komisja uznała, że zatonicie kutra nie wynikało z przeładowania jednostki. Całkowita wyporność kutra wg „Informacji o stateczności” wynosiła 102 948 t.

Charakterystyka statku	
Nazwa jednostki	- WŁA-67
Typ statku	- Kuter rybacki
Armator	- [REDACTED]
Port macierzysty	- WŁADYSŁAWOWO
Ilość załogi	- 5 osób
Towarzystwo klasyfikacyjne	- Polski Rejestr Statków
Rejon żeglugi	- II rejon pływania
Wyporność do T=2.179 m	- 102.948 t
Nośność	- 31.236 t z balastem wodnym
Maks. Ładowność ZB. RSW	- 24.130 t (ryba + woda)
Maks. Ładowność Ład. Suchych	- 20.000 t (500 skrzynek ryb)

Rysunek 13. Charakterystyka statku WŁA-67 „Wyporność”- Informacja o stateczności

Według wysłuchania załogi całkowity załadunek kutra, zawierający ilość połowu, transportowanych narzędzi, paliwa, zapasów wody itp., nie przekraczał maksymalnej wagi załadunku i wynosił około 96.96 t,- jak pokazano w tabeli poniżej.

ITEM	WEIGHT	LCG	VCG	ML	MV	FSM
Provisions	0.10	3.000	3.200	0.300	0.320	
Crew & Effect	0.50	4.000	3.700	2.000	1.850	
Fishing Equipment	0.50	5.502	3.431	2.751	1.716	
Total	1.10	4.592	3.532	5.051	3.886	
FUEL						
TK5-STORAGE P	0	7.253	1.513	0.000	0.000	0.04
TK6-SERVICE	0.15	6.008	1.4	0.901	0.210	0.06
Total	0.15	6.008	1.400	0.901	0.210	0.10
MISCELENOUS						
FW TK4 C	0	15.214	0.711	0.000	0.000	1.28
FW TK3 C	1.00	0.700	1.700	0.700	1.700	
FECAL TK7 P	0.00	0.589	2.110	0.000	0.000	0.00
BW TK1-VOID C	0	17.120	1.050	0.000	0.000	0.00
Total	1	0.700	1.700	0.700	1.700	1.28



RSW_Holds						
HOLD1-RSW C	10.00	10.152	1.020	101.520	10.200	2.3
HOLD1-RSW P	2.50	10.106	0.600	25.265	1.500	0.9
HOLD1-RSW S	2.50	10.106	0.600	25.265	1.500	0.9
HOLD2- RSW C	8.00	13.229	1.400	105.832	11.200	1.41
HOLD2-RSW P						
HOLD2-RSW S						
Total	23.00	11.212	1.061	257.882	24.400	5.51
LIGHT SHIP	71.71	7.813	1.939	560.270	139.046	
FIXED	1.10	4.59	3.532	5.051	3.886	
TANKS	1	0.700	1.700	0.700	1.700	1.28
FO	0.15	6.008	1.400	0.901	0.210	0.10
HOLDS	23.00	11.21	1.061	257.88	24.40	5.51
Total	96.96	8.507	1.745	824.804	169.241	6.89

Tabela 2. Rozkład mas na kutrze przed wypadkiem

Kuter rybacki WŁA-67, jako mały statek morski był eksploatowany jako jednostka bezwachtowa tzn. bez stałej wachty w maszynowni, a zakres układu kontroli i automatyki był ograniczony. Załoga kutra posiadając odpowiednie kwalifikacje zawodowe oraz wieloletnie doświadczenie pracy na kutrze, nie wprowadziła zasady dobrej praktyki morskiej, mającej na celu regularną kontrolę prawidłowego działania alarmu „wysoki poziom wody w zenzach maszynowni” oraz nie dokonała kontrolnego obchodu w maszynowni w czasie powrotu kutra z łowiska do portu, dla sprawdzenia wodoszczelności jednostki i braku przecieków.

5. Opis wyników przeprowadzonego badania, w tym kwestii dotyczących bezpieczeństwa i wniosków wynikających z badania

Mały statek rybacki jest narażony na wiele zagrożeń. Jednym z nich jest możliwość jego zatonięcia, na skutek utraty stateczności lub pływalności. Załoga i armator powinni dołożyć wszelkich starań, aby takie zagrożenia eliminować i nie dopuścić do sytuacji narażenia bezpieczeństwa ludzi pracujących na kutrach i łodziach rybackich. Według danych Angielskiej Komisji Badania Wypadków Morskich MAIB, trzema najczęstszymi rodzajami



wypadków na małych statkach rybackich są: wywrócenie się statku do góry dnem - 29 %, wypadnięcie osoby za burtę - 28% i zalanie/zatoniecie statku - 23%.¹⁵

Komisja badając bardzo poważny wypadek, zatonięcia kutra WŁA-67, który wydarzył się w dniu 9 stycznia 2022 r o godz. 17:00, 11 Mm na północ od Władysławowa, podczas powrotu jednostki z łowiska z 23 tonami połowu w ładowniach, przyjęła, że czynnikami, które przyczyniły się do wypadku były:

czynniki mechaniczne:

- związane z utratą wodoszczelności maszynowni kutra, najprawdopodobniej na skutek rozszczelnienia złącza elastycznego systemu chłodzenia wody morskiej silnika głównego,
- awaria układu alarmowego sygnalizacji o podwyższeniu poziomu cieczy w zenzach maszynowni,

czynniki ludzkie:

- brak regularnych kontroli prawidłowego działania układu alarmowego wysokiego poziomu wody zenzowej w maszynowni,

czynniki organizacyjne:

- brak odpowiednich procedur/zwyczajów dokonywania regularnych kontroli maszynowni podczas całego okresu pobytu kutra w morzu.

Komisja, przyjęła za bardzo prawdopodobne, że przyczyną zalania maszynowni było uszkodzenie lub zsunięcie się złącza elastycznego zamocowanego za pomocą opasek zaciskowych na rurociągu wody morskiej chłodzącej silnik główny. Przewody elastyczne w obiegach wody chłodzącej są stosowane do kompensacji drgań podczas pracy silnika. Złącza te w obiegach wody morskiej chłodzącej, mocowane na rurociągach za pomocą opasek zaciskowych, mogą ulec zsunięciu się lub uszkodzeniu na wskutek drgań silnika, korozji rurociągów wody morskiej, pogorszenia się właściwości elastycznych złącza, powodując szybki napływ wody zaburtowej do przestrzeni maszynowni.

Komisja przeprowadziła analizę statecznościową wraz z symulacją zatapiania kutra przy założonym połowie ryby i stanie zalania przedziału maszynowego, który powodowałby utratę pływerności i zatonięcie kutra.

¹⁵ Europejski poradnik dotyczący zapobiegania ryzyku na małych statkach rybackich



Komisja, uznała, że zalanie przestrzeni maszynowni, spowodowało utratę pływalności, a w rezultacie przegłębienie kutra na rufę i jego zatonięcie rufą do dołu, z niewielkim przechyłem na lewą burtę na skutek pogarszania się parametrów stateczności wraz z zatapianiem maszynowni.

Komisja, zwróciła uwagę na fakt, że zatonięcie WŁA-67 nastąpiło trzy miesiące po przeglądzie dla odnowienia klasy, potwierdzonym Certyfikatem Klasowym, stwierdzającym, że statek nadaje się do eksploatacji zgodnej z przeznaczeniem przez kolejny okres 5-letni. Podczas przeglądu statku dla odnowienia klasy w 2021 r., klasyfikator (PRS) wykonał szczegółowe oględziny instalacji wody morskiej chłodzącej silnik główny pod względem braku przecieków na złączach elastycznych oraz ich akceptowalnego stanu technicznego. Z racji daty przebudowy (2011 r.) kutra i wymiany silnika głównego w 2011 r. oraz braku modernizacji systemu chłodzenia wody morskiej, podczas remontu dla odnowienia klasy, nie było obowiązku wymiany złączy elastycznych na złącza uznanego typu.

Komisja, wskazuje, że pośredni wpływ na wypadek miała niesprawność sygnalizacji alarmowej „wysokiego poziomu wody zenzowej w maszynowni”, powodując, że przeciek nie został wykryty wcześniej przez załogę. Obecność mechanika w maszynowni kutra nie jest stała, a wynika z konieczności przeprowadzenia czynności eksploatacyjnych lub drobnych napraw lub regulacji. Sprawny system alarmowy jest kluczowy dla ostrzeżenia załogi, że do maszynowni dostaje się woda. System alarmuje załogę o zagrożeniu i konieczności podjęcia działań, polegających na powstrzymaniu przecieku i wypompowaniu wody z zalanej przestrzeni, co chroni statek przed zatonięciem. Prawdopodobna awaria jedyne czujnika spowodowała brak ww. alarmu. System alarmu wysokiego poziomu zenz w maszynowni był zamontowany przez armatora z własnej inicjatywy i nie był systemem zatwierdzonym przez klasyfikatora (PRS).

Komisja, zauważa, że na małych statkach morskich eksploatowanych bez stałej wachty w maszynowni, przepisy klasyfikatora (PRS) nie nakładają obowiązku wyposażenia tych jednostek w układ alarmowy o podwyższeniu poziomu cieczy w zenzach maszynowni, a jedynie dla statków budowanych po 1 stycznia 2016 r, przepisy zalecają stosowanie w układach kontrolnych ww. alarmu.

Komisja wskazuje, że zbliżone do przyczyn wypadki na małych statkach morskich zdarzyły się na skutek uszkodzenia lub zsunęcia się złączy elastycznych mocowanych



z rurociągami wody morskiej za pomocą opasek zaciskowych oraz braku sygnalizacji alarmowej wysokiego poziomu cieczy w przedziałach maszynowni lub silnika napędowego.¹⁶

Komisja badając wypadek, zauważyła niezgodność zawartą w nowej Karcie Bezpieczeństwa kutra, a mianowicie, jako armator został wpisany poprzedni właściciel jednostki. Z odpisu z Rejestru Okrętowego Stałego wynika, że w dniu 27 października 2020 r. kuter zmienił armatora/właściciela. Niezgodność ta, nie miała znaczenia na przebieg i okoliczności wypadku zatonięcia kutra.

6. Rekomendacje i zalecenia dotyczące bezpieczeństwa

Państwowa Komisja Badania Wypadków Morskich biorąc pod uwagę, że armator po utracie jednego kutra zakończył działalność połowową, odstąpiła od wydania zaleceń właścicielowi jednostki. Jednocześnie mając na uwadze względy bezpieczeństwa jednostek rybackich, Komisja rekomenduje załogom kutrów i łodzi rybackich, aby przed każdym rejssem połowowym regularnie sprawdzała prawidłowość działania alarmu „wysoki poziom wody zenzowej w maszynowni” oraz dokonywała regularnych obchodów kontrolnych, celem wykrycia zagrożeń.

6.1. Polski Rejestr Statków

Państwowa Komisja Badania Wypadków Morskich uznała za uzasadnione skierowanie zaleceń dotyczących bezpieczeństwa, stanowiącego propozycję działań, które mogą się przyczynić do zapobiegania podobnym wypadkom w przyszłości.

Komisja zaleca, aby uzupełnić przepisy klasyfikacji w Części VI, „Urządzenia Maszynowe i Instalacje rurociągów” obowiązujących „Przepisów Klasyfikacji i Budowy Małych Statków Morskich z 1 stycznia 2016 r. w taki sposób, aby miały one zastosowanie dla jednostek starszych zbudowanych lub modernizowanych przed 1 stycznia 2016 r. o wymóg zawarty w pkt. 15.1.9., dotyczący typu i konstrukcji niemetalowych złączy elastycznych, stosowanych w instalacjach rozpatrywanych i zatwierdzanych przez PRS w systemach wody chłodzącej, paliwa ciekłego i oleju smarnego.

Jednocześnie Komisja proponuje, aby rozważyć dokonanie zmiany w przepisach dotyczących klasyfikacji małych statków morskich, w taki sposób aby zalecane dotychczas

¹⁶ Wypadki – Jacht żaglowy „Zjawa” w 2015 r - brak sygnalizacji wysokiego poziomu wody zenzowej, łódź rybacka „LEB-94” w 2015 r. – uszkodzenie złącza elastycznego chłodzenia wodą morską w układzie silnika napędowego, kuter rybacki „KOŁ-212” w 2019 r. – zsuniecie się złącza elastycznego mocowanego za pomocą opaski zaciskowej w obiegu wody morskiej chłodzącej silnik napędowy.



wyposażenia statku w system instalacji sygnalizacji alarmowej „o podwyższeniu poziomu cieczy w zenzach maszynowni” stało się obowiązkowe i było certyfikowane przez Polski Rejestr Statków. Obowiązek powinien również obejmować małe statki morskie wyposażone już w systemy alarmowe „wysokiego poziomu zenz maszynowni” zainstalowane przez armatorów wcześniej z własnej inicjatywy.

7. Źródła informacji

Powiadomienie o wypadku

Materiały z wysłuchania członków załogi kutra

Dokumenty rejestracyjne i certyfikaty kutra

Sprawozdanie MRCK Gdynia z akcji ratowniczej SAR

Materiały otrzymane z PRS

Materiały uzyskane z VTS¹⁷ Gdynia

Materiały uzyskane z CMR¹⁸

Ekspertyza sporządzona przez dr inż. Jarosława Soliwodę

8. Spis zdjęć

Zdjęcie nr 1. Kuter rybacki WŁA-67	3
Zdjęcie nr 2. Statek ratowniczy Bryza z uratowaną załogą WŁA-67 w porcie we Władysławowie.....	8
Zdjęcie nr 3. Kuter WŁA-67 podczas remontu na stoczni w 2021 r.	11
Zdjęcie nr 4. Śruba napędowa i wał napędowy na warsztacie stoczniowym podczas przeglądu dla odnowienia klasy.....	15
Zdjęcie nr 5. Śruba napędowa i płetwa sterowa po remoncie dla odnowienia klasy.....	15

9. Spis rysunków

Rysunek 1. Wejście do maszynowni pokład główny - lewa burta.....	5
Rysunek 2. Miejsce zamocowania tratwy ratunkowej	7
Rysunek 3. Miejsce zatonięcia WŁA-67.....	7

¹⁷ VTS – (*vessel traffic service*) – Służba Kontroli Ruchu Statków

¹⁸ CMR – Centrum Monitorowania Rybołówstwa



Rysunek 4. Kuter przed przebudową	9
Rysunek 5. Plan ogólny kutra WŁA-67 po przebudowie	10
Rysunek 6. Fragment z listy kontrolnej „Inspekcja statku niekonwencyjnego/rybackiego” ...	12
Rysunek 7. Pozycja WŁA -67 przed wypadkiem z systemu SWIBŻ	13
Rysunek 8. Gródź poprzeczna maszynowni kutra	14
Rysunek 9. Schemat obiegu chłodzenia wody morskiej silnika głównego napędu kutra WŁA-67	16
Rysunek 10. Standardowa wersja silnika Scania DI z wymiennikiem ciepła i pompą chłodzącą wody morskiej	17
Rysunek 11. Sygnalizacja alarmowa na mostku nawigacyjnym.....	19
Rysunek 12. Stan statku w czasie zalewania maszynowni - utrata pływalności.....	20
Rysunek 13. Charakterystyka statku WŁA-67 „Wyporność”- Informacja o stateczności	21

10. Spis tabel

Tabela 1. Pomiary grubości poszycia elementów poprzecznych grodzi maszynowej.....	14
Tabela 2. Rozkład mas na kutrze przed wypadkiem	22

11. Skład zespołu badającego wypadek

W skład zespołu prowadzącego czynności badawcze wchodzi:

kierujący zespołem – Tadeusz Gontarek – Członek PKBWM

członek zespołu – Marek Szymankiewicz – Sekretarz PKBWM

12. Załącznik

Analiza statecznościowa i symulacja zatapiania kutra WŁA-67

Komisja przeprowadziła analizę statecznościową przy założonym połowie ryby i stanie zalania przedziału maszynowego, który powodowałby utratę pływalności i zatonięcie kutra.

Założenia analizy zatapiania kutra:

- Woda dostaje się do siłowni przez otwór w poszyciu (kingston lub nieszczelny rurociąg chłodzenia silnika), do analizy przyjęto średnicę otworu równą 3 cale (7.62 cm) odpowiadającą średnicy rurociągu do chłodzenia.



- W czasie zatapiania powstaje narastający przechył na lewą burtę. Oznacza to, zatapianie mogło być niesymetryczne poprzez urządzenia i zbiorniki w siłowni lub istniejący początkowy moment przechylający, który wywoływał rosnący przechył na lewą burtę na skutek pogarszania się parametrów stateczności wraz z zatapianiem siłowni. Do analizy przyjęto założenie, że istniał początkowy moment przechylający wywołujący nieznaczny przechył przed wypadkiem.
- W analizie założono, że początkowy moment przechylający nie rośnie wraz z zatapianiem siłowni.
- Z zeznań załogi wynika, że kuter nie uległ uszkodzeniu na skutek uderzenia w obiekt pływający lub uszkodzeniu na skutek uderzenia fal.
- W analizie założono szczelność poszczególnych przedziałów wodoszczelnych i grodzi pomiędzy nimi.
- Według zeznań załogi w czasie zalewania siłowni nie wystąpiła utrata stateczności. Kuter zatonął poprzez utratę pływalności rufą do dołu z niewielkim przechyłem na lewą burtę.
- Wypadek zatonięcia kutra miał charakter statyczny, brak jest informacji o jakichkolwiek zdarzeniach gwałtownych o charakterze dynamicznym.

Model 3D kutra WŁA-67

Do analizy stateczności wykorzystano dokumentację WŁA-47 (WŁA-67-DZ/420-2) oraz model 3D wykonany na podstawie przekrojów poprzecznych statku w Planie Zbiorników (WŁA-67-PT/1060-1).

Model 3D statku (Rys. 4.4) został zbudowany w oparciu o program Rhinoceros 6.0, natomiast obliczenia hydrostatyczne i stateczności wykonano w oparciu o program PolyCAD 10.5.

W dostarczonej dokumentacji statku nie było planu linii teoretycznych statku (Rys. 4.5).

Dokładność modelu (Tabela 4.2) została opracowana poprzez porównanie wartości parametrów hydrostatycznych podanych w Danych Hydrostatycznych Kutra WŁA -67 (WŁA – 67-DZ/0420-3) i uzyskanych z modelu 3D.

Dane hydrostatyczne oraz ramiona stateczności kształtu znajdują się w:

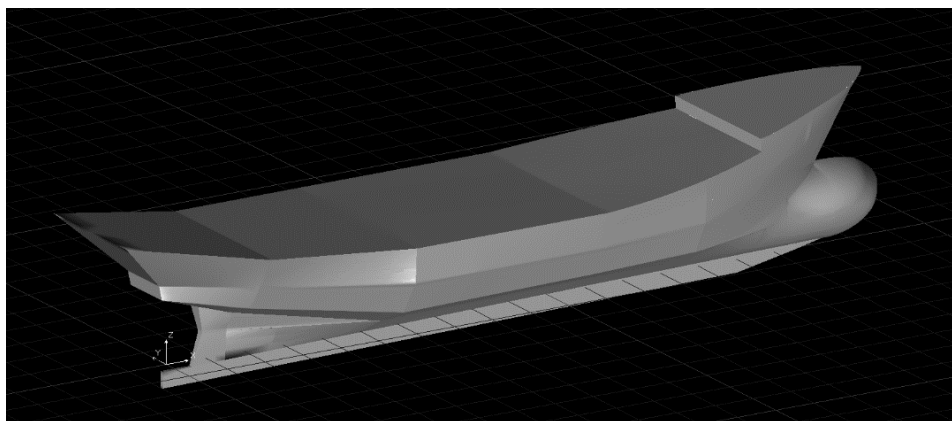
Tabela nr 2. Dane hydrostatyczne WŁA-67. Model 3D. Przeglębienie 0.00 m, oraz

Tabela nr 3. Ramiona stateczności kształtu WŁA-67. Model 3D. Przeglębienie 0.00 m.

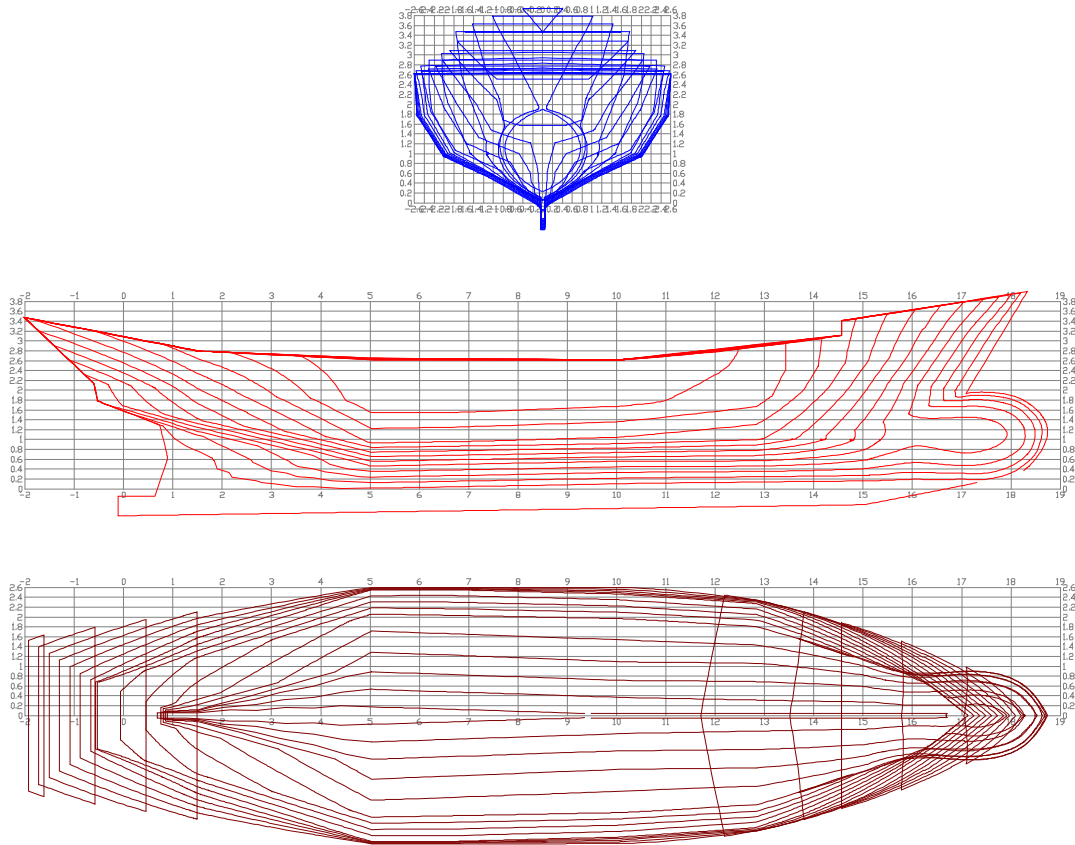


Parametr	Błąd względny modelu
Wyporność	0.36%
LCB	0.68%
LCF	0.72%
VCB	0.94%

Tabela Dokładność modelu



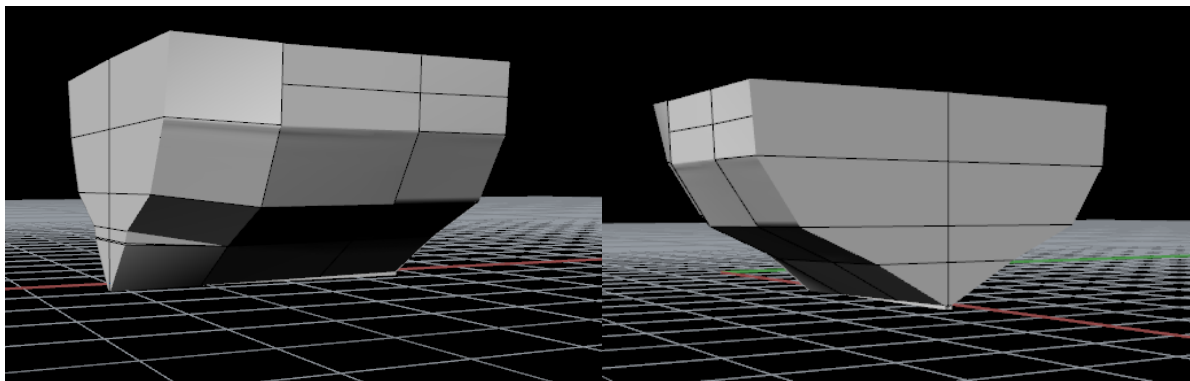
Rys. Model 3 D kutra WŁA – 67



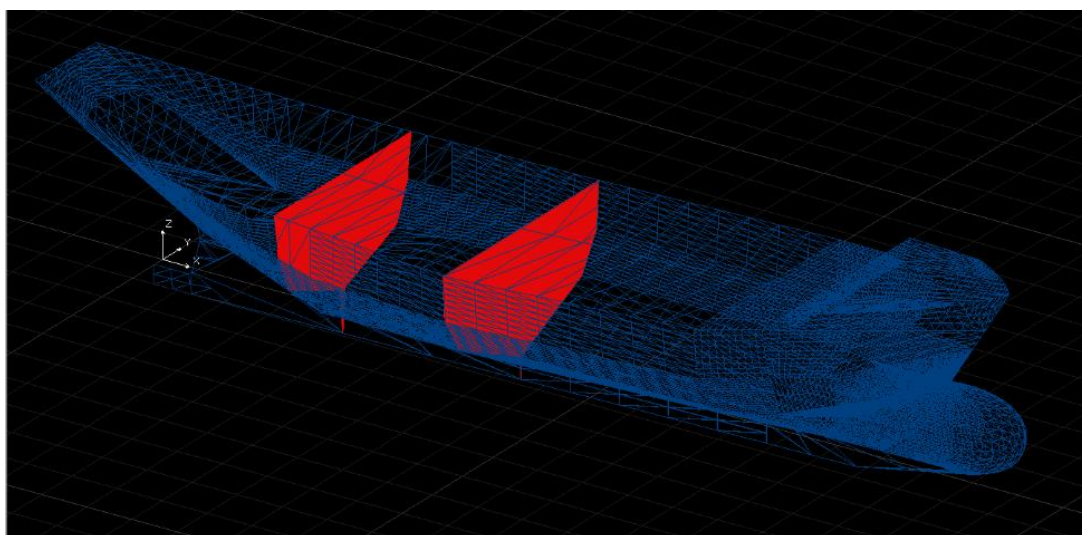
Rys. Linie teoretyczne kadłuba określone na podstawie Modelu 3D statku WŁA-67

Model 3D przedziału maszynowni

Model przestrzenny maszynowni opracowany na podstawie modelu 3D statku (Rys.4.6 i 4.7).



Rys. Model 3D przedziału maszynowni



Rys. Umieszczenie przedziału maszynowni w kadłubie

Skalowanie pomieszczenia maszynowni znajduje się w:

Tabela nr 1. Skalowanie przedziału maszynowni

Stateczność kutra WŁA-67 przed wypadkiem – kryteria stateczności

Kuter WŁA-67 powinien spełniać kryteria stateczności wg przepisów PRS (Przepisy klasyfikacji i budowy małych statków morskich) dla II Rejonu żeglugi.



1. Maksymalne ramię prostujące GZ, powinno być nie mniejsze niż 0.25 m przy kącie przechyłu nie mniejszym niż 30°,
2. Dodatni zakres ramion prostujących powinien być nie mniejszy niż 60°,
3. Wysokość metacentryczna z poprawką na wpływ swobodnych powierzchni GM', we wszystkich stanach załadowania powinna wynosić nie mniej niż 0.50 m.
4. Kryterium pogodowe (podstawowe) K:

Moment przechylający od naporu wiatru, M_W :

$$M_W = 0.001 \cdot q_w \cdot F_w \cdot z \text{ [kN} \cdot \text{m]}$$

q_w – ciśnienie wiatru, [Pa];

F_w – powierzchnia nawiewu, [m²];

z – ramię siły naporu wiatru (mierzone od płaszczyzny wodnicy), [m].

Wartość momentu przechylającego należy przyjmować jako stałą w całym zakresie kątów przechyłu statku.

Wartość ciśnienia wiatru, q_w , należy przyjmować zgodnie z tabelą, w zależności od rejonu żeglugi statku i ramienia naporu wiatru, z .

Rejon żeglugi statku	z, m				
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
I	365	402	490	549	588
II	177	196	235	265	284
III	124	137	165	185	199

Tabela Ciśnienie wiatru, q_w , Pa

Odczytane ciśnienie wiatru dla WŁA – 67: $q_w = 204.2 \text{ N/m}^2$

Powierzchnia nawiewu:

Kadłub: $F_W = 18.3 \text{ m}^2$, $z = 0.557 \text{ m}$,

Brezent: $F_W = 32.7 \text{ m}^2$, $z = 2.121 \text{ m}$,

Amplitudę poprzecznego kołysania statku z zaokrąglonym obłem, niewyposażonego w stępki przechyłowe i stępkę belkową, należy określać wg wzoru: $\varphi_a = X_1 \cdot X_2 \cdot Y$ [°]

GM/B ₀	≤0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	≥0,13
Rejony żeglugi I i II	16,0	17,0	19,7	22,8	25,4	27,6	29,2	30,5	31,4	32,0



Tabela Współczynnik Y

	B / T											
	≤2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	≥3,5
X ₁	1,00	0,98	0,95	0,95	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80

Tabela Współczynnik X₁

	C _B					
Współczynnik	≤0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	≥0,70
X ₂	0,75	0,82	0,89	0,95	0,97	1,00

Tabela Współczynnik X₂

Jeżeli statek ma obłowe stępki przechyłowe lub stępkę belkową, lub też oba te typy stępek, to amplitudę kołysania należy obliczać wg wzoru:

$$\varphi'_a = \varphi_a \cdot k [^\circ]$$

Powierzchnia stępki belkowej: $F_k = 6.8 \text{ m}^2$

$$k = 100 \cdot \frac{F_k}{L \cdot B} = 7.7$$

Współczynnik k,%	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	≥4,0
k	1,00	0,98	0,95	0,88	0,79	0,74	0,72	0,70

Tabela Współczynnik k

Amplituda kołysania: $\varphi_a = X_1 \cdot X_2 \cdot Y = 32 \cdot 0.98 \cdot 0.75 = 23.52^\circ$

Amplituda kołysania dla statków z stępką belkową: $\varphi'_a = \varphi_a \cdot k = 23.52 \cdot 0.70 = 16.5^\circ$

Kolorem **czerywonym** oznaczono wartości danych odpowiadających stanowi ładunkowemu kutra WŁA – 67 w chwili wypadku.

Stan początkowy, zejście z łowiska

Ilość, zapasów, ułowu i balastu jest zgodna z informacjami zebranymi od załogi statku WŁA-67 po wypadku. Kuter rybacki WŁA-67 posiadał 6 ładowni, rozmieszczonych symetrycznie, trzy w części centralnej i trzy w części dziobowej używane jako zbiorniki



balastowe lub ładunkowe. Wg załogi na kutrze po połowie, załadowane były około 23 tony ryby (szprota) do ładowni:

Nr 1 – H1-RSWP (LB-lewa burta) - około 2.5 tony Nr 1- H1-RSWS (PB- prawa burta) - około 2.5 tony,

Nr 1- H1-RSWC (C-centralna) - około 10 ton,

Nr 2- H2-RSWP – (LB-lewa burta – pusta) - podczas tego rejsu ładownia używana była jako zbiornik balastowy i po połowach ryby, była pusta,

Nr 2- H2-RSWS – (PB-prawa burta – pusta) - podczas tego rejsu ładownia używana była jako zbiornik balastowy i po połowach, była pusta,

Nr 2- H2-RSWC – (C-centralna)-około 8 ton,

Paliwo na kutrze MGO,

TK5- STORAGE P (lewa burta) – Zbiornik Paliwa Główny LB – pusty,

TK6- SERVICE P (lewa burta) Zbiornik Paliwa Rozchodowy LB – ilość w zbiorniku około 150 litrów,

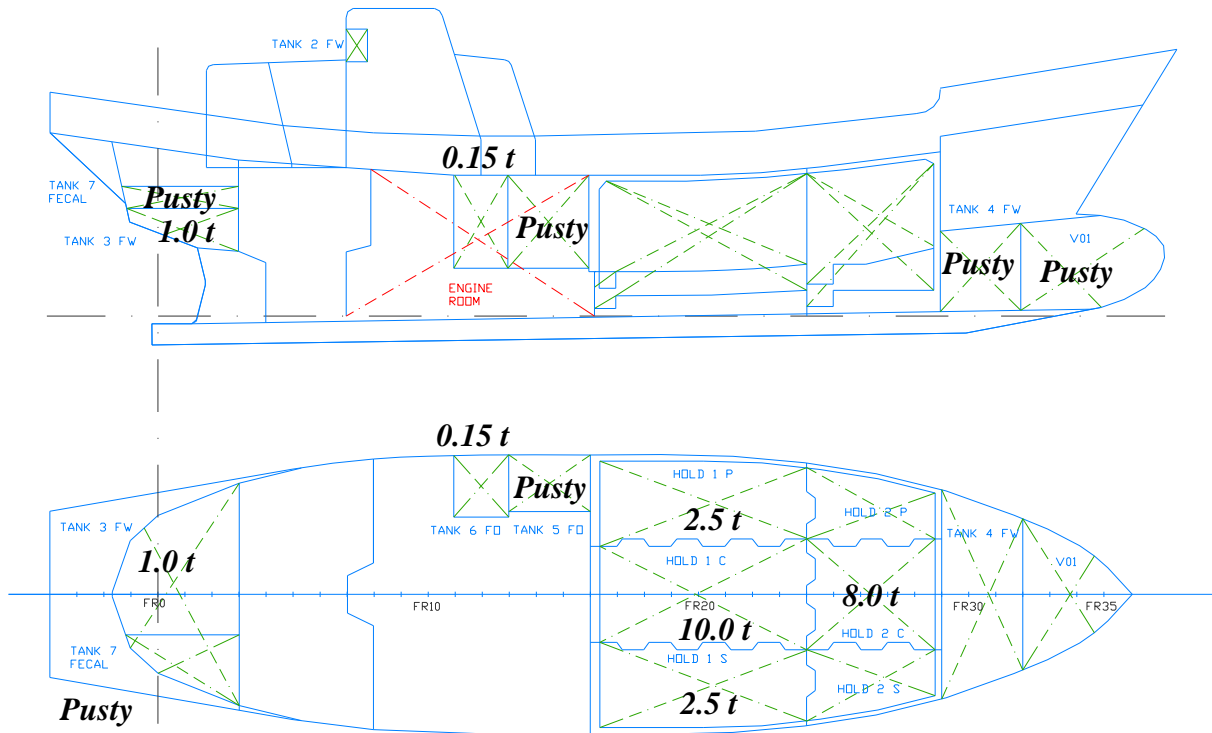
TK7- FECAL. P (prawa burta) Zbiornik fekalii - pusty,

TK4- FRESH WATER (centralny) Zbiornik wody słodkiej centralny na dziobie-pusty,

TK3- FRESH WATER (centralny) Zbiornik wody słodkiej centralny na rufie-około 1m³

Zanurzenie kutra około 2.7 m na śródokręciu,

Załoga na kutrze – trzy osoby.



Rys. Rozkład mas na kutrze WŁA – 67 przed wypadkiem.

ITEM	WEIGHT	LCG	VCG	ML	MV	FSM
Provisions	0.10	3.000	3.200	0.300	0.320	
Crew & Effect	0.50	4.000	3.700	2.000	1.850	
Fishing Equipment	0.50	5.502	3.431	2.751	1.716	
Total	1.10	4.592	3.532	5.051	3.886	
FUEL						
TK5-STORAGE P	0	7.253	1.513	0.000	0.000	0.04
TK6-SERVICE	0.15	6.008	1.4	0.901	0.210	0.06
Total	0.15	6.008	1.400	0.901	0.210	0.10
MISCELENOUS						
FW TK4 C	0	15.214	0.711	0.000	0.000	1.28
FW TK3 C	1.00	0.700	1.700	0.700	1.700	
FECAL TK7 P	0.00	0.589	2.110	0.000	0.000	0.00
BW TK1-VOID C	0	17.120	1.050	0.000	0.000	0.00
Total	1	0.700	1.700	0.700	1.700	1.28



RSW_TANKS						
HOLD1-RSW C	10.00	10.152	1.020	101.520	10.200	2.3
HOLD1-RSW P	2.50	10.106	0.600	25.265	1.500	0.9
HOLD1-RSW S	2.50	10.106	0.600	25.265	1.500	0.9
HOLD2- RSW C	8.00	13.229	1.400	105.832	11.200	1.41
HOLD2-RSW P						
HOLD2-RSW S						
Total	23.00	11.212	1.061	257.882	24.400	5.51
LIGHT SHIP	71.71	7.813	1.939	560.270	139.046	
FIXED	1.10	4.59	3.532	5.051	3.886	
TANKS	1	0.700	1.700	0.700	1.700	1.28
FO	0.15	6.008	1.400	0.901	0.210	0.10
HOLDS	23.00	11.21	1.061	257.88	24.40	5.51
Total	96.96	8.507	1.745	824.804	169.241	6.89

Tabela Rozkład mas na statku WŁA-67 przed wypadkiem

Opis	Symbol	Wartości	
Zanurzenie średnie	T	2.10	m
Zanurzenie na PD	TD	1.909	m
Zanurzenie na PR	TR	2.273	m
Zanurzenie maksymalne	TMAX	2.673	m
Przełębienie	t	-0.364	m
Wyporność	D	96.96	t
Wysokość metacentrum	KM	2.633	m
Wysokość środka masy	KG'	1.817	m
Wysokość metacentryczna	GM'	0.816	m
Przechył statku	φ	0	°
Amplituda kołysania	φ_a	16.5	°
Ciśnienie wiatru	qw	204.2	N/m ²
Powierzchnia nawiewu	Fw	60.5	m ²
Wysokość pow. nawiewu od wodnicy	zw	1.73	m
Ramię wiatrowe	lw	0.022	m



Kąt zalewania	φF	60.4	°
---------------	-------------	------	---

Tabela. Stan statku

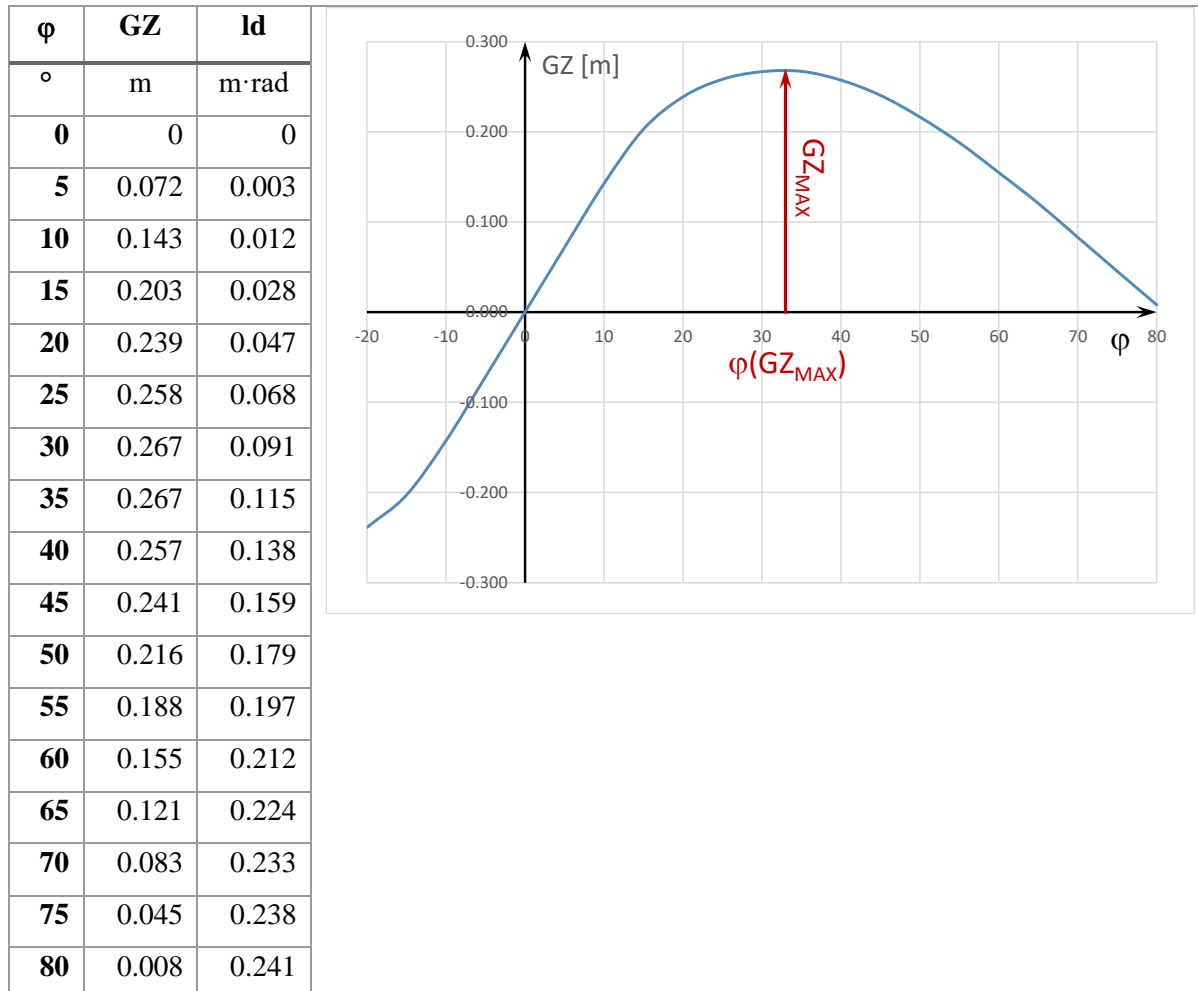
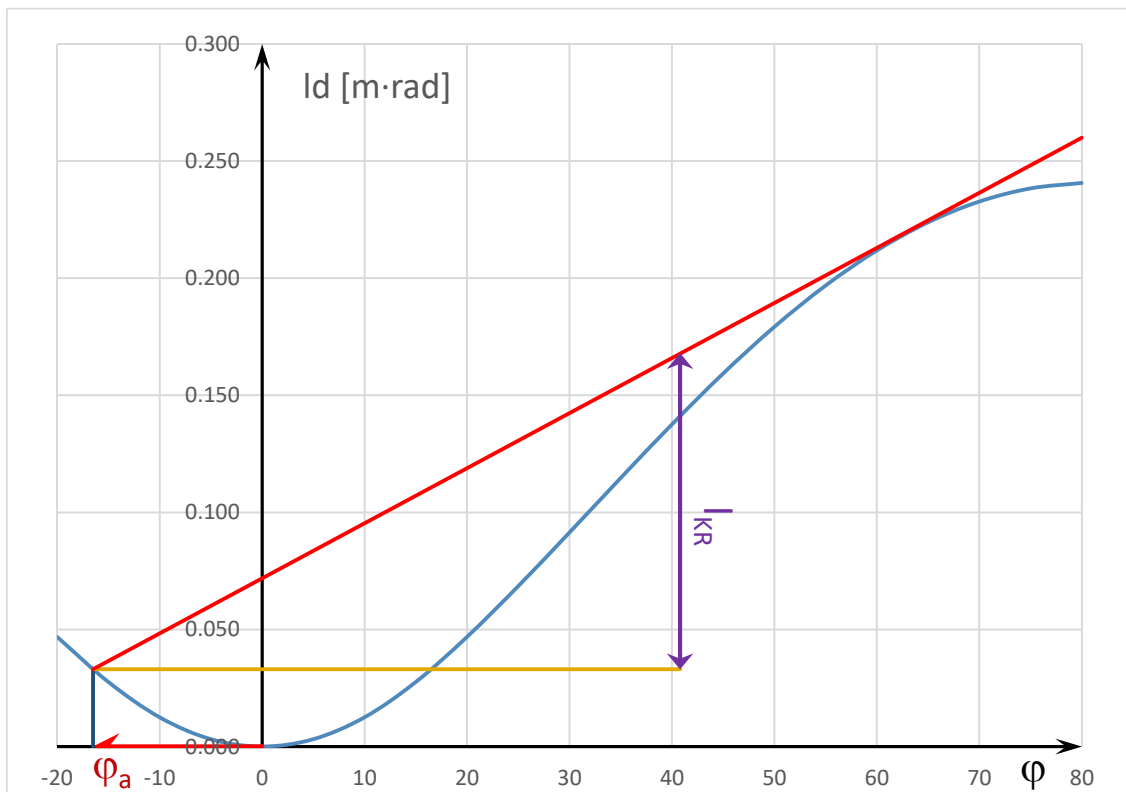


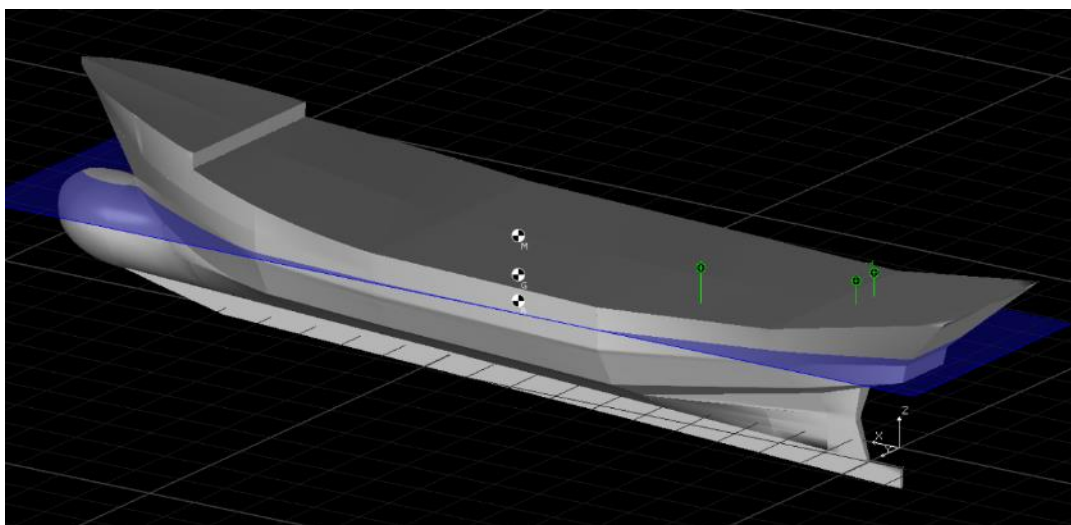
Tabela Ramiona prostujące GZ



Rys. Krzywa ramion dynamicznych I_d . Kryterium podstawowe

Lp.	Kryterium		Uzyskane	Wymagane	Status
1	Maksymalne ramię prostujące	GZ_{MAX}	0.27 m	0.25 m	Spelnione
2	Kąt maksymalnego ramienia prostującego	$\varphi(GZ_{MAX})$	33°	25°	Spelnione
3	Zakres dodatnich ramion prostujących	φ_R	60.4°	60°	Spelnione
4	Wysokość metacentryczna	GM'	0.816 m	0.50 m	Spelnione
5	Pogodowe	K	6.0	1.00	Spelnione

Tabela Kryteria Stateczności PRS



Rys. Stan statku przed wypadkiem WŁA-67.

Symulacja zalania maszynowni

Faktem jest zalanie maszynowni przez nieszczelność położoną poniżej linii wodnej statku. Zakładając, że przyczyną nieszczelności było uszkodzenie rurociągu doprowadzającego wodę morską do kadłuba (system chłodzenia silnika) można oszacować czas zalewania maszynowni.

Średnicę otworu przyjęto jako 3 cale (7.62 cm) równą średnicy rurociągu. Z prawa Torricellego prędkość wpływu wody przez otwór jest równa:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \text{ [m/s]}$$

Ilość wody przedostającej się do maszynowni w jednostce czasu J jest równa:

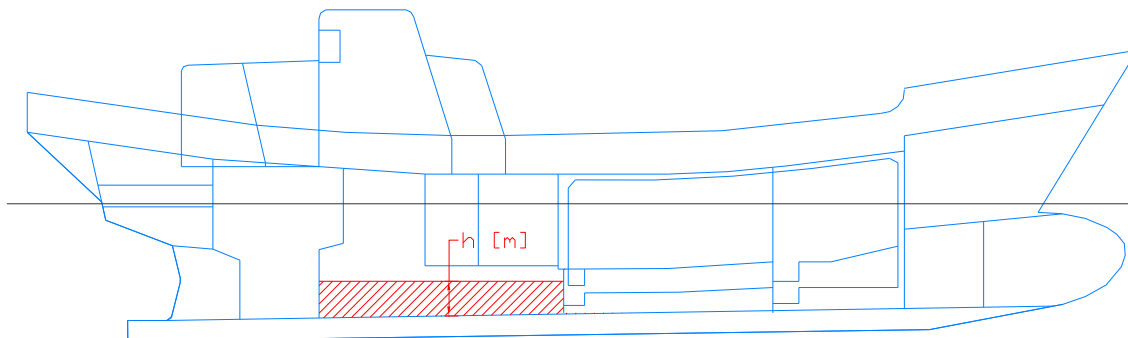
$$J = v \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Czas potrzebny do zalania maszynowni został określony z wyrażenia:

$$\tau = \sum_{h=2.0}^{h=0.0} \frac{\Delta v_w(h)}{60 \cdot v(h)} \text{ [min]}$$

gdzie: h – wysokość słupa wody zaburtowej [m],

Wysokość umieszczenia kingstonu założono na 0.20 m od PP. stąd początkowa wysokość słupa wody wynosi 2.00 m. W analizie zalewania maszynowni uwzględniono zmiany słupa wody wywołane zmianą zanurzeń statku. Wlot wody do wnętrza maszynowni przyjęto na 7.0 m od PR (kingston).



Rys. Wysokość zalania maszynowni – h [m]

H [m]	T [m]	t [m]	TR [m]	TD [m]	h [m]	m [t]	Czas [min]
0.20	2.08	-0.485	2.326	1.841	1.93	0.489	0.29
0.30	2.09	-0.495	2.336	1.841	1.83	0.892	0.54
0.40	2.10	-0.508	2.349	1.841	1.74	1.417	0.86
0.50	2.10	-0.521	2.364	1.843	1.65	2.063	1.28
0.60	2.11	-0.539	2.383	1.844	1.56	2.836	1.79
0.70	2.12	-0.562	2.405	1.843	1.47	3.756	2.42
0.80	2.14	-0.584	2.430	1.846	1.39	4.830	3.17
0.90	2.15	-0.610	2.458	1.848	1.31	6.062	4.06
1.00	2.17	-0.640	2.490	1.850	1.23	7.441	5.08
1.10	2.19	-0.668	2.523	1.855	1.15	8.899	6.21
1.20	2.21	-0.698	2.556	1.858	1.07	10.407	7.41
1.30	2.23	-0.724	2.590	1.866	0.99	11.961	8.70
1.40	2.25	-0.754	2.624	1.870	0.91	13.562	10.08
1.50	2.27	-0.782	2.658	1.876	0.84	15.211	11.57
1.60	2.29	-0.812	2.694	1.882	0.76	16.906	13.17
1.70	2.31	-0.845	2.729	1.884	0.68	18.647	14.91
1.80	2.33	-0.874	2.765	1.891	0.61	20.435	16.81
1.90	2.35	-0.901	2.800	1.899	0.53	22.245	18.86
2.00	2.37	-0.929	2.836	1.907	0.45	24.062	21.09
2.10	2.39	-0.942	2.870	1.928	0.38	25.883	23.52
2.20	2.42	-0.991	2.911	1.920	0.30	27.713	26.26

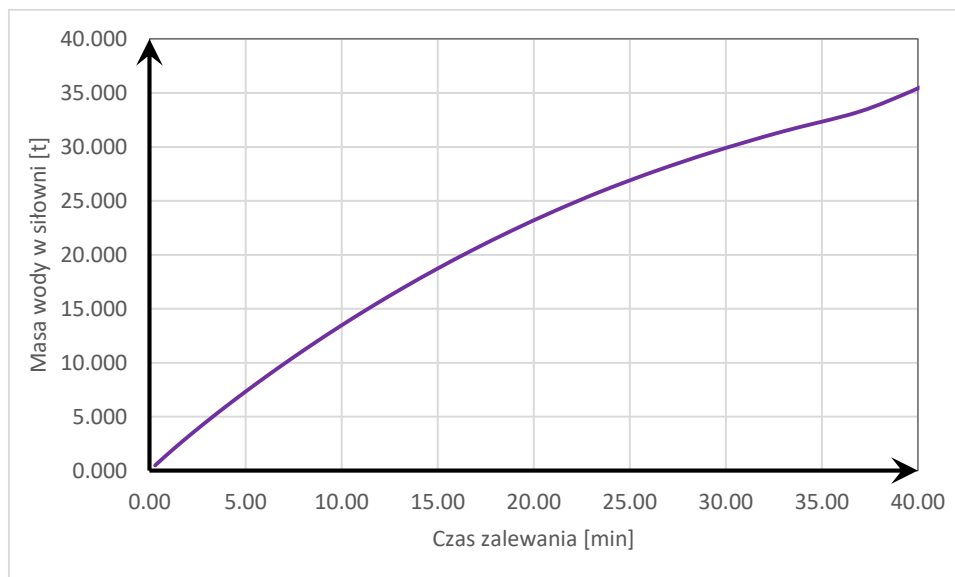


2.30	2.45	-1.050	2.972	1.922	0.24	29.549	29.36
2.40	2.49	-1.132	3.051	1.919	0.18	31.390	32.89
2.50	2.53	-1.256	3.161	1.905	0.14	33.239	36.91
2.60	2.74	-2.060	3.776	1.716	0.33	35.094	39.59
2.70	2.93	-2.693	4.275	1.582	0.47	35.798	40.44

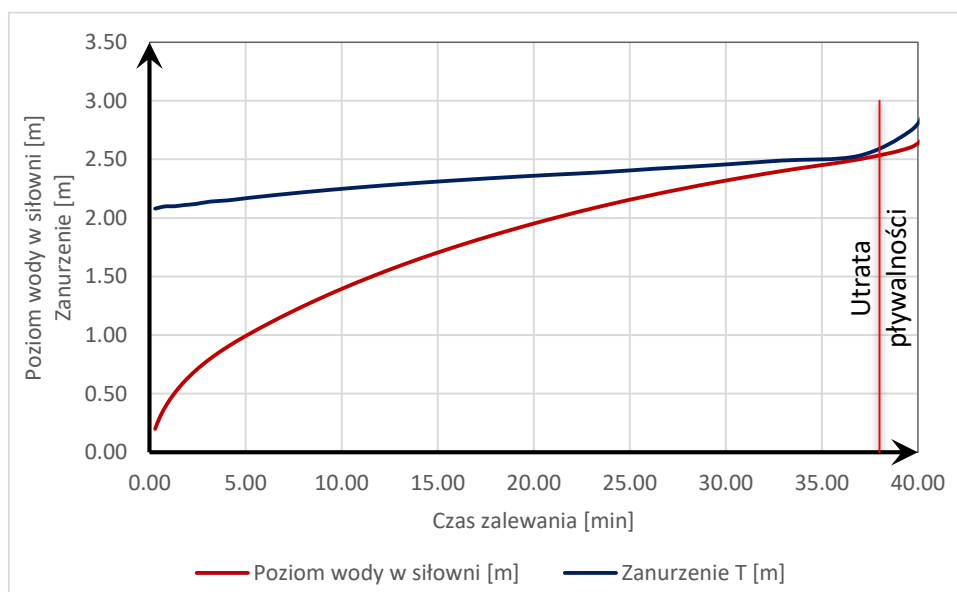
Tabela. Parametry zalewania maszynowni i czas zalewania

Całkowity czas zalewania wyniósł 40.4 min.

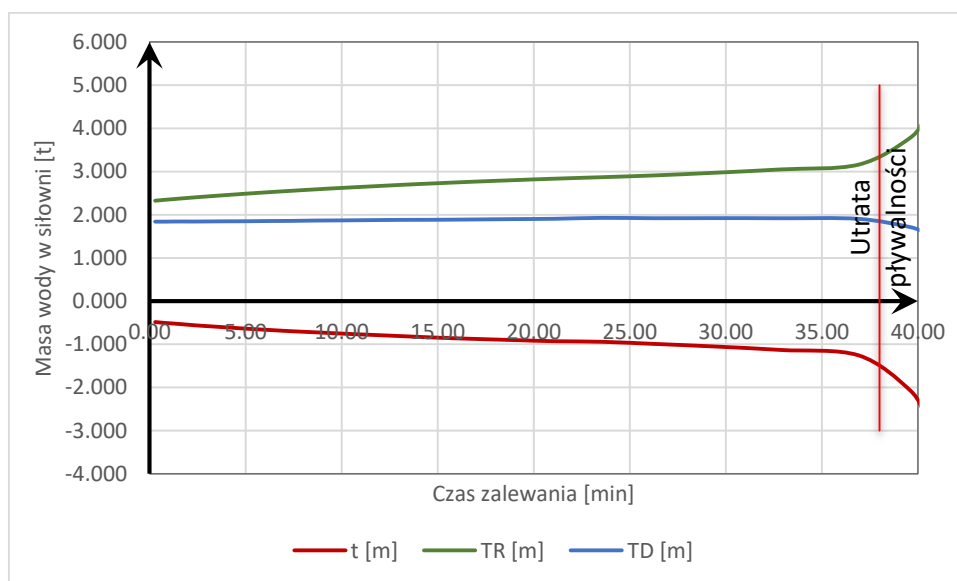
Uzyskana wartość odpowiada z wysłuchaniem załogi, co do czasu zatapiania kutra.



Rys. Masa wody w maszynowni w odniesieniu do czasu zatapiania



Rys. Poziom wody i zanurzenie średnie w czasie zatapiania maszynowni



Rys. Przeglębienie i zanurzenia statku na dziobie i rufie podczas zatapiania

Od 36 min. następuje zwiększenie przyrostu przeglębienia na rufę na skutek wejścia pokładu do wody.

Symulacja zatapiania kutra WŁA-67

Symulację wykonano na modelu 3D kutra WŁA – 67.

Stan Początkowy - C0

Początkowy przechył statku 2° LB, moment przechylający 2.52 tm

Współczynnik zatapialności maszynowni: 0.90 m

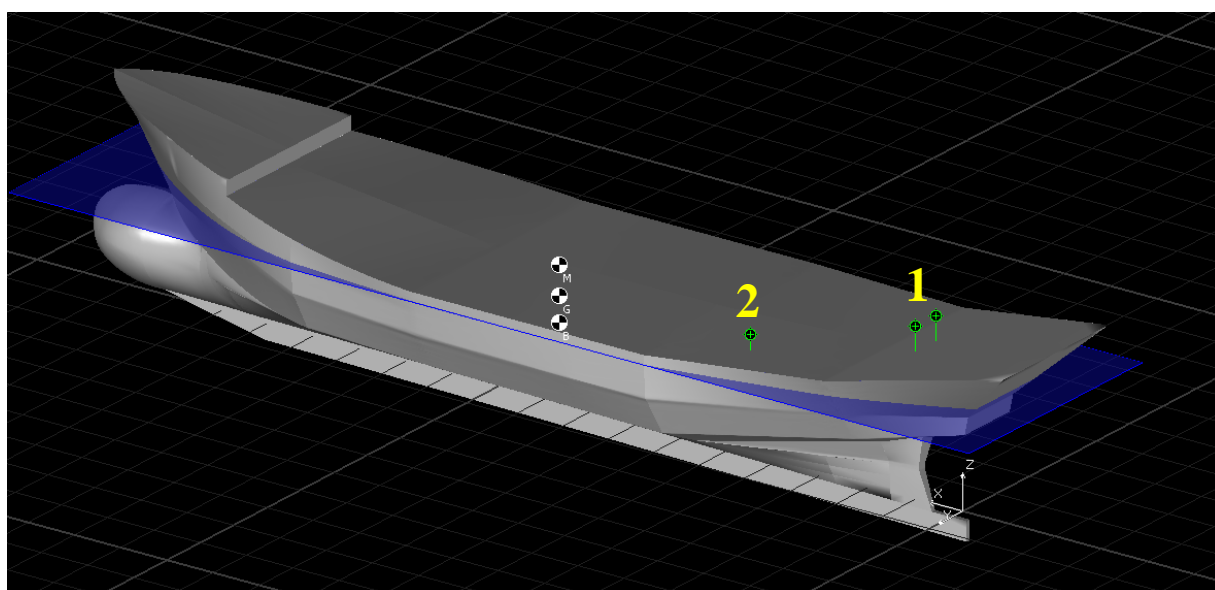
Do oceny stateczności użyto metodę przyjętej masy

Moment przechylający nie zmienia się w czasie zalewania maszynowni.

Punkty zalewania statku:

Punkt 1: Drzwi do kambuza (Informacja o Stateczności, str. 50): $x = 0.80$ m, $y = \pm 0.30$ m, $z = 3.40$ m

Punkt 2: Drzwi do maszynowni: $x = 3.50$ m, $y = \pm 1.45$ m, $z = 3.40$ m



Rys. Punkty zalewania kutra WŁA - 67

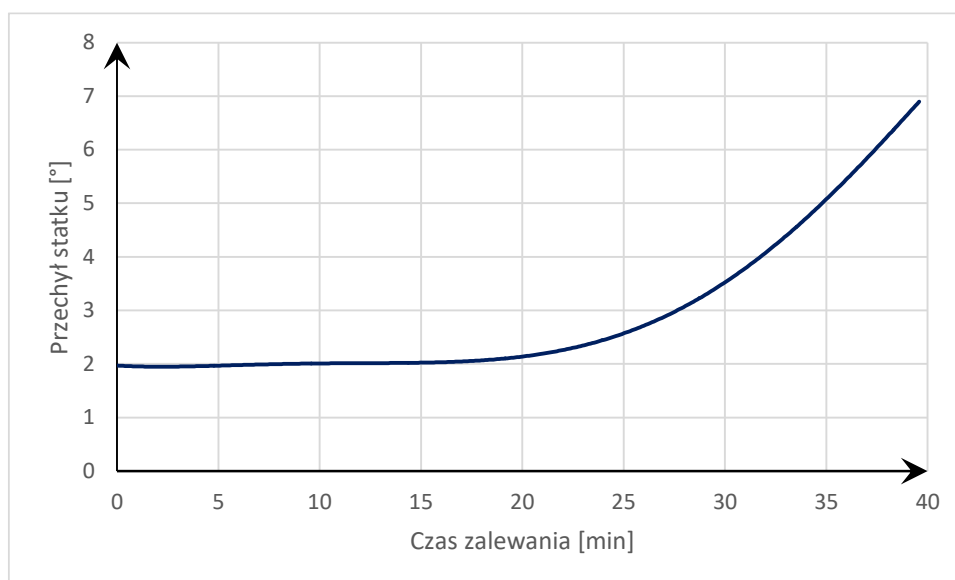
Lp.	Stan	h [m]	m [t]	D	LCG	TCG	VCG	FSM	VCG'
1	C0	0.00	0.00	96.998	8.505	-0.026	1.745	6.898	1.816
2	C1	0.50	2.063	99.023	8.452	-0.025	1.715	9.030	1.807
3	C2	1.00	7.441	104.401	8.325	-0.024	1.667	22.670	1.884
4	C3	1.50	15.211	112.171	8.163	-0.022	1.639	35.120	1.952
5	C4	2.00	24.062	121.022	8.005	-0.021	1.647	43.300	2.005
6	C5	2.50	33.239	130.199	7.861	-0.019	1.690	32.790	1.942
7	C6	2.60	35.094	132.054	7.839	-0.019	1.702	22.570	1.873

Tabela. Parametry statku podczas zalewania maszynowni cz. 1

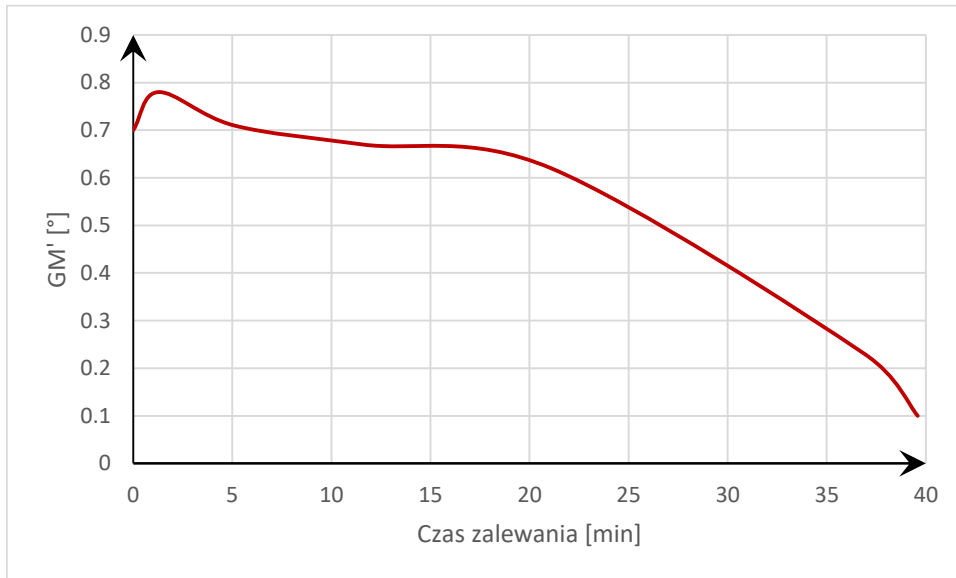


Lp.	Stan	h [m]	T [m]	t [m]	TD [m]	TR [m]	GM [m]	GM' [m]	φ [°]
1	C0	0.00	2.08	-0.48	1.84	2.32	0.77	0.70	2.0
2	C1	0.50	2.10	-0.52	1.84	2.36	0.87	0.78	1.9
3	C2	1.00	2.17	-0.64	1.85	2.49	0.93	0.71	2.0
4	C3	1.50	2.27	-0.78	1.88	2.66	0.98	0.67	2.0
5	C4	2.00	2.31	-0.92	1.91	2.83	0.98	0.62	2.2
6	C5	2.50	2.49	-1.26	1.91	3.16	0.48	0.23	5.8
7	C6	2.60	2.71	-1.91	1.75	3.67	0.27	0.10	6.9

Tabela. Parametry statku podczas zalewania maszynowni cz. 2



Rys. Przechyl statku w czasie zalewania maszynowni.



Rys. Wysokość metacentryczna statku w czasie zalewania maszynowni

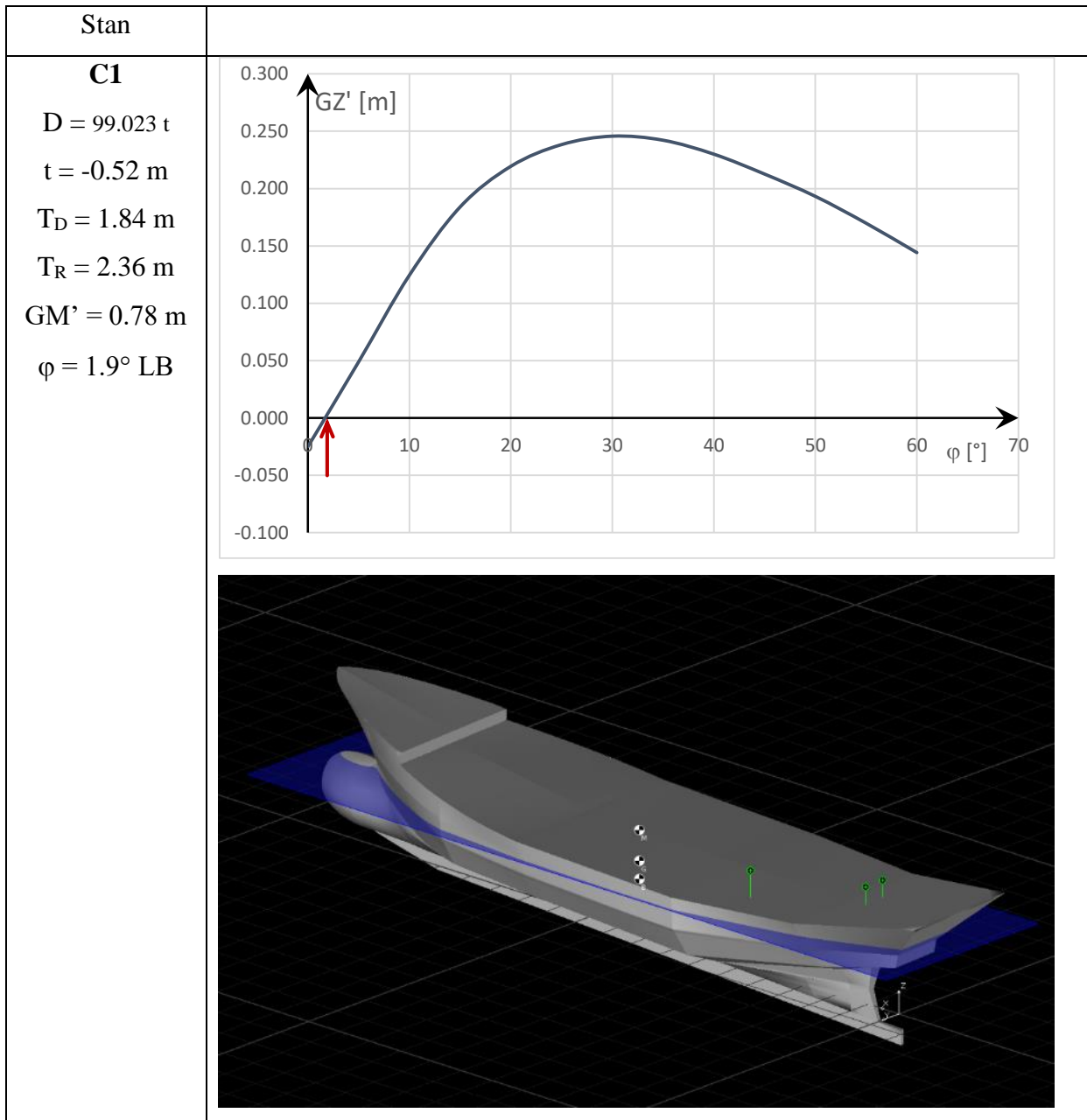


Tabela: Stan statku w czasie zalewania maszynowni - stan C1

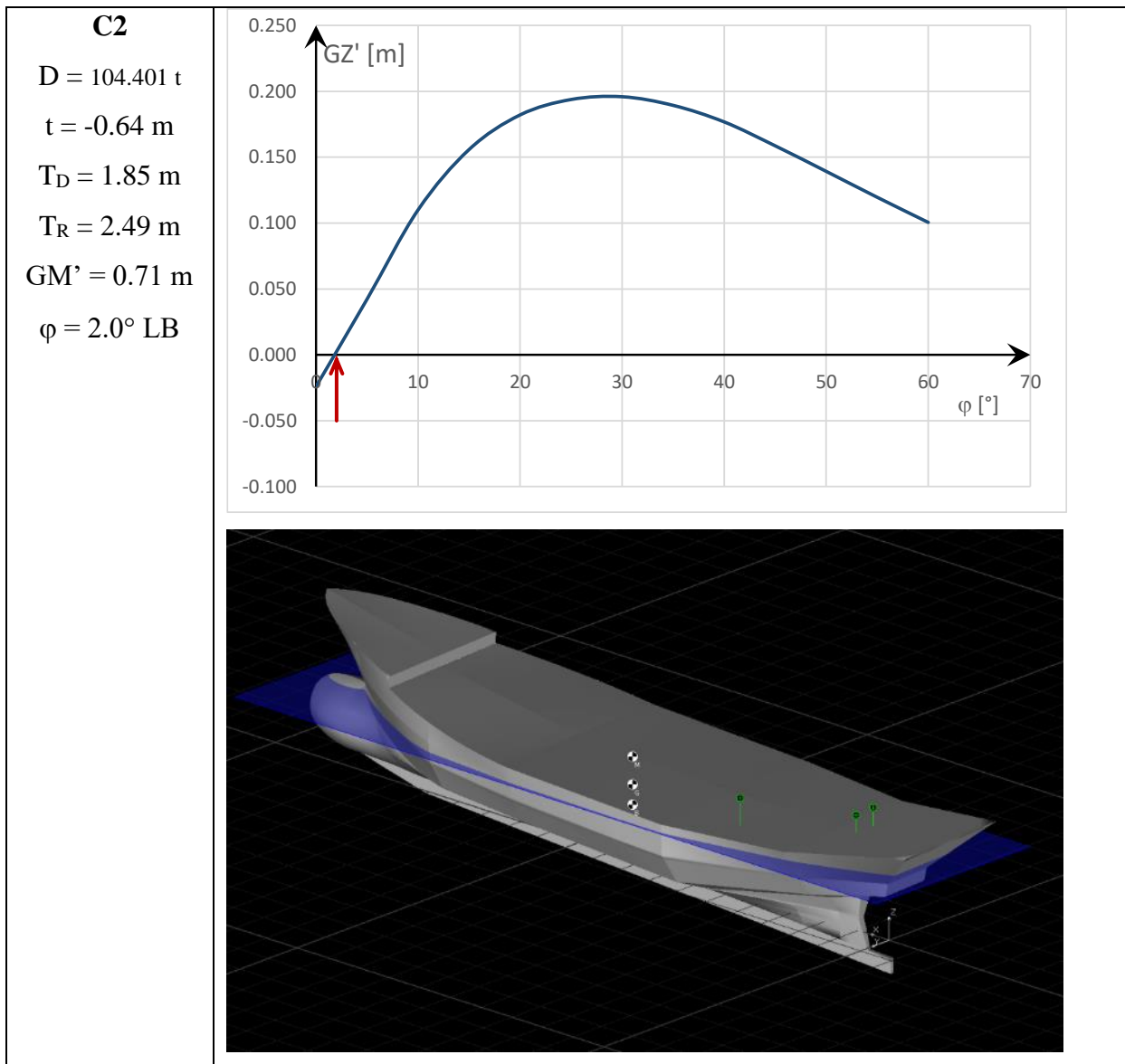


Tabela. Stan statku w czasie zalewania maszynowni - stan C2

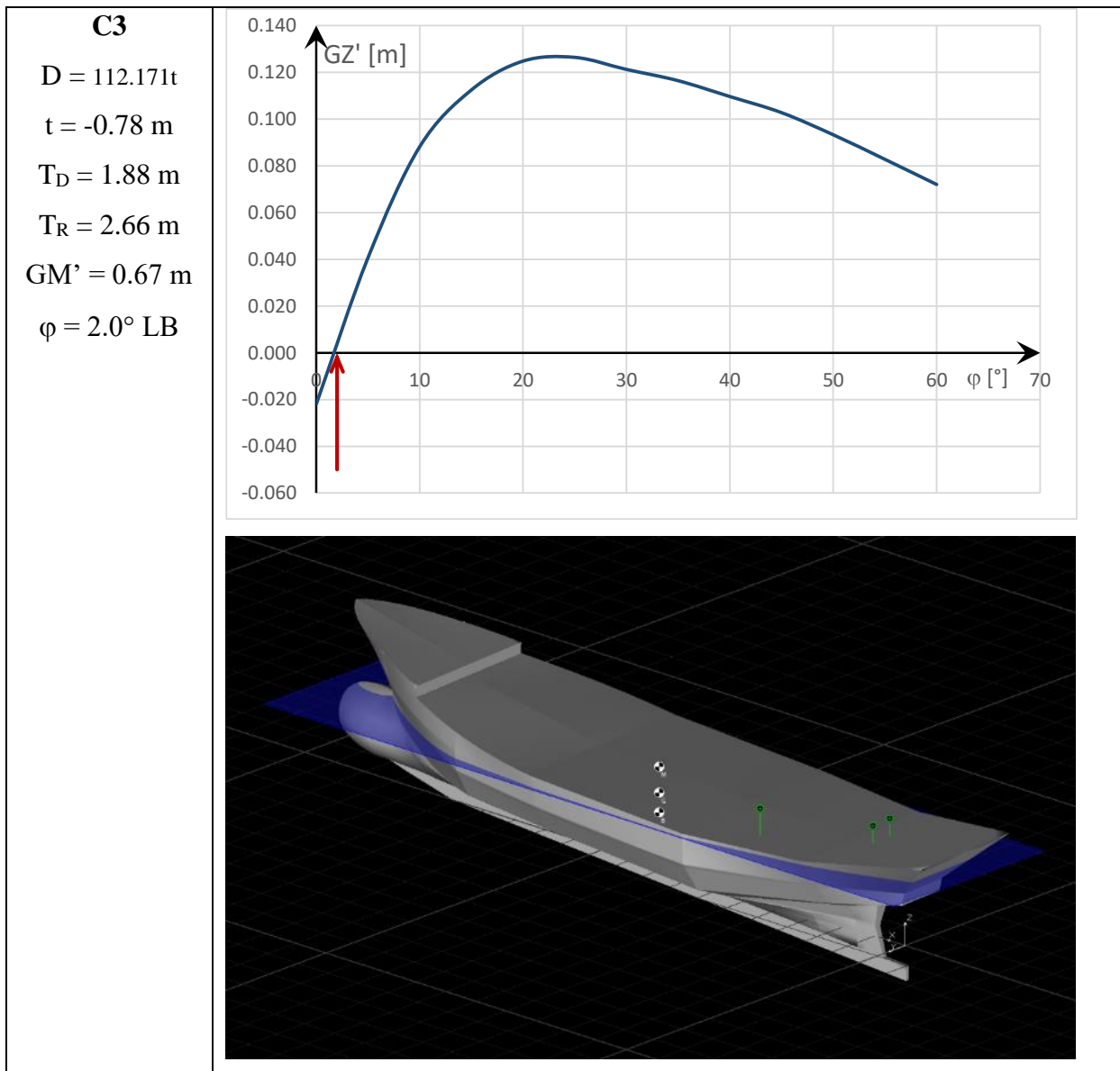


Tabela. Stan statku w czasie zalewania maszynowni - stan C3

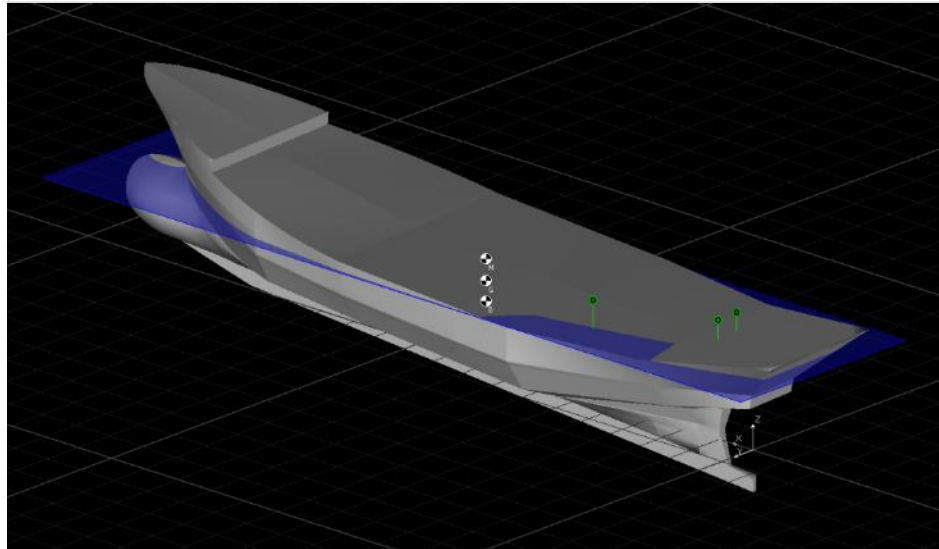
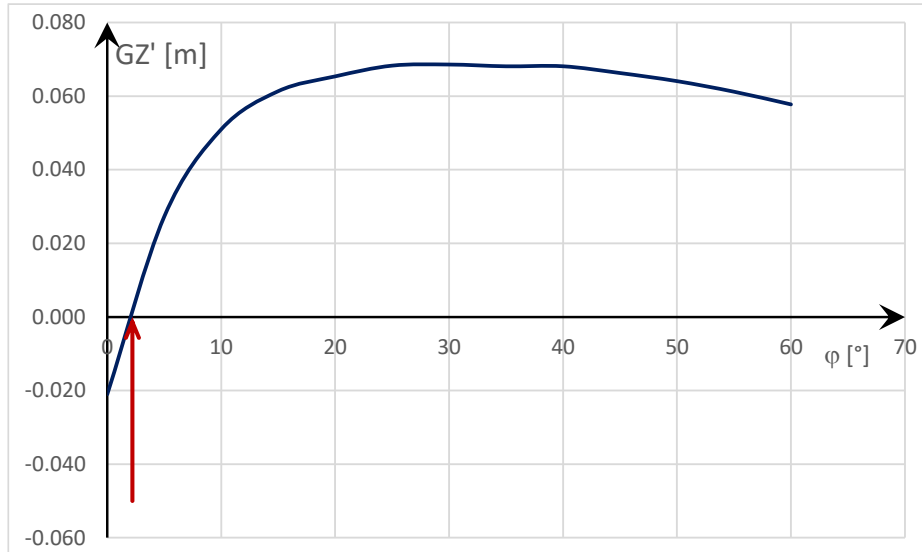
C4 $D = 121.022 \text{ t}$ $t = -0.92 \text{ m}$ $T_D = 1.91 \text{ m}$ $T_R = 2.83 \text{ m}$ $GM' = 0.62 \text{ m}$ $\varphi = 2.2^\circ \text{ LB}$ 

Tabela: Stan statku w czasie zalewania maszynowni - stan C4

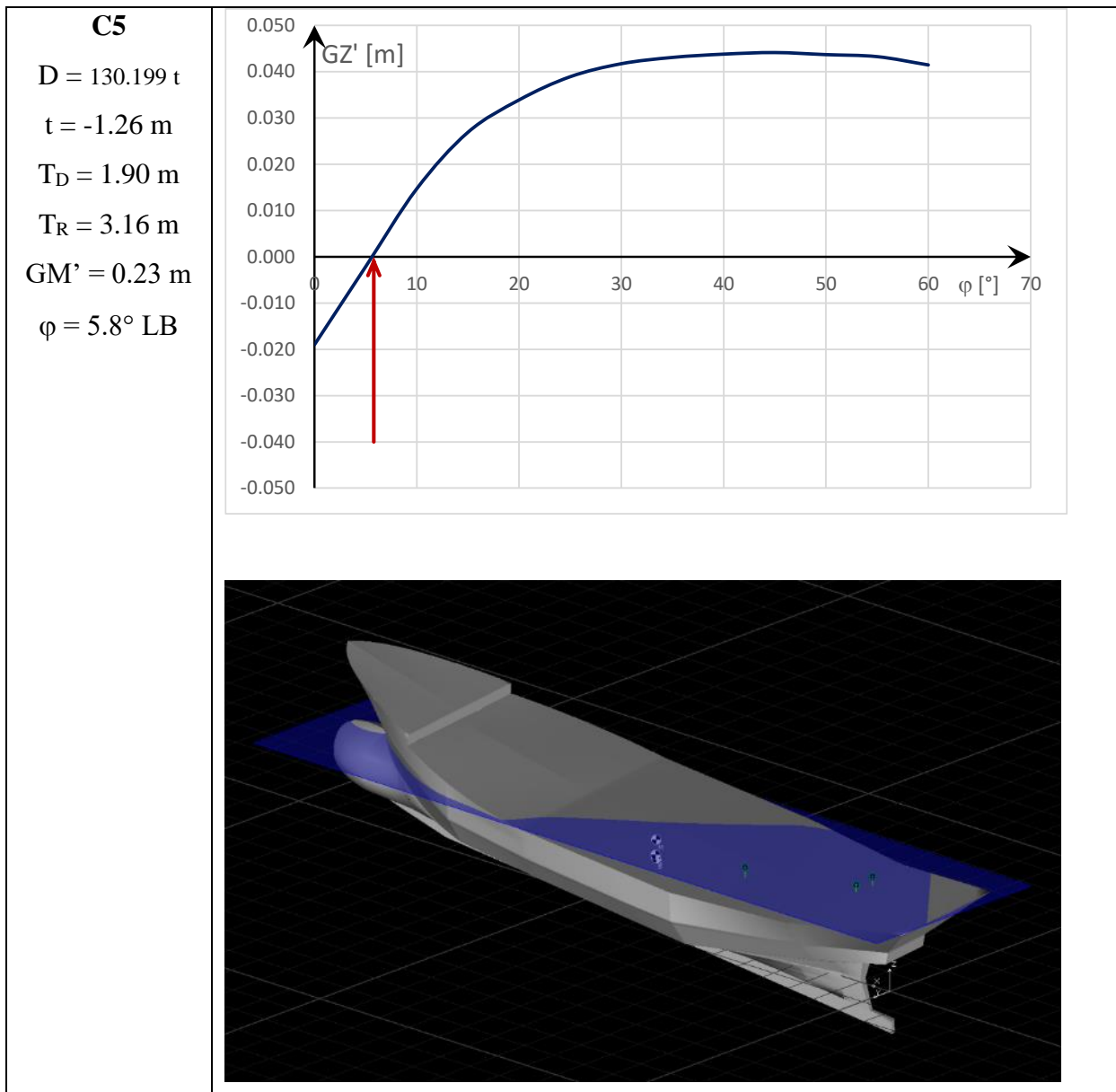


Tabela: Stan statku w czasie zalewania maszynowni - stan C5

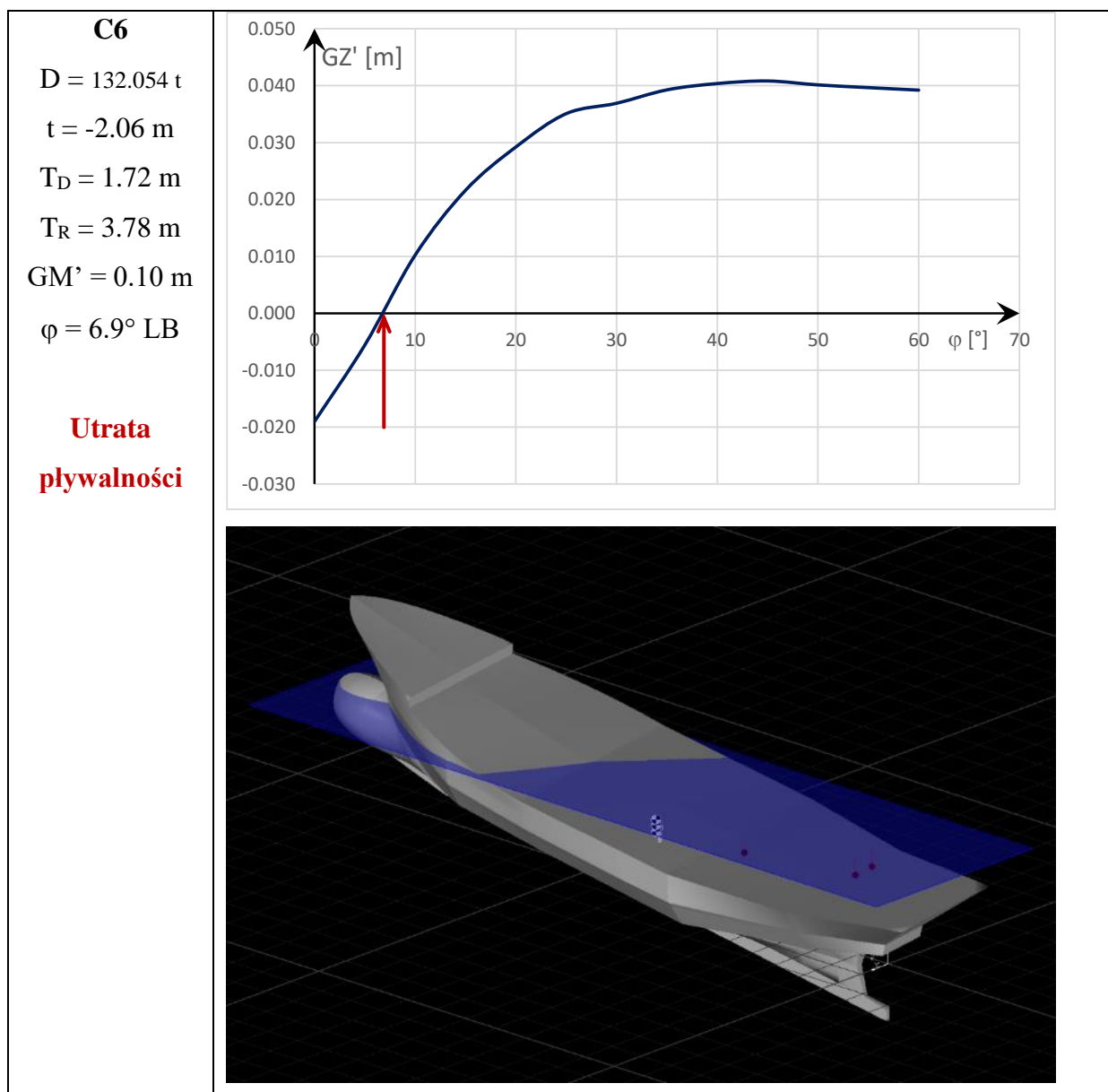


Tabela: Stan statku w czasie zalewania maszynowni – stan C6

W około 38 min. wchodzi do wody dolna krawędź drzwi do pomieszczenia załogowego i statek traci pływalność.

Spis oznaczeń i skrótów

v [m/s] – Prędkość napływu wody

V [m³] – Objętość

φ [°] – Kąt przechyłu poprzecznego



PR – Pion Rufowy

PD – Pion Dziobowy

PP – Płaszczyzna Podstawowa

PS – Płaszczyzna Symetrii

T [m] – Zanurzenie średnie

T_D [m] – Zanurzenie dziobu

T_R [m] – Zanurzenie rufy

t [m] – Przeglębienie

KG, VCG, ZG [m] – Wysokość środka masy statku

LCG, XG [m] – Odcięta środka masy statku

FSM [tm] – Moment swobodnych powierzchni cieczy

FSC [m] – Poprawka na swobodne powierzchnie cieczy

GM [m] – Wysokość metacentryczna

GM' [m] – Wysokość metacentryczna poprawiona o swobodne powierzchnie cieczy

KMT [m] – Wysokość metacentrum poprzecznego

GZ [m] – Ramię prostujące

ld [m·rad] – Ramię dynamiczne

LCF [m] – Odcięta środka ciężkości wodnicy

LCB [m] – Odcięta środka wyporu

D, Δ [t] – Wyporność statku

t [min] – Czas napływu wody

h [m] – Wysokość zalania wodą

Tabela nr 1. Skalowanie przedziału maszynowni

h [m]	V [m³]	LCG [m]	VCG [m]	IT [m⁴]
0.0	0.044	5.319	-0.027	0.009
0.1	0.227	5.779	0.04	0.081
0.2	0.540	5.903	0.106	0.289
0.3	0.986	5.957	0.172	0.726
0.4	1.566	5.986	0.239	1.438
0.5	2.280	6.004	0.305	2.563
0.6	3.136	6.021	0.373	4.412



0.7	4.152	6.034	0.441	7.216
0.8	5.340	6.041	0.51	11.075
0.9	6.702	6.045	0.579	16.125
1.0	8.227	6.046	0.648	20.724
1.1	9.839	6.044	0.714	23.141
1.2	11.506	6.042	0.777	25.394
1.3	13.224	6.041	0.839	27.784
1.4	14.994	6.039	0.899	30.318
1.5	16.816	6.039	0.959	33.010
1.6	18.690	6.038	1.018	35.829
1.7	20.615	6.037	1.077	38.839
1.8	22.593	6.037	1.136	41.526
1.9	24.594	6.036	1.194	42.031
2.0	26.602	6.035	1.251	42.483
2.1	28.616	6.034	1.307	42.924
2.2	30.639	6.033	1.363	43.354
2.3	32.668	6.032	1.418	43.808
2.4	34.705	6.031	1.473	44.284
2.5	36.749	6.031	1.527	44.724
2.6	38.799	6.030	1.581	45.201
2.7	39.578	6.022	1.601	5.976

Tabela nr 2 Dane hydrostatyczne WŁA-67. Model 3D. Przeglębienie 0.00 m

T [m]	D [t]	LCB [m]	VCB [m]	KMT [m]	LCF [m]	TPC [t/cm]	BMT [m]	BML [m]	MCT [tm/cm]
0.00	0.7	7.034	-0.205	-0.183	6.894	0.03	0.021	66.944	0.027
0.10	1.1	7.082	-0.104	0.007	7.638	0.06	0.112	74.163	0.047
0.20	1.9	7.702	0.011	0.302	8.981	0.11	0.292	105.435	0.114
0.30	3.3	8.368	0.112	0.592	9.511	0.16	0.480	91.449	0.168
0.40	5.2	8.822	0.199	0.870	9.685	0.21	0.671	76.938	0.220
0.50	7.6	9.113	0.278	1.121	9.794	0.26	0.842	64.134	0.266
0.60	10.5	9.310	0.353	1.408	9.845	0.31	1.055	53.961	0.307
0.70	13.9	9.438	0.426	1.725	9.797	0.37	1.299	47.155	0.354
0.80	17.8	9.510	0.497	2.043	9.717	0.42	1.546	41.780	0.402
0.90	22.2	9.541	0.568	2.364	9.601	0.47	1.795	37.526	0.452
1.00	27.2	9.542	0.638	2.600	9.495	0.52	1.962	33.898	0.501
1.10	32.6	9.524	0.706	2.555	9.353	0.55	1.848	30.555	0.541
1.20	38.2	9.487	0.772	2.522	9.188	0.57	1.750	27.928	0.582
1.30	44.1	9.437	0.835	2.509	9.031	0.60	1.674	25.629	0.618
1.40	50.2	9.379	0.898	2.510	8.871	0.62	1.612	23.656	0.653
1.50	56.5	9.313	0.960	2.523	8.699	0.64	1.563	21.955	0.685
1.60	62.9	9.246	1.021	2.546	8.542	0.66	1.525	20.244	0.708
1.70	69.7	9.176	1.082	2.580	8.386	0.68	1.498	18.690	0.723
1.80	76.5	9.094	1.142	2.605	8.240	0.69	1.464	17.169	0.727



1.90	83.5	9.021	1.201	2.581	8.132	0.70	1.380	15.512	0.723
2.00	90.5	8.950	1.259	2.564	8.075	0.70	1.305	14.422	0.733
2.10	97.6	8.886	1.316	2.557	8.055	0.71	1.241	13.778	0.759
2.20	104.8	8.828	1.373	2.559	8.021	0.72	1.186	13.332	0.793
2.30	112.0	8.772	1.430	2.570	7.981	0.74	1.140	13.016	0.829
2.40	119.4	8.722	1.488	2.588	7.934	0.75	1.100	12.760	0.867
2.50	127.1	8.675	1.545	2.609	7.883	0.76	1.063	12.522	0.906
2.60	134.8	8.628	1.603	2.634	7.829	0.78	1.031	12.324	0.947
2.70	140.1	8.598	1.643	2.037	8.229	0.41	0.395	10.961	0.886
2.80	143.6	8.601	1.669	1.881	9.514	0.27	0.213	8.319	0.716
2.90	146.1	8.615	1.689	1.832	9.223	0.22	0.143	7.745	0.684
3.00	148.0	8.622	1.705	1.797	8.947	0.16	0.093	6.592	0.606



Tabela nr 3. Ramiona stateczności kształtu WŁA-67. Model 3D. Przeglębienie 0.00 m

T [m]	D [t]	Kąty przechyłu [°]											
		5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0
0.0	0.7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.474	1.265	2.036	2.211	2.296	2.366	2.420
0.1	1.1	0.003	0.005	0.010	0.025	0.128	0.781	1.390	1.972	2.228	2.311	2.370	2.414
0.2	1.9	0.027	0.056	0.093	0.153	0.416	0.966	1.487	1.952	2.226	2.309	2.366	2.409
0.3	3.3	0.052	0.110	0.180	0.312	0.620	1.015	1.483	1.891	2.201	2.296	2.362	2.413
0.4	5.2	0.077	0.160	0.271	0.468	0.735	1.043	1.412	1.813	2.136	2.270	2.355	2.418
0.5	7.6	0.100	0.213	0.367	0.575	0.807	1.067	1.375	1.713	2.026	2.233	2.340	2.399
0.6	10.5	0.125	0.269	0.450	0.647	0.857	1.091	1.355	1.632	1.925	2.166	2.299	2.359
0.7	13.9	0.153	0.324	0.509	0.697	0.896	1.115	1.346	1.586	1.841	2.090	2.232	2.299
0.8	17.8	0.181	0.368	0.551	0.736	0.931	1.136	1.345	1.560	1.787	2.006	2.155	2.231
0.9	22.2	0.205	0.398	0.584	0.769	0.961	1.154	1.348	1.547	1.750	1.928	2.076	2.161
1.0	27.2	0.218	0.418	0.609	0.798	0.986	1.171	1.355	1.543	1.718	1.868	1.995	2.086
1.1	32.6	0.222	0.430	0.628	0.821	1.005	1.186	1.365	1.540	1.692	1.820	1.926	2.013
1.2	38.2	0.220	0.437	0.643	0.838	1.022	1.200	1.376	1.535	1.669	1.781	1.872	1.947
1.3	44.1	0.219	0.440	0.652	0.850	1.035	1.214	1.383	1.527	1.648	1.748	1.829	1.894
1.4	50.2	0.219	0.441	0.657	0.858	1.047	1.227	1.384	1.517	1.628	1.719	1.793	1.853
1.5	56.5	0.220	0.442	0.659	0.864	1.057	1.234	1.382	1.506	1.609	1.694	1.764	1.820
1.6	62.9	0.223	0.443	0.659	0.868	1.065	1.234	1.375	1.493	1.591	1.672	1.740	1.792
1.7	69.7	0.224	0.443	0.658	0.871	1.066	1.228	1.364	1.478	1.573	1.651	1.718	1.768
1.8	76.5	0.225	0.444	0.660	0.871	1.059	1.216	1.349	1.460	1.554	1.634	1.698	1.748
1.9	83.5	0.225	0.445	0.661	0.867	1.046	1.199	1.328	1.440	1.536	1.615	1.679	1.729
2.0	90.5	0.224	0.446	0.663	0.858	1.027	1.178	1.306	1.419	1.514	1.595	1.661	1.711
2.1	97.6	0.223	0.447	0.659	0.844	1.007	1.152	1.282	1.394	1.492	1.574	1.641	1.693
2.2	104.8	0.224	0.448	0.650	0.826	0.983	1.125	1.254	1.368	1.467	1.551	1.620	1.674
2.3	112.0	0.224	0.443	0.634	0.803	0.957	1.096	1.224	1.339	1.440	1.526	1.597	1.655
2.4	119.4	0.226	0.431	0.611	0.776	0.926	1.065	1.192	1.307	1.409	1.498	1.573	1.633
2.5	127.1	0.220	0.409	0.582	0.742	0.891	1.030	1.157	1.272	1.375	1.466	1.544	1.610
2.6	134.8	0.201	0.380	0.546	0.703	0.852	0.990	1.118	1.234	1.340	1.433	1.515	1.584
2.7	140.1	0.181	0.354	0.518	0.674	0.822	0.960	1.089	1.207	1.314	1.410	1.494	1.567
2.8	143.6	0.166	0.336	0.499	0.655	0.802	0.940	1.069	1.188	1.297	1.394	1.481	1.556
2.9	146.1	0.161	0.323	0.486	0.641	0.787	0.926	1.055	1.174	1.284	1.384	1.472	1.549
3.0	148.0	0.157	0.315	0.475	0.630	0.776	0.914	1.043	1.164	1.274	1.375	1.465	1.543