

WSPOMAGANIE PROCESU KSZTAŁCENIA W ZAKRESIE IDENTYFIKACJI I ANALIZY ZAGROŻEŃ PODCZAS EKSPLOATACJI STATKÓW

SUPPORTING THE PROCESS OF LEARNING ABOUT THREAT'S IDENTIFICATION AND ANALYSIS DURING EXPLOITATION OF SHIPS

Dorota Łozowicka

Paweł Chorab

Akademia Morska w Szczecinie

Wydział Nawigacyjny

ul. Wały Chrobrego 1-2

70-500 Szczecin

e-mail: d.lozowicka@am.szczecin.pl

e-mail: p.chorab@am.szczecin.pl

Magdalena Kaup

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

w Szczecinie

Wydział Techniki Morskiej i Transportu

al. Piastów 41

71-065 Szczecin

e-mail: mkaup@zut.edu.pl

Abstract: An essential element of the ship's safe operation is the correct assessment of the threats that may occur and their effects. The article concerns the possibility of applying Survey Simulator in the teaching process about the threat's identification and the analysis during the exploitation of ships. Its main goal is to present the concept of the marine staff educational process, which will increase the level of awareness in the context of responsibility for the technical condition of the ship and the safety of the crew. The article describes the basic threats that may exist during operation and their classification. Then the role and importance of Survey Simulator in the educational process is presented. The last part of the article presents the use of the simulator to identify threats in the educational process. In addition, it describes the main threats to the people staying in the area of bulk carrier.

Keywords: exploitation of ships, threats, learning process, ship's hull, safety, human factor, threats, accidents, damages.

Wprowadzenie

Warunki panujące w środowisku wodnym ograniczają funkcje bytowe osób znajdujących się na eksploatowanych jednostkach pływających, a niejednokrotnie mogą stanowić zagrożenie dla ich życia i zdrowia. Na skutek oddziaływań środowiska zewnętrznego uszkodzeniu może ulec także sam statek i/lub znajdujący się na nim ładunek. Odpowiednia konstrukcja jednostki powinna

zapewnić przeciwstawienie się siłom natury, a przez to bezpieczny przebieg podróży i zachowanie pływalności lub chociaż stateczności

Współcześnie metody, sposoby i środki zapobiegania wszelkim zagrożeniom opracowane są w wielu międzynarodowych i krajowych konwencjach, procedurach, rezolucjach itp. Jednakże praktyka wskazuje wciąż nowe przypadki zagrożeń i różne ich konsekwencje, niestety często tragiczne. W pierwszej części artykułu przedstawione zostaną

zagrożenia występujące na statkach handlowych i wpływ na ich bezpieczną eksploatację.

Dotychczas przeprowadzane analizy zaistniałych wypadków statków wskazują, że ich najczęstszymi przyczynami są zarówno niedoskonałości rozwiązań technicznych, jak i występowanie błędów człowieka. Czynnikiem ludzki stanowi słabe ogniwo w systemach bezpieczeństwa. Ważne jest zatem, aby statki były obsadzone wykwalifikowaną, doświadczoną i odpowiedzialną załogą.

W celu podnoszenia kwalifikacji zawodowych załóg statków niezbędne jest uświadamianie o możliwych zagrożeniach już na wczesnym etapie kształcenia kadr morskich i śródlądowych.

W artykule zaprezentowano możliwości wykorzystania symulatora inspekcji statku (*Survey Simulator*) opracowanego przez towarzystwo klasyfikacyjne *DNV-GL* w procesie edukacyjnym studentów uczelni morskich. Wykorzystując ten symulator możliwa jest wizualizacja skutków zagrożeń powstałych podczas niewłaściwej eksploatacji statku.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji identyfikacji i analizy zagrożeń w procesie kształcenia studentów, ze względu na istotność tych zagadnień w zapewnieniu bezpiecznej i niezawodnej eksploatacji jednostki pływającej.

Zagrożenia i ich wpływ na bezpieczną eksploatację

Zagrożenie w żegludze można zdefiniować jako każde działanie lub sekwencję zdarzeń, w wyniku którego następuje ograniczenie lub utrata warunków do niezakłóconego i bezpiecznego funkcjonowania w środowisku wodnym.

Ogólna klasyfikacja wyróżnia następujące rodzaje zagrożeń: eksploatacyjne, techniczne, nawigacyjne, hydrometeorologiczne oraz błędy ludzkie.

Za sprawą postępu technicznego udział czynników technicznych i eksploatacyjnych znacznie zmniejszył się w ogólnej liczbie awarii i wypadków floty międzynarodowej. Złe warunki hydrometeorologiczne mogą powodować ograniczenie widzialności, przechył statku, utratę stateczności a nawet zatonięcie statku. Wpływu złych warunków hydrometeorologicznych niestety nie można wyeliminować, ale można odpowiednio zarządzać jednostką, co ograniczy ich negatywne oddziaływanie [2].

Na rys. 1 przedstawiono przykłady zagrożeń mogących wystąpić w żegludze z podziałem na zagrożenia spowodowane błędami ludzkimi, konstrukcją statku i rodzajem przewożonego

ładunku (zagrożenia techniczne i eksploatacyjne), a także czynnikami zewnętrznymi o różnym charakterze w tym niekorzystne warunki hydrometeorologiczne.

W zależności od typu jednostki i jej rozwiązań architektoniczno-konstrukcyjnych można wyróżnić bardzo wiele przykładów zagrożeń, występujących na różnych etapach i fazach eksploatacji statku. Mogą one wystąpić między innymi podczas obsługi urządzeń pokładowych i przeprowadzania prac przeładunkowych, pełnienia wacht przez marynarzy czy też prac w przestrzeniach zamkniętych typu zbiorniki i ładownie. Właściwości i specyfika przewożonego ładunku mają duży wpływ na prawdopodobieństwo wystąpienia określonego rodzaju zagrożenia [4, 5].

Podczas postoju statku w porcie obowiązkowe jest pełnienie wacht przez członków załogi pokładowej co wymaga przede wszystkim dozoru urządzeń cumowniczych i trapu. Badania statystyczne pokazują, iż obsługa wciągarek cumowniczych jedną z najbardziej niebezpiecznych prac pokładowych (25,3% wszystkich wypadków spowodowane są odbiciem liny wciągarki kotwiczno-cumownicze, z kolei 48% z nich wynikało z winy uszkodzonego i nieprzestrzegania przepisów bezpieczeństwa pracy [1]).

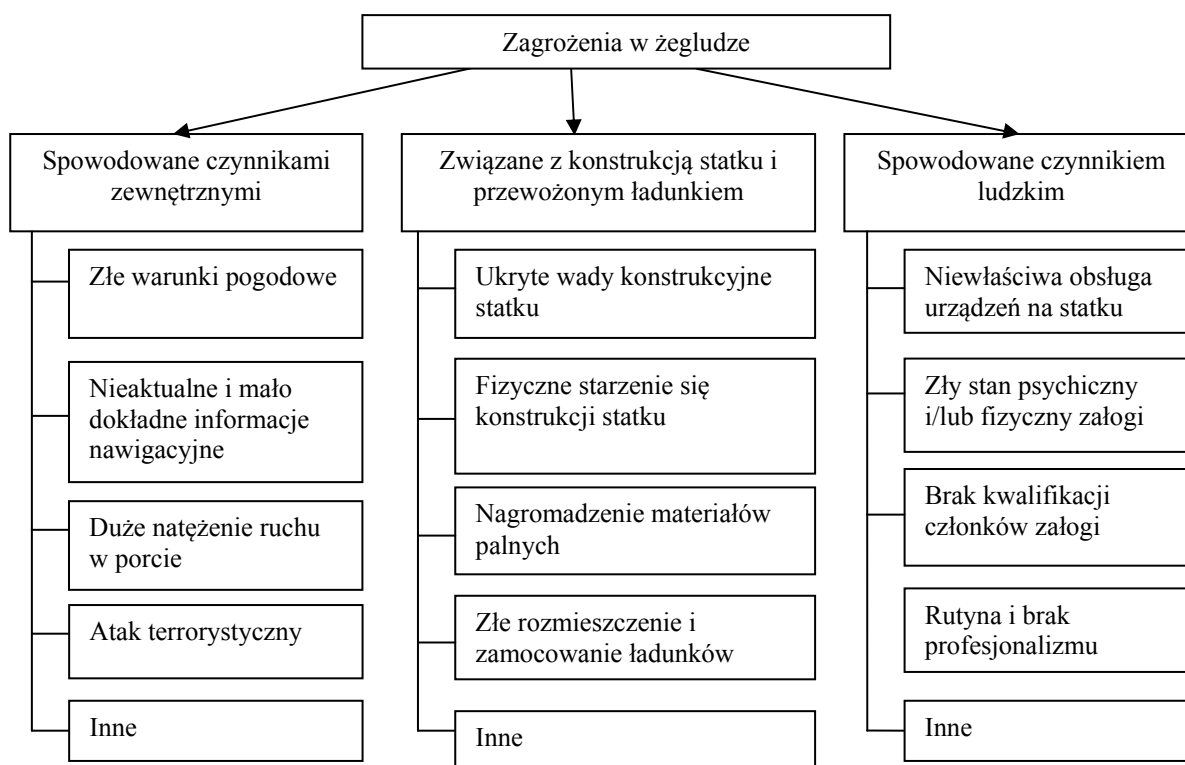
Duże zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi pracujących na statku może stanowić niewłaściwe zachowanie się oraz brak profesjonalizmu i doświadczenia w pobliżu pracującego urządzenia przeładunkowego. Urządzenia takie powinny być obsługiwane jedynie przez wykwalifikowanych operatorów. Ważną rzeczą jest utrzymywanie urządzeń przeładunkowych w dobrym stanie technicznym zapewniających ich bezpieczną i bezawaryjną pracę, co wymaga stałej konserwacji i przeprowadzania niezbędnych przeglądów (doraźnych, okresowych).

Stanowisko pracy na jednostce pływającej oraz drogi komunikacyjne powinny być odpowiednio zabezpieczone przed działaniem szkodliwych czynników zewnętrznych. Wszystkie drogi komunikacyjne powinny zapewnić bezpieczne przejście pomiędzy kabinami mieszkalnymi i służbowymi a stanowiskami pracy.

W przypadku przeprowadzania prac w pomieszczeniach zamkniętych istnieje ryzyko występowania substancji toksycznych i trujących oraz obniżonej zawartości tlenu. Pewne rodzaje pomieszczeń takie jak kotły, zbiorniki ściekowe lub paliwowe są często pozbawione tlenu i zawierają palne i/lub toksyczne substancje, przez co należą do najniebezpieczniejszych na statku. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości niezbędne jest przepro-

wadzenie analizy w zakresie rodzaju i specyfiki ładunku, sposobu jego opakowania i składowania, reakcji na wpływ temperatury, wilgotności tlenu itp. [1]. Na statkach stosuje się specjalne procedury określające przygotowanie i nadzorowanie prac w przestrzeniach zamkniętych w celu wyeliminowania tragicznych wypadków.

Informacje dotyczące przewożonego ładunku są niezbędne dla prawidłowego postępowania podczas transportu i prac przeładunkowych w celu wyeliminowania zagrożenia. W tabeli 1 przedstawiono wybrane przykłady zagrożeń w zależności od rodzaju przewożonego ładunku.



Rys. 1. Przykłady zagrożeń w żegludze [2].

Tabela 1. Rodzaje zagrożeń wynikające z właściwości i specyfiki ładunku [opracowanie własne].

Lp.	Rodzaj ładunku	Przykłady zagrożeń
1.	Ładunki masowe suche	<ul style="list-style-type: none"> • niesprawna wentylacja zbiorników i ładowni, • brak znajomości specyfiki ładunku przez załogę, • nagromadzenie ładunków elektrostatycznych podczas operacji przeładunkowych, • niewłaściwe roztrimowanie ładunku w ładowniach,
2.	Ładunki masowe płynne	<ul style="list-style-type: none"> • nagromadzenie ładunków elektrostatycznych podczas przewozu i operacji przeładunkowych materiałów ropopochodnych, • używanie źródeł ognia w miejscach niedozwolonych, • skażenie powietrza przez pary, gazy i cząstki stałe na chemikaliowcach, • nieprawidłowe działanie systemów pomiaru temperatury i ciśnienia ładunku na gazowcach
3.	Ładunki drobnicowe	<ul style="list-style-type: none"> • niewłaściwe oznakowanie jednostki ładunkowej, • niewłaściwe zamocowanie jednostki ładunkowej, • nieodpowiedni plan ładunkowy, • brak szczelności opakowania ładunku niebezpiecznego,

Często skutkiem wystąpienia zagrożeń wynikających ze specyfiki i właściwości ładunku są pożary i wybuchy. Istotne jest zatem w atmosferze zapalnej lub wybuchowej zachować szczególną ostrożność lub w przypadku zaistnienia sytuacji nadzwyczajnej zastosować odpowiednie środki zaradcze.

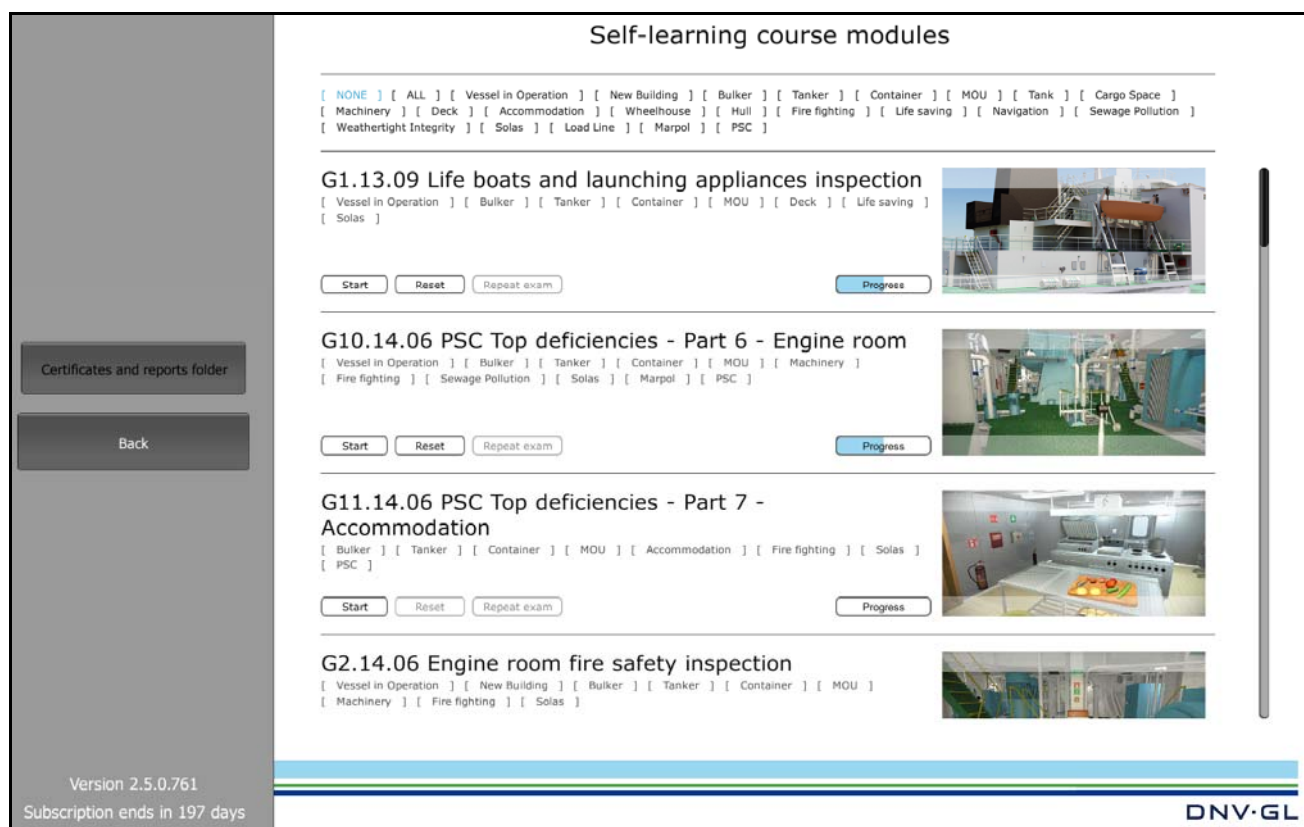
W procesie kształcenia w zakresie identyfikacji i analizy zagrożeń podczas eksploatacji statków należy zatem przekazać wiedzę i umiejętności dotyczące:

- podstawowych właściwości zagrożeń i możliwości ich wystąpienia,

- procedur i metod postępowania zaradczych,
- uświadomienia konsekwencji zagrożeń, itp.

Rola i znaczenie symulatora inspekcji statku w procesie kształcenia

Survey Simulator jest innowacyjnym rozwiązaniem, które efektywnie, kompleksowo i w sposób bezpieczny wspomaga szkolenia, poprzez wizualizację dokonywanych na statkach inspekcji (rys. 2).



Rys. 2. Survey Simulator [6].

Możliwości *Survey Simulator* takie jak wizualizacja poszczególnych obszarów na statku oraz uszkodzeń o różnym charakterze pozwala studentom zdobyć praktyczną wiedzę, użyteczną w dalszej pracy zawodowej samowystarczalne w swojej pracy.

W symulatorze istnieje możliwość poznania ponad tysiąca wirtualnych uszkodzeń na statkach, które zostały zaprogramowane w oparciu o doświadczenie inspektorów *Det Norske Veritas*, podczas rzeczywistych inspekcji przeprowadzanych co roku. Uszkodzenia te mają zarówno charakter zmęczeniowy, jak i mechaniczny.

Symulator pozwala na wizualizację skutków zagrożeń dla czterech typów statków: kontenerowca, masowca, zbiornikowca i półzanurzalnej platformy wiertniczej poprzez:

- symulowanie inspekcji statku z wyszczególnieniem obszarów kadłuba narażonych na uszkodzenia,
- posługiwanie się wirtualnymi narzędziami typu aparat fotograficzny, latarka, farba w sprayu celem katalogowania i zaznaczania symulowanych uszkodzeń,

- swobodne poruszanie się po wybranych obszarach statku, które przedstawione są za pomocą trójwymiarowych realistycznych tekstur,
- symulowanie uszkodzeń kadłuba i elementów wyposażenia statku,
- symulowanie stopnia korozji kadłuba i elementów konstrukcyjnych.

W symulatorze istnieje możliwość korzystania z wideo przewodników dla pełnego poznania jego

wszystkich opcji a także przeprowadzania kursów szkoleniowych przygotowanych przez autorów symulatora.

W pracy z symulatorem możemy wykorzystywać cztery różne moduły, które zostały zaprezentowane w tabeli 2.

Tabela 2. Moduły wykorzystywane w Survey Simulator [opracowanie własne na podstawie [6]].

Lp.	Moduł	Wyszczególnienie
1.	<i>Ship knowledge mode</i>	Obrazuje złożoność konstrukcji kadłuba oraz umożliwia poznawanie jego całej konstrukcji i poszczególnych elementów. Do modułu dołączona jest konstrukcyjna dokumentacja techniczna. Do każdego elementu konstrukcji kadłuba i wyposażenia przyporządkowane są wymagane certyfikaty
2.	<i>Areas of attention mode</i>	Przedstawia obszary w konstrukcji kadłuba szczególnie narażone na uszkodzenia poprzez ich podświetlenie podczas wirtualnej inspekcji
3.	<i>Survey requirements mode</i>	Wyodrębnia elementy w konstrukcji kadłuba podlegające szczegółowym przepisom, konwencjom lub certyfikatom, pozwala na zapoznanie się z wymaganiami dotyczącymi inspekcji i przeglądów kadłuba statku
4.	<i>Findings mode</i>	Pozwala na wizualizację uszkodzeń w kadłubie statku (pęknięcia, wybożenia, braki w wyposażeniu, inne) i umożliwia obejrzenie załączonych fotografii z przeprowadzonych wcześniej inspekcji na rzeczywistych statkach

W procesie kształcenia dotyczącym identyfikacji i analizy zagrożeń podczas eksploatacji statków szczególnie istotny jest Moduł 4. *Findings mode*. Zakres i warianty jego wykorzystania przedstawia kolejny rozdział artykułu.

Wykorzystanie symulatora inspekcji statku w identyfikacji zagrożeń w procesie kształcenia

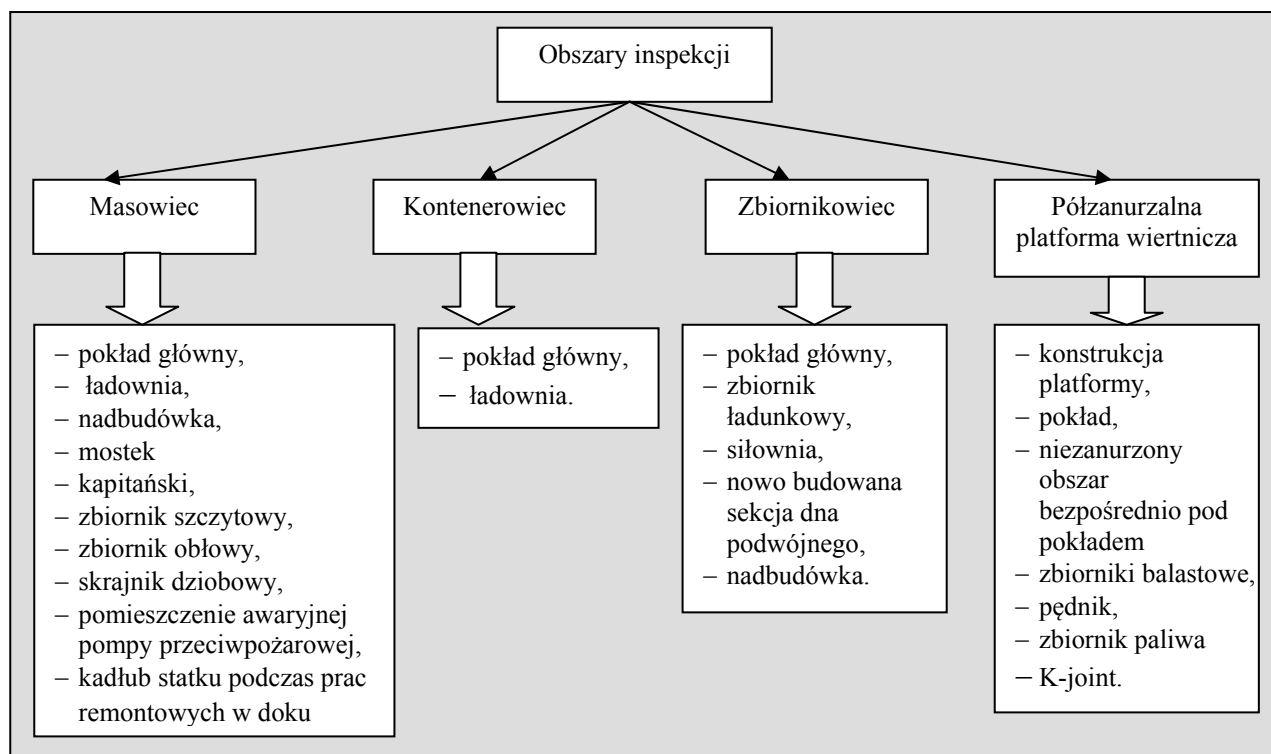
Utworzenie laboratorium dla wykorzystania w celach dydaktycznych wymaga zapewnienia wydajnych komputerów umożliwiających płynne wyświetlanie szczegółów graficznych wysokiej rozdzielczości. *Survey Simulator* jest programem wymagającym dużej mocy obliczeniowej, dlatego powinien pracować na komputerach nowszej generacji [3].

Tematyka zajęć laboratoryjnych dotyczących identyfikacji i analizy zagrożeń podczas eksploatacji statku pozwala na wzbogacenie ich za

pomocą wizualizacji przy użyciu symulatora inspekcji statku. Na rys. 3 przedstawiono wybrane obszary inspekcji na czterech różnych typach jednostek pływających.

W każdym z wymienionych obszarów możemy spodziewać się innego rodzaju zagrożeń wynikających zarówno ze specyfiki przewożonego ładunku, konstrukcji statku oraz przeprowadzanych w danym obszarze prac. W programie do każdego z obszarów przyporządkowano możliwe do wystąpienia w nim zagrożenia. W tabeli 3 przedstawiono przykładowe zagrożenia, które mogą wystąpić w danym rejonie masowca.

Survey Simulator daje możliwość podniesienia kwalifikacji zawodowych podczas zajęć laboratoryjnych przeprowadzanych na komputerach, poprzez pokazanie zagrożeń oraz ich skutków zarówno dla konstrukcji statku jak i ludzi na nim przebywających.



Rys. 3. Obszary inspekcji na czterech różnych typach jednostek pływających [opracowanie własne na podstawie [6]].

Tabela 3. Główne zagrożenia bezpieczeństwa dla osób przebywających w danym rejonie masowca na podstawie *Survey Simulator* [opracowanie własne na podstawie [6]].

Lp.	Obszar na statku	Rodzaj zagrożeń
1.	Pokład główny	<ul style="list-style-type: none"> • uderzenie w czasie operacji przeładunkowych przez pracujący dźwig, • zagrożenie bezpieczeństwa osób przebywających w sąsiedztwie poruszających się pokryw luku ładowni, • zagrożenia dotyczące bezpieczeństwa dla osób przebywających w sąsiedztwie pracujących urządzeń kotwiczno – cumowniczych (np. zerwanie się cumy statku), • możliwość przewrócenia się na śliskim pokładzie, rozsypanym ładunku lub utrata równowagi na skutek kontaktu z wystającymi elementami konstrukcyjnymi, • upadek do otwartych przestrzeni (luk ładowni, otwarte włazy itp.), • upadek z wysokości (np. maszt, nadbudówka, łódź ratunkowa), • kontakt z niebezpiecznym dla zdrowia ładunkiem np. trującymi oparami wydobywającymi się z ładowni statku, • porażenie prądem elektrycznym na skutek kontaktu z uszkodzonymi przewodami.
2.	Ładownia	<ul style="list-style-type: none"> • uderzenie podczas operacji przeładunkowej przez urządzenie przeładunkowe, • uderzenie przez spadające z luku przedmioty, • upadek z powodu niezabezpieczonych włazów, • upadek z drabinki lub schodni, • upadek z podnośnika, • bezpośredni kontakt z niebezpiecznym ładunkiem (żrący, trujący), • uwięzienie w ładowni przy braku komunikacji.
3.	Nadbudówka	<ul style="list-style-type: none"> • uderzenie przez ruchome części żurawików łodziowych (wysięgniki, liny, wciągarki itp.), • upadek razem z opuszczaną łodzią ratowniczą/ratunkową, • poślizgnięcie się na pokładzie, • upadek z wysokości podczas wchodzenia po drabinach i trapach, • porażenie prądem od niezabezpieczonych kabli elektrycznych,

		<ul style="list-style-type: none"> • promieniowanie elektromagnetyczne od urządzeń radarowych, • uderzenie przez obracającą się antenę radaru, • wstrząs akustyczny wywołany sygnalizatorem dźwiękowym.
4.	Mostek kapitański	<ul style="list-style-type: none"> • porażenie prądem, • pożar wywołany zwarcie elektrycznym, • oblanie kwasem z akumulatorów, • przypadkowe/niezamierzone włączenie/wyłączenie pracujących urządzeń
5	Zbiornik szczytowy, obłowy, skrajnik dziobowy	<ul style="list-style-type: none"> • pożar lub wybuch gazu, • utrata przytomności z powodu braku tlenu, • utrata przytomności z powodu wzrostu temperatury ciała • zatrucie gazami toksycznymi, • utonienie w wyniku podniesienia poziomu wody w zbiorniku, • uwięzienie w wąskich przestrzeniach, • uwięzienie z powodu zamkniętych włazów, • upadek z wysokości, • nadmierny hałas wynikający z pracy konstrukcji stalowej
6.	Pomieszczenie awaryjnej pompy przeciwpożarowej	<ul style="list-style-type: none"> • Upadek z drabiny, • uderzenie przez obiekty spadające z wyższych platform, • utrata przytomności z powodu braku tlenu, • utrata przytomności z powodu wzrostu temperatury ciała • zatrucie toksycznymi gazami (dwutlenek węgla, gaz od ładunku), • pożar lub wybuch gazu spowodowany nieszczelnością sąsiadujących zbiorników • nadmierny hałas wynikający z pracy konstrukcji stalowej, • uwięzienie w wąskich przestrzeniach, • upadek na śliskiej powierzchni, przez przeszkody lub do otwartego niezabezpieczonego włazu do zbiornika, • uszkodzenia ciała i/lub odzieży w wyniku oddziaływania pracującego urządzenia, • porażenie prądem, • pożar wywołany zwarcie elektrycznym, • przypadkowe/niezamierzone włączenie/wyłączenie pracujących urządzeń, • bezpośredni kontakt z azbestem (np. uszczelki), • uwięzienie z powodu zamkniętych włazów.
7.	Kadłub statku podczas prac remontowych na doku	<ul style="list-style-type: none"> • uderzenie przez obiekty spadające lub poruszające się w pobliżu pojazdy, • upadek z rusztowania/ podnośnika , • upadek razem z uszkodzonym wiszącym rusztowaniem, • uszkodzenie dróg oddechowych lub skóry podczas piaskowania kadłuba, • zatrucie oparami farb, rozpuszczalników i innymi substancjami, • uszkodzenia skóry i oczu podczas spawania, śrutowania itp., • promieniowanie rentgenowskie podczas kontroli złączy spawanych.

Podsumowanie

Stale podnoszenie standardów technicznych oraz wdrażanie innowacyjnych rozwiązań na statkach do chwili obecnej nie wyeliminowały niebezpieczeństw i zagrożeń dla życia i zdrowia ludzi. Wykwalifikowana i doświadczona załoga stanowi o bezpieczeństwie żeglugi, gdyż to jej zadaniem jest unikanie wszelkiego rodzaju zagrożeń oraz podjęcie w odpowiednim czasie działań prewencyjnych i interwencyjnych.

Kształcenie w zakresie identyfikacji i analizy zagrożeń podczas eksploatacji statków jest niezwykle istotne, gdyż skutki braków wiedzy i potrzebnych umiejętności ujawniają się w postaci

wypadków i katastrof. Podnoszenie kwalifikacji załóg pływających poprzez uświadamianie wielkości i skutków zagrożeń może minimalizować lub wyeliminować ryzyko utraty życia lub zdrowia. Celem kształcenia jest:

- przekazanie wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych dotyczących miejsc i okoliczności wystąpienia zagrożeń,
- wizualizacja skutków zagrożeń na wybranych przykładach,
- zapoznanie się z procedurami dotyczącymi właściwego postępowania w sytuacjach zaistniałych awarii, wypadków i zakłóceń podczas eksploatacji jednostek pływających.

Bibliografia

1. Łączyński, B., Łączyński, H., Bezpieczna praca załóg na statkach handlowych, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2003.
2. Łozowicka, D., Kaup, M., Analysis of the cause and effect of passenger ship accidents in the Baltic Sea, *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, 44(116)/2015, s. 68-74.
3. Łozowicka, D., Chorab, P., Symulator inspekcji statku w procesie dydaktycznym nauki elementów konstrukcji kadłuba statku, *Logistyka*, 6/2014, s. 2645-2652.
4. Łozowicka, D., Kaup, M., Znaczenie i wpływ analiz przyczynowo-skutkowych na poprawę bezpieczeństwa pasażerskiej żeglugi śródlądowej, *Technika Transportu Szynowego*, 12/2015, s. 1945-1948.
5. Łozowicka, D., Kaup, M., Aspekty bezpieczeństwa transportu wodnego śródlądowego w Polsce, *Technika Transportu Szynowego*, 12/2015, s. 2016-2020.
6. Towarzystwo Klasyfikacyjne DNV – GL; http://www.dnv.com/services/software/publications/2012/no_2/sesam_survey_simulator_innovative_technology_training_surveyors.asp (dostęp 27.01.2016).