

Gdynia, 03.12.2018

Streszczenie

rozprawy doktorskiej

mgr inż. Krzysztofa Wróbla

pt.

„Systemowa analiza bezpieczeństwa bezałogowego statku handlowego w ujęciu jakościowym”

W rozprawie doktorskiej przeanalizowany został problem bezpieczeństwa bezałogowych statków handlowych. Koncepcja bezałogowego transportu morskiego jest obecna we wczesnej fazie rozwoju, przy czym pierwsze prototypy mają zostać zwodowane w najbliższych miesiącach dzięki wspólnemu wysiłkowi międzynarodowych koncernów z branży morskiej i ośrodków badawczo-rozwojowych. Jej implementacja może za sobą pociągnąć wielorakie skutki, które w istocie nie są jeszcze wystarczająco rozpoznane. Nie został więc wypracowany konsensus, pomimo doniosłości zagadnienia pośredniego lub bezpośredniego wpływu na bezpieczeństwo żeglugi.

Celem pracy jest przeprowadzenie analizy bezpieczeństwa eksploatacji bezałogowego statku handlowego, uzupełnionej o analizę niepewności, przy zastosowaniu metod jakościowych. Został on osiągnięty poprzez realizację celów częściowych, do których należą:

1. opracowanie modelu bezpieczeństwa eksploatacji bezałogowego statku handlowego;
2. opracowanie metody oceny niepewności wyników systemowej analizy bezpieczeństwa oraz ich wizualizacji;
3. przeprowadzenie kompleksowej analizy jakościowej bezpieczeństwa eksploatacji bezałogowego statku handlowego w oparciu o uprzednio stworzony model i systemową metodę analizy bezpieczeństwa;
4. opracowanie zaleceń dla wprowadzenia środków zaradczych, służących zapewnieniu bezpieczeństwa eksploatacji bezałogowego statku handlowego, począwszy od etapu tworzenia projektu koncepcyjnego takiej jednostki.

Aby osiągnąć zamierzone cele zastosowano podejście jakościowe obejmujące:

1. analizę *Human Factor Analysis and Classification System* (HFACS) do wyznaczenia potencjalnych przyczyn wypadków bezałogowych statków handlowych, w oparciu o analizę odpowiednio wybranych raportów z dochodzeń ws. wypadków statków morskich z całego świata;
2. systemową metodę analizy bezpieczeństwa (*System-Theoretic Process Analysis*, STPA), do opracowania i analizy modelu bezpieczeństwa eksploatacji bezałogowego statku handlowego;
3. metodę delficką pozyskania wiedzy eksperckiej w celu określenia parametrów modelu oraz ich wzajemnej relacji;
4. autorską metodę oceny oraz klasyfikacji niepewności wyników systemowej analizy bezpieczeństwa.

Wobec aktualności problemu zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa bezałogowego transportu morskiego, przeprowadzono cztery etapy jego analizy.



W etapie pierwszym określono wpływ, jaki implementacja bezałogowych statków handlowych może mieć na prawdopodobieństwo oraz konsekwencje wypadku morskiego. W tym celu przeanalizowano sto raportów z dochodzeń w sprawie różnego rodzaju wypadków morskich (m.in. kolizji, wejść na mieliznę, pożarów itp.) pod kątem ich przyczyn oraz skutków. Następnie odpowiednie kategorie przyczyn i skutków podzielono na takie, na które bezałogowy statek handlowy będzie w stosunku do statku załogowego narażony bardziej, mniej, lub wpływ tej zmiany będzie niezauważalny. Wyniki tego etapu badań wskazują, iż eksploatacja bezałogowych statków handlowych może pozwolić zredukować liczbę wypadków morskich, jednakże konsekwencje wypadków, które pomimo tego się wydarzą i w których statki bezałogowe będą uczestniczyć, mogą być poważniejsze niż by to miało miejsce w przypadku statków załogowych.

W drugim etapie analizy przeprowadzono badanie eksperckie, mające przynieść odpowiedź na pytanie o przewidywany rozwój wypadku bezałogowego statku handlowego. Opracowano wstępny model potencjalnych przyczyn i konsekwencji awarii bezałogowego statku handlowego oraz powiązań pomiędzy nimi.

W etapie trzecim – najistotniejszym z poznawczego punktu widzenia - przeprowadzono analizę bezpieczeństwa bezałogowego statku handlowego przy zastosowaniu systemowej metody analizy bezpieczeństwa. Metoda ta, opracowana specjalnie w celu modelowania bezpieczeństwa złożonych systemów socjotechnicznych, opiera się na analizie powiązań między komponentami systemu zamiast analizy niezawodności tych komponentów, jak to ma miejsce w przypadku innych metod. Nieprawidłowe interakcje pomiędzy komponentami systemu mogą przełożyć się na powstanie zagrożeń dla jego bezpieczeństwa. Potencjalne nieprawidłowości powinny więc być w toku analizy bezpieczeństwa zidentyfikowane wraz z ich możliwymi przyczynami i skutkami. Następnie, powinny zostać zaproponowane środki zaradcze przeciwko wystąpieniu danych nieprawidłowości. Co istotne, w systemowej metodzie analizy bezpieczeństwa nie jest zalecane kwantyfikowanie bezpieczeństwa lub ryzyka, głównie ze względu na fakt, iż prawdopodobieństwa zajścia danej nieprawidłowości jest zawsze różne od zera – co powoduje konieczność przeciwdziałania jej zajściu; a także trudności w szacowaniu tych wielkości. Ten ostatni czynnik ma szczególne znaczenie w przypadku bezałogowych statków handlowych – technologii znajdującej się na etapie rozwoju, w którym dokładna struktura niezawodnościowa systemu może ulegać poważnym zmianom w zależności od ostatecznie przyjętych rozwiązań technicznych i organizacyjnych.

W etapie tym dokonano analizy bezpieczeństwa bezałogowego statku handlowego na dwóch poziomach autonomiczności, tj. sterowanego zdalnie oraz operującego w trybie autonomiczności pełnej. Modele struktury kontroli bezpieczeństwa systemu opracowane zostały w toku badania eksperckiego, w którym udział wzięły m.in. osoby zaangażowane w jeden z projektów rozwoju omawianej technologii, reprezentujące zarówno sektory przemysłowy i akademicki w aspekcie projektowania systemów okrętowych, jak i oficerowie posiadający wiedzę i doświadczenie w zakresie operacyjnym. Pomimo iż modele zostały stworzone na wysokim poziomie ogólności, uwzględniono w nich nie tylko sam statek bezałogowy z przynależącymi doń urządzeniami, ale także otoczenie organizacyjne. Wyniki badań zrealizowanych w ramach trzeciego etapu wskazują, iż w obecnym stadium rozwoju projektów bezałogowych statków handlowych, kwantyfikowanie spodziewanego poziomu ich bezpieczeństwa jest niemożliwe i nieuzasadnione. Pomimo tego, na podstawie dostępnych informacji możliwe jest opracowanie pewnych ogólnych zaleceń dla projektantów omawianych systemów, tak aby były one możliwie bezpieczne.

W. S. 201

Ostatni, czwarty etap przeprowadzonych badań koncentrował się na zagadnieniu wiarygodności analiz przeprowadzonych w etapie trzecim. Dokonano oceny niepewności, mogących mieć wpływ na wynik przeprowadzonych badań. W tym celu zastosowano metodę klasyfikacji niepewności, stosowaną przy ilościowej ocenie ryzyka. Została ona następnie rozwinięta i dostosowana do potrzeb systemowej metody analizy bezpieczeństwa, czyli metody jakościowej. Zastosowano ją do oceny niepewności w kluczowym aspekcie analizy bezpieczeństwa, tzn. wypracowywania propozycji potencjalnych środków zaradczych przeciwko wystąpieniu nieprawidłowych interakcji pomiędzy komponentami systemu. Wyniki czwartego etapu badań wskazują, iż znaczące niepewności dotyczą środków zaradczych związanych z oprogramowaniem, które dla bezzałogowych statków handlowych będzie musiało być niezwykle skomplikowane i innowacyjne w stosunku do spotykanych obecnie rozwiązań.

Opracowanie i zastosowanie autorskiej metody oceny niepewności w systemowej analizie bezpieczeństwa stanowi oryginalne osiągnięcie doktoranta. Metoda ta może znaleźć zastosowanie w analizie bezpieczeństwa dowolnych systemów socjotechnicznych jako rozszerzenie takich analiz o ocenę niepewności ich wyników, co z kolei może być przydatne w procesie podejmowania decyzji projektowych.

Wstępy