

Anna ANCZYKOWSKA

ANALIZA TENDENCJI ROZWOJOWYCH ZINTEGROWANYCH MOSTKÓW NAWIGACYJNYCH W ASPEKTCIE POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA EKSPLOATACJI STATKÓW

Streszczenie

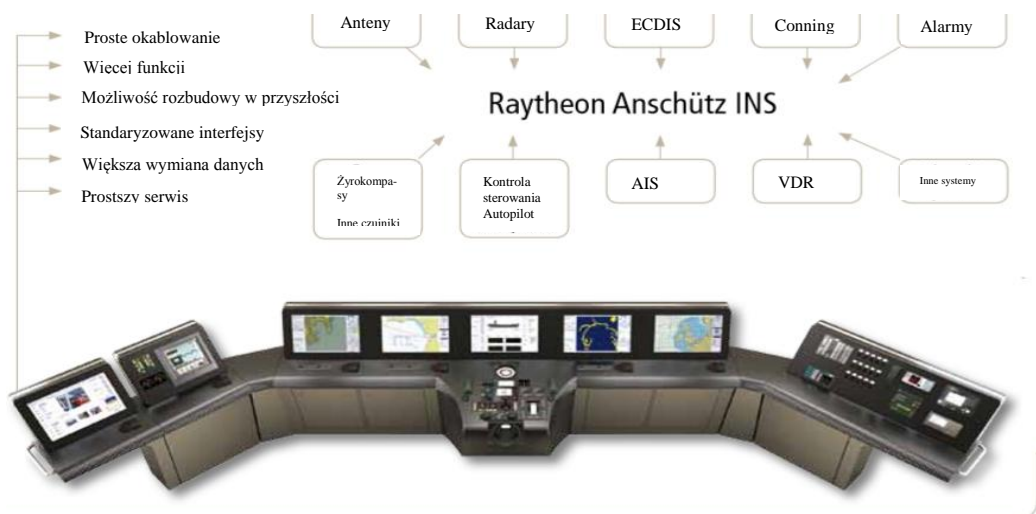
W artykule omówione zostały tendencje rozwojowe zintegrowanych mostków nawigacyjnych, w aspekcie poprawy bezpieczeństwa. Przedstawione zostały międzynarodowe przepisy dotyczące wyposażenia zintegrowanych mostków nawigacyjnych. W dalszej części zostały omówione przykładowe konfiguracje współczesnych zintegrowanych mostków nawigacyjnych, proponowane przez czołowych producentów wyposażenia nawigacyjnego. Następnie przedstawiono koncepcje dalszego rozwoju zintegrowanych mostków nawigacyjnych. Rozbudowa istniejących mostków nawigacyjnych ma na celu poprawę bezpieczeństwa eksploatacji statków. W ostatnim rozdziale został omówiony wskaźnik z modelem szacowania ryzyka jako elementu wyposażenia zintegrowanych mostków nawigacyjnych.

WSTĘP

Zadaniem zintegrowanych mostków nawigacyjnych (Integrated Bridge System – IBS) jest integracja danych z urządzeń i sensorów znajdujących się przede wszystkim na mostku nawigacyjnym oraz wyświetlanie ich w sposób czytelny dla nawigatora. Ma to na celu wspomaganie prowadzonej obserwacji oraz ułatwienie kontroli trasy statku. Sposób, jakość oraz ilość wyświetlanych danych ma znaczący wpływ na poprawną interpretację sytuacji nawigacyjnej oraz podejmowanie właściwych decyzji, co do podejmowanych manewrów. Przykładowy wygląd zintegrowanego mostka nawigacyjnego przedstawiony został na rys. 1.



Rys. 1. Wygląd przykładowego zintegrowanego mostka nawigacyjnego [8]



Rys. 2. Przykład konfiguracji systemu SYNAPIS [7]

1. ANALIZA PRZEPISÓW DOTYCZĄCYCH WYPOSAŻENIA ZINTEGROWANYCH MOSTKÓW Nawigacyjnych

Wyposażenie i funkcjonalność zintegrowanych systemów nawigacyjnych podlega wielu przepisom międzynarodowym.

Pierwszym dokumentem jest paragraf 6, prawidła 19 w rozdziale V Konwencji SOLAS, w którym zawarte są wymagania dotyczące zintegrowanych systemów nawigacyjnych (Integrated Navigational System – INS). W tym paragrafie ujęto, iż awaria któregośkolwiek podsystemu należącego do INS, powinna być zasygnalizowana w sposób graficzny i dźwiękowy. Dodatkowo awaria nie wpływa na działanie pozostałych podsystemów. Każde urządzenie wchodzące w skład systemu może być obsługiwane niezależnie od pozostałych [1].

Kolejny dokument dotyczący zintegrowanych systemów nawigacyjnych to Rezolucja Maritime Safety Committee przyjęta 4 grudnia 1996 roku. Aneks I tego dokumentu dotyczy Zintegrowanego Mostka Nawigacyjnego. Zgodnie z jego zapisami, system musi spełniać co najmniej 2 wymagania systemowe z 5. Są to: komunikacja, kontrola urządzeń maszynowych, bezpieczeństwo i ochrona, kontrola operacji przeładunkowych oraz realizacja podróży, rozumiana jako zbiór czynników wpływających na przebieg podróży. Przede wszystkim: stan wyposażenia statku, warunki meteorologiczne, szczególnie rejonu o małej widzialności, natężenie ruchu statków oraz pora dnia mijania miejsc niebezpiecznych. Rezolucja nakłada na systemy wymagania dotyczące ich funkcjonalności, integracji danych, wymogów technicznych i operacyjnych [2].

Trzecim dokumentem jest Rezolucja Maritime Safety Committee przyjęta 8 października 2007 roku. Zakłada ona, że głównym celem zintegrowanych systemów nawigacyjnych jest zwiększenie bezpieczeństwa nawigacji, realizowanym poprzez zapewnienie wyświetlania w sposób ciągłych jednoznacznych informacji dotyczących aktualnej sytuacji nawigacyjnej. Zakłada ona również szczegółowe cele nawigacyjne, takie jak planowanie i monitorowanie trasy, unikanie kolizji, wyświetlanie informacji o statusie nawigacyjnym oraz możliwość zarządzania alarmami pojawiającymi się w trakcie prowadzenia nawigacji [3].

2. KONFIGURACJA WSPÓLCZESNYCH ZINTEGROWANYCH MOSTKÓW Nawigacyjnych

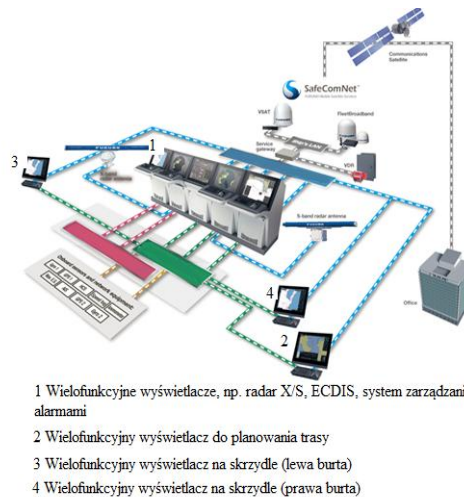
Współczesne mostki nawigacyjne są systemami zbudowanymi z wielu elementów, których układ zależny jest od potrzeb użytkownika. W artykule przedstawione zostały przykłady czterech zintegrowanych mostków nawigacyjnych, które proponowane są przez producentów wiodących na rynku.

Jako pierwszy przykład zintegrowanego systemu nawigacyjnego, przedstawiono system SYNAPSIS firmy Raytheon – Anshutz. System ten, w zależności od spełnianych potrzeb, można dowolnie konfigurować [8]. Przykładowa konfiguracja została przedstawiona na rys. 2.

Standardowym wyposażeniem nawigacyjnym są: system map elektronicznych – Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), RADAR lub chartRADAR – obraz radarowy wyświetlany na elektronicznych mapach nawigacyjnych (Electronic Navigational Chart – ENC), system automatycznej identyfikacji statków (Automatic Identification System – AIS), Conning Display. Jako elementy kontroli, w szczególności kontroli trasy – Track control, autopilot, system kontroli sterowania, czujników – odbiorniki systemów pozycjonowania – Global Positioning System (GPS) oraz Differential GPS – DGPS; log, echosonda, elementy wyposażenia łączności, zgodne z rejonami A1, A2, A3 i A4 GMDSS. System zapewnia

integrację danych ze wszystkich urządzeń, będących jego podsystemami [8].

Drugi przykład, aktualnie stosowanego rozwiązania, zintegrowanego systemu nawigacyjnego, jest system firmy FURUNO – VOYAGER. System ten opiera się na stacjach roboczych w postaci wyświetlaczy [4]. Przykładowa konfiguracja stacji roboczych przedstawiona jest na rys. 3.



Rys. 3. Przykładowa konfiguracja systemu VOYAGER [4]

Na wielofunkcyjnych wyświetlaczach, użytkownik ma możliwość dostępu do informacji z elektronicznych map nawigacyjnych – ECDIS, RADAR/chartRADAR, Conning oraz systemu zarządzania alarmami. Wyposażony jest również w system kontroli trasy – track control system, który ostrzega przed potencjalnymi niebezpieczeństwami. Sposób wyświetlania informacji o niebezpieczeństwie przedstawia rys. 4. System zapewnia pełną integrację danych pomiędzy dwoma sieciami – Network for Integration and Interswitch oraz Network for Sensor Integration [4].

Alert Text	Source	Occurred Time (UTC)	ACK Time (UTC)
091 System Function Lost	ECDIS 1	12:01 03 Feb 2012	
092 CPA TDA	RADAR 2	12:00 03 Feb 2012	
093 Speed Display X/K Sa	ECDIS 2	11:58 03 Feb 2012	
094 Crossing Safety Caution	ECDIS 2	11:52 03 Feb 2012	12:02 03 Feb 2012
095 Target Capacity	RADAR 1	11:59 03 Feb 2012	
096 High Temperature Inside Monitor	ECDIS 1	11:59 03 Feb 2012	11:59 03 Feb 2012
031 AIS Display 100%	RADAR 2	11:58 03 Feb 2012	11:59 03 Feb 2012
032 Seachane Landing Area	ECDIS 2	11:57 03 Feb 2012	11:59 03 Feb 2012
093 Radar Communication Error	ECDIS 2	11:56 03 Feb 2012	
041 AIS Storage 95%	RADAR 1	11:59 03 Feb 2012	
042 Sub Monitor(DVI-3) Comm. Timeout	ECDIS 1	11:58 03 Feb 2012	

Rys. 4. Sposób wyświetlania informacji o niebezpieczeństwie w systemie VOYAGER [4]

Kolejne rozwiązanie to INTEGRATED BRIDGE SYSTEMS firmy Sperry Marine. System zapewnia pełną integrację elektronicznych map nawigacyjnych ECDIS, conning information display, (chart) RADAR oraz systemu kontroli maszynowni. Cały system jest intuicyjny, zapewnia pewne prowadzenie nawigacji w niekorzystnych warunkach. Możliwość dowolnej konfiguracji systemu, wg potrzeb użytkownika, z wykorzystaniem urządzeń VisionMaster FT [9]. Wygląd przykładowego mostka nawigacyjnego przedstawiony został na rys. 5.

Ostatni przykład to firma KONGSBERG i system K – BRIDGE. System może być wyposażeniem dla wszystkich typów statków morskich. Wygląd systemu dostosowany do potrzeb użytkownika. Konfiguracja przykładowa została przedstawiona na rys. 6. Poszczególnymi podsystemami są: ECDIS, RADAR/ARPA, autopilot, Conning display, wielofunkcyjna stacja obsługi, integrator danych z sensorów – kursu żyrokompasowego oraz prędkości obrotu (Gyroheading and rate of turn), kompasu magnetycznego, systemu automatycznej identyfikacji statków (AIS), systemu pozycjonowania (GPS), echosondy, logu, czy faksu pogodowego [6].



Rys. 5. Konfiguracja systemu INTEGRATED BRIDGE SYSTEMS – przykład [8]

Wyposażenie poszczególnych zintegrowanych mostków nawigacyjnych we wszystkich rozwiązaniach jest zbliżony. Wynika to z obowiązujących przepisów. Rozwiązania proponowane przez producentów różnią się sposobem konfiguracji poszczególnych elementów, rodzajem połączenia urządzeń, czy dodatkowymi funkcjami, dostępnymi w menu urządzeń.

3. KIERUNKI ROZWOJU ZINTEGROWANYCH MOSTKÓW NAWIGACYJNYCH

Rozwój dostępnych technologii determinuje zmiany w sposobie prezentowania użytkownikowi informacji nawigacyjnych potrzebnych do prowadzenia bezpiecznej nawigacji. Jedną z propozycji jest odejście od wielu wyświetlaczy dostępnych dla zarządzającego systemem i zastąpienie ich informacjami prezentowanymi jako warstwa wirtualna nałożona na obraz rzeczywisty.

Zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości pozwala na lepsze zobrazowanie sytuacji nawigacyjnej, jak również ułatwia podejmowanie decyzji nawigatorowi. Przykładem zastosowania rozszerzonej

rzeczywistości jest rozwiązanie proponowane przez firmę Rolls Royce, co zostało przedstawione na rys. 7.



Rys. 7. Sposób wyświetlania informacji nawigacyjnej w rozwiązaniach firmy Rolls Royce [9]

Innym sposobem prezentowania informacji nawigacyjnej, jest zastosowanie rozszerzonej wirtualności, która zawiera warstwę elementów rzeczywistych połączoną z obrazem wirtualnym. Takie rozwiązanie proponuje firma Garmin. Przykład informacji dotyczącej zaplanowanej trasy statku wraz z wyświetloną warstwą informacji batymetrycznej, dostępnej dla nawigatora przedstawia rys. 8.



Rys. 8. Prezentacja informacji nawigacyjnej proponowana przez firmę Garmin [5]

4. WSKAŹNIK Z MODELEM SZACOWANIA RYZYKA JAKO ELEMENT WYPOSAŻENIA IBS

Model szacowania ryzyka statku w czasie rzeczywistym powstaje na bazie istniejących metod oceny i analizy ryzyka. Jest opracowywany w zespole Centrum Naukowo – Badawczym Analizy Ryzyka Eksploatacji Statków Akademii Morskiej w Szczecinie. Aby algorytm szacowania ryzyka dawał wiarygodne wyniki, należy rozważyć urządzenia statkowe, z którymi będzie on współpracował. Przede wszystkim są to informacje dostępne w systemie ECDIS, pozyskiwane za pomocą RADARu, systemu automatycznej identyfi-



Rys. 6. Przykład konfiguracji systemu K – BRIDGE [6]

kacji statków, AIS, z odbiornika GPS, echosondy, logu, autopilota, anemometru.

Model wymaga dostarczenia niezbędnych danych wewnętrznych, dostępnych na statku, np. informacje na temat statku własnego, w postaci parametrów – długość, szerokość, zanurzenie, charakterystyki manewrowej, nastaw steru oraz obrotów śruby. Informacjami niezbędnymi do określenia poziomu ryzyka, są też dane pochodzące z urządzeń dostępnych na statku. Są to m.in. pozycja statku określona za pomocą różnicowego odbiornika GPS lub czujników laserowych, w przypadku podchodzenia do nabrzeża. Informacja nawigacyjna dostępna z systemu elektronicznych map nawigacyjnych, aktualny ruch statków na akwenu dostępne za pomocą systemu automatycznej identyfikacji statków czy RADARu. Poza informacjami dostępnymi na statku własnym, niezbędnym elementem będą dane dotyczące warunków zewnętrznych, pochodzących z innych źródeł, a są to: aktualne warunki hydrometeorologiczne, czyli kierunek i prędkość wiatru, wysokość pływu, prąd, falowanie, widzialność. Dodatkowymi informacjami potrzebnymi do oszacowa-

nia ryzyka są dane dotyczące oznakowania nawigacyjnego, budowli hydrotechnicznych, np. prześwity pod mostami, batymetria dna akwenu. Informacje wejściowe do modelu analizy ryzyka przedstawione zostały na rys. 9 i 10.

Na podstawie zebranych informacji dostępnych na statku, opracowany algorytm szacowania ryzyka będzie wyświetlał otrzymane wyniki w postaci graficznej i/lub alfanumerycznej.

Postać graficzna będzie umożliwiała podgląd wyników jako model statku zaprezentowanego na trójwymiarowej mapie nawigacyjnej wraz z poziomem ryzyka z wykorzystaniem skali wielobarwnej, stosowanej, np. do prezentacji wyników badań batymetrycznych czy sonarowych.

Postać alfanumeryczna pozwoli na prezentację wyników jako wartości liczbowych i poziomie ryzyka (np. pomijalny, akceptowalny, nieakceptowalny). Będzie również możliwość wyświetlenia obu postaci jednocześnie. Wybór postaci prezentowanych wyników będzie leżał w gestii użytkownika. Na wyświetlane dane wyjściowe będą składały się następujące wartości: poziom ryzyka w postaci



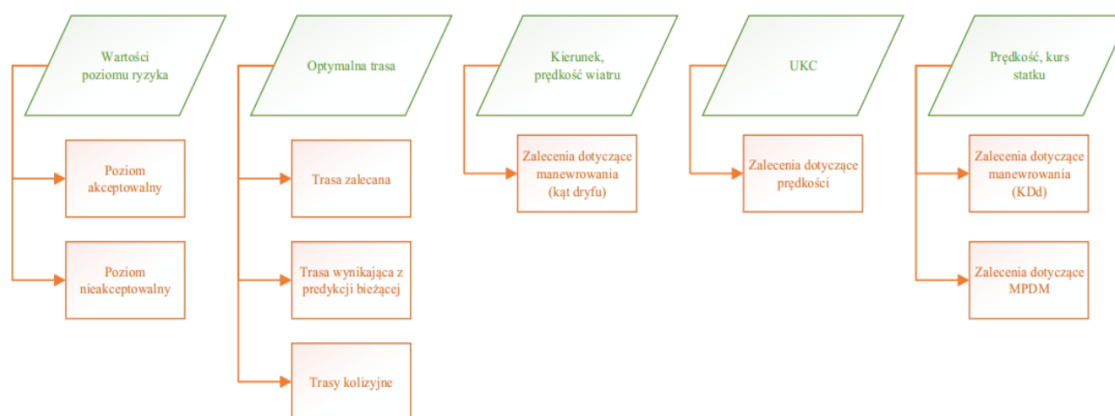
Rys. 9. Zewnętrzne dane wejściowe do modelu szacowania ryzyka manewrowania statkiem

Źródło: opracowanie własne



Rys. 10. Wewnętrzne dane wejściowe do modelu szacowania ryzyka manewrowania statkiem

Źródło: opracowanie własne



Rys. 11. Dane wyjściowe modelu szacowania ryzyka manewrowania statkiem w czasie rzeczywistym

Źródło: opracowanie własne

wartości liczbowej i kolorystycznej, odpowiednio dla poziomu akceptowalnego i nieakceptowanego. Dostępna będzie również optymalna trasa uwzględniająca trasę zalecaną na danym akwenie, trasę wynikającą z bieżącej predykcji i aktualnej sytuacji nawigacyjnej akwenu oraz potencjalnych tras kolizyjnych. Prezentowane będą informacje dotyczące warunków hydrometeorologicznych, w szczególności kierunek i prędkości wiatru wraz z zaleceniami dotyczącymi manewrowania (uwzględnienie kąta dryfu), jak również zalecenia dotyczące prędkości statku, tak aby zachowany został założony zapas wody pod stępką. Informacje dotyczące prędkości i kursu statku będą oparte na zaleceniach dotyczących manewrowania jak również Międzynarodowego Prawa Drogi Morskiej. Przykład danych wyjściowych, dostępnych dla nawigatora przedstawia rys. 11.

Wskaźnik prezentujący dane uzyskane za pomocą modelu szacowania ryzyka w czasie rzeczywistym, może stanowić oddzielny element zintegrowanego mostka nawigacyjnego w postaci dodatkowego wyświetlacza. To rozwiązanie pozwoli na dostosowanie ilości wyświetlanych informacji w zależności od potrzeb nawigatora, nie zakłócając treści prezentowanych na wyświetlaczu elektronicznych map nawigacyjnych ECDIS czy obrazu radarowego. Takie rozwiązanie ułatwi nawigatorowi podjęcie właściwej decyzji odnośnie wykonywanych manewrów.

Wskaźnik modelu szacowania ryzyka manewrowania statkiem może prezentować informacje na wyświetlaczach już istniejących rozwiązań. Jako element dodatkowy systemu elektronicznych map nawigacyjnych ECDIS, może ograniczać dostępność i czytelność informacji nawigacyjnej potrzebne do prowadzenia nawigacji. W tym wypadku ilość wyświetlanych danych wyjściowych modelu musiałaby być ograniczona do minimum, tak aby nie zmniejszać czytelności informacji.

Jako element dodatkowy na wyświetlaczach innych systemów, czy to ARPA, czy Conning Display, wskaźnik modelu szacowania ryzyka, mógłby ograniczać przejrzystość potrzebnych informacji do prowadzenia bezpiecznej nawigacji i podejmowania właściwych decyzji manewrowych.

Aby uniknąć redukcji klarowności dostępnych danych dla już istniejących systemów zintegrowanego mostka nawigacyjnego, informacje pochodzące ze wskaźnika modelu szacowania ryzyka manewrowania statkiem, musiałby być znacząco ograniczone. Znikoma informacja pochodząca z tego wskaźnika mogłaby utrudnić lub doprowadzić do podjęcia błędnej decyzji przez nawigatora.

PODSUMOWANIE

Znaczący wpływ rozwoju technologii na poprawę bezpieczeństwa nawigacji determinuje wyposażenie mostka nawigacyjnego. Informacje niezbędne do prowadzenia nawigacji powinny być wyświetlane w sposób czytelny dla nawigatora. Dodatkowe funkcje dostępne w systemach nie powinny utrudniać oceny aktualnej sytuacji nawigacyjnej. Dlatego też, ważne jest, aby sposób wyświetlania i ilość informacji dostępne poprzez zintegrowany mostek nawigacyjny były jasno określone w przepisach międzynarodowych.

Rozbudowa istniejących systemów o dodatkowe funkcje, może poprawić bezpieczeństwo nawigacji, w szczególności na akwenach ograniczonych, gdzie panuje duże natężenie ruchu statków. Przykładem dodatkowej informacji dostarczonej nawigatorowi, może być przedstawiony powyżej model szacowania ryzyka w czasie rzeczywistym. Pozwoli on na wyświetlanie nawigatorowi optymalnej trasy statku, uwzględniającej aktualnie panującą sytuację nawigacyjną, jak i warunki batymetryczne i hydrometeorologiczne. Dostarczona informacja może ułatwić mu podejmowanie decyzji odnośnie manewrowania statkiem, zgodnie z obowiązującymi przepisami.

BIBLIOGRAFIA

1. Konwencja SOLAS, rozdział V, paragraf 19, paragraf 6 [http://www.imo.com]
2. Rezolucja IMO MSC 64 (67) Adoption of New and Amended Performance Standard;
3. Rezolucja IMO MSC 252 (83) Adoption of the Revised Performance Standards for Integrated Navigation Systems (INS);
4. http://www.furuno.com – system VOYAGER, broszura producenta;
5. http://www.garmin.com;
6. http://www.km.kongsberg.com;
7. http://www.raytheon-anschuetz.com – system SYNOPSIS, broszura producenta;
8. http://www.sperrymarine.com;
9. http://www.rolls-royce.com

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT TREND OF INTEGRATED BRIDGE SYSTEMS IN TERMS OF IMPROVING THE SAFETY OF SHIPS' OPERATION

Abstract

In the paper were discussed the development of an integrated bridge systems in terms of improving safety. In first part were presented international regulations concerning the equipment of integrated bridge systems. Next were discussed the remainder of the sample configurations of today's integrated bridge systems, proposed by leading manufacturers of navigational equipment. Then were shown the concepts for the further development of integrated bridge systems. Expansion of the existing navigation bridges aims to improve the safety of the vessels. In the last part has been discussed with model of risk assessment as a part of integrated equipment of integrated bridge systems.

Autorzy:

mgr inż. **Anna Anczykowska** – Centrum Naukowo – Badawcze Analizy Ryzyka Eksploatacji Statków, Instytut Nawigacji Morskiej, Akademia Morska w Szczecinie