ELEMENTS OF PORT ITS INCREASING SAFETY AND EFFICIENCY OF SHIP MANOEUVRING OPERATIONS IN SHORT SEA SHIPPING

ELEMENTY PORTOWEGO ITS ZWIĄZANE Z BEZPIECZEŃSTWEM I EFEKTYWNOŚCIĄ OPERACJI MANEWROWYCH W ŻEGLUDZE KRÓTKIEGO ZASIĘGU

Teresa Abramowicz-Gerigk

**Gdynia Maritime University
Akademia Morska w Gdyni
81-225 Gdynia, ul Morska 81/87
e-mail: tagerigk@am.gdynia.pl**

Abstract: The paper presents the existed solutions and proposition of the new elements of IT (Information Technology) applications in ports. The new decision support systems for the ship master, harbourmaster and port chief dispatcher related to ship entry into the harbour and berthing inside the docs are introduced. The systems based on the online hydro-meteorological and traffic information are proposed for the safe and efficient ferry operations.

Keywords: ship, port entry, berthing, safety

Streszczenie: W artykule przedstawiono stosowane w portach rozwiązania z zakresu technologii informacyjnej IT (Information Technology) oraz propozycje nowych systemów wspomagania decyzji kapitana statku, kapitana portu oraz głównego dyspozytora portu w odniesieniu do operacji wejścia statku do portu i cumowania. Wprowadzenie tych systemów, opartych o bieżącą informację o ruchu statków i hydrometeorologiczną, umożliwi poprawę efektywności i bezpieczeństwa eksploatacji promów.

Słowa kluczowe: statek, wejście do portu, cumowanie, bezpieczeństwo

ELEMENTS OF PORT ITS INCREASING SAFETY AND EFFICIENCY OF SHIP MANOEUVRING OPERATIONS IN SHORT SEA SHIPPING

1. Introduction

Short Sea Shipping (SSS) is defined as the shipping of passengers and goods for relatively short distances. The European Community (EC) refers SSS to the intermodal concept involving the maritime transportation and references as “The Dynamic Choice Complementing the Sustainable Transport Chain”, using the designation Motorways of the Sea (MOS).

Motorways of the Sea were introduced by the EC in April 2003. On the 29th April 2004 Council and Parliament adopted a revision of the Trans-European Transport Network Guidelines (TEN-T), which gives a legal basis to the concept of Motorways of the Sea. “The White Paper on European transport policy for 2010 highlights the role that Short Sea Shipping can play in curbing the growth of heavy goods vehicle traffic, rebalancing the modal split and bypassing land bottlenecks. The development of Short Sea Shipping can also help to reduce the growth of road transport, restore the balance between modes of transport, bypass bottlenecks and contribute to sustainable development and safety” [4].

The performance indicators of Short Sea Shipping are as follows:

- transit times,
- punctuality,
- flexibility,
- availability and frequency of services,
- timing of departures and arrivals,
- reliability and control.

It is expected that the coming development of MOS and European transport corridors will be followed by the evolution of existed IT (Information Technology) systems, development of logistic centers and Intelligent Transportation System (ITS).

There are many projects proposed within the European MOS initiative. One of the investments in Poland related to the project “Baltic-Link Motorway of the Sea Karlskrona-Gdynia” is a new ferry terminal in Port of Gdynia with two new ferry berths, capable to handle 4 ships up to 240 m in length daily. The investments of terminal buildings, storage yards, intermodal terminal,

access roads and rail network are to be finished until 2010. Navigational Department of Gdynia Maritime University as a partner in the consortium proposed several activities to support the project. The idea of the new elements of port ITS increasing safety and efficiency of ferry operations is based on the results of research previously conducted at GMU.

2. Elements of port ITS

The Intelligent Transportation System is defined as “the application of advanced information technologies to improve safety and efficiency of the surface transportation system” [5]. It is an integrated system of sensor, computer, electronics, advanced communication technologies and management techniques applied to improve mobility and transportation productivity.

Implementation of ITS in ports enhances safety, conserves energy resources and reduces unwanted environmental effects. It allows to integrate the operations of the transportation system.

The main aim of port ITS is to improve the inland access to seaports. The opportunities for ITS applications at ports are also in the provision of safe and efficient international border crossing. ITS components can be utilized to improve the flow of people, goods and information between the port and greater region. This engaged transportation, public safety and emergency services. The applications of port and terminal ITS should fit within regional ITS architecture therefore the standardization among various ITS applications at a regional, national or international level is necessary [8]. The most useful types of port ITS and IT services are the online information exchange performed by telecommunication technology, vessels schedules, berth availability and technologies increasing safety and decreasing vessels turn around time.

There are the following elements of Port ITS architecture [2]:

- web-based systems to consolidate information on ship arrivals, cargo status and roads conditions,
- intermodal data exchange systems and initiatives, which allow various stakeholders to electronically collect, use and disseminate trade, security and other data,
- multi-modal information systems to help travellers plan their journey,
- container and shipment tracking technologies, including the use of radio frequency,
- driver and vehicle identification and verification technologies,

-
- non-intrusive inspection systems using non-intrusive devices,
 - identification tags systems to ensure the integrity of containers throughout the supply and distribution chain and improve visibility of shipments.

The application used in ports to consolidate information on ship arrivals, cargo status and roads conditions is VTS (Vessel Traffic Services) or VTMISS (Vessel Traffic Management and Information System), both integrated with AIS (Automatic Identification of Ships). The web-based system of VTS centres of Baltic ports VTMISS-NET (Vessel Traffic Management and Information System NETwork project) is the idea of the integrated VTMISS system for the Baltic Sea [6].

Introduction of VTS (Vessel Traffic Services) enhanced safety and efficiency of ship navigation in the dense areas. The further improvement is now possible owing to reduction of the human element contribution in hazards scenario development. There is a need for the development of different aids to navigation, decision support systems and transformation from pure manual to fully automated operation.

The proposed new elements of port ITS related to safety and efficiency of ferry manoeuvring operations are the advising systems for ship approach, entry into the harbour and berthing, for Ship Master, Harbourmaster and Port Chief Dispatcher. The systems integrated into the Decision Support (DS) system can be integrated with the VTS, if the harbour waters are under VTS surveillance.

3. Decision support system for ship approach, entry into the harbour and berthing

The lay-out of the proposed advising system should be based on the precise hydrodynamic model of ship motions and online hydro-meteorological information.

The system is integrated of the following elements:

- safety module,
- transmission module,
- display and information device,
- identification of ship response module.

The safety module consists of:

- environmental and traffic conditions identification module,
- hazard identification module,
- risk assessment module.

The general outline of the system is presented in figure 1.

Fig. 1. Decision support system

In risk analysis of port operations the hazards which represent the accident scenarios are scored against their frequency and consequences. This determines the overall risk of the hazards [3].

In the DS system the hazard identification module is the collection of sub-modules including ship technical, operational and sea area parameters, hydro-meteorological and ship motion models, reliability model of berth construction and hazard identification procedures. The risk is calculated on the basis of manoeuvring difficulty function, which represents the class of manoeuvring difficulty, in dependence on ship position along the approach channel and predicted ship response.

The risk mitigation sub-module of risk assessment module determines the risk reduction measures - the reactions to the identified hazards, before the risk level exceeds the ALARP (As Low as Reasonably Practicable) region. ALARP principle of risk management which is used in most ports in the

process of derivation the risk control measures is based of cost–benefit analysis [9].

The system displays the parameters following from the identified hazards and risk computing. Information about the predicted time of manoeuvre is available for the Ship Master, Harbour Master and Port General Dispatcher office.

The risk mitigation measures applied in the proposed system are the recommendations related to ship course and speed during the navigation along the approach channel or tug boats employment for ship transit or berthing. With the assumed skills and experience of ferry masters the information of the required change of ship motion parameters is sufficient to correct the undertaken manoeuvring strategy, accounting for known random conditions along the approach channel.

In the proposed application Ship Master, Harbour Master and Port Chief Dispatcher are the elements of the whole control system. Ship response module collects the online data of ship performance and allows to identify hazards and predict the risk.

In the assessment of navigational risk for the ship entering the harbour the approach proposed by Vorobyov [11] is applied - the influence of wind and confused waters on vessel controllability estimation is considered as a stochastic process.

The model of ship berthing, is formulated on the basis of model tests results [3]. The berthing and unberthing possibility can be estimated using the wind forces for the different wind speeds and directions.

Table 1. Main particulars of the car-passenger ferry model

Displacement [m ³]	4.89
Length over all [m]	10.98
Length between perpendiculars [m]	9.64
Breadth [m]	1.78
Draft [m]	0.42
C _B	0.687
Model scale	1:16

$$Fy' = \frac{Fy}{0.5 \rho g L^2 T} \tag{1}$$

$$Mz' = \frac{Mz}{0.5 \rho g L^3 T} \tag{2}$$

Fig. 3. Sway force an yawing moment generated on the hull by different settings of the propellers and thrusters, wind force and moment for wind speed 12.5, 15.5 and 20 m/s [3].

The non-dimensional sway force (1) and yawing moment (2) generated on the hull by the propellers and thrusters are based on the length between perpendiculars, ship draft and water density ρ [1]. The wind force and moment were calculated using the data of a similar vessel [10]. The results of the model tests together with wind force and moment are presented in figure 3.

4. Conclusions

The new port management philosophies and introduction of port ITS form a strong link between all parties involved in the transport process, support other industry sectors and partly solve the logistics of Short Sea Shipping [7]. Short Sea Shipping vessels which follow a coastline or cross the closed seas are the vessels the most frequently calling the ports. The restrictions in approach speed cause them to avoid the ports with difficult access. The implementation of decision support systems, based on risk assessment allows to enhance safety and efficiency of ferry operations, making the local bylaws dependent on the current situation and conditions.

Usually the expert judgment is a main part of the scoring process of assessing risk in harbours [3]. The application of direct methods in risk assessment will result in less subjectivity and more precise approach to navigational safety assessment. The presented system has been proposed as a subject of the European Project SafePort which has already passed the first step evaluation.

Acknowledgement: The model tests of ship berthing were carried out within the research project No. 4T12C01029, sponsored by Polish Ministry of Science and Higher Education.

References

1. Abramowicz-Gerigk T.: *Experimental study on the hydrodynamic forces induced by a twin-propeller ferry during berthing*. Ocean Engineering. doi:10.1016/j.oceaneng.2007.10.009. Elsevier 2007.
2. Abramowicz-Gerigk T. *Modelling of ship entry and berthing in applications related to port ITS*. XII Konferencja Naukowo Techniczna, Inżynieria Ruchu Morskiego. Świnoujście 2007.

3. Abramowicz-Gerigk T.: *The risk analysis of harbour operations*. Proceedings of the International Conference Esrel'2008. Spain 2008.
4. *Activities of EU Summaries of Legislation. Programme for the Promotion of Short Sea Shipping* 15.5.2007. <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l24258.htm>. 2007.
5. Chudzikiewicz A., *Inteligentne Systemy Transportowe (ITS)*, International Conference Transport of 21st Century, Stare Jabłonki, 2007.
6. Jagniszczak I.: *Systemy sterowania i zarządzania ruchem statków*. Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie. Studia Nr 7. Szczecin 2001.
7. Marlow P. B., Paixao A. C., *Strengths and weaknesses of short sea shipping*. Marine Policy, Volume 26, Issue 3, pp. 167-178. May 2002.
8. *Port of Rochester Intelligent Transportation System (ITS). Project Architecture Case Study Final Report and Concept Plan* (Excluding Appendices) Prepared by the Genesee Transportation Council In conjunction with the City of Rochester, <http://www.gtcmppo.org/Resources/Topics/ITS/PortCaseStudy.pdf>. October 2003.
9. Riding J.: *Marlborough Sounds Harbour Navigational Risk Assessment. Report No: 05NZ109* Marlborough District Council (Unitary Authority), April 2005.
10. Shin H. & Lee H.: *Crabbing Test of 3 m Ferry Model*. Journal of Naval Architects of Korea, Vol. 41 No 1. February 2004.
11. Vorobyov Y.L., Kosoy M.B.: *The navigational width for a vessel going on the trajectory in shallow water under wind and wave*. Proceedings of International Conference Maritime Transportation and Exploitation of Ocean and Coastal Resources, IMAM 2005. Lisbon 2005.

ELEMENTY PORTOWEGO ITS ZWIĄZANE Z BEZPIECZEŃSTWEM I EFEKTYWNOŚCIĄ OPERACJI MANEWRÓWYCH W ŻEGLUDZE KRÓTKIEGO ZASIĘGU

1. Wstęp

Żegluga krótkiego zasięgu SSS (Short Sea Shipping) jest definiowana jako transport pasażerów lub ładunku na względnie krótkiej trasie. W Unii Europejskiej odnosi się ona do koncepcji transportu intermodalnego, w którego skład wchodzi transport morski. Dla koncepcji transportu intermodalnego, w żegludze krótkiego zasięgu, używa się określenia Autostrady Morskie (MOS – Motorway of the Sea).

Pojęcie Autostrady Morskiej zostało wprowadzone w kwietniu 2003 roku. 29 kwietnia 2004 roku Rada Unii Europejskiej i Parlament Europejski przyjęły poprawkę do wytycznych dotyczących trans-europejskich korytarzy transportowych (TEN-T Trans-European Network Transport Guidelines), która dała podstawy prawne koncepcji Autostrad Morskich. „Biała Księga europejskiej polityki transportowej (White Paper on European transport policy) na rok 2010 podkreśla rolę, jaką żegluga krótkiego zasięgu może odegrać w ograniczeniu wzrostu ruchu kołowego pojazdów przewożących ciężkie ładunki, równoważąc podział na gałęzie transportu i omijając wąskie gardła transportu lądowego. Rozwój żeglugi krótkiego zasięgu może również wspomagać ograniczenie wzrostu transportu drogowego, przywracać równowagę pomiędzy środkami transportu i przyczyniać się do zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa” [4].

Wyróżnia się następujące wskaźniki oceny żeglugi krótkiego zasięgu:

- czas tranzytu,
- punktualność,
- elastyczność,
- dostępność i częstotliwość usług,
- koordynacja wyjść i wejść statków do portu,
- niezawodność i dyspozycyjność.

Należy się spodziewać, że postępujący rozwój Autostrad Morskich i europejskich korytarzy transportowych spowoduje ewolucję istniejących

systemów IT, powstawanie i rozbudowę centrów logistycznych oraz Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS).

W ramach inicjatywy MOS złożonych zostało wiele wniosków projektowych. Jedną z inwestycji realizowanych w ramach projektu Autostrady Morskiej jest nowy terminal promowy w Porcie Gdynia z dwoma nowymi nabrzeżami przystosowanymi do obsługi 4 statków o długości do 240 m dziennie. Inwestycje obejmujące budynki terminalu, place składowe, terminal intermodalny oraz sieć dróg dojazdowych dla transportu kołowego i samochodowego zostaną zakończone do 2010 roku. Wydział Nawigacyjny Akademii Morskiej w Gdyni (AM w Gdyni) jako partner w konsorcjum projektu Autostrada Morska Karlskrona-Gdynia (Baltic-Link Motorway of the Sea Karlskrona-Gdynia) zaproponował działania wspierające projekt. Koncepcja zaproponowanych elementów portowego ITS zwiększających bezpieczeństwo i efektywność eksploatacji promów opiera się na wynikach badań wcześniej prowadzonych w AM w Gdyni.

2. Elementy portowego ITS

Inteligentny system transportowy jest definiowany jako „aplikacja zaawansowanych technologii informacyjnych zwiększająca bezpieczeństwo i efektywność systemu transportu powierzchniowego” [5]. Jest to zintegrowany system czujników, elektroniki, zaawansowanych technologii telekomunikacyjnych i technik zarządzania stosowany w celu poprawy mobilności i wydajności transportu.

Zastosowanie ITS w portach podnosi poziom bezpieczeństwa, zabezpiecza źródła energii i redukuje niepożądany wpływ na środowisko. Umożliwia integrację operacji systemu transportowego..

Głównym celem portowego ITS jest zwiększenie dostępności portów morskich od strony lądu. Do korzyści wynikających z jego zastosowania należy możliwość bezpiecznej i sprawniej odprawy granicznej. Elementy systemu ITS można wykorzystać do usprawnienia przepływu ludzi, towarów oraz informacji pomiędzy portem i szerszym regionem. Zaangażowane są w to transport, bezpieczeństwo publiczne i służby ratownicze. Aplikacje ITS w portach i terminalach muszą być dostosowane do regionalnej architektury ITS, konieczna jest więc standaryzacja różnych aplikacji na poziomie regionalnym, krajowym i międzynarodowym [8]. Do najbardziej przydatnych typów usług w systemach ITS i IT w portach należą bieżąca wymiana informacji wykorzystująca technologie telekomunikacyjne, plan zawinięć statków, obsługi nabrzeży oraz techniki

zwiększające bezpieczeństwo i zmniejszające czas pomiędzy kolejnymi zawinięciami statku (turn around time).

Wyróżnia się następujące elementy architektury fizycznej portowego ITS:

- systemy zbierające informacje o zawinięciach statków, statusie ładunku i stanie dróg oparte na sieciach lokalnych,
- systemy wymiany danych intermodalnych umożliwiające różnym przedsiębiorcom elektroniczne gromadzenie, wykorzystywanie, rozpowszechnianie danych handlowych, dotyczących ochrony bezpieczeństwa i innych,
- multimodalne systemy informacyjne ułatwiające pasażerom planowanie podróży,
- technologie wysyłki i śledzenia kontenerów, wykorzystujące łączność radiową,
- technologie identyfikacji i weryfikacji kierowców i pojazdów,
- nieinwazyjne systemy kontroli wykorzystujące nieinwazyjne urządzenia,
- systemy znaków identyfikacyjnych zapewniających nienaruszony stan kontenerów w całym łańcuchu zaopatrzenia i dystrybucji oraz lepsze śledzenie wysłanego ładunku.

Systemem wykorzystywanym w portach do gromadzenia i konsolidacji informacji o zawinięciach statków, statusie ładunku i stanie dróg jest system nadzoru ruchu statków VTS (Vessel Traffic Services) lub VTMIS (Vessel Traffic Management and Information System), zintegrowane z systemem AIS (Automatic Identification of Ships). Koncepcję systemu VTS dla całego Bałtyku stanowi VTMIS-NET (Vessel Traffic Management and Information System NETwork project), zintegrowany system bałtyckich systemów VTS.

Wprowadzenie VTS podniosło poziom bezpieczeństwa nawigacyjnego w rejonach zagęszczonego ruchu statków. Dalsza poprawa jest obecnie możliwa dzięki zmniejszeniu udziału czynnika ludzkiego w powstawaniu zagrożeń. Istnieje potrzeba rozwoju systemów wspomagania nawigacji, systemów wspomagania decyzji oraz transformacji w kierunku całkowitej automatyzacji.

Zaproponowane nowe elementy portowego ITS, związane z bezpieczeństwem i efektywnością operacji manewrowych promów, stanowią systemy wspomagania decyzji wejścia statku do portu i cumowania, przeznaczone dla kapitana statku, kapitana portu i głównego dyspozytora portu. Oba systemy, w zintegrowanym systemie wspomagania decyzji DS (Decision Support system), mogą być elementem systemu VTS jeśli jego nadzór obejmuje wody portowe.

3. Systemy wspomagania decyzji wejścia statku do portu i cumowania

Budowa zaproponowanych systemów musi się opierać na dokładnym modelu hydrodynamicznym ruchu statku oraz bieżącej informacji hydrometeorologicznej.

System składa się z następujących elementów:

- moduł bezpieczeństwa,
- moduł transmisji danych,
- moduł odbioru i zobrazowania informacji.

Moduł bezpieczeństwa składa się z następujących elementów:

- moduł informacji o warunkach hydro-meteorologicznych i ruchu statków,
- moduł identyfikacji zagrożeń,
- moduł oceny ryzyka.

Ogólny schemat systemu przedstawiono na rysunku 1.

Rys. 1. System wspomagania decyzji

W analizie ryzyka operacji portowych zagrożeniom przypisuje się częstotliwość ich wystąpienia i konsekwencje. Umożliwia to określenie ryzyka [3].

Moduł identyfikacji zagrożeń w systemie DS składa się z modułów podrzędnych zawierających dane eksploatacyjno-techniczne statku, akwenu, modele hydrometeorologiczne, model niezawodności konstrukcji nabrzeża,

modele ruchu statku oraz procedury identyfikacji zagrożeń. Ryzyko jest obliczane na podstawie funkcji trudności manewrowania, która wyraża klasę trudności manewru, w zależności od pozycji statku na torze podejściowym oraz przewidywanej reakcji statku.

W module miar kontroli ryzyka, który jest modulem podrzędnym modułu oceny ryzyka, wyznaczane są miary redukcji ryzyka w postaci reakcji na zaistniałe zagrożenia, tak aby nie został przekroczony obszar ALARP (As Low as Reasonably Practicable). ALARP jest zasadą zarządzania ryzykiem stosowaną w większości portów, na podstawie której wyznacza się miary redukcji ryzyka w oparciu o analizę kosztów i zysków [9].

System DS wyświetla parametry otrzymane z modułu informacji hydro-meteorologicznej, identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka. Informacja o przewidywanym czasie zakończenia manewru jest dostępna dla kapitana statku, kapitana portu i głównego dyspozytora portu.

Miary kontroli ryzyka w proponowanym systemie stanowią zalecenia dotyczące kursu i prędkości statku na torze podejściowym oraz zatrudnienie holowników podczas podejścia do portu i cumowania. Przy założonych umiejętnościach i doświadczeniu kapitanów promów, informacja taka jest wystarczająca do skorygowania założonego planu manewrów, biorąc pod uwagę znajomość zmiennych warunków zewnętrznych na torze podejściowym. W zaproponowanym systemie jego użytkownicy stanowią elementy systemu sterowania. Moduł reakcji statku zbiera bieżące dane dotyczące stanu statku, dzięki czemu możliwe jest określenie zagrożeń i obliczenie ryzyka.

W ocenie ryzyka wejścia statku do portu przyjęta została metoda zaproponowana przez Vorobiova [11], w której wpływ wiatru i ograniczenia akwenu na sterowność statku jest uwzględniany jako proces stochastyczny. Model cumowania opiera się na wynikach badań modelowych [3]. Możliwość podchodzenia i odchodzenia statku od nabrzeża można ocenić na podstawie sił i momentów od działania wiatru, generowanych na powierzchni nadwodnej statku, przy różnych prędkościach i kierunkach wiatru względem statku.

Tabela 1. Główne parametry modelu promu pasażersko-samochodowego

Wyporność [m ³]	4.89
Długość całkowita [m]	10.98
Długość między pionami [m]	9.64
Szerokość [m]	1.78
Zanurzenie [m]	0.42
C _B	0.687
Skala modelu	1:16

Rys. 2. Układ współrzędnych [1].

Rys. 3. Siła poprzeczna i moment myśzkowania generowane na kadłobie statku przy różnych nastawach pędników i sterów strumieniowych, siła i moment od działania wiatru przy prędkości wiatru 12.5, 15.5 i 20 m/s [3].

$$Fy' = \frac{Fy}{0.5 \rho g L^3 T} \quad (1)$$

$$Mz' = \frac{Mz}{0.5 \rho g L^3 T} \quad (2)$$

Bezwymiarowa siła poprzeczna (1) i moment myśzkowania (2) zostały przedstawione w zależności od długości statku między pionami, zanurzenia statku i gęstości wody [1]. Siłę i moment oddziaływania wiatru obliczono na podstawie danych dla statku podobnego [10]. Wyniki pomiarów z badań modelowych oraz siły i momentu od działania wiatru przedstawiono na rysunku 3.

3. Podsumowanie

Nowa filozofia zarządzania bezpieczeństwem w portach oraz wprowadzenie ITS kształtują silny związek pomiędzy wszystkimi stronami biorącymi udział w procesie transportowym, wspierają one inne gałęzie przemysłu i częściowo rozwiązują problemy związane z logistyką żeglugi krótkiego zasięgu [7]. Jednostki uprawiające ten typ żeglugi, których trasy biegną wzdłuż wybrzeży lub przecinają morza zamknięte, są statkami najczęściej zawijającymi do portów. Zbyt duże ograniczenia prędkości na torze podejściowym powodują omijanie przez te statki portów trudno dostępnych. Zastosowanie systemu DS wpływa na poprawę bezpieczeństwa i efektywności eksploatacji promów, poprzez uzależnienie zaleceń przepisów portowych od parametrów ruchu statku, aktualnej sytuacji i panujących warunków.

W analizie ryzyka operacji portowych podstawę stanowi ocena ekspertów, zastosowanie metod bezpośrednich umożliwi mniej subiektywne, bardziej dokładne podejście do oceny bezpieczeństwa nawigacji. Przedstawiony system DS został zaproponowany w projekcie europejskim SafePort, który uzyskał pozytywną ocenę w pierwszym etapie oceny.

Uwaga: Badania modelowe cumowania statku zostały wykonane w ramach projektu badawczego No. 4T12C01029, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

dr inż. Teresa Abramowicz-Gerigk, Akademia Morska w Gdyni (Gdynia Maritime University, Faculty of Navigation). Specialist in ship dynamics and safety of maritime transportation. Several publications in the field of ship hydrodynamics and maritime safety. Member of SSRwT KT Polish Academy of Sciences.