

FILIPKOWSKI Damian

## PRZYKŁADY STRUKTURY TRANSMISJI DANYCH DLA SYSTEMU E-NAWIGACJI

### Streszczenie

Artykuł jest efektem prac badawczych prowadzonych w Akademii Morskiej w Gdyni. Tematem badań jest modelowanie transmisji danych zgodne z założeniami idei e-Nawigacji. W pierwszej części autor przedstawia kilka generalnych aspektów dotyczących transmisji danych w transporcie morskim. Przedstawia kierunki łączności i możliwe sposoby połączeń. Następnie identyfikuje problemy wynikające z zastosowania konkretnych rozwiązań dla poszczególnych ścieżek transmisji. W drugiej części autor przedstawia prototyp struktury systemu transmisji danych dla e-Nawigacji testowany podczas projektu EfficienSea. W części trzeciej autor prezentuje autorską koncepcję struktury zgodną z ideą pojedynczego punktu kontaktowego.

### WSTĘP

Temat łączności oraz transmisji danych w transporcie morskim jest szeroko dyskutowany przy okazji prac nad systemem e-Nawigacji. Istnieje bowiem duża różnica pomiędzy możliwościami technologicznymi dostępnymi i używanymi na statkach (np. internet satelitarny), a systemami wymaganymi przez przepisy. Ponadto oficer obciążony jest obowiązkiem wysyłania tysięcy kilobajtów niepotrzebnych danych, nierzadko dostępnych z innych źródeł. Z drugiej strony duża część rozwiązań stosowanych w systemach łączności jest przestarzała. Wymiana informacji pomiędzy statkiem i lądem jest dziś rzeczą naturalną i potrzebną. Niestety uważa się, że istniejący Światowy Morski System Łączności Alarmowej i Bezpieczeństwa (GMDSS, Global Maritime Distress and Safety System) jest pod pewnymi względami systemem archaicznym. Użytkownicy mając na co dzień dostęp do nowych technologii wywierają presję na administrację. Potrzebna jest zmiana przepisów oraz stworzenie nowego systemu wymiany danych, który unowocześni i usprawni transmisję danych w transporcie morskim. Idea e-Nawigacji jest rozwiązaniem, które nie tylko usprawni łączność, ale również zapewni szereg nowych funkcji przydatnych zarówno dla użytkowników na statku jak i na lądzie [9,11].

### 1. DEFINICJA E-NAWIGACJI

e-Nawigacja to koncepcja opracowywana pod auspicjami Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO, International Maritime Organization) w celu zwiększenia bezpieczeństwa żeglugi statków handlowych. Osiągnięcie celu ma nastąpić poprzez lepszą organizację danych na statkach i na lądzie, lepszą wymianę danych w relacji statek-statek oraz statek-ląd (ośrodek dyspozycyjno-kontrolny) i niezawodną łączność w tych samych relacjach. Definicja systemu e-Nawigacji zaproponowana przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Służb Oznakowania Nawigacyjnego (IALA, International Association of Lighthouse Authorities), jest ogólnie przyjętą, wstępną definicją powstającego systemu [4].

*“e-Nawigacja jest to zharmonizowane tworzenie, gromadzenie, integracja, wymiana i prezentacja morskich informacji, przy użyciu środków elektronicznych na statku i na lądzie, w celu usprawnienia nawigacji od nabrzeża do nabrzeża i związanych z nią usług, zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony na morzu oraz ochrony środowiska morskiego.”*

Kolejnym problemem w chwili obecnej jest często nadmiar danych, które oficer pełniący wachtę musi przetworzyć i zinterpretować. Potrzeba standaryzacji i integracji jest naturalnym następstwem wprowadzenia nowych technologii. Przykładem integracji mogą być systemy mostka zintegrowanego (IBS/INS, Integrated Bridge Systems/Integrated Navigation Systems), które ograniczają się jednak do urządzeń dostępnych na statku. e-Nawigacja w swoich założeniach jest systemem, który traktuje transport morski w sposób holistyczny i dąży również do integracji, standaryzacji i automatyzacji wymiany informacji pomiędzy statkiem i lądem, pomiędzy statkami oraz pomiędzy użytkownikami lądowymi. e-Nawigacja nie ogranicza się tylko do danych dotyczących statku i warunków na morzu. Zakres działania obejmuje również użytkowników lądowych. Należy bowiem pamiętać, że ląd jest początkowym i końcowym, a niejednokrotnie również przejściowym punktem każdej podróży morskiej [2,10].

## 2. KIERUNKI TRANSMISJI DANYCH W TRANSPORCIE MORSKIM

Systemy łączności w transporcie morskim, ze względu na specyfikę tej gałęzi przemysłu, powinny zapewniać łączność pomiędzy lądem i statkiem, ale również pomiędzy dwoma użytkownikami statkowymi i lądowymi. Można określić cztery kierunki przepływu danych w transporcie morskim [5]:

- statek - ląd,
- ląd - statek,
- statek-statek,
- ląd-ląd.

**Tab. 2.1** Możliwe sposoby i kierunki łączności w transporcie morskim [5]

	<b>zapytanie o wiadomości</b>	<b>wysłanie zaadresowanej wiadomości</b>	<b>rozgłoszenie wiadomości</b>
<b>statek → ląd</b>	dane wysłane ze statku na prośbę użytkownika lądowego	dane wysłane ze statku do jednego, konkretnego użytkownika lądowego	dane wysłane ze statku do wielu użytkowników lądowych
<b>ląd → statek</b>	dane wysłane z lądu na prośbę statku	dane wysłane z lądu do konkretnego statku	dane wysłane z lądu do wielu statków
<b>statek →statek</b>	dane wysłane z jednego statku na drugi na prośbę tego drugiego	dane wysłane ze statku na inny, konkretny statek	dane wysłane ze statku do wielu innych statków
<b>ląd→ląd</b>	dane wysłane przez jednego użytkownika lądowego do drugiego na prośbę tego ostatniego	dane wysłane przez jednego użytkownika lądowego do drugiego, konkretnego użytkownika lądowego	dane wysłane przez jednego użytkownika lądowego do wielu innych użytkowników lądowych

Ze względu na specyfikę transmitowanych danych należy dobrać odpowiedni sposób łączności. Należy określić w jaki sposób użytkownicy mają nawiązać łączność i transmitować dane. Dla każdego z czterech kierunków wymienionych powyżej, możemy wyodrębnić trzy sposoby transmisji [5]:

- zapytanie o wiadomości (pull) - przepływ danych od nadawcy X do odbiorcy Y. Przepływ inicjuje odbiorca Y. Przykładem takiego typu transmisji jest łączność pomiędzy klientem, a serwerem w typowej sieci komputerowej,
- wysłanie zaadresowanej wiadomości (push addressed) - dane są wysłane od nadawcy X do jednego odbiorcy Y. Przykładem może być wysłanie wiadomości SMS przez telefon komórkowy lub wysłanie zaadresowanej wiadomości za pomocą urządzenia AIS,
- rozgłoszenie wiadomości (push-multicast) - dane są wysyłane przez nadawcę X do wielu odbiorców Y. Przykładem może być Navtex, audycje radiowe i komunikaty AIS. Ta metoda wysyła dane do grupy odbiorców jednocześnie w pojedynczej transmisji. Szczególnym przypadkiem jest transmisja dookólna (broadcast), gdy grupa docelowych adresatów obejmuje wszystkich możliwych odbiorców.

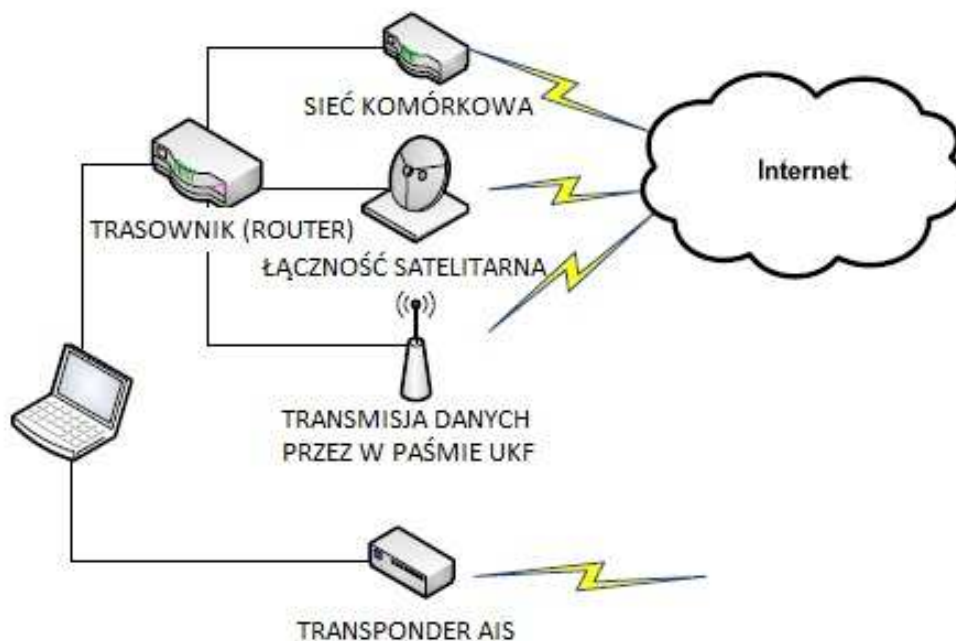
Tworząc architekturę systemu transmisji danych tak, aby umożliwiał połączenie w wyżej wymienionych kierunkach i na każdy z wymienionych sposobów należy wspomnieć o trzech aspektach. Po pierwsze, systemy łączności często zapewniają łączność w kilku kierunkach, np. poprzez użycie różnych protokołów transmisji danych (np. przez AIS możliwa jest transmisja danych zarówno w relacjach łód-statek, statek-statek jak i statek-łód). Po drugie, stosowanie różnych systemów łączności często daje różne charakterystyki transmisji. Na przykład, zarówno Internet jak i AIS mogą być stosowane jako system łączności i dostarczać dane ze statku na łód, ale oba te rozwiązania mają bardzo różne charakterystyki w zakresie przepustowości i niezawodności. Po trzecie nie ma w chwili obecnej systemu łączności, który umożliwiłby transmisję we wszystkich kierunkach na wszystkie wymienione wyżej sposoby. Stąd potrzeba stworzenia nowego systemu, który przy wykorzystaniu nowych technik umożliwiłby taką transmisję, bądź takiego systemu, który w sposób efektywny łączyłby i wykorzystywał obecne techniki transmisji.

### **3. PROTOTYP ARCHITEKTURY SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI – PROJEKT EFFICIENSEA**

EfficientSea jest projektem Unii Europejskiej dotyczącym poprawy bezpieczeństwa i kontroli ruchu statków w obszarze Morza Bałtyckiego. Jedna z grup roboczych EfficientSea, zajmująca się zagadnieniem e-Nawigacji stworzyła prototyp struktury systemu. Poniżej przedstawiono założenia projektu oraz sam schemat architektury, a we wnioskach przedstawiono wyniki przeprowadzonych testów dotyczące możliwości zastosowania różnych sposobów łączności w e-Nawigacji.

#### **3.1. Infrastruktura na statku**

Infrastruktura na statku składa się z oprogramowania działającego w środowisku Windows. Program nazywa się e-nawigacja Enhanced INS (ee-INS). Aplikacja komputerowa jest darmowa i jest udostępniana wraz z kodem źródłowym. Daje duże pole manewru i możliwość ingerencji w samo oprogramowanie. Dodatkowo zobrazowanie map jest oparte na licencji OpenMap. Jest to otwarta platforma będąca źródłem map (nie nawigacyjnych), które są wyświetlane na monitorze użytkownika. Komercyjne dodatki (ang. plug in, add on) umożliwiają wykorzystanie elektronicznych map nawigacyjnych (ENC, Electronic Navigational Charts) jednak nie są one konieczne do celów badania łącz transmisji danych. Aplikacja posiada kilka podstawowych funkcji nawigacyjnych. Zgodnie z założeniami, komputer oprócz podłączenia do Internetu przez trasownik wielościeżkowy (Multi WAN router), posiada również podłączenie do systemu AIS. Struktura prototypu jest zgodna z założeniami IMO dotyczącymi systemu e – Nawigacji [5].



**Rys. 3.1.** Struktura systemu e-Nawigacji, propozycja EfficienSea – elementy na statku [5]

W tym prototypie, do celu testów zostały wykorzystane trzy różne połączenia internetowe:

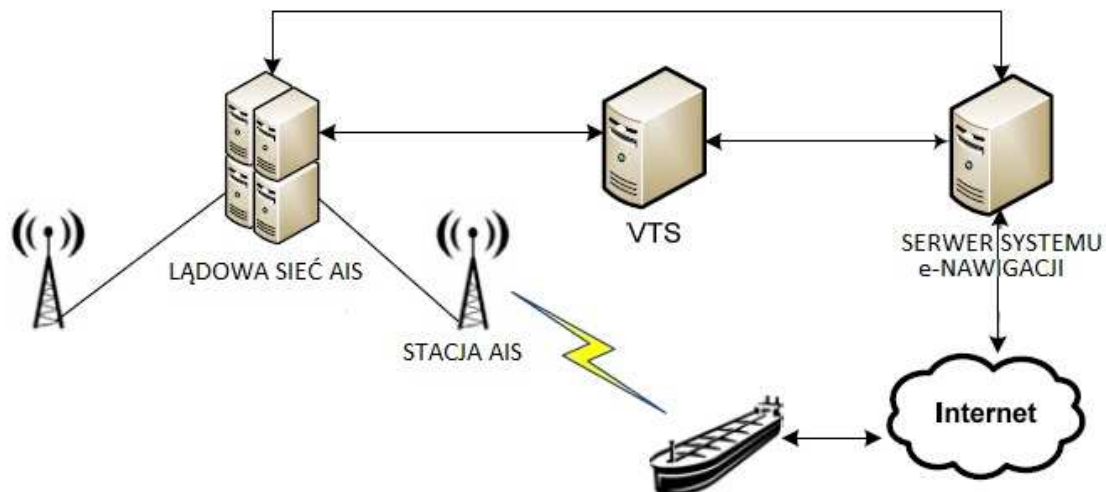
- sieć komórkowa,
- łączność satelita,
- transmisja danych przez UKF/VHF,

oraz System Automatycznej Identyfikacji Statków (AIS, Automatic Identification System) jako system uzupełniający i zabezpieczający w razie awarii łącza internetowego.

Urządzenia statkowe umożliwiają podłączenie dodatkowego zewnętrznego PC poprzez gniazdo pilotowe (pilot plug) przy użyciu odpowiedniego kabla. Użycie gniazda pilota na mostku statku okazało się trudniejsze, niż wcześniej oczekiwano. Całkiem często wtyczka dla pilota była źle podłączona lub w ogóle nie podłączona. Ponadto wyzwaniem okazało się podłączenie wtyczki pilota do komputera. Ostatecznie wykorzystano sprzęt, który łączył się przez Wi-Fi. Do połączenia z Internetem wykorzystano prosty router (Multi WAN router). Tryb pracy awaryjnej, gdy jedno z połączeń staje się nieaktywne, sprawiał problemy ze względu na opóźnienie wynikające z przełączenia się z jednego systemu na drugi. Gdy połączenie jest niedostępne, np. mobilny dostęp szerokopasmowy, status połączenia może zmieniać się znacznie przez pewien okres czasu. W końcu połączenie zostanie ostatecznie utracone. Może to doprowadzić do częstych zmian rodzaju połączeń w tym czasie. Uważa się, że bardziej zaawansowane trasowniki zainstalowane na statku działałyby lepiej [5].

### 3.2. Infrastruktura na lądzie

Infrastruktura na lądzie składa się z następujących elementów: serwera e-nawigacji, stacji Systemu Kontroli Ruchu Statków (VTS, Vessel Traffic Service) i lądowej sieci AIS. Elementy na lądzie są połączone za pomocą Internetu. Serwer e-Nawigacji zapewnia łączność zgodną z zasadą zapytanie-odpowiedź. Umożliwia korzystanie z Internetu na statku i stacji VTS. Serwer używa lądowych sieci AIS do odbierania i wysyłania wiadomości AIS. Struktura prototypu jest zgodna z założeniami IMO dotyczącymi systemu e- Nawigacji [5].



**Rys. 3.2.** Struktura systemu e-nawigacji, propozycja EfficienSea – elementy na lądzie [5]

Serwer e-Nawigacji w założeniach twórców prototypu umożliwi wykorzystanie różnych usług, które będą dostępne w systemie e-Nawigacji. Aplikacje są dostępne za pośrednictwem usług internetowych oraz w niektórych przypadkach także poprzez nakładki internetowe (dane mogą być prezentowane i wprowadzane przez użytkowników). Aplikacje są zależne od wielu źródeł danych, takich jak dane hydrometeorologiczne i oceanograficzne prognozy pogody i dane z AIS. Większość z tych źródeł stanowią oddzielne i niezależne serwisy. Pozyskiwane dane znajdują się na oddzielnych serwerach, a serwer e-Nawigacji jako pojedynczy punkt kontaktowy umożliwia łatwy dostęp do tych danych. Dzięki temu usługi wykonawcze mogą być rozproszone na wielu serwerach fizycznych. Jest to tak zwana architektura zorientowana na serwisy (SOA, Service Oriented Architecture). Tak rozproszona sieć serwerów nie tylko zapewnia szybszy dostęp do danych (uniemożliwi obciążenie jednego serwera), ale również zapewni pewien poziom redundancji w przypadku awarii, któregoś z serwerów [1].

Jako protokół serwisów stron internetowych został wybrany protokół XML-RPC oraz protokół HTTP. XML-RPC lepiej sprawdza się w SOA ponieważ jest prostszy, dzięki czemu modele danych (zapytań i odpowiedzi) mogą łatwiej być przekształcone do XSD (Schemat XML, Schemat Rozszerzalnego Języka Znaczników) niż do WSDL (Web Services Description Language). XML jest używany do zapytań i odpowiedzi w relacji klient-serwer, a protokół HTTP jest używany do transportu danych [5].

Korzystanie z Internetu i standardowych składników oprogramowania jak strony WWW, serwery aplikacji i bazy danych nie sprawiało większych problemów. Mając tylko jeden serwer po stronie infrastruktury lądowej wykazano, że należy stworzyć system, że aby uzyskać wysoką niezawodność pracy systemu należy unikać pojedynczych serwerów, a w przyszłości stosować ich dublowanie.

### 3.3. Transmisja danych

Proces opisywania przesyłanych danych za pomocą języka UML i przekształcanie tego pod definicje schematu XML (XSD) było proste i efektywne. Korzystanie z protokołu XML do kodowania danych wprowadziło zwiększenie ilości danych ze względu na znaczniki i tekstową reprezentację liczb w przeciwieństwie do kodowania binarnego. Zastosowanie kompresji na poziomie protokołu HTTP pozwoliło znacznie zmniejszyć ilość przesyłanych danych.

Internet okazał się efektywnym sposobem łączności w relacji ląd→statek (push) oraz w relacji ląd→statek (pull). Odpytywanie (polling) jest efektywnym rozwiązaniem w relacji ląd→statek (push), jednak ma pewne znaczące wady spowodowane opóźnieniem przez interwał sondowania, co jest nie do przyjęcia dla niektórych usług, np. w koordynacji akcji ratowniczej (SAR, Aearch and Rescue). Opóźnienie w łączności w niebezpieczeństwie jest również niezgodne z przepisami rozdziału V Międzynarodowej Konwencji o Bezpieczeństwie Życia na Morzu (SOLAS, Safety of Life at Sea).

Przepustowość każdego z trzech sposobów połączenia z Internetem wykorzystywanych w badaniu okazała się wystarczająca dla celów testów prototypowych. Odpowiedzi na zapytania serwisów i ustalenie połączenia nie trwało dłużej niż 10s. Oczywiście pojawia się pytanie, czy łącza okażą się wystarczające dla większych pakietów danych? Istnieje przekonanie, że łączność przez satelitę okaże się zbyt droga, przez UKF za wolna, a przez telefonię komórkową dostępna tylko w pobliżu lądu.

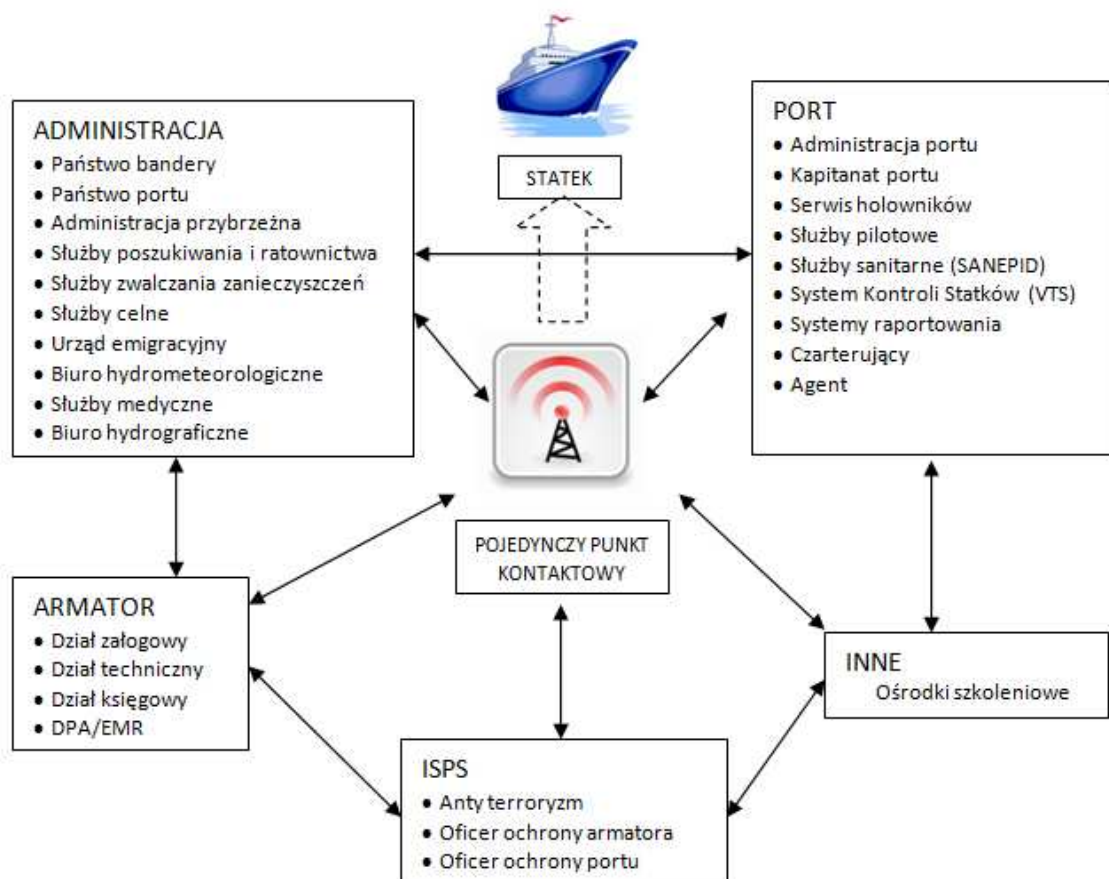
AIS okazał się właściwy dla okresowej transmisji małych pakietów wiadomości. Dla bardziej złożonych zadań ograniczenia AIS hamowały lub uniemożliwiały łączność. Stwierdzono, że stosowanie AIS do łączności pomiędzy statkami było dość wiarygodne. Używanie stacji bazowych w celu wysyłania i odbierania wiadomości było mniej wiarygodne ponieważ zależało od odległości od stacji bazowej, oraz właściwości stacji.

## **4. AUTORSKI PROJEKT STRUKTURY SYSTEMU**

W holistycznym podejściu do transportu morskiego, jednym z głównych zadań e-Nawigacji jest wymiana i gromadzenie danych. Chcąc zapewnić efektywną wymianę danych, struktura systemu musi składać się z elementów znajdujących się na statku oraz elementów znajdujących się na brzegu. Grupa zajmująca się zagadnieniem e-Nawigacji w projekcie EfficienSea stworzyła propozycję struktury systemu Rys. 3.1 i Rys. 3.2. Autor tworząc własną infrastrukturę systemu starał się na podstawie przepisów międzynarodowych i własnej wiedzy zawodowej zidentyfikować i uzupełnić projekt struktury o informacje jakie są dziś transmitowane w transporcie morskim. Na Rys. 4.1 i Rys. 4.2 autor przedstawia własną koncepcję struktury systemu. Na diagramach przedstawiono główne elementy zarówno struktury na lądzie, jak i na statku. Symbolicznie zaprezentowano kierunki w jakich dane będą transmitowane. Podkreślono również potrzebę istnienia pojedynczych punktów kontaktowych (zarówno na statku jak i na lądzie).

### **4.1. Infrastruktura na lądzie**

Na rys.4. 1 zostali wyszczególnieni użytkownicy lądowi, z którymi w chwili obecnej statek wymienia dane. Jak wskazują kierunki transmisji wszystkie dane na temat statku uprawnieni użytkownicy lądowi mogą uzyskać poprzez pojedynczy punkt kontaktowy. Takim punktem może być jeden z serwerów, na których dane byłyby zbierane i archiwizowane. Podobnie jak twórcy projektu EfficienSea autor uważa, że rozproszenie serwerów pozwoli na lepszą i szybszą wymianę danych oraz zapewni pewien poziom redundancji w razie awarii jednego z nich. Jeśli chodzi o Polskę to takim punktem kontaktowym miałyby zostać serwery KSBM (Krajowy System Bezpieczeństwa Żegluga), do których użytkownik miałby dostęp dzięki oprogramowaniu SWIBŻ (System Wymiany Informacji Bezpieczeństwa Żegluga). Jak widać na rys 4.1 użytkownicy lądowi mają również możliwość wymiany danych bezpośrednio między sobą. Ponieważ Internet zapewnia łączność w relacji ląd-ląd na wszystkie w/w sposoby możliwość wymiany informacji bezpośrednio między użytkownikami lądowymi zmniejszy obciążenie serwera, przyspieszy wymianę danych jednak dane nie zostaną zweryfikowane przez punkt kontaktowy i mogą być niedokładne lub nawet fałszywe.

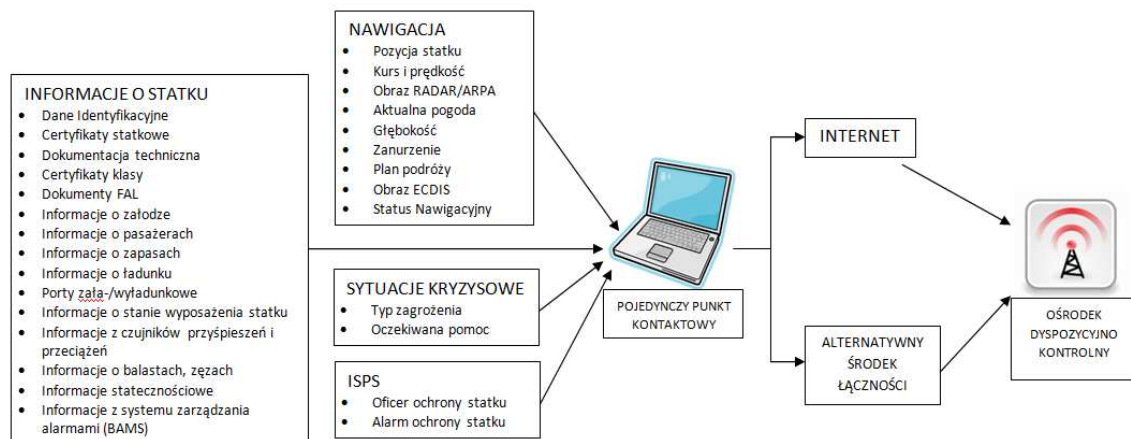


Rys. 4.1 Struktura systemu e-nawigacji, propozycja autora – elementy na lądzie

## 4.2. Infrastruktura na statku – propozycja autora

Na Rys. 4.2 przedstawiono w schematyczny sposób sieć statkową, która zdaniem autora umożliwi łatwą i szybką wymianę informacji i transmisję danych. Na rysunku wyszczególniono kategorie informacji jakie statek wymienia z innymi użytkownikami. Wszystkie dane są zbierane w pojedynczym punkcie kontaktowym. Takim punktem na statku może być serwer statkowy bądź też urządzenie VDR (Voyage Data Recorder) w odpowiedni sposób do tych celów zaadaptowane. Następnie dane są wysyłane do ośrodka dyspozycyjno-kontrolnego (np. VTS), gdzie są zbierane, archiwizowane, weryfikowane i ewentualnie udostępniane innym autoryzowanym użytkownikom.

Transmisja jest możliwa dzięki zastosowaniu satelitarnego łącza internetowego. Autor po szczegółowej analizie uważa, że Internet daje możliwości dostępu do dużej ilości usług, które zostały zdefiniowane w założeniach tworzenia systemu e-Nawigacji. Ponadto Internet dzięki wykorzystaniu zróżnicowanego oprogramowania posiada zdolność adaptacji do zmieniających się warunków i potrzeb użytkowników. Niestety, jak wspomniano wcześniej, nie zapewnia łączności we wszystkich kierunkach i na wszystkie sposoby wymienione w tabeli 2.1, dlatego potrzebne jest zastosowanie innego środka łączności np. AIS. Jest to zgodne z projektem EfficienSea, a ponadto AIS posiada w swej strukturze wiadomości komórki, które w założeniach twórców miały być przeznaczone do wykorzystania w nowych systemach. Takim systemem mogłaby być e-Nawigacja.



Rys 4.2 Struktura systemu e-nawigacji, propozycja autora – elementy na statku

### 4.3. Wnioski dotyczące autorskiej propozycji struktury systemu

Internet dobrze sprawdza się jako system transmisji danych w relacji ląd-ląd oraz ląd-statek, statek-ląd, natomiast słabo w relacji statek-statek. Autor sugeruje, aby łączność w relacji statek-statek zastąpić w pewnym stopniu łącznością statek-ląd-ląd-statek. Transmisja danych poprzez serwery lądowe (pojedyncze punkty kontaktowe) umożliwiłaby nie tylko transmisję dużych pakietów danych, ale również pozwoliłaby na ich weryfikację i ewentualne zabezpieczenie przed nieautoryzowanym dostępem. Obecnie dostęp do informacji na temat pozycji, prędkości i kursu statku może uzyskać każdy poprzez Internet (np. marinetraffic.com itp.). Autoryzowany i odpowiednio chroniony dostęp do serwerów lądowych umożliwiłby kontrolę nad wypływem danych i dostaniem się ich w niepowołane ręce. Obecnie wymiana danych w relacji statek-statek ogranicza się do AIS oraz transmisji głosowej w paśmie VHF. Oba systemy pracują w tym samym zakresie fal i charakteryzują się stosunkowo małym zasięgiem około 30 mil morskich. Oba systemy mogłyby pozostać w celu szybkiej komunikacji w pasmie przybrzeżnym oraz do szybkiej łączności pomiędzy statkami. Cały ciężar dużej ilości danych należałoby jednak przenieść na nowopowstający system.

## PODSUMOWANIE

Odpowiednie systemy służące do łączności są niezbędne dla zapewnienia efektywnej i sprawnej łączności w systemie e-Nawigacji. Uznano, że nie można wybrać tylko jednego sposobu łączności, ponieważ każdy z istniejących aktualnie sposobów będzie zachowywał się inaczej w zależności od tego co i gdzie transmitujemy oraz jaki efekt chcemy uzyskać. W propozycji EfficienSea jako medium transmisji użyto dwóch systemów AIS oraz Internetu, podobnie jak w autorskiej wersji przedstawionej w rozdziale czwartym. Każdy z tych sposobów łączności posiada pewne zalety ale również ograniczenia. W projekcie EfficienSea są to równoważne środki transmisji, jednak autor uważa, że Internet powinien być podstawowym środkiem łączności, AIS zaś zapasowym. Przepustowość, prędkość transmisji, niezawodność i topologia to tylko niektóre z parametrów, które określają efektywność danego systemu w danej transmisji. Badania przeprowadzone podczas projektu EfficienSea oraz badań w Katedrze Nawigacji Akademii Morskiej miały na celu wybór systemu łączności i wykorzystanie go w systemie e-Nawigacji oraz identyfikację jaki system może być potrzebny w przyszłości, ponieważ nie ulega wątpliwości, że istniejące systemy (szczególnie minimum wymagane przez przepisy) są niewystarczające.



## BIBLIOGRAFIA

1. Filipkowski D., Wawruch R.: Concept of “One Window” Data Exchange System Fulfilling the Recommendation for E-Navigation System, Transport Systems Telematics, Springer (2010)
2. Filipkowski D.: eReport – Information Presentation Form Comply with Recommendations of the eNavigation System, Archives of Transport System Telematics, vol IV, no 1, pp. 37-41, (2011)
3. Filipkowski D.: Informatyczne elementy systemu e-Nawigacji, Logistyka Issue 6 (2011)
4. IALA e-Navigation Comitee: e-Navigation Frequently Asked Questions (Version 1.5), (2010)
5. IMO Sub-Comitee on Communication Search and Rescue: Development of an e-Navigation Strategy implementation plan - Report from the EfficienSea Project, Sub-Comitee on Communication Search and Rescue, (2011)
6. ISO 16425: Ship and marine technology – Installation guideline for ship communication network of improving communication for shipboard equipment and systems, (2011)
7. Stupak T., Wawruch R.: Advances in Transport Systems Telematics, Data transmission, integration and presentation in Vessel Traffic Management System (VTMS), redakcja: Jerzy Mikulski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa (2009)
8. Stupak T.: Global ships monitoring system, Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte (2009)
9. Sub-Committee on Safety of Navigation, Session 85: Strategy for the development and implementation of e-Navigation, IMO, London, (2009)
10. Sub-Committee on Safety of Navigation, Sessions 53-55: Development of e-Navigation strategy, IMO, London, (2007-2009)
11. Weintrit A., Wawruch R., Specht C., Gucma L., Pietrzykowski Z.: An approach to e Navigation, “Coordinates”, Delhi, Vol.III, Issue 6, pp. 15-22, (2007)

## EXAMPLES OF DATA TRANSMISSION ARCHITECTURE FOR E-NAVIGATION

### *Abstract*

*This paper presents is the result of research work carried out at the Gdynia Maritime University. The subject of research is modeling of data consistent with the objectives of the e-Navigation concept. In the first part author presents general aspects of data transmissions in maritime transportation. He shows possible directions of communication and connection methods. He identify the problems arising from the application of specific solutions for individual transmission paths. In the second part author presents a prototype architecture of the e-Navigation concept tested during the EfficienSea project. In the third part author presents an original concept of structure in line with the idea of “One Window” contact point .*

### **Autor:**

**mgr inż. Damian Filipkowski**, Akademia Morska w Gdyni, Wydział Nawigacyjny