

## PROBLEMY TELEKOMUNIKACYJNE TRANSPORTU MORSKIEGO

Morskie technologie informacyjne i komunikacyjne są zespołem wzajemnie powiązanych ze sobą dyscyplin nauk technologii, inżynierii oraz metod organizacji pracy kadry floty morskiej i rzecznej, zajmującej się zbieraniem, transformacją, przechowywaniem, transferem i wykorzystaniem informacji. Sieci komputerowe typu MANET powstają automatycznie oraz często bez systemu administracyjnego. Funkcje węzłów w tego typu sieciach mogą być realizowane zarówno przez routery, jak i hosty. Mogą one przysyłać pakiety danych do innych węzłów oraz wspomagać wykorzystanie aplikacji użytkownika. W artykule omówiono problemy, z jakimi sieci telekomunikacyjne muszą się zmierzyć w zakresie zwiększenia bezpieczeństwa w transporcie morskim oraz zaproponowano, w jaki sposób za pomocą konwergencji nauk matematycznych, informatycznych oraz technologii morskich można je rozwiązywać.

### WSTĘP

Morskie technologie informacyjne i komunikacyjne to kompleks wzajemnie połączonych dyscyplin naukowych, technologicznych, inżynierskich rozwijających metody organizacji pracy pracowników floty morskiej i rzecznej, którzy zajmują się zbieraniem, gromadzeniem, przechowywaniem, przekształcaniem, przekazywaniem i wykorzystaniem informacji, a także związanymi z tym społecznymi, ekonomicznymi i kulturalnymi problemami. Morskie technologie informacyjno-komunikacyjne powstały w rezultacie konwergencji matematyki, informatyki, i technologii morskich, informacyjnych oraz komunikacyjnych. Obecnie w celu zapewnienia bezpieczeństwa żeglugi morskiej są wykorzystywane lub znajdują się na etapie wdrożenia okrętowe i przybrzeżne systemy łączności i nawigacji, takie jak:

- **System Automatycznej Identyfikacji Statków** (ang. *Automatic Identification System, AIS*);
- **System obrazowania elektronicznych map i informacji nawigacyjnych** (ang. *Electronic Chart Display and Information System, ECDIS*);
- **Zintegrowane Systemy Nawigacyjne** (ang. *Integrated Bridge and Navigation Systems, IBS/INS*);
- **Automatyczne prowadzenie nakresów radarowych** (ang. *Automatic Radar Plotting Aids, ARPA*);
- **Globalny system nawigacji satelitarnej** (ang. *Global Navigation Satellite System, GNSS*);
- **Ogólnosięwiatowy System Bezpieczeństwa i Alarmowania** (ang. *Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS*);
- **Dalekosiężna Identyfikacja i Śledzenie Statków** (ang. *Long-Range Identification And Tracking of Ships, LRIT*);
- **Służba Kontroli Ruchu** (ang. *Vessel Traffic Service, VTS*).

Znakomitym wynikiem konwergencji matematyki, informatyki, technologii morskich, informacyjnych i komunikacyjnych w świecie jest wprowadzenie pojęcia nawigacji elektronicznej (ang. *e-Navigation*<sup>1</sup>). Koncepcja nawigacji elektronicznej została zaproponowana przez Międzynarodową Organizację Morską IMO (ang. *International Maritime Organisation*) w roku 2006. Symbol „e” można interpretować jako skrót od „enhanced” albo „electronic”. E-nawigacja staje się zharmonizowanym systemem wymiany, inte-

gracji i przedstawiania danych morskich na pokładzie i na brzegu za pomocą elektronicznego sposobu zwiększenia jakości nawigacji i powiązanych z tym usług do zapewnienia bezpieczeństwa na morzu i do ochrony środowiska morskiego<sup>2</sup>. Realizacja idei stworzenia globalnej nawigacji elektronicznej pozwoli podnieść wydajność kompleksowego wykorzystania współczesnych okrętowych i przybrzeżnych systemów łączności i nawigacji. Opracowanie tej idei i stosowanie według niej wspólnych standardów i zasad, przyczyni się zarówno do zwiększenia bezpieczeństwa żeglugi morskiej, jak i ochrony środowiska oraz zapewnienie morskiego bezpieczeństwa statków i urządzeń portowych, w tym przy wykonaniu przedsięwzięć antyterrorystycznych.

Jednym z najważniejszych elementów e-nawigacji jest System Automatycznej Identyfikacji Statków (ang. *Automatic Identification System, AIS*). AIS jest elementem konwencji SOLAS [1]. Działający w trybie dwukanałowym w pasie fal ultrakrótkich VHF (ang. *Very High Frequency*), AIS jest statkowym transponderem, zaprojektowanym w celu przekazywania informacji takich jak: tożsamość statku, położenie, rodzaj ładunku itd. Statki wysyłają raporty co 2 do 10 sekund, dzięki temu system potrafi przesłać ponad 2000 raportów za minutę. Zasięg komunikacji typu statek-statek to 20 mil morskich i nieco większy dla komunikacji statek-brzeg. W ramach tego artykułu omówimy następujące systemy AIS<sup>3</sup>:

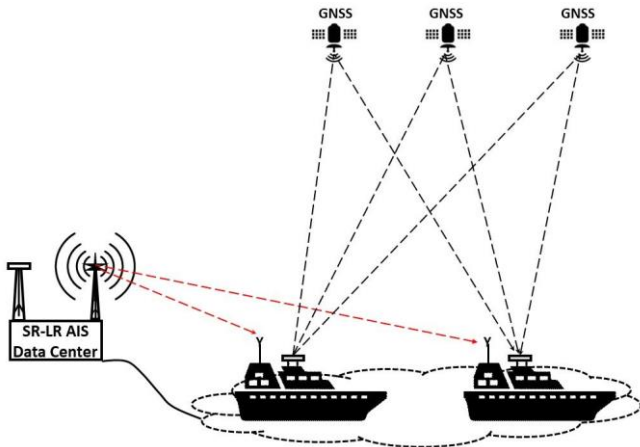
- System Automatycznej Identyfikacji Statków krótkiego zasięgu, SR AIS (ang. *Short-Range Automatic Identification System*);
- System Automatycznej Identyfikacji Statków średniego zasięgu, SR-LR AIS (ang. *Short-Long-Range Automatic Information System*);
- System Automatycznej Identyfikacji Statków Dalekiego Zasięgu, LRIT (ang. *Long-Range Identification and Tracking*).

<sup>1</sup> <http://www.e-navigation.com>

<sup>2</sup> IALA - International Association of Lighthouse Authorities (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities), <http://www.iala-aism.org/>

<sup>3</sup> Często LR AIS nazywa się uniwersalnym AIS (UAIS), <http://www.mss-int.com/solas.html>

## Infrastruktura Systemu Automatycznej Identyfikacji Statków krótkiego zasięgu



Rys. 1. Infrastruktura Systemu Automatycznej Identyfikacji Statków Krótkiego Zasięgu.

Funkcje i usługi systemu AIS krótkiego zasięgu można określić następująco w sposób:

- utrzymywanie własnego statku w czasie rzeczywistym na wyświetlaczu ECS/ECDIS<sup>4</sup>;
- odzwierciedlenie współrzędnych takich jak szybkość i kurs (za pomocą różnicowego DGNS, ang. *Differential GNSS*);
- prognoza trajektorii trasy przy obrocie i manewrowaniu;
- szacowany czas przybycia ETA<sup>5</sup> dla własnego statku;
- zapisywanie trasy;
- przesyłanie poprawek DGNS od podstawowej stacji kanałem przesyłania danych STDMA<sup>6</sup>;
- ciągle i autonomiczne przekazywanie informacji dynamicznej i statycznej o statku innym statkom;
- wysyłanie i otrzymywanie SMS:
  - w trybie „statek-statek” w celu zapobiegania wypadkom;
  - jako sposobu otrzymywania przez służby przybrzeżne informacji o statku i jego ładunku;
  - jako narzędzie w trybie „statek-brzeg” (kierowanie ruchem statków).

Tak więc, na przykład, infrastruktura sieci LR AIS zawiera jedną stację podstawową i jeden wzmacniacz (ang. *repeater*), które znajdują się nad brzegiem np. Morza Bałtyckiego. SR AIS funkcjonuje w strefie przybrzeżnej A1 (55-75 km od brzegu) zaznaczany czerwoną linią ciągłą (Rys.1). W strefie A2 łączność VHF z brzegiem ulega przerywaniu.

### 1.1. Ograniczenia LR AIS

1. Efektywne wykorzystanie AIS może być osiągnięte tylko przy wyposażeniu wszystkich statków w transpondery. System AIS i informacja radiolokacyjna jest uzupełnieniem systemu ECDIS.
2. Zagadnienie wymiany urządzeń radiolokacyjnych przez system AIS w przyszłości nie powinno być podejmowane, ponieważ informacje z systemu AIS odnoszą się tylko do obiektów, na których zainstalowane są transpondery AIS, podczas gdy radiolokator pozwala obserwować wszystkie obiekty, odbijają-

<sup>4</sup> ECS/ECDIS — Electronic Chart System / Electronic Chart Display System. ECS/ECDIS może być zintegrowany z pokładowym GPS-em, radarem i AIS, <http://www.e-navigation.com/>

<sup>5</sup> ETA — Estimated Time of Arrival, <http://www.businessdictionary.com/definition/estimated-time-of-arrival-ETA.html>

<sup>6</sup> STDMA — Space-time division multiple access, [http://www.acronymfinder.com/Space-Time-Division-Multiple-Access-\(STDMA\).html](http://www.acronymfinder.com/Space-Time-Division-Multiple-Access-(STDMA).html)

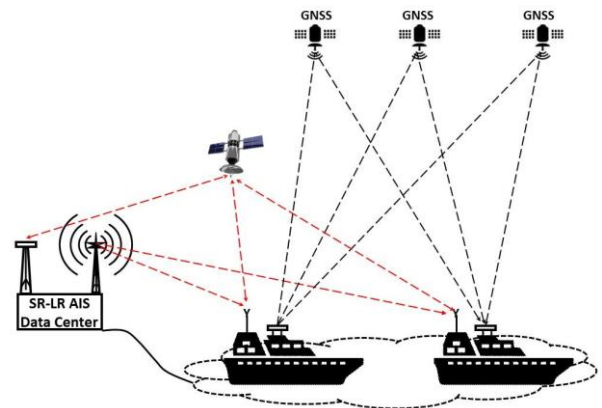
ce fale radiowe (znaki nawigacyjnego zabezpieczenia, statki, linię przybrzeżną i inne).

3. W związku z decyzją IMO tylko globalnie stosowany AIS może stać się narzędziem do monitoringu statków i uprzedzenia wypadków. Oznacza to, że system AIS będzie wdrażany na statkach tylko wtedy, kiedy jego parametry będą reglamentowane prawem międzynarodowym. Tylko w takim przypadku może być zapewniona jego niezawodność.
4. W przypadku, gdy radiolokator już jest zainstalowany, system AIS służy precyzyjnemu rozpoznawaniu statku. Pewne porty i służby kierowania ruchem rozpatrują systemy AIS jako środki narzędziowe dodatkowej intensyfikacji rejonów obsługiwanych przez radiolokatory. Jednak z powodu różnych charakterystyk propagacji fal radiowych VHF i możliwości zapewnienia efektywnej i ścisłej obsługi stref nieprzeleganych przez radiolokatory, pewne porty rozpatrują AIS jako narzędzie intensyfikacji środków nawigacji okrętowej w wąskich (ograniczonych do radiolokacyjnej obserwacji) rejonach.

## Infrastruktura Systemu Automatycznej Identyfikacji Statków Średniego Zasięgu (SR-LR AIS)

Aby wyeliminować ograniczenia SR AIS, rozpatrzmy zadanie rozszerzenia strefy działania transpondera SR AIS w przedziale od strefy osiągalności fal VHF do skali globalnej. Jest to możliwe w przypadku, gdy w postaci stacji odbiorczo-nadawczej wykorzystywane są systemy satelitarnej komunikacji danych (Rys.2).

Możliwość otrzymywania wiadomości AIS przez satelitę została zaprezentowana najpierw przez pracowników NDRE<sup>7</sup> na "4th IAA<sup>8</sup> Symposium on Small Satellites for Earth Observation" w roku 2003 [2]. Pojęcie AIS satelitarne również zostało zaprezentowane na "55th International Astronautical Congress" [3]. Szczegółowa analiza tego problemu przedstawiono w pracach G. Høye [4-6].



Rys. 2. Infrastruktura AIS Średniego Zasięgu

### Wybór grupy satelitarnej dla SR-LR AIS

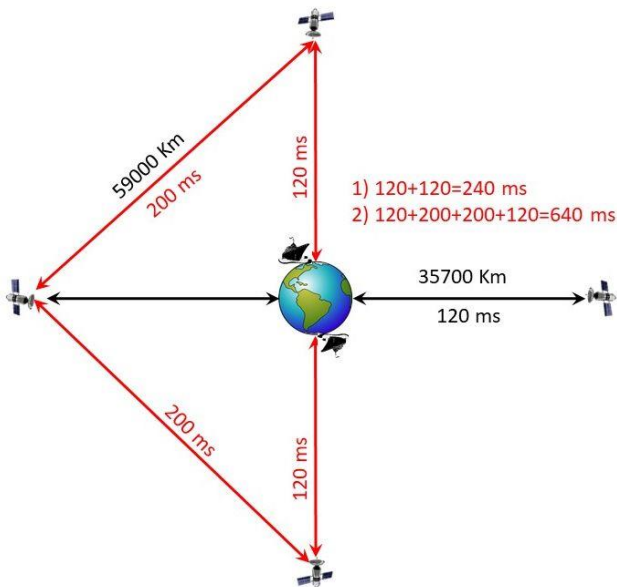
Przy wyborze grupy satelitarnej niezbędne jest uwzględnienie wielu parametrów, z których najważniejszym jest czas przechodzenia wiadomości przez satelitarą grupę od statku A do statku B lub od statku do najbliższej przybrzeżnej stacji bazowej. Czas ten określa się odległością od statków A, B oraz przybrzeżnej stacji bazowej do satelitów. Przy wykorzystaniu satelitów geostacjonarnych (Inmarsat, Thuraya i in.) czas transmisji wiadomości (opóźnienie) jest dużo dłuższy niż przy wykorzystaniu satelitów na niższych orbitach takich na przykład jak Iridium<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> NDRE — Norwegian Defence Research Establishment (Norwegian: FFI — Forsvarets forskningsinstitutt), <http://www.mil.no>

<sup>8</sup> IAA — International Academy of Astronautics, <http://www.iaaweb.org/>

<sup>9</sup> <http://www.iridium.com/>

Rozpatrzmy czas transmisji wiadomości między dwoma statkami nadawanej za pomocą satelitarnej grupy geostacjonarnej na przykładzie grupy satelitarnej Inmarsat. Jeżeli okręty znajdują się w maksymalnej odległości od siebie, to maksymalny czas transmisji danych bez uwzględnienia czasu obróbki danych na pokładzie satelitów jest równy  $120+200+200+120=640$  ms (Rys. 3). Jeżeli statki znajdują się w minimalnej odległości od siebie, to minimalny czas transmisji danych, bez uwzględnienia czasu obróbki danych na pokładzie satelitów, jest równy  $120+120=240$  ms.



Rys. 3. Maksymalny czas transmisji danych

## 1.2. Infrastruktura śledzenia i identyfikacji dalekiego zasięgu (LRIT)

Istnieje pogląd ekspertów, że nieracjonalny jest rozwój AIS dalekiego zasięgu, ponieważ istnieje alternatywne rozwiązanie organizacji zasięgu odległego tzw. LRIT<sup>10</sup> (ang. *Long-Range Identification and Tracking*). W roku 2003 Międzynarodowa Morska Organizacja (IMO) przedstawiła cody ISPS (ang. *International Ship and Port Facility Security*) i rozpoczęła dyskusję dotyczącą systemu otrzymania danych o codziennym położeniu statków nad morzem jako elemencie bezpieczeństwa morskiego (ang. *Marine Safety*) w związku z działalnością terrorystyczną na terenie USA. W maju 2006 r. na sesji Komitetu IMO dotyczącej spraw bezpieczeństwa nad morzem został przyjęty szereg fundamentalnych dokumentów, które reglamentują wdrożenie LRIT<sup>11</sup> i ustanowiła system LRIT międzynarodowym systemem identyfikacji i śledzenia dalekiego zasięgu statków. LRIT zaprojektowano w taki sposób, aby zagwarantować codzienne dostarczenie raportów o położeniu statków 4 razy na dobę, tj. co 6 godzin. Szczegółowa specyfikacja systemu określa potok danych ze statku do Krajowego albo Regionalnego Centrum Danych (ang. *Data Centre*), które jest połączone z Międzynarodowym systemem LRIT przez Międzynarodowe Centrum Wymiany Danych (ang. *International Data Exchange, IDE*). Pełną specyfikację systemu można znaleźć w dokumentach IMO<sup>12</sup>.

Aspekty prawne i techniczne LRIT aktywnie i wszechstronnie rozpatruje się w ramach IMO od roku 2002. System pozwala łączyć różne centra LRIT: regionalne, narodowe, międzynarodowe, które

będą zapewniać zbieranie informacji od statków i zarządzanie rozproszonymi bazami danych o statkach i ich położeniu. Informacja od statków powinna być przesyłana do międzynarodowego centrum LRIT przez providerów komunikacji satelitarnej i providerów LRIT w trybie automatycznym (bez udziału personelu okrętowego). Wszystkie centra zostaną podłączone do międzynarodowego systemu wymiany informacji (ang. *International Data Exchange Service, IDES*) i mają możliwość wymieniać informacji między sobą w uzgodnionym formacie. W usłudze IDES archiwizowane są tylko informacje statystyczne.

Wyniki określone są w następujących dokumentach<sup>13</sup>:

- IMO Resolution MSC.202(81) – LRIT Regulation;
- IMO Resolution MSC.210(81) – LRIT Performance Standard;
- IMO Resolution MSC.211(81) – LRIT Timely Establishment;
- IMO Resolution MSC.242(83) – Safety & Environment.

Nawet krótki przegląd głównych problemów związanych z wdrożeniem LRIT wskazuje na dużą złożoność tego projektu. Wdrożenie LRIT powiązane jest z poważnymi problemami zarówno technicznymi, jak i organizacyjnymi, których rozwiązanie nie jest możliwe bez wysiłków ze strony całej morskiej społeczności. Należy podkreślić, że tradycyjny kierunek rozwoju bezpieczeństwa transportu tzn. SR AIS => LR AIS => LRIT działa w oparciu o metodę przełączania kanałów. Obecny trend przesyłania wiadomości oparty jest na podstawie protokołu internetowego IP (ang. *Internet Protocol*).

W związku z koniecznością wyposażenia bojowych jednostek szybkiego reagowania wojska i floty we współczesne środki koordynacji ruchu okrętów, samolotów, czołgów i piechoty zmechanizowanej, zasady organizacji mobilnych sieci typu MANET (ang. *Mobile Ad Hoc Networks*) są dobrze opracowane<sup>14</sup>.

Główną ideę organizacji sieci ruchomych przeznaczenia specjalnego można znaleźć w dokumentach:

- Maritime Tactical Wide Area Networking (MTWAN), ACP 200(A), Maj 2005<sup>15</sup>;
- Maritime Tactical Wide Area Networking (MTWAN), ACP 200(B), Styczeń 2007<sup>16</sup>;
- NATO STARnet Naval<sup>17</sup>;
- Marine and Sea Node (NAVMS)<sup>18</sup>;
- DARPA, Microsystems Technology Office-Wide<sup>19</sup>.

Zasady organizacji mobilnych sieci, takich jak MANET, mogą być efektywnie wykorzystane przy projektowaniu systemów zarządzania bezpieczeństwem nawigacji statków cywilnych.

## 1.3. Infrastruktura sieci komputerowych typu MANET

Problematyce projektowania sieci komputerowych typu MANET poświęcono znaczną liczbę monografii, artykułów i konferencji. Wystarczy spojrzeć na wykaz konferencji w roku 2010, gdy wprowadzono technologię MANET:

- The ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing 2010<sup>20</sup>;
- e-Navigation 2010: Technology, Policy and People<sup>21</sup>;

<sup>13</sup> [http://tototheo.com/index.php?parent\\_id=64](http://tototheo.com/index.php?parent_id=64)

<sup>14</sup> <https://tools.ietf.org/html/rfc6130>

<sup>15</sup> <https://www.yumpu.com/en/document/view/36291297/acp-200-c-multilateral-planners-conference>

<sup>16</sup> <https://www.yumpu.com/en/document/view/45270587/maritime-tactical-wide-area-networking-mtwan->

<sup>17</sup> [https://www.nato.int/cps/ic/natohq/topics\\_70759.htm](https://www.nato.int/cps/ic/natohq/topics_70759.htm)

<sup>18</sup> <http://www.istl.org/04-summer/article7.html>

<sup>19</sup> <https://www.darpa.mil/about-us/offices/mtwo>

<sup>20</sup> <http://www.sigmobile.org/mobihoc/>

<sup>21</sup> <http://www.enavigation.org/>

<sup>10</sup> [http://irm.am.szczecin.pl/images/instrukcje/GPS/wyklady/LRIT\\_un.pdf](http://irm.am.szczecin.pl/images/instrukcje/GPS/wyklady/LRIT_un.pdf)

<sup>11</sup> <http://www.fulcrum-maritime.com/lrit-systems.nsf/NavCategory?OpenAgent&Category=Documentation>

<sup>12</sup> <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/LRIT.aspx>



- The International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services 2010<sup>22</sup>;
- The ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems 2010<sup>23</sup>.

Sieci komputerowe typu MANET są bezprzewodowymi, samoorganizującymi się, dynamicznymi, decentralizowanymi sieciami, które nie mają stałej struktury. Każdy węzeł sieci próbuje przesłać dane przeznaczone do innych węzłów, przy czym decyzja, do jakiego węzła przesłać dane, podejmowana jest dynamicznie z wykorzystaniem tymczasowej konfiguracji sieci. Na tym polega różnica między sieciami przewodowymi i kierowanymi sieciami bezprzewodowymi: w sieciach przewodowych strumieniami danych zarządza router, a w kierowanych sieciach bezprzewodowych - punkty dostępu. Minimalna konfiguracja i szybkie rozwijanie pozwalają stosować sieci samoorganizujące się w nadzwyczajnych sytuacjach, takich jak katastrofy naturalne i konflikty wojenne.

## 1.4. Protokoły routingu Ad-hoc

Dla różnych typów struktury MANET zaprojektowano i stworzono wiele różnych protokołów. Protokoły trasowania (ang. *routing*) MANET dzielą się na dwie grupy: proaktywne (ang. *Tabledriven/proactive routing protocols*) i reaktywne (ang. *On-demand/reactive routing protocols*).

Sieci komputerowe typu MANET powstają automatycznie oraz często bez systemu administracyjnego. Funkcje węzłów w tego typu sieciach mogą być realizowane zarówno przez routery, jak i hosty. Mogą one przesyłać pakiety danych do innych węzłów oraz wspomagać wykorzystanie aplikacji użytkownika.

## 1.5. Protokoły proaktywne

Węzeł sieci zbiera i odnawia informacje o stanie sieci, wymieniając się tymi danymi z sąsiednimi węzłami. Protokoły proaktywnie wymagają od węzła wykonania gotowych tabel trasowania z określonymi trasami, pozwalającymi dotrzeć do każdego węzła sieci. Przy zmianie jednej trasy odbywa się odnowienie wszystkich tras. Wszystkie węzły zachowują informację o trasach do wszystkich węzłów. Do proaktywnych protokołów należą TBRPF (ang. *Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding*), OLSR (ang. *Optimized Link State Routing*), DSDV (ang. *Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing*).

## 1.6. Protokoły reaktywne

Węzeł sieci znajduje trasę do punktu przeznaczenia tylko wtedy, gdy niezbędne jest odnalezienie trasy. W tym celu wykorzystywane są dwie czynności: odnalezienie trasy i utrzymanie trasy. Gdy węzeł ma wysłać dane, zaczyna proces wyszukiwania trasy i po zapytaniach otrzymuje informację o dostępnych kanałach. Dla utrzymania informacji o trasach węzły muszą reagować na zmiany topologii sieci. Podstawowe reaktywne protokoły: DSR (ang. *Dynamic Source Routing protocol*), AODV (ang. *Ad Hoc On-Demand Distance Vector*), DYMO (ang. *Dynamic MANET On-demand*).

## 1.7. Protokoły proaktywno-reaktywne

Z czasem zostały zaproponowane protokoły, w których próbowano połączyć zalety i pozbyć się wad protokołów proaktywnych i reaktywnych. Przykładem jest protokół BVR (ang. *Beacon Vector Routing*, BVR), który wykorzystuje technologie «chciwego posuwania się pakietów» (ang. *greedy forwarding*) i buduje system współrzędnych logicznych odziedziczony od protokołów proaktywnych i reaktywnych. Jego właściwością jest stworzenie serii «latarni» (ang. *beacons*), czyli przypadkowo wybranych węzłów, które odgrywają rolę

synchronizatorów w sieci. Na ich podstawie tworzy się «drzewo» struktury sieciowej, wyznacza się wskaźniki tras i realizuje się budowa tras do punktów przeznaczenia: poszukiwanie najbliższego sąsiada i oznaczenie go elementem trasy. Właściwością BVR jest stosowanie nie geograficznych, ale logicznych współrzędnych. Najważniejszym celem protokołu jest utrzymanie połączeń «punkt-punkt» (ang. *point-to-point*). Później na jego podstawie był opracowany protokół LCR (ang. *Logical Coordinate Routing*). Trasowanie adaptowane w samoorganizujących się sieciach bezprzewodowych wciąż jest obiektem intensywnych badań.

## 1.8. Główne problemy routingu w sieciach MANET

**Zdolność przepustowa** (ang. *Bandwidth*). Zdolność przepustowa MANET jest znacznie niższa niż w sieciach przewodowych. Częste poszukiwania i odnowienia tras, a także wzrost rozmiarów i gęstości sieci może spowodować znaczny spadek zdolności przepustowej.

**Opóźnienie przekazywania** (ang. *End-to-end delay*). Przy przekazywaniu pakietów od węzła do węzła mogą powstawać opóźnienia w wyniku odnowienia tras, pojawienia się kolejek w czasie dostępu w środowisku rozproszonym, opóźnienia obróbki pakietów oraz pojawienia się wąskich miejsc w sieci wywołujących korki.

**Bezpieczeństwo** (ang. *Security*). MANET przekazuje dane przez otwarty kanał radiowy. Należy zapewnić zabezpieczenie przekazywanych danych przed atakami, takimi jak: podsłuchiwanie i przechwytywanie danych (ang. *eavesdropping*), podszycie się (ang. *spoofing*), blokada usług DoS (ang. *Denial of Service*) i innych.

**Skalowalność** (ang. *Scalability*). Z powiększeniem rozmiarów i gęstości sieci we wskaźnikach liczby węzłów i obszaru ruchu sieciowego wydajność trasowania i przekazywania danych spada. Doprowadza to do straty pakietów, opóźnienia przekazywania i powstania wąskich miejsc w sieci.

Główne zastosowania MANET

1. Sieć taktyczna — dostarcza komunikacji wojskowej i funkcji kontrolnych w warunkach pola bitwy.
2. Sieci żeglugi morskiej — wojskowa i cywilna komunikacja typu Statek-Statek i Statek-Brzeg.
3. Pomoc w nagłych wypadkach — poszukiwania i akcje ratunkowe, także badanie środowiska po awarii.
4. Handel elektroniczny:
  - 4.1. Dokonywanie i otrzymywanie płatności z dowolnego miejsca.
  - 4.2. Dostęp do bazy danych klienta.
5. Aplikacje edukacyjne – wirtualne klasy albo sale konferencyjne do używania podczas konferencji, spotkań lub wykładów.

Dalej skupimy się na osiągnięciach firmy Meshdynamics — technologicznego lidera MANET, który opracował „Meshdynamics Patented Third Generation Wireless Mesh Technology<sup>24</sup>”.

## 1.9. Technologia Mesh firmy Meshdynamics

Meshdynamics od roku 2002 jest opatentowaną technologią bezprzewodową, wielokanałową trzeciej generacji. Meshdynamics Architecture pierwszej generacji był systemem stosującym jeden kanał radiowy (ang. *Single Radio*) zapewniającym dostęp do urządzeń użytkowników i połączenia w sieci przewodowej albo bezprzewodowej.

Użytkownicy szybko zorientowali się, że dwa kanały radiowe byłyby bardziej wydajne przy połączeniach przewodowych. Meshdynamics drugiej generacji (ang. *Dual Radio*) został utworzony przez rozmieszczenie dwóch kanałów radiowych w każdym węźle, operujących w pasmach 802.11b/g i 802.11a<sup>25</sup>.

<sup>22</sup> <http://www.sigmobile.org/mobisys/>

<sup>23</sup> <http://www.sigmobile.org/sensys/>

<sup>24</sup> <http://www.meshdynamics.com/mesh-network-technology.html>

<sup>25</sup> <http://www.ieee802.org/11/>

## 1.10. Trzecia generacja technologii Mesh

MeshDynamics trzeciej generacji dodaje logiczne albo fizyczne nadajniki radiowe do każdego węzła sieci. Jednego nadajnika radiowego używa się do wykonania połączenia (naziemno-satelitarnego) typu wysyłania (ang. *Uplink*), drugi nadajnik/odbiornik radiowy wykonuje połączenia (satelitarno-naziemne) typu pobierania (ang. *Downlink*). Obydwa połączenia, pobierania i wysyłania danych, są aktywne w tym samym czasie i razem tworzą opatentowany system tzw. „Structured Mesh™ Backhaul”<sup>26</sup>.

## 1.11. MANET przekształca się w MeshANET, gdy wzrasta liczba węzłów.

Technologia Mesh firmy Meshdynamics jest niezależnym systemem ruchomych węzłów.

Sieci Meshdynamics mają unikalne cechy, wymagające specjalnych rozwiązań:

- fizyczny kanał Half-duplex;
- dynamiczne zmiany topologii;
- ograniczone pasma;
- ograniczone zasoby energii.

Węzły sieci Mesh wykorzystują anteny dookólne i inteligentne oprogramowanie, które zamienia każdy węzeł w „radio robota”. Architektura sieci zapewnia wysokiej jakości wideo i usługi głosowe z możliwością retransmisji pakietów przez kilka węzłów z podziałem i minimalizacją użycia środowiska pasmowego. Architektura sieci Mesh odporna jest na atak DoS dla pojedynczych węzłów sieci, nie wymaga dodatkowego nakładu pracy przy dodawaniu nowych węzłów, zapewnia wysoką wydajność ruchomym i nieruchomym abonentom. Więcej na temat sieci morskich odnajdziemy w pracach [8-11].

## 1.12. Zewnętrzny protokół trasowania

Zewnętrzny protokół trasowania (ang. *Border Gateway Protocol*, BGP) jest podstawowym protokołem routingu dynamicznego<sup>27</sup>. BGP różni się od innych protokołów trasowania dynamicznego tym, że jest on przeznaczony do wymiany informacją o trasach między systemami autonomicznymi, a nie między oddzielnymi ruterami. BGP nie korzysta z metryk technicznych, tylko wybiera najlepsze trasy w oparciu o zasady przyjęte w sieci. BGP podtrzymuje adresowanie bezklasowe (ang. *Classless InterDomain Routing*, CIDR) i korzysta z sumowania tras w celu zmniejszenia tablic routingu. Adresacja bezklasowa jest metodą adresacji IP (ang. *Internet Protocol*) pozwalającą kierować obszarem adresów IP bez wykorzystania ścisłych ramek adresacji klasowej. Używanie tej metody pozwala oszczędnie wykorzystać ograniczone zasoby adresów IP. Od roku 1994 aktualna jest czwarta wersja protokołu. BGP jest protokołem aplikacyjnym i działa w oparciu o protokół kontrolno-transportowy (ang. *Transmission Control Protocol*, TCP). BGP, wraz z systemem nazw domenowych (ang. *Domain Name System*, DNS), jest jednym z głównych mechanizmów funkcjonowania Internetu.

Najważniejszym elementem struktury MANET jest rozproszona baza danych (ang. *Distributed Data Base*, DDB) — zbiór logicznie powiązanych ze sobą baz danych, rozproszonych w sieci komputerowej. Z punktu widzenia użytkowników i aplikacji rozproszona baza danych wygląda jak normalna lokalna baza danych. Słowo „rozproszona” pokazuje sposób organizacji bazy danych i nie jest jej zewnętrzną cechą („rozproszoność” bazy danych jest ukryta)<sup>28</sup>.

## 1.13. Podstawowe zasady organizacji DDB

Rozproszona baza danych składa się z węzłów połączonych przez sieć komunikacyjną, w której:

- każdy węzeł jest pełnowartościowym systemem zarządzania bazą danych (ang. *Database Management System*, DBMS);
- węzły współdziałają w taki sposób, aby użytkownik dowolnego z nich mógł mieć dostęp do danych w sieci, jakby dane te znajdowały się na jego własnym węźle.

Każdy węzeł jest bazą danych. Rozproszony system baz danych można rozpatrywać jako partnerstwo między poszczególnymi lokalnymi DBMS na oddzielnych lokalnych węzłach.

Abstrahując od fundamentalnych zasad tworzenia rozproszonych baz danych, można wymienić podstawowe zasady zaproponowane przez C.J. Date<sup>29</sup>. Omówione je poniżej.

**Niezależność lokalna** (ang. *Local Autonomy*). Węzły w systemie rozproszonym powinny być niezależne i autonomiczne. Lokalna niezależność oznacza, że wszystkie operacje w węźle są kontrolowane przez ten węzeł.

**Brak potrzeby polegania na węźle głównym** (ang. *No Reliance on a Central Site*). Z lokalnej niezależności wynika, że wszystkie węzły w systemie rozproszonym uważają siebie nawzajem za równe, więc nie musi być zapytań do „centralnego” lub „głównego” węzła w celu otrzymania pewnej usługi scentralizowanej.

**Funkcjonowanie ciągle** (ang. *Continuous Operation*). Rozproszone systemy muszą zapewniać wyższy poziom niezawodności i dostępności. Wymóg ten określa potrzebę regulowania/dostosowania bazy danych bez jej wyłączenia. Większość baz danych pozwala na aktualizację lokalnego schematu i wykonanie kopii zapasowej danych podczas aktywności bazy danych.

**Niezależność od położenia danych** (ang. *Data Location Independence*). Użytkownicy nie muszą dokładnie wiedzieć, gdzie dane są fizycznie przechowywane i powinni pracować tak, jakby wszystkie dane były przechowywane na ich własnym węźle.

**Niezależność od fragmentacji** (ang. *Data Fragmentation Independence*). Bazy danych obsługują fragmentację horyzontalną (czyli rozdzielanie wierszy tabel pomiędzy różne serwery). W takim przypadku dane mogą być przechowywane w tym miejscu, w którym są one najczęściej wykorzystywane, co pozwala umieścić większość operacji w jednym miejscu i zmniejszyć ruch sieciowy.

**Niezależność od replikacji danych** (ang. *Data Replication Independence*). System podtrzymuje replikację danych, gdy część informacji (lub fragment przechowywanej informacji) może mieć kilka kopii.

**Rozproszone przetwarzanie zapytań** (ang. *Distributed Query Processing*). Zasadniczo rozproszone zapytania są rozbijane na składowe transakcje do wykonania w rozproszonych punktach. Algorytmy biorą pod uwagę prędkość sieci. Zapytanie może zostać wysłane do kilku węzłów. W takim systemie może istnieć wiele możliwych sposobów przesyłania danych pozwalających na wykonanie rozpatrywanego zapytania.

**Rozproszone zarządzanie transakcjami** (ang. *Distributed Transaction Management*). Istnieją dwa główne sposoby kierowania transakcjami: kierowanie regenerowaniem i kierowanie równoległością obróbki danych. Aby zapewnić podział transakcji w środowisku rozproszonym, system powinien gwarantować, że cały zbiór odnoszących się do danej transakcji agentów<sup>30</sup> utrwali swoje wyniki lub wykona przywrócenie danych.

<sup>26</sup> [http://meshdynamics.com/third\\_generation.html](http://meshdynamics.com/third_generation.html)

<sup>27</sup> <http://www.bgp4.as/>, <http://tools.ietf.org/html/rfc4456>, <http://tools.ietf.org/html/rfc1772>

<sup>28</sup> [https://docs.oracle.com/cd/B10500\\_01/server.920/a96521/ds\\_concepts.htm](https://docs.oracle.com/cd/B10500_01/server.920/a96521/ds_concepts.htm)

<sup>29</sup> <http://it.toolbox.com/blogs/enterprise-solutions/c-j-dates-rules-for-distributed-databases-24228>

<sup>30</sup> Agent — proces, który wykonuje się dla danej transakcji na oddzielnym węźle.

**Niezależność sprzętowa** (ang. *Hardware Independence*). Większość baz danych działa na różnorodnych platformach. Dobrze by było mieć możliwość uruchomienia DBMS na różnych platformach sprzętowych i współpracy oprogramowania systemu rozproszonego.

**Niezależność od systemów operacyjnych** (ang. *Operating System Independence*). DBMS musi funkcjonować pod różnymi systemami operacyjnymi.

**Niezależność od sieci** (ang. *Network Independence*). Możliwość podtrzymywania dużej ilości różnych węzłów, które się różnią sprzętem i system operacyjnym, a także możliwość podtrzymywania różnych typów sieci komunikacyjnych.

**Niezależność od typu baz danych** (ang. *Database Independence*). Wymagane jest, aby systemy sterowania bazami danych na różnych węzłach razem otrzymywały ten sam interfejs. Nie jest natomiast wymagane, aby to były kopie tej samej wersji DBMS.

Zgodnie z definicją C.J. Date, DDB można rozpatrywać jako słabo związaną strukturę sieciową, węzły której są lokalnymi bazami danych. Lokalne bazy danych są autonomicznymi, niezależnymi i samo określającymi. Dostęp do nich zapewniają DBMS, które w ogólnym przypadku mogą należeć do różnych dostawców. Węzły dostarczają połączeń dla strumieni danych. Topologia DDB jest rozwinięta. Możliwe są warianty hierarchii, struktur typu "gwiazda" itd. Topologia DDB jest określona geografiami systemu informacyjnego i kierunkowością potoków powtarzania danych.

W kolejnych krokach określone zostaną pewne najważniejsze w praktyce wymagania, zasady i kryteria budowy DDB. DDB musi mieć (wymagania):

1. Lokalne i globalne (oddzielne) narzędzia dostępu do danych (DBMS).
2. Jednorodną logikę programów użytkowych we wszystkich automatyzowanych miejscach pracy (ang. *Automated workplace*).
3. Mały czas reakcji na zapytania użytkowników.
4. Pewność wykluczająca zniszczenie całego systemu w przypadku straty oddzielnych komponentów (węzłów).
5. Otwartość pozwalającą powiększać objętość lokalnych baz danych i dodawać nowe automatyzowane miejsca pracy.
6. Rozwinięty system backupu i odzyskania danych w przypadku odmowy.
7. Ochronę zapewniającą wykonanie uprzywilejowanego dostępu do danych.
8. Wysoką wydajność wyboru optymalnych algorytmów wykorzystania zasobów sieciowych.
9. Rozwinięty mechanizm replikacji, pozwalający na optymalne rozmieszczenie odnowionych kopii danych w sieci.

### Uogólnienie infrastruktury telekomunikacyjnej

Istnieją różne podejścia do uogólnienia infrastruktury telekomunikacyjnej [12]. Na podstawie przeprowadzonej analizy można wykonać następujące uogólnienie. Podzielimy infrastrukturę telekomunikacyjną na trzy strefy:

- strefa bliska – {< 200 m}, Wi-Fi;
- strefa środkowa – {< 50 km}, Wi-MAX lub LTE;
- strefa odległa – {nieograniczona}, komunikacja satelitarna.

### Strefa bliska

W bliskiej strefie infrastruktura telekomunikacyjna Wi-Fi<sup>31</sup> (ang. *Wireless Fidelity*) powinna być używana w takiej postaci, w jakiej została technologicznie opracowana dzięki działaniu Wi-Fi Alliance<sup>32</sup>. Działanie tej ostatniej powinny:

- zapewniać wysoce efektywne forum współpracy;

- umożliwiać wzrost branży technologii Wi-Fi;
- stymulować rozwój branży dzięki nowym specyfikacjom technologicznym i programom;
- wspierać standardy zaakceptowane przez przemysł (tzw. branżowe);
- umożliwiać doskonale współdziałanie urządzeń poprzez ich testy oraz certyfikację.

WiFi jest się technologią, która jest przeznaczona głównie do organizacji niedużych sieci bezprzewodowych wewnątrz pomieszczeń i budowy mostów bezprzewodowych. Zależy ona od użytego standardu sieci bezprzewodowych (Tab. 1).

W grudniu 2012 r. IEEE zatwierdziło standard 802.11ad zwany także WiGig (ang. *Wireless Gigabit Alliance*), który pozwala w teorii przesyłać dane przez połączenia Wi-Fi z prędkościami do 7 Gbps.

Tab. 1. Wybrane standardy w sieciach bezprzewodowych i szybkości transmisji danych sieci Wi-Fi.

Standard	Transfer danych (Mbps)
WiFi Alliance 802.11a	54
WiFi Alliance 802.11b	11
WiFi Alliance 802.11g	108
WiFi Alliance 802.11n	450, 600
WiFi Alliance 802.11ac	do 1000
WiGig Alliance 802.11ad	1000÷7000

### Strefa środkowa na bazie Mobile WiMAX

W strefie środkowej celowe jest wykorzystanie telekomunikacyjnych infrastruktur Mobile WiMAX<sup>33</sup> (ang. *Worldwide Interoperability for Microwave Access*) i/lub LTE (ang. *Long-Term Evolution*) jako najbardziej zaawansowanych technologicznie. WiMAX jest to technologia szerokopasmowej telekomunikacji na bazie standardu IEEE 802.16. Produkty WiMAX zawierają stacjonarne i przenośne modele zastosowań. Technologia Mobile WiMAX przeznaczona jest do organizacji łącza szerokopasmowego poza pomieszczeniami oraz łącza sieci dużych rozmiarów. Maksymalna prędkość przekazywania danych pozwala na ich przesyłanie z prędkością 10 Mbps przy szerokości pasma 20 MHz. Technologia Mobile WiMAX skutecznie zapewnia szerokopasmowe podłączenie do takich usług, jak przekazanie danych, przekazywanie głosowych potoków VoIP (ang. *Voice over IP*), strumieniowe wideo z doskonałą jakością obsługi QoS (ang. *Quality of Service*). Szerokopasmowy dostęp dostarcza użytkownikom nowe rodzaje urządzeń, np. mobilne urządzenia internetowe MID (ang. *Mobile Internet Devices*), ultraprzenośne komputery UMPC (ang. *Ultra Mobile Personal Computers*) itd.

Globalni, masowi producenci urządzeń bazujących na technologii Mobile WiMAX to m.in. Samsung, Intel, ASUS, HTC, Lenovo i inni. Narodowe sieci Mobil WiMAX rozpowszechnione są w USA (Clear), Korei (KT WiBro), Japonii (UQC), Rosji (Yota) i innych krajach.

WiMAX jest idealną technologią na polu bezpieczniejszej komunikacji i transferu informacji z powrotem oraz z centrum kontroli operacji do jednostek mobilnych wdrożonych na tym polu. WiMAX umożliwia komunikację NLOS (ang. *Non-line-of-sight*) na dość duże odległości.

### Strefa środkowa na podstawie LTE

LTE ma podstawę technologiczną podobną do Mobile WiMAX, obejmuje multipleksowanie z ortogonalnym częstotliwościowym dzieleniem sygnałów OFDMA (ang. *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*), inteligentną antenę (ang. *Smart Antenna*), wielo-

<sup>31</sup> Oryginalna nazwa Wireless Ethernet Compatibility Alliance

<sup>32</sup> <http://www.wi-fi.org/>

<sup>33</sup> <http://www.wimaxforum.org/>



krotność wejść i wyjść MIMO (ang. *Multiple Input Multiple Output*) oraz wiele punktów dostępowych. Głównymi cechami technologii jest duża szybkość przekazywania danych. Szybkość ładowania zgodnie z standardem 3 GPP LTE w teorii osiąga 326,4 Mbps (pobieranie) i 172,8 Mbps (wysyłanie). Zgodnie z danymi UMTS Forum<sup>34</sup> na rok 2015 wspólny dochód operatorów sieci łączy standardu LTE wynosił około 15% dochodów rynku światowego usług łączności komórkowej, a liczba ich abonentów w całym świecie przekroczyła 400 mln osób.

## Strefa komunikacji dalekiego zasięgu

Zgodnie ze współczesną wiedzą strefa komunikacji dalekiego zasięgu zaczyna się od obszarów niepewnego dostępu stosując technologie WiMAX i LTE. Systemy dalekiego zasięgu AIS oraz dalekosiężnej identyfikacji i śledzenia powinny zapewniać połączenie bez względu na odległość od wybrzeża. Obecnie jedyną technologią zapewniającą komunikację na dowolną odległość są systemy satelitarne. Pod względem minimalnego czasu transmisji danych grupa satelitarna Inmarsat wyprzedza rozwiązania innych grup. W zależności od odległości między statkami czas ten wynosi od 10 do 100 ms.

## Uogólnienie modeli rozmieszczania oprogramowania

Istnieją trzy główne modele oprogramowania:

- «Klient»;
- «Klient-Serwer»;
- «Klient-Cloud».

**Model «Klient»** — lokalnie, w ramach jego infrastruktury, każdy użytkownik posiada komputer, zestaw programów na twardym dysku. Podstawowymi problemami danego modelu są istotne nakłady na budowę (kształtowanie) infrastruktury, odpowiadającej zmieniającym się wymaganiom nawigacji, a także nakłady związane z obsługiwaniem i modernizacją wykorzystywanych aplikacji. Jednak należy podkreślić, że infrastruktura, urządzenie i oprogramowanie są pod całkowitą kontrolą klienta.

**Model «Klient-Serwer»** rozwija się w związku z rozszerzaniem technologii sieciowych. Jeden albo kilku klientów oraz jeden albo kilka serwerów razem ze wspólnym podstawowym systemem operacyjnym i z systemem telekomunikacyjnym tworzą jednolity system zapewniający obliczenia rozproszone, analizę i przedstawienie danych. Wykorzystanie podejścia Klient-Serwer pozwoliło klientowi otrzymać dostęp do środków zdalnych serwerów, takich jak bazy danych, pliki, drukarki, czas procesora i inne. Dla większości aplikacji nawigacyjnych bardziej przydatny jest model trzypoziomowy «Klient - Serwer aplikacji – Serwer baz danych».<sup>35</sup> W trzypoziomym modelu interfejs użytkownika, logika aplikacji i bazy danych stanowią trzy oddzielne części. Klient w takim modelu jest zazwyczaj nazywany "cienkim", może nim być, na przykład przeglądarka Web. Logika aplikacji jest całkowicie skupiona na jednym poziomie nazywanym serwerem aplikacji lub stosowanym serwerem. Takie aplikacje nadają się do modyfikacji, ponieważ w tym celu należy zmienić tylko serwer aplikacji, a nie wszystkich klientów. Jednym ze stosowanych w pełni funkcjonalnych serwerów takiego typu jest np. Oracle IAS (ang. *Internet Application Server*).

**Model «Klient-Cloud»** Zgodnie z definicją NIST<sup>36</sup>, Chmura Obliczeniowa jest modelem umożliwiającym wygodny, możliwy na żądanie dostęp do sieci współdzielonej puli konfigurowalnych zasobów obliczeniowych (np. sieci, serwerów, pamięci masowych, aplikacji i usług), które mogą być szybko dostarczane

i udostępniane z minimalnym wysiłkiem w zarządzaniu lub interakcjami z dostawcami usług.

Po raz pierwszy pomysł na cloud computing zaproponował J.C.R. Licklider w 1970 roku. W latach 70 J.C.R. Licklider był odpowiedzialny za stworzenie ARPANET (ang. *Advanced Research Projects Agency Network*). Pomysł polegał na tym, aby każdy użytkownik podłączony do sieci otrzymywał nie tylko dane, ale także dostęp do oprogramowania. Wkrótce potem J. McCarthy wyraził ideę, aby moc obliczeniowa była dostarczana użytkownikom jako usługa.

**Chmura Obliczeniowa (ang. *Cloud computing*) możliwość wykonywania pracy na dokumentach na każdym statku i na każdym komputerze bez instalowania żadnych programów.**

W literaturze jest to mniej lub bardziej akceptowane, że istnieją cztery główne modele Chmury Obliczeniowej, których funkcje zależą od typów świadczonych usług:

- IaaS (ang. *Infrastructure as a Service*) – infrastruktura jako usługa np. Amazon S3/EC2, Microsoft Windows Azure, VMWare vCloud;
- PaaS (ang. *Platform as a Service*) – platforma jako usługa, np. Google App Engine, Microsoft Azure Services Platform, ORACLE/AWS;
- SaaS (ang. *Software as a Service*) – oprogramowanie jako usługa np. Salesforce CRM, Oracle CRM On Demand, Microsoft Online Services, Google Apps;
- BaaS (ang. *Backed as a Service*) – zaplecze dla aplikacji (głównie mobilnych), np. Parse Facebook, Firebase Google.

Największą przydatność do rozwiązywania zadań i problemów nawigacyjnych przedstawia model SaaS, który ukrywa podstawowe szczegóły sieci, przechowania danych, systemu operacyjnego, systemu kierowania bazami danych, serwerami aplikacji itd. W pewnym sensie podobny do SaaS, jest BaaS, który służy jako oprogramowanie pośrednie, które zapewnia programistom sposoby łączenia ich aplikacji internetowych i mobilnych z usługami w chmurze za pośrednictwem API (ang. *interface application programming*) interfejsów programowania aplikacji i SDK (ang. *Software development kit*) zestawów narzędzi dla programistów, z tą różnicą, że SaaS jest skierowany do użytkowników końcowych.

Dzisiaj można zaobserwować powstawanie wielu innych nowych modeli biznesowych chmury obliczeniowej, wymieńmy najważniejsze [19-20]:

1. BPaaS (ang. *Business Process-as-a-Service*) – platforma biznesowa jako usługa. Gotowa infrastruktura informatyczna, zawierająca zestaw wszystkich niezbędnych narzędzi. W największym skrócie pracownicy i klienci współpracują z poziomu przeglądarki lub zdalnego pulpitu znajdującego się na serwerze w chmurze.
2. DaaS (ang. *Data as a Service*) – dane jako usługa. Gotowe miejsce pracy na serwerze za pomocą zdalnego pulpitu.
3. SecaaS – (ang. *SECurity as a Service*) bezpieczeństwo jako usługa. Ochrona przed szkodliwym oprogramowaniem, uwierzytelnianie, wykrywanie włamań jest zapewnione na wysokim poziomie przy jednoczesnym obniżeniu kosztów ochrony danych.
4. DRaaS (ang. *Disaster Recovery-as-a-Service*) – przywrócenie infrastruktury jako usługi. Każdy sprzęt może zawieść się np. z powodu problemów technicznych lub klęsk żywiołowych. Usługa ta umożliwia odzyskiwanie awaryjne w oparciu o chmurę we wszystkich aplikacjach.
5. CCaaS (ang. *Contact Centre as a Service*) – centrum kontaktu jako usługa, która pozwala na utworzenie miejsca pracy operatora na dowolnym urządzeniu podłączonym do Internetu. Przechowywanie w chmurze zapisów negocjacji, analityka mowy, automatycznego wybierania numeru itp.

<sup>34</sup> <http://www.umts-forum.org/>

<sup>35</sup> Database-Centric Grid and Cluster Computing <http://www.boic.com/dbgrid.htm>

<sup>36</sup> National Institute of Standards and Technology <http://www.nist.gov/index.html>

## Przyszłość morskich technologii chmurowych

Obecnie firmy i korporacje, a w szczególności te logistyczne zrozumiały wygodę technologii chmury i aktywnie stosują ją w praktyce [13-14]. Wynika to z możliwości obniżenia kosztów infrastruktury informatycznej przedsiębiorstw, których profil nie angażuje dużych inwestycji w IT. Ponadto chmury pomagają szybciej reagować na zmiany rynkowe i przyspieszają proces produkcji nowego produktu dzięki dostępnym już mocom obliczeniowym. Bez względu na ww. podział istnieją trzy podstawowe typy chmur:

- prywatne;
- publiczne (chmury internetowe);
- hybrydowe.

Dostęp do publicznych chmur możliwy jest z dowolnego punktu kuli ziemskiej za pomocą przeglądarki stron WWW. Jednak podwyższone wymagania do bezpieczeństwa mogą doprowadzać do potrzeby projektowania i wykorzystania chmur prywatnych.

We współczesnych systemach nawigacyjnych model «Klient-Chmura» jest mało popularny lub nie jest wcale wykorzystywany. Przyczynami są m.in.: specjalistyczny charakter morskich systemów informatycznych, kosztowna integracja satelitarnych połączeń komunikacyjnych w infrastrukturę firmy oraz obawa operatorów statków o bezpieczeństwo, które to jest najważniejszym aspektem dla dzisiejszych użytkowników biznesowych Chmury Obliczeniowej. Nie należy zapominać, że używając rozwiązania w chmurze, mamy podwójne ryzyko ataku na dane transmitowane od usługobiorcy do usługodawcy i w przeciwnym kierunku.

Kolejną przyczyną niewykorzystywania Chmury Obliczeniowej w nawigacji może być mała dostępność i możliwy brak integralności danych transmitowanych, a ona zależy przede wszystkim od przepustowości łącza internetowego. Popyt na usługi Chmury Obliczeniowej w nawigacji może radykalnie wzrosnąć, jeśli dostawcy architektury zapewnią na ustalonym poziomie przepustowość transmisji oraz wysokie bezpieczeństwo transmitowanych danych.

Podsumowując można powiedzieć, że nowoczesne technologie chmurowe prowadzą do poszerzenia możliwości transportu morskiego. Dzięki przetwarzaniu danych w chmurze oferowane są nowe korzyści takie jak: wysoka prędkość, niska cena i skalowalność. Modelowanie funkcji biznesowych buduje technologię zgodnie ze strategicznymi kierunkami biznesu morskiego. Połączenie tych metod pozwala na ustalenie kierunku w stronę SaaS i SOA (ang. *Service-Oriented Architecture*) architektury zorientowanej na usługi, które przyspieszą i zwiększą zwrot z inwestycji, zmniejszą czas wprowadzenia produktu na rynek, a co najważniejsze spełnią wymagania użytkownika transportu morskiego.

## BIBLIOGRAFIA

1. IMO, International convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) ", Chapter V "Safety of Navigation, Regulation 19, 1974/1980.
2. T. Wahl, G. Høye, New Possible Roles of Small Satellites in Maritime Surveillance, *Acta Astronautica*, Vol. 56, No. 1-2, 273-277, 2005

3. T. Eriksen, G. Høye, B. Narheim, B. J. Meland, Maritime Traffic Monitoring using a Space-based AIS receiver, 55th International Astronautical Congress, Vancouver, Canada, 2004
4. G. Høye, Observation Modelling and Detection Probability for Space-based AIS Reception, FFI/RAPPORT-2004/01113 (Restricted), 2004
5. G. Høye, Observation Modelling and Detection Probability for Space-based AIS reception - Extended Observation Area, FFI/RAPPORT-2004/01113 (Restricted), 2004
6. G. Høye, Ship Detection Probability Analysis for a Possible Long-range AIS System, FFI/RAPPORT-2004/04383, 2004
7. Ashish Raniwala, Rupa Krishnan, and Tzi-Cker Chiueh, IEEE 802.11-Based Wireless Mesh Networks, *Wireless Mesh Networking: Architectures, Protocols and Standards*, Auerbach Publications, 2006.
8. J. S. Pathmasuntharam, P.-Y. Kong, J. Jurianto, Y. Ge, M. Zhou, and R. Miura, High Speed Maritime Ship-to-Ship/Shore Mesh Networks, ITST, June 2007.
9. J. S. Pathmasuntharam, P.-Y. Kong, M.-T. Zhou, Y. Ge, H. Wang, C.-W. Ang, W. Su, and H. Harada, TRITON: High Speed Maritime Mesh Networks, IEEE PIMRC, Sept. 2008.
10. Y. Ge, P.-Y. Kong, C.-K. Tham, and J. Shankar, Connectivity and Route Analysis for a Maritime Communication Network, IEEE ICICS, Dec. 2007.
11. P.-Y. Kong, H. Wang, Y. Ge, C.-W. Ang, S. Wen, J. S. Pathmasuntharam, M.-T. Zhou and H. V. Dien, A Performance Comparison of Routing Protocols for Maritime Wireless Mesh Networks, IEEE WCNC, March 2008.
12. Y. Zhang, K. S. Tan, P.-Y. Kong, J. Zheng, and M. Fujise, IEEE 802.16 WiMAX Mesh Networking, *Wireless Mesh Networking: Architectures, Protocols and Standards*, Auerbach Publications, 2006. Edited by Yan Zhang, Jijun Luo and Honglin Hu.
13. Mell, Peter and Grance, Timothy The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. NIST (20 October 2011).
14. Rittinghouse J.W., Ransom J.F. *Cloud Computing - Implementation, Management, and Security*. // Taylor and Francis Group, 2010, 174 pp.

Autorzy:

dr inż. **Łukasz Lemieszewski** – Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wielkopolskim, Wydział Techniczny, ul. Teatralna 25, 66-400 Gorzów Wielkopolski, e-mail: llemieszewski@ajp.edu.pl

prof. dr hab. inż. **Evgeny Ochin** – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, 70-500 Szczecin, ul. Wały Chrobogo 1–2, tel. +48 608 437 562, e-mail: e.ochin@am.szczecin.pl

JEL: L96 DOI: 10.24136/atest.2018.198

Data zgłoszenia: 2018.05.25 Data akceptacji: 2018.06.15