

**BRDULAK Jacek, KRYSIUK Cezary, PAWLAK Piotr, NOWACKI Gabriel**

## **NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W TRANSPORCIE DROGOWYM**

### *Streszczenie*

*W artykule przedstawiono wymogi rozwoju nowoczesnego transportu drogowego, zgodnego z obecną polityką transportową Unii Europejskiej, opartego na wdrażaniu nowoczesnej technologii do tego sektora transportu. W artykule przedstawiono także jeden z najnowocześniejszych systemów GALILEO, który będzie stosowany również w transporcie drogowym.*

### **WSTĘP**

Nowoczesny transport wymaga stosowania najnowszych osiągnięć nauki w szczególności osiągnięć technologicznych. Wymagania stawiane w różnych normach unijnych, konkurencja powoduje, że współczesne przedsiębiorstwa zajmujące się transportem drogowym lub wytwarzaniem środków transportowych, infrastruktury transportowej, osoby prywatne posiadające samochody sięgają po rozwiązania przynoszące określone, wymierne korzyści tj. systemy informacyjne i komunikacyjne np. nawigację satelitarną, samochody zbudowane z najnowszych konstrukcji, silników bardziej ekologicznych i ekonomicznych, opracowywaniu nowych paliw i układów napędowych.

Wprowadzenie innowacji technologicznych może zapewnić szybsze i łatwiejsze osiągnięcie bardziej efektywnego transportu w Unii Europejskiej, zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Polityka Unii Europejskiej dotycząca badań i innowacji w dziedzinie transportu powinna w coraz większym stopniu wspierać rozwój i wprowadzanie najważniejszych technologii niezbędnych do przekształcenia unijnego systemu transportu w system nowoczesny, wydajny ekologiczny i przyjazny dla użytkownika. W celu zwiększenia skuteczności tego typu działań należy podejść do całości zagadnienia systemowo, przygotowując stosowne regulacje, koordynując działania różnych podmiotów, wprowadzać zachęty w postaci dużych projektów demonstracyjnych.

### **1. EWOLUCJA W TRANSPORCIE DROGOWYM I OBECNE CELE**

Transport drogowy wymaga ciągłej pracy, by usuwać liczne bariery techniczne i administracyjne utrudniające życie użytkownikom. W ostatnim dziesięcioleciu przewozy zarówno osób, jak i towarów stały się łatwiejsze dzięki ujednoczeniu rynku, jednak jest jeszcze dalekie od doskonałości. Jedne bariery wydają się być rozwiązane, jednak powstają nowe, wcześniej nie występujące i konieczne do rozwiązania. Te bariery kosztują energię, czas i pieniądze.

Transport drogowy jest tym bardziej istotny, że wyniki przewozowe wskazują iż nawet w czasach kryzysu przewozy towarowe w Polsce i Europie Środkowej rozwijają się

potwierdzając duży potencjał tej gałęzi transportowej i narastające potrzeby tranzytu międzynarodowego. [10]

Transport drogowy odgrywa kluczową rolę w gospodarce i naszym codziennym życiu, ma ogromne znaczenie w utrzymaniu odpowiedniej jakości życia. Umożliwia podział pracy, wyzwala efekt skali i mobilizuje do osiągania przewagi nad konkurencją. Dobrze zorganizowany transport przyczynia się również do prowadzenia działalności z poszanowaniem zasad zrównoważonego rozwoju i racjonalnego gospodarowania energią oraz wzmacnia cel spójności, zapewniając podmiotom gospodarczym działającym na obszarze Unii Europejskiej /UE/, w tym jej rejonach peryferyjnych, lepszy dostęp do rynku wewnętrznego i umożliwiając czerpanie z niego lepszych korzyści.

W średniookresowym przeglądzie „Białej Księgi z 2001 roku” [9] przewiduje się do 2020 roku wzrost przewozów towarowych o 50% oraz wzrost przewozów osób o 35%<sup>1</sup> w 25 państwach członkowskich UE. Wzrost ten, niestety niesie ze sobą zbyt wiele wypadków, przyczynia się do wzmożonego ruchu, jest zbyt głośny, wpływa negatywnie na środowisko naturalne m.in. emitując spaliny (zarówno globalnie, jak i lokalnie). Transport odpowiada za mniej więcej jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych w UE, 12,8% całkowitej emisji generuje transport lotniczy, 13,5% transport morski, 0,7% kolej, 1,8% żegluga śródlądowa, aż 71,3% transport drogowy.<sup>2</sup> Koszty transportu wewnętrzne jak i zewnętrzne są bardzo duże i uciążliwe, dla tych, którzy je ponoszą. Polityka UE zmierza w kierunku obciążenia firm transportowych kosztami zewnętrznymi transportu, co wpłynie na wzrost kosztów przewozów. Dlatego też, szansą na zmniejszenie kosztów są nowoczesne technologie stosowane lub możliwe do stosowania w transporcie drogowym.

W wyniku nowego podejścia do polityki transportowej UE powstała Biała Księga w 2011 roku: Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. Wyznaczone w nim nowe ramy czasowe do osiągnięcia realizowanych celów polityki transportowej, a także wyznaczono nowe cele. W stosunku do transportu drogowego podjęto się: [1]

- zmniejszenia o połowę liczby samochodów o napędzie konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 roku; eliminacji ich z miast do 2050 roku; osiągnięcie zasadniczo wolnej od emisji CO<sub>2</sub> logistyki w dużych ośrodkach miejskich do 2030 roku. Osiągnięcie tego celu wymaga ogromnych nakładów finansowych na badania i wprowadzenie stosownych rozwiązań opartych na nowoczesnych systemach, technologiach mogących przysłużyć się realizacji tego celu;
- przeniesienia do 2030 roku 30% drogowego transportu towarów na odległościach większych niż 300 km na inne środki transportu, np. kolei, czy transport wodny, zaś do 2050 roku powinno to być ponad 50% tego typu transportu. Ułatwi to rozwój efektywnych ekologicznych korytarzy transportowych. Osiągnięcie tego celu powoduje konieczność stosowania najnowszych technologii w budowie nowoczesnej infrastruktury opartą na innowacyjnych rozwiązaniach konstrukcyjno-organizacyjnych;
- stworzenia do 2030 roku w pełni funkcjonalnej ogólnounijnej multimodalnej sieci bazowej TEN-T, zaś do 2050 roku osiągnięcie wysokiej jakości i przepustowości tej sieci. Wymaga to również ogromnego nakładu środków finansowych oraz opracowania stosownych rozwiązań technologiczno-organizacyjnych zdolnych podjąć realizację tego celu;

---

<sup>1</sup> Prognozy oparte na badaniu ASSESS: „Ocena wkładu TEN oraz innych środków polityki transportowej w średniookresowe wprowadzanie w życie Białej Księgi dotyczącej europejskiej polityki transportowej na rok 2010” (2005)  
[http://ec.europa.eu/transport/white\\_paper/mid\\_term\\_revision/assess\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/white_paper/mid_term_revision/assess_en.htm)

<sup>2</sup> Europejska Agencja Środowiska, dane dla roku 2008

- wprowadzenia w UE do 2020 roku równorzędnych systemów zarządzania transportem lądowym (ITS) oraz wprowadzenie do użytku systemu nawigacji satelitarnej GALILEO. Cel ten jest realizowany od wielu lat np. w przypadku GALILEO i opiera się na najnowocześniejszych technologiach;
- ustanowienia do 2020 roku ram europejskich dla systemu informacji, zarządzania i płatności w zakresie transportu multimodalnego.

Rozwiązania zmierzające do zrównoważonego rozwoju transportu, które promuje UE są wdrażane, ale wiele jest jeszcze do zrobienia. Kierowcy z UE są właścicielami jednej trzeciej spośród 750 milionów samochodowych na całym świecie. MAE przewiduje, że do 2050 roku liczba samochodów przekroczy 2,2 miliarda, przy czym najszybszy wzrost odnotują gospodarki wschodzące[3], jednak już po drogach UE porusza się bardzo dużo samochodów, które w godzinach szczytu w większości aglomeracji miejskich i dużych miast UE, z „niedorozwiniętą” infrastrukturą transportową przyczyniają się do ogromnych zatorów drogowych. W Londynie, Kolonii, Amsterdamie i Brukseli kierowcy spędzają w korkach ponad 50 godzin rocznie. W Utrechcie, Manchesterze i Paryżu ponad 70 godzin.[4]

Wprowadzanie nowoczesnych technologii do przedsiębiorstw zajmujących się przewozami nie jest łatwe i proste, szczególnie wtedy, gdy trzeba za to zapłacić. Z drugiej strony przedsiębiorstwo, które nie inwestuje w siebie, w swój rozwój, w przyszłości skazane jest na przegraną.

## **2. GALILEO – TECHNOLOGIA XXI WIEKU**

Jedną z nowoczesnych technologii, która na dobre zawitała do transportu jest nawigacja satelitarna, w szczególności zadecydowało o tym to, że „transport jest działalnością mającą na celu pokonywanie przestrzeni [2]. Coraz większe możliwości oraz bardzo duża dostępność cenowa powoduje, że obecnie odgrywa ogromną rolę w transporcie, bez względu na rodzaj gałęzi w której jest zastosowana.

Bardzo duże znaczenie transportu i to nie tylko dla krajów UE wynika także z tego, że działalność transportowa umożliwia sprawne i efektywne funkcjonowanie każdego sektora gospodarki wraz z rozwojem społeczno-gospodarczym poszczególnych regionów i państw, kontynentów, stanowi czynnik intensyfikujący rozwój. Brak spójności sektorów gospodarczych, regionów, państw, czy kontynentów oraz ograniczona mobilność ludzi wynikająca ze słabego, nieefektywnego funkcjonowania transportu osłabia rozwój UE w tym jego państw członkowskich. Dlatego działania podejmowane przez UE zmierzają do usprawnienia transportu. Wśród wielu czynników mających wpływ na usprawnienie systemu transportowego UE jest m.in. budowa globalnego systemu nawigacji satelitarnej /Global Navigation Satellite System - GNSS/, w tym systemu Galileo. Obecnie nawigacja satelitarna staje się coraz częściej dla obywateli krajów członkowskich ale także Europy i Świata elementem codzienności, ze względu na swoje wszechstronne zastosowanie, choćby w nawigacji samochodowej. Zalety tej technologii zostały już udowodnione poprzez długoletnie korzystanie z amerykańskiego systemu globalnego pozycjonowania /Global Positioning System - GPS/.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom rozwoju współczesnej unijnej gospodarki, Unia Europejska buduje system nawigacji satelitarnej Galileo, który osiągnie pełną gotowość operacyjną w roku 2017-2018. System ten, to wspólna inicjatywa Unii Europejskiej i Europejskiej Agencji Przestrzeni Kosmicznej /European Space Agency – ESA/, będąca odpowiedzią na wyzwania stawiane przez współczesną globalną gospodarkę i postęp technologiczny. System Galileo jest największym projektem opartym na budowie i wykorzystywaniu infrastruktury kosmicznej w dotychczasowej historii UE, a nawigacja satelitarna i bazujące na niej usługi znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach gospodarki, w szczególności w transporcie.

Budowę systemu Galileo uznano za strategiczny projekt UE ze względu na jego potencjał ekonomiczny, naukowy i społeczny. Inicjatywa ta jest jednym z głównych elementów dynamicznie rozwijającej się europejskiej polityki kosmicznej i tworzonego wspólnie przez UE i ESA europejskiego programu kosmicznego. W ramach tej współpracy Komisja Europejska /KE/ odpowiedzialna jest za polityczną stronę projektu, architekturę systemu, korzyści ekonomiczne oraz zaspakajanie potrzeb użytkowników. ESA odpowiada zaś za techniczną stronę projektu, tzn. definiowanie i rozwój systemu, sprawdzanie poprawności działania satelit na orbitach jak również kontrolowanie pracy elementów naziemnych. ESA pracuje ponadto nad rozwojem nowych technologii, które będą wykorzystywane w satelitach systemu i w infrastrukturze naziemnej systemu Galileo. Są to m.in. precyzyjne zegary instalowane na pokładach satelitów, generatory sygnałów wysyłanych z satelitów, źródła mocy, anteny, transpondery telemetryczne. Inżynierowie ESA prowadzą także prace nad technologiami, które będą wykorzystywane w odbiornikach systemu Galileo.

Użytkownicy nawigacji satelitarnej obecnie określają swoją pozycję na podstawie wskazań systemów militarnych. Zarówno GPS jak i GLONASS /GLObalnaja NAWigacjonnaja Sputnikowa Sistiema/<sup>3</sup>, które charakteryzują się wojskowym pochodzeniem nie gwarantują użytkownikom poprawności i nieprzerywalności działania.<sup>4</sup> Ponieważ określanie pozycji przy wykorzystywaniu sygnałów satelitarnych to już standard w nawigacji morskiej, a także coraz bardziej na lądzie i w powietrzu, zakłócenia w nadawaniu sygnałów przez operatorów tych systemów mogłyby spowodować sytuacje niebezpieczne, zagrażające bezpośrednio życiu. Dlatego też UE zdecydowała się na stworzenie własnego, niezależnego, znajdującego się pod cywilną kontrolą systemu nawigacji satelitarnej, kompatybilnego jednakże z obecnie już istniejącymi. Według założeń zapewni on dużą dokładność i dostępność swoich sygnałów nawet na dużych szerokościach geograficznych (nawet do 75°), zapewniając użytkownikom znajdującym się na północnych terenach Europy pełnię możliwości funkcjonalności systemu. Poza tym system Galileo zapewni znaczny wzrost zatrudnienia, pozwoli na rozwinięcie nowych aplikacji w przemyśle wykorzystujących pełen zakres możliwości oferowanych przez systemy globalnej nawigacji satelitarnej.

Ideę budowy własnego nawigacyjnego systemu satelitarnego w Europie przypisuje się Francji, Narodowemu Centrum Badań Kosmicznych /CNES/. Lata dziewięćdziesiąte XX wieku to początek intensywnych prac w Europie nad budową nowego systemu satelitarnego, który w przyszłości ma wejść w skład systemu GNSS.

Główne założenia przedsięwzięcia Komisja Europejska określiła w dokumencie „Zaangażowanie Europy w nową generację satelitarnych usług nawigacyjnych. 19 lipca 1999 roku rozpoczęła się pierwsza faza prac, zwana fazą definicji. Przyjęto wówczas, że nowy system Galileo powinien m.in. zapewnić:

- zasięg globalny z możliwością określenia w dowolnym momencie współrzędnych przestrzenno-czasowych użytkownika (w pionie z dokładnością 10 m),
- serwis komunikacyjny związany z nawigacją,
- otwarty dostęp do usług masowego odbiorcy i jednocześnie kontrolowany dostęp do serwisu z gwarantowaną dostępnością i dokładnością w celach ochrony i bezpieczeństwa,
- pełna kompatybilność z systemem GPS.

Ministrowie Transportu 15 państw UE 26 marca 2002 roku podjęli ostateczną decyzję o sfinansowaniu budowy nawigacyjnego systemu satelitarnego Galileo.

Za realizacją tego projektu przemawiały także korzyści, które będą osiągnane w przyszłości. Do tych korzyści zaliczyć można: [5]

---

<sup>3</sup> GLONASS – nawigacyjny system satelitarny o zasięgu globalnym (rosyjski).

<sup>4</sup> Do dnia 2 maja 2000 roku z powodu zakłóceń Selekttywnej Dostępności /Selective Availability/ dokładność określanej za jego pomocą pozycji (horyzontalna, prawdopodobieństwo 95%) była rzędu 100 metrów (po tej dacie wzrosła do 20 metrów).

**Korzyści ekonomiczne** – od końca XX wieku obserwuje się znaczny wzrost usług oferowanych przez nawigacyjne systemy satelitarne. Systemy te poza sektorem wojskowym od 1999 roku znalazły zastosowanie również w transporcie drogowym, lotnictwie, transporcie morskim i kolejowym, kartografii, rolnictwie itd. Prognozowany udział systemu Galileo w 2015 roku w światowym rynku usług nawigacyjnych systemów satelitarnych, wyróżniających 10 największych sektorów odbiorców przedstawia tabl. 1.

**Tabl. 1.** Prognozowany popyt na usługi oferowane na świecie przez system Galileo w 2015r.

Lp.	Sektor rynku	Wartość usług w mln euro
1.	Prowadzenie wszelkiego rodzaju pojazdów	12 600
2.	Usługi wszelkiego rodzaju	5 100
3.	Ruch pieszych	1 500
4.	Zarządzanie pojazdami	900
5.	Namierzanie pojazdów	600
6.	Rekreacja	190
7.	Nawigacja osobista	120
8.	Poszukiwanie drogi	110
9.	Kartografia	100
10.	Serwisy ratownicze	150
11.	Inne	750
<b>Razem:</b>		<b>22 000</b>

Źródło: Januskiewicz J.: „Systemy satelitarne GPS, Galileo i inne”. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2007, s. 273

Prognozowany popyt na usługi związane z systemem Galileo szacuje się na 22 mld euro, w tym na samo prowadzenie pojazdów 12,6 mld euro (przeszło 57%), w Europie 9 mld euro. Przedstawiona prognoza opiera się m.in. na tym, że zyski w eksploatacji systemów GPS w samej tylko Europie w 1999 roku wyniosły ok. 1 mld euro, a w roku 2005 były już kilka razy większe. Dwa lata po wdrożeniu i uruchomieniu systemu Galileo, szacuje się, że linie lotnicze zaoszczędzą 166 mln euro, armatorzy morscy 81 mln euro, a korzyści z systemu Galileo w ciągu 15 lat przyniosą z ruchu lotniczego, lądowego i morskiego kilkanaście mld euro.

Ponadto przewiduje się w sferze usług związanych z systemem Galileo powstanie bardzo dużo nowych miejsc pracy.

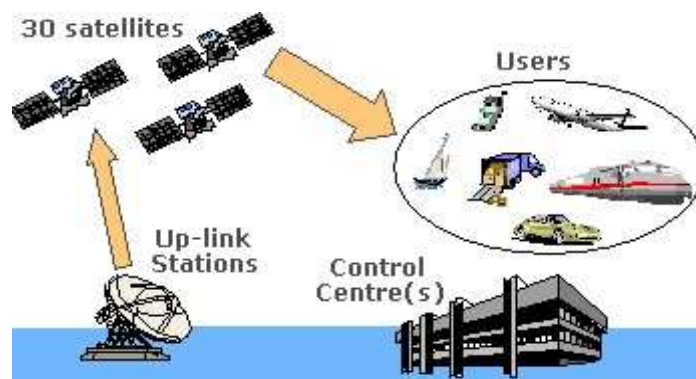
**Korzyści socjalne** – w sposób pośredni zastosowanie tego systemu spowoduje wzrost wydajności i bezpieczeństwa transportu, płynności ruchu, zmniejszy się zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Będzie to miało w konsekwencji istotny wpływ na wzrost jakości życia i stanu zdrowia wielu ludzi.

**Korzyści strategiczne** – oddanie do eksploatacji systemu satelitarnego dla potrzeb cywilnych i zbudowanego przez organizacje międzynarodowe przyniesie korzyści przede wszystkim Europie, która dzięki temu zyska niezależność na rynku produkcji i usług nawigacji satelitarnej.

**Korzyści techniczne** – biorąc pod uwagę, że liczba widocznych przez użytkownika satelitów zależy m.in. od jego szerokości geograficznej oraz od położenia i wysokości otaczających go przeszkód, oddanie do eksploatacji systemu Galileo zwiększy dostępność systemów satelitarnych na terenach miejskich o gęstej i wysokiej zabudowie (obecnie system GPS w takim terenie dostępny jest w 50%). Zwiększy się także dostępność na dużych szerokościach geograficznych, co będzie miało istotny wpływ na wzrost bezpieczeństwa lotniczego.

System GALILEO będzie świadczył usługi bardzo dokładnego pozycjonowania i pomiaru czasu do zastosowań cywilnych. Będzie się składał z trzech następujących segmentów:

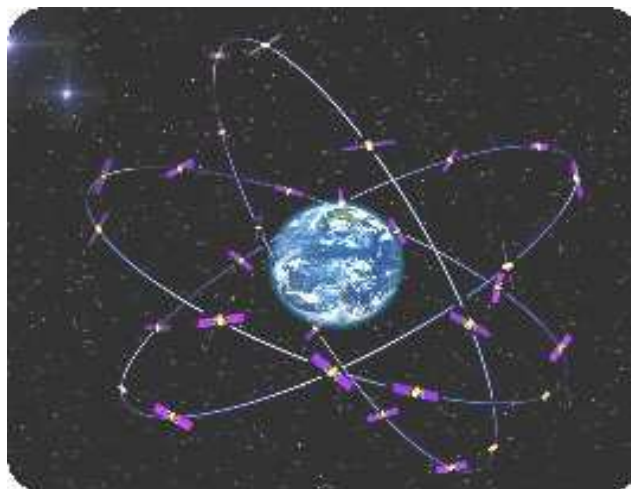
kosmicznego, naziemnego oraz użytkownika. Graficzny obraz segmentów systemu Galileo przedstawia rysunek 1.



**Rys. 1.** Segmenty GALILEO

Źródło: [http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/galileo/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm)

**Segment kosmiczny** składać się będzie z 30 satelitów, rozmieszczonych równomiernie na trzech kołowych okołoziemskich orbitach średnich (Medium Earth Orbit - MEO), nachylonych pod kątem  $56^\circ$  względem płaszczyzny równika. 27 satelitów operacyjnych (rozmieszczonych co  $40^\circ$ ) wraz z 3 (po jednym na każdej orbicie) aktywnymi satelitami zapasowymi będzie poruszać się na wysokości 23 616 km nad powierzchnią Ziemi, okrążając nasz glob w ciągu 14 godzin i 21 minut. Dzięki takiemu rozmieszczeniu satelitów (większy promień orbity niż w przypadku GPS), system zapewni dobrą jakość sygnału pomiarowego nawet na  $75^\circ$  szerokości geograficznej.



**Rys. 2.** Konstelacja Galileo zapewnia globalne pokrycie kuli ziemskiej dzięki 27 satelitom operacyjnym oraz 3 satelitom zapasowym, rozmieszczonych w trzech płaszczyznach orbitalnych

Źródło: rysunek ESA [http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/galileo/programme/architecture\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/programme/architecture_en.htm)

Duża liczba satelitów znajdujących się na orbitach wpłynie także bardzo korzystnie na jakość jego działania. Utrata jednego z nich nie powinna nawet zakłócić funkcjonowania całego systemu.

**Segment naziemny** to drugi element architektury GALILEO, w którym wyróżniamy dwa niezależne komponenty. Pierwszy z nich to podsegment kontroli satelitów GCS (Ground Control System), a drugi to podsegment kontroli całości misji systemu MCS (Mission Control System). Każdy z powyższych elementów będzie pełnił różne funkcje. GCS ma odpowiadać za: utrzymywanie konstelacji i kontrolowanie stanu technicznego wszystkich satelitów, opracowywanie strategii ich napraw, jak również ciągłe zarządzanie systemem w celu jego

poprawnego funkcjonowania. Zadaniem, za które z kolei odpowiadać ma MCS będzie: konserwacja serwisów oferowanych przez system, monitorowanie jego funkcjonowania, analizowanie emitowanych przez satelity sygnałów oraz rozprzestrzenianie danych systemu. Pomimo innego przeznaczenia oba podsegmenty posiadać będą także pewne funkcje wspólne takie jak: monitorowanie i kontrola stacji naziemnych, zaopatrywanie serwisów czy zarządzanie bezpieczeństwem systemu.

**Segment użytkowników**, to segment eksploatacji systemu. W skład tego segmentu wchodzić będzie cała gama odbiorników Galileo, które będą konstruowane dla różnych grup odbiorców usług systemu, w zależności od zapotrzebowania i zastosowania.

System Galileo jest budowany w ten sposób, by spełnić wymagania w zakresie dostarczenia użytkownikom czterech usług nawigacyjnych oraz jednej usługi wspomagającej badania i poszukiwania. Zostały one wszystkie tak pomyślane, by zadowolić wszystkich potencjalnych użytkowników poczynając od profesjonalistów, poprzez naukowców, do zwykłych masowych użytkowników. Do usług tych należą: [7]

- **Open Service** - powszechnie dostępny, bezpłatny serwis zapewniający dokładny pomiar czasu i pozycji, lepszy niż pozostałe systemy GNSS;
- **Safety of Life Service** - powszechnie dostępny pod warunkiem stosowania odbiorników posiadających odpowiednie certyfikaty, bezpłatny serwis zapewniający dokładny pomiar czasu i pozycji z gwarancją jakości i dokładności sygnału, posiada funkcję ostrzegania użytkownika o wadliwym działaniu systemu;
- **Commercial Service** - serwis płatny zapewniający pomiary o zwiększonej precyzji (dzięki wykorzystaniu dwóch dodatkowych sygnałów kodowych) i gwarancją jakości i dokładności sygnału, posiada funkcję ostrzegania użytkownika o wadliwym działaniu systemu zapewniając większą wydajność;
- **Public Regulated Service** - serwis bezpłatny dla członków Unii Europejskiej, zapewniający organom administracji państwowej, władzom odpowiedzialnym za ochronę cywilną oraz bezpieczeństwo narodowe dokładny pomiar czasu i pozycji w oparciu o dodatkowe kodowane sygnały, odseparowane od innych w celu gwarancji jakości i ciągłości usług. Usługa ta umożliwi rozwinięcie w krajach UE aplikacji, które ulepszą instrumenty wykorzystywane przy walce z nielegalnym eksportem czy nielegalnymi migracjami;
- **Search and Rescue Service** - serwis zapewniający precyzyjny sygnał umożliwiający dokładną lokalizację zagrożenia i komunikację zwrotną pomiędzy wysyłającym a operatorem usługi.

Pierwszy satelita systemu Galileo o nazwie GIOVE-A został wystrzelony 28 grudnia 2005 roku z Kosmodromu Bajkonur, kolejny GIOVE-B 27 kwietnia 2008 roku. Natomiast pierwsza wiadomość przy wykorzystaniu jednego z satelitów została przekazana 7 maja 2007 roku (z satelity GIOVE-A).



**Rys. 3.** GIOVE-A (górne), GIOVE-B (dolne)

Źródło: ESA - [http://www.esa.int/esaNA/SEM0QSU681F\\_index\\_1.html](http://www.esa.int/esaNA/SEM0QSU681F_index_1.html)

Program Galileo przewiduje cztery fazy rozwoju systemu, które będą prowadzone pod patronatem ESA i KE, jednak nadzór nad ostatnią fazą programu (użytkowania) przekazany zostanie w ręce sektora prywatnego. Do tych faz zaliczamy: [7]

1. Faza definiowania systemu, która zaowocowała takimi projektami jak GALA, GALILEI, GEMINIUS, INTEG, SAGA, GUST, SARGAL.
2. Faza rozwoju systemu na którą składają się:
  - zestawienie wymogów misji
  - rozwój satelitów i komponentów naziemnych
  - atestacja systemu na orbitach

Faza ta poświęcona jest szczegółowemu, dalszemu definiowaniu różnych komponentów systemu: satelitów, elementów naziemnych czy odbiorników użytkowników. W części testowej zawiera umieszczenie prototypu satelity na orbicie i stworzenie minimalnej infrastruktury naziemnej. Pozwoli to na niezbędną regulację sektora naziemnego w odniesieniu do jego globalnego użytkowania i uruchamiania. Kierowaniem tej fazy rozwoju zajmuje się GALILEO Joint Undertaking.

3. Faza rozwoju składająca się z:
  - konstrukcji i uruchomienia satelitów



– kompletna instalacja segmentu naziemnego

Faza ta obejmuje stopniowe umieszczanie wszystkich satelitów na orbitach, aż do zapewnienia pełnego wykorzystania infrastruktury naziemnej.

4. Ostatnia faza dotyczy użytkowania i komercyjnego działania.

System Galileo to inicjatywa o charakterze międzynarodowym; zainteresowanie udziałem w niej wyraziło wiele państw nie należących do UE i ESA. Z punktu widzenia przeciętnego użytkownika najważniejsze było podpisanie 26 czerwca 2004 r. przez Unię Europejską i Stany Zjednoczone umowy w sprawie Promocji, Warunków i Wykorzystywania Satelitarnych Systemów Nawigacji Galileo i GPS oraz związanych z nimi zastosowań. Wypracowany układ zapewnia, że sygnały systemu Galileo nie będą miały negatywnego wpływu na systemy nawigacyjne wykorzystywane przy prowadzeniu operacji wojskowych przez Stany Zjednoczone i NATO. Ponadto zarówno USA jak i UE będą uzgadniać kwestie dotyczące wspólnego bezpieczeństwa i bezpieczeństwa poszczególnych państw-stron umowy. Zgodnie z porozumieniem cywilny handel oraz przepływ towarów i usług związanych z nawigacją satelitarną powinien opierać się na zasadach równości podmiotów i wolnego rynku.

Mając na uwadze możliwość uzyskania dużych korzyści dla cywilnych i komercyjnych użytkowników, pod warunkiem kompatybilności i współoperacyjności dwóch niezależnych systemów, USA i UE wymieniają się doświadczeniami i technicznymi informacjami, co zaowocowało osiągnięciem porozumienia dotyczącego utworzenia wspólnego sygnału cywilnego. Odbiorniki dwu-systemowe (GPS-Galileo) zapewnią większą dostępność, precyzję i solidność, co będzie stanowić podstawę nowej generacji usług i aplikacji opartych na danych satelitarnych, z których będą mogli korzystać użytkownicy zarówno ze sfer gospodarczych, naukowych czy administracji publicznej, jak i klienci indywidualni.

Bardzo aktywne zainteresowanie udziałem w systemie Galileo wykazały Chiny, które już w 2003 r. podpisały porozumienie o współpracy z EU. Na mocy tego dokumentu Chiny zobowiązały się przeznaczyć 200 mln euro na program Galileo, z czego 70 mln na wsparcie udziału chińskich podmiotów w budowie systemu. Reszta środków będzie zainwestowana podczas etapu wdrażania za pośrednictwem koncesjonariusza Galileo. Od kwietnia 2005 r. 3 chińskich ekspertów pracuje w GJU w Brukseli, a latem podpisano pierwsze kontrakty. W czerwcu 2004 r. do programu Galileo przystąpił Izrael, zobowiązując się wpłacić 18 mln euro w fazie rozwoju systemu oraz udostępnić swoją wiedzę technologiczną i doświadczenie. W 2005 r. podpisano porozumienie UE - Ukraina, ustanawiające możliwości współpracy w wielu sektorach nawigacji satelitarnej, a zwłaszcza w nauce i technologii, przemyśle, rozwoju rynku i usług oraz standaryzacji, częstotliwościach i certyfikacji. Przewiduje ono także rozszerzenie zasięgu EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) na Ukrainę i jej uczestnictwo w strukturach zarządzania systemem Galileo. Położenie geograficzne Ukrainy szczególnie predestynuje ją do udziału w usługach EGNOS. Również Indie zawarły z UE umowę zapewniającą im dostęp do najwyższej jakości usług oferowanych przez Galileo i stwarzającą podstawy do współpracy w tworzeniu regionalnych systemów wspomagania satelitarnego opartych na EGNOS i Galileo.

W dniu 9 lipca 2008 roku Parlament Europejski i Rada przyjęły rozporządzenie w sprawie dalszej realizacji europejskich programów radiowej nawigacji satelitarnej (EGNOS i Galileo). Wymienione rozporządzenie ustala wysokość środków budżetowych, koniecznych do sfinansowania obu programów w okresie 1 stycznia 2007 r. – 31 grudnia 2013 r. na kwotę 3,4 mld euro. Rozporządzenie udoskonala publiczne zarządzanie programami, przewidując ścisły podział kompetencji pomiędzy Wspólnotą Europejską, Organem Nadzoru Europejskiego GNSS i ESA, przekazując KE realizację programów, przewidując środki umożliwiające zachowanie spójności między opiniami wydanymi przez Komitet ds. Europejskich Programów GNSS i decyzjami przyjętymi przez zarząd Organu Nadzoru Europejskiego GNSS.

W październiku 2009 roku poinformowano o redukcji zamówień na satelity Galileo fazy Full Operational Capability (FOC) z 30 do 22 oraz o opóźnieniach w budowie aparatów wcześniejszej fazy In-orbit Validation (IOV). Dwie satelity IOV miały być wystrzelone w listopadzie 2010 roku, a dwie kolejne – w kwietniu 2011 roku (wcześniej zakładano, że wszystkie cztery miały znaleźć się na orbicie w 2010 roku). Opóźnienia związane były z problemami technicznymi przy budowie satelitów oraz kłopotami w dostosowaniu centrum kosmicznego w Gujanie Francuskiej do wymagań rakiety nośnej Sojuz. Nadal nierozwiązany jest ponadto konflikt o częstotliwości pomiędzy Galileo a chińskim systemem Beidou zwanym także Compass.

W 2009 roku Komisja Europejska przesunęła datę osiągnięcia pełnej operacyjności systemu na 2016 a w 2010 roku po raz kolejny przesunięto datę uruchomienia systemu na lata 2017-2018.

### 3. ZASTOSOWANIE GALILEO W TRANSPORCIE DROGOWYM

Zastosowanie systemu Galileo w transporcie drogowym będzie bardzo przydatne i obejmie szeroki zakres usług. Realizowane jednak będzie pod pewnymi warunkami, mianowicie w oparciu o wprowadzenie inteligentnych systemów transportowych oraz powszechną dostępność technologii dokładnego ustalania pozycji. Zastosowanie systemu Galileo w transporcie, w przyszłości dalszej i bliższej przedstawiono poniżej, w podziale na poszczególne sektory:

**Przewiduje się, że** zastosowanie systemu Galileo w sektorze transportu drogowego będzie największe, wskazuje na to dotychczasowe zastosowanie systemów satelitarnych obecnie dostępnych na rynku. Przykładowe możliwości zastosowania:

- pozycjonowanie – należy tu rozumieć nie tylko informowanie kierowcy o bieżącej pozycji, czy też wyznaczanie optymalnej w danej chwili i w danych warunkach i graniczeniach trasy do punktu docelowego, ale również możliwość ustalenia położenia pojazdu po jego kradzieży lub w razie awarii wzywaniu pomocy z automatyczną transmisją współrzędnych pojazdu i informacją o przyczynie zaistniałego defektu; oddanie do eksploatacji systemu Galileo zwiększy też, i to wyraźnie, możliwość wykorzystania systemów satelitarnych w obszarach miejskich o gęstej, wysokiej zabudowie;
- monitorowanie i kierowanie ruchem – utrzymanie płynności ruchu stanie się możliwe dzięki wyposażeniu ogółu pojazdów w odbiorniki systemów satelitarnych i systemy prowadzenia (przekazywania informacji o położeniu pojazdu do centrum dowodzenia);
- zarządzanie flotą pojazdów – usługa ta, dostępna już na rynku, stanie się w pełni efektywna dopiero po wyposażeniu ogółu pojazdów w odpowiednie urządzenia (nieprzerwany nadzór na położeniem pojazdu), co pozwoli na podejmowanie szybkich niezbędnych w różnych sytuacjach decyzji;
- serwis awaryjno-ratunkowy – dzięki znajomości bieżącego położenia wybranego pojazdu (np. karetki pogotowia, wozu strażackiego), otrzymywaniu informacji o ruchu ulicznym i możliwości sterowania sygnalizacją świetlną, usługa ta może znacznie skrócić czas dotarcia prowadzonego pojazdu do punktu docelowego, serwis ten będzie szczególnie przydatny w wielkich aglomeracjach miejskich. Należy tu wspomnieć o inicjatywie "eSafety", która obejmuje szereg zastosowań, w których można wykorzystywać dokładne pozycjonowanie pojazdów. Wprowadzenie ogólnoeuropejskiego standardu automatycznych połączeń ratunkowych [8] jest priorytetem tej inicjatywy i ma na celu skrócenie czasu interwencji w razie wypadku o 40-50 %, co mogłoby potencjalnie uratować przed śmiercią 2500 osób. Podanie informacji o kierunku jazdy oraz rozpoznanie strony autostrady, po której zdarzył się wypadek, ma dla ambulansów i ekip ratowniczych bardzo duże znaczenie, co stanowi dodatkową korzyść, jaką może przynieść system GALILEO;

- system zaawansowanego doradcy kierowcy /Advanced Driver Assistance System – ADAS/ - będzie między innymi informował kierowcę o zbliżającym się niebezpieczeństwie lub przejmował częściową lub pełną kontrolę nad prowadzonym przez niego pojazdem, przykładem może tu być zmniejszenie przez system prędkości pojazdu w sytuacjach ograniczonej widoczności; uruchomienie tego systemu stanie się jednak możliwe dopiero z chwilą wyposażenia odbiornika pojazdu w dane zintegrowane i jednocześnie zapewnienia współdziałania lokalnych komponentów systemu Galileo; przewiduje się, że w 2020 roku ok. 50% samochodów będzie już korzystało z systemu ADAS, a jego wprowadzenie jest głównym celem pilotażowego projektu o nazwie GALLANT;
- opłaty drogowe – zainstalowanie odbiornika systemu Galileo w pojeździe umożliwi bieżące określanie jego położenia oraz zapamiętywanie przebytej trasy. Wysłanie tych informacji do centrum monitorującego pozwoli na doliczenie dla każdego użytkownika dróg należnej opłaty. Pobieranie w ten sposób opłat elektronicznie EFC (*Electronic Free Collection*) za autostrady, bądź drogi, czy wjazd do miasta i przejechanie nimi określonej liczby kilometrów w przypadku miasta np. spędzenie określonej ilości czasu pozwoli uniknąć bardzo kosztownych inwestycji związanych z budową na drogach specjalnych do tego celu terminali;
- system ten może mieć także zastosowanie związane z ubezpieczeniem „pay – pre – use”, jest to ubezpieczenie, w którym wysokość składki zależy od intensywności użytkowania pojazdu.

Wiele przyszłych zastosowań omawianego systemu w sektorze transportu drogowego nie zostało jeszcze precyzyjnie sformułowanych, ale można przewidywać, że wraz z rozwojem technologicznym kolejne rozwiązania się pojawią.

## PODSUMOWANIE

Obecnie jest wiele nowoczesnych technologii opracowywanych dla transportu drogowego. Jednak należy zwrócić uwagę, że fragmentaryzacja działań badawczo-rozwojowych jest szkodliwa, zaś wspólne wysiłki powinny przynieść największą wartość dodaną dla UE, w takich dziedzinach jakie określiła UE w Białej Księdze dotyczącej transportu z 2011 roku, tj.:

- ekologiczne, bezpieczne i ciche pojazdy (w tym materiały, układy napędowe i narzędzia informatyczne oraz narzędzia zarządzania pozwalające na zarządzanie kompleksowymi systemami transportu i ich integrację);
- potencjalnie nowe lub niekonwencjonalne systemy transportowe i pojazdy;
- zintegrowane systemy zarządzania transportem i informacji ułatwiające stosowanie inteligentnych usług w zakresie mobilności, zarządzanie ruchem pozwalające na lepsze wykorzystanie infrastruktury i pojazdów oraz systemy informacyjne w czasie rzeczywistym pozwalające na śledzenie ruchu i pochodzenia towarów oraz zarządzanie przepływem towarów; informacje dla pasażerów oraz informacje dotyczące podróży, systemy rezerwacji i płatności;
- inteligentna infrastruktura zapewniająca maksymalne monitorowanie i interoperacyjność różnych form transportu i różnych form transportu i komunikacji między infrastrukturą a pojazdami;
- innowacje w zakresie mobilności w miastach zgodne z zasadą zrównoważonego rozwoju nawiązujące do programu CIVITAS oraz inicjatywy dotyczące opłat drogowych w miastach i systemów ograniczenia dostępu.

## BIBLIOGRAFIA

1. Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. Bruksela 2011 [1]
2. Januszewski J.: Systemy satelitarne GPS, Galileo i inne. Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 2007 [5]
3. Rydzikowski W., Wojewódzka-Król K.: Transport w procesie gospodarowania [w] Transport. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005 [2]
4. Międzynarodowa Agencja Energetyczna, Energy Technology Perspectives 2010 [3]
5. Przegląd średniookresowy Białej Księgi Komisji Europejskiej dotyczącej transportu z 2001 r. „Utrzymać Europę w ruchu -zrównoważona mobilność dla naszego kontynentu”. Bruksela 22.06.2006 [9]
6. INRIX European National Traffic Scorecard 2010 [4]
7. Polskie Biuro ds. Przestrzeni Kosmicznej  
<http://www.kosmos.gov.pl/index.php?link=70&page=4#8> [7]
8. Galileo European Satellite Navigation System  
[http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/galileo/programme/architecture\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/programme/architecture_en.htm) [6]
9. Komunikat Komisji COM (2005) 431 [8]
10. Brdulak J. Pawlak P., Krysiuk C.: Rozwój gałęziowy transportu w Europie – priorytetowe osie TEN-T. Wydawnictwo ITS, Warszawa 2012 [10]

## NEW TECHNOLOGIES IN ROAD TRANSPORT

### *Abstract*

*The paper presents the requirements for a modern road transport, in accordance with the transport policy of the European Union, based on the implementation of modern technologies. The article also includes one of the most modern systems GALILEO, which will be used also in the road transport.*

### *Autorzy:*

dr hab. **Jacek Brdulak** – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

mgr **Cezary Krysiuk** – Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie

mgr **Piotr Pawlak** – Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie

dr hab. inż. **Gabriel Nowacki** – Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie