



„Nowoczesne metody monitorowania ruchu statków i pojazdów
na przykładzie portu i obszaru metropolitalnego Houston”

Grzegorz Hołowiński

Szczecin, 2010



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



NOWOCZESNE SYSTEMY MONITOROWANIA RUCHU STATKÓW I POJAZDÓW NA PRZYKŁADZIE PORTU I OBSZARU METROPOLITALNEGO HOUSTON

dr inż. Grzegorz Hołowiński

Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu
Instytut Zarządzania Transportem
Zakład Logistyki i Informatyki
e-mail: g.holowinski@am.szczecin.pl

Streszczenie Celem niniejszej publikacji jest zapoznanie czytelników z telematycznymi systemami zarządzania ruchem w aglomeracji portowej. Autor przedstawił systemy monitorowania ruchu na drogach wodnych portów Houston-Galveston i systemie autostrad prowadzących do nich. Szczególną cechą tego obszaru jest to, że na obszarze (lub w bezpośrednim sąsiedztwie) jednego z największych portów świata znajduje się drugi największy na świecie kompleks petrochemiczny wytwarzający ponad 35% paliw używanych w Stanach Zjednoczonych.

Słowa kluczowe: zarządzanie ruchem drogowym, VTS, telematyka, telematyka transportu, zarządzanie informacją, inteligentne systemy transportowe.

1. WPROWADZENIE

Porty Houston-Galveston znajdują się na obszarze drugiego w świecie kompleksu petrochemicznego. Oprócz produktów przemysłu petrochemicznego, przeładowuje się w tych portach ładunki masowe, stal, zboże, gotowe produkty (np. samochody firm Audi i Volkswagen). Wiele z ładunków rozładowywanych w Houston jest dalej transportowana kolejną lub samochodami do wszystkich stanów. Duża liczba zawijających statków do portu w Houston - znajdującego się na obszarze uprzemysłowionym w odległości kilkudziesięciu kilometrów od Zatoki Meksykańskiej - wymaga wprowadzenia systemu monitorowania, ostrzegania i sterowania ruchem na drogach wodnych. Zadanie to spełnia system VTS, który ewoluował w ciągu ostatnich 35 lat w stronę w pełni elektronicznego systemu.

Monitoring ruchu drogowego na obszarze aglomeracji, w tym drogach dojazdowych do portu i systemie autostrad, pełni Houston Transtar. Zarówno systemy Houston Transtar jak i system VTS pomimo monitorowania innego ruchu (wodny i drogowy) wykorzystują telematykę. Pojęcie

telematyka kształtuje się w ostatnich dekadach w wyniku rewolucyjnych zmian w technologii informacyjnej. Kornel Wydro przeanalizował w [2] przypadki stosowania tego pojęcia i wysunął wnioski, że ma ono zastosowanie:

1. w odniesieniu do rozwiązań strukturalnych, w których komunikacja elektroniczna oraz elektroniczne pozyskiwanie i przetwarzanie informacji stanowią integralne elementy systemu, skonstruowane stosownie do potrzeb tego systemu;
2. w odniesieniu do różnych rozwiązań technicznych, wykorzystujących w sposób integrujący uniwersalne systemy telekomunikacyjne i informatyczne.

W niniejszej publikacji telematyka będzie używana w obydwu z wymienionych znaczeń. Telematyce w transporcie, a w szczególności jej zastosowaniom w logistyce miejskiej i zarządzaniu ruchem drogowym w aglomeracjach, poświęcono w ostatnim czasie m.in. publikacje [2],[3],[4],[6].

Stany Zjednoczone i Japonia wyprzedzają znacznie inne kraje uprzemysłowione w zakresie wdrażania systemów telematycznych w logistyce i monitorowaniu transportu. Niniejsza publikacja ma na celu zapoznanie czytelników z telematycznymi systemami zarządzania ruchem w aglomeracji portowej na przykładzie Houston. Podzielona została na trzy części. W pierwszej z nich przedstawiono port w Houston, w następnej system VTS pracujący w Houston-Galveston by w ostatniej części przedstawić monitorowanie ruchu na drogach dojazdowych do portu i wokół Houston.

2. PORT HOUSTON

Port Houston położony jest w Teksasie na południu Stanów Zjednoczonych w zasięgu kilku godzin żeglugi z Zatoki Meksykańskiej. Na obszarze portu rozciągającego się na długości ok. 80 km wybrzeża lokuje się firmy prywatne i podmioty zarządzane przez administrację stanową i federalną, m.in., zarząd portu – łącznie ponad 150 prywatnych firm zajmujących się transportem i logistyką lub produkcją przemysłową (w tym rafinerie, zakłady chemiczne, elewatory).

Port w Houston administrowany jest przez zarząd portu (Port of Houston Authority) będący niezależnym politycznie podmiotem stanu Teksas. W skład rady zarządu wchodzi siedmiu członków, w tym po dwóch z miasta Houston i hrabstwa Harris, którzy wybierają przewodniczącego rady – prezesa portu.

Początkowo port był usytuowany w centrum Houston, w miejscu, które dziś jest parkiem miejskim. W początkach XX wieku wybudowano nowy port, znajdujący się w aktualnej lokalizacji. W 1977 oddano do użytkowania pierwszy z terminali kontenerowych - Barbours Cut Terminal – który stał się wkrótce najważniejszym terminalem portowym. Najmłodszy z terminali, oddany do użytkowania w 2006 roku Bayport Terminal, znajduje się w miejscowości Pasadena (obszar metropolitalny Houston). Powstanie Bayport Terminal wpłynęło negatywnie na środowisko naturalne (hałas) i konieczne stało się znalezienie rozwiązań zmniejszających ten wpływ, w postaci m.in. zainstalowania licznych ekranów akustycznych. Poza wymienionymi już Bayport Terminal i Barbours Cut, terminale zajmujące się przeładunkiem kontenerów to Turning

Basin, Jacintoport, Woodhouse, i Care [8].

Houston jest siódmym pod względem przeładunku kontenerów portem w Stanach Zjednoczonych – przeładowuje się tu około 4 razy mniej kontenerów niż w Los Angeles [5].

Wielkością przeładunków port w Houston zbliżony jest do portu w Antwerpii. Port Houston w roku 2008 znajdował się na 15 miejscu na świecie pod względem przeładunków (192 473 MT), a z portów znajdujących się w Stanach Zjednoczonych wyprzedził go w tej statystyce, o jedno miejsce i 5,5% przeładunków, port w South Luisiana – największy port pod względem przeładunków na półkuli zachodniej (wg American Association of Port Authorities, AAPA [12]).

Houston wyniki te zawdzięcza nie tyle przeładunkowi kontenerów (zajmuje tu bowiem 7 miejsce w Stanach Zjednoczonych w 2008), co ładunkom masowym, stali, zbożu i produktom końcowym jak np. samochody. Większość samochodów marek Volkswagen i Audi trafiających na rynek w Ameryce Północnej jest wyładowywana w Houston [5]. Ponadto na obszarze portu znajduje się drugi największy na świecie kompleks petrochemiczny wytwarzający ponad 35% paliw używanych w Stanach Zjednoczonych.

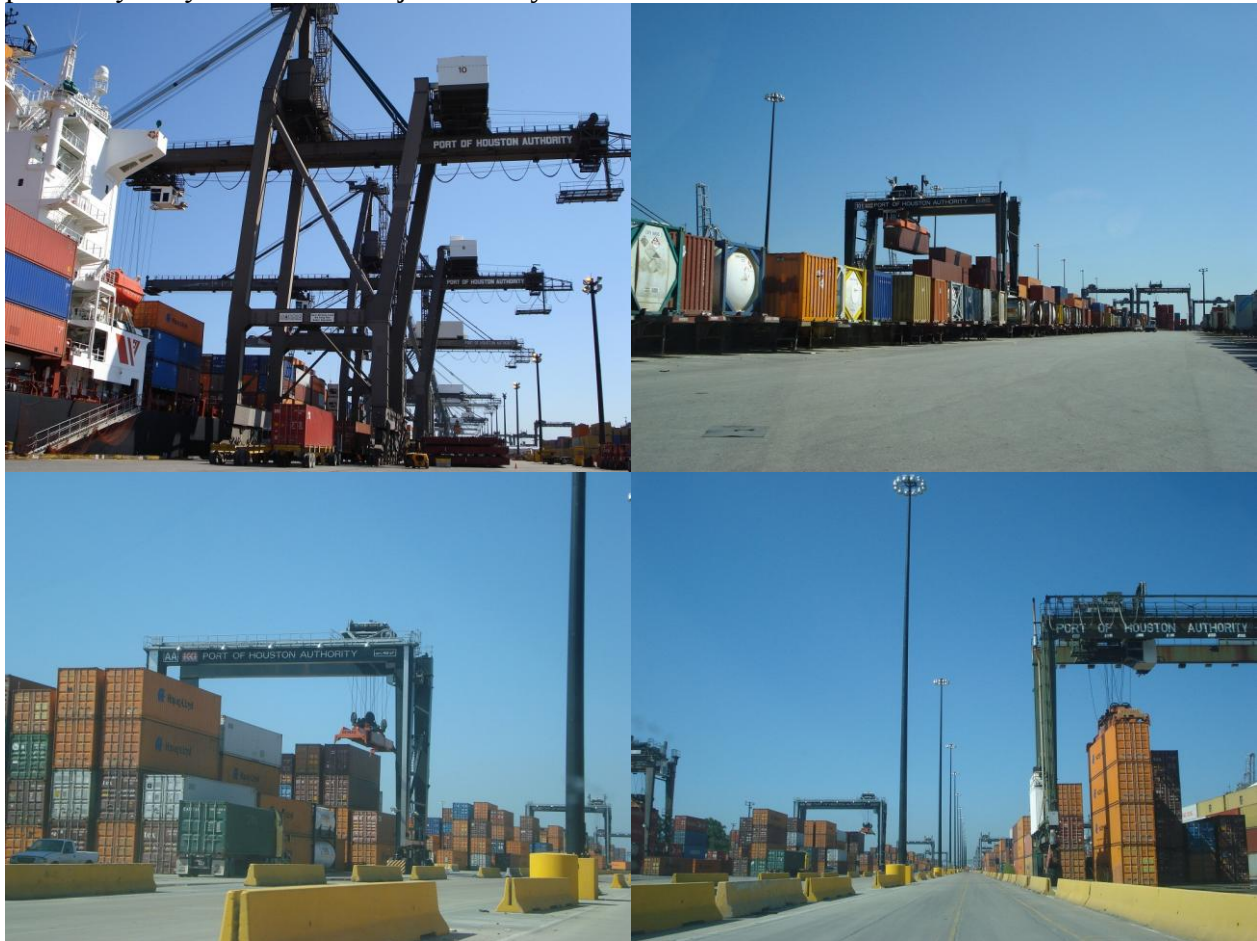


Foto 1. Terminal kontenerowy Barbour's Cut w porcie w Houston

Źródło: archiwum autora

Duża liczba podmiotów działających w porcie w Houston, wielkość obrotu, liczba obsługiwanych statków i nagromadzenie ładunków niebezpiecznych lub zagrażających środowisku oraz sąsiedztwo portu w Galveston wymagają troski o bezpieczeństwo żeglugi na tym obszarze. W tym celu od 35 lat używany i rozbudowywany jest system VTS.

3. MONITOROWANIE RUCHU STATKÓW W PORTACH HOUSTON I GALVESTON

Obszar portów Houston i Galveston oraz dróg wodnych prowadzących do nich jest monitorowany przez system CGVTS (ang. *Coast Guard Vessel Traffic Service*). System VTS (ang. *Vessel Traffic Service*) powstały w 1975 roku miał na celu poprawę bezpieczeństwa żeglugi i wzrost efektywności pracy portów Houston i Galveston. Jest to szczególnie ważne ze względu na ilość przeładowywanych i znajdujących się na terenie portu ładunków niebezpiecznych oraz zapewnienie bezpieczeństwa strategicznych zakładów petrochemicznych położonych na tym obszarze.

System VTS jest zarządzany przez US Coast guards. Celem systemu jest dostarczanie na czas, pewnych i dokładnych informacji na potrzeby żeglugi, zarządu portu, firm działających na terenie portu oraz urzędów lokalnych i federalnych.

W okresie od 1975 roku do lat dziewięćdziesiątych techniczne możliwości zbierania informacji o jednostkach i stanie na torze wodnym ograniczały się do radaru, obserwacji wzrokowej i komunikacji głosowej pomiędzy centrum VTS a jednostkami i podmiotami na terenie portu. W VTS stosowano karty papierowe z ręcznie zapisywanymi przez operatora informacjami na temat danej jednostki. Karty te były następnie układane na diagramie lub mapie przedstawiającej obszar dróg wodnych nadzorowanych przez system. Położenie karty na mapie było zmieniane na bieżąco w zależności od aktualnej pozycji jednostki na torze wodnym. W celu dokładniejszego określenia położenia statku na torze wodnym stosowano radar.

Kolizja zbiornikowca Exxon Valdez w 1989 roku wpłynęła na powstanie nowoczesnych centrów CGVTS wyposażonych w nowe zdobycze techniki pozwalające na automatyzację i wsparcie techniczne dla dyżurujących w centrach kontroli ruchu w portach. Miało to szczególne znaczenie dla portów, w których przeładowywane są ładunki niebezpieczne w szczególności produkty przemysłu petrochemicznego. Port Houston-Galveston, obok Nowego Jorku, San Francisco i Puget Sound, było pierwszym z czterech nowoczesnych centrów CGVTS powstałych w Stanach Zjednoczonych [9].

Następnym krokiem w rozwoju systemu VTS w porcie Houston-Galveston było wdrożenie MTM-200 zaprojektowanego i dostarczonego przez Lockheed-Martin Corporation. MTM-200 to standard budowania VTS w Stanach Zjednoczonych po 1997 roku – w ramach Programu Bezpieczeństwa Portów i Dróg Wodnych (ang. *Ports and Waterways Safety System*, PAWSS). Regułą budowy MTM-200 projektowanego przez Lockheed-Martin Corporation było maksymalne wykorzystanie dostępnych gotowych, komercyjnych rozwiązań (ang. *commercial off the shelf*, COTS) oraz systemu automatycznej identyfikacji jednostek - AIS (ang. *Automatic*

Identification System).

CGVTS i MTM-200 należą do systemów VTS i tak też rozpoznawane i przedstawiane są ich użytkownikom. Aktualnie największe porty w Stanach Zjednoczonych wykorzystują systemy CGVTS lub ich nowszą wersję MTM-200. Jednakże kilka średnich portów ma własne rozwiązania VTS [9].



Foto 2. Centrum kontroli ruchu statków - VTS w US Coast Guard w porcie Houston

Źródło: archiwum autora

System VTS w porcie w Houston-Galveston charakteryzuje się następującymi cechami (za [9]):

- VTS zgodny z MTM-200:
 - Oprogramowanie firmy Lockheed-Martin,
 - Elektroniczne mapy nawigacyjne w standardzie S-57 obejmujące obszar portów i dróg wodnych (w tym podejścia) dla Houston i Galveston,
 - Serwery MS Windows,
 - Bazy danych: Oracle,
 - System nagrywania rozmów Wordnet,
 - Śledzenie i nagrywanie (zapis w bazie danych) pozycji jednostek pływających,

informacji z AIS i z radaru z możliwością eksportu tych danych zebranych łącznie do plików wideo.

- radar: Terma Scanter 2001 o zasięgu 20 nm,
- CCTV Pelco o zasięgu 2-5 nm,
- AIS: SAAB R30/R40,
- VHF FM firm Zetron i Quantar.

W centrum kontroli VTS (patrz Foto 2) dane z systemów obserwacji i meldunkowych są wyświetlane na mapie elektronicznej GIS. Dyżurujący tu oficerowie Coast Guard mają dostęp do aktualnych informacji o warunkach wpływających na żeglugę, w tym stanie i prognozie pogody, pracach na torach wodnych, stanie oznakowania nawigacyjnego, informacjach o bezpieczeństwie (poziom bezpieczeństwa żeglugi wg trójstopniowej skali MARSEC [10] oraz poziom bezpieczeństwa państwa wg pięciostopniowej skali HSAS [11]). Informacje te stanowią podstawę do wydawania komunikatów i poleceń dla statków na danym obszarze lub indywidualnie dla konkretnych jednostek.

Informacje dostarczane przez system VTS w porcie w Houston-Galveston pozwalają na zapobieganie kolizjom jednostek pływających a poprzez to oraz unikanie strat w ludziach, finansowych oraz katastrof ekologicznych. Jest to szczególnie ważne przy dużym natężeniu ruchu (patrz Tabela 1) skupionym w wąskich przejściach przy jednoczesnym wysokim ryzyku kolizji o dużym i negatywnym wpływie na środowisko (duża liczba zbiornikowców przewożących produkty przemysłu petrochemicznego).

Tabela 1. Statystyki ruchu statków w porcie w Houston w roku 2009

Rodzaj jednostki	Rocznie	Średnia/dzień	Max/dzień
Holowniki	119 029	326,1	430
Zbiornikowce	13 398	36,7	64
Masowce, kontenerowce	7 339	20,1	41
Inne	9 750	26,7	52
Promy	108 087	296,1	315
Razem:	257 603	705,8	Brak danych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1]

Beneficjentami informacji z systemu VTS są między innymi oficerowie nawigującymi statkami, przeładowcy, agenci portowi, oficerowie bezpieczeństwa, celnicy, jednostki ratownictwa, itp. Informacja dostarczana na bieżąco pozwala nie tylko poprawić bezpieczeństwo żeglugi ale usprawnić procesy obsługi statków w porcie, w tym odprawę jednostek, przeładunek, itp.

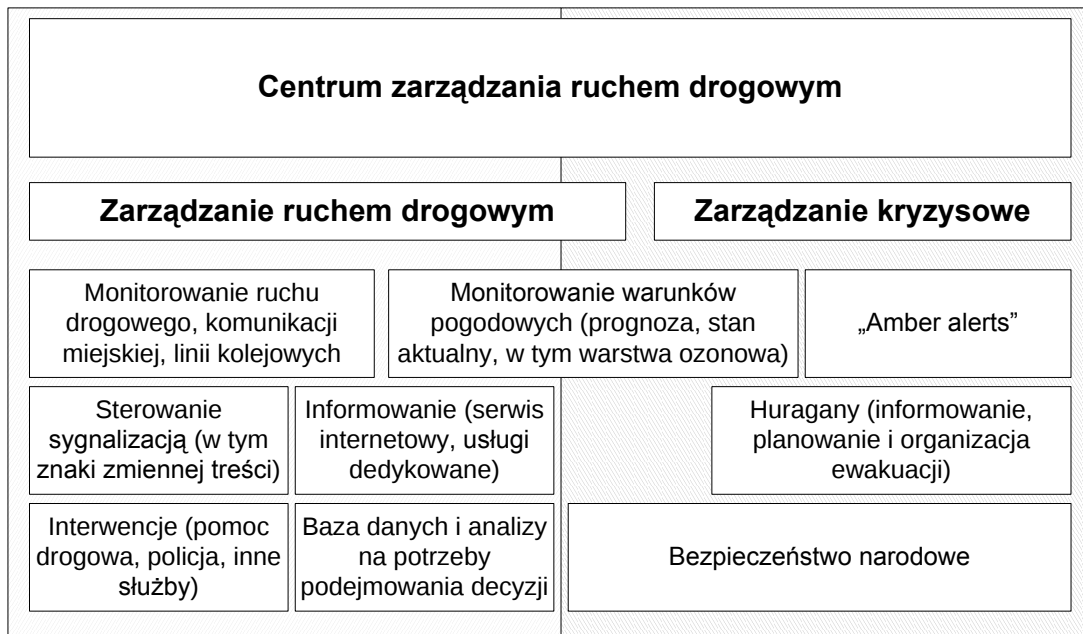
4. INTELIGENTNY SYSTEM ZARZĄDZANIA DROGAMI NA OBSZARZE HOUSTON

W odległości 800 km od portu w Houston mieszka około 50 milionów mieszkańców skupionych głównie wokół tzw. obszaru trójmiasta zwanego Texaplex, w skład którego wchodzi

Houston, Dallas i San Antonio. W Texaplex mieszka 80% mieszkańców Teksasu [5]. Miasta te posiadają centra zarządzania ruchem drogowym. Największe z nich znajduje się w Houston i jest zarządzane przez Houston Transtar, założone w 1993 roku jako wspólna inicjatywa [7]:

- stanowego departamentem transportu (TxDOT: *Texas Department of Transportation*) zarządzającego autostradami i drogami stanowymi (1328 km dróg, w tym 1213 km autostrad) z użyciem komputerowego systemu zarządzania ruchem drogowym,
- miastem Houston (zarządzanie systemem dróg miejskich),
- hrabstwem Harris (m.in. biuro bezpieczeństwa hrabstwa, jednostka odpowiedzialna za pobieranie opłat na płatnych autostradach),
- metropolitalnym zarządem transportu na obszarze hrabstwa Harris (*Metropolitan Transit Authority of Harris County* - METRO).

Celem Houston Transtar jest świadczenie usług i koordynacja zadań w zakresie zarządzania ruchem drogowym oraz zarządzania kryzysowego na obszarze metropolitalnym Houston obejmującym obszar zamieszkały przez około 6 mln mieszkańców (głównie miasto Houston i hrabstwo Harris) oraz obszar przemysłowo-portowy zlokalizowany w Houston – Sugar Land - Baytown. Centrum zarządzania ruchem drogowym obejmuje także drogi dojazdowe do portów w Houston i Galveston.



Rysunek 1. Wybrane obszary działań operacyjnych prowadzonych przez centra zarządzania ruchem drogowym w Stanach Zjednoczonych

Źródło: [6]

Centrum zarządzania ruchem drogowym Houston Transtar jest jednym z największych centrów tego typu w Stanach Zjednoczonych. Wspólne obszary działań operacyjnych prowadzonych przez nie przedstawiono na rysunku 1.

Houston Transtar posiada możliwości monitorowania aktualnej sytuacji na drogach za pomocą narzędzi teleinformatycznych [2], w tym należącym do stanowego departamentu

transportu komputerowym systemem zarządzania ruchem drogowym – CTMS (ang. *Computerized Traffic Management System*).



Foto 3. Rozbudowana infrastruktura drogowa na obszarze metropolitalnym Houston. Na prawym dolnym zdjęciu widoczny znak o zmiennej treści.

Źródło: archiwum autora



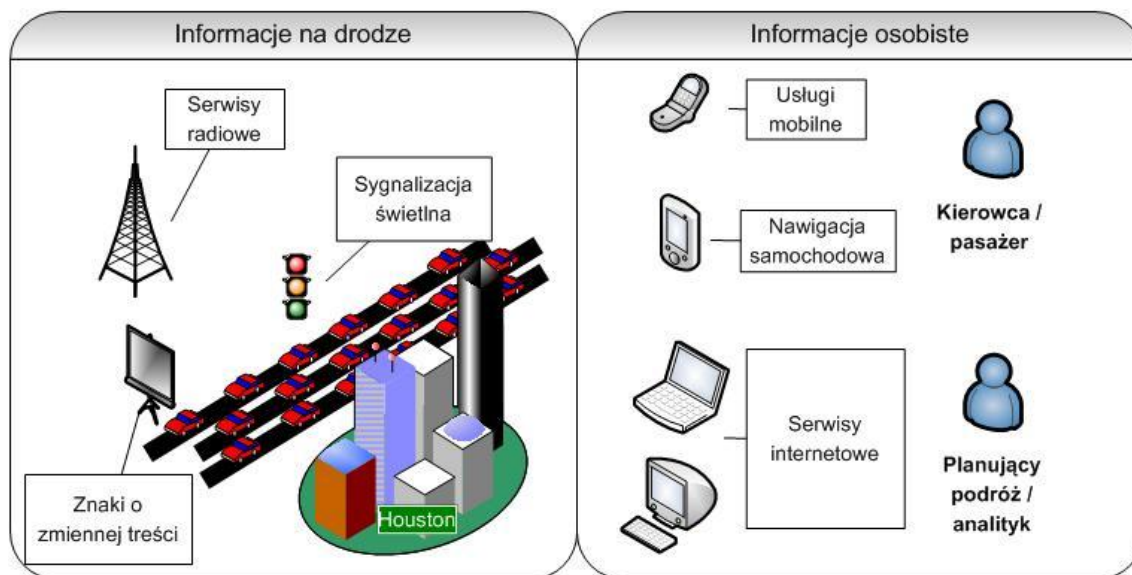
Foto 4. Houston Transtar. Zdjęcie z lewej strony przedstawia salę sterowania ruchem, z prawej strony

zbliżenie na stanowiska operatorów.

Źródło: archiwum autora

W skład CTMS wchodzi między innymi [7] (stan na koniec 2009 roku):

- 730 kamer CTTV rozsianych na całym obszarze,
- 216 znaków o zmiennej treści DMS (ang. *Dynamic Message Sign*),
- system sterowania sygnalizacją na drogach prowadzących z i na autostrady,
- system automatycznej identyfikacji pojazdów wykorzystywany do automatycznego naliczania opłat za przejazdy płatnymi odcinkami dróg,
- system monitorowania czasu podróży (obejmujący swoim zasięgiem 1 328 km dróg),
- system nadawania komunikatów radiowych (składający się z 12 nadajników i jednego systemu mobilnego),
- systemu informacji pogodowej (RWIS, ang. *Roadway Weather Information System*) – zbierającego dane z ponad 800 sensorów, w tym 351 należących do hrabstwa Harris i 249 do stanowego departamentu transportu.



Rysunek 2. Wybrane techniki udostępniające informację w systemie zarządzania ruchem drogowym. Wykorzystanie serwisu społecznościowego Twitter.com w ramach serwisów internetowych wprowadza WEB 2.0.

Źródło: [6]

Rysunek 2 przedstawia wybrane techniki publikowania informacji, które można ogólnie sklasyfikować na dwie grupy [6]:

- umożliwiające publikowane w ramach infrastruktury drogowej, takie jak (1) sygnalizacja świetlna sterowana inteligentnie lub poprzez wybór odpowiednich scenariuszy zmiany świateł, (2) znaki o zmiennej treści pozwalające na publikowanie dodatkowych informacji dla kierowców (standardowo są to informacje o zdarzeniach na drodze, szacowanym czasie przejazdu przez wybrany odcinek, czy informacje nt. poszukiwanych pojazdów), komunikaty SMS/MMS/RDS lub radiowo nadawane komunikaty głosowe,

- udostępniające informacje poza infrastrukturą drogową – zazwyczaj z zastosowaniem urządzeń mobilnych, takie jak odbiorniki SMS/MMS/RDS (telefony komórkowe, systemy nawigacji samochodowej), standardowe Internetowe serwisy do planowania podróży lub przeglądania informacji dotyczących aktualnego stanu na drogach.

System CTMS umożliwia publikowanie informacji drogowych [6] z wykorzystaniem DMS, systemu nadawania komunikatów radiowych, Internetu i lokalnych mediów – stacji radiowych i telewizyjnych, wydawnictw. W Internecie publikowane są aktualne informacje o sytuacji na drogach, kolizjach, remontach na poszczególnych odcinkach. W ostatnim czasie w tym celu wykorzystywany jest także serwis społecznościowy *Twitter.com* – co potwierdza praktyczne wykorzystanie WEB 2.0.

Przeprowadzone przez Texas Transportation Institute analizy wykazują oszczędności dla regionu związane z działalnością Houston Transtar. W roku 2009 oszacowano 272 mln USD oszczędności przy poniesionych kosztach w wysokości ok. 27, 5 mln USD, podczas gdy roczne koszty kongestii na obszarze kontrolowanym przez Houston Transtar wynoszą około 700 mln dolarów [7]. Ponadto ocenia się, że działalność Houston Transtar pozwala na osiągnięcie wymiernych korzyści w postaci:

1. skrócenia czasu reakcji podczas wypadków drogowych, oraz innych zdarzeń wpływających na wzrost kongestii,
2. redukcji kosztów gromadzenia danych telematycznych,
3. utworzenia jednego źródła informacji dla służb federalnych i stanowych,
4. poprawy jakości i ilości publikowanej informacji, np. w zakresie rozkładów jazdy pojazdów komunikacji miejskiej, dynamicznego wyszukiwania alternatywnych tras,
5. zmniejszenia kosztów eksploatacji flot pojazdów należących do różnych administracji (poprzez lokalizowanie pojazdów, optymalizowanie tras przejazdów, skrócenie czasu lokalizowania pracowników).

Wyżej wymienione korzyści oprócz charakteru ilościowego mają także wymiar jakościowy związany z tzw. nową jakością w monitorowaniu ruchu drogowego na obszarze aglomeracji Houston. Ma to szczególne znaczenie dla ruchu samochodowego generowanego przez transport ładunków z i do portów w Houston i Galveston.

5. PODSUMOWANIE

W publikacji przedstawiono systemy telematyczne służące monitorowaniu ruchu drogowego i ruchu na drogach wodnych na obszarze obszaru metropolitalnego portowego miasta Houston. Houston jest jednym z czterech portów w Stanach Zjednoczonych, w których wdrażane są w pierwszej kolejności najnowsze rozwiązania służące poprawie bezpieczeństwa transportu. Działający tam szeroko rozumiany system monitoringu ruchu może stanowić wzorzec – po odpowiednim przeskalowaniu rozwiązania - do wdrażania rozwiązań telematycznych w miastach portowych w Europie.

ŹRÓDŁA

1. *2010 State of the Waterway*, <http://www.uscg.mil/d8/vtsHouston/>
2. Chwesiuk K., Hołowiński G., Iwan S., *Telematyka - narzędzie wdrażania logistyki miejskiej*, w: Problemy Społeczeństwa Informacyjnego, red.: Szewczyk A., wyd. Printshop, Szczecin, 2007, str. 179-186
3. Chwesiuk K., Hołowiński G., Iwan S., *Use of IT Tools In Vehicular Traffic Modeling in Seaport Urban Areas*. Rozdział w monografii pt. *Advances in Transport Systems Telematics*, edited by Jerzy Mikulski, Silesian University of Technology, Faculty of Transport, Katowice 2007, s. 319-327
4. Chwesiuk K., Iwan S., Hołowiński G., *Logistyka miejska jako czynnik rozwoju społeczeństwa informacyjnego na przykładzie Szczecina* w: Problemy społeczeństwa informacyjnego – tom I, rozdział w monografii pod red. naukową A. Szewczyka, Uniwersytet Szczeciński, s. 171-178, Szczecin 2007
5. *Factbox: Five facts about the Port of Houston*, Reuters, 13.12.2009, <http://www.reuters.com/article/idUSTRE5BD04Q20091214>
6. Hołowiński G.: *Znaczenie centrów zarządzania ruchem drogowym dla transportu samochodowego w Stanach Zjednoczonych*, Logistyka 2008 nr 2, CD Zeszyty Naukowe Politechniki Radomskiej, Warszawa 2008
7. *Houston TranStar 2009 Annual Report*, <http://www.houstontranstar.org>
8. *Maritime Operations, Port of Houston*, 2010, <http://www.portofhouston.com/maritime/maritime.html>
9. Tetreault B., *Systems and equipment in use at U.S. Coast Guard Vessel Traffic Services*, Vessel Traffic Services Division, USCG Chief of the Office of Shore Forces U. S. Coast Guard, 2007
10. *US Coast Guard MARSEC*, <http://www.uscg.mil/safetylevels/whatismarsec.asp>
11. *US Homeland Security Advisory System*, http://www.dhs.gov/files/programs/Copy_of_press_release_0046.shtm
12. *World's Port Ranking 2008*, <http://www.aapa-ports.org/>
13. Wydro K. B., *Telematyka – znaczenie i definicje terminu*, w: Telekomunikacja i techniki informacyjne, nr 1-2, 2005