



**JACEK OSKARBSKI**  
Politechnika Gdańska  
joskar@pg.gda.pl

# Automatyzacja zarządzania zdarzeniami drogowymi

Skutkiem wypadków drogowych mogą być ciężkie obrażenia ofiary zdarzenia, prowadzące do jej śmierci w przypadku nieotrzymania niezwłocznej pomocy medycznej. Szybka reakcja służb ratowniczych może znacznie zwiększyć prawdopodobieństwo przeżycia i zmniejszenie długotrwałych skutków urazów. Według zasady „złotej godziny” (co zostało potwierdzone przez badania wykonane m.in. w ramach projektu STORM) życie 20–40% ciężko rannych ofiar może być uratowane, jeżeli otrzymają one opiekę szpitalną w ciągu 60 minut od zdarzenia. Prawdopodobieństwo przeżycia jest tym większe, im szybciej zostanie udzielona pierwsza pomoc medyczna w miejscu zdarzenia przed transportem do szpitala (w ciągu „złotych dziesięciu minut”). Na podstawie wyników badań europejskich szacuje się, że stosowanie środków telematiki transportu może zmniejszyć czas reakcji i interwencji służb ratowniczych nawet o 30%, a wykorzystanie wywołań alarmowych, generowanych automatycznie przez systemy zastosowane w pojazdach, zwiększa prawdopodobieństwo przeżycia ofiary wypadku o 15% [3], [7].

Kolejną przesłankę wprowadzania rozwiązań usprawniających zarządzanie transportem poprzez automatyzację działań przynoszą wyniki badań, świadczące o tym, że incydenty występujące w ruchu drogowym (szacuje się, że ok. 10% spośród incydentów losowych na autostradach stanowią wypadki [10]) są główną przyczyną występowania zatłoczenia w układzie ulicznym. Oszacowano, że 50–60% strat czasu na drogach ekspresowych i autostradach, przebiegających w obszarach zurbanizowanych, jest wynikiem występowania incydentów [5], [9].

Można wyróżnić dwa rodzaje zatłoczeń [4]. Pierwszym są zatłoczenia powtarzające się w danym miejscu i o danej porze dnia, które występują w przypadku wyczerpywania przepustowości na skutek zwiększonego potoku ruchu (np. podczas szczytów transportowych). Takie zatłoczenie można przewidzieć poprzez obserwację lub za pomocą modelowania ruchu. Drugim rodzajem są zatłoczenia jednokrotne będące wynikiem incydentu losowego, na przykład zdarzenia drogowego, skutkującego nieoczekiwanym ograniczeniem przepustowości. Ze względu na to, że ten rodzaj zatłoczenia jest nieprzewidywalny i niespodziewany dla kierowców, przyczynia się on do zwiększenia ryzyka wystąpienia wypadków wtórnych oraz nietypowych i niebezpiecznych zachowań uczestników ruchu. W celu redukcji lub likwidacji zatłoczeń jednokrotnych oraz ograniczenia ich niekorzystnego wpływu na funkcjonowanie systemu transportu konieczne jest wdrażanie dobrze funkcjonujących systemów detekcji, monitoringu i informacji (systemów zarządzania ruchem) oraz sprawnego systemu ratownictwa i pomocy drogowej, umożliwiających szybką likwidację skutków incydentów, w tym zdarzeń

drogowych. Powyższe możliwe jest dzięki zastosowaniu środków i metod ITS (ang. *Intelligent Transportation Systems* – Inteligentne Systemy Transportu).

## Proces zarządzania zdarzeniami drogowymi

Proces zarządzania zdarzeniami drogowymi stanowi element systemu zarządzania incydentami losowymi. Incydem losowym może być unieruchomienie pojazdu na skutek jego awarii lub niedyspozycji kierowcy, zdarzenie drogowe (wypadek lub kolizja), awaria elementów infrastruktury drogowej, złe warunki atmosferyczne, obiekty na drodze np. zgubiony ładunek, które najczęściej ograniczają przepustowość elementów układu drogowego i jego niezawodność poprzez wzrost strat czasu. W proces zarządzania zdarzeniami drogowymi zaangażowane są służby zarządzające ruchem, jak również służby ratownicze, policja i służby pomocy drogowej.

Proces zarządzania zdarzeniami drogowymi można podzielić na cztery etapy, które przedstawiono na rysunku 1, tj.: wykrycie i weryfikacja zdarzenia, rozpoczęcie akcji ratowniczej oraz zarządzanie ruchem w odpowiedzi na zdarzenie, usunięcie skutków zdarzenia (przeprowadzenie akcji ratowniczej i odholowanie pojazdów) oraz przywrócenie normalnych warunków ruchu.



Rys. 1. Schemat procesu zarządzania zdarzeniami drogowymi

Celem działań operacyjnych jest maksymalne skrócenie czasu trwania poszczególnych etapów procesu w celu zmniejszenia ciężkości wypadku, zminimalizowania okresu ekspozycji na ryzyko wystąpienia zdarzeń wtórnych oraz zminimalizowania strat czasu podróżujących. Realizację celu, jakim jest skrócenie czasu zakłóceń spowodowanych zdarzeniem drogowym, umożliwi zastosowanie środków telematiki transportu. Oprócz stosowania zaawansowanych technologii, podnoszących efektywność systemu zarządzania zdarzenia-

mi, równie istotna jest jego organizacja (współpraca i sprawne środki procedury komunikowania się pomiędzy interesariuszami<sup>1</sup> – zarządcami dróg oraz służbami ratowniczymi) [1], co wskazuje na konieczność opracowania standardów wdrażania środków łączności i przesyłu informacji.

## Wykrycie i weryfikacja zdarzenia drogowego

Wykrywanie zdarzeń drogowych stanowi pierwszy z etapów procesu zarządzania zdarzeniami drogowymi. Od odpowiednio wczesnej identyfikacji zdarzenia zależy efektywność dalszych działań systemu zarządzania incydentami, zmierzających do przywrócenia normalnych warunków ruchu oraz szybkość przeprowadzenia akcji ratowniczej. Pośród metod wykrywania zdarzeń drogowych można wymienić:

- wykorzystanie informacji przekazanej służbom zarządzania ruchem przez świadków zdarzenia za pośrednictwem telefonu komórkowego (technologia telefonów komórkowych);
- informację z kamer telewizji przemysłowej (metoda stosowana raczej w przypadku weryfikacji zdarzenia, ze względu na niską efektywność w przypadku braku możliwości automatycznej identyfikacji zdarzenia za pośrednictwem innych metod);
- automatyczne wykrywanie zdarzenia za pośrednictwem systemów detekcji (najczęściej z wykorzystaniem detektorów pętlowych – pętli indukcyjnych lub za pośrednictwem technik przetwarzania obrazu wideo);
- automatyczne wykrywanie zdarzeń z wykorzystaniem systemów monitoringu w pojazdach (np. eCall, AACN – ang. *Advanced Automatic Collision Notification*, On-Star [8]);
- wykrywanie zdarzenia drogowego przez specjalistyczne patrole drogowe lub policyjne, które nadzorują poszczególne odcinki drogi;
- nadzór realizowany za pośrednictwem jednostek latających np. śmigłowców.

Kombinacja kilku metod (w tym umożliwiających automatyczne wykrycie zdarzenia za pośrednictwem środków telematyki transportu instalowanych w pasie drogowym lub w pojazdach) gwarantuje większą niezawodność systemu.

Weryfikacja definiowana jest jako potwierdzenie dokładnej lokalizacji zdarzenia i jego charakteru. Etap weryfikacji obejmuje zebranie informacji wystarczających do podjęcia właściwych działań – w przypadku zdarzenia drogowego, przede wszystkim decyzji o konieczności dojazdu służb ratowniczych. Najczęściej do weryfikacji zdarzeń (oprócz informacji pochodzących od świadków zdarzenia, patroli policyjnych lub drogowych) stosuje się kamery telewizji przemysłowej (nadzór wizyjny), dzięki którym operator w Centrum Zarządzania Ruchem może potwierdzić wystąpienie zdarzenia i przekazać informację służbom ratowniczym (np. Centrum Powiadomienia Ratunkowego lub Centrum Zarządzania Kryzysowego). W Centrach Zarządzania Ruchem coraz częściej

<sup>1</sup> „Interesariusze – są to osoby lub inne organizacje, które uczestniczą w tworzeniu projektu (biorą czynny udział w jego realizacji) lub są bezpośrednio zainteresowane wynikami jego wdrożenia. Interesariusze mogą wywierać wpływ na daną organizację”. *Miroslaw Bańko, Internetowy poradnik PWN.*

wykorzystuje się oprogramowanie, umożliwiające automatyczną lokalizację miejsca zdarzenia (na podstawie informacji z detektorów) i potwierdzenie wystąpienia zdarzenia za pośrednictwem kamery, która automatycznie zostaje skierowana w stronę wystąpienia potencjalnego zdarzenia, przy jednoczesnym zaalarmowaniu operatora.

## Reagowanie na wystąpienie zdarzenia

W odpowiedzi na wykrycie i weryfikację zdarzenia następuje aktywacja zaplanowanej strategii, która powinna zapewnić szybki wybór uczestników akcji ratowniczej i sprzęt niezbędny do jej przeprowadzenia. Reagowanie na wystąpienie zdarzenia obejmuje wystąpienie odpowiednich służb na miejsce wypadku i rozpoczęcie przekazywania informacji kierowcom, kiedy istnieje uzasadniona pewność, że zdarzenie miało miejsce. Szybkie reagowanie na incydenty wymaga natychmiastowego podjęcia działań przez odpowiednie służby w zakresie ich kompetencji.

Gwarancją integracji, skuteczności, dobrej koordynacji i efektywności działań poszczególnych służb jest prowadzenie działań operacyjnych według ustalonego planu, przetestowanego podczas wspólnych ćwiczeń jednostek, których zakres współdziałania i udział może być różny w zależności od rodzaju incydentu. Celem zwiększenia skuteczności prowadzenia działań ratowniczych różnych podmiotów ratownictwa medycznego niezbędna jest budowa sprawnej, niezawodnej i kompatybilnej sieci łączności ratunkowej zarówno przywoławczej, jak i wewnątrz systemu pomiędzy szpitalnymi oddziałami ratunkowymi a zespołami wyjazdowymi, zespołami lotnictwa ratunkowego i jednostkami Państwowej Straży Pożarnej.

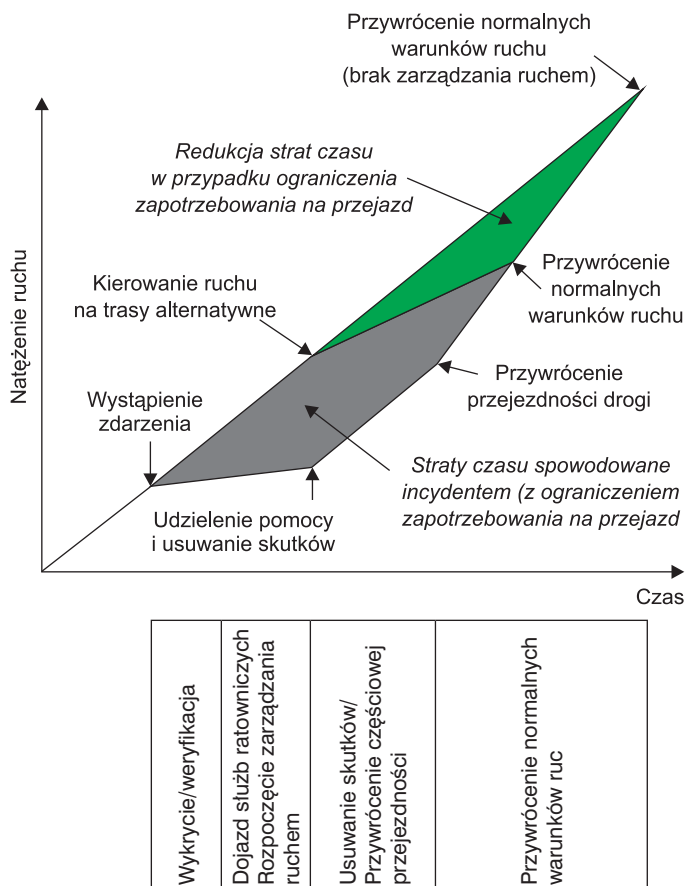
Aby usprawnić rozpoczęcie i przeprowadzenie akcji ratowniczej stosowane są technologie wykorzystujące środki telematyki transportu, takie jak [8] komputerowo wspomagane wysyłanie pojazdów na trasę (ang. *Computer-Aided Dispatch – CAD*), automatyczna lokalizacja pojazdu (ang. *Automatic Vehicle Location – AVL*), zarządzanie taborem pojazdów uprzywilejowanych oraz systemy naprowadzania (nawigacji) pojazdów. W celu zwiększenia efektywności systemów wymienionych powyżej, zasadne jest zintegrowanie ich z Centrum Zarządzania Ruchem (CZR), w którym gromadzi się wiedzę na temat warunków ruchu w sieci ulicznej, pozyskaną z detektorów.

Coraz częściej informacje z systemu detekcji wykorzystuje się w systemach sterowania ruchem, których elementem jest model systemu transportu. Modele takie, zasilane informacjami o natężeniu ruchu, umożliwiają obliczanie krótkoterminowych prognoz ruchu, które mogą wspomóc nawigację pojazdów służb ratowniczych, wskazując przewidywane najszybsze trasy dojazdu do miejsca zdarzenia. Dodatkową możliwością skrócenia czasu dojazdu do miejsca zdarzenia stwarza zastosowanie priorytetów w sygnalizacji świetlnej pojazdom służb ratowniczych, będących elementem systemu sterowania ruchem. W przypadku służb medycznych zastosowanie mogą znaleźć systemy telemedyczne, umożliwiające połączenie w czasie rzeczywistym personelu medycznego w karetce pogotowia z urządzeniami medycznymi i specjalistami w najbliższym szpitalu (możliwość monitorowania stanu ofiary).

Zaawansowane automatyczne systemy wykrywania zdarzeń (ang. *Advanced Automatic Collision Notification – AACN*) mogą bezpośrednio po wystąpieniu zdarzenia informować służby ratownicze o lokalizacji, rodzaju zdarzenia oraz stanie ofiar, co pozwala na szybszą pomoc i określenie ciężkości zdarzenia, a to z kolei warunkuje konieczny do przeprowadzenia zakres działań medycznych. Możliwe jest również inicjowanie przez użytkownika pojazdu sygnału wezwania pomocy (opcja dostępna w systemie eCall) w przypadku awarii pojazdu, ale również w przypadku zdarzenia lub zaobserwowania sytuacji zagrażającej bezpieczeństwu.

### Przywrócenie normalnych warunków ruchu

W przypadku zaistnienia zdarzenia drogowego wielkość potoku ruchu w miejscu incydentu ulega zmniejszeniu z powodu ograniczenia przepustowości drogi. Ograniczenie przepustowości jest ponadto przyczyną powstawania kolejek na dojeździe do miejsca zdarzenia w przypadku natężeń ruchu (popytu) przekraczających przepustowość. Skierowanie potoku ruchu na trasy alternatywne powoduje zmniejszenie strat czasu pojazdów na odcinku drogi, na którym wystąpiło zdarzenie, poprzez obniżenie popytu na przejazd tym odcinkiem [8]. Na rysunku 2 przedstawiono potencjalny wpływ redukcji natężeń ruchu pojazdów na drodze, na której wystąpiło zdarzenie drogowo, poprzez skierowanie części potoku ruchu na trasy alternatywne, na zmniejszenie strat czasu oraz czas potrzebny do przywrócenia normalnych warunków ruchu.



Rys. 2 Schemat działań zmierzających do zmniejszenia strat czasu przez pojazdy w przypadku kierowania ruchu na trasy alternatywne [2], [6], [8]

Zasada działania systemu, umożliwiającego zmniejszenie popytu na przejazd odcinkiem drogi w przypadku wykrycia i weryfikacji zdarzenia, polega na kierowaniu pojazdów na trasy alternatywne i zastępcze poprzez komunikaty wyświetlane na tablicach zmiennej treści lub/i przekazywanych przez radio. W przypadku zastosowania modelu ruchu, aktualizowanego na bieżąco danymi z systemu detekcji, trasy alternatywne wybierane mogą być w sposób automatyczny z uwzględnieniem optymalizacji obciążenia sieci w większym obszarze (np. z zastosowaniem funkcji celu, która pozwala na minimalizację strat czasu).

Strategie i procedury automatycznego zarządzania ruchem koncentrują się na ostrzeganiu kierowców przed utrudnieniami w ruchu i niebezpiecznymi warunkami pogodowymi oraz informowaniu ich o rodzaju i lokalizacji zagrożeń, sugerowaniu dróg alternatywnych, jak również przekazywaniu innych informacji mających na celu utrzymanie bezpieczeństwa ruchu. Poprawa warunków ruchu w rejonie miejsca zdarzenia przyczynia się również do skrócenia czasu dojazdu służb ratowniczych do miejsca zdarzenia.

Zarządzanie ruchem i dostarczanie informacji kierowcom bezpośrednio po wystąpieniu zdarzenia, realizowane w czasie rzeczywistym i oparte na dokładnych danych z systemu detekcji, może znacznie zmniejszyć niepożądane zatłoczenie. Według doświadczeń wiodących projektów w tej dziedzinie, jedna minuta stracona na wykrycie i weryfikację zdarzenia, wymaga czterech minut do osiągnięcia normalizacji przepływu ruchu [6].

### Podsumowanie

Wypadki oraz inne losowe incydenty są istotnym źródłem zatłoczenia, które wpływa na obniżenie niezawodności systemów transportu. Systemy zarządzania ruchem i ratownictwem na drogach, wykorzystujące m.in. automatyczną detekcję, nadzór wizyjny, technologie komunikacyjne oraz rozwiązania instytucjonalne usprawniają organizację pracy poszczególnych służb, biorących udział w zarządzaniu zdarzeniami i pozwalają na informowanie kierowców o zaistniałej sytuacji oraz w przypadku konieczności skierowanie ruchu na trasy alternatywne. Automatyzacja zarządzania zdarzeniami drogowymi przyczynia się do skrócenia czasu akcji ratowniczej, jak również czasu normalizacji przepływu ruchu po jej zakończeniu. Oprócz stosowania zaawansowanych technologii, podnoszących efektywność systemu zarządzania zdarzeniami, równie istotna jest jego organizacja (współpraca pomiędzy interesariuszami – zarządcami dróg oraz służbami ratowniczymi) [1].

Jednym z podstawowych działań usprawniających zarządzanie zdarzeniami z wykorzystaniem środków telematyki transportu, powinno być wypracowanie standardów proceduralnych i sprzętowych na poziomie kraju z uwzględnieniem specyfiki lokalnej i poszczególnych interesariuszy, biorących udział w zarządzaniu zdarzeniami. Dzięki zastosowaniu procedur i standardów, wszystkie elementy ITS powinny być ze sobą w pełni kompatybilne.

Możliwość gromadzenia informacji w jednym systemie pozwala na ich integrację oraz zastosowanie aplikacji, które dają możliwość wymiany danych pomiędzy interesariuszami

oraz natychmiastową prezentację przetworzonych informacji w siedzibach odpowiednich służb, jak również wysyłanie ich do jednostek terenowych i prezentację za pośrednictwem przenośnych urządzeń.

Realizację wymienionych funkcji umożliwia właściwie zaprojektowana platforma informacyjna, która mogłaby się stać narzędziem integrującym działania poszczególnych interesariuszy podczas zarządzania zdarzeniami drogowymi. Automatyzacja zarządzania zdarzeniami umożliwia optymalizowanie strumieni przepływów pojazdów oraz informacji przy jednoczesnym minimalizowaniu niekorzystnego wpływu transportu na otoczenie. W celu usprawnienia procesu zarządzania zdarzeniami konieczna jest trafna ocena problemów funkcjonowania systemu transportowego i ratownictwa oraz wybór odpowiednich rozwiązań o charakterze infrastrukturalnym i organizacyjnym. Niezbędne jest również zastosowanie właściwych narzędzi do realizacji tych zadań, umożliwiające sterowanie, monitorowanie i kontrolę wybranych aspektów zarządzania zdarzeniami drogowymi. Narzędzia te mogą być jednocześnie elementem łączącym (operacyjnie i technicznie) różne płaszczyzny działań. W procesie zarządzania zdarzeniami taką rolę należy powierzyć rozwiązaniom z zakresu telematyki transportu.

## Bibliografia

- [1] Button K.J., Hensher D.A., Schintler L.: *Handbook of Transport Systems and Traffic Control*, Pergamon 2001
- [2] Cambridge Systematics, *Incident Management*, Alexandria, VA: Trucking Research Institute, 1990
- [3] ERTICO: *Expected Benefits of ITS, 4th World Congress of ITS*, Berlin, Germany 1997
- [4] Et4-024 – *Traffic Guidance Systems* – November 7, 2006; <http://www.pn.ewi.tudelft.nl/education/et4-024/notes/h12.pdf>
- [5] Lindley J.: *Urban Freeway Congestion: Quantification of the Problem and Effectiveness of Potential Solution*, ITE Journal, January 1987
- [6] Mandzuka S., Kljaić Z., Skorput P.: *The Use of Mobile Communication in Traffic Incident Management Process*, Journal of Green Engineering, 2011
- [7] McDonald M., Keller H., Klijnhout J., Mauro V., Hall R., Spence A., Hecht C., Fakler O.: *Intelligent Transport Systems in Europe. Opportunities for Future Research*, World Scientific, 2006
- [8] Ozbay K., Xiao W., Jaiswal G., Bartin B.: *Evaluation of Incident Management Strategies*. Final Report no FHWA-NJ-2005-020, 2005 <http://cait.rutgers.edu/files/FHWA-NJ-2005-020.pdf>
- [9] Schrank D., Lomax T.: *The 2002 Urban Mobility Report*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University, College Station, TX. June 2002 [http://mobility.tamu.edu/ums/study/final\\_report.pdf](http://mobility.tamu.edu/ums/study/final_report.pdf)
- [10] *Traffic Incident Management Handbook*, FHWA, U.S. Department of Transportation, November 2000 ■

## PATRONAT HONOROWY



MINISTERSTWO  
TRANSPORTU, BUDOWNICTWA  
I GOSPODARKI MORSKIEJ



Generalna Dyrekcja  
Dróg Krajowych i Autostrad



POMORSKA  
OKRĘGOWA  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

## **BLL Sp. z o.o. zaprasza na Międzynarodową Konferencję „Mission possible – Recycling Material of the future/Misja możliwa – Recykling – materiały przyszłości”**

**podczas Międzynarodowych Targów Budownictwa Drogowego  
AUTOSTRADA POLSKA w Kielcach, w dniu 8 maja 2012, godz. 11<sup>30</sup>, pawilon E**

*W Polsce system Recyklingu materiałów dla budownictwa niestety jeszcze jest w powijkach.  
Chcemy tą konferencją dać nowy impuls tej tematyce i wywołać dyskusję w środowisku.*

Patronat Naukowy Konferencji:  
Instytut Badawczy Dróg i Mostów  
**Prof. Dariusz Sybilski**

Organizator **BLL Sp. z o.o.** zaprasza również  
na stoisko w pawilonie **E** stoisko nr **17**



**Wśród uczestników konferencji zostaną rozlosowane nagrody.  
Główną nagrodą jest wycieczka 2-osobowa na Krym, II nagrodą jest weekendowy pobyt dla 2 osób w SPA  
III nagroda to półroczna prenumerata pism branżowych.**

**Zainteresowanych prosimy o wypełnienie karty zgłoszeniowej, która znajduje się na stronie [www.bll-gdynia.pl](http://www.bll-gdynia.pl)**

SPONSOR PLATYNOWY



PATRONAT MEDIALNY

