



# ITS jako narzędzie poprawy bezpieczeństwa i minimalizacji ryzyka zawodowego w transporcie drogowym

dr Martyna Ostrowska<sup>a</sup> (ORCID: 0000-0003-4883-5608)



Fot. Freshpixel/Bigstockphoto

Artykuł podejmuje temat roli inteligentnych systemów transportowych (ITS) w zwiększaniu bezpieczeństwa i ograniczaniu ryzyka zawodowego w transporcie drogowym, który należy do sektorów wysokiego ryzyka. Wskazano, że ograniczanie ryzyka wymaga zarówno działań organizacyjnych, jak i wsparcia technologicznego. Systemy ITS wykorzystują technologie informacyjno-komunikacyjne do zarządzania ruchem, monitorowania pojazdów oraz wspierania kierowców, a obejmują m.in.: systemy unikania kolizji, monitorowanie stanu kierowcy, eCall oraz zarządzanie flotą. Podkreślono, że systemy te poprawiają bezpieczeństwo poprzez redukcję błędów ludzkich, zmniejszenie obciążenia oraz szybszą reakcję na zagrożenia. Ich skuteczność zależy jednak od właściwego wdrożenia, integracji systemów i edukacji użytkowników.

*Słowa kluczowe: inteligentne systemy transportowe (ITS), ryzyko zawodowe, transport drogowy, kierowcy zawodowi*

## ITS as a tool for enhancing safety and minimizing occupational risk in road transport

The article addresses the role of Intelligent Transport Systems (ITS) in enhancing safety and reducing occupational risk in road transport, which is considered a high-risk sector. The discussion indicates that risk reduction requires both organizational measures and technological support. ITS use information and communication technologies to manage traffic, monitor vehicles, and support drivers. Their scope of operation includes, among others, collision avoidance systems, driver condition monitoring, eCall, and fleet management. It is emphasized that ITS improve safety by reducing human error, decreasing workload, and enabling faster responses to hazards. However, their effectiveness depends on proper implementation, system integration, and user education.

*Keywords: Intelligent Transport Systems (ITS), occupational risk, road transport, professional drivers*

<sup>a</sup>Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, kontakt: martyna.ostrowska@ujk.edu.pl.

## Wstęp

Transport drogowy należy do kluczowych sektorów gospodarki, a jednocześnie wiąże się z podwyższonym ryzykiem zawodowym. Kierowcy zawodowi codziennie są narażeni na liczne zagrożenia – od wypadków komunikacyjnych, przez obciążenia psychofizyczne wynikające z długotrwałej pracy w trudnych warunkach, aż po stres związany m.in. z presją czasu, odpowiedzialnością za bezpieczeństwo przewożonych osób lub towarów oraz koniecznością reagowania na zmienne sytuacje drogowe. Również pracownicy służb drogowych czy ekip ratowniczych funkcjonują w środowisku, w którym nawet drobne zdarzenie może prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych lub tragicznych wypadków.

Odpowiedzią na te wyzwania są m.in. nowoczesne technologie, w tym inteligentne systemy transportowe (ang. *Intelligent Transport Systems* – ITS). Stanowią one połączenie rozwiązań informatycznych, komunikacyjnych i organizacyjnych, których celem jest usprawnienie zarządzania ruchem i zwiększenie bezpieczeństwa wszystkich użytkowników dróg. W kontekście bezpieczeństwa pracy kierowców ITS wspierają ich w podejmowaniu decyzji i redukcji ryzyka zdarzeń drogowych. Ponadto systemy te chronią pracowników wykonujących obowiązki w bezpośrednim otoczeniu ruchu drogowego.

Celem tego artykułu jest analiza roli ITS jako narzędzia poprawiającego bezpieczeństwo i ograniczającego ryzyko zawodowe w transporcie drogowym. Przedstawiono główne zagrożenia występujące w tej branży, zakres funkcjonowania systemów ITS oraz ich wpływ na poprawę warunków pracy i bezpieczeństwa na drogach.

## Rodzaje ryzyka zawodowego w transporcie drogowym

Transport drogowy należy do najbardziej wypadkogennych sektorów, co wynika z dużej liczby zdarzeń drogowych. Dodatkowo pracownicy tej branży są narażeni na różnorodne zagrożenia zdrowotne. Ze względu na charakter obowiązków wykonywanych przez kierowców oraz pracowników utrzymania infrastruktury i służby ratunkowe kluczowe w przypadku tych grup zawodowych jest bezpieczeństwo pracy.

Wypadki drogowe stanowią główne zagrożenie dla zdrowia i życia kierowców zawodowych. Według danych Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy transport drogowy charakteryzuje

się jednym z najwyższych wskaźników wypadkowości spośród wszystkich sektorów gospodarki. Ponadto kierowcy pojazdów ciężarowych i autobusów należą do grupy o podwyższonym ryzyku śmiertelnych zdarzeń komunikacyjnych [1]. Zdarzenia te nie tylko są źródłem strat materialnych, lecz także niosą za sobą poważne konsekwencje dla zdrowia ludzi, często prowadząc do trwałej niezdolności do pracy.

Kolejnym istotnym zagrożeniem jest obciążenie psychofizyczne. Praca kierowcy zawodowego wiąże się z długotrwałą koncentracją, monotonią wynikającą z pokonywania wielokilometrowych tras, a także koniecznością pracy w systemie zmianowym. Badania wskazują, że zmęczenie i senność są czynnikami istotnie zwiększającymi ryzyko wypadku, które jest porównywalne z ryzykiem wynikającym z prowadzenia pojazdu pod wpływem alkoholu. Czynniki te negatywnie wpływają na sprawność psychomotoryczną, koncentrację i zdolność podejmowania decyzji, przez co zwiększają ryzyko błędów podczas prowadzenia pojazdu [2].

Kierowcy zawodowi są narażeni na zmienne warunki klimatyczne. Parametry środowiskowe (takie jak temperatura i wilgotność) zależą od aktualnych warunków atmosferycznych. Współczesne pojazdy są często wyposażone w systemy klimatyzacji i wentylacji, umożliwiające regulację mikroklimatu kabiny. Niewłaściwa eksploatacja tych systemów, zwłaszcza niezapewnienie regularnej wymiany filtrów i czyszczenia układu, może jednak sprzyjać pogorszeniu jakości powietrza w kabinie oraz nasileniu dolegliwości ze strony układu oddechowego u osób wrażliwych. Może to wynikać z obecności zanieczyszczeń biologicznych, alergenów i pyłów. Dodatkowo duże różnice temperatury pomiędzy wnętrzem pojazdu a otoczeniem mogą powodować dyskomfort, podrażnienie błon śluzowych lub subiektywne uczucie duszności [3, 4].

Odrębną kategorię stanowią zagrożenia zawodowe służb drogowych, w tym ekip odpowiedzialnych za utrzymanie i modernizację infrastruktury. Pracownicy wykonujący zadania na drogach są narażeni na potrącenia przez pojazdy poruszające się z dużą prędkością. Do takich zdarzeń dochodzi zwłaszcza w przypadku niewystarczającego oznakowania robót lub braku odpowiedniej reakcji kierowców na sygnały ostrzegawcze. Według raportów Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego praca w pasie drogowym należy do najbardziej niebezpiecznych zadań w obszarze utrzymania infrastruktury [5].

Ryzyka zawodowe w transporcie drogowym obejmują zarówno wypadki, jak i czynniki psychofizyczne oraz

środowiskowe. Ich złożoność sprawia, że ograniczanie zagrożeń powinno się odbywać nie tylko poprzez odpowiednie regulacje i organizację pracy, ale też z wykorzystaniem nowoczesnych technologii.

## Inteligentne systemy transportowe – definicja i zakres oferowanych usług

W literaturze przedmiotu występuje wiele definicji inteligentnych systemów transportowych (ITS). Według Wydro ITS są systemami zaprojektowanymi w celu przetwarzania informacji transportowej oraz wspierania funkcjonowania transportu poprzez zastosowanie rozwiązań telematycznych. Systemy te charakteryzują się wzajemną komplementarnością i kompatybilnością [6]. Z kolei Nowacki i Kamiński definiują ITS jako rozwiązania wykorzystujące technologie informacyjno-komunikacyjne w obszarze transportu drogowego. Obejmują one infrastrukturę, pojazdy i użytkowników systemu oraz znajdują zastosowanie w zarządzaniu ruchem i mobilnością. Ponadto ITS uwzględniają integrację z innymi gałęziami transportu poprzez odpowiednie interfejsy, które umożliwiają ich wzajemne powiązanie [7].

Podział usług oferowanych przez ITS zgodnie z normą ISO/TC 204 przedstawiono w tabeli [8]. Zakres tych usług jest bardzo szeroki – obejmuje zarządzanie ruchem i pojazdami oraz wsparcie użytkowników. To pokazuje, że ITS nie tylko mogą zwiększać płynność ruchu drogowego, lecz także stanowią narzędzie poprawiające bezpieczeństwo i efektywność transportu. Szczególnie ważne są rozwiązania dotyczące monitorowania kierowcy, zapobiegania kolizjom, zarządzania incydentami i szybkiego reagowania służb. Ich integracja może ograniczać liczbę wypadków, zmniejszać obciążenie pracowników i poprawiać warunki pracy. Kluczową rolę odgrywa dostęp do aktualnych danych, a jakość ich przetwarzania i interpretacji decyduje o skuteczności ITS.

## ITS jako narzędzie minimalizacji ryzyka zawodowego

ITS odgrywają istotną rolę w ograniczaniu ryzyka zawodowego w transporcie drogowym. Dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii możliwe jest zwiększenie poziomu bezpieczeństwa zarówno kierowców, jak i pracowników infrastruktury drogowej. Korzyści wynikające z wdrażania ITS nie ograniczają się jednak wyłącznie do pracowników

sektora transportowego. Rozwiązania te przyczyniają się również do poprawy bezpieczeństwa pasażerów i niechronionych uczestników ruchu drogowego, zwłaszcza pieszych i rowerzystów korzystających z infrastruktury zlokalizowanej w bezpośrednim sąsiedztwie dróg. Ponadto ITS pozwalają na usprawnienie zarządzania flotą i reagowania w sytuacjach kryzysowych. To wszystko bezpośrednio przekłada się na minimalizację ryzyka zawodowego i poprawę warunków pracy w sektorze transportu.

Oddziaływanie ITS poprzez systemy pojazdu

Pierwszy mechanizm oddziaływania ITS polega na wspieraniu kierowcy poprzez dostarczanie informacji i ostrzeżeń oraz częściową automatyzację wybranych funkcji prowadzenia pojazdu. Rozwiązania te wpływają na obciążenie poznawcze kierowcy, poziom jego koncentracji i proces podejmowania decyzji. Szczególnie znaczenie ma ograniczanie błędów ludzkich, które należą do głównych przyczyn zdarzeń drogowych. Mechanizm ten polega na szybkiej reakcji kierowcy na sygnały systemu. Reakcje te obejmują zarówno efekty zamierzone (np. zredukowanie prędkości jazdy w celu uniknięcia kolizji), jak i niezamierzone (np. rozproszenie uwagi). Przykładowo, system alarmowy zintegrowany z prędkościomierzem może się przyczyniać do obniżenia średniej prędkości pojazdu oraz ograniczenia jej zmienności. Sprzyja to płynności ruchu i redukcji zużycia paliwa. Ponadto bardziej stabilny sposób prowadzenia pojazdu może ograniczać prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji niebezpiecznych i tym samym pośrednio wpływać na zmniejszenie ryzyka zawodowego kierowców. Innym przykładem są systemy ostrzegania o zagrożeniach i systemy ACC (ang. *Adaptive Cruise Control*), które pomagają utrzymywać bezpieczny odstęp od poprzedzającego pojazdu. W warunkach dużego natężenia ruchu średni odstęp czasowy pomiędzy pojazdami może wzrosnąć o ok. 0,2 s. Tego typu rozwiązania mogą więc zmniejszać obciążenie kierowcy i poprawiać płynność jazdy, jednak ich skuteczność zależy od sposobu użytkowania oraz poziomu zaufania do systemu [9].

Oddziaływanie ITS poprzez infrastrukturę drogową

Drugi mechanizm oddziaływania ITS na bezpieczeństwo ruchu drogowego polega na bezpośrednim oddziaływaniu na kierowców za pośrednictwem infrastruktury

Tabela. Rodzaje usług ITS (opracowanie własne na podstawie [8])  
Table. Types of ITS services (own study based on [8])

| Kategoria usługi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Rodzaje usług                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Przykładowe systemy           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Informacje dla podróżnych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"><li>informacja przed podróżą</li><li>informacja dla kierowcy w czasie podróży</li><li>informacja w czasie podróży transportem publicznym</li><li>usługi dotyczące informacji osobistej</li><li>prowadzenie wzdłuż trasy i nawigacja</li></ul>                                                                                                                                       | ATIS, VMS, RTPI               |
| Transport publiczny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>zarządzanie transportem publicznym</li><li>zarządzanie kursami na zamówienie</li><li>zarządzanie przejazdami wspólnymi</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                | APTS                          |
| Pojazd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>poprawa widoczności</li><li>zautomatyzowane kierowanie pojazdem</li><li>unikanie kolizji z poprzedzającym lub następującym pojazdem</li><li>unikanie kolizji bocznych</li><li>zastosowanie zaawansowanych systemów monitorujących stan pojazdu i kierowcy</li><li>zastosowanie wyposażenia ograniczającego przemieszczanie się użytkownika pojazdu w czasie zderzenia</li></ul> | DMS, ACC, BSM, LKA, ADS       |
| Zarządzanie ruchem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>wspomaganie planowania transportu</li><li>sterowanie ruchem</li><li>zarządzanie incydentami</li><li>zarządzanie popytem</li><li>egzekwowanie przestrzegania przepisów</li><li>zarządzanie utrzymaniem infrastruktury</li></ul>                                                                                                                                                  | VMS, ATMS, AES                |
| Pojazd komercyjny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>pojazdy komercyjne ze specjalnym dopuszczeniem do ruchu</li><li>procesy administracyjne dotyczące pojazdów komercyjnych</li><li>automatyczna inspekcja pojazdu na drodze pod kątem bezpieczeństwa</li><li>monitorowanie bezpieczeństwa jazdy pojazdów komercyjnych przy pomocy urządzeń zainstalowanych w pojeździe</li><li>zarządzanie flotą pojazdów komercyjnych</li></ul>   | CVO, FMS                      |
| Potrzeba pomocy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>powiadomienie o wypadku i bezpieczeństwo osobiste</li><li>zarządzanie pojazdami ratowniczymi</li><li>materiały niebezpieczne i powiadomienie o incydentach</li></ul>                                                                                                                                                                                                            | eCall                         |
| Elektroniczna płatność                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>usługa operacji finansowych realizowanych elektronicznie</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ETC                           |
| Bezpieczeństwo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>bezpieczeństwo w transporcie publicznym</li><li>zwiększenie bezpieczeństwa słabszych uczestników ruchu drogowego</li><li>inteligentne skrzyżowania</li></ul>                                                                                                                                                                                                                    | C-ITS, IIS, V2X Communication |
| Objaśnienia:<br>ACC – Adaptive Cruise Control<br>ADS – Automated Driving Systems<br>AES – Automated Enforcement Systems<br>APTS – Advanced Public Transportation Systems<br>ATIS – Advanced Traveler Information System<br>ATMS – Advanced Traffic Management Systems<br>BSM – Blind Spot Monitoring<br>C-ITS – Cooperative Intelligent Transport Systems<br>CVO – Commercial Vehicle Operations<br>DMS – Driver Monitoring System<br>ETC – Electronic Toll Collection<br>FMS – Fleet Management Systems<br>IIS – Intelligent Intersection Systems<br>LKA – Lane Keeping Assist<br>RTPI – Real Time Passenger Information<br>V2X – Vehicle-to-Everything<br>VMS – Variable Message Sign. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |

drogowej, a więc na wpływaniu na ich zachowania poprzez sygnalizację drogową, zwłaszcza w zakresie przekazywania informacji i formułowania zaleceń. Mechanizm ten wspiera proces zarządzania ryzykiem zawodowym, ponieważ dostarcza kierowcom aktualne informacje o zagrożeniach występujących w trudnych warunkach środowiskowych [9]. Badania przeprowadzone przez Rämä wykazały, że dynamiczne ograniczenie prędkości – uzależnione od warunków pogodowych oraz wspierane przez odpowiednie znaki informacyjne i ostrzegawcze – spełnia swoją rolę (faktycznie obniża średnią prędkość pojazdów w niekorzystnych warunkach atmosferycznych).

Efektywność tego rozwiązania jest widoczna zwłaszcza w przypadku śliskiej nawierzchni. Wtedy dostosowanie prędkości ma kluczowe znaczenie z punktu widzenia poprawy poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego, a mianowicie może pomóc w ograniczeniu ryzyka wypadków drogowych związanych z pracą w trudnych warunkach środowiskowych [10].

Pośrednia adaptacja zachowań kierowców

Trzeci mechanizm oddziaływania ITS, określany jako pośrednia modyfikacja zachowań kierowców, opiera się na procesie

adaptacji behawioralnej do zmieniających się warunków ruchu. Zmiany te nie zawsze występują natychmiast po wprowadzeniu danego rozwiązania i często mają charakter opóźniony. To utrudnia ich jednoznaczną identyfikację. Jednocześnie są one bardziej trwałe niż efekty bezpośrednie, co oznacza długofalowe ograniczenie ryzyka zawodowego poprzez utrwalanie bezpiecznych nawyków w pracy kierowców. Mechanizm ten może się przejawiać m.in. w zmianie alokacji uwagi kierowcy lub trwałym dostosowaniu odstępów między pojazdami.

Istotnym aspektem jest stopniowe przejmowanie wybranych funkcji prowadzenia pojazdu przez systemy wspomaganie kierowcy [9]. Może to wywołać zarówno korzystne efekty (np. zmniejszenie obciążenia kierowcy), jak i zjawisko nadmiernego zaufania do technologii (skutkującego obniżeniem czujności lub świadomości sytuacyjnej). Z tego względu wpływ ITS na zachowania kierowców trzeba analizować w kontekście korzyści i potencjalnych zagrożeń. Znajduje to również potwierdzenie w nowszych badaniach dotyczących wpływu systemów wspomaganie kierowcy na obciążenie pracą i świadomość sytuacyjną [11, 12].

Wpływ ITS na bezpieczeństwo pracy nie ma jednowymiarowego charakteru. Oprócz bezpośredniego ograniczania liczby błędów ludzkich systemy te oddziałują na zachowania kierowców również w sposób pośredni i długofalowy. W praktyce oznacza to, że efektywność ITS powinna być analizowana w kontekście nie tylko natychmiastowych rezultatów, lecz także zmian zachowań użytkowników w czasie.

Warto też wspomnieć, że na rynku dostępne są urządzenia typu Alco-lock (alcohol interlock), zintegrowane z systemem pojazdu i służące do pomiaru zawartości alkoholu w wydychanym przez człowieka powietrzu. Uruchomienie silnika jest uzależnione od wykonania testu trzeźwości przez kierowcę. W przypadku przekroczenia dopuszczalnego poziomu alkoholu uruchomienie pojazdu jest blokowane lub możliwe jedynie przez ograniczony czas (pozwalać na zatrzymanie pojazdu). Wyniki badań empirycznych potwierdzają pozytywny wpływ tych systemów na bezpieczeństwo ruchu drogowego [9]. Przykładowo, badania Bjerre wykazały, że stosowanie urządzeń Alco-lock prowadzi do zmniejszenia liczby wypadków oraz związanych z nimi hospitalizacji wśród użytkowników tych rozwiązań. Stanowi to istotny element profilaktyki wypadkowej i ograniczania ryzyka zawodowego w transporcie [13].

Od 1 kwietnia 2018 r., zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego

i Rady (UE) 2015/758 [14], wszystkie nowo homologowane pojazdy osobowe oraz lekkie pojazdy dostawcze (do 3,5 t) muszą być wyposażone w system eCall. To rozwiązanie, będące elementem ITS, umożliwia automatyczne wykrycie zdarzenia drogowego i natychmiastowe powiadomienie służb ratunkowych, a więc istotnie ogranicza skutki wypadków i minimalizuje ryzyko zawodowe w transporcie. System eCall może być aktywowany automatycznie (przez czujniki pojazdu) lub ręcznie (przez kierowcę lub pasażerów). W sytuacji wystąpienia zdarzenia generowane jest zgłoszenie alarmowe, które zawiera tzw. minimalny zestaw danych (obejmujący m.in. dokładną lokalizację pojazdu). Szybkie przekazanie tych informacji znacząco skraca czas reakcji służb ratunkowych, co ma kluczowe znaczenie dla ograniczenia konsekwencji zdrowotnych uczestników zdarzenia. Po odebraniu zgłoszenia operator numeru alarmowego podejmuje próbę nawiązania połączenia głosowego z osobami znajdującymi się w pojeździe, aby zweryfikować sytuację. Przy braku kontaktu zgłoszenie jest traktowane jako zdarzenie wysokiego ryzyka i na miejsce natychmiastowo kierowane są odpowiednie służby. Dzięki temu minimalizuje się ryzyko opóźnień w udzieleniu pomocy, które w warunkach pracy kierowcy mogą mieć poważne następstwa, takie jak utrata zdrowia, a nawet życia. System eCall może również współpracować z podmiotami pośredniczącymi (np. z operatorami usług *assistance*), które dokonują wstępnej analizy i uzupełnienia danych przed przekazaniem ich do Centrum Powiadamiania Ratunkowego. Zintegrowany przepływ informacji zwiększa skuteczność działań ratunkowych i wspiera zarządzanie sytuacjami kryzysowymi w transporcie, co stanowi istotny element systemowego ograniczania ryzyka zawodowego [15]. W kontekście pracy kierowców zawodowych system eCall pełni szczególnie ważną funkcję, gdyż zapewnia automatyczne wsparcie w sytuacjach nagłych, niezależnie od stanu poszkodowanego, przez co eliminuje czynnik ludzki związany z możliwością braku reakcji lub utraty przytomności.

Kolejnym ważnym urządzeniem jest tachograf inteligentny, którego podstawową funkcją jest rejestrowanie czasu pracy kierowcy i parametrów jazdy pojazdu ciężarowego. W kontekście bezpieczeństwa pracy rolą takiego tachografu jest minimalizacja ryzyka zawodowego poprzez monitorowanie przestrzegania norm czasu pracy i odpoczynku. Ogranicza to zjawisko zmęczenia kierowców, które stanowi jeden z głównych czynników wypadkowości w transporcie drogowym. Urządzenie

wykorzystuje technologię DSRC (ang. *dedicated short-range communications*), czyli komunikację krótkiego zasięgu, która umożliwia zdalny odczyt danych przez organy kontrolne bez zatrzymywania pojazdu. Rozwiązanie to zwiększa skuteczność nadzoru nad warunkami pracy kierowców i pozwala na szybką identyfikację naruszeń. Przekłada się to na ograniczenie ryzyka niebezpiecznych zachowań na drodze. Tachograf inteligentny jest również wyposażony w mechanizmy wykrywające próby manipulacji danymi, co wzmacnia wiarygodność rejestrowanych informacji i sprzyja egzekwowaniu przepisów. Wprowadzenie tachografów inteligentnych wpisuje się w założenia unijnego pakietu mobilności, którego celem jest ujednolicenie zasad wykonywania transportu drogowego oraz poprawa bezpieczeństwa. Dokładniejsza kontrola czasu pracy, przerw oraz prędkości pojazdu przyczynia się bezpośrednio do redukcji ryzyka zawodowego poprzez ograniczanie przeciążenia pracą oraz presji czasowej odczuwanej przez kierowców [16].

Istotnym wyzwaniem związanym z dalszym rozwojem ITS pozostaje zapewnienie interoperacyjności rozwiązań stosowanych przez różnych producentów pojazdów i zarządców infrastruktury drogowej. Skuteczność nowoczesnych usług ITS w coraz większym stopniu zależy od możliwości wymiany wiarygodnych danych pomiędzy pojazdami oraz pomiędzy pojazdami i infrastrukturą drogową. Wymaga to stosowania wspólnych standardów komunikacyjnych, zapewnienia kompatybilności systemów i odpowiednich regulacji prawnych. Rozwój interoperacyjnych rozwiązań może się w przyszłości przyczynić do skuteczniejszego wykrywania zagrożeń i dalszego ograniczania ryzyka zawodowego w transporcie drogowym. Należy jednak zauważyć, że skuteczność przedstawionych rozwiązań może być zróżnicowana w zależności od warunków ich stosowania. Szczególne znaczenie ma poziom zaufania kierowcy do systemu. Zarówno jego niedostateczność, jak i nadmierne zaufanie może ograniczać skuteczność technologii. Nadmierne poleganie na systemach wspomaganie może prowadzić do obniżenia czujności, rozproszenia uwagi lub opóźnionej reakcji w sytuacjach wymagających przejęcia kontroli.

## Podsumowanie

Dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii możliwe jest zarówno bezpośrednie wsparcie kierowców w procesie podejmowania decyzji, jak i skuteczne

zarządzanie ruchem oraz szybkie reagowanie w sytuacjach zagrożenia. Systemy, takie jak monitorowanie stanu kierowcy, dynamiczne zarządzanie prędkością czy automatyczne powiadamianie służb ratunkowych, znacząco wpływają na poprawę bezpieczeństwa pracy. Rozwiązania ITS przyczyniają się również do zmniejszenia obciążenia psychofizycznego pracowników i poprawy organizacji pracy w sektorze transportu. Integracja danych i rozwój systemów telematycznych umożliwiają bardziej efektywne zarządzanie flotą oraz ograniczanie błędów ludzkich, które stanowią jedną z głównych przyczyn wypadków.

Jednocześnie należy podkreślić, że skuteczność ITS nie jest absolutna i zależy od wielu czynników (w tym jakości wdrożenia, poziomu integracji systemów oraz przygotowania użytkowników). W praktyce oznacza to, że technologie te nie eliminują całkowicie ryzyka zawodowego, lecz zmieniają jego charakter. Istotnym wyzwaniem pozostaje zwłaszcza zjawisko nadmiernego zaufania do systemów. Może to prowadzić do obniżenia czujności kierowców i zwiększenia podatności na błędy w nieprzewidzianych sytuacjach. Dodatkowym problemem pozostają próby świadomego obchodzenia lub manipulowania działaniem niektórych systemów przez użytkowników. Ograniczanie tego zjawiska wymaga zarówno działań edukacyjnych, jak i odpowiednich mechanizmów kontrolnych oraz dostosowywania regulacji prawnych do postępu technologicznego. Również kwestie techniczne (awarie systemów, ograniczenia algorytmów czy niepełna kompatybilność infrastruktury)

mogą wpływać na efektywność ITS i generować nowe rodzaje zagrożeń.

W perspektywie rozwoju technologicznego znaczenia nabiera dalsza integracja systemów ITS z rozwiązaniami opartymi na sztucznej inteligencji, komunikacji pojazd-pojazd (V2V) oraz pojazd-infrastruktura (V2X). Rozwój tych technologii może się przyczynić do jeszcze skuteczniejszego przewidywania zagrożeń oraz automatyzacji procesów decyzyjnych w transporcie. Jednocześnie wzrost automatyzacji rodzi nowe wyzwania związane z odpowiedzialnością, bezpieczeństwem systemów cyfrowych i rolą człowieka w zautomatyzowanym środowisku pracy.

Reasumując, ITS należy traktować nie jako samodzielne rozwiązanie problemu bezpieczeństwa, lecz jako element szerszego systemu zarządzania ryzykiem zawodowym. Kluczowe znaczenie ma właściwe wdrożenie tych systemów, obejmujące aspekty techniczne i czynnik ludzki. Dopiero takie podejście pozwala w pełni wykorzystać potencjał ITS i skutecznie ograniczać ryzyko zawodowe w sektorze transportu drogowego.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] *Occupational safety and health in the transport sector – An overview*, Luxembourg: Publications Office of the EU, European Agency for Safety and Health at Work, 2011.
- [2] Philip P., Åkerstedt T., *Transport and industrial safety, how are they affected by sleepiness and sleep restriction?*, „Sleep Medicine Reviews”, 2006, 10(5): 347–356.
- [3] Sasin P., Cieślak W., *Bezpieczeństwo pracy kierowców w transporcie drogowym: ryzyko zawodowe*, „Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa”, 2014, 1: 111–128.
- [4] Gołofit-Szymczak M., *Szkodliwe czynniki biologiczne w samochodowych instalacjach klimatyzacyjnych*, „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka”, 2020, 582, 9–11.

[5] *Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz działania realizowane w tym zakresie w Polsce w 2022 roku*, Warszawa: Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, 2023.

[6] Wydro K.W., *Usługi i systemy telematyczne w transporcie*, „Telekomunikacja i Techniki Informacyjne”, 2008, 3–4: 23–32.

[7] Nowacki G., Kamiński T., *Problemy interoperacyjności ITS – implikacje na podstawie projektu KSAPO oraz eCALL*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport”, 2011, 80.

[8] Ostrowska M., *Inteligentne systemy transportowe jako narzędzie poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego*, „Przegląd Policyjny”, 2025, 157(1): 170–183.

[9] Szmidi E., *Mechanizm działania systemów ITS i ich wpływ na BRD*, „Transport Samochodowy”, 2016, 4: 84–102.

[10] Rämä P., *Effects of Weather-controlled Variable Message Signing on Driver Behavior*, VTT Publications 447, Espoo: Technical Research Centre of Finland, 2001.

[11] De Winter J.C.F. i in., *Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: A review of the empirical evidence*, „Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour”, 2014, 27: 196–217.

[12] Kummetha V., Kondyli A., Schrock S., *Analysis of the effects of adaptive cruise control on driver behavior and awareness using a driving simulator*, „Journal of Transportation Safety & Security”, 2020, 12: 587–610.

[13] Bjerre B., *Primary and secondary prevention of drink driving by the use of alcohol device and program: Swedish experiences*, „Accident Analysis and Prevention”, 2005, 37(6): 1145–1152.

[14] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/758 w sprawie wymagań dotyczących homologacji typu na potrzeby wdrożenia systemu pokładowego eCall opartego na numerze alarmowym 112 oraz zmiany dyrektywy 2007/46/WE (Dz.Urz. UE L 123 z 19 maja 2015 r., s. 77–89).

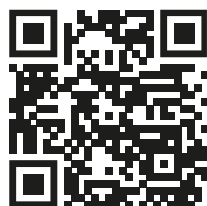
[15] *eCall – ogólnoeuropejski system szybkiego powiadamiania*, Serwis Rzeczypospolitej Polskiej, 11.05.2019 r.; <https://www.gov.pl/web/numer-alarmowy-112/ecall-ogolnoeuropejski-system-szybkiego-powiadaminia>.

[16] Idec E., Spinek B., *Tachografy inteligentne drugiej generacji*, „Kwartalnik Policyjny”, 2024, 3–4.

INTERNATIONAL JOURNAL OF

JOSE

Occupational Safety and Ergonomics



KWARTALNIK  
POŚWIĘCONY  
ZAGADNIENIOM  
BEZPIECZEŃSTWA  
I OCHRONY  
ZDROWIA ORAZ  
ERGONOMII  
W ŚRODOWISKU  
PRACY