

Andrzej SZYMANEK

## SPECYFIKA ORAZ KLUCZOWE PROBLEMY BADAŃ BEZPIECZEŃSTWA DROGOWEGO

*Ruch drogowy można interpretować jako fenomen wielkiej złożoności, który nie podlega prostym prawom, a często można obserwować w nim paradoksy przeczące intuicji lub zdrowemu rozsądkowi.*

*Bezpieczeństwo drogowe, to własność systemowa transportu drogowego.*

*Wypadki drogowe, to ważny problem zdrowia publicznego. Ze statystyk wynika, że ryzyko zranienia jest w ruchu drogowym około 30 razy większe niż w przemyśle. Badanie wypadkowości drogowej powinno być jednym z priorytetów w zakresie badań społecznych.*

*W referacie opisano specyfikę bezpieczeństwa drogowego jako obiektu badań naukowych. W szczególności zwrócono uwagę na aspekty teoretyczne, metodologiczne oraz badawcze. Syntetycznie omówiono kluczowe problemy badań bezpieczeństwa drogowego, które swego czasu znalazły się w raportach Banku Światowego oraz OECD.*

### WSTĘP

Efektywność transportu drogowego znacząco zależy od realizacji trzech podstawowych celów transportu:

1. zapewnienia wysokiej sprawności funkcjonalnej systemu transportu;
2. zapewnienia minimalnej uciążliwości dla środowiska naturalnego;
3. zapewnienia maksymalnego poziomu bezpieczeństwa.

Wśród różnych rodzajów transportu - drogowy generuje największe koszty społeczne, w tym koszty wypadków drogowych i z tego powodu jest systemem o dużym potencjale redukcji ryzyka. Dlatego istnieje potrzeba intensywnego rozwijania metod poprawy stanu bezpieczeństwa drogowego. Wymaga to na początku opracowania podstaw teoretycznych i metodologicznych bezpieczeństwa transportu i ruchu drogowego. Jeszcze wcześniej należy zidentyfikować oraz opisać kluczowe problemy bezpieczeństwa drogowego.

### 1. BEZPIECZEŃSTWO RUCHU DROGOWEGO JAKO SPECYFICZNY OBIEKT BADAŃ NAUKOWYCH

Termin „bezpieczeństwo drogowe” nie jest definiowany explicite, natomiast znane są różne „określniki” tego pojęcia w języku angielskim. Zamiast „road safety” często używa się pojęcia „traffic safety”, które jednak jest terminem ogólnym i mogłoby odnosić się do bezpieczeństwa wszystkich rodzajów ruchu: lotniczego, kolejowego, drogowego. Podobny problem jest ze znaną definicją: „*bezpieczeństwo transportu, to najważniejsza zasada operacyjna każdego systemu transportowego; jest to podstawowy składnik wszystkich miar sukcesu*”, [1].

Bezpieczeństwo jest efektem zarządzania procesami organizacyjnymi, których celem jest utrzymywanie ryzyka - jako konsekwencji zagrożeń operacyjnych – pod stałą kontrolą. W podręczniku zarządzania bezpieczeństwem Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego tak zdefiniowano bezpieczeństwo, [2]: „*stan, w którym możliwość szkodliwego działania lub uszkodzenia mienia jest ograniczona i utrzymana na poziomie lub poniżej poziomu akcepto-*

*walnego, poprzez ciągły proces identyfikacji zagrożeń i zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa /safety risk/*. Pomijając, dyskusyjność sformułowania „ryzyko bezpieczeństwa”, definicja ICAO, wyraźnie wskazuje, że akceptowalny poziom bezpieczeństwa jest osiągany poprzez ciągły proces zarządzania ryzykiem.

Powyższa definicja – w opinii autora - może być stosowana w zarządzaniu bezpieczeństwem drogowym.

Można interpretować bezpieczeństwo ruchu drogowego jako własność systemu transportu - zdefiniowanego na konkretnym fragmencie rzeczywistości, w którym zachodzą: procesy ruchu, procesy sterowania, procesy początkowo-końcowe oraz procesy zakłócające. Składnia takiego systemu jest opisywana przez: 1. infrastrukturę drogową; 2. środki transportu; 3. czynnik ludzki (pełni różne role w systemie transportu); 4. otoczenie bliższe (otoczenie systemu).

Spośród powyższych składników systemu transportowego - proces ruchu drogowego jest bardzo trudnym obiektem badań. Jest bowiem: 1. niestacjonarny czasowo i przestrzennie, 2. ma charakter procesu samoorganizującego, 3. realizują się w nim trudne sytuacje decyzyjno-zadaniowe oraz istnieją często małe marginesy bezpieczeństwa.

Z drugiej strony występują pewne prawidłowości, które mogą ułatwić analizę i zarządzania ruchem: 1. popyt na ruch ma często charakter powtarzalny, stąd obserwowana cykliczność; 2. ruch w sieci drogowej wykazuje w dłuższym okresie tendencje do stabilizacji struktury ruchu, w wyniku tego uczestnicy ruchu ustalają swoje preferencje wyboru dróg dla realizacji potrzeb ruchowych.

Można interpretować ruch drogowy jako fenomen wielkiej złożoności, który nie podlega prostym prawom, a często można obserwować w nim paradoksy przeczące intuicji lub zdrowemu rozsądkowi. Dotyczy to w szczególności kongestii transportowej, która jest źródłem incydentów drogowych oraz strat czasu podróżujących. W związku z kongestią transportową sformułowano różne postulaty, koncepcje i modele badawcze; przypomnijmy kilka.

1/ Paradoks Braessa: niekiedy zwiększanie przepustowości sieci dróg (w szczególności w miastach) nie tylko nie zwiększa jej wydajności, ale wręcz ją ogranicza; wymagane są wówczas strategie odwrotne niż podpowiada intuicja - na przykład wyłączania niektórych pasów ruchu, [3].

2/ Efekt „motyla”: fenomen obserwowany w gęstym ruchu drogowym, a matematycznie opisany w teorii chaosu zdeterminowanego. Efekt ten realizuje się wskutek powstawania w ruchu drogowym tzw. fal uderzeniowych /shock wave/, których źródłami mogą być pojedyncze zakłócenia ruchu, na przykład nagłe hamowania lub zmiany pasa ruchu. To zjawisko próbuje wykorzystywać się do przewidywania kongestii na drogach. Pojawia się ono wówczas, gdy informacje o utrudnieniach w ruchu na danym fragmencie sieci drogowej trafiają do uczestników ruchu, a ci reagując, szukają objazdów; tym samym zmieniają wcześniejsze prognozy ruchu. To przypomina ujemne sprzężenia zwrotne w układzie cybernetycznym, [4].

3/ Prawo popytu i podaży: w analizach ruchu w sieciach drogowych miejskich coraz chętniej sięga się do fundamentalnej zależności pomiędzy popytem a podażą, znanej z ekonomii. Wykorzystuje się to podejście do projektowania elektronicznych systemów pobierania opłat za wjazd na ulice najbardziej zakorkowane w godzinach szczytu, a więc te, na które popyt jest największy. Wykorzystuje się technologie GPS, by śledzić pozycję kierowców i naliczać im opłaty w zależności od tego, gdzie się poruszają.

4/ Wymuszanie bezpiecznych zachowań w ruchu drogowym. Interesującą koncepcję wspólnej przestrzeni /shared space/ propagował kiedyś Hans Monderman. Chodziło dla wymuszenia bezpiecznych zachowań uczestników ruchu drogowego. Oto jedna z definicji wspólnej przestrzeni /shared space/: „Ulica lub miejsce dostępne dla pieszych i pojazdów, które ma na celu umożliwienie pieszym bardziej swobodne poruszanie się – poprzez redukcję funkcji zarządzania ruchem, które wywołują u użytkowników pojazdów tendencję do budowania poczucia swojego priorytetu w użytkowaniu przestrzeni ruchu”, [5], [6].

Innym znanym problemem w badaniach ryzyka drogowego jest asymetria w postrzeganiu ryzyka. Na przykład John Adams podawał przykład powszechnego przekonania, że podróże samolotem (0,25 zgonów na miliard km) są bardziej niebezpieczne niż jazda samochodem (10 na tym samym dystansie), [7].

Jednym z największych problemów w badaniach bezpieczeństwa ruchu drogowego jest brak zbieżności (kongruencji) modeli i i teorii bezpieczeństwa na różnych poziomach abstrakcji; w szczególności odnosi się to do badań bezpieczeństwa na makro- i mikro-poziomach systemu ruchu drogowego, [8].

## 2. GŁÓWNE ZAGADNIENIA BADAŃ BEZPIECZEŃSTWA DROGOWEGO W ANALIZACH BANKU ŚWIATOWEGO, OECD ORAZ EUROPEJSKIEGO PROGRAMU WSPÓŁPRACY W NAUCE I TECHNOLOGII (COST)

Wypadki drogowe, to nadal ważny problem zdrowia publicznego. Ze statystyk wynika, że ryzyko zranienia jest w ruchu drogowym około 30 razy większe niż w przemyśle. Badanie wypadkowości drogowej powinno być jednym z priorytetów w zakresie badań społecznych. Od dwóch dekad badania takie przynoszą coraz więcej efektów w zarządzaniu ryzykiem drogowym, a rozpoznawanie kluczowych zagadnień bezpieczeństwa drogowego pozwala lepiej zrozumieć wagę tego problemu, a także skalę trudności jego rozwiązywania. W związku z tym warto przypomnieć opinie na temat wagi problemów brd wyrażane od lat przez Bank Światowy, OECD oraz europejski program badawczy COST. Rola tych trzech podmiotów jest bardzo ważna ze względu na ich duży wpływ na finansowe, polityczno-administracyjne oraz badawcze aspekty problematyki bezpieczeństwa drogowego.

**Bank Światowy** (BS) finansuje wiele ważnych przedsięwzięć z zakresu bezpieczeństwa drogowego. Swego czasu BS opublikował listę kluczowych problemów, których rozwiązanie daje poprawę

stanu brd oraz minimalizuje negatywny wpływ transportu drogowego na zdrowie publiczne, [9]:

1. Problem wypadków drogowych.
2. Ekonomiczny wymiar brd.
3. Opracowywanie planów brd.
4. Instytucjonalna odpowiedzialność za brd.
5. Monitoring i ocena stanu brd.
6. Bazy danych i analiza brd.
7. Finansowanie brd.
8. Projektowanie dróg w celu poprawy brd.
9. Audyty brd.
10. Edukacja brd.
11. Promocja brd.
12. Kampanie reklamowe.
13. Szkolenia i testy kierowców.
14. Prawo o ruchu drogowym i jego egzekwowanie.
15. Standardy bezpieczeństwa pojazdów.
16. Usługi ratownictwa medycznego.
17. Rola organizacji pozarządowych.

**Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju** (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD). Już w 1997 roku OECD opublikowała trzy raporty na temat stanu bezpieczeństwa drogowego i ochrony środowiska, [10, 11].

Odniesiono się tam do celów, zadań i metodologii badań bezpieczeństwa drogowego w prawie całym okresie rozwoju motoryzacji. Zweryfikowano wcześniejsze teorie, modele i metodologię prowadzenia badań. Zwrócono uwagę na cztery główne aspekty problematyki bezpieczeństwa drogowego, które nabrały szczególnego znaczenia w pracach teoretycznych i badaniach w XXI wieku.

Aspekt 1. Ewolucja badań bezpieczeństwa drogowego - odzwierciedla zmiany w ruchu drogowym i kulturze bezpieczeństwa drogowego – począwszy od początków motoryzacji, po lata 90-te XX wieku. Wyróżniono cztery paradygmaty w tym zakresie, [10, s. 28-34]:

1. Akcentowanie kontroli zmotoryzowanych przewozów (1900 – 1925/1935);
2. Nacisk na metody i środki opanowania sytuacji ruchowych na drogach (1925/35-1965/70);
3. Zarządzanie systemem ruchu drogowego (1965/70-1980/85);
4. Zarządzanie systemem transportu (1980/85 -).

Aspekt 2. Multidyscyplinarne podejście do badań bezpieczeństwa drogowego – wskazuje ono na konieczność współpracy specjalistów wielu dyscyplin naukowych, począwszy od ekonomii, psychologii, ergonomii, socjologii z jednej strony, a mechaniki, inżynierii ruchu, biomechaniki, medycyny z drugiej strony, [10, s. 53].

Aspekt 3. Konieczność budowy teorii i modeli bezpieczeństwa drogowego, [10, s. 42]: „Brak podstaw teoretycznych jest niestety bardziej powszechny w badaniach bezpieczeństwa drogowego niż w wielu innych dziedzinach badawczych. Wyniki są więc trudne do interpretacji, porównania i syntezy. (...) Obserwuje się brak nowych hipotez badawczych i formułowania ogólnych zasad przeciwdziałania. **Brak solidnej podstawy teoretycznej był więc jednym z głównych problemów metodologii badań bezpieczeństwa ruchu drogowego; dotyczy to nie tylko przeszłości, ale także w dzisiejszych badaniach brd**”.

Dodajmy, że dzisiaj – w 2018 roku – uwaga ta jest nadal aktualna, co uzasadnia potrzebę prowadzenia zarówno prac teoretycznych, jak też wszelkich badań z wykorzystaniem wielkich zbiorów danych penetrowanych przez rozwijane metody sztucznej inteligencji.

Apekt 4. Potrzeba rozwijania podejścia badawczego opartego na „systemach zorientowanych” /systems-oriented approach/, [10, s. 45]. Analiza systemowa jest tutaj wymieniana jako jedna z dyscyplin należących do czwartego paradygmatu badań brd, natomiast podejście „systemowo-holistyczne” powinno według ekspertów OECD charakteryzować piąty paradygmat badawczy, [12].

**Europejski Program Współpracy w Nauce i Technologii** (European Cooperation in Science and Technology, COST). W raporcie COST z 2004 roku podano cztery główne obszary funkcjo-

nalne z zakresu rozwijania i opracowywania nowych strategii badań bezpieczeństwa drogowego, [13]:

1. Monitorowanie charakterystyk ruchu drogowego i tendencji w zmianach bezpieczeństwa drogowego.
2. Identyfikacja oczekiwanych zmian bezpieczeństwa drogowego w związku ze zmianami ważnych czynników, takich jak: zmiany wolumenu ruchu drogowego, zmiany trendów demograficznych i ekonomicznych.
3. Prowadzenie międzynarodowych analiz porównawczych bezpieczeństwa drogowego dla ustalenia podobieństw i różnic we wzorcach bezpieczeństwa, które mogą zostać wykorzystane w krajowych i unijnych programach oraz szerzej – w polityce i polityce bezpieczeństwa drogowego.
4. Prognozowanie poziomów bezpieczeństwa drogowego, które są potrzebne dla opracowania kryteriów pomiaru efektów działań prowadzonych na rzecz poprawy brd.

### 3. FORMUŁOWANIE WIZJI I STRATEGII BEZPIECZEŃSTWA DROGOWEGO

Od lat obserwowany i analizowany jest ciąg następujące zależności:

1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7.

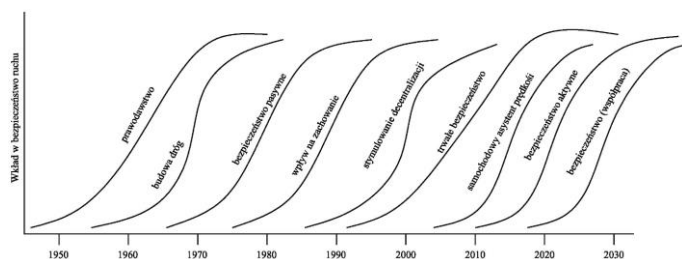
1. Postęp techniczny. 2. Zmiany w stylu życia. 3. Zmiany modelu mobilności ludzi. 4. Wzrost średniej liczby przejeżdżanych rocznie kilometrów. 5. Wzrost kongestii transportowej. 6. Wzrost liczby negatywnych efektów transportu drogowego. 7. Wzrost ryzyka drogowego (np. indywidualnego ryzyka uczestnictwa w wypadku drogowym), [14].

Reakcją na ten ciąg przyczynowo - skutkowy, było między innymi planowanie różnych strategii bezpieczeństwa drogowego. Na rys. 1 pokazane są kolejne strategie poprawy bezpieczeństwa drogowego, stosowane od lat pięćdziesiątych XX wieku w Holandii. Podobne strategie stosowane były w Szwecji i W. Brytanii, [15].

Według Meng Lu zmiany w podejściu do polityki bezpieczeństwa drogowego zawsze były wymuszane dwoma związanymi ze sobą czynnikami:

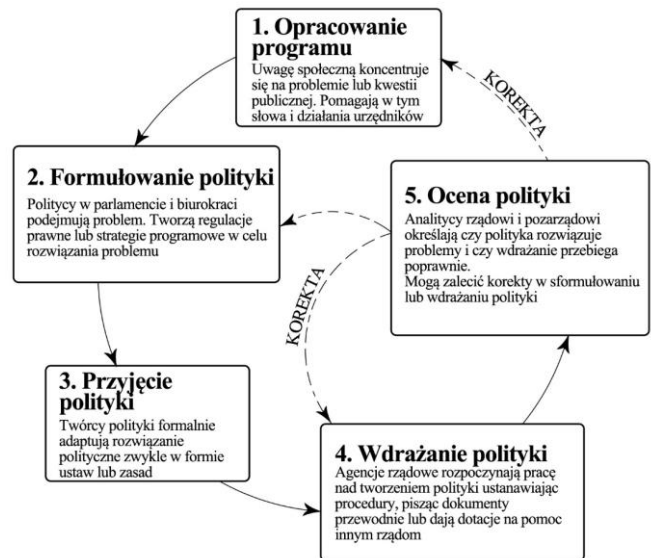
1. Ekonomicznym prawem malejących "zwrotów", czyli malejących korzyści z tytułu inwestowania w profilaktykę brd;
2. Rozwojem technologicznym, który otwierał nowe możliwości projektowania, budowy i wdrażania coraz skuteczniejszych środków poprawy brd, [16].

Dla Unii Europejskiej przełomowym okazał się rok 2001, w którym opublikowano nowe zasady makro-polityki bezpieczeństwa transportu, [17].



Rys. 1. Przegląd koncepcji rozwoju polityki bezpieczeństwa ruchu drogowego w Holandii, [16]; na podstawie [15]

Warunkiem *sine qua non* budowy programów poprawy bezpieczeństwa drogowego jest zawsze formułowanie wizji i polityki bezpieczeństwa w transporcie drogowym. Na rys. 2 przedstawiony jest ogólny model tworzenia polityki bezpieczeństwa drogowego.



Rys. 2. Model tworzenia polityki brd, [18].

### ZAKOŃCZENIE

Współczesną metodologię zarządzania bezpieczeństwem drogowym wyraża paradygmat opisywany symbolem „5E” (*Education – Engineering – Enforcement – Encouragement – Evaluation*), [19], [20]. Pierwsze trzy elementy znane są od dawna, natomiast współczesne i przyszłe badania bezpieczeństwa drogowego powinny uwzględniać dwa nowe elementy metodologii:

1. *Encouragement* – wyraża sposoby i środki zachęcania do projektowania i wdrażania bezpieczniejszych pojazdów, bezpieczniejszych dróg i bezpieczniejszych zachowań w ruchu drogowym.
  2. *Evaluation* – oznacza procedury oraz systemy oceniania skuteczności zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym.
- Przed badaniami bezpieczeństwa drogowego stoi wiele poważnych wyzwań. Jednym z nich jest wielka potrzeba budowy teorii i modeli bezpieczeństwa drogowego. Zwracali na to uwagę eksperci OECD, którzy stwierdzali, że brak solidnej podstawy teoretycznej jest bardziej powszechny w badaniach bezpieczeństwa drogowego niż w wielu innych dziedzinach badawczych.

### BIBLIOGRAFIA

1. Lederer J., Safety Science in Aviation. Proceedings of 1st World Congress on Safety Science. Köln 1990. Teil 2, pp. 34,35
2. Safety Management Manual (SMM). International Civil Aviation Organization. Second Edition 2009; ISBN 978-92-9231-295-4
3. Braess D., On a Paradox of Traffic Planning, Transportation Science, Vol. 39, No. 4, November 2005, pp. 446–450; ISSN 0041-1655
4. Frazier Ch., Kockelman K. M., Chaos Theory and Transportation Systems: An Instructive Example. Transportation Research Board 83rd Annual Meeting, January 12, 2004, Washington D.C.
5. Monderman, H., Philosophy. Shared Space. 1 Nov. 2007 <<http://www.shared-space.org/>>
6. Anvari B., A Mathematical Model for Driver and Pedestrian Interaction in Shared Space Environments. Imperial College London. Department of Civil and Environmental Engineering Centre for Transport Studies 11th January 2012; <[http://www.cts.cv.ic.ac.uk/documents/seminars/cts\\_seminar.pdf](http://www.cts.cv.ic.ac.uk/documents/seminars/cts_seminar.pdf)>

7. Adams J., A Richter Scale of Risk? (W:) Science and Technology Awareness in Europe: New Insight. Red. M. Vitale, Publications of European Communities (1998), s. 93-111
8. Archer J., Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and suburban intersections. Doctoral Dissertation. Royal Institute of Technology Stockholm 2005; ISSN 1651-0216; ISBN 91-7323-1193
9. <http://www.worldbank.org/transport/roads/safety.htm>
10. Road safety principles and models: Review of descriptive, predictive, Risk and accident consequence models. OECD, Paris, 1997
11. Integrated strategies for safety and environment Road Transport Research. OECD, Paris 1997
12. Road Accident in France in the Mirror of the Comparison with Great Britain. Raport final, Delorme R., Lassarre S., April 2004; < <http://www.innovations-transport.fr/IMG/pdf/RMT03-010.pdf>>
13. Models for traffic and safety development and interventions. COST Action 329. Final report. European Commission Directorate-General for Research. Luxembourg, 2004; ISBN 92-894-6378-3; < [http://www.cost.esf.org/about\\_cost](http://www.cost.esf.org/about_cost)>
14. Szymanek A., Teoria i metodologia zarządzania ryzykiem w ruchu drogowym. Politechnika Radomska, Radom 2012; ISBN 978-83-7351-505-5
15. Koorstra M. et al, SUNflower: A comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands. SWOV, Leidschendam 2002
16. Meng Lu, Modelling and evaluation of the effects of traffic safety measures. Comparative analysis of driving assistance systems and road infrastructure. Doctoral thesis. Bulletin 235 Bulletin 235 Lunds Tekniska Högskola, 2007; ISBN 978-91-628-7145-1. ISSN 1653-1930
17. WHITE PAPER. European transport policy for 2010: time to decide. Commission of the European Communities, Brussels, 12.9.2001, COM(2001) 370 final, 2001; < <http://ec.europa.eu/transport/strategies>>
18. Muhlrad N., Gitelman V., Buttler I. (Ed.): Road safety management investigation model and questionnaire, Deliverable 1.2 of the EC FP7 project DaCoTA, 2011; fig. 3.1]
19. ACT Department of Territory and Municipal Services, ACT Road Safety Action Plan 2009-2010, Canberra 2009; <[www.tams.act.gov.au](http://www.tams.act.gov.au)>
20. Road Safety Strategy 2011-20. Australian Capital Territory, Canberra 2011; ISBN 0-642-60406-1

## Specifications and key testing problems road safety

*Road traffic can be interpreted as a phenomenon of great complexity, which is not subject to simple laws, and it is often possible to observe paradoxes that contradict intuition or common sense.*

*Road safety is the system property of road transport.*

*Road accidents are an important public health problem. The statistics show that the risk of injury is about 30 times higher in road traffic than in industry. The study of road accidents should be one of the priorities in the field of social research.*

*The paper describes the specificity of road safety as a research object. In particular, attention was paid to theoretical, methodological and research aspects. The key problem of road safety research, which was once included in the reports of the World Bank and OECD, was synthetically discussed.*

Autor:

dr hab. inż. **Andrzej Szymanek** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu. Wydział Transportu i Elektrotechniki; [a.szymanek@uthrad.pl](mailto:a.szymanek@uthrad.pl)

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2018.074

Data zgłoszenia: 2018.05.21 Data akceptacji: 2018.06.15