

ANALIZA WYBRANYCH CZYNNIKÓW WPLYWAJĄCYCH NA BEZPIECZEŃSTWO W RUCHU DROGOWYM

W artykule omówiono najważniejsze czynniki wpływające na bezpieczeństwo w ruchu drogowym (BRD). Podjęto tematykę BRD w odniesieniu do wybranego elementu systemu: użytkownik – pojazd – otoczenie. W pracy dokonano analizy odnośnie wypadków drogowych spowodowanych przez kierujących pojazdami na podstawie danych z Komendy Głównej Policji. W oparciu o zgromadzone dane obliczono wybrane wskaźniki oceny BRD w poszczególnych województwach.

WSTĘP

W Polsce i na całym świecie obserwuje się dynamiczny wzrost liczby pojazdów poruszających się po drogach. Wynika to między innymi ze swobody przepływu osób i towarów, z poziomu zamożności polskiego społeczeństwa, systematycznego dążenia człowieka do rozwijania swoich umiejętności i poszerzania wiedzy. To właśnie człowiek przyczynił się do rozwoju techniki, która obecnie niesie za sobą wiele udogodnień, ale też jest powodem poważnych zagrożeń. Problematyka zwalczania zagrożeń w ruchu drogowym, zalicza się do dziedziny wiedzy z zakresu nauki o bezpieczeństwie. Bezpieczeństwo można rozumieć jako metodologiczną analizę ryzyka, mającą na celu wyeliminowanie lub obniżenie częstości występowania zdarzeń drogowych. Bezpieczeństwo ruchu drogowego obejmuje wiele zagadnień związanych między innymi z techniką, psychologią, środowiskiem. Ich wzajemne oddziaływanie tworzy system: użytkownik ruchu drogowego (U) – pojazd (P) – otoczenie (O). Poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego zależy od:

- umiejętności kierowców (U)
- konstrukcji samochodu (P)
- infrastruktury drogowej (O)

W takim kontekście, „system” oznacza zbiór elementów i relacji zachodzących między nimi, które w analizie bezpieczeństwa mają istotne znaczenie. Relacje człowieka z otoczeniem i techniką, są tematem wielu rozważań.

W analizie czynników wpływających na zachowanie bezpieczeństwa, występują pojęcia wypadku drogowego i kolizji drogowej. Wypadkiem drogowym nazywa się zdarzenie, spowodowane przez nieumyślne naruszenie przepisów bezpieczeństwa, którego skutkiem jest śmierć uczestnika wypadku lub obrażenie ciała trwające więcej niż 7 dni. Analogicznie, kolizja drogową jest spowodowana przez nieumyślne naruszenie przepisów bezpieczeństwa, którego skutkiem są straty materialne lub obrażenie ciała uczestnika kolizji trwające nie więcej niż 7 dni.

W systemie ruchu drogowego wyróżnia się trzy podstawowe elementy:

- użytkownik ruchu drogowego,
- pojazd,
- otoczenie.

Na otoczenie składają się następujące komponenty: drogi wraz z ich wyposażeniem, najbliższa infrastruktura oraz warunki atmosferyczne. Użytkownikami ruchu drogowego są piesi, rowerzyści oraz

kierowcy. Do podsystemu „pojazd” zalicza się wszystkie elementy pojazdu wpływające na bezpieczną jazdę, takie jak: układ hamulcowy, układ kierowniczy, zawieszenie bądź oświetlenie pojazdu. [1]

Niniejszy artykuł został poświęcony omówieniu czynników, które wpływają na bezpieczeństwo w podsystemie „pojazd” i „otoczenie”.

1. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH CZYNNIKÓW W PODSYSTEMIE „OTOCZENIE”

W klasyfikacji urządzeń BRD (Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego) istnieje wiele podziałów. Ze względu na kategorie wyróżnia się:

- urządzenia sygnalizacyjne, stosowane w celu przekazywania nakazów, zakazów, informacji i ostrzeżeń wszystkim użytkownikom drogi,
- urządzenia ochronne, których zadaniem jest zapobieganie wypadkom oraz łagodzenie ich skutków,
- urządzenia przeciwdrogaowe, to np. progi zwalniające, które wykorzystuje się w celu ograniczenia możliwości powstania wypadku drogowego,
- urządzenia zapobiegawcze, używane, aby przeciwdziałać naruszeniom w ruchu drogowym.

Według innej klasyfikacji BRD, ze względu na oddziaływanie, wyróżnia się:

- urządzenia czynne, odgrywające bardzo ważną rolę podczas zdarzeń drogowych, ponieważ wchodzi w bezpośredni kontakt z pojazdem. Przykładem takich urządzeń są bariery drogowe, bariery mostowe oraz osłony energochłonne.
- urządzenia bierne, do których należą znaki drogowe, osłony przeciwolśnieniowe, a także sygnalizatory świetlne. Są to urządzenia, niemające bezpośredniego kontaktu z pojazdem w czasie wypadku lub kolizji. Informują o miejscach niebezpiecznych i stosowane są w celu organizacji ruchu.

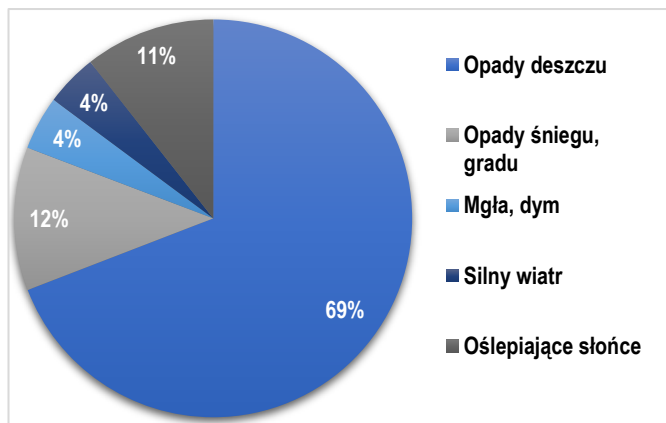
1.1. Warunki atmosferyczne

Czynnikiem, który znacznie wpływa na zachowanie w transporcie są niewątpliwie warunki atmosferyczne. Według danych statystycznych Komendy Głównej Policji z roku 2016, wynika, że do najmniej sprzyjających zjawisk atmosferycznych zalicza się:

- opady śniegu,
- opady deszczu,
- mgłę,
- silny wiatr,
- oślepiające słońce.

Tab. 1. Wypadki drogowe i ich skutki według warunków atmosferycznych w 2016 r. [7]

Warunki atmosferyczne	Wypadki	Zabici	Ranni
Opady deszczu	4969	475	6120
Opady śniegu, gradu	837	68	1044
Mgła, dym	315	50	378
Silny wiatr	304	47	364
Oślepiające słońce	762	57	904



Rys. 1. Procentowa ilość wypadków na podstawie danych z tabeli 1

Analizując dane zgromadzone w tabeli 1, stwierdza się, że zdecydowana większość wypadków została odnotowana podczas opadów deszczu. Są przyczyną około 68% wypadków, w których zginęło 475 osób, a rannych zostało 6120 osób. Gwałtowna zmiana nawierzchni z suchej, charakteryzującej się dużą przyczepnością, na śliską i mokrą, prowadzi do powstawania kolizji drogowych i wypadków. Utrata przyczepności, występuje wskutek łączenia się kropeł deszczu z pokrywającymi jezdnię zanieczyszczeniami oraz kurzem, tworząc śliską warstwę mazi. Porównywalny efekt wywołują liście na mokrej jezdni. Niedostosowanie prędkości do takich warunków atmosferycznych, wydłuża drogę hamowania, nierzadko powoduje utratę przyczepności i poślizg. Intensywne i długotrwałe opady, mogą przyczynić się do powstania wspomnianego zjawiska aquaplaningu. Zjawisko to występuje najczęściej podczas jazdy z dużą prędkością po mokrej nawierzchni. Bieżniki opon przestają wtedy odprowadzać wodę spod kół pojazdu, a powstający klin wodny, powoduje utratę przyczepności opony i w efekcie końcowym opona jest niesiona na warstwie wody. Ryzyko wystąpienia aquaplaningu zwiększa się, gdy bieżniki opon są bardziej zużyte oraz wraz ze wzrostem grubości warstwy wody na jezdni. Gwałtowne opady deszczu mają wpływ nie tylko na przyczepność pojazdu, ale wpływają także na widoczność. Szczególnym utrudnieniem w warunkach ograniczonej widoczności są światła pojazdów nadjeżdżających z przeciwnika, które odbijają się od mokrej nawierzchni. Ograniczona jest również widoczność podczas mijania lub wyprzedzania, gdy struga wody jest rozpryskiwana kołami pojazdu i zalewa przednią szybę.

Z analizy tych samych danych wynika, że do około 837 (12%) wypadków drogowych, doszło podczas opadów śniegu, którym zwykle towarzyszy ujemna temperatura. Gęste opady śniegu narażają kierowcę na pogorszenie widoczności, spowodowane odbijaniem się światła samochodu od spadających płatków śniegu. Jezdnia wydaje się być wtedy bardziej widoczna, sprawiając wrażenie, że obszar przed pojazdem jest odpowiednio oświetlony. Jednakże lepsza widoczność przeszkód jest pozorna i zależy wyłącznie od kontrastu z tłem. Widoczność minimalizuje również śnieg zgarniany przez wycie-

raczki na boczne części szyby. Kierowca ma ograniczone pole widzenia z prawej i lewej strony, wywołując ryzyko potrącenia pieszego lub innego użytkownika ruchu drogowego.

Prowadzenie pojazdu w ciągu dnia, przy dobrych warunkach atmosferycznych może wydawać się najmniej szkodliwym czynnikiem, który wpływa na bezpieczeństwo. Jednakże, jak wynika z danych, duża część wypadków (11%) jest spowodowana oślepiającym słońcem. Sygnalizatory świetlne, światła "stop" i kierunkowskazy pozornie błędą podczas jazdy pod słońce. Zwykle dochodzi do niegroźnych kolizji, lecz w skrajnych przypadkach może prowadzić do śmierci uczestników ruchu drogowego. Zjawisko olśnienia spotykane jest również podczas jazdy nocą, szczególnie na drogach ruchliwych i słabo oświetlonych. Jest spowodowane oślepiającym światłem reflektora samochodu nadjeżdżającego z przeciwnika. Kierowca jest narażony na chwilową „ślepotę”, podczas której nie dostrzega niczego w bliskiej odległości przed samochodem.

Jak podają statystyki, mgła jest przyczyną zaledwie 4% wypadków odnotowanych w 2016 roku. Niemniej jednak prowadzenie pojazdu w tak trudnych warunkach, wymaga od kierowcy umiejętności oceny sytuacji na drodze i szybkiego reagowania na bodźce. Bowiem widzialność podczas jazdy w gęstej mgle wynosi mniej niż 40 metrów, a światła reflektorów w takich warunkach nie spełniają swojej roli. Tworzą tzw. „ścianę świetlną”, która jest odbiciem światła reflektorów od cząsteczek mgły. W tabeli 2 zamieszczono międzynarodową klasyfikację różnych kategorii widoczności.

Tab. 2. Międzynarodowa klasyfikacja kategorii widoczności [3]

Widzialność	Opis
Mniej niż 40 [m]	Bardzo gęsta mgła
40 – 200 [m]	Mgła ciężka
200 – 1000 [m]	Mgła
1 – 2 [km]	Zamglenie (głównie spowodowane pyłem lub dymem)
2 – 4 [km]	Słaba widoczność
4 – 10 [km]	Umiarkowana widoczność
10 – 40 [km]	Dobra widoczność
Powyżej 40 [km]	Wyśmienita widoczność

1.2. Drogowe bariery ochronne

Drogowe bariery ochronne są ważnym elementem drogi z punktu widzenia zachowania i poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. Ich zadaniem jest zapobieganie lub łagodzenie skutków przejechania pojazdu na pas o przeciwnym kierunku ruchu, zjechania z korony drogi lub kolizji z przeszkodą stałą, znajdującą się w pobliżu jezdni. W zachowaniu bezpieczeństwa, decydującą rolę pełni sztywność barier. W przypadku kolizji, zbyt sztywna bariera może wywołać odbicie pojazdu na sąsiedni pas ruchu. Mała jej sztywność może spowodować zniszczenie bariery i wtargnięcie pojazdu na pas o przeciwnym kierunku ruchu lub kolizję ze sztywnym obiektem. W obydwu przypadkach może dojść do zdarzeń niepożądanych oraz narażenia zdrowia i życia innych uczestników ruchu drogowego. [1]

Ze względu na usytuowanie na drodze, bariery można podzielić na:

- bariery skrajne, umieszczane przy krawędzi jezdni, zapobiegają zjechaniu z korony drogi,
- bariery dzielące, umieszczane na pasie dzielącym, w celu przeciwdziałania przejechania pojazdu na przeciwny pas,
- bariery osłonowe, umieszczane przy obiektach stałych, aby zapobiec kolizji samochodu z przeszkodą boczną.

1.3. Znaki drogowe

Znaki drogowe to jedne z podstawowych elementów infrastruktury drogowej i stosowane są w celu organizacji ruchu drogowego.

Wyróżnia się dwa rodzaje znaków: znaki poziome i pionowe. Znaki pionowe zwykle występują w postaci tablic i tarcz. Znaki poziome to zarówno linie ciągle jak i przerywane, strzałki, przejścia dla pieszych, przejazdy dla rowerzystów oraz napisy i symbole na jezdni. W technologiach chemoutwardzalnych wykonuje się grubowarstwowe oznakowanie, które ma zastosowanie na wszystkich rodzajach dróg, na przejściach dla pieszych oraz lotniskach. Na drogach szybkiego ruchu, oznakowanie to stosuje się w celu akustycznej informacji kierowcy o zjechaniu z pasa ruchu. Podobne zastosowanie mają umieszczane na jezdni punktowe elementy odblaskowe, które dodatkowo wyznaczają krawędzie jezdni. Kolor czerwony elementu odblaskowego wskazuje prawą krawędź jezdni, natomiast lewa krawędź oraz pasy ruchu oznaczone są elementami w kolorze białym lub żółtym. Podstawową rolą znaków drogowych jest ostrzeżenie o występujących utrudnieniach w ruchu, a także informowanie kierowców o rodzaju i sposobie poruszania się po drodze. Wyrażają także nakazy i zakazy zgodne z kodeksem drogowym. Na drogach bardzo często można spotkać nadmiar znaków i tablic informacyjnych, wywołując niekorzystny wpływ na osoby prowadzące pojazdy. Duża ilość zbędnych informacji w pobliżu skrzyżowań, może powodować rozproszenie uwagi kierowcy, skracając czas jego reakcji. W celu zachowania bezpieczeństwa w ruchu lądowym, znaki pionowe obecnie wykonuje się z elementów odblaskowych lub stosuje się podświetlenia, tym samym zwiększając szanse na wcześniejszą identyfikację ich przez kierowcę. Jest to szczególnie ważne podczas prowadzenia pojazdu nocą na nieoświetlonych i ruchliwych drogach. Na rysunku 1 porównano znak „A-7” wykonany w starej (strona lewa) oraz w nowej (strona prawa) technologii. Znak wykonany w starej technologii stanowi zagrożenie, ponieważ kierowca może nie dostrzec go w odpowiednim czasie lub nie zauważy go w ogóle. Natomiast wykonany w nowej technologii, dzięki specjalnemu materiałowi odblaskowemu jest widoczny w każdych warunkach atmosferycznych, zarówno w dzień jak i w nocy.



Rys. 1. Znak „A-7” w starej (lewa strona) i nowej technologii wykonania (prawa strona) [1]

1.4. Droga

W klasyfikacji systemu ruchu drogowego, oprócz wyposażenia drogi, na otoczenia składa się też sama droga. W odniesieniu do dróg, gdzie w godzinach rannego i wieczornego szczytu, ruch jest wzmożony, warto zwrócić uwagę na bezpieczeństwo w rejonie węzłów drogowych oraz skrzyżowań. Zgodnie z definicją w [6], skrzyżowanie powinno zapewnić odpowiednią przepustowość i bezpieczeństwo ruchu, jednakże na drogach ekspresowych, krajowych oraz wlotowych do dużych miast, są miejscem szczególnie narażonym na powstawanie kolizji drogowych. Coraz częściej, w celu usprawnienia ruchu i obniżenia liczby zdarzeń drogowych, skrzyżowania zostają przebudowane na węzły drogowe. Te z kolei charakteryzują się bezkolizyjnym przecinaniem się kilku dróg oraz bezkolizyjnym lub kolizyjnym połączeniem między tymi drogami. Zgodnie z Obwieszczeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. [4], węzły drogowe dzielimy na:

- bezkolizyjny typu WA – jest to węzeł całkowicie bezkolizyjny, na którym tory jazdy nie przecinają się, a relacje skrętne są prowadzone jako manewry włączania, wyłączania oraz przeplatania potoków ruchu. Wjazd usytuowany jest po prawej stronie jezdni drogi i jest wyposażony w pas do włączania. Analogicznie, wjazd znajduje się po prawej stronie jezdni drogi i jest wyposażony w pas do wyłączania. Przykładem najczęściej stosowanego węzła typu WA jest tzw. „koniczynka”,
- częściowo bezkolizyjny typu WB – w tym typie węzła (w odróżnieniu do węzła WA), występuje przecinanie torów jazdy niektórych relacji na jednej z dróg. Na tej drodze funkcjonuje skrzyżowanie lub kilka skrzyżowań, jednakże ruch o dużym natężeniu jest zorganizowany w sposób bezkolizyjny. Zarówno wjazd jak i wjazd na jezdnię drogi, na której relacje skrętne są bezkolizyjne, znajdują się po prawej stronie jezdni. Dodatkowo wyposażone są w pasy włączania i wyłączania. Połączenie łącznicy z drogą niższej klasy powinno odbywać się na skrzyżowaniu, a wjazd na jednojezdniową drogę niższej klasy powinien odbywać się na skrzyżowaniu. Przykładem takiego typu węzła jest tzw. „półkoniczynka”,
- kolizyjny typu WC – typ węzła, na którym tylko jezdnie dróg krzyżują się w różnych poziomach, natomiast relacje skrętne na obu drogach odbywają się na skrzyżowaniach. Dodatkowo można stosować (odpowiednio do potrzeb) łącznicę lub dwie łącznice, rozdzielone pasem dzielącym. Połączenie tych łącznic z drogą powinno odbywać się na skrzyżowaniu.

W tabeli 3 wymieniono klasy dróg, na których istnieje możliwość przebudowy skrzyżowania na węzeł drogowy. Są to: A – autostrady, S – drogi ekspresowe, GP – drogi główne ruchu przyspieszonego oraz w uzasadnionych przypadkach G – drogi główne.

Tab. 3. Zakres stosowania węzłów [4]

KLASA DROGI	A	S	GP	G
A	WA	WA	WA, WB	(WB)
S	WA	WA, WB	WB, WC	WB, WC
GP	WA, WB	WB, WC	WB, WC	(WB, WC)
G	(WB)	WB, WC	(WB, WC)	(WB, WC)

Oznaczenia w tabeli:

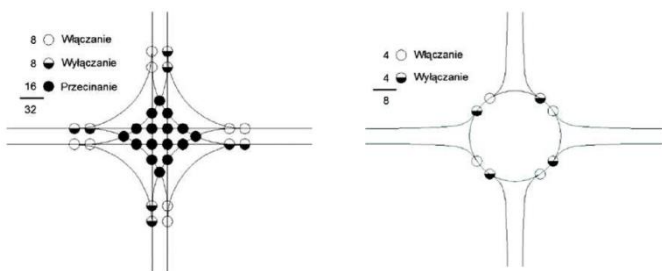
WA, WB, WC – typ węzła,

(...) – Rozwiązanie dopuszczalne w uzasadnionych wypadkach

Na pozostałych klasach, zwiększenie bezpieczeństwa zyskuje się, dzięki przebudowie skrzyżowania dwóch dróg, na skrzyżowanie o ruchu okrężnym (rondo). Według definicji w [6], rondo jest skrzyżowaniem z wyspą środkową i jednokierunkową jezdnią wokół tej wyspy. Wyróżnia się kilka rodzajów rond:

- minironda, budowane zwykle na skrzyżowaniach dróg jednojezdniowych, ze względu na niewielkie wymiary średnicy zewnętrznej (14÷22 m) lub w przypadku, nieuzasadnionego ekonomicznie zastosowania sygnalizacji świetlnej. Ze względu na niewielkie wymiary, rondo może być malowane lub w postaci wyspy. Podstawową zaletą jest znaczna redukcja prędkości i zniechęcenie kierowców do przejeżdżania przez rondo na wprost. Dzięki temu rzadko dochodzi do potrąceń pieszych,
- małe rondo, mające średnicę zewnętrzną w zakresie 26÷40 m. Ich idea jest zapewnienie optymalnej przepustowości przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa,
- duże rondo, o średnicy zewnętrznej przekraczającej 40 m, budowane zwykle na drogach, gdzie ruch w ciągu dnia jest wzmożony. Zwykle posiadają dwa pasy ruchu lub w przypadku dużego ronda turbinowego – ruch pojazdów jadących pasem wewnętrznym i zewnętrznym nie przecina się.

Takie rozwiązanie, daje możliwość redukcji znacznej liczby kolizji np. na skrzyżowaniu z jednym pasem ruchu. Na rysunku 2 zobrażono punkty kolizyjne na skrzyżowaniu. Nieoznakowane skrzyżowanie dróg posiada aż 32 punkty kolizyjne, z których 16 generuje bardzo duże zagrożenie dla użytkowników ruchu drogowego. Znajdują się w obszarze przecinania toru ruchu innego pojazdu. Pozostałe punkty kolizyjne są łagodniejsze w skutkach i dedykowane są manewrom włączania bądź wyłączania. Modernizacja zwykłego skrzyżowania czterowłotowego na skrzyżowanie o ruchu okrężnym, czterokrotnie zmniejsza liczbę punktów kolizyjnych, a relacje na rondzie opierające się na wyłączaniu i włączaniu do ruchu są stosunkowo bezpieczne. Na rondach kilkupasmych, w celu uzyskania optymalnego bezpieczeństwa, stosuje się dodatkowo sygnalizację świetlną, która reguluje ruch pojazdów na skrzyżowaniu. Skrzyżowania o ruchu okrężnym budowane są zarówno w terenie zabudowanym, na drogach G, Z, L, jak i w terenie niezabudowanym – GP oraz G



Rys. 2. Liczba punktów kolizji na skrzyżowaniu zwykłym czterowłotowym oraz na skrzyżowaniu typu rondo jednopasowe czterowłotowe [2]

1.5. Oświetlenie

Oświetlenie drogowe początkowo było skoncentrowane na oświetleniu jezdni, zapewniając odpowiednią widoczność kierującym pojazdami. Jednak z czasem zwracano uwagę na bezpieczeństwo zarówno pieszych jak i rowerzystów, dlatego oświetlenie drogowe zaczęło obejmować chodniki i drogi rowerowe. Główną ideą stosowania oświetlenia jest zapewnienie:

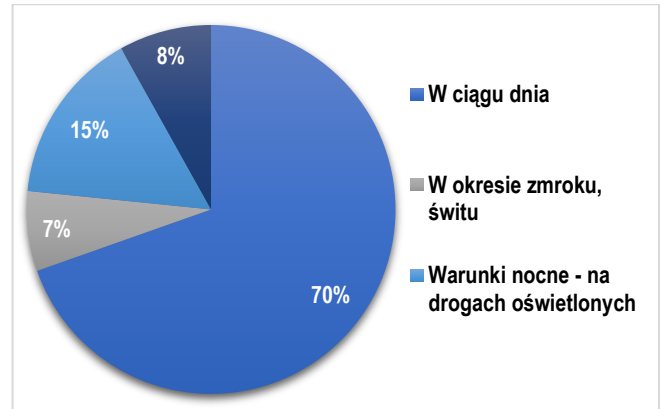
- bezpieczeństwa oraz płynności ruchu pojazdów,
- bezpieczeństwa ruchu pieszego, zarówno na chodnikach jak i przejściach dla pieszych,
- komfortu widzenia.

Prowadząc pojazd po zmroku, kierowca korzysta ze światła własnego pojazdu. Światła drogowe zapewniają bardzo dobre warunki na drogach nieoświetlonych, jednak sytuacja się zmienia, gdy pojawia się pojazdy nadjeżdżające z przeciwną. Kierowca oślepiony światłami innego pojazdu, narażony jest na tzw. „zjawisko oślnienia”. Jest to niebezpieczne zjawisko, gdyż powoduje zwężenie źrenicy kierowcy, przez co droga staje się ciemniejsza. W sytuacji pojawienia się przeszkody na drodze, maleje szansa na odpowiednią reakcję kierowcy. Im większy ruch na drodze oraz więcej źródeł światła z przodu i we wstecznym lusterku, tym warunki adaptacyjne kierowcy pogarszają się. Wpływa to bezpośrednio na szybsze zmęczenie kierowcy i spowodowanie zdarzenia drogowego.

Największa liczba wypadków w 2016 roku (tab. 4) została odnotowana w ciągu dnia – a więc przy odpowiednim oświetleniu drogi i wyniosła 23432. W tych zdarzeniach ucierpiało ponad 30000 osób. Jest to spowodowane faktem, że w ciągu dnia jest wysokie natężenie ruchu na drogach. Szacuje się, że w ciągu dnia w co czternastym wypadku ginie człowiek. Wypadki odnotowane w porze nocnej na drogach nieoświetlonych niewątpliwie charakteryzują się największą ciężkością. W co czwartym wypadku dochodzi do śmierci uczestnika.

Tab. 4. Wypadki drogowe i ich skutki w poszczególnych porach doby [7]

Oświetlenie		Wypadki	Zabici	Ranni
W ciągu dnia		23432	1654	28690
W okresie zmroku, świtu		2364	269	2802
Warunki nocne:	na drogach oświetlonych	5150	419	6055
	na drogach nieoświetlonych	2718	684	3219



Rys. 3. Procentowa ilość wypadków na podstawie danych z tabeli 4

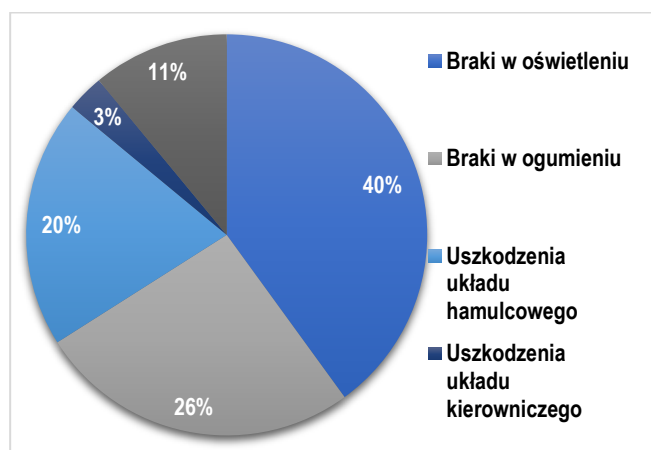
2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH CZYNNIKÓW W PODSYSTEMIE „POJAZD”

W systemie użytkownik – pojazd – otoczenie, ważną rolę odgrywa pojazd, a konkretnie jego stan techniczny. Do wielu poważnych w skutkach wypadków, dochodzi przez nieprawidłową eksploatację. Awarie podczas prowadzenia pojazdu zdarzają się często i mogą w najlepszym przypadku spowodować zatrzymanie pojazdu na poboczu. Niemniej jednak, zdarza się, że awarie są poważniejsze i dotyczą np. układu hamulcowego, układu kierowniczego, zawieszania, czy też złego stanu ogumienia. Rozpędzony samochód i zużyte klocki hamulcowe, deszcz i braki w ogumieniu lub odpadające koło na łuku drogi to kilka przyczyn kolizji i wypadków drogowych.

Analizując system UPO, podsystem pojazd (P) jest przyczyną zaledwie (2÷2,5%) zdarzeń drogowych, co w porównaniu do czynnika ludzkiego (U) – 90%, wydaje się być mniej znaczącym elementem. Jednakże, bez udziału pojazdu do kolizji dojść nie może, co stanowi o ważności tego czynnika. Dane zebrane w tabeli 5 oraz zobrażone na rysunku 4, wskazują na usterki będące najczęstszymi przyczynami wypadków drogowych.

Tab. 5. Liczba uszkodzeń stwierdzonych w pojazdach biorących udział w wypadkach drogowych w 2016 r. [7]

Braki techniczne	Liczba
Braki w oświetleniu	65
Zły stan opon	41
Uszkodzenia układu hamulcowego	32
Uszkodzenia układu kierowniczego	5
Inne uszkodzenia	17
Ogółem:	160



Rys 4. Procentowy udział uszkodzeń technicznych stwierdzonych w pojazdach biorących udział w wypadkach drogowych w 2016 r.

Według danych, przyczyną odnotowanych wypadków były następujące usterki techniczne: braki w oświetleniu, uszkodzenia układu hamulcowego, braki w ogumieniu, uszkodzenia układu kierowniczego oraz inne uszkodzenia.

W roku 2016 odnotowano 65 wypadków z powodu nieodpowiedniego oświetlenia pojazdu, w których zginęło 8 osób a rannych było 81 osób. W Polsce kierowca ma obowiązek stosowania świateł mijania przez całą dobę (lub świateł do jazdy dziennej - od świtu do zmierzchu), gdyż na nieoświetlonych drogach istnieje ryzyko potrącenia pieszego, rowerzysty lub innego uczestnika ruchu.

W 2016 roku odnotowano braki w ogumieniu w 41 pojazdach, co stanowi 26% uszkodzeń biorących udział w wypadkach. Eksploatacja opon w warunkach letnich, jak i zimowych jest zróżnicowana. Opony przeznaczone do jazdy latem, są wykonane ze sztywnego materiału, który jest odporny na działanie wysokiej temperatury. Taki materiał w niskich temperaturach powoduje spadek lub utratę przyczepności, dlatego nie nadaje się do eksploatacji zimą. Do produkcji opon zimowych korzysta się z materiałów, które przy bardzo niskich temperaturach zachowują elastyczność.

Znacząca liczba uszkodzeń dotyczy również układu hamulcowego, który jest podstawowym elementem, podczas ustalania wpływu podzespołów pojazdu na zaistnienie kolizji lub wypadku drogowego. Zainstalowany w samochodzie, powinien umożliwiać redukcję prędkości jazdy lub zatrzymanie pojazdu bądź utrzymania stałej prędkości podczas zjeżdżania ze wzniesienia. W 2016 roku doszło do 32 wypadków drogowych spowodowanych nieprawidłowym działaniem hamulców.

Przyczyną 3% ogólnej liczby odnotowanych usterek było nieprawidłowe działanie układu kierowniczego.

Stan techniczny pojazdu może przyczynić się do wielu innych niepożądanych zdarzeń drogowych. W systemie: użytkownik – pojazd – otoczenie wszystkie elementy są istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Jednakże statystycznie człowiek ma decydujący wpływ na zachowanie w transporcie drogowym. W tym aspekcie, istotną rolę odgrywa system edukacji, bowiem podnosi świadomość uczestników ruchu drogowego w zakresie BRD. System edukacji ma na celu wychowanie komunikacyjne nie tylko dzieci i młodzieży, ale też kierowców. Dlatego organizowane są przymusowe szkolenia dla przyszłych kierowców, szkolenia dla kierowców potrzebujących reedukacji za nadmierną liczbę punktów karnych oraz szkolenia okresowe dla kierowców zawodowych z zakresu prawa transportowego.

3. WSKAŹNIKI OCENY BRD W POSZCZEGÓLNYCH WOJEWÓDZTWACH

Bezpieczeństwo ruchu drogowego ocenia się globalnie przy wykorzystaniu trzech podstawowych wielkości:

- liczba wypadków drogowych (W),
- liczba osób rannych (R),
- liczba osób zmarłych/zabitych (Z).

Wskaźnik ciężkości wypadków definiowany jest jako liczba ofiar śmiertelnych przypadająca na 1 wypadek (ew. 100 wypadków). Jest podstawowym makro wskaźnikiem, który ma charakter ogólny i służy do wskazywania trendów i dokonywania porównań międzynarodowych.

$$W_z = \frac{Z}{W} \left[\frac{l. zab.}{wyp.} \right]$$

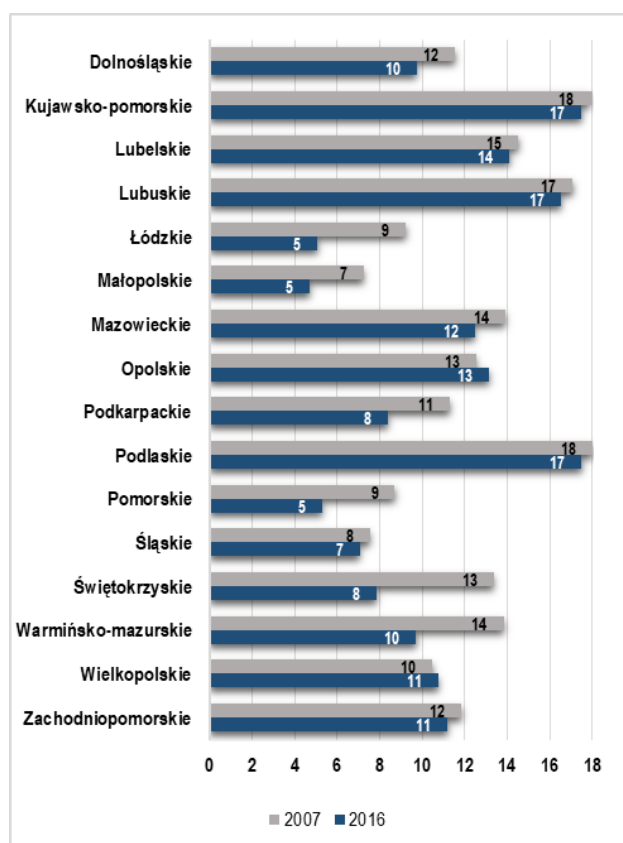
Wskaźnik gęstości wypadków jest mikro wskaźnikiem ogólnym zdefiniowanym jako liczba wypadków przypadająca na 100 kilometrów dróg publicznych.

$$D_w = \frac{W}{L} \left[\frac{l. wyp.}{100 km} \right]$$

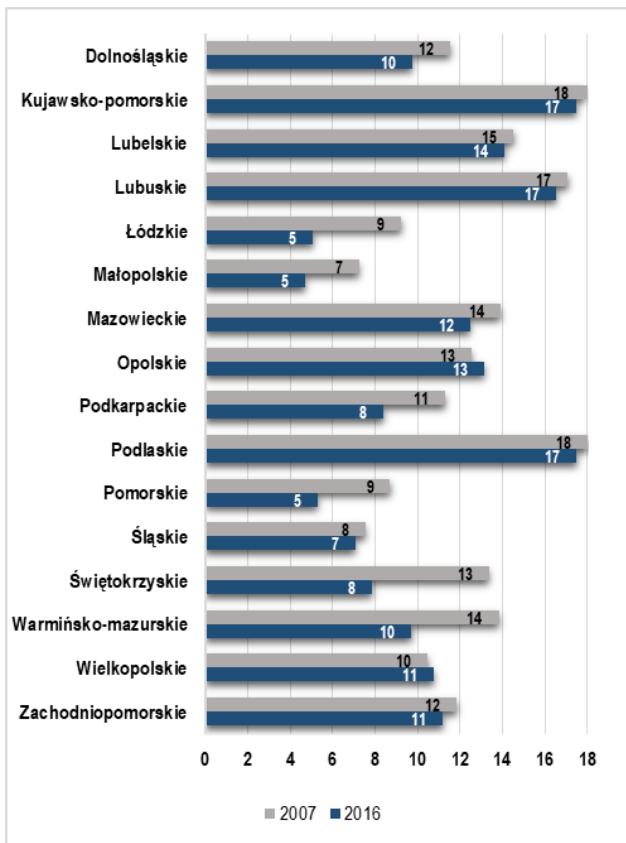
gdzie:

L – całkowita długość dróg w sieci: danej klasy, danego rodzaju lub długość danej drogi [km]

Z danych przedstawionych na rusunkach 5 i 6 wynika, że omawiane wskaźniki w poszczególnych województwach w 2016 roku znacznie zmniejszyły się w stosunku do roku 2007. Oznacza to, że poziom bezpieczeństwa uległ znacznej poprawie. W roku 2007 średnio w co dziewiątym wypadku ginął człowiek, natomiast w roku 2016 średnio w co jedenastym. Z tych samych danych wynika, że do najcięższych w skutkach wypadków najczęściej dochodziło w województwie kujawsko-pomorskim, lubuskim oraz podlaskim.



Rys. 5. Wskaźnik ciężkości wypadków w roku 2007 i 2016 [7]



Rys. 6. Wskaźnik gęstości wypadków w roku 2007 i 2016 [7]

PODSUMOWANIE

Rozważania podjęte w niniejszym artykule, wprawdzie nie wyczerpują całokształtu problematyki związanej z bezpieczeństwem w ruchu drogowym, jednakże określają kilka najważniejszych czynników wpływających na poziom bezpieczeństwa. W pracy podjęto tematykę BRD w odniesieniu do wybranych elementów systemu: użytkownik – pojazd – otoczenie, ponieważ zdarzenia drogowe są konsekwencją niedoskonałości systemu. Skupiono się na podsystemie „pojazd” i „otoczenie”, jednak należy pamiętać, że kluczowym elementem jest człowiek, gdyż występuje w dwojakiej roli – w roli użytkownika ruchu drogowego oraz w roli jego współtwórcy.

Analizując statystyki stwierdza się, że każdego roku wzrasta wolumen samochodów na drogach. Niewątpliwie są jedną z wielu przyczyn wypadków w ruchu drogowym. Problem bezpieczeństwa jest nadal aktualny i w dużej mierze wynika z położenia Polski na szlaku transportowym wschód – zachód, generując duży ruch transportowy.

Z tego powodu prowadzone są działania prewencyjno – kontrolne, które zmniejszają ryzyko wystąpienia zdarzeń niepożądanych, spowodowanych nadmierną prędkością, naruszeniem przepisów o czasie pracy kierowców oraz innymi zaniedbaniami.

BIBLIOGRAFIA

1. Barcik J., Czech P.: *Wpływ infrastruktury drogowej na bezpieczeństwo – część 1*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, 2010.
2. Graczyk B., Polasik R.: *Wpływ infrastruktury drogowej na bezpieczeństwo ruchu drogowego*, „Postępy w inżynierii mechanicznej”, 2016.
3. National Academy Press, *Reduced Visibility Due to Fog on the Highway*, Washington, 1996.
4. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, Dz.U. 2016 poz. 124.
5. Szruba M.: *Wpływ infrastruktury drogowej i oświetlenia na bezpieczeństwo ruchu*, „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne”, Czerwiec-Lipiec, 2017.
6. Wicher J.: *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2012.
7. Wypadki drogowe w Polsce w 2016 roku, Komenda Główna Policji, Warszawa 2017.

Analysis of selected factors influencing safety in road transport

The dissertations undertaken herein, although they do not exhaust the road safety subject, they identify some significant factors affecting the level of safety on roads. This study focuses on the subject of PoRS in relation to selected elements of the system: user - vehicle – environment, due to traffic incidents being consequences of system imperfections.

Autorzy:

inż. **Agata Wojtas** – Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny
dr hab. inż. **Maciej Szkoda** – Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, e-mail: maciej.szkoda@mech.pk.edu.pl

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2018.244

Data zgłoszenia: 2018.05.29 Data akceptacji: 2018.06.15