

STAN BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO NA FUNKCJONUJĄCYCH W POLSCE RONDACH TURBINOWYCH Z WYNIESIONYMI PONAD POWIERZCHNIĘ JEZDNI SEPARATORAMI PASÓW RUCHU^{1,2}

ELŻBIETA MACIOSZEK

dr inż., Katedra Systemów
Transportowych i Inżynierii Ruchu,
Wydział Transportu, Politechnika
Śląska, 40-019 Katowice,
ul. Krasińskiego 8,
elzbieta.macioszek@polsl.pl

Streszczenie. Ronda turbinowe to nowy, w polskich warunkach, typ skrzyżowania. Są to skrzyżowania wielopasowe (w Polsce najczęściej dwupasowe), które nie posiadają wad typowych dla rond wielopasowych, takich jak niski poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz niepełne wykorzystanie wewnętrznych pasów ruchu na skrzyżowaniu. W Polsce funkcjonują dwie grupy rond turbinowych. Pierwsza z nich to grupa rond turbinowych zaprojektowanych pod względem geometrii i organizacji ruchu na wzór holenderskich rond turbinowych, czyli z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu. Druga grupa to ronda turbinowe z organizacją ruchu odpowiadającą całkowicie lub częściowo organizacji ruchu typowej dla rond turbinowych, ale na których nie zainstalowano wyniesionych separatorów oddzielających poszczególne pasy ruchu, a ich funkcję pełni tylko pojedyncza linia ciągła typu P-2. Jak powszechnie wiadomo, zastosowanie rond jednopasowych czy dwupasowych w odpowiednich warunkach drogowo-ruchowych powoduje całkowite wykluczenie bądź redukcję niektórych typów zdarzeń drogowych. Interesującym wydaje się zatem poznanie struktury typów oraz przyczyn zdarzeń drogowych występujących na tych nowych typach rond. W artykule przedstawiono ogólną ocenę stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego dla grupy rond turbinowych z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu. Analizę tę przeprowadzono w oparciu o dane statystyczne uzyskane z bazy SEWiK. Jak wykazały wyniki przeprowadzonych badań, na rondach turbinowych, z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu, występuje ogólnie wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Słowa kluczowe: ronda turbinowe, bezpieczeństwo ruchu drogowego, inżynieria ruchu drogowego.

Wprowadzenie

Jednym z istotnych i zarazem aktualnych problemów z zakresu inżynierii ruchu drogowego, któremu poświęca się ostatnio wiele uwagi, a zarazem prac naukowych, jest problem zapewnienia użytkownikom sieci drogowo-ulicznej odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zgodnie z tą ideą zakłada się, iż sieć dróg powinna funkcjonować w taki sposób, aby dla jej użytkowników poszczególne rozwiązania były przewidywalne, intuicyjne oraz powinny „wybaczać” błędy swych użytkowników. W praktyce oznacza to, iż kierowca, który w swoim zachowaniu

na drodze popełnił błąd, powinien mieć szansę, aby szybko zrozumieć swoją pomyłkę i jak najszybciej ją skorygować.

Ronda zalicza się do jednych z najbezpieczniejszych form geometrycznych skrzyżowań (co potwierdzono m.in. w pracach [1], [2], [3], [4], [5], [6]). W sytuacji, gdy rondo zostało zaprojektowane w sposób poprawny, specyfika geometrii tego typu skrzyżowań wymusza na kierowcach pojazdów obniżenie prędkości podczas przejazdu przez skrzyżowanie, co z kolei sprzyja bardzo dobrej identyfikacji aktualnych sytuacji ruchowych panujących na nim.

Ronda turbinowe to wielopasowe skrzyżowania, które nie posiadają wad typowych dla rond wielopasowych, takich jak niski poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz niepełne wykorzystanie wewnętrznych pasów ruchu na skrzyżowaniu, przy jednocześnie ogólnie wysokiej przepustowości. Dodatkowego komentarza wymaga w tym miejscu kwestia bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz wykorzystania pasów ruchu na rondach dwupasowych. Nie wszystkie ronda dwupasowe mają ten sam sposób oznakowania pasów ruchu na wlotach, co z kolei determinuje poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego. W grupie rond dwupasowych wyróżnia się ronda, na wlotach których nie zastosowano oznakowania kierunkowego na poszczególnych pasach ruchu, oraz ronda, na których zastosowano tego typu oznakowanie. Zastosowanie oznakowania kierunkowego na wlotach rond dwupasowych zdecydowanie poprawia wykorzystanie poszczególnych pasów ruchu w obszarze ronda. Ponadto ronda dwupasowe z oznakowaniem kierunkowym na wlotach podporządkowanych (z tzw. oznakowaniem skandynawskim) uznaje się za rozwiązania bezpieczniejsze.

W Polsce funkcjonują dwie grupy rond turbinowych. Pierwsza z nich to grupa rond zaprojektowana pod względem geometrii i organizacji ruchu na wzór holenderskich rond turbinowych, czyli z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu. Druga grupa to ronda turbinowe z organizacją ruchu odpowiadającą całkowicie lub częściowo organizacji ruchu jak na typowych rondach turbinowych, ale na których nie zainstalowano wyniesionych separatorów oddzielających poszczególne pasy ruchu, a ich funkcję pełni tylko pojedyncza linia ciągła typu P-2. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe rondo turbinowe z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu, jak i z separatorami w postaci linii ciągłej.

¹ © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

² Artykuł opracowano na podstawie referatu wygłoszonego na IX konferencji naukowo-technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia komunikacyjnego”, Poznań – Rosnówek, 19–21. VI. 2013 r.



Rys. 1. Przykłady rond turbinowych a), b), c), d), e), f) z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu, g), h), i), j) z separatorami w postaci pojedynczej linii ciągłej typu P-2
 Źródło: a) [7], b) [8], c) [9], d) [10], e) [11], f) [12], i) [13], j) [14], g), h) własna dokumentacja fotograficzna

W artykule przedstawiono ocenę stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego na rondach turbinowych z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu.

W celu oceny poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego wykorzystuje się różnego typu dane statystyczne. Z kolei w różnego rodzaju porównaniach potrzebne jest stosowanie znormalizowanych ocen, które uwzględniają rodzaj zdarzenia drogowego oraz rodzaj powstałych szkód. Ponadto w analizach należy uwzględnić dane dotyczące parametrów pojazdów i parametrów ruchu drogowego, aktualnych warunków atmosferycznych, umiejętności kierowców i aktywności psychofizycznej kierowców w chwili zaistnienia zdarzenia drogowego. Wiele z tych danych jest jednak trudnych do uzyskania. Również opracowanie kryteriów oceny zagrożeń powstałych w ruchu drogowym, które mogłyby być powszechnie obligatoryjne, jest zadaniem trudnym i złożonym. Nie zawsze jest możliwe skorzystanie z opracowanych dotychczas kryteriów czy wskaźni-

ków, gdyż można nie dysponować wszystkimi niezbędnymi danymi statystycznymi.

Zebrałe na potrzeby niniejszego artykułu dane statystyczne nie charakteryzują całej złożoności zjawisk towarzyszących problematyce bezpieczeństwa ruchu drogowego na rondach turbinowych w Polsce. Stąd przedstawione w artykule wnioski wynikają z ogólnej oceny poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego na tego typu obiektach infrastruktury drogowej i pozwalają jedynie na określenie występujących trendów w strukturze zdarzeń oraz strukturze przyczyn zdarzeń drogowych. Ponadto ze względu na stosunkowo niedługi okres funkcjonowania rond turbinowych w Polsce analizą objęto nieliczny zbiór rond turbinowych.

Bezpieczeństwo ruchu drogowego na rondach

Zagadnieniom związanym z oceną stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego na skrzyżowaniach typu rondo poświęcono już znaczną liczbę prac zarówno w kraju, jak i za gra-

nicą. Jak wynika z przeprowadzonych badań, poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego na rondach zależy nie tylko od ogólnych cech geometrii skrzyżowania tj. głównie od wartości średnicy zewnętrznej oraz sposobu naprowadzenia wlotu/wylotu do ronda (który to decyduje o prędkości pojazdów na wlotach i wylotach), ale także w znaczącym stopniu od liczby pasów ruchu na rondzie oraz liczby ramion skrzyżowania, gdyż te czynniki wpływają na potencjalną liczbę punktów kolizji na rondzie. Niektóre prace naukowe m.in. [15] dowodzą, iż poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego w obszarze ronda silnie zależy od prędkości pojazdów na poszczególnych wlotach skrzyżowania. Im wyższa prędkość pojazdów na wlotach tym większa liczba zaobserwowanych zdarzeń drogowych.

Jak podaje literatura, w przypadku rond jednopasowych najczęściej występującymi typami zdarzeń drogowych są [16]:

- zderzenie boczne pojazdów – spowodowane nieustąpieniem pierwszeństwa przejazdu przy wjeździe na jezdnię główną skrzyżowania z wlotu podporządkowanego;
- wypadnięcie z toru jazdy (w kierunku wyspy środkowej, w kierunku wyspy dzielącej na wlotach oraz w kierunku na zewnątrz ronda na obszarze pomiędzy kolejnymi wlotami) – spowodowane utratą kontroli nad pojazdem;
- zderzenie tylne pojazdów na wlotach – spowodowane niezachowaniem bezpiecznego odstępu od pojazdu poprzedzającego.

W odniesieniu do rond dwupasowych najczęściej występującymi typami zdarzeń drogowych są [17]:

- zderzenia boczne przy zmianie pasa ruchu,
- zderzenia boczne przy wjeździe na jezdnię główną skrzyżowania,
- zdarzenia boczne przy opuszczaniu tarczy ronda,
- zderzenia tylne pojazdów.

Dane statystyczne pochodzące z poszczególnych krajów pozwoliły na określenie udziałów procentowych poszczególnych typów zdarzeń drogowych występujących na rondach. W zależności od kraju udziały wyżej wymienionych zdarzeń w całkowitej liczbie zdarzeń drogowych różnią się od siebie (tab. 1). Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, iż w tabeli 1 porównywane są różne formy rozwiązań geometrycznych ronda tj. zarówno przypadki, gdy osie dróg dojazdowych są naprowadzane na styczną (np. Australia i Wielka Brytania), jak i prostopadle w stosunku do wyspy środkowej.

Nowsze dane w zakresie poziomu bezpieczeństwa na rondach przedstawiono w pracy W. Brilona i dotyczą one zlokalizowanych w Niemczech minirond (tabela 2) oraz rond jednopasowych (tabela 3). Dane te także jednoznacznie potwierdzają fakt, iż tego typu skrzyżowania należą do bezpiecznych rozwiązań drogowych. Analizując informacje zamieszczone w tabeli 2 należy pamiętać, iż w Niemczech według ogólnie przyjętych zasad za wypadek uznaje się także kolizję i dla tego typu danych wyznaczone są wartości wskaźników przedstawionych w tabeli 2.

Z kolei w tabeli 3 przedstawiono wyniki badań bezpieczeństwa ruchu drogowego prowadzonych dla rond jednopasowych. Przedstawione w tabeli niskie wartości wskaźników (zwłaszcza kosztów zdarzeń) świadczą o wysokim poziomie bezpieczeństwa ruchu drogowego w obszarze rond jednopasowych. Wartości przedstawionych wskaźników są o około połowę niższe od odpowiednich wartości wskaźników dla skrzyżowań zwykłych oraz dla skrzyżowań z sygnalizacją świetlną.

Najczęściej występujące typy zdarzeń drogowych na rondach jednopasowych przedstawiono na rysunku 2.

Tabela 1

Główne typy zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniach typu ronda*					
kraj	typ zdarzenia drogowego	typ ronda	typ zdarzenia drogowego		
			boczne przy wjeździe [%]	tylne [%]	dotyczące jednego pojazdu** [%]
Australia	wszystkie	jednopasowe, wielopasowe	51	22	18
Francja	wypadki	jednopasowe, wielopasowe	37	13	28
Niemcy	wszystkie	jednopasowe	30	28	17
Szwajcaria	wszystkie	jednopasowe, wielopasowe	46	13	35
Wielka Brytania	wypadki	jednopasowe, wielopasowe	20 ÷ 71	7 ÷ 25	8 ÷ 30

* Suma wszystkich typów zdarzeń drogowych w wierszu niekoniecznie wynosi 100%, gdyż w tabeli wyszczególniono tylko trzy główne typy zdarzeń drogowych występujących na rondach.
** Utrata kontroli nad pojazdem, najechanie na znak, słup itp.

Źródło: [18]

Tabela 2

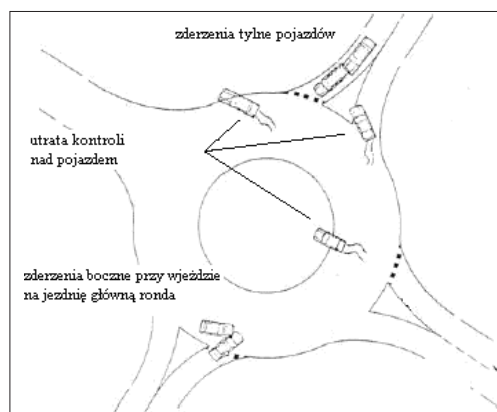
Wskaźniki wypadkowe na minirondach		
Wskaźniki zdarzeń	Przed przebudową	Minirondo
Liczba zdarzeń [zdarz./mln. poj.]	0,79	0,56
Koszty zdarzeń [€/1000 pojazdów]	9,47	3,91

Źródło: [19]

Tabela 3

	Skrzyżowanie przed		Małe rondo po	
	Wskaźnik zdarzeń [zdarzeń/106 poj.]	Wskaźnik kosztu zdarzeń [€/103 poj.]	Wskaźnik zdarzeń [zdarzeń/106 poj.]	Wskaźnik kosztu zdarzeń [€/103 poj.]
W. Brilon, B. Stuwe	0,97	14,77	1,62	7,36
R. Baumert teren zabudowy, poza terenem zabudowy	-	-	0,53 0,74	6,02 10,06
V. Meewes	-	-	0,92	8,00

Źródło: [19], [20], [21]

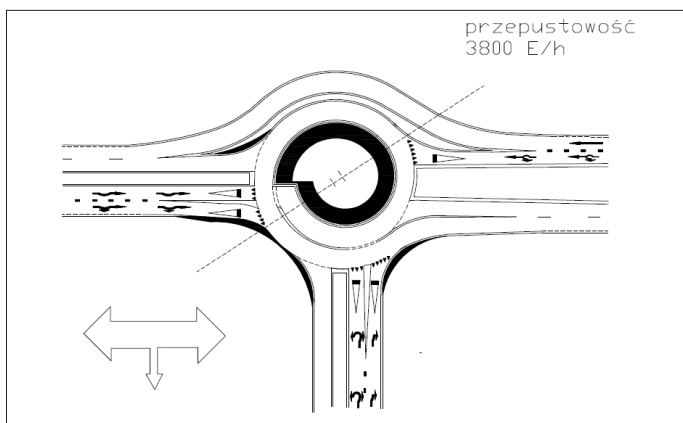


Rys. 2. Najczęściej występujące typy zdarzeń drogowych na rondach jednopasowych
Źródło: [16]

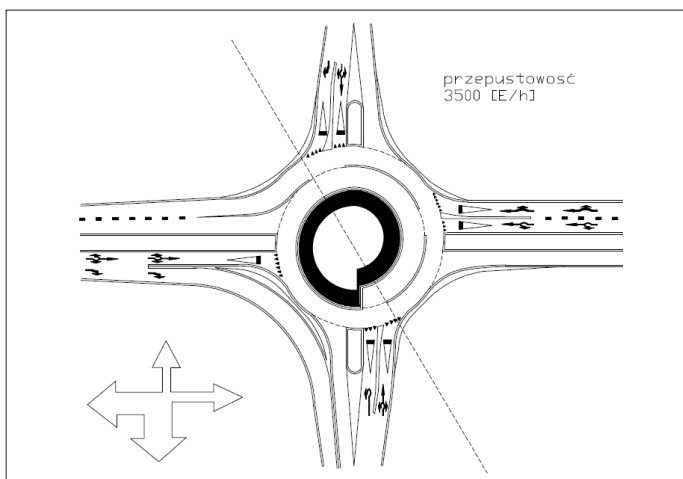
Jedną z głównych cech charakterystycznych dla rond turbinowych jest to, iż przecięcia torów jazdy pojazdów mogą wystąpić tylko i wyłącznie w punktach włączeń pojazdów z wlotów podporządkowanych na jezdnię główną ronda. Zastosowanie na rondzie wyniesionych ponad powierzchnię jezdni separatorów pasów ruchu zapobiega zmianom pasa ruchu w miejscach do tego zakazanych oraz zdecydowanie ogranicza liczbę bocznych zderzeń pojazdów, które w przypadku np. rond dwupasowych mogły wystąpić przy zmianie pasa ruchu na jezdni głównej bądź też przy opuszczaniu tarczy ronda wewnętrznym pasem ruchu. Ronda turbinowe zostały po raz pierwszy zaprojektowane w Holandii przez L. Fortuijn'a i V. Harte'go, co opisano w pracy [23]. Przykładowe rozwiązania geometryczne trójwlotowego oraz czterowlotowego ronda turbinowego przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

W przypadku rond turbinowych funkcjonujących w Polsce z separatorami pasów ruchu w postaci pojedynczej linii ciągłej typu P-2, stwierdzono występowanie następujących typów zdarzeń drogowych [25]:

- zderzenia boczne pojazdów (56.2%),
- zderzenia tylne pojazdów (34.3%),
- najechanie na słup, znak (5.8%),
- najechanie na pieszego (2.1%),
- wywrócenie się pojazdu (0.72%),
- inne (0.72%).



Rys. 3. Trójwlotowe rondo turbinowe z wydzielonym pasem ruchu
Źródło: [24]



Rys. 4. Czterowlotowe kolankowe rondo turbinowe
Źródło: [17]

Przedstawiony rozkład typów zdarzeń drogowych potwierdził, iż w przypadku rond turbinowych, na których funkcję separatorów pasów ruchu pełni tylko pojedyncza linia ciągła, typy zdarzeń są podobne do tych uzyskiwanych na rondach dwupasowych (opisanych w pracy [26]). Stąd można wnioskować, iż separatory pasów ruchu na rondach turbinowych w postaci pojedynczej linii ciągłej w warunkach polskich nie spełniają w pełni swojej funkcji w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Analiza stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego na rondach turbinowych funkcjonujących w Polsce z wyniesionymi separatorami pasów ruchu

Spośród wszystkich funkcjonujących obecnie w Polsce rond turbinowych analizą objęto tylko te skrzyżowania, na których zainstalowano wyniesione ponad powierzchnię jezdni separatory pasów ruchu. W związku z faktem, iż za okres analizy przyjęto lata 2010–2012, do badań ostatecznie wyselekcjonowano 7 obiektów, które już funkcjonowały w 2010 roku oraz wystąpiły na nich w tym okresie zdarzenia drogowe. Analizą nie objęto rond turbinowych z wyniesionymi separatorami pasów ruchu, które powstały po 2010 roku, były to m.in. ronda turbinowe w Oławie, w Płocku, Kielcach i wiele innych. Dane dotyczące zdarzeń drogowych pozyskano z bazy SEWiK oraz w niektórych przypadkach także z kart zdarzeń drogowych.

W pierwszym etapie prac dokonano szczegółowej oceny liczby, typów oraz przyczyn zdarzeń drogowych na każdym obiekcie oddzielnie. Liczbę kolizji oraz wypadków drogowych na poszczególnych obiektach w latach 2010–2012 przedstawiono na rysunkach 5 i 6. Należy zauważyć, iż liczba zdarzeń drogowych na rondzie turbinowym w Zabrze (skrzyżowanie alei Korfantego z ulicą Bruno) jest nieco wyższa niż na pozostałych uwzględnionych w analizie obiektach. Jednak, ze względu na ogólnie nieliczny zbiór rond turbinowych poddanych analizie, celowo nie odrzucono tego ronda. Ponadto liczba kolizji drogowych na wspomnianym rondzie turbinowym w Zabrze nie różni się o więcej niż o 10, w porównaniu do liczby kolizji drogowych na kolejnym pod względem liczby zdarzeń rondzie turbinowym (tj. rondzie w Zabrze na skrzyżowaniu alei Korfantego z ulicą Gdańską).

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, iż dominują kolizje drogowe (które stanowiły aż 95,98% wszystkich zdarzeń drogowych), natomiast wypadki z osobami lekko i ciężko rannymi (które stanowiły 4,02%), wystąpiły tylko na dwóch spośród badanych obiektów (z 54,55% osobami lekko rannymi oraz 45,45% osobami ciężko rannymi). Na badanych obiektach nie odnotowano żadnej ofiary śmiertelnej.

W celu poznania ogólnego charakteru oraz prawidłowości dotyczących struktury typów oraz przyczyn zdarzeń drogowych analizę przeprowadzono także łącznie dla wszystkich obiektów. Strukturę kolizji przedstawiono odpowiednio na rysunku 7. W przypadku kolizji drogowych dominują:

- zderzenia tylne pojazdów,
- najechania na przeszkodę,
- zderzenia boczne pojazdów,
- wywrócenie się pojazdu.

Z kolei do wypadków drogowych (które miały miejsce tylko na dwóch spośród analizowanych obiektów) dochodziło w wyniku zderzeń tylnych pojazdów bądź w wyniku zderzeń bocznych pojazdów.

Należy dodać, iż struktura kolizji drogowych przy pominięciu kolizji drogowych na najbardziej obciążonym rondzie turbinowym, nie różni się istotnie od struktury przedstawionej na rysunku 7. Przy pominięciu „obiekту odstającego” zostają zachowane proporcje pomiędzy poszczególnymi typami kolizji drogowych (i wynoszą one: zderzenia tylne pojazdów – 28,30%, najechania na przeszkodę – 26,42%, zderzenia boczne pojazdów – 25,47%, wywrócenie się pojazdu – 5,66%, inne – 14,15%).

Osobami poszkodowanymi na badanych obiektach byli wyłącznie kierowcy pojazdów samochodowych.

Na analizowanych obiektach nie odnotowano żadnych zdarzeń drogowych z winy pieszych, wszystkie powstały z winy osób kierujących pojazdami. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, iż najczęściej przyczynami zdarzeń drogowych na rondach turbinowych wyposażonych w wyniesione separatory pasów ruchu były:

- nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu,
- niedostosowanie prędkości do warunków ruchu,
- niezachowanie bezpiecznego odstępu od pojazdu poprzedzającego,
- nieprawidłowa zmiana pasa ruchu,
- nieprawidłowe omijanie,
- nieprawidłowe wyprzedzanie,
- inne, w tym nieustalona przyczyna.

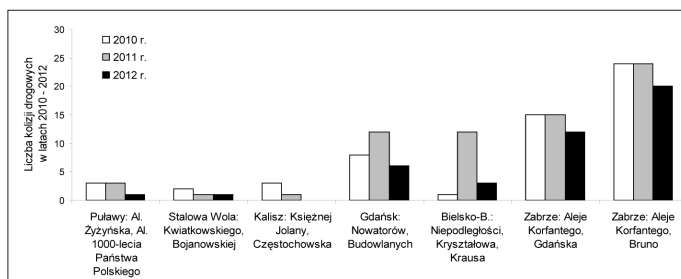
Szczegółową strukturę zdarzeń drogowych według przyczyny zdarzenia przedstawiono na rysunku 8.

Podsumowanie i wnioski

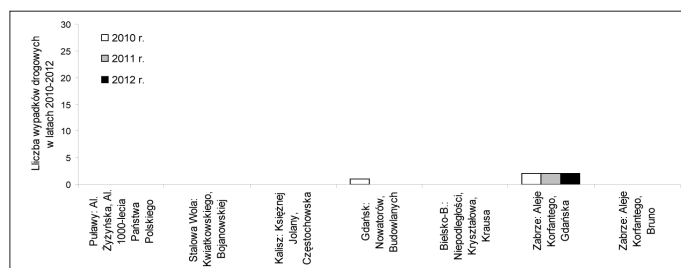
Należy podkreślić, iż przedstawiona w artykule analiza ma charakter poglądowy, gdyż wnioski zostały sformułowane w oparciu o dane statystyczne pochodzące z siedmiu funkcjonujących w Polsce rond turbinowych. Niemniej jednak rondo turbinowe z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu są w polskich warunkach nowością, stąd nawet tego typu wstępna analiza ma pewien wymiar praktyczny, gdyż jest to zapewne jedna z pierwszych w Polsce prób oceny stanu bezpieczeństwa na tego typu obiektach infrastruktury drogowej.

Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowano następujące wnioski dotyczące rond turbinowych z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu:

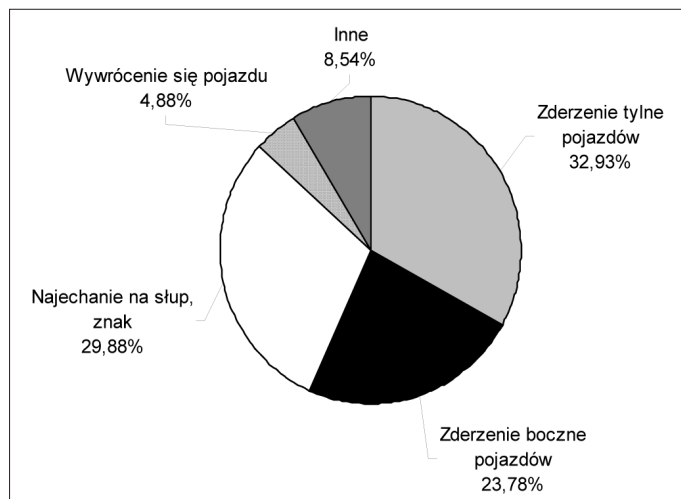
- występuje na nich ogólnie wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego. W badanym okresie nie odnotowano żadnej ofiary śmiertelnej, a wśród zaistniałych zdarzeń drogowych zdecydowanie dominowały kolizje drogowe (95,98%) nad wypadkami drogowymi (4,02%);
- najczęściej dochodziło do takich zdarzeń drogowych jak: zderzenia tylne pojazdów, najechania na przeszkodę, zderzenia boczne pojazdów oraz wywrócenie się pojazdu i można je zaklasyfikować jako w pewnym stopniu pośrednie pomiędzy klasycznymi typami zdarzeń przypisywanymi rondom jednopasowym i dwupasowym;



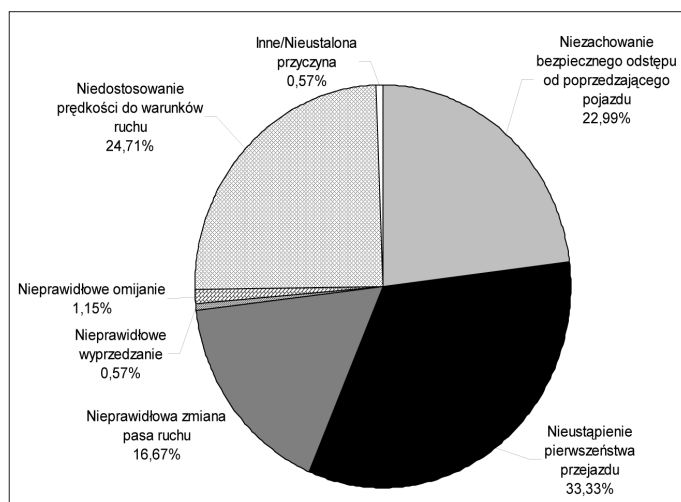
Rys. 5. Liczba kolizji drogowych na analizowanych rondach turbinowych wyposażonych w wyniesione ponad powierzchnię jezdni separatory pasów ruchu w latach 2010–2012



Rys. 6. Liczba wypadków drogowych na analizowanych rondach turbinowych wyposażonych w wyniesione ponad powierzchnię jezdni separatory pasów ruchu w latach 2010–2012



Rys. 7. Struktura kolizji drogowych na rondach turbinowych wyposażonych w wyniesione ponad powierzchnię jezdni separatory pasów ruchu w latach 2010–2012



Rys. 8. Struktura przyczyn zdarzeń drogowych na rondach turbinowych w latach 2010–2012

- najczęstszymi przyczynami zdarzeń drogowych były: nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu, niedostosowanie prędkości do warunków ruchu, niezachowanie bezpiecznego odstępu od pojazdu poprzedzającego, nieprawidłowa zmiana pasa ruchu, nieprawidłowe omijanie i nieprawidłowe wyprzedzanie.

Obserwacje ruchu drogowego na rondach turbinowych pozwoliły także autorce na stwierdzenie, iż początkowy okres funkcjonowania rond turbinowych w Polsce z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu uwidocznił problem doboru właściwego materiału na separatory. W sytuacji, gdy separatory wykonane są z np. z mas termoplastycznych, to ich mocowanie polega najczęściej na przyśrubowaniu separatora do nawierzchni pasa ruchu przez specjalnie przeznaczone do tego otwory. Gdy pojazdy (szczególnie pojazdy ciężkie) przejeżdżają przez rondo z niedostosowaną do warunków ruchu za wysoką prędkością, to najczęściej najjeżdżają one na separatory pasów ruchu, co w efekcie powoduje ich degradację, odpadanie śrub i odłamywanie się części separatorów. Te zniszczone fragmenty powodują pewne zanieczyszczenie powierzchni jezdni i jednocześnie stwarzają warunki niebezpieczne dla poruszających się kierowców pojazdów.

Ponadto wśród pewnej grupy użytkowników jak i projektantów dróg istnieje obawa, iż wyniesione ponad powierzchnię jezdni separatory będą stanowić pewnego rodzaju zagrożenie dla ruchu pojazdów jednośladowych (motocyklistów), co stanowi jedną z przyczyn niestosowania ich na rondach turbinowych.

Jak wykazały dane statystyczne, na rondach turbinowych wyposażonych w separatory pasów ruchu nie wystąpiło żadne zdarzenie drogowe z udziałem rowerzysty.

Literatura

1. Macioszek E., *Safe Road Traffic on Roundabouts as an Element Assisting Efficient Road Transportation System Development in the Upper Silesia Region*, [w:] R. Janecki, S. Krawiec, G. Sierpiński (red.): *Contemporary Transportation Systems. Selected Theoretical and Practical Problems. The Transportation as the Factor of the Socio-Economic Development of the Regions*, Monograph 386, Publishing House: Silesian University of Technology, Gliwice 2012.
2. Macioszek E., *Analiza prędkości przejazdu pojazdów przez skrzyżowania z ruchem okrężnym*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport, z. 82. *Systemy, podsystemy i środki w transporcie lądowym, morskim i śródlądowym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
3. Macioszek E., *Road Traffic Safety as an Element Creating Mobility Culture in Cities*. [w:] R. Janecki, G. Sierpiński (red.): *Contemporary Transportation Systems. Selected Theoretical and Practical Problems. New mobility Culture*. Monograph 324, Publishing House: Silesian University of Technology, Gliwice 2011.
4. Macioszek E., *Modele przepustowości wlotów skrzyżowań typu rondo w warunkach wzorcowych*, Open Access Library, Volume 3 (21), Gliwice 2013.
5. Małecki K., *Programowy symulator do badania zasad ruchu drogowego na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym*, „Logistyka”, 2012, nr 3.
6. Małecki K., Wątróbski J., *Przepustowość skrzyżowań o ruchu okrężnym jako element logistyki miejskiej*, „Logistyka”, 2010, nr 5.
7. Witryna internetowa: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=821058&langid=5>.
8. Witryna internetowa: <http://www.trajmiasto.pl/wiadomosci/Gdansk-poligonem-dla-nowego-typu-rond-n71206.html?vop=std>.
9. Witryna internetowa: <http://wikimapia.org/14509618/pl/Rondo-turbinowe>.
10. Witryna internetowa: <http://www.um.kalisz.pl/portal.php?id=news&news=13355194074f9a68af5ef4e>.
11. Witryna internetowa: <http://i2.fmxi.pl/fmi559/29247339002376524be698f4&w=800&h=600&ei=jc9iUtrYNYWctA-au3YDYCA&zoom=1&iact=rc&dur=436&page=18&tbnh=150&tbnw=210&ndsp=21&ved=1t:429,r:50,s:300,i:154&tx=119&ty=68>.
12. Witryna internetowa: http://przelom.pl/media/online/onl_3890.jpg&w=733&h=550&ei=v9BiUsqgC8W GswanoIAY&zoom=1&iact=rc&page=1&tbnh=138&tbnw=181&start=0&ndsp=17&ved=1t:429,r:2,s:0,i:85&tx=155&ty=53.
13. Witryna internetowa: <http://edroga.pl/inzynieria-ruchu/projektowanie/753-qrondaq-wplyw-oznakowania-na-zachowania-kierowcow-cz-iii?showall=1&limitstart>.
14. Witryna internetowa: <http://www.kocjan.pl/displayimage-65-15.html>.
15. Mahdalova I., Seidler T., Cihlarova D., *Influence of the roundabout geometry on its safety*. Transactions of the VSB – Technical University of Ostrava. No. 1, 2010, Vol. X, Civil Engineering Series.
16. Mauro R., Cattani M., *Potential accident rate of turbo-roundabouts*, p. 16. http://4ishgd.webs.upv.es/index_archivos/25.pdf.
17. Fortuijn L.G.H., *Turbo-Roundabouts: Development and Experiences (Turbo-Kreisverkehre; Entwicklungen und Erfahrungen)*. Seminar „Aktuelle Themen der Strassenplanung“. Donnerstag 25 Januar 2007. www.bast.de/nn_42642/DE/Publikationen/Downloads/downloads/turbokreisverkehre,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/turbo-kreisverkehre.pdf.
18. Brilon W., Bondzio L., *White Paper: Summary of International Statistics on Roundabout Safety*. Germany 1998.
19. Bilon W., *Ronda: Stan wiedzy w Niemczech*, Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP, Oddział w Krakowie, Nr 92, z. 151. Kraków 2010.
20. Brilon W., Stuwe B., *Kreisverkehrsplaetze – Leistungsfaehigkeit, Sicherheit und Verkehrstechnische Gestaltung (Roundabouts – Capacity, Safety and Design)*, Strassenverkehrstechnik, vol. 6, 1991.
21. Baumert R., *Verkehrssicherheit und Kapazitaet von einstreifigen Kreisverkehrsplaetzen – untersucht an Beispielen aus dem Kreis Borken (Traffic safety and capacity of single lane roundabouts – investigated with examples from the country of Borken)*, Diplome Thesis, Ruhr University, Bochum 1998.
22. Meewes V., *Sicherheit von Landstrassen-Knotenpunkten (Safety of rural intersections)*, Part 1 to 3. Strassenverkehrstechnik, vol. 47, no. 4-6, 2003.
23. Fortuijn L.G.H., Harte V. F., *Multi-lane roundabouts: exploring new models*, Traffic Engineering Working Days 1997. CROW Ede, Netherlands 1997.
24. Fortuijn L.G.H., *Turbo Roundabouts: Design Principles and Safety Performance*. Journal of the Transportation Research Board, No. 2096, Washington 2009.
25. Macioszek E., *Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego na rondach turbinowych w Polsce*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport z. 96. *Bezpieczeństwo i analiza Ryzyka w Transporcie*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2013.
26. Leemann N., Santel G., *Two-lane roundabouts. 9th Swiss Transport Research Conference*, p. 31, Ascona 2009. www.strc.ch/conferences/2009/Leemann.pdf.