

MACIOSZEK Elżbieta

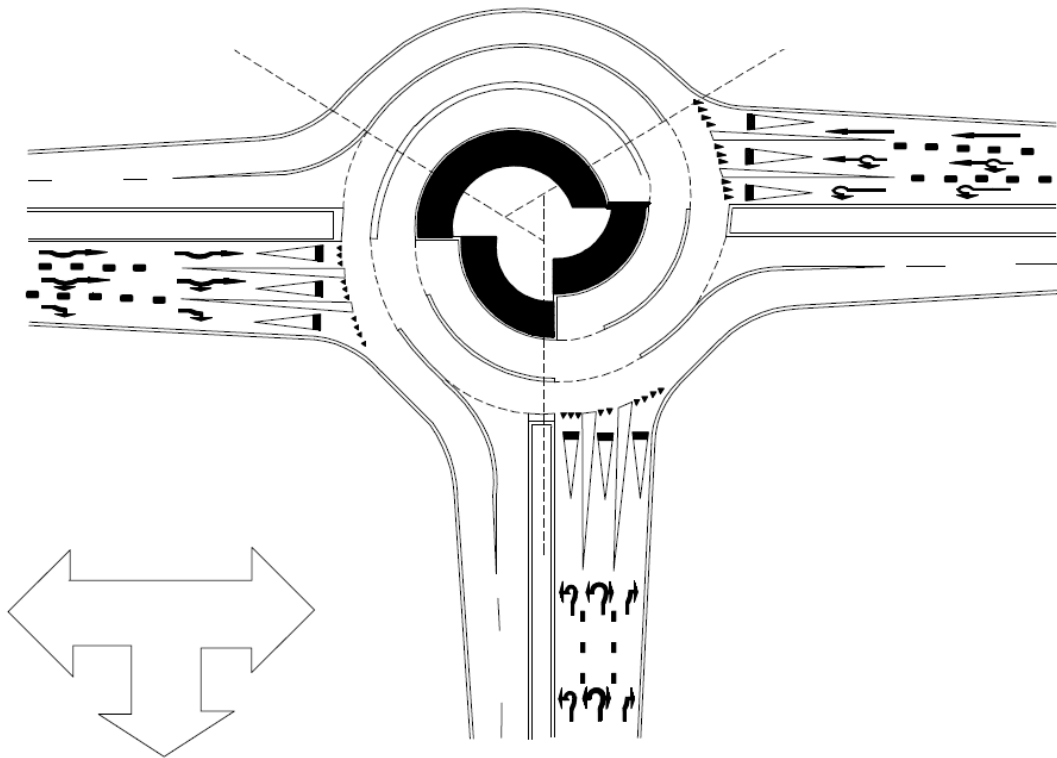
PROBLEMATYKA STOSOWANIA SEPARATORÓW PASÓW RUCHU NA RONDACH TURBINOWYCH

Streszczenie

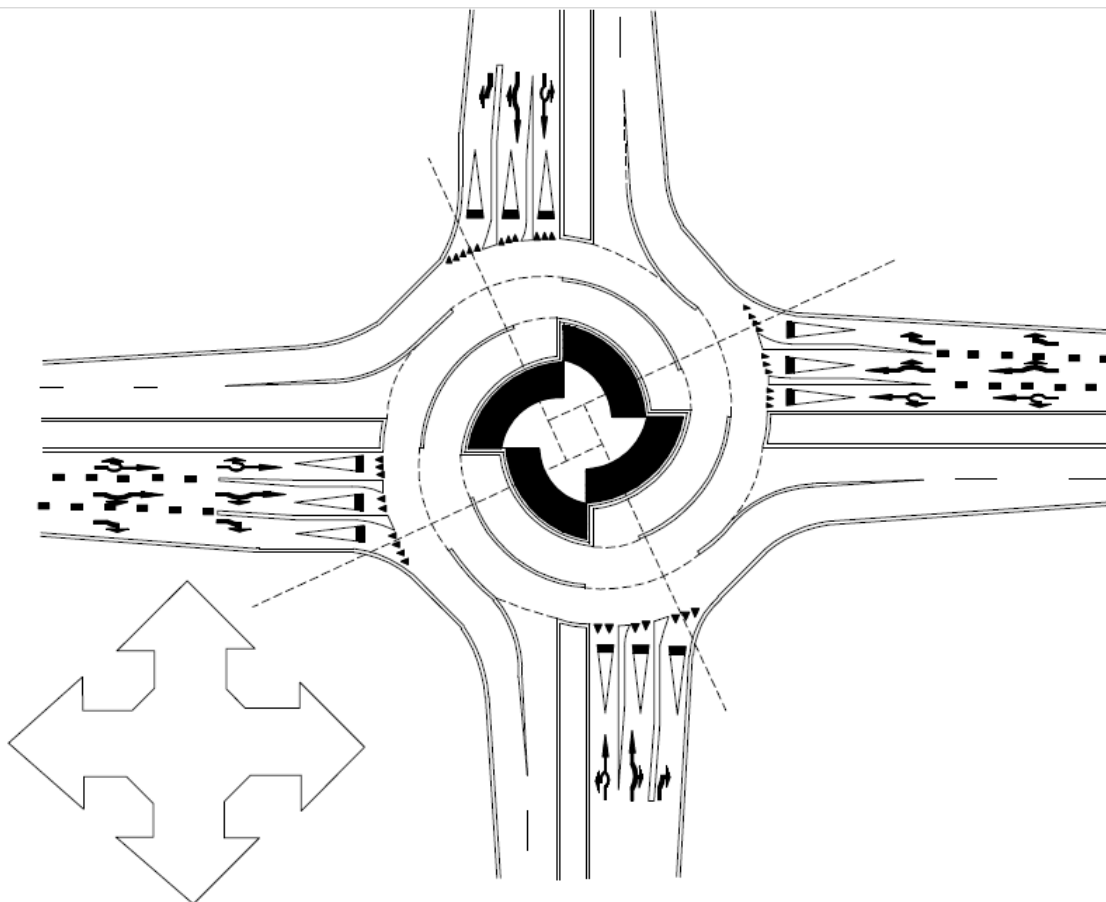
Zasadniczą cechą ruchu pojazdów w obszarze rond turbinowych jest to, iż strumienie pojazdów z poszczególnych pasów ruchu nie przecinają się. Po wyborze odpowiedniego pasa ruchu na wlocie (a zarazem pożądanego kierunku) kierowcy pojazdów kierowani są poprzez skanalizowane pasy ruchu na właściwe wyloty. W sytuacji, gdy rondo turbinowe na wlocie ma dwa pasy ruchu, to prawy pas ruchu prowadzi do następnego, tj. kolejnego wylotu, a lewy pas ruchu do kolejnych. Organizacja ruchu na rondzie turbinowym jest w ten sposób zaprojektowana, aby kierowcy nie zmieniali pasów ruchu w obszarze tarczy ronda, co skutecznie zmniejsza ryzyko powstania zdarzenia drogowego a tym samym podnosi poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego w obszarze skrzyżowania. W Polsce ronda turbinowe projektowane są zarówno z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu jak również jako ronda turbinowe z separatorami pasów ruchu w postaci pojedynczej linii ciągłej. W artykule przedstawiono problematykę stosowania separatorów pasów ruchu na stosunkowo nowych w Polsce rozwiązaniach drogowych jakimi są ronda turbinowe.

WSTĘP

Skrzyżowania typu rondo jednopasowe jak i wielopasowe to znane i powszechnie od wielu lat stosowane zarówno na świecie jak i w Polsce rozwiązania drogowe. O skuteczności rond, szczególnie tych jednopasowych w zakresie poprawy warunków ruchu drogowego na skrzyżowaniach informują liczne prace naukowo-badawcze (m.in. [4], [5], [9], [10], [11]). Z kolei rondo turbinowe (z j. ang. turbo roundabout) jest to rodzaj ronda zaprojektowanego w taki sposób, aby strumienie ruchu pojazdów poruszające się po wewnętrznym i zewnętrznym pasie ruchu nie przecinały się, gdyż są one w naturalny sposób kierowane na odpowiednie wyloty ronda poprzez skanalizowane tory jazdy. W przeciwieństwie do klasycznego ronda, na rondzie turbinowym nie ma możliwości zmiany pasa ruchu z zewnętrznego na wewnętrzny lub odwrotnie. W zależności od liczby ramion skrzyżowania oraz relacji na poszczególnych pasach ruchu, możliwa jest taka konfiguracja ronda turbinowego, która uniemożliwia zawracanie w jednym z kierunków. Kierowcy pojazdów ustępują pierwszeństwa przejazdu tylko przy wjeździe na jezdnię główną ronda, po czym kontynuują jazdę po rondzie w żadnym punkcie na rondzie lub przy zjeździe z niego nie ustępując już pierwszeństwa przejazdu. Fakt ten powoduje, że w stosunku do porównywalnych pod względem liczby pasów ruchu klasycznych rond wielopasowych na rondach turbinowych występuje mniej punktów kolizji a zarazem wyższy poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego.



Rys. 1. Przykładowe, trójwlotowe rondo turbinowe
 Źródło: [2].

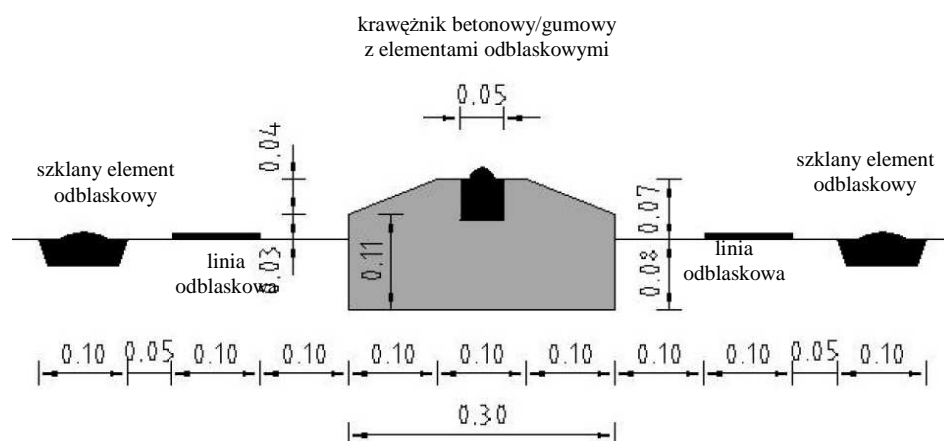


Rys. 2. Przykładowe, czterowlotowe, wirnikowe rondo turbinowe
 Źródło: [2].

Rondo turbinowe zostało zaprojektowane po raz pierwszy w Holandii pod koniec lat pięćdziesiątych XX wieku. Ze względu na dużą popularność jaką zyskał ten typ ronda, inne kraje na świecie chętnie zaadoptowały tego typu rozwiązanie drogowe. Także i w Polsce od początku XXI wieku w różnych miastach coraz częściej można spotkać ronda turbinowe. Na rys. 1 oraz rys. 2 przedstawiono przykładowe schematy rond turbinowych. W Polsce ronda turbinowe projektowane są zarówno z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu jak również jako ronda turbinowe z separatorami pasów ruchu w postaci pojedynczej linii ciągłej. W artykule przedstawiono problematykę stosowania separatorów pasów ruchu na stosunkowo nowych w Polsce rozwiązaniach drogowych jakimi są ronda turbinowe.

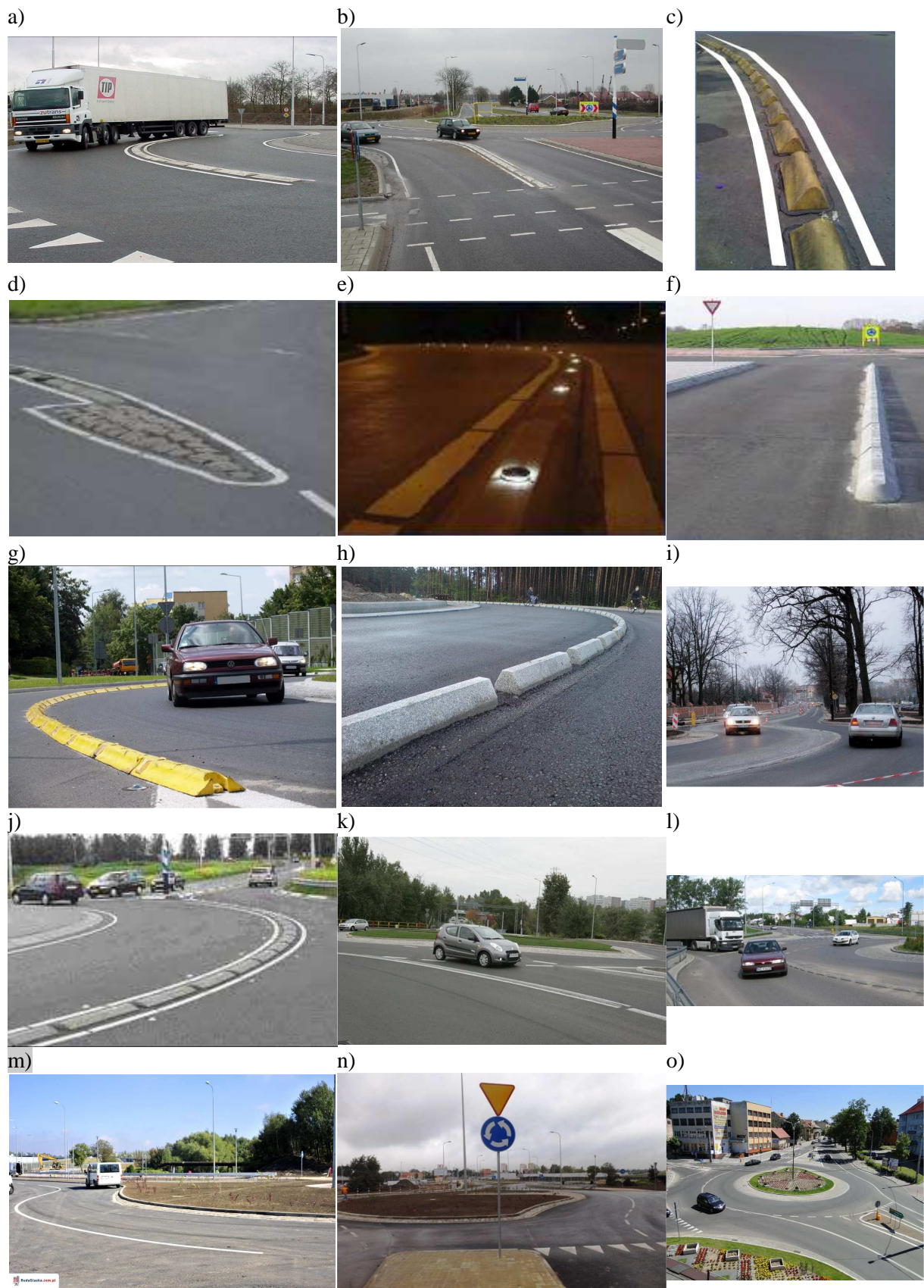
1. OZNAKOWANIE ROND TURBINOWYCH

Ze względu na brak możliwości zmiany pasa ruchu na jezdni głównej ronda turbinowego wybór pasa ruchu na wlocie determinuje dalsze poruszanie się po rondzie. Stąd nieodzownym elementem kształtującym tonda turbinowe jest właściwe oznakowanie pionowe i poziome, które powinno dostatecznie wcześniej w sposób właściwy informować kierowcę o tym, który pas powinien zająć zbliżając się na wlocie ronda, aby móc kontynuować jazdę w wybranym kierunku (problem właściwego oznakowania rond turbinowych w Polsce był przedmiotem pracy [8]). Poza wspomnianym oznakowaniem pionowym i poziomym na rondach turbinowych stosuje się także separatory pasów ruchu (rys. 3), o występowaniu których kierowcy informowani są za pomocą specjalnego elementu poprzedzającego (rys. 4d).



Rys. 3. Przekrój przez separator pasów ruchu
Źródło: [2].

Zgodnie z załącznikiem nr 4 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. 2003. Nr 220, poz. 2181) [21] separatory pasów ruchu służą m.in. do optycznego i mechanicznego rozdzielenia pasów ruchu o przeciwnych kierunkach ruchu, wyznaczenia toru jazdy pojazdów, oddzielenia pasów ruchu dla pojazdów komunikacji zbiorowej, wyznaczenia zawężonych pasów ruchu czy też krawędzi jezdni i stosuje się je w szczególności tam, gdzie



Rys. 4. Widoki separatorów pasów ruchu stosowanych na rondach turbinowych: a - l) wyniesionych ponad powierzchnię jezdni, m-o) w postaci pojedynczej linii ciągłej
 Źródło: a) [2], b) [3], c), d), e), f) [1], g) [12], h) [13], i) [14], j) [15], k) [16], l) [17], m) [18], n) [19], o) [20].

wyznaczenie pasów ruchu za pomocą znaków poziomych jest niewystarczające dla zapewnienia bezpieczeństwa i płynności ruchu.

W przypadku rond turbinowych mają one charakter trwałych urządzeń mających na celu zapobieganie zmiany pasa ruchu w miejscach niedozwolonych oraz jednoznaczne wyznaczanie toru przejazdu pojazdów od wlotu przez jezdnię główną aż do wylotu z ronda. Widoki wyniesionych ponad powierzchnię jezdni separatorów pasów ruchu stosowanych na rondach turbinowych przedstawiono na rys. 4a ÷ rys. 4l. Na rondach turbinowych projektowanych w Polsce spotyka się także separatory w postaci pojedynczej linii ciągłej (rys. 4m ÷ rys. 4o).

Pomimo iż zastosowanie na rondach turbinowych wyniesionych ponad powierzchnię jezdni separatorów pasów ruchu wyklucza całkowicie bądź sprowadza do minimum liczbę bocznych zderzeń pojazdów, które np. w przypadku rond dwupasowych mogą wystąpić przy zmianie pasa ruchu na jezdni głównej bądź też przy opuszczaniu tarczy ronda wewnętrznym pasem ruchu, to jak pokazała kilkuletnia praktyka w stosowaniu wyniesionych ponad powierzchnię jezdni separatorów pasów ruchu na rondach turbinowych w Polsce ich powszechne stosowanie budzi sporo kontrowersji.

2. PROBLEMATYKA STOSOWANIA SEPARATORÓW PASÓW RUCHU NA RONDACH TURBINOWYCH W POLSCE

Separatory pasów ruchu na rondach turbinowych funkcjonujących w naszym kraju są budzącym dyskusje elementem ronda.

Początkowy okres funkcjonowania rond turbinowych w Polsce z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu uwidocznili problem doboru właściwego materiału na separatory pasów ruchu. 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 z za wysoką prędkością, to najczęściej najeżdżają one na separatory pasów ruchu co w efekcie powoduje ich niszczenie, odpadanie śrub i odłamywanie się fragmentów separatorów. Te zniszczone fragmenty powodują pewne zanieczyszczenie powierzchni jezdni i jednocześnie stwarzają warunki niebezpieczne dla poruszających się pojazdów.

Dodatkowo 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 i rowerzystów), co stanowi jedną z częstych przyczyn ich nie stosowania na rondach turbinowych. Ponadto istnieje obawa o funkcjonowanie separatorów pasów ruchu na jezdniach głównych rond w warunkach zimowych, gdyż przy dużych opadach śniegu mogą być one niewidoczne, co może obniżać bezpieczeństwo na rondzie oraz pojawia się także problem odśnieżania zaśnieżonej jezdni głównej ronda turbinowego jak i wlotów ronda z wyniesionymi separatorami pasów ruchu.

Pomimo opisanych problemów jakie napotyka się przy stosowaniu separatorów ruchu na rondach turbinowych w warunkach polskich, badania statystyczne dotyczące poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego przeprowadzone zarówno dla rond turbinowych z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu jak i dla rond turbinowych, na których funkcję separatorów pełni pojedyncza linia typu P-2 wskazują, iż zastosowanie wyniesionych ponad powierzchnię jezdni separatorów pasów ruchu zdecydowanie podnosi poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego (problematyka bezpieczeństwa ruchu drogowego na tych dwóch grupach rond stanowiła przedmiot prac: [6], [7]).

Warto także nadmienić, iż w przypadku rond turbinowych funkcjonujących w Polsce z separatorami pasów ruchu w postaci pojedynczej linii ciągłej typu P-2, bez wyniesionych

ponad powierzchnię jezdni separatorów pasów ruchu stwierdzono występowanie następujących typów kolizji drogowych [6]:

- zderzenia boczne pojazdów (56,20 %),
- zderzenia tylne pojazdów (34,30 %),
- najechanie na słup, znak (5,80%),
- najechanie na pieszego (2,10 %),
- wywrócenie się pojazdu (0,72 %),
- inne (0,72 %).

Przedstawiony rozkład typów zdarzeń 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, poziom bezpieczeństwa jest porównywalny z poziomem bezpieczeństwa osiąganym na rondach wielopasowych i zarazem niższy niż na typowych rondach turbinowych z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu. Można stąd wnioskować, iż separatory pasów ruchu na rondach turbinowych w postaci pojedynczej linii ciągłej nie spełniają w pełni swojej funkcji w aspekcie właściwego poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Z kolei w przypadku rond turbinowych z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu stwierdzono występowania ogólnie wysokiego poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Na tego typu obiektach najczęściej dochodziło do takich kolizji drogowych jak [7]:

- zderzenia tylne pojazdów (32,93 %),
- najechania na przeszkodę (29,88 %),
- zderzenia boczne pojazdów (23,78 %),
- inne (8,54 %),
- wywrócenie się pojazdu (4,88 %).

Uzyskane typy zdarzeń można zaklasyfikować jako w pewnym stopniu pośrednie pomiędzy klasycznymi zdarzeniami odpowiadającymi rondom jednopasowym a dwupasowym. Fakt ten potwierdza, iż na rondach turbinowych z wyniesionymi ponad powierzchnię jezdni separatorami pasów ruchu występuje ogólnie wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego, wyższy niż na rondach turbinowych z separatorami pasów ruchu w postaci pojedynczej linii ciągłej.

PODSUMOWANIE

Mając na względzie powyższe rozważania, należy stwierdzić, iż przede wszystkim ze względów osiąganego wysokiego poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego wydaje się zasadnym stosowanie na rondach turbinowych funkcjonujących w Polsce separatorów pasów ruchu wykonanych z granitowych krawężników (takich jak np. na rys. 4c, 4f, 4h), które w przeciwieństwie do separatorów wykonanych z mas termoutwardzalnych lub chemoutwardzalnych cechują się większą trwałością i odpornością na uszkodzenia. Należy mieć jednak świadomość, iż nie są to całkowicie bezpieczne elementy infrastruktury ronda dla pojazdów jednośladowych (głównie motocyklistów).

W celu umożliwienia swobodnego odpływu wód opadowych z jedni zaleca się projektowanie separatorów pasów ruchu z przerwami (tak jak na rys. 4c i rys. 4h). Dodatkowo w celach zapewnienia właściwego poziomu bezpieczeństwa w warunkach nocnych można standardowo wyposażać je w punktowe elementy oświetlenia (takie jak na rys. 4e). Aby zapobiec ewentualnym najazdom pojazdów na separatory należy zapewnić na rondzie dodatkowy pas terenu pomiędzy pasami ruchu o szerokości około 0,50 m na swobodne zainstalowanie separatora i namalowanie linii pojedynczej ciągłej z obu jego stron (tak jak na rys. 4e). Dotychczasowa degradacja separatorów spowodowana najeżdżaniem na nie przez pojazdy spowodowana była najczęściej brakiem takiego pasa (tak jak

m.in. w przypadku ronda w Chrzanowie - rys. 4g, lub ronda w Puławach). Można także ze względu na bezpieczeństwo w ruchu kierowców pojazdów jednośladowych oraz ze względu ochrony pojazdów przed nadmiernymi uszkodzeniami rozważyć zastąpienie separatorów wykonanych z granitowych krawężników separatorami wykonanymi z gumy zwulkanizowanej ale o wymiarach odpowiadających separatorom z granitowych krawężników.

BIBLIOGRAFIA

1. Cruz L. A. B.: *Metodología para la evaluación técnica y operativa de turboglorietas como alternativa de intersección vial en el ámbito urbano*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Bogotá 2010.
2. Fortuijn L. G. H.: *Turbo - roundabouts; development and experiences (Turbo-Kreisverkehre; Entwicklungen und Erfahrungen)*. Seminar „Aktuelle Themen der Strassenplanung“. Donnerstag 25 Januar 2007 in der Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) in Bergisch Gladbach. Źródło: http://www.bast.de/nn_42642/DE/Publikationen/Downloads/downloads/turbo-kreisverkehre,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/turbo-kreisverkehre.pdf.
3. Fortuijn L. G. H.: *Pedestrian and bicycle - friendly roundabouts, dilemma of comfort and safety*. Province of South - Holland and Delft University of Technology The Netherlands. The annual meeting 2003 of the Institute of Transportation Engineers (ITE) in Seattle 2003. Źródło: <http://www.mnt.ee/atp/failid/SlowTrRoundb.pdf>.
4. Małecki K.: *Programowy symulator do badania zasad ruchu drogowego na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym*. Logistyka 3/2012
5. Małecki K., Wątróbski J.: *Przepustowość skrzyżowań o ruchu okrężnym jako element logistyki miejskiej*. Logistyka 5/2010, s. 9-13.
6. 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, s. 295-307.
7. Macioszek E.: *Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego na funkcjonujących w Polsce rondach turbinowych z separatorami pasów ruchu*. Materiały konferencyjne IX Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”. Wydajność Systemów Transportowych. Poznań, Rosnówko, 19-21 06. 2013 r., s. 449-460.
8. Macioszek E.: *Turbo-roundabouts signing and marking – current situation in Poland*. Archives of Transport Systems Telematics. Volume 6, Issue 1, February 2013, p. 26-30.
9. 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, p. 85-95.
10. 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, p. 61-71.
11. Macioszek E.: *Analysis of the Effect of Congestion in the Lanes at the Inlet to the Two-Lane Roundabout on Traffic Capacity of the Inlet*. [w:] J. Mikulski (ed.) Activities

- of Transport Telematics. Communications in Computer and Information Science 395. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, p. 97-104.
12. Strona internetowa: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=307075&page=32>. *Rondo turbinowe w Chrzanowie* (data odsłony 21. 01. 2013 r.).
 13. Strona internetowa: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=307075&page=32>. *Rondo turbinowe w Stalowej Woli* (data odsłony 21. 01. 2013 r.).
 14. Strona internetowa: <http://www.wspolczesna.pl/apps/pbcs.dll/article?AID=/20121120/REG30/121119670>. *Rondo turbinowe w Ełku* (data odsłony 21. 01. 2013 r.).
 15. Strona internetowa: <http://www.agora.tarnow.pl/printview.php?t=14&start=30> (data odsłony 03. 11. 2013 r.).
 16. Strona internetowa: <http://chorzow.naszemiasto.pl/galeria/zdjecia/2018178,chorzow-rondo-turbinowe-w-rejonie-galeczki-przy-zjezdzie-z,galeria,6883986,id,t,tm,zid.html#material-artykul> (data odsłony 03. 11. 2013 r.).
 17. Strona internetowa: http://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Gdansk-poligonem-dla-nowego-typu-rond-n71206.html?vop=std#fb_id:p0:121723,pozycja:0 (data odsłony 03. 11. 2013 r.).
 18. Strona internetowa: <http://rudaslaska.com.pl/fotoreportaz,ronda-turbinowe,53005,953061,3.html> (data odsłony 03. 11. 2013 r.).
 19. Strona internetowa: http://www.tvs.pl/46425,ruda_slaska_goni_rybnik_na_1_maja_oddano_do_uzytku_ronda_turbinowe_zdjecia.html,galeria,100984 (data odsłony 03. 11. 2013 r.).
 20. Strona internetowa: http://www.kujawsko-pomorskie.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=21688&Itemid=126 (data odsłony 03. 11. 2013 r.).
 21. Załącznik nr 4 „Szczegółowe warunki techniczne dla urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunki ich umieszczania na drogach” do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. 2003. Nr 220, poz. 2181).

THE PROBLEMS OF RAISED LANE DEVIDER USE AT TURBO ROUNDABOUTS

Abstract

The basic feature of vehicles moving on turbo roundabouts is fact that road traffic streams from particular traffic lanes don't intersect. Vehicles drivers after selecting the appropriate road traffic lane at the turbo roundabout inlet (as well as the desired destination) are directed to proper exits through channeled road traffic lanes. In situation, where inlet of turbo roundabout have two road traffic lanes, the right road traffic lane at the inlet leads to the next, subsequent exit and the left road traffic lane at the inlet leads to the next, another exits. The road traffic organization on turbo roundabouts is designed in such way that vehicles drivers don't change road traffic lanes in area of turbo roundabout, which effectively reduces the risk of road traffic accidents and therefore also raises level of road traffic safety on intersection. Turbo roundabouts in Poland are designed in two way, so we have two groups of turbo roundabouts. The first one, there is group of turbo roundabouts with raised lane dividers and the second one, there is group of turbo roundabouts with lane dividers as a single continuous line. The problem of use of lane dividers on turbo roundabouts, which are relatively

new kind of road intersection in Poland have been presented in this article.

Autor:

dr inż. **Elżbieta Macioszek** – Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Transportu, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu.

Adres e-mail: elzbieta.macioszek@polsl.pl.