

Karol F. Abramek, Tomasz Pusty

Problemy poruszania się autobusów po skrzyżowaniach z ruchem okrężnym

Wprowadzenie

Skrzyżowania o ruchu okrężnym pojawiły się na początku XIX wieku, dużo wcześniej niż samochody. Początkowo ruch na nich odbywał się w dwóch kierunkach. Dopiero w XX wieku z uwagi na ciągle wzrastające natężenie ruchu i pojawianie się coraz większej liczby pojazdów samochodowych, wprowadzono ruch w jednym kierunku. Taka właśnie organizacja ruchu obowiązuje do dziś. Dość szybko okazało się bowiem, że ten typ skrzyżowań charakteryzuje się wysokim poziomem bezpieczeństwa ruchu drogowego i większą przepustowością niż skrzyżowania z pierwszeństwem przejazdu. Ruch odbywa się dookoła placu lub wyspy zgodnie z kierunkiem strzałek wyznaczonych przez znak C-12 „ruch okrężny”. Znak ten w większości przypadków występuje łącznie ze znakiem A-7 „ustęp pierwszeństwa” (rys. 1).

Analiza problemu

Zjawisko powstawania rond w Polsce stało się obecnie bardzo powszechne. Administratorzy dróg zarządzają budowę i kształt wyspy, wokół której miałby odbywać się ruch w miejscach o niewystarczającej powierzchni, tam gdzie jest to nieefektywne, ze względu na ograniczoną przepustowość. Jazda po rondzie o jednym pasie ruchu z prawnego punktu widzenia nie stanowi problemu dla kierowców. Natomiast, jeżeli zwiększymy liczbę pasów ruchu,



Rys. 1. Znak C-12 „ruch okrężny” i znak A-7 „ustęp pierwszeństwa”

już pojawia się problem, gdyż zwiększa się liczba miejsc kolizyjnych, np. podczas zjazdu z ronda lub zmiany pasa ruchu. O ile problem prawny jest do opanowania poprzez prawidłową interpretację zapisów z ustawy *Prawo o ruchu drogowym*, to problem fizycznej możliwości przejechania pojazdu przez rondo już nie. Ronda o niewielkich wymiarach geometrycznych, stanowią wielkie zagrożenie w ruchu drogowym, gdyż kierowca samochodu o największych, dopuszczalnych na danej drodze wymiarach, zmuszony jest najechać na krawężnik. Powstaje wówczas sytuacja wypadkogenna. Wiąże się to z niebezpieczeństwem, np. wywrócenia pojazdu, czy też uszkodzenia nie tylko infrastruktury drogowej, lecz także samego samochodu. Chodzi tu przede wszystkim o manewry typu: skręt w lewo – zgodnie z kierunkiem ruchu na rondzie, zjazd ze skrzyżowania z ruchem okrężnym. Szczególnie dotyczy to pojazdów ciężarowych i autobusów.

Istnieją przepisy, które podają ogólne określenie toru, po jakim powinny poruszać się pojazdy, a mianowicie: „pojazd samochodowy i zespół pojazdów powinien mieć możliwość poruszania się wewnątrz pierścienia o promieniu zewnętrznym 12,50 m i promieniu wewnętrznym 5,30 m – dotyczy to pojazdów zarejestrowanych po raz pierwszy po dniu 31 grudnia 1993 r.” [1].

Problem fizycznej możliwości przejechania przez rondo wynika z małej szerokości pasa ruchu oraz z występowaniem zjawiska tzw. „zachodzenia tyłu”. Jak wynika z literatury [2] szerokość pasa ruchu dla rozwiązań małych rond w obszarach zabudowanych może wynosić 4,5 m dla średnicy zewnętrznej ronda 35 m. Natomiast dla średnicy zewnętrznej ronda 26 m, szerokość pasa ruchu wynosi 5,5 m.

W momencie skrętu, aby uniknąć bocznego ślizgania się kół po powierzchni, jak wynika z teorii ruchu pojazdu, wszystkie koła powinny toczyć się po okręgach współśrodkowych (przedłużenia osi wszystkich kół powinny przecinać się w jednym punkcie, którym jest środek obrotu).

Ponieważ najczęściej w pojazdach samochodowych ruch krzywoliniowy jest

realizowany przez skracanie kół przednich to środek obrotu będzie leżał na przedłużeniu osi obrotu kół tylnych (w przypadku osi wielokrotnej będzie to hipotetyczna prosta leżąca w połowie rozstawu osi tylnych). Ta zależność jest realizowana przez mechanizm trapezowy układu zwrotniczego. Podczas skrętu koła tylne toczą się po mniejszym promieniu jak koła przednie, stąd tak istotne są dla pojazdu wyliczenia wymiarów największej dopuszczalnej na danej drodze szerokości pasa ruchu (rys. 2). Pokonywanie „małego ronda” odbywa się z niewielkimi prędkościami (5-10 km/h) i w takim przypadku można pominąć siły odśrodkowe i wykorzystać jedynie zależność geometryczną wynikającą z budowy układu kierowniczego.

Szerokość niezbędną obliczamy z zależności:

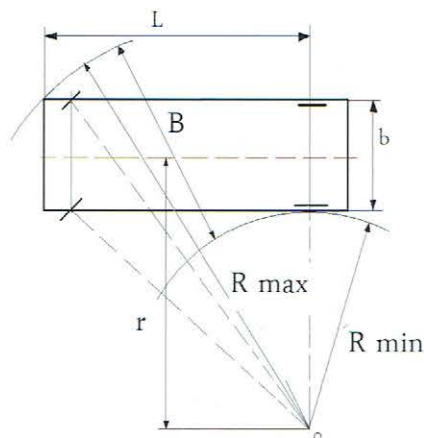
$$R_{\min} = r - \frac{b}{2}$$

$$R_{\max} = \sqrt{\left(r + \frac{b}{2}\right)^2 + L^2}$$

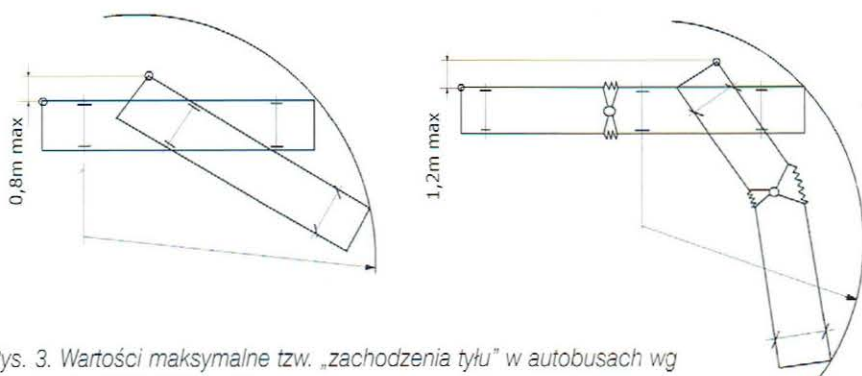
natomiast szerokość pierścienia ze wzoru:

$$B = R_{\max} - R_{\min}$$

W przypadku zespołów pojazdów, szerokość pierścienia B oblicza się podobnie, z tym że R_{\min} stanowi najmniejszy promień drugiego członu pojazdu.



Rys. 2. Szerokość drogi niezbędna dla ruchu pojazdu dwuosiowego



Rys. 3. Wartości maksymalne tzw. „zachodzenia tyłu” w autobusach wg regulaminu EKG ONZ nr 36

Szerokość skrętu ma kluczowe znaczenie w przypadku autobusów miejskich, przegubowych o dużym zwisie przednim.

Istotnym zjawiskiem podczas ruchu pojazdów jest zjawisko tzw. zachodzenia członu tylnego (rys. 2.), a więc istnieje konieczność zwiększenia szerokości pasa potrzebnego do wykonania manewru skrętu. Występowanie zachodzenia tyłu pojazdu podczas wykonywania manewru jest niezależne od rozwiązania kinematyki skrętu. Jest to zjawisko bardzo niebezpieczne na małych rondach, o niedużej szerokości pasa ruchu, z uwagi na to, że skrajne punkty tylnego członu pojazdu przemieszczają się w stronę przeciwną do skrętu. Zachodzenie tyłu normuje Regulamin EKG ONZ nr 36, gdzie podano dopuszczalne wartości dla autobusów jednoczłonowych i dwuczłonowych (przegubowych).

Najczęściej wykorzystywane rozwiązania konstrukcyjne autobusów w komunikacji miejskiej to:

- ❑ autobus trzyosiowy z nieskrętną napędową środkową osią, oś przednia i oś tylna są osiami skrętnymi (np. Solaris Urbino 15) konstrukcyjnie możliwa minimalna średnica zawracania 11, 827 m; zachodzenie tyłu może osiągnąć wartość 1,359 m,
- ❑ autobus przegubowy – oś przednia członu pierwszego i oś członu drugiego są osiami skrętnymi, oś tylna członu pierwszego jest osią napędową (np. Ikarus 280),
- ❑ autobus przegubowy – oś przednia członu pierwszego jest osią skrętną, oś tylna członu drugiego jest osią napędową, oś tylna członu pierwszego jest osią nośną nienapędową i nieskrętną. Niekiedy może być stosowany układ pewnej, minimalnej zmiany kąтового ustawienia osi napędowej w celu zmniejszenia „zachodzenia tyłu” (np. Scania, MAN).

Podsumowanie

Przy budowie ronda konieczne jest uwzględnienie nie tylko wiedzy z zakresu budownictwa lądowego, ale także teorii inżynierii ruchu. W szczególności dotyczy to ukształtowania ronda, w tym zmniejszenia liczby miejsc kolizyjnych przy jednoczesnym zwiększeniu przepustowości skrzyżowania. Źle dobrane minimalne wymiary geometryczne ronda o wąskim pasie ruchu i o małym promieniu, jak ma to miejsce, np. w Koninie na ul. Kleczewskiej (rys. 4.) powodują, że rondo nie spełnia swojego zadania. Kierowcy samochodów ciężarowych lub autobusów komunikacji miejskiej nie są w stanie bezpiecznie, zgodnie z przepisami, dokonać manewru skrętu w lewo. Zmuszeni są najechać na wyspę, wokół której odbywa się ruch. Takich niewielkich rond jest więcej. W ich przypadku można mieć uzasadnione wątpliwości dotyczące przy-

gotowania merytorycznego projektanta oraz podmiotów odpowiedzialnych za zatwierdzenie projektu oraz wydanie decyzji budowlanych. Przedstawione na rysunku 4 skrzyżowanie jest zlokalizowane na drodze krajowej nr 25 o dużym natężeniu ruchu pojazdów, w większości ciężarowych. Żaden z obsługujących polskie miasta autobusów komunikacji miejskiej i regionalnej nie jest w stanie zgodnie z przepisami bezpiecznie skręcić w lewo na tym skrzyżowaniu. W wielu przypadkach lepszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie sygnalizacji świetlnej niż budowa małego ronda.

Bibliografia

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia. DzU nr 32 z dnia 23 lutego 2003 r.
2. Datka S., Suchorzewski W., Tracz M.: *Inżynieria ruchu*. WKiŁ, Warszawa, 1999.
3. Tomacki M.: *Kierunki ruchu na rondach*. Strefa Jazdy 2008, nr 1.
4. Tomacki M.: *Sposób na oblanie kursanta*. Strefa Jazdy 2008, nr 3.

Autorzy:

dr inż. **Karol Franciszek Abramek**,
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,
karol.abramek@zut.edu.pl
mgr inż. **Tomasz Pusty**,
Ośrodek Szkolenia Kierowców w Koninie,



Rys. 4. Skrzyżowanie o ruchu okrężnym w Koninie na ul. Kleczewskiej