

TRAFFIC SAFETY AT THE CROSS-ROADS AND INTERCHANGES BEZPIECZEŃSTWO RUCHU NA SKRZYŻOWANIACH I WĘZŁACH DROGOWYCH

Andrzej Surowiecki¹, Wojciech Kozłowski²

ABSTRACT

There were presented the types of maneuvers made on the nodes of the vehicles. Specified types of events and factors influencing the occurrence of accidents and collisions. The influence of location and types of nodes and node elements for traffic safety. Attention was drawn to the zone exit and entrance nodes (their location and characteristics), regarded as dangerous places for drivers.

The elements of nodes, affecting the level of traffic safety are discussed as follows: type of lane switching, roads liaison (geometrical arrangement in the plan and profile), road works and equipment as the scene of the collision, the intersection of ramps with the ways of collectively. Mentioned ancillary infrastructure (signs, control, lighting, pavement type and condition), a factor affecting the level of traffic safety. The article is ended comments on the management of traffic safety on the nodes.

Keywords:

cross-roads, interchanges, design conditions, traffic safety

1. WARUNKI PROJEKTOWANIA SKRZYŻOWAŃ I WĘZŁÓW NA DROGACH EKSPRESOWYCH

1.1 Skrzyżowania

Na drogach ekspresowych dopuszcza się następujące typy skrzyżowań [3, 5, 6]:
- skanalizowane, regulowane znakami pionowymi, jako rozwiązanie podstawowe,

¹ Andrzej Surowiecki, Assoc. Prof. Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Department of Civil Engineering, Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, Poland, e-mail: andrzej.surowiecki@up.wroc.pl, Higher Military Schoole of Wrocław, Department of Security Engineering, Czajkowskiego St.108, 51-160 Wrocław

² Wojciech Kozłowski, PhD, Eng., Opole University of Technology, Department of Roads and Bridges, ul. Ozimska 75A, 45-368 Opole, Poland, e-mail: w.kozlowski@po.opole.pl

- skanalizowane z sygnalizacją świetlną lub rondo, jako rozwiązanie wyjątkowo dopuszczalne.

Projektowanie skrzyżowania wymaga szczególnej staranności z uwagi na konieczność zachowania wysokiego poziomu bezpieczeństwa na drodze [2, 4].

Na skrzyżowaniu powinny być spełnione warunki: rozpoznawalności z każdego wlotu, widoczności, zrozumiałości i przejezdności (dobrych i bezpiecznych warunków przejazdu, wynikających z układu geometrycznego torów jazdy) [3, 5, 6].

Warunki widoczności na skrzyżowaniu należy sprawdzać dla przypadków: zakrzywionego wlotu drogi podporządkowanej, dojazdu do drogi ekspresowej, ruszania z drogi podporządkowanej [1, 4].

Przy dojeździe do skrzyżowania z drogą główną po zakrzywionym w planie odcinku drogi podporządkowanej powinna być zapewniona widoczność ustawionego przed skrzyżowaniem znaku drogowego z odległości L_z umożliwiającej zatrzymanie pojazdu poruszającego się z prędkością miarodajną v_m po drodze podporządkowanej. Na przykład dla $v_m = 100$ km/h $\rightarrow L_z = 190$ m, dla $v_m = 50$ km/h $\rightarrow L_z = 50$ m [4].

Przy dojeździe do drogi ekspresowej kierowca pojazdu podporządkowanego powinien mieć możliwość podjęcia decyzji z odległości co najmniej 20 m (zaleca się 30 m) od krawędzi jezdni o wykonaniu manewru lub konieczności zatrzymania się przed skrzyżowaniem. Najmniejsza długość odcinka widoczności L_1 mierzona wzdłuż drogi głównej wynosi [4]:

- dla $v_m = 100$ km/h na drodze głównej jednojezdniowej $\rightarrow L_1 = 350$ m, dla $v_m = 80$ km/h $\rightarrow L_z = 270$ m,

- dla $v_m = 100$ km/h na drodze głównej dwujezdniowej $\rightarrow L_1 = 400$ m, dla $v_m = 80$ km/h $\rightarrow L_z = 320$ m.

Przy ruszaniu pojazdu z miejsca zatrzymania na drodze podporządkowanej, kierowca powinien widzieć drogę główną co najmniej na odległość L_2 . Odległość ta jest niezbędna dla oceny sytuacji ruchowej i podjęcia decyzji o wykonaniu manewru. Obserwacja drogi głównej powinna być wykonywana z odległości 3 m (zalecane 5-10 m).

Najmniejsza długość odcinka widoczności L_2 mierzona wzdłuż drogi głównej wynosi:

- dla $v_m = 100$ km/h na drodze głównej jednojezdniowej $\rightarrow L_1 = 270$ m, dla $v_m = 80$ km/h $\rightarrow L_z = 200$ m,

- dla $v_m = 100$ km/h na drodze głównej dwujezdniowej $\rightarrow L_1 = 330$ m, dla $v_m = 80$ km/h $\rightarrow L_z = 270$ m.

1.2 Węzły

Węzeł składa się z elementów, spełniających określone funkcje. Wyróżnia się elementy węzła [1, 2, 4]:

- jezdnie główne, krzyżujące się w różnych poziomach,
- pasy wyłączania, będące wyjazdami z jezdni głównych lub łącznic,
- pasy włączania, będące wjazdami na jezdnie główne lub łącznice,
- łącznice, łączące wyjazdy z wjazdami krzyżujących się w różnych poziomach jezdni głównych,
- odcinki przeplatania potoków ruchu, kształtowane przez dodanie pasa (lub pasów) ruchu, pełniącego funkcję pasa włączania i jednocześnie wyłączania,

- dodatkowe jezdnie zbierająco-rozprowadzające, umożliwiające łączenie się i rozdzielanie potoków ruchu poza jezdniami głównymi,
- obiekty inżynierskie (wiadukty).

Przy projektowaniu węzła należy uwzględnić [4]: bezpieczeństwo ruchu, sprawność ruchu, ekonomię rozwiązania. Rozwiązanie węzła powinno charakteryzować się [4]: możliwie najmniejszą powierzchnią terenu, możliwością etapowania budowy, estetyką i jak najmniejszą ingerencją w środowisko.

Węzły są różnie klasyfikowane, na przykład [1, 4]: całkowicie bezkolizyjne (typ WA), częściowo (WB) i całkowicie kolizyjne (WC). Elementy węzła mają różny wpływ na bezpieczeństwo ruchu na poszczególnych typach węzłów [1].

Schemat węzła bezkolizyjnego należy przyjmować w dostosowaniu do warunków terenowych, struktury kierunkowej i natężenia prognozowanego ruchu oraz przebiegu krzyżujących się dróg [4]. Obowiązują następujące zasady [4]:

- na jezdni głównej przed wjazdem należy projektować wyjazd,
- wyjazd z jezdni głównej i wjazd na nią powinien być projektowany wyłącznie po prawej stronie; dopuszcza się wyjątkowo wyjazd i wjazd po lewej stronie łącznicy jednopasowej, gdy jest to związane z dodaniem pasa ruchu,
- zalecane jest, aby w obrębie węzła znajdował się tylko jeden wyjazd i jeden wjazd na jezdnię główną.

Schemat węzła częściowo kolizyjnego należy przyjmować w dostosowaniu do rodzajowej struktury i natężeń prognozowanego ruchu, do przebiegu krzyżujących się dróg oraz warunków terenowych [4]. Ponadto uwzględnia się zasady [4]:

- droga wyższej klasy powinna być prowadzona bez zakłóceń i jeżeli to możliwe na poziomie niższym,
- zaleca się dostosowanie ukształtowania geometrycznego drogi niższej klasy do warunków lokalnych,
- przed wjazdem na drogę, na której relacje skrętne odbywają się bezkolizyjnie, powinien znajdować się wyjazd,
- wyjazd z drogi i wjazd na drogę, na której relacje skrętne odbywają się bezkolizyjnie, powinien być projektowany wyłącznie po prawej stronie i właściwie oznakowany.

Stosowanie węzła kolizyjnego jest zalecane na jednojezdniowej drodze ekspresowej, jeżeli nie przewiduje się jej rozbudowy do przekroju dwujezdniowego. Wyjątkowo dopuszcza się stosowanie węzła kolizyjnego na dwujezdniowej drodze ekspresowej [4].

2. BEZPIECZEŃSTWO RUCHU NA SKRZYŻOWANIACH I WĘZŁACH

2.1 Uwagi ogólne

Bezpieczeństwo ruchu na skrzyżowaniach w sposób istotny zależy od układu geometrycznego i organizacji ruchu. Koleizacja ruchu (wyspy typu trójkąt, kropla, i in.) wpływa na poprawę stanu bezpieczeństwa i zmniejsza liczbę błędów popełnianych przez kierowców (np. jazda w niewłaściwym kierunku) [1].

Na węzłach (podobnie jak na skrzyżowaniach) zdarzają się kolizje i wypadki, wskutek wykonywania następujących manewrów przez pojazdy [1]: włączanie,

wyłączanie, przeplatanie, przyspieszanie i hamowanie. Do podstawowych zdarzeń drogowych na węzłach należą: zderzenia czołowe, zderzenia boczne, najechanie na tył pojazdu, najechanie na obiekty stałe.

Fakt wystąpienia wypadków i kolizji na węzłach zależy od różnych czynników, na przykład: niezrozumiały układ geometryczny węzła, niedostateczna widoczność, zbyt krótkie odcinki przeplatania itp. [1].

Bezpieczeństwo ruchu na węzle jest uwarunkowane [4]:

- rozpoznawalnością lokalizacji punktów rozdziału i łączenia potoków ruchu oraz zapewnieniem właściwych odstępów między tymi strefami,
- ograniczeniem do niezbędnego minimum liczby wyjazdów z jezdni głównej i wjazdów na jezdnię główną,
- przejrzystością poszczególnych elementów węzła i ich właściwym oznakowaniem.

Na bezpieczeństwo ruchu wpływa także odległość między węzłami i ich lokalizacja. Zbyt małe odległości powodują trudność w wykonywaniu manewrów przeplatania, zmniejszenie przepustowości i w konsekwencji ograniczenie prędkości jazdy [1].

2.2 Wyjazdy (zjazdy)

Wyjazd z jezdni głównej należy projektować tylko poprzez pas wyłączenia, umieszczony z prawej strony jezdni [4]. Wyjazd powinien być kształtowany w formie równoległego lub kierunkowego (ukośnego) pasa wyłączenia. Wpływ wyjazdu na zachowanie się kierowcy jest obserwowany nawet w odległości 1500 m przed wyjazdem [1].

Podstawowe wymagania, jakie powinien spełniać pas wyłączenia [4]: zgodność z przekrojem łącznicy, odpowiednia długość dla redukcji prędkości pojazdów, dobra rozpoznawalność, wystarczająca przepustowość, właściwe oznakowanie. Pas wyłączenia jest ważnym elementem zjazdów umożliwiającym dostosowanie prędkości pojazdu do bezpiecznej prędkości na łącznicy. Bezpieczeństwo ruchu na pasach wyłączenia zależy od rodzaju pasa i jego długości. Projektuje się pasy wyłączenia: równoległe (stosowane najczęściej w Europie Zachodniej) i kierunkowe (preferowane w USA). Widoczność strefy wyjazdu jest kolejnym ważnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo ruchu [1]: kierowca oprócz oznakowania zjazdu powinien widzieć z odpowiedniej odległości poszczególne elementy zjazdu: pas wyłączenia, końcówkę zjazdu i początek łącznicy (drogi łącznikowej). Taka odległość widoczności, nazywana decyzyjną powinna według [1] wynosić minimum 900 m dla dróg ruchu szybkiego.

2.3 Wjazdy

Strefy wjazdów na węzłach należą do najtrudniejszych miejsc z punktu widzenia kierujących pojazdami. Wjazd na jezdnię główną powinien odbywać się tylko poprzez pas włączania, zlokalizowany po prawej stronie jezdni. Pas włączania stosuje się też przy wjeździe na łącznicę i drogę zbierająco-rozprowadzającą [1, 4].

Wjazd na jezdnię główną powinien być kształtowany przy zastosowaniu równoległego pasa włączania [4]. W przypadku konieczności stosowania dwóch

następujących po sobie wjazdów na jezdnię główną, należy między nimi zachować odległość minimum 200 m.

Lokalizacja, rodzaj i ukształtowanie wjazdu mają istotny wpływ na bezpieczeństwo ruchu na węzłach [1]. Przykłady niekorzystnych lokalizacji wjazdów podano w podręczniku [1]:

- lokalizacja wjazdu zbyt blisko za wiaduktem i brak widoczności wjazdu,
- odległość od wiaduktu mniejsza niż 220 m,
- wjazd zlokalizowany na wzniesieniu drogi głównej.

2.4 Drogi łącznikowe

Drogi łącznikowe (łącznice) są obiektami węzłów na których występuje zmiana prędkości jazdy. Elementami łącznic wpływającymi na bezpieczeństwo ruchu są łuki poziome i pochyleńia podłużne [1].

2.5 Odcinki przeplatania

Przeplatanie powinno odbywać się tylko na jezdni jednokierunkowej o co najmniej dwóch pasach ruchu. Odcinek przeplatania powinien być projektowany na długości jezdni zbierająco-rozprowadzającej. Dopuszcza się lokalizację odcinka przeplatania na jezdni głównej drogi ekspresowej, pod warunkiem zapewnienia wystarczającej przepustowości strefy przeplatania.

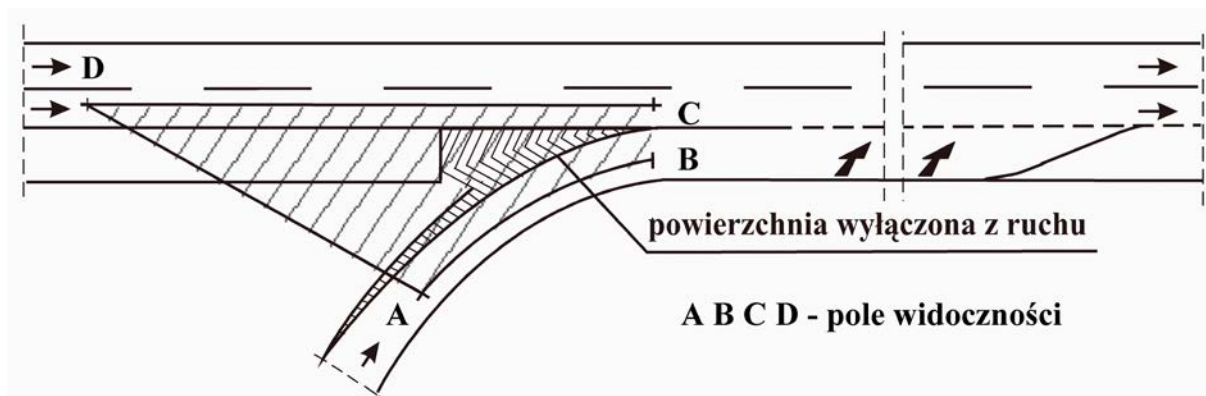
Zalecana długość odcinka przeplatania: na jezdni głównej minimum 300m, na na jezdni zbierająco-rozprowadzającej minimum 230 m.

2.6 Warunki widoczności na wjazdach z pasem włączania

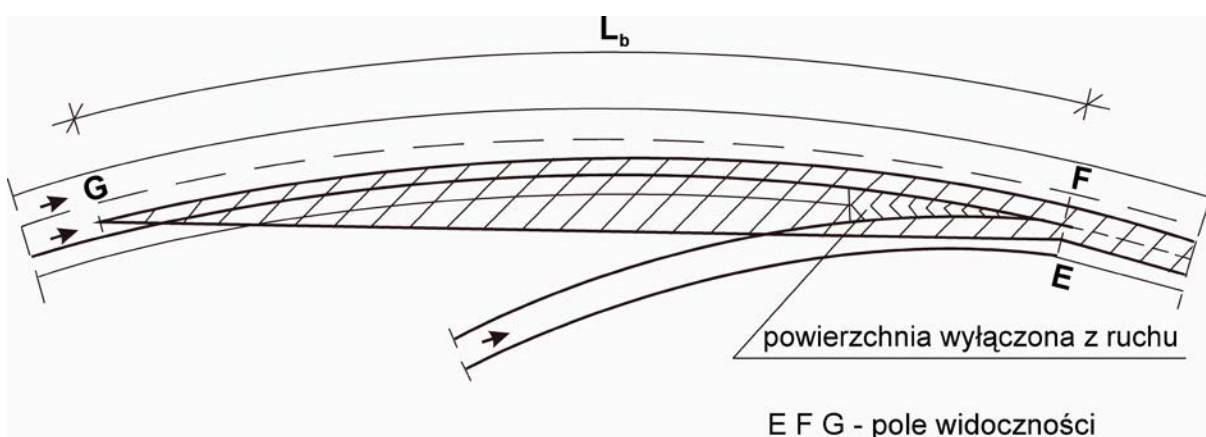
Na wjeździe z pasem włączania na jezdnię drogi klasy *A*, *S*, *GP* i na jezdnię zbierająco-rozprowadzającą lub na łącznicę powinny być zapewnione wolne od przeszkód pola widoczności:

- przy zbliżaniu się do pasa włączenia (rys. 1) pole widoczności ABCD, długość odcinka CD powinna wynosić minimum 100 m,
- na całej długości pasa włączania (rys. 2), pole widoczności oznaczone EFG.

Punkty A, B, C, D, E, F, G podane na rysunkach 1 i 2 powinny być umieszczone nad jezdnią na wysokości 1 m. Długość odcinka L_b jest podana w Rozporządzeniu [2] w zależności od prędkości jazdy obowiązującej na drodze, na którą odbywa się wjazd.



Rys. 1. Pole widoczności ABCD przy zbliżeniu się do pasa włączania na wjeździe z drogi podporządkowanej na drogę główną [2]



Rys. 2. Pole widoczności EFG na pasie włączania z drogi podporządkowanej do drogi głównej [2]

3. PODSUMOWANIE

Wśród publikacji, dotyczących bezpieczeństwa ruchu na skrzyżowaniach i węzłach drogowych wyróżnia się podręcznik [1], w którym przedstawiono szczegółową analizę bezpieczeństwa ruchu na węzłach drogowych i autostradowych. Zwrócono uwagę na szerokie spektrum czynników, mających wpływ na stan bezpieczeństwa ruchu. Omówiono także system zarządzania bezpieczeństwem ruchu, w zakresie którego organizowany jest audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego, będący w wielu krajach (na przykład Australia, Wielka Brytania) standardowym elementem procesu inwestycyjnego w drogownictwie.

W podręczniku [1] wyprowadzono wnioski odnośnie koncentracji wypadków drogowych i czynników eksploatacyjnych, mających duży wpływ na bezpieczeństwo ruchu na węzłach. Na podstawie wyników badań eksploatacyjnych sformułowano praktyczne zalecenia, których spełnienie powinno zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa ruchu na węzłach.

BIBLIOGRAFIA

[1] Krystek R.; Węzły drogowo i autostradowe. WKiŁ, Warszawa 2010.

- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i gospodarki morskiej w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz. U. RP Nr 43, Warszawa 1999.
- [3] Seidl M., Simak L., Zamiar Z.; „Bezpieczeństwo w transporcie”, Oficyna Wyd. MWSzLiT, Wrocław, listopad 2010.
- [4] Wytyczne Projektowania Dróg WPD-1, WPD-2, WPD-3. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1995.
- [5] Zamiar Z., Bujak A.; Zarys infrastruktury i technologii przewozów podstawowych gałęzi transportu, Wydawnictwo Międzynarodowej Wyższej Szkoły Logistyki i Transportu, Wrocław 2007.
- [6] Zamiar Z.; „Infrastruktura transportu-wybrane zagadnienia”. Wydawnictwo Międzynarodowej Wyższej Szkoły Logistyki i Transportu we Wrocławiu, Wrocław 2011.

Článok recenzoval:
prof. Ing. Zdeněk Dvořák, PhD.

