

PROBLEMS OF SECURITY AT THE RAILWAY CROSSING

PROBLEMY BEZPIECZEŃSTWA NA SKRZYŻOWANIACH DRÓG SAMOCHODOWYCH Z KOLEJĄ

Andrzej Surowiecki¹, Lechosław Grabowski²

ABSTRACT

There were described a ranking of road-train level crossings, applying according to the Regulation to the minister of transport. There were introduced basic technical conditions of projecting one-level railway crossing, associated with the safety of users. The special remark was directed to conditions of the visibility and equipping rides with the signalling system and devices ensuring security. Examples of fundamental kinds were given to the structure of surfaces applied on level crossings in Poland.

Key words: railway crossing, security

ABSTRACT

Przedstawiono klasyfikację przejazdów drogowo-kolejowych, obowiązującą zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu. Podano podstawowe warunki techniczne projektowania skrzyżowań jednopoziomowych, związane z bezpieczeństwem użytkowników. Szczególną uwagę skierowano na warunki widoczności i wyposażenie przejazdów w sygnalizację i urządzenia zapewniające bezpieczeństwo. Podano przykłady zasadniczych rodzajów konstrukcji nawierzchni stosowanych na przejazdach w Polsce.

Key words: przejazd kolejowy, bezpieczeństwo

¹ dr hab. inż. Andrzej Surowiecki, prof. nadzw. UP: Wrocław University of Environmental and Life Sciences; Department of Building, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, Poland, e-mail: andrzej.surowiecki@up.wroc.pl

² dr hab. inż. Lechosław Grabowski, prof. nadzw. PO: Opole University of Technology, Department of Roads and Bridges, ul. Ozimska 75A, 45 – 368 Opole

1. WPROWADZENIE

Badania statystyczne prowadzone przez specjalistów inżynierii ruchu drogowego i kolejowego obejmują między innymi wypadki komunikacyjne. Wyniki tych badań wskazują, że poważna liczba kolizji występuje na jednopoziomowych przejazdach drogowo-kolejowych. Liczba takich przejazdów i przejść przez tory wynosi w Polsce około 18 000. Przejazdy niestrzeżone stanowią 65%. Średnia gęstość przejazdów wynosi 1300 m, natomiast w innych krajach UE około 2000 m. Warunki techniczne oraz inne wymagania w zakresie projektowania i budowy skrzyżowań linii kolejowych z drogami publicznymi określa Rozporządzenie Ministra Transportu [5]. Bezpieczeństwo użytkowników jest najważniejszym warunkiem, jaki powinien być spełniony w przypadku istniejących eksploatowanych skrzyżowań jednopoziomowych, modernizowanych i nowobudowanych. Do elementów infrastruktury skrzyżowania, warunkujących pośrednio lub bezpośrednio bezpieczeństwo należą m.in.:

- warunki widoczności w przypadku linii kolejowej jednotorowej i wielotorowej, określane tzw. trójkątem widoczności przejazdu i wyrażone zależnościami analitycznymi,
- układ geometryczny w planie i w profilu krzyżujących się tras komunikacyjnych,
- sygnalizacja,
- konstrukcja nawierzchni drogowej i szynowej w obrębie przejazdu.

2. KLASYFIKACJA I WARUNKI TECHNICZNE PROJEKTOWANIA SKRZYŻOWAŃ JEDNOPOZIOMOWYCH [5, 6]

Przejazdy i przejścia kolejowe z uwagi na sposób zabezpieczenia dzielą się na kategorie [5, 6]:

- A- przejazdy użytku publicznego z zaporami, obsługiwanymi z miejsca lub z odległości;
- B- przejazdy użytku publicznego z samoczynną sygnalizacją świetlną i półzaporami (przy natężeniu ruchu ponad 50 tys. pojazdów/dobę);
- C- przejazdy użytku publicznego bez zapór i półzapór, z sygnalizacją świetlną uruchamianą samoczynnie przez zbliżające się pociągi (stosowane przy natężeniu ruchu 20 tys.-50 tys. pojazdów/dobę);
- D- przejazdy użytku publicznego bez zapór i półzapór oraz bez samoczynnej sygnalizacji świetlnej;
- E- przejścia użytku publicznego, które mogą być zamykane na czas przejazdu pociągu zaporami przez pracowników kolejowych;
- F- przejazdy i przejścia użytku niepublicznego zaopatrzone w zapory stale zamknięte i otwierane przez użytkowników w razie potrzeby.

Natężenie ruchu, nazywane iloczynem ruchu (IR) jest iloczynem pojazdów drogowych i kolejowych przejeżdżających przez skrzyżowanie w czasie jednej doby.

Jeżeli długość odcinka pomiędzy torami linii kolejowej wielotorowej, mierzona między skrajnymi szynami wzdłuż osi drogi wynosi $x \geq 32$ m, to przejazdy przez

każdy tor należy rozpatrywać oddzielnie pod względem zabezpieczenia, czyli zaliczenia do odpowiedniej kategorii. Jeżeli przy przejeździe zbiega się kilka dróg kołowych, to przy ustalaniu jego zabezpieczenia, czyli określaniu kategorii należy pod uwagę wszystkie możliwe kierunki jazdy samochodów.

Kąt skrzyżowania mierzony jako kąt przecięcia się osi drogi lub pasa ruchu z osią toru linii kolejowej normalnotorowej powinien wynosić co najmniej 60^0 . Trasy dojazdów drogowych do skrzyżowań z koleją projektuje się z zachowaniem warunków technicznych dla klasy technicznej drogi (promienie łuków poziomych, pochylenia podłużne itp.). Droga kołowa wszystkich klas technicznych powinna być wykonana w odcinku prostym na długości $L_p \geq 20$ m od skrajnej szyny toru. Początek łuku poziomego drogi powinien być oddalony od skrajnej szyny toru na odległość $L_l \geq 20$ m.

Droga w profilu podłużnym w obrębie skrzyżowania z torem (lub z torami), powinna być zlokalizowana z obu stron przejazdu (mierząc od skrajnej szyny toru) w poziomie lub w pochyleniu podłużnym $i_{pd} = 2,5\%$ na długości $L_0 \geq 26$ m. Jeżeli poza tą strefą spadek podłużny drogi skierowany w stronę przejazdu wynosi $i_{pd} > 5\%$, wtedy długość odcinków L_0 przylegających do przejazdu należy powiększyć o 10 m, czyli $L_{0,minimum}^* = 26 + 10 = 36$ m. Odcinek drogi kołowej przylegający do przejazdu na długości $L_0 \geq 26$ m może być wykonany w jednostajnym pochyleniu podłużnym lub w łuku pionowym, pod warunkiem, że styczna do łuku pionowego na długości $L_0 = 26$ m nie może przekroczyć pochylenia 2,5%. Łuk pionowy drogi samochodowej nie może sięgać na przejazd (tzn. poza skrajną szynę toru).

Projektując lub przebudowując przejazd drogowo-kolejowy, przekrój poprzeczny dojazdów drogowych powinien odpowiadać:

- przekrojowi ulicznemu: jeżeli przejazd jest zlokalizowany w obszarze miejskiej lub osiedlowej zabudowy istniejącej,
- przekrojowi drogowemu: jeżeli przejazd jest położony poza obszarem miast i osiedli.

Projektując budowę lub przebudowę skrzyżowania w jednym poziomie, w którym linia kolejowa i droga kołowa znajdują się na prostej, początek najbliższej poziomej krzywizny drogi z elementami towarzyszącymi (krzywa przejściowa, prosta przejściowa, jednostronna przechyłka, poszerzenie jezdni) powinien znajdować się w odległości $x \geq 4,0$ m od skrajnej szyny toru.

Projektując budowę lub przebudowę skrzyżowania w jednym poziomie, w którym linia kolejowa znajduje się na prostej, a droga w łuku poziomym, pochylenie poprzeczne jezdni drogowej powinno być zrównane z profilem podłużnym torów kolejowych.

Przy projektowaniu budowy lub przebudowy skrzyżowania w jednym poziomie, w którym linia kolejowa znajduje się w łuku poziomym, a droga na prostej, stosuje się zasady:

- promień łuku poziomego w torze kolejowym w obrębie przejazdu powinien mieć wartość umożliwiającą ułożenie szyn w przekroju poprzecznym w poziomie albo na pochyleniu poprzecznym zgodnym z pochyleniem podłużnym drogi kołowej w obrębie przejazdu, jednak $i_{pd} = 2,5\%$;
- przechyłkę torów linii kolejowej dwutorowej lub wielotorowej należy zaprojektować tak, aby wytworzyć jednostajne pochylenie podłużne drogi samochodowej na przejeździe o wartości $i_{pd} = 2,5\%$.

Widoczność przejazdu i przejścia z drogi publicznej powinna być zachowana niezależnie od rodzaju zabezpieczenia ruchu zastosowanego na skrzyżowaniu. Przy projektowaniu budowy i przebudowy przejazdu sprawdza się warunki widoczności przejazdu z punktu obserwacyjnego wzniesionego ponad powierzchnię drogi na wysokość 1,0 m (tj. w przybliżeniu na wysokości oka kierowcy). Widoczność określa się z takiej odległości od skrajnej szyny, aby spełniony był warunek obejmowania wzrokiem przez kierowcę na całej szerokości przejazdu lub przejścia – widocznej górnej krawędzi zewnętrznej szyny toru. Odległości widoczności przejazdu L_w w zależności od prędkości projektowej v_p na drodze samochodowej są następujące: dla $V_p = 100$ km/h: $L_w = 140$ m; dla $V_p = 80$ km/h: $L_w = 100$ m; $V_p = 70$ km/h: $L_w = 80$ m; $V_p = 60$ km/h: $L_w = 60$ m.

Na przejazdach kategorii *D* powinna być zapewniona widoczność zbliżającego się pociągu, w celu umożliwienia zatrzymania pojazdu drogowego przed skrzyżowaniem. W normalnych warunkach czoło pociągu powinno być widoczne z drogi z odległości 20 m, odmierzonej od skrajnej szyny wzdłuż osi jezdni, przez cały czas zbliżania się pociągu do przejazdu na długości L_I . W miarę zbliżania się samochodu do przejazdu, odcinek widoczności pociągu powinien się wydłużać, co jest związane z krótszym czasem umożliwiającym hamowanie samochodu. Na przykład w punkcie obserwacyjnym z drogi oddalonym od skrajnej szyny o 10 m, odcinek widoczności czoła pociągu zwiększa się do wielkości L . Długości odcinków L i L_I obliczane są ze wzorów:

- dla przejazdu przez jeden tor: $L = 5,5 v_{max}$; $L_I = 3,6 v_{max}$;

- dla przejazdu przez dwa tory: $L = (5,5 + 0,25 d) v_{max}$; $L_I = (3,6 + 0,07 d) v_{max}$;

gdzie: v_{max} – największa dozwolona prędkość pociągów na danej linii kolejowej [km/h]; d – odległość między osiami torów [m].

3. SYGNALIZACJA PRZEJAZDOWA I BEZPIECZEŃSTWO RUCHU [1, 2]

Urządzenia zabezpieczające ruch na jednopoziomowych skrzyżowaniach linii kolejowych z drogami kołowymi, nazywane urządzeniami sygnalizacji przejazdowej, służą do ostrzegania użytkowników dróg i informowania o zbliżającym się pociągu. System ostrzegania może być sterowany przez personel lub może być włączany i wyłączany automatycznie przez przejeżdżający pociąg. Do urządzeń sygnalizacji przejazdowej należą: sygnalizatory świetlne i akustyczne oraz zapory. Urządzenia sygnalizacji przejazdowej mogą być różnie klasyfikowane.

Uwzględniając rozwiązania układów włączających ostrzeganie rozróżnia się:

- urządzenia, w których stosowane są odcinki izolowane jako układy włączające (złącze izolowane jest zlokalizowane w odpowiedniej odległości od przejazdu);
- urządzenia w których układami włączającymi sygnał są czujniki rozmieszczone w torze, w ustalonej odległości od przejazdu.

Biorąc pod uwagę czas ostrzegania, rozróżnia się urządzenia sygnalizacji przejazdowej:

- bez regulacji czasu ostrzegania,
- z regulacją czasu ostrzegania w przyjętych granicach,

- ze stałym czasem ostrzegania.

Klasyfikacja urządzeń ze względu na sposób ostrzegania użytkowników drogi uwzględnia:

- ostrzeganie wyłącznie migającym światłem czerwonym,
- ostrzeganie migającym lub ciągłym światłem białym w przypadku braku zagrożenia i migającym czerwonym przy zagrożeniu,
- ostrzeganie światłem pomarańczowym o niesprawności urządzeń.

Na PKP PLK stosowane są wskaźniki i sygnalizatory dotyczące przejazdów, adresowane do drużyn trakcyjnych [1, 2]:

- wskaźnik W6a: ustawiany przed przejazdami wszystkich kategorii i przejściami kolejowymi (oznacza, że maszynista powinien dać sygnał Rpl „Baczność”);
- tarcza ostrzegawcza przejazdowa, informująca drużynę trakcyjną o stanie sprawności urządzeń ostrzegających użytkowników drogi na przejeździe w odległości drogi hamowania za tarczą.

Tarcza ostrzegawcza przejazdowa nadaje sygnały:

Osp1: urządzenia sygnalizacji na przejeździe są niesprawne, jazda pociągu przez przejazd z prędkością 20 km/h (dwa światła pomarańczowe ciągle w linii poziomej);

Osp2: urządzenia sygnalizacji na przejeździe są sprawne, jazda pociągu przez przejazd z maksymalną dozwoloną prędkością (dwa światła białe ciągle w linii pionowej).

W stanie zasadniczym, gdy do przejazdu nie zbliża się pociąg, tarcza jest nieoświetlona.

Wśród systemów sygnalizacji przejazdowej na szczególną uwagę zasługuje rozbudowany system uniwersalny, czyli taki, który pozwala na lokalizację urządzeń w dowolnym miejscu na szlaku. Przykładem systemu uniwersalnego jest komputerowy system sygnalizacji [1]. Uzupełnieniem tego systemu jest układ diagnostyki lokalnej i urządzenia zdalnej kontroli. Stanowiska kontrolne mogą być zlokalizowane w nastawni dyżurnego ruchu albo w pomieszczeniach technicznych stacji (np. zajmujących się remontami i konserwacją nawierzchni i podtorza). Z jednego stanowiska możliwy jest monitoring do ośmiu systemów sygnalizacji, tj. skrzyżowań. Możliwa jest też rejestracja do 14 tys. ostatnich zdarzeń, usterek i czynności dotyczących sterowania. Urządzenia zdalnej kontroli są przystosowane do współpracy ze zdalnym sterowaniem.

4. NAWIERZCHNIE NA PRZEJAZDACH

Problem jakości nawierzchni nabiera szczególnego znaczenia w związku z postępującym wzrostem natężenia ruchu pojazdów samochodowych. Zarządy Polskich Linii Kolejowych poszukują nowych rozwiązań konstrukcji przejazdów, w celu spełnienia wymagań dotyczących odpowiedniego poziomu parametrów eksploatacyjnych, w szczególności: zapewnienia komfortu jazdy, bezpieczeństwa ruchu i wydłużenia żywotności nawierzchni w rejonie przejazdu. W związku z powyższym preferowane są nawierzchnie: zintegrowane i zespolone [4].

W konstrukcji zintegrowanej elementem zasadniczym jest płyta betonowa, zlokalizowana na podłożu wielowarstwowym. Płyta jest konstrukcją nośną dla toru

i nawierzchni drogowej. W konstrukcji zespolonej, obciążenia z nawierzchni drogowej są przenoszone na szyny toru poprzez gumowe elementy.

Poniżej podano przykłady nawierzchni należących do wyszczególnionych systemów [4]:

1) Nawierzchnia z płyt gumowych typu KOL-DROG (Warszawa)

Płyty (dwuwarstwowe) mają zastosowanie na przejazdach jednotorowych i wielotorowych, dla torów z szyn 60E1 i 49E1, na podkładach drewnianych lub strunobetonowych, z przytwierdzeniem typu K albo SB3, na odcinkach toru prostego lub w łukach poziomych o promieniu $R \geq 180$ m.

2) Nawierzchnia z płyt gumowych typu STRAIL (Verkehrssysteme /Gumiwerk Kraiburg Ekastik GmbH)

Płyty (dwuwarstwowe) są przystosowane do zabudowy na przejazdach jednotorowych i wielotorowych, dla torów z szyn 60E1 i 49E1, na podkładach drewnianych, z przytwierdzeniem typu K albo SB3, na odcinkach toru prostego lub w łukach poziomych o promieniu $R \geq 180$ m.

3) Nawierzchnia z płyt małogabarytowych żelbetowych typu MIROSŁAW (Producent: Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych S.A. Mirosław Ujski)

Nawierzchnia bardzo popularna w aglomeracji Wrocławia. Przystosowana jest do zabudowy przejazdów jednotorowych i wielotorowych, dla torów z szyn 60E1 i 49E1, z przytwierdzeniem typu K albo SB3, na odcinkach toru prostego lub w łukach poziomych o promieniu $R \geq 300$ m.

5. PODSUMOWANIE

W ostatnich latach pojawiły się publikacje, w których przedstawiane są niedoskonałości aktualnie praktykowanych deterministycznych zasad kwalifikacji przejazdów do poszczególnych kategorii [3, 7]. Stosowane zabezpieczenia zależą od wielkości miary kolizyjności ruchu na przejazdach. Używany przez Zarządy PKP PLK iloczyn ruchu (IR) uważany za miarę kolizyjności ruchu stracił na swojej aktualności z względu na zasadnicze zmiany charakteru ruchu kolejowego i samochodowego, w zakresie intensywności i struktury. Proponowane są zmiany, czyli stosowanie stochastycznego kryterium natężenia ruchu i nowe ustalenia zasad kwalifikacji przejazdów jednopoziomowych [3, 7]. Miarą bezpieczeństwa ruchu powinno być prawdopodobieństwo wystąpienia kolizji [3, 7]. Tylko rozwiązanie probabilistycznego modelu ruchu na skrzyżowaniu metodami teorii masowej obsługi pozwala na jego obliczenie.

LITERATURA

- [1] Dabrowa-Bajon M.; Podstawy sterowania ruchem kolejowym. OWPW, Warszawa 2008
- [2] Ie-1 (E-1) Instrukcja sygnalizacji. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2007

- [3] Kononowicz E.; Miara kolizyjności ruchu na skrzyżowaniach linii kolejowych z drogami kołowymi. Archives of Institute of Civil Engineering, Politechnika Poznańska, Nr 3/2007, Poznań 2007, s. 143-148
- [4] Oleksiewicz W., Żurawski S.; Podstawy projektowania przejazdów, Politechnika Warszawska, Warszawa 2002, <http://www.fineprint.com>
- [5] Rozporządzenie MTiGM z dn. 26.02.1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie. Dz.U.RP Nr 33, 20.03.1996
- [6] Sołowczuk A.; Podstawy dróg kolejowych, Wyd. Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 2000
- [7] Zimnoch S.; Ocena warunków kwalifikacji przejazdów do poszczególnych kategorii. Zesz. Nauk. Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Nr 1692, Budownictwo, Zesz. 103, Gliwice 2005, s. 245-253

Článok recenzoval:
doc. Ing. Ladislav Novák, PhD.

