

Stanisław ZIMNOCH

„Kol-Drog” Warszawa

## OCENA WARUNKÓW KWALIFIKACJI PRZEJAZDÓW DO POSZCZEGÓLNYCH KATEGORII

**Streszczenie.** Referat omawia niektóre zagadnienia bezpieczeństwa ruchu na przejazdach polskich i wybranych kolei zagranicznych. Przedstawiono dotychczasowe, deterministyczne zasady kwalifikacji przejazdów do poszczególnych kategorii i ich niedoskonałości. Zaproponowano zmiany, tj. stochastyczne kryterium natężenia ruchu i nowe ustalenia zasad kwalifikacji przejazdów jednopoziomowych.

## ASSESSMENT OF THE CONDITIONS OF CATEGORIZING RAILWAY CROSSINGS

**Summary.** The paper is focused on some issues of the safety of traffic on Polish crossings and selected foreign railway crossings. The currently binding deterministic principles of classifying crossings to particular categories are presented together with their drawbacks. Changes involving the so called stochastic criteria of traffic intensity were proposed as well as new principles for the categorization of one-level crossings.

### 1. Wstęp

Od lat w opracowaniach naukowo-badawczych [9], [6], materiałach konferencyjnych [2],[7],[8] i innych licznych publikacjach, a ostatnio także w mediach podnoszone są wymagania poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych, nowelizacji zasad kwalifikacji, modernizacji infrastruktury i utrzymania jednopoziomowych skrzyżowań dróg samochodowych z koleją [1], [3], [4], [5],[11].

Najczęściej podnoszonymi argumentami były i są:

- arbitralnie przyjęty iloczyn ruchu (*IR*), warunkujący kategorię przejazdu,
- niski stan bezpieczeństwa i zagrożenie użytkowników dróg w obrębie skrzyżowań,
- niezadowalający stan nawierzchni wielu przejazdów,
- straty energetyczne i degradacja środowiska z powodu kolejek przed przejazdami,
- braki w osygnalizowaniu i ustalaniu parametrów „pola widoczności” skrzyżowania,
- nieaktualność i złożoność metryk przejazdowych,
- braki kwalifikowanych dróżników,
- brak możliwości ekonomicznych budowy wiaduktów i nowoczesnych systemów SSP.

W następstwie stałego wzrostu natężenia ruchu samochodowego (w ostatnich latach corocznie przybywa średnio 300 000 pojazdów), zmiany jego struktury oraz potrzeby

polepszenia bezpieczeństwa na przejazdach konieczna stała się nowelizacja obowiązujących przepisów i zasad kwalifikacji przejazdów kolejowych do poszczególnych kategorii w celu spełnienia przytoczonych warunków. Zaproponowano do stosowania, podobnie jak w większości kolei zagranicznych, probabilistyczny a nie, jak dotąd, deterministyczny model kwalifikowania przejazdów do odpowiednich kategorii, uwzględniający większość wymienionych składników ruchu kolejowego i drogowego[9]. Niestety, także przy redakcji już najnowszego Rozporządzenia Ministerstwa Infrastruktury z 2004r. nie znalazły zastosowania proponowane w pracach badawczych zasady.

## 2. Bezpieczeństwo ruchu na przejazdach krajowych

Najważniejszym warunkiem, jakim powinny odpowiadać nowo budowane, modernizowane i istniejące skrzyżowania dróg samochodowych z koleją jest **bezpieczeństwo użytkowników**. Kolizje i wypadki na przejazdach należą bowiem do najcięższych w skutkach. Powodują ofiary i duże straty materialne oraz niepokój społeczeństwa. Znaczące z punktu widzenia ekonomicznego są także powstałe w wyniku kolizji i wypadków na przejazdach znaczne przerwy w ruchu kolejowym i drogowym. Udział poszczególnych użytkowników dróg w starciach na przejazdach wykazuje, że w co trzecim wypadku ulega zniszczeniu samochód osobowy, w co czwartym ciągnik, a w co piątym samochód ciężarowy [2],[8],[11]. Liczba kolizji i wypadków na przejazdach PKP, w odróżnieniu od kolei zagranicznych, nie maleje. W tabelicy 1 przedstawiono sytuację za ostatnie 10 lat w rozbięciu na poszczególne kategorie przejazdów.

Tabela 1

Liczba wypadków na przejazdach w latach 1994 – 2003[2]

Rok	Przejazdy w kat. A		Przejazd kat. B	Przejazd kat. C	Przejazd kat. D	Przejazd kat. F	Razem
	PKP	kierowcy					
1994-1998	64	65	38	388	870	22	1447
1999	9	11	15	83	182	6	306
2000	16	13	15	54	171	2	271
2001	7	26	12	55	170	3	273
2002	7	14	13	59	156	2	251
2003	2	24	14	54	175	1	270
1999-2003	55	100	69	305	854	14	1371
śr. rocznie	11	20	14	61	171	3	274

W ostatnich latach wyodrębniła się nowa grupa przejazdów, tzw. „kategoria A -bez obsługi”, głównie z powodu braku wykwalifikowanych dróżników. Obowiązuje na nich ograniczenie prędkości pociągów do  $V=20$  km/h. Liczba tych przejazdów rośnie: w 1995r. było ich 97, w 1999r.–151 a w 2003r.–213 (119%) i wypadki także: w 2002r.– 11/265 wypadków, a w 2003r. już-22/213 wypadków. Niestety, najnowsze Rozporządzenie z 2004r. sankcjonuje tę grupę przejazdów. Jak wynika z zestawienia w tabelicy 1, w latach 1999 – 2003 średnio rocznie notowano na przejazdach 274 wypadki, z czego najwięcej w kategorii niestrzeżonych („D”) – 171 i z sygnalizacją świetlną, kat. „C” – 61 wypadków. Na przejazdach strzeżonych kat.„A” w ostatnich 5 latach notowano średnio rocznie 31 wypadków, z czego 35 % obciążało PKP S.A., a 65 % użytkowników dróg. Procentowy

udział wypadków na przejazdach i ich skutki, w stosunku do ogółu wypadków na drogach, w latach 1995, 2000 i 2003 przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 2

## Wskaźniki wypadkowości za lata 1995 – 2003

Rok	1995	2000	2003
Wypadki ogółem	0,53	0,48	0,54
Ranni	0,23	0,18	0,18
Zabici	1,18	0,76	0,81

\*) Wskaźnik – ilość wypadków na 100 przejazdów

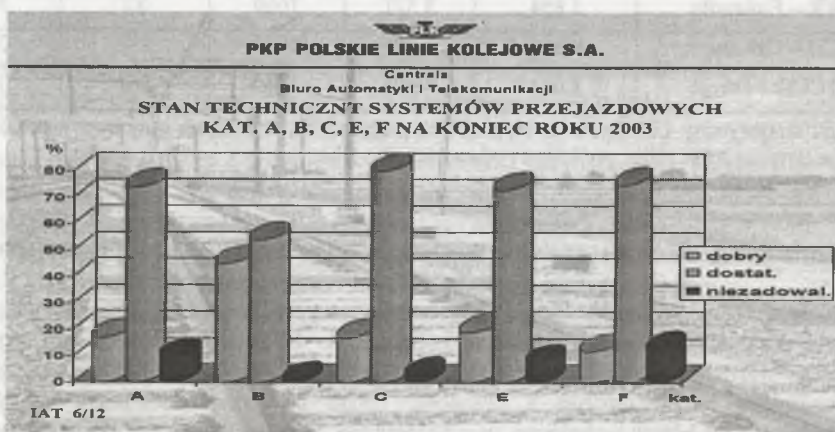
Uwagę zwraca częstotliwość wypadków na przejazdach z czynnym zabezpieczeniem (kat. B i C) ponad 3,5-krotnie większa liczba w latach 1995 - 1999 oraz 2,6 –krotnie w 2003 r. w stosunku do przejazdów niestrzeżonych, gdzie występuje tylko (bieme zabezpieczenie).

### 3. Działania PKP PLK SA dla poprawy bezpieczeństwa ruchu na przejazdach

Podstawowym zamierzeniem wg PLK SA jest ograniczanie liczby przejazdów niestrzeżonych w kat. „D” i „F”, a wzrost w. kat. „B” i „C”. [2]. W rzeczywistości w ostatnich latach tendencja jest odwrotna - występuje ciągły spadek procentowego udziału ilości przejazdów zabezpieczonych technicznie w stosunku do ogólnej liczby przejazdów.

Postęp zaistniał na przejazdach kat. A, które są dodatkowo wyposażane w sygnalizację zbliżania, samoczynną sygnalizację świetlną, sygnalizację akustyczną oraz telewizję przemysłową. Liczba tych przejazdów wzrosła: w 1995r. – 154, w 1999r. – 280 i do 304 w 2003r.

Jednocześnie były prowadzone prace poprawiające widoczność z drogi na większości wszystkich kategorii przejazdów. Na wykresie przedstawiono stan techniczny systemów przejazdowych na koniec 2003r. [1].



Rys. 1. Stan techniczny systemów przejazdowych na koniec 2003 r.

Fig. 1. Technical conditions of railway crossing systems at the end of 2003

Analiza wypadków na przejazdach wykazuje, że kierujący pojazdami często w sposób rażący naruszają przepisy o ruchu drogowym. Kierujący nie zatrzymują się przed znakami STOP, nie reagują na sygnalizację świetlną, często omijają opuszczone półrogatki, a nawet omijają pojazdy stojące przed przejazdem i wjeżdżają na tory bezpośrednio nawet w bok pociągu. Potwierdzeniem niezwykle agresywnej jazdy kierujących pojazdami jest wyłamanie zamkniętych rogatki, np. w 1999 r. w ponad 330 przypadkach. Tak krytyczną ocenę uzasadnia również ponad 3-krotnie większa częstotliwość wypadków na przejazdach z czynnym ostrzeganiem (półrogatki lub sygnalizacja świetlna) w porównaniu do wypadków na przejazdach niestrzeżonych.

W ostatnich 14 latach liczba przejazdów kolejowych zmniejszyła się z 19.971 do 17.923, (2.048 szt., tj. o 10,2%), w tym kat. „A” – z 4.669 do 3.146, czyli o 1.523 - o 32,6 %, w kat. „D” z 12.663 do 12.047, tj. o 4,9 % i w kat. „F” – z 1.287 do 933, czyli o 354, tj. o 27,5 %. Wzrosła natomiast liczba przejazdów w kategoriach: kat. „B” – z 137 do 399, czyli o 262, tj. o 191 % i w kat. „C” z 1.215 do 1.398, czyli o 183, tj. o 15,0 %.

Zjawiskiem negatywnym jest malejąca liczba przejazdów zabezpieczonych technicznie. W 1990 r. kat. A, B, C i F stanowiły 36,6% z ogólnej liczby 7.308 przejazdów, w 1995 r. - 35,5 % z 6533, w 2000 r. – 34% z 6.137, a w 2003 r. tylko- 32,8 %, z 5876 szt.[2].

#### 4. Bezpieczeństwo na przejazdach kolei zagranicznych

Tablica 3

Częstotliwość wypadków na przejazdach w europejskich zarządach kolejowych

Lp.	Zarząd kolejowy	Dł. linii kolejowych w km	Liczba przejazdów	Śr. gęstość przejazdów [m]	Liczba wypadków z ofiarami	Ilość wypadków na 1000 przejazdów
1	PKP - Polska	22.560	17,392	1300	107	6,1
2	RENFE - Hiszpania	12.310	3.999	3080	28	7,0
4	DB – Niemcy	36.558	25.941	1410	190	7,3
7	VR – Finlandia	5.854	3.521	1660	52	14,7
9	CD – Czechy	9.365	8.684	1080	232	26,7
10	TCDD - Turcja	8.671	4.695	1850	361	76,8

Rocznik statystyczny UIC (tylko te wypadki na przejazdach, w których były osoby poszkodowane). Dane te dotyczą roku 2000, ponieważ podawane są co 5 lat.

#### 5. Działania obcych zarządów kolejowych dla poprawy bezpieczeństwa

**Koleje DB:** -W latach 1951-1982 obniżono wypadkowość na przejazdach z 1/2500 (0,04%) pojazdów biorących udział w kolizjach do 1/7500 (0,013). W tym okresie sieć drogowa wzrosła o 40% i liczba samochodów 10-krotnie. Zagadnienia związane z zapewnieniem bezpieczeństwa i płynności ruchu na przejazdach DB rozpatruje się, uwzględniając problemy techniczne, psychologiczne, prawne, finansowe oraz uwarunkowania historyczne.

Na kolejach DB uznaje się zasadę, że najpewniejszym sposobem zmniejszenia zagrożeń na przejazdach jest ich likwidacja [9].

**Koleje USA** Federalne Ministerstwo Transportu USA czyni wiele starań mających na celu zmniejszenie zagrożenia na przejazdach. Powoływane są zespoły diagnostyczne spośród specjalistów zainteresowanych grup użytkowników i zlecane są im m.in. prace badawcze dotyczące poprawy bezpieczeństwa. Na tej podstawie następnie są opracowywane wytyczne stanowe. Program obejmował:

- ocenę wyposażenia przejazdów w urządzenia zabezpieczające i wprowadzenie wymaganego dla danej sytuacji zabezpieczenia oraz poprawę widoczności,
- opracowanie metodologii obliczania wskaźnika ryzyka HI (Hazard Index) [9].

W USA co 10 lat przewozy kolejowe wzrastały około 13%, a samochodowe o 51%. Dzięki jednak podjętym działaniom liczba wypadków na przejazdach zmniejszyła się o 44% w rozpatrywanym okresie. Uważa się, że najefektywniejszym sposobem zapobiegania wypadkom jest budowa skrzyżowań wielopoziomowych i przekładanie dróg.

**Koleje japońskie (JNR)** na koniec 1978 r. miały 30 586 przejazdów, spośród których tylko 36% było niezabezpieczonych (niestrzeżonych). W celu poprawienia bezpieczeństwa ruchu na JNR podejmują wiele działań, do których m. in. należą:

- budowa skrzyżowań dwupoziomowych,
- modernizacja wyposażenia przejazdów w urządzenia sygnalizacyjne i rogatki obsługiwane z miejsca, jeżeli na przejazdach zdarzają się więcej niż 2 wypadki rocznie lub 5 i więcej w ciągu 3 lat.

Przejazdy strzeżone są budowane na liniach wielotorowych albo gdy znajdują się w pobliżu szkół, przedszkoli i miejsc wymagających szczególnej ostrożności, jeżeli nie mają odpowiedniej widoczności, a natężenie ruchu przekracza pewną wartość przyjętą umownie za minimum, lub gdy szerokość jezdni nie przekracza 3,5 m.

Przejazdy wyposaża się w różnego typu urządzenia ostrzegawczo-sygnalizacyjne, informujące maszynistę pociągu o przeszkodzie (pojeździe) na skrzyżowaniu oraz w urządzenia zapobiegające zamarzaniu mechanizmów zamykających rogatki. Wśród kierowców prowadzi się różnego rodzaju akcje profilaktyczne i ostrzegawczo-informacyjne. Dzięki tym działaniom liczba wypadków w ostatnich 15 latach zmniejszyła się z 3152 do 1077 (o 2075) [9].

Mierniki natężenia ruchu w USA, JNR, ČSD i wielu innych zarządach kolejowych są konstruowane odmiennie i uwzględniają statystyczne prawdopodobieństwo kolizji na skrzyżowaniu jednopoziomowym drogi z koleją [5], [8],[9],[11].

## 6. Proponowane zmiany warunków kwalifikacji przejazdów do poszczególnych kategorii. Kryteria natężenia ruchu [9]

Obecnie na PKP jednym z podstawowych warunków decydujących o kategorii przejazdu jest iloczyn ruchu (IR), na który determinujący wpływ mają wartości natężenia ruchu drogowego (D) i kolejowego (K). Operuje się wartościami zdeterminowanymi, a nie uwzględnia się struktury losowej obciążenia przejazdu obu rodzajów ruchu, tabl.4. Taką samą wartość IR otrzymuje się z przemnożenia zmieniających się wartości D i K.

Sposób obliczania IR na PKP nie uwzględnia w odróżnieniu od kolei zagranicznych następujących parametrów:

- - nierównomierności ruchu drogowego i kolejowego,
- - prędkości pojazdów,
- - czasów jazdy przez przejazd (strefa niebezpieczna),
- - czasów oczekiwania pojazdów drogowych, gdy przejazd jest zajęty przez pociąg,
- - przerw w ruchu pociągów służących na rozładowanie kolejki pojazdów oczekujących ,
- - czasu zajęcia skrzyżowania przez pojazd obu rodzajów ruchu i inne.

W tabl.4 wykazano, że prawdopodobieństwo zaistnienia sytuacji kolizyjnej w większym stopniu zależy od intensywności ruchu kolejowego niż drogowego. W tablicy 5 natomiast zestawiono graniczne wartości iloczynu ruchu (IR) pozwalające w zależności od kategorii linii kolejowej i klasy drogi (ulicy) oraz szeregu ww. czynników na zakwalifikowanie każdego przejazdu do jednej z pięciu kategorii lub do skrzyżowania bezkolizyjnego.

Tablica 4

Graniczne wielkości IR, [9]

Przejazdy hipotetyczne	D	K	IR	p
1	2000	10	20 000	0,0052
2	1000	20	20 000	0.0070
3	500	40	20 000	0.0081
4	100	200	20 000	0.0093

Zjawiska ruchowe występujące na przejeździe są zjawiskami losowymi. Potok ruchu kolejowego w ujęciu stochastycznym jest potokiem Poissona, podobnie jak liczba potoków przejeżdżających przez przejazd pojazdów drogowych. Ustalenia te pozwalają określić graniczne charakterystyki kolizyjności pod warunkiem, że procesy są stacjonarne, tzn. niezależne od czasu. W pracy [9] przyjęto, że procesy ruchu są stacjonarne w 3-godzinym przedziale czasu w ciągu doby, tj. w okresie szczytu największego natężenia ruchu drogowego. Pomierzone średnie intensywności ruchu drogowego w godzinach szczytu były prawie dwukrotnie większe od średniej intensywności ruchu w ciągu doby. Pomierzone czasy zamknięć rogatki ( $t_z$ ) podczas przejazdów pociągów przez przejazd wynosiły od 1.72 - 4.06 min w zależności od tego, czy była to stacja (czas wyższy), czy szlak.

Prędkość pojazdów podczas przekraczania strefy niebezpiecznej wahała się od 15 - 20 km/h, a odstęp między nimi wynosił od 2 - 5 m, jeśli jechały w kolumnie, po ruszeniu z kolejki przed przejazdem. Długość kolejki ( $k$ ) oraz czas oczekiwania pojazdów IECI w kolejce obliczano ze stosunku czasu zamknięcia przejazdu do całkowitego czasu dyspozycyjnego według wzorów:

$$k_{sr} = \lambda EC = k * 1440 / n_z * t_z \quad (1)$$

$$EC = \lambda_k * (\mu_k^2 + \lambda_d) \mu_d^2 / (1 - \rho_k) * (1 - \rho_d) : \quad (2)$$

$$\rho_k = \lambda_k / \mu_k; \quad \rho_d = \lambda_d / \mu_d; \quad a \quad \rho_k + \rho_d = \rho, \quad (3)$$

gdzie:

$\lambda_k$  - intensywność zgłoszeń strumienia ruchu kolejowego (średnia dobową),

$\mu_k$  - intensywność obsługi pojazdów drogowych w pojazdach na minutę,

$\rho_d$  - intensywność zgłoszeń pojazdów drogowych w pojazdach na minutę (wzięta z godzinowego okresu szczytowego);

$\rho$  - intensywność ruchu;  $\rho_k$  - intensywność ruchu kol.;  $\rho_d$  - intensywność ruchu drogowego,

EC - czas oczekiwania przed przejazdem,

$k_{sr}$  - średnia długość kolejki /pojazdów/,  $k$  - długość kolejki dla danego przejazdu,

$n_z$  - liczba zamknięć przejazdu .na dobę,  $t_z$  - czas zamknięcia przejazdu w min.

Warunek równowagi stochastycznej układu dla przyjętego w pracy modelu skrzyżowania jednopoziomowego wyrazić można nierównością:

$$pk + pd < 1 \quad (4)$$

Wzór (4) jest wskaźnikiem wykorzystania czasu dyspozycyjnego dla przejazdu przez oba rodzaje ruchu a wzory (1) i (2) mogą stanowić podstawę do ustalenia kryteriów klasyfikacji przejazdów kolejowych.

Znajomość probabilistycznego opisu ruchu drogowego i kolejowego na przejeździe pozwala lepiej niż zdeterminowane składniki (D i K) dotychczasowego iloczynu (IR) określić pewne wielkości charakteryzujące kolizyjność obu rodzajów ruchu. Dla strumienia Poissona z wykładniczym odstępem czasu między zgłoszeniami pojazdów drogowych, przybywających w okresie niedostępności przejazdu ( $t_z$ ), średnia długość kolejki będzie wynosić:

$$K_{sr} = \lambda_d + t_z \quad (5)$$

$$p(k_{sr} < k_{max}) = e^{-\lambda_d - t_z} \sum_{j=1}^{k-1} \frac{(\lambda_d + t_z)^j}{j!} = 1 - \mu, \quad (6)$$

gdzie:

$t_z$  – czas zamknięcia przejazdu

$1 - \mu$  - poziom ufności = 0,95 lub 0,99 lub 0,999.

Średnia i maksymalna długość kolejek, obliczona hipotetycznie na podstawie  $\lambda_d$  i  $t_z$ , wykazuje dużą zgodność z kolejkami zaobserwowanymi podczas badań terenowych [9]. Długość kolejek przed przejazdem może decydować o kategorii przejazdu lub potrzebie budowy wiaduktu.

Wychodząc z tych samych założeń, wzorem kolei zagranicznych [8] [9] można ustalić prawdopodobieństwo zagrożenia najechania pojazdu drogowego na będący w tym czasie na przejeździe pociąg. Prawdopodobieństwo, że w czasie  $t_z$  nie nadjedzie żaden pojazd można określić ze wzoru:

$$p_0 / t_z = e^{-\lambda_d \cdot t_z} \text{ dla } k=0 \quad (7)$$

Natomiast prawdopodobieństwo, że w czasie  $t_z$  nadjedzie co najmniej 1 pojazd (a więc może zaistnieć kolizja), wyniesie:

$$p_w = 1 - e^{-\lambda_d \cdot t_z} \quad (8)$$

Prawdopodobieństwo, że przejazd będzie zajęty przez pociąg można oszacować ze wzoru:

$$p = n \cdot t_z / T, \quad (9)$$

gdzie:

$n$  – liczba pociągów w czasie,

$T$  – rozpatrywany okres czasu.

Zatem zagrożenie, czyli możliwość zaistnienia sytuacji kolizyjnej na przejeździe wystąpi z prawdopodobieństwem równym iloczynowi prawdopodobieństw  $p_w$  i  $p$ . wg formuły:

$$p_z = (1 - e^{-\lambda_d \cdot t_z}) n \cdot t_z / T \quad (10)$$

Możliwości zaistnienia kolizji na przejeździe, bez uwzględnienia sytuacji, gdy oba pojazdy (drogowy i kolejowy) jednocześnie na siebie najeżdżają, nie należy utożsamiać z faktem zaistnienia wypadku. Do wypadków z następstwami dochodzi znacznie rzadziej niż do kolizji [9].

Scharakteryzowany model pracy przejazdu jako systemu masowej obsługi pozwala obliczyć zarówno prawdopodobieństwo kolizji  $p_z$ , jak i średni czas oczekiwania pojazdów drogowych przed przejazdem - EC. Z obliczeń wynika, że EC zależy:

- słabo od intensywności ruchu drogowego ( $\lambda d$ ),
- silniej od czasu zamknięcia ( $t_z$ ) oraz
- bardzo silnie od liczby zamknięć na dobę ( $n_z$ ).

Tablica 5

Kryteria te w odniesieniu do parametru natężenia ruchu mogą wyglądać następująco

Kryteria	Dotychczasowe	Proponowane
1	skrzyżowania niestrzeżone $IR \leq 20\ 000$	$p_z \leq 0,005$ lub $0,01$
2	skrzyżowania strzeżone $IR < 20\ 000 \leq 50\ 000$	$p_z > 0,005 / 0,01 /$ $i \ p_k + p_d < 0,5$
3	skrzyżowania dwupoziomowe $IR > 60\ 000 (100\ 000)$	$p_k + p_d \geq 0,5$

Kryterium natężenia ruchu należy rozpatrywać wraz z innymi warunkami klasyfikacji przejazdów, do których zalicza się kategorię danej linii kolejowej i drogi oraz warunki widoczności.

## Wnioski

1. Rozważyć, wzorem innych zarządów kolejowych, zastosowanie przyjętych w pracy [9], warunków kwalifikacji przejazdów do poszczególnych kategorii. Znajomość probabilistycznego opisu ruchu drogowego i kolejowego na przejeździe pozwala lepiej niż zdeterminowane składniki (D i K) dotychczasowego iloczynu (IR) na określenie wielkości charakteryzujących kolizyjność obu rodzajów ruchu. Najnowsze propozycje MI dalej oparto na deterministycznych kryteriach.
2. Egzekwować (skutecznie) od użytkowników dróg przestrzegania nakazanych warunków ruchu na przejazdach, przede wszystkim prędkości (V) i obciążenia (przeciążeń) (Q).
3. Stosować (w skrajnych przypadkach) na niektórych drogach dojazdowych do przejazdów kolejowych (wypadki z ofiarami) „szykany”.
4. „Wyróżnić” tablicami informacyjnymi miejsca, w których zaistniały wypadki (podawać ilość wypadków), szczególnie niebezpieczne przejazdy kolejowe, obowiązkowo instalować tam telewizję przemysłową lub wzorem JNR budować wiadukty (kosztem np zbudnych tuneli na Wisłostradzie).



**Literatura**

1. Toruń W.: Najwyższy czas na zmianę przepisów o przejazdach kolejowych; PKP PLK S.A. Biuro Automatyki i Telekomunikacji, P. K., Katowice, 2005, nr 3
2. Nowoczesne rozwiązania skrzyżowań kolei z drogami kołowymi w poziomie szyn w aspekcie prawnym, ekonomicznym i technicznym. Ogólnopolska Konferencja Naukowo techniczna, Częstochowa 2004
3. Jakubowski R.: Utrzymanie nawierzchni na jednopoziomowych skrzyżowaniach linii kolejowych z drogami kołowymi, PKP PLK S.A, S I i T K RP. O. Częstochowa, 2004
4. Lipko C.: Przegląd konstrukcji nawierzchni na przejazdach kolejowych . Projektowanie i modernizacja skrzyżowań w poziomie szyn. Wymagania stawiane nawierzchni, CNTK, , Rynek Kolejowy, z. 132, Warszawa , 07.08.2004
5. The Independent Technical Journal for European Railways (Biuletyn Kolejowy-niezależne czasopismo techniczne dla kolei Europejskich, Rail Bulletin, 02. 03 1997, (tł. R. Bany nr upr. 001505, rękopis, Warszawa 01.06.1997),
6. Adamczyk, J., Targosz J.: AGH, Kat. Robotyki i Dynamiki Maszyn, A.G-H, Katedra Mechaniki i Akustyki, „Elastyczne przejazdy kolejowo- drogowe”, Brzuzko E., Klementowicz J., ZWM Iwiny sp. z o.o., z. N-T O. K. SITK, 1999
7. Problemy skrzyżowań dróg kołowych z liniami kolejowymi w Polsce: Ogólnopolska konferencja pod h. patronatem M T i G M dra hab. B. Liberadzkiego, Warszawawa 20-21 maja 1996,
8. Bezpieczeństwo na jednopoziomowych skrzyżowaniach linii kolejowych i dróg kołowych, S I i T K - O. w Krakowie, P.K. im. T. Kościuszki, I O. i TTK, Zakopane 16-17 03, 1988,
9. Zimnoch S., Kononowicz E., Pietrucha F. i in.: Określenie warunków i zasad kwalifikacji oraz sposób zabezpieczenia przejazdów kolejowych w poziomie szyn... Praca NB-15/RB-3/83 Pol. Śl. Gliwice 1985,
10. Skrzyżowania jednopoziomowe dróg z liniami kolejowymi na podstawowej sieci dróg państwowych oraz pogram budowy dwupoziomowych skrzyżowań w latach 1976-1980 i po1980r. MK, CZDP, Warszawa, maj 1994
11. Zimnoch S. Ocena obowiązujących i projekt zmian warunków kwalifikacji przejazdów do poszczególnych kategorii. Drogi Kolejowe, nr 7 i 8 1985
12. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać nowobudowane , modernizowane i istniejące skrzyżowania linii kolejowych z drogami i ich usytuowani, maszynopis w uzgodnieniach resortowych, Warszawa 2004