



## WYBRANE ZAGADNIENIA Z ZAKRESU BEZPIECZEŃSTWA TRANSPORTU

Stanisław Janusz Cieślakowski

Politechnika Radomska, Radom, Polska

**STRESZCZENIE.** W pracy dokonano liczbowej oceny zagrożenia bezpieczeństwa na wszystkich podstawowych kategoriach przejazdów kolejowych administrowanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A..

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo, ryzyko, przejazd kolejowy, pociąg, samochód.

### WSTĘP

Transport jest to działalność polegająca na przewozie ludzi i ładunków. Ze względu na środowisko realizacji przemieszczania transport dzieli się na: lądowy (kolejowy, samochodowy, rurociągowy), wodny (śródlądowy, morski) i powietrzny (lotniczy, kosmiczny).

Transport wpływa na efektywną działalność gospodarczą i na racjonalne zagospodarowanie czasu wolnego przez społeczeństwo.

Dlatego bezpieczeństwo i dobra organizacja transportu jest traktowana przez ludzi, jako ważne kryterium oceny jakości życia.

Porównując zagrożenie życia w różnych gałęziach transportu (liczba zabitych w wypadkach na 1 mln pojazdokilometrów) można stwierdzić, że kształtuje się ono następująco [Jamrozik 2008, Peden et. al. 2004]:

- w transporcie drogowym 0,95,
- w transporcie wodnym 0,25,
- w transporcie powietrznym 0,035,
- w transporcie kolejowym 0,035.

Według Światowej Organizacji Zdrowia codziennie w systemie transportowym świata ginie ponad 3000 osób, z czego 95% w wypadkach drogowych. Łącznie liczba ofiar śmiertelnych przekroczyła już 1,3 mln osób rocznie i ciągle rośnie [Gapiński, Krystek, 2008, Peden et. al. 2004, Zielińska 2008].

Z danych Europejskiej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego (ETSC) [Zielińska 2008] wynika, że w krajach UE rocznie na drogach ginie ponad 40 000 osób a 3 500 000 zostaje rannych. Łączne straty z powodu wypadków szacuje się na ponad 200 mld euro rocznie, co przekracza budżet Komisji Europejskiej.

W roku 2007 liczba wypadków na polskich drogach wzrosła. W 49 536 wypadkach zginęło 5583 osoby, a 63224 osoby zostały ranne [Zielińska 2008].

Polska każdego roku w wyniku wypadków traci około 30 mld zł co stanowi ponad 2% PKB [Gapiński, Krystek, 2008].

W krajach UE - 15 od 1980 do 2001 r. odnotowano cztery lata, w których zginęło około 200 osób i pięć lat bez wypadków śmiertelnych. Dane te odnoszą się tylko do lotów rejsowych i nie obejmują katastrof małych samolotów sportowych i lotów balonowych.

W transporcie wodnym szacuje się, że średnio około 140 osób traci życie na morskich wodach europejskich i około 40 osób na wodach śródlądowych.

Średnioroczna liczba ofiar - użytkowników transportu kolejowego

w latach 1999 - 2000 wynosiła w krajach UE - 15 100 osób i charakteryzuje się tendencją spadkową [Goszczyńska, 1996].

W pracy oceniono zagrożenie bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych administrowanych przez PKP Polskie Koleje Państwowe S.A..

## SFORMUŁOWANIE PROBLEMU

Liczba wypadków kolejowych w Polsce, w latach 2002 - 2007, według danych Urzędu Transportu Kolejowego, wahała się od 330 w roku 2004 do 433 w roku 2006.

Obiektywny poziom bezpieczeństwa ruchu kolejowego określa miernik wypadków, czyli liczba wypadków przypadająca na 1 mln pociągokilometrów. Wartość miernika zmieniała się od 1,44 w 2004 r. do 1,65 w 2006 r.

Liczba wypadków pociągowych w 2007 r. zmalała do 438. Z tej liczby 422 wypadków miało miejsce w spółkach Grupy PKP, a 6 wypadków - na terenie pozostałych zarządców infrastruktury. Miernik wypadków w 2007 r. obniżył się do 1,61. Jak wynika z danych statystycznych [Transport Szynowy 2008, Analiza stanu bezpieczeństwa... 2008] na przestrzeni lat 2000 - 2007, liczba wypadków na przejazdach kolejowych stanowi przeciętnie ponad 70% ogólnej liczby wypadków kolejowych. Wynika stąd, że zagrożenie bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych obniża znacząco bezpieczeństwo całego transportu kolejowego.

W celu liczbowej oceny i analizy zagrożeń należy opracować mierniki zagrożenia bezpieczeństwa na przejazdach MZB, przekształcające dane statystyczne DS w ocenę bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych OBP:

$$\text{MZB: DS} \rightarrow \text{OBP} \quad (1)$$

## METODA BADAŃ I WYNIKI

Jako metodę badań przyjęto analizę danych statystycznych oraz analizę wyposażenia przejazdów kolejowych.

Badanie przeprowadzono na podstawie danych za rok 2007 obejmujących obszar zarządzany przez PKP PLK S.A.

Straty materialne podmiotów kolejowych wywołane przez wypadki na przejazdach kolejowych wyniosły w 2007 roku 4836710,32 zł.

Według Słownika języka polskiego [Słownik języka polskiego, 1978] bezpieczeństwo - to stan niezagrożenia, spokoju, pewności. Natomiast według Geysena [1990] bezpieczeństwo - to brak ryzyka lub ochrona przed ryzykiem. W pracy [Kuhlman, 1981] pojęcie bezpieczeństwa interpretowane jest jako stan niezagrożenia, spokoju, pewności. Tadeusz Szopa [Szopa, 1998] definiuje bezpieczeństwo

jako pojęcie przeciwne do pojęcia ryzyka strat ludzkich. Norma PN-EN 50129: 2007 definiuje bezpieczeństwo jako brak występowania nieakceptowalnych poziomów ryzyka szkód.

Przejazdy i przejścia, w zależności od sposobu stosowanego zabezpieczenia ruchu drogowego dzielą się na następujące kategorie:

- a) kategoria A - zabezpieczenie rogatekami lub sygnałami nadawanymi przez pracowników,
- b) kategoria B - zabezpieczenie półrogatekami i samoczynną sygnalizacją świetlną,
- c) kategoria C - zabezpieczenie samoczynną sygnalizacją świetlną i dźwiękową lub uruchamianą przez pracowników kolei,
- d) kategoria D - bez zabezpieczeń,
- e) kategoria E - dotyczy tylko przejść użytku publicznego; zabezpieczenie rogatekami albo za pomocą furtek lub barierek zmuszających pieszego przed przekroczeniem torów do poruszania się na niewielkim odcinku w kierunku jadącego pociągu,
- f) kategoria F - przejazdy i przejścia użytku niepublicznego, zabezpieczone rogatekami zamkniętymi na stałe.

Kryteria ustalania kategorii przejazdu określone są w rozdziale 2 rozporządzenia MT i GM z dnia 26 lutego 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie.

Na podstawie paragrafu 10 ust. 2, przejazd kategorii A z zabezpieczeniem rogatekami, z obsługą na miejscu, stosuje się, jeżeli:

- droga na jednym przejeździe przecina na szlaku kolejowym więcej niż dwa tory główne,
- droga przecina tory, po których zgodnie z regulaminem technicznym stacji lub bocznicy przejeżdżają staczane lub odrzucane podczas rozrządu wagony,
- przejazd nie może być zaliczony do kategorii B, C lub D.

Przepis, paragraf 10 ust. 3, określa warunki stosowania zabezpieczenia przejazdu rogatekami z obsługą z odległości. W przypadkach uzasadnionych warunkami ruchu, dla zwiększenia bezpieczeństwa, zabezpieczenie przejazdu rogatekami zamykanymi na okres przejeżdżania pojazdu szynowego może być uzupełnione urządzeniem samoczynnej lub pół samoczynnej sygnalizacji świetlnej (paragraf 10 ust. 5 rozporządzenia). Brak jest określenia kryteriów dla przejazdu kategorii A z zabezpieczeniem w postaci kierowania ruchem drogowym przez pracowników kolejowych.

Zgodnie z paragrafem 11, przejazd kategorii B stosuje się, jeżeli:

- linia kolejowa krzyżuje się z drogą krajową ogólnodostępną, oznaczoną numerem jedno - lub dwucyfrowym albo
- linia kolejowa krzyżuje się z drogą: krajową ogólnodostępną oznaczoną numerem trzycyfrowym, wojewódzką, gminną lub lokalną miejską albo zakładową, a iloczyn ruchu jest równy lub większy od liczby 50 000,
- droga publiczna krzyżuje się z linią kolejową, po której jeżdżą pociągi z prędkością ponad 140 km/h.

Przejazd kategorii C stosuje się, jeżeli linia kolejowa krzyżuje się z drogą publiczną kategorii niższej niż trzycyfrowa droga krajowa, przy czym:

- iloczyn ruchu jest równy lub większy od 20 000, lecz nie większy od liczby 50 000 albo,
- iloczyn ruchu jest mniejszy od 20 000, a widoczność przejazdu nie odpowiada warunkom określonym dla przejazdu kategorii D lub obowiązująca maksymalna prędkość pojazdów szynowych na przejeździe jest większa niż 120 km/h.

Przejazd kategorii D stosuje się, jeżeli:

- przejazd odpowiada warunkom widoczności określonym w załączniku nr 1 do rozporządzenia i iloczyn ruchu jest mniejszy od liczby 20 000 oraz obowiązująca maksymalna prędkość pojazdów szynowych na przejeździe nie przekracza 120 km/h albo,
- bez względu na warunki widoczności, prędkość pojazdów szynowych nie przekracza 15 km/h.

Badania przeprowadzono dla kategorii przejazdów A, B, C, D.

W 2007 roku na przejazdach kategorii A, B, C, D na obszarze zarządzanym przez PKP PLK S.A. zanotowano 262 wypadki, w wyniku których zginęło 47, a rannych zostało 97 osób. Prawie wszystkie te wypadki (99%) powstały z winy użytkowników dróg. Według Rocznika statystycznego [2007] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. administrują 18 964 km linii kolejowych, na których znajduje się 13 031 przejazdów kolejowych (w tym 2834 kategorii A, 561 kategorii B, 1303 kategorii C, 8333 kategorii D). Widać stąd, że przeciętnie co 1,5 km na liniach kolejowych znajduje się przejazd kolejowy.

Analizując gwałtowny wzrost liczby samochodów na drogach, do dalszych obliczeń przyjęto następujące iloczyny ruchu na przejazdach:

- kategorii A - 100 000
- kategorii B - 60 000
- kategorii C - 40 000
- kategorii D - 20 000
- uśrednionej kategorii (średnia ważona) - 40 000.

Zakładając, że w pociągu (z uwzględnieniem pociągów towarowych) przeciętnie podróżuje 100 osób, a w pojeździe drogowym 2 osoby oraz, że na linii kolejowej średnio kursuje 20 pociągów, można obliczyć indywidualne zagrożenie bezpieczeństwa (IZBP) na przeciętnym przejeździe kolejowym i na przejazdach kolejowych poszczególnych kategorii.

$$IZBP = \frac{LO\acute{S}}{LP \cdot LPO \cdot ZP \cdot LPD \cdot ZD \cdot 365} \quad \left[ \frac{O\acute{S}}{OPP \cdot rok} \right] \quad (2)$$

$$IZBP = \frac{47}{13030 \cdot 20 \cdot 100 \cdot \frac{40000}{20} \cdot 2 \cdot 365} = 12 \cdot 10^{-13} \frac{O\acute{S}}{OPP \cdot rok} \quad (3)$$

gdzie:

LP - liczba przejazdów,

LOŚ - liczba ofiar śmiertelnych na wszystkich przejazdach kolejowych w 2007 r.,

LPO - liczba pociągów na przeciętnej linii kolejowej,

ZP - wypełnienie przeciętnego pociągu,

LPD - liczba pojazdów drogowych przejeżdżających przez przeciętny przejazd,

ZD - średnie wypełnienie pojazdu drogowego,

365 - liczba dni w roku,

OŚ - ofiar śmiertelnych,

OPP - osoba przejeżdżająca przez przejazd.

Indywidualne zagrożenie bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych kategorii A (IZBA), B (IZBB), C (IZBC), D (IZBD) wynoszą:

$$IZBA = \frac{3}{2834 \cdot 20 \cdot 100 \cdot \frac{100000}{20} \cdot 2 \cdot 365} = \frac{3}{2068820000000} = 1,5 \cdot 10^{-13} \frac{O\acute{S}}{OPP \cdot rok} \quad (4)$$

$$IZBB = \frac{2}{561 \cdot 20 \cdot 100 \cdot \frac{60000}{20} \cdot 2 \cdot 365} = \frac{2}{3,68577^{12}} = 0,5426 \cdot 10^{-12} = 5,43 \cdot 10^{-13} \frac{O\acute{S}}{OPP \cdot rok} \quad (5)$$

$$IZBC = \frac{15}{1303 \cdot 20 \cdot 100 \cdot \frac{40000}{20} \cdot 2 \cdot 365} = \frac{15}{3,80476 \cdot 10^{12}} = 39,4 \cdot 10^{-13} \frac{O\acute{S}}{OPP \cdot rok} \quad (6)$$

$$IZBD = \frac{27}{8333 \cdot 20 \cdot 100 \cdot \frac{20000}{20} \cdot 2 \cdot 365} = \frac{27}{1,216618 \cdot 10^{13}} = 22,19 \cdot 10^{-13} \frac{O\acute{S}}{OPP \cdot rok} \quad (7)$$

Na przejazdach kolejowych giną przeważnie pasażerowie samochodów, a nie pasażerowie pociągów. Dlatego bardziej adekwatnym miernikiem indywidualnego zagrożenia jest miernik IZBD wyrażony w ofiarach śmiertelnych (OŚ) na osobę przejeżdżającą przez przejazd kolejowy pojazdem kołowym w ciągu roku (OPPK · rok). Wówczas wartości tych mierników będą następujące:

$$IZBDP = 24 \cdot 10^{-10} \frac{O\acute{S}}{OPPK \cdot rok} \quad (8)$$

$$IZBDA = 3 \cdot 10^{-10} \frac{O\acute{S}}{OPPK \cdot rok} \quad (9)$$

$$IZBDB = 10,86 \cdot 10^{-10} \frac{O\acute{S}}{OPPK \cdot rok} \quad (10)$$

$$IZBDC = 78,8 \cdot 10^{-10} \frac{O\acute{S}}{OPPK \cdot rok} \quad (11)$$

$$IZBDD = 44,38 \cdot 10^{-10} \frac{O\acute{S}}{OPPK \cdot rok} \quad (12)$$

## WNIOSKI

Analizę bezpieczeństwa przeprowadzono na przejazdach kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A. Z wykonanej pracy wynikają następujące wnioski:

1. Indywidualne zagrożenie bezpieczeństwa na przejazdach kategorii A jest prawie 26 razy mniejsze niż na przejazdach kategorii C.
2. Najmniejsze zagrożenie bezpieczeństwa występuje na przejazdach kategorii A (strzeżonych) a największe na przejazdach kategorii C (z sygnalizacją świetlną i dźwiękową).

3. Zastanawiający jest fakt, że indywidualne zagrożenie bezpieczeństwa na przejazdach zupełnie niestrzeżonych kategorii D, jest prawie dwa razy większe niż na przejazdach z sygnalizacją świetlną i dźwiękową - kategorii C.
4. Oznacza to, że całkowity brak informacji o pociągu (przejazd kategorii D) wzmagają czujność kierowców
5. Wjazd pojazdów drogowych na przejazdy sygnalizujące zbliżanie się pociągów (kategoria C) jest spowodowane zasadą nierealistycznego optymizmu stosowaną przez wielu kierowców. Jest to hurystyczna zasada przetwarzania informacji, którą kierowcy stosują w sytuacjach zagrożenia. Z serii badań, w których uczestniczyli kierowcy - amatorzy i zawodowi - stwierdzono, że większość z nich ocenia siebie samych jako sprawniejszych w prowadzeniu samochodu niż przeciętny statystyczny kierowca, co może skłaniać ich do podejmowania większego ryzyka niż tamci przeciętni kierowcy [Goszczyńska, 1996].
6. Indywidualne zagrożenie bezpieczeństwa na przejazdach kategorii A jest prawie 4 - krotne (3,62) mniejsze niż na przejazdach kategorii B wyposażonych w sygnalizację świetlną i półrogatki.
7. Widać stąd, że najbezpieczniejsze przejazdy to przejazdy kategorii A zamykane rogatką obsługiwana na miejscu lub zdalnie przez dróżnika.

## LITERATURA

- Gapiński Sz., Krystek R., 2008, Bezpieczeństwo transportu. Czy potrzebna jest integracja systemów bezpieczeństwa wszystkich rodzajów transportu? Magazyn AUTOSTRADY, Budownictwo drogowo - mostowe, 10/2008, s. 26-41.
- Geysen W. I., 1990, The structure of Safety Science: Definitions. Goods and Instruments. 1-st World. Congress on Safety Science. Cologne.
- Goszczyńska M., 1996, Zasada nierealistycznego optymizmu w zniekształcaniu ocen ryzyka, Materiały na VI Sympozjum Bezpieczeństwa Systemów. Kraków 10-13.06.1996. ITWL Warszawa.
- Jamrozik K., 2008, Inteligentne systemy transportowe dla bezpieczeństwa ruchu drogowego. ITS Przegląd Inteligentne Systemy Transportowe. 2/2008, s.6-8.
- Kuhlman A., 1981, Einführung in die Sicherheitswissenschaft. TÜV Verlag. Köln.
- Mikołajków L., 2008, Bezpieczeństwo na przejazdach kolejowych. Nierozwaga i brak ostrożności silniejsze niż rozsadek. Infrastruktura 10/2008, s.34-36.
- Peden et. al. World Report on Road Traffic Injury Prevention World Health Organization. Geneva 2004.
- Szopa T., 1998, Wprowadzenie w problematykę bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo człowieka we współczesnym świecie. IPWC Warszawa.
- Zielińska A., 2008, Ocena zagrożeń na polskich drogach na podstawie analizy danych statystycznych o wypadkach. Biblioteka Ubezpieczeniowa. Wiadomości ubezpieczeniowe. 7/2008, s.39-52.
- Analiza stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego w oddziałach i zakładach linii kolejowych PKP PLK S.A. w 2007 r., 2008, Warszawa.
- Rocznik Statystyczny 2007.
- Słownik języka polskiego, 1978, PWN, Warszawa.
- Transport Szynowy. Statystyki i Analizy, 2008.
- Dz. U. z 2004 r. Nr 103, poz. 1085.
- Kodeks drogowy. Stan prawny na 1.11.08. Oficyna Wolters Kluwer business. Warszawa 2008.

## **SELECTED ISSUES OF TRANSPORT SAFETY**

**ABSTRACT.** A quantitative assessment of safety risks in basic categories of rail crossings administered by PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. (Polish Railroads Company) is presented in the paper.

**Key words:** safety, risk, level crossing, train, car.

## **AUSGEWÄHLTE PROBLEME DER TRANSPORTSICHERHEIT**

**ZUSAMMENFASSUNG.** Im Beitrag wurde eine quantitative Beurteilung der Sicherheit an den von der Polnischen Staatsbahn (PKP S.A.) verwalteten Eisenbahnübergängen grundsätzlicher Kategorien vorgenommen.

**Codewörter:** Sicherheit, Risiko, Zug, Eisenbahnübergang, Auto.

---

Dr inż. Stanisław Janusz Cieślakowski  
Politechnika Radomska  
ul. Malczewskiego 29  
26-600 Radom  
tel. +48 (48) 3617000  
e-mail: [janek26612@wp.pl](mailto:janek26612@wp.pl)