

Tomasz Ciszewski, Waldemar Nowakowski, Marcin Chrzan

Analiza wybranych aspektów bezpieczeństwa kolei w Unii Europejskiej

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2018.416

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

Zrównoważony rozwój przedsiębiorstw kolejowych jest uwarunkowany bezpieczeństwem, dlatego też każdy operator kolejowy powinien nieustannie dążyć do poprawy bezpieczeństwa i zmniejszenia liczby wypadków. Wymagania dotyczące zgłaszania incydentów i analiz są uregulowane na poziomie Wspólnoty Europejskiej. Za monitorowanie kultury bezpieczeństwa odpowiadają organy regulacyjne – krajowe i europejskie. Na podstawie gromadzonych przez te organy danych i wskaźników dotyczących bezpieczeństwa na kolei autorzy przeanalizowali trendy związane z poziomem bezpieczeństwa na europejskich kolejach. Przeprowadzone analizy porównawcze dla poszczególnych krajów Unii Europejskiej pozwoliły znaleźć główne przyczyny wypadków oraz wskazać wybrane działania korygujące, które można podjąć w celu poprawy bezpieczeństwa i zmniejszenia kosztów wypadków. Dotychczasowe praktyczne doświadczenia pokazują, że koszty działań prewencyjnych są mniejsze niż koszty eliminacji skutków zdarzeń. Chociaż wyniki analizy wyraźnie pokazują, że konsekwentne wysiłki w obszarze bezpieczeństwa prowadzą do strukturalnej redukcji liczby incydentów, wciąż istnieje pole do poprawy w wielu dziedzinach.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ruchu kolejowego, kultura bezpieczeństwa, monitorowanie wypadków, analiza wypadków i uszkodzeń.

Wprowadzenie

Mimo, że transport kolejowy jest obecnie najbezpieczniejszą gałęzią transportu lądowego wciąż zdarzają się wypadki powodujące bezpośrednie i pośrednie szkody dla ludzi, mienia i środowiska. Aby możliwe była ich rzetelna analiza prowadząca w konsekwencji do redukcji liczby zdarzeń niebezpiecznych i wypadków oraz aby utrzymać (lub podnieść) wysoki poziom bezpieczeństwa transportu również po liberalizacji rynku kolejowego w 2004 roku Rozporządzeniem (WE) nr 881/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady powołano Europejską Agencję Kolejową. Do jej zadań należy m.in. monitorowanie bezpieczeństwa kolei, a także opracowanie zaleceń dotyczących wspólnych wymagań bezpieczeństwa (ang. Common Safety Targets, CST), i wspólnych metod oceny bezpieczeństwa (ang. Common Safety Methods, CSM) i wspólnych wskaźników bezpieczeństwa (ang. Common Safety Indicators, CSI) w Unii Europejskiej [22, 23, 25]. Wspólne cele bezpieczeństwa (CST), zgodnie z dyrektywą bezpieczeństwa [9, 10], określają minimalne, wyrażone w kryteriach akceptacji ryzyka, poziomy bezpieczeństwa, które muszą być osiągnięte przez różne części systemu kolejowego oraz przez system kolejowy jako całość. Cele te są wyznaczane przez Agencję Kolejową Unii Europejskiej na podstawie tzw. krajowych wartości referencyjnych (ang. National Reference Values, NRV) dla poszczególnych państw, zgodnie z procedurą określoną w decyzji Komisji z dnia 5 czerwca 2009 r. dotyczącej przyjęcia wspólnej metody oceny bezpieczeństwa służącej stwierdzeniu, czy osiągnięto wymagania bezpieczeństwa [27], o której mowa w art. 6 dyrektywy 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady (2009/460/WE).

Państwa członkowskie zobowiązane są do stałego monitorowania poziomu bezpieczeństwa swoich systemów kolejowych [11, 14], w tym do monitorowania osiągnięcia wspólnych celów bezpieczeń-

stwa, określonych w sposób ilościowy i jakościowy [2, 21, 24, 25, 26]. Dane o wypadkach i incydentach zaistniałych na sieci kolejowej pozyskiwane są od zarządców infrastruktury, mających obowiązek zgłaszania poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym.

Ze względu na fakt, że poziom bezpieczeństwa zależy zarówno od bezpieczeństwa techniczno – organizacyjnego [17, 18, 19] (ang. safety), jak i właściwej ochrony przed czynnikami zewnętrznymi analizując stan bezpieczeństwa dla potrzeb jego poprawy należy uwzględnić oba te aspekty. Obejmują one takie czynniki bezpieczeństwa jak:

- stan techniczny infrastruktury oraz urządzeń sterowania ruchem,
- stan techniczny przejazdów kolejowo - drogowych,
- stan techniczny taboru kolejowego,
- kultura bezpieczeństwa,
- kompetencje i umiejętności pracowników.

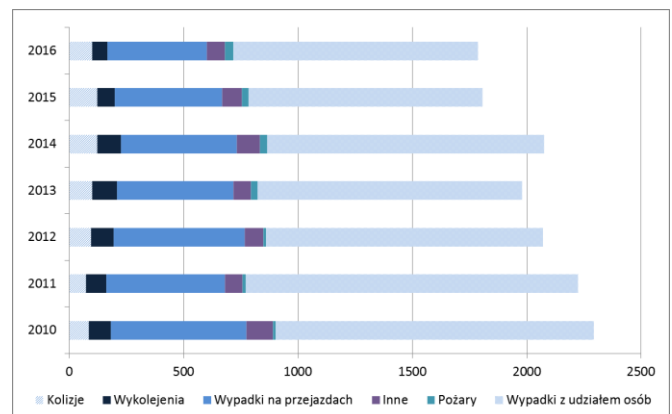
Jednocześnie zdarzenie związane z bezpieczeństwem wpływa- ją na koszty istnienia i utrzymania systemów kolejowych [5, 6, 7].

1. Rodzaje wypadków kolejowych, ich przyczyny i miejsca

Zgodnie z bazą UIC-SDB (UIC Safety Database) i zdefiniowanymi przez ERA zaleceniami rozróżnia się następujące kategorie wypadków:

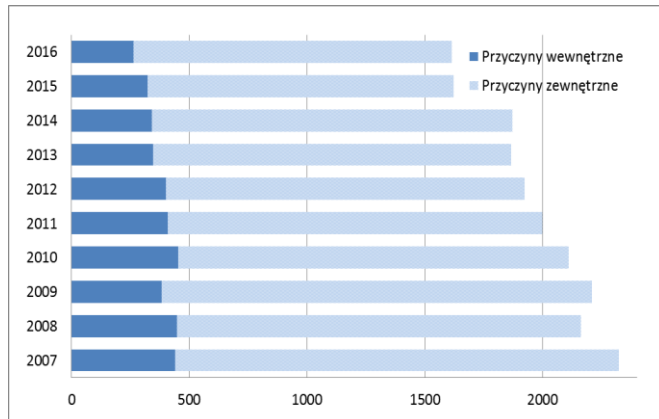
- Kolizje, w tym kolizje z przeszkodami w obrębie skrajni (kolizja z innym pociągiem, kolizja z przeszkodą);
- Wykolejenia;
- Wypadki na przejazdach kolejowych (kolizje z przeszkodą, pojazdem, czy zderzenia z osobami);
- Inne typy wypadków (porażenie prądem z sieci trakcyjnej lub trzeciej szyny, wypadki z udziałem ładunków niebezpiecznych, operacje manewrowe);
- Pożary taboru;
- Wypadki spowodowane przez poruszający się pojazd kolejowy z wyłączeniem samobójstw (zderzenia z osobami poza przejazdami kolejowymi, wypadnięcia z pociągu).

Liczbę wypadków na kolei w Unii Europejskiej według ich kategorii pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Liczba wypadków kolejowych w krajach Unii Europejskiej w latach 2010-2016 według rodzaju zdarzenia (źródło: opracowanie własne na podstawie [12])

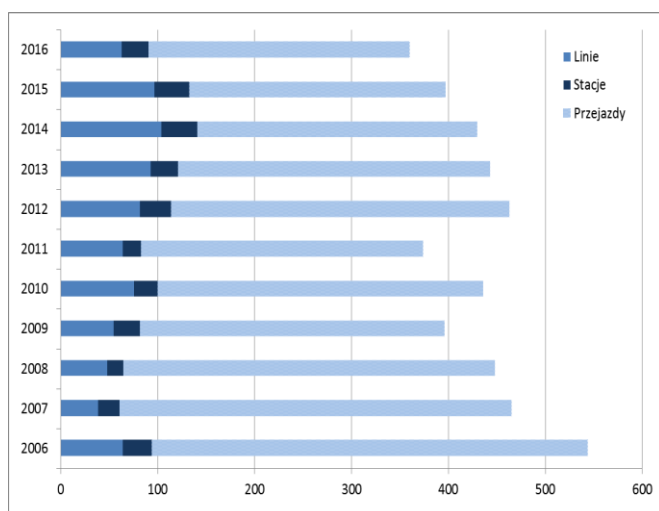
Przyczyny wypadków mogą leżeć zarówno po stronie czynników wewnętrznych (infrastruktura, tabor, czynniki ludzkie i użytkownicy kolei), jak również zewnętrznych (osoby trzecie, pogoda, środowisko). Według raportu [28] za ponad 80% wypadków w każdym roku odpowiadają czynniki zewnętrzne (Rys. 2). Na obu wykresach (Rys. 1, Rys. 2) widoczny też jest postępujący proces stopniowego zmniejszania liczby wypadków.



Rys. 2. Liczba wypadków zależnych i niezależnych od systemu kolejowego (źródło: opracowanie własne na podstawie [28])

Według UIC Safety Raport 2017 [28] w 2016 roku przyczyny zewnętrzne były odpowiedzialne za ponad 88% wszystkich ofiar i 95% wszystkich zgonów, a ponad 60% ofiar wypadków spowodowanych przyczynami zewnętrznymi było ofiarami śmiertelnymi. W wypadku przyczyn wewnętrznych tylko 24% ofiar wypadków było ofiarami śmiertelnymi.

Wspomniany powyżej raport wskazuje, że w latach 2006-2016 znacznie zmniejszyła się liczba zderzeń z przeszkodą (-34%), a zderzenia ze zmotoryzowanymi pojazdami drogowymi spadły o 40%. W tym okresie liczba kolizji z przeszkodą na stacjach lub na otwartych liniach nie uległa znaczącej zmianie. Jest ważne by zauważyć, że 80% kolizji na stacjach i otwartych liniach odbywa się bez ofiar, a wszystkie które miały co najmniej 2 ofiary zdarzyły się na przejazdach kolejowych. Kolizje na przejazdach kolejowych są najczęstszym miejscem zdarzeń i wypadków w całym analizowanym okresie, a w 2016 roku stanowiły 75% wszystkich kolizji (Rys. 3).

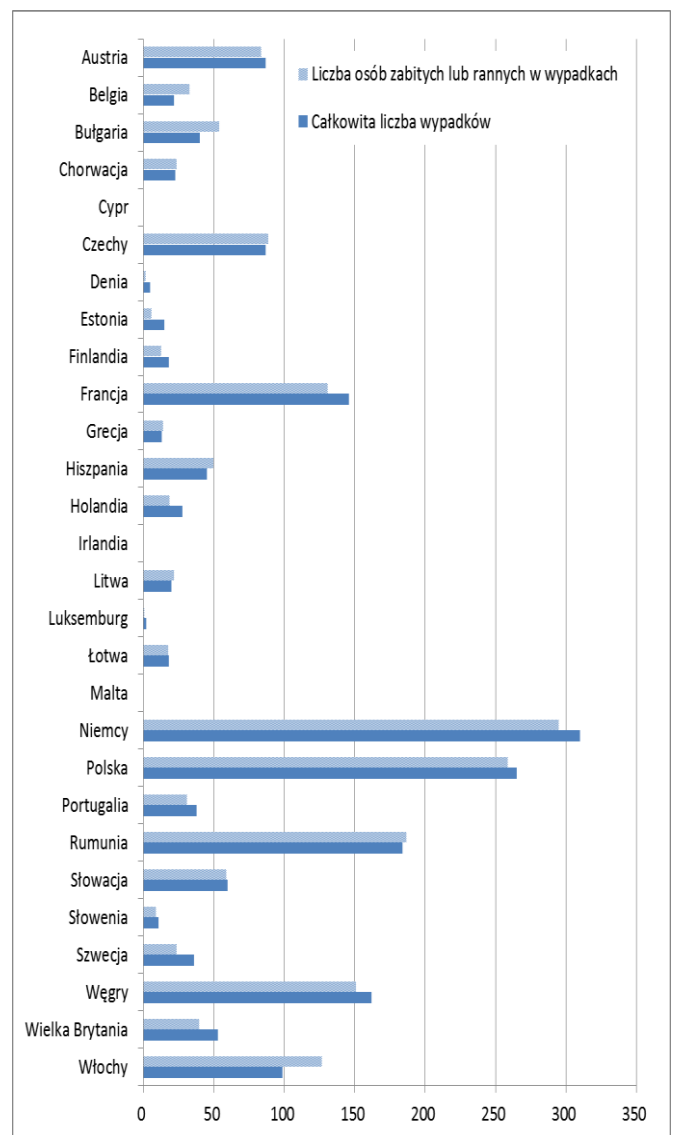


Rys. 3. Liczba kolizji spowodowanych najechem pojazdu na przeszkodę według miejsca zdarzenia (źródło: opracowanie własne na podstawie [28])

2. Analiza danych o wypadkach na kolei w krajach Unii Europejskiej w 2016 roku

W 1787 wypadkach kolejowych, które miały miejsce we wszystkich krajach Unii Europejskiej w 2016 roku zginęło 964 osoby, a 778 osób zostało poważnie rannych (razem 1742 ofiary wypadków). Liczbę wypadków z ofiarami śmiertelnymi oraz ogólną liczbę wypadków na kolei w poszczególnych krajach zestawiono na Rysunku 4. W odniesieniu do roku 2015 odnotowano wzrost liczby wypadków o 6%, co stanowiło odwrócenie trendów stałej poprawy bezpieczeństwa obserwowanych od lat. W 2016 roku aż 14 krajów odnotowało wzrost liczby wypadków (największy we Włoszech), a w 12 krajach odnotowało spadek liczby wypadków (największy w Polsce).

Mimo istotnej poprawy, jaka miała miejsce w Polsce [3], analiza zebranych danych (Rys. 4) pokazuje, że Polska razem z Niemcami i Węgrami odpowiedzialne są aż za 43% z ofiar śmiertelnych w wypadkach na kolejowych, a ponad 50% wszystkich ofiar wypadków kolejowych miała miejsce w 4 krajach ponownie w Niemczech, Polsce i na Węgrzech oraz w Rumunii.

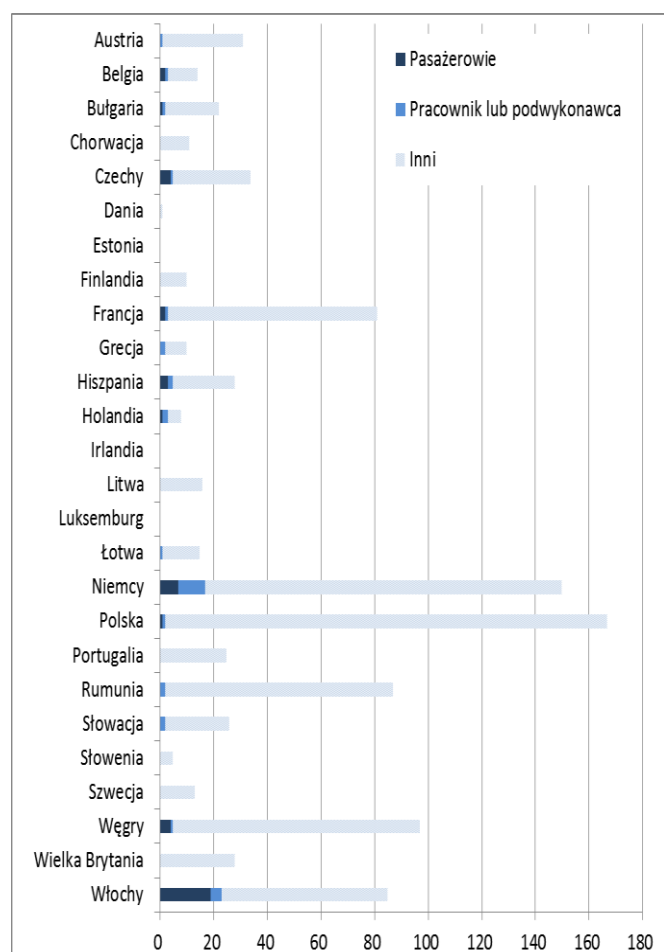


Rys. 4. Liczba poważnych wypadków kolejowych w krajach Unii Europejskiej w 2016 roku (źródło: opracowanie własne na podstawie [12])

W 2016 roku niemal we wszystkich krajach zgłaszających wypadki najczęstszymi zdarzeniami były (Rys. 1) wypadki spowodowane przez tabor w ruchu (60%), w tym najwięcej wypadków było

spowodowanych potrąceniem przez pociągi osób lub pojazdów przekraczających tory w miejscach niedozwolonych oraz wypadki na przejazdach kolejowych (24%) obejmujące przede wszystkim takie zdarzenia jak najechanie pojazdu kolejowego na pojazd drogowy i/lub osoby na przejeździe kolejowo-drogowym lub przejściu przez tory [4]. Te dwie kategorie zdarzeń w 2016 roku stanowiły 90% całkowitej liczby wypadków na kolei, a ich skutkiem było 94% ofiar śmiertelnych.

Osoby trzecie stanowiły aż 95% wszystkich ofiar śmiertelnych (Rys. 5) i w to one stanowiły aż 76% poszkodowanych, którzy odnieśli poważne obrażenia. Najwięcej ofiar wśród tej grupy, stanowili intruzy (61%) i użytkownicy przejazdów kolejowych (34%). Pasażerowie stanowili jedynie 10% wszystkich ofiar i 2% wszystkich ofiar śmiertelnych (Rys. 5). Według [28] około 80% zdarzeń, których ofiarami byli pasażerowie to przypadki wypadnięcia z pociągu.



Rys. 5. Liczba poważnych wypadków kolejowych w krajach Unii Europejskiej w 2016 roku (źródło: opracowanie własne na podstawie [12])

Liczba wypadków, w których ofiarami byli pracownicy i podwykonawcy uległa znacznemu zmniejszeniu (o 65%) i w 2016 r. osiągnęła najniższy poziom dekady. Najczęstszą przyczyną wypadków w tej grupie jest potrącenie przez pociąg (48%).

W latach 2007-2016 liczba ofiar śmiertelnych zmniejszyła się o 33%, a liczba wypadków, których ofiary odniosły poważne obrażenia zmniejszyła się o -36%. Także liczba ciężkich wypadków (z dwoma i więcej ofiarami) zmalała o 48% w ciągu tych lat.

Wnioski

Stałe monitorowanie wypadków i incydentów jest ważnym elementem kultury bezpieczeństwa. Zgłaszanie nawet mniej poważ-

nych incydentów daje cenny sygnał ostrzegawczy. W niekorzystnych warunkach incydent może bowiem doprowadzić do wypadku.

Monitorowanie takich zdarzeń w systemie kolejowym pozwala na analizę zdarzeń i wdrożenie adekwatnych działań korygujących i zapobiegawczych np. odpowiednich procedur, weryfikacji i walidacji bezpieczeństwa urządzeń [16, 20], nowych technologii [13], poprawy interoperacyjności [8], niezawodności zasilania [15], itp. Tego typu działania mają istotny pozytywny wpływ na poprawę bezpieczeństwa transportu kolejowego i pozwalają stopniowo zmniejszać liczbę tych zdarzeń i wypadków, które mają swe przyczyny w systemie kolejowym.

Jak pokazują powyższe analizy, większość zdarzeń ma jednak swoje przyczyny poza systemem kolejowym – zdarzenia na przejazdach kolejowo-drogowych oraz potrącenia osób trzecich (osoby postronne i kierujący pojazdami). Najlepszymi i zalecanymi sposobami minimalizacji takich wypadków jest odseparowanie potoków ruchu poprzez wprowadzenie skrzyżowań oraz przejść bezkolizyjnych lub modernizacja i podnoszenie kategorii przejazdów kolejowych [1].

Innym ważnym działaniem związanym z poprawą bezpieczeństwa, które powinno być prowadzone równolegle, jest kompleksowa edukacja. Powinna ona swoim zakresem obejmować szeroki krąg potencjalnych użytkowników przejazdów kolejowych, przykładowo dzieci, młodzież, pieszych, kierowców. By podnieść i propagować kulturę bezpieczeństwa elementy edukacyjne z jej zakresu powinny stać się nie tylko ważną częścią szkolenia personelu kolejowego, ale przede wszystkim powszechnym elementem edukacji w szkołach. Duży nacisk na tę problematykę powinny też kłaść ośrodki szkolenia i egzaminowania kierowców. Przydatne będą też kampanie medialne podkreślające wagę zagadnienia.

Ciekawym sposobem poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych [1, 13, 14] są systemy monitorowania zachowań kierowców wraz z rejestracją wykroczeń, które nie tylko mobilizują kierowców do zachowań zgodnych z przepisami, ale też pozwalają zapewnić szybszą pomoc w razie wystąpienia wypadku.

Kompleksowe działania prowadzące do podniesienia kultury bezpieczeństwa powinny być systematycznie prowadzone we wszystkich krajach Unii Europejskiej. Szczególny mocny nacisk na nie winny położyć takie kraje, jak Polska, Niemcy, Węgry i Rumunia, w których do wypadków dochodziło najczęściej.

Bibliografia:

1. Bester L., Toruń, A., Modeling of Reliability and Safety at Level Crossing Including in Polish Railway Conditions. Communications in Computer and Information Science, Vol. 471, pp. 38-47, 2014.
2. Braband J., Schaebe, H. Statistical analysis of railway safety performance in the European Union. Advances in safety, reliability and risk management, pp. 2748-2753, 2012.
3. Chrzan M., Jackowski S., Olczykowski Z., Resiak, R., Analiza, statystyki i przyczyny wypadkowości na przejazdach z zabudowanymi urządzeniami SSP. Logistyka 3/2011, pp. 383-392, 2011.
4. Chrzan M., Łukasik Z., Kornaszewski M. Wpływ klasy przejazdu kolejowego na rzeczywiste bezpieczeństwo ruchu drogowego. Logistyka 3/2009.
5. Ciszewski T., Nowakowski W., Analiza kosztów istnienia na przykładzie systemu zabezpieczenia przejazdu kolejowego. TTS Technika Transportu Szybowego, 12/2017, pp. 149-154, 2017.
6. Ciszewski T., Nowakowski W., Life-Cycle Cost analysis for rail control systems. Proceedings of the 17th International Scientific

- Conference Globalization and its socio-economic consequences, pp. 284–291, 2017.
7. Ciszewski T., Nowakowski W., Economic analysis of the life cycle cost structure for railway traffic control systems. *Ekonomicko-manažerske spektrum*, 12(1), pp. 30–43, 2018.
 8. Ciszewski T., Nowakowski W., Interoperability of it systems in the international railways. *Proceedings of the 16th International Scientific Conference Globalization and its socio-economic consequences*, pp. 312-320, 2016.
 9. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei. 2016.
 10. Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych. 2004.
 11. El Koursi E., Tordai L., Common approach for supervising the railway safety performance. *Computers In Railways X: Computer System Design And Operation in the Railway and other Transit Systems*. Vol. 88, pp. 147-156, 2006.
 12. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home> [data codes: tran_sf_railac, tran_sf_railvi, rail_go_type, rail_pa_typepas, rail_pa_quartal], wrzesień 2018
 13. Kornaszewski M., Chrzan M., Olczykowski Z., Implementation of New Solutions of Intelligent Transport Systems in Railway Transport in Poland. *Smart Solutions in Today's Transport*, pp. 282-292, 2017.
 14. Lewiński A., Perzyński T., The Reliability and Safety of Railway Control Systems Based on New Information Technologies. *Communications in Computer and Information Science*. Vol. 104, pp. 427-433, 2010.
 15. Łukasik L., Ciszewski T., Wojciechowski J., Power supply safety of railway traffic control systems as a part of international transport safety. *Proceedings of the 16th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences*. Part III, pp. 1212-1219, 2016.
 16. Łukasik Z., Ciszewski T., Młyńczak J., Nowakowski W., Wojciechowski J., Assessment of the Safety of Microprocessor-Based Semi-automatic Block Signalling System. *Contemporary challenges of transport systems and traffic engineering. Lecture Notes in Networks and Systems*, pp. 137-144, 2016.
 17. Nowakowski W., Ciszewski T., Łukasik Z., Metody oceny wpływu czynnika ludzkiego na bezpieczeństwo w transporcie. *Autobusy*. 6/2018, pp. 180-184, 2018.
 18. Nowakowski W., Ciszewski T., Łukasik Z., The human as the weakest link in ensuring technical safety. *Proceedings of the International Scientific Conference Globalization and its Socio-Economic Consequences*. pp. 1788-1795, 2017.
 19. Nowakowski W., Łukasik Z., Bojarczak P., Technical Safety in the process of globalization. *Proceedings of the International Scientific Conference Globalization and its Socio-Economic Consequences*. pp. 1571-1578, 2016.
 20. Nowakowski W., Ciszewski T., Młyńczak J., Łukasik Z., Failure evaluation of the level crossing protection system based on Fault Tree Analysis. *Recent Advances in Traffic Engineering for Transport Networks and Systems*. pp. 107–115, 2017.
 21. Regulations on Public Investigations of Railway Accidents and Serious Railway Incidents etc. (Railway Investigation Regulations). Norwegian Ministry of Transport and Communications. 2007.
 22. Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2018/762 ustanawiające wspólne metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do wymogów dotyczących systemu zarządzania bezpieczeństwem na podstawie dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 oraz uchylające rozporządzenia Komisji (UE) nr 1158/2010 i (UE) nr 1169/2010, 2018.
 23. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1192/2003 z dnia 3 lipca 2003 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 91/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie statystyki transportu kolejowego, 2003.
 24. Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1158/2010 z dnia 9 grudnia 2010 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do zgodności z wymogami dotyczącymi uzyskania kolejowych certyfikatów bezpieczeństwa., 2010.
 25. Rozporządzenie (WE) nr 91/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie statystyki transportu kolejowego. 2003
 26. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2032 z dnia 26 października 2016 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 91/2003 w sprawie statystyki transportu kolejowego w odniesieniu do gromadzenia danych o towarach, pasażerach i wypadkach. 2016.
 27. Schutte J., Cassir C., Eckel A. Derivation of common safety targets for the European railways. *Safety and Security Engineering*. Vol. 82, pp. 233-241, 2005.
 28. UIC Safety Raport 2017. Paris: UIC International Union of Railways, 2017.

Analysis of selected aspects of the railway safety in the European Union

Sustainable development of railway companies is conditioned by safety, which is why each railway operator should continually strive to improve safety and reduce the number of accidents. The requirements for reporting incidents and analyses are regulated at the European Community level. The regulatory authorities - national and European - are responsible for monitoring the safety culture. On the basis of the acquired data and safety indicators the authors analysed trends related to the European railways safety level. Comparative analyses carried out for individual EU countries allowed to find the main causes of accidents and indicate selected corrective actions that can be taken to improve safety and reduce accident costs. Previous practical experiences show that the costs of preventive actions are much smaller than the costs of eliminating the effects of accidents. Although the results of the analysis clearly show that consistent efforts in the safety area lead to a structural reduction in the number of accidents, there is still significant scope for improvements in many areas.

Keywords: railway safety, safety culture, accidents monitoring, failure evaluation.

Autorzy:

dr inż. **Tomasz Ciszewski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, t.ciszewski@uthrad.pl

dr hab. inż. **Waldemar Nowakowski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, w.nowakowski@uthrad.pl

dr hab. inż. **Marcin Chrzan** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, m.chrzan@uthrad.pl