

Wpływ Uszkodzeń i Stanu Technicznego Pojazdów Szynowych na Bezpieczeństwo Transportu Kolejowego w Polsce.

The Impact of Damage and Technical Condition of Railway Vehicles on Railway Transport Safety in Poland

PAWEŁ BIEL¹

¹ Politechnika Krakowska, Szkoła Doktorska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, Polska

Abstrakt: Pojazdy kolejowe stanowią integralny składnik systemu kolei, w związku z czym ich awarie mogą prowadzić do zdarzeń niebezpiecznych w kontekście bezpieczeństwa całego systemu kolei w Polsce. Na potrzeby artykułu dokonano analizy zdarzeń kolejowych w Polsce, w latach 2015-2020, w oparciu o dane publikowane przez Państwową Komisję Badania Wypadków Kolejowych (PKBWK) i Urząd Transportu Kolejowego (UTK). Analizie statystycznej poddano zdarzenia z podziałem na „poważne wypadki”, „wypadki” i „incydenty”, których definicje i kategoryzację przedstawiono w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 16 marca 2016 r. w sprawie poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym. W ramach każdej z grup zdarzeń wyodrębniono najczęściej występujące kategorie przyczyn bezpośrednich zdarzeń, a następnie wyodrębniono zdarzenia, których przyczyna bezpośrednia miała swoje źródło w złym stanie technicznym lub awarii pojazdów szynowych, a następnie poddano wnioskowaniu w zakresie wpływu zdarzeń powiązanych ze stanem technicznym taboru kolejowego, na bezpieczeństwo transportu kolejowego w Polsce. Z przeprowadzonych analiz wynika, że stan techniczny taboru kolejowego ma istotny wpływ na bezpieczeństwo transportu kolejowego, natomiast ze względu na fakt, że analizowane zdarzenia nie prowadziły do poważnych wypadków, wpływ ten nie jest krytyczny.

Abstract: Railway vehicles are an integral part of the railway system. Therefore their failures may lead to dangerous events in the context of the safety of the entire railway system in Poland. For the purposes of the article, an analysis of railway incidents in Poland was carried out from 2015 to 2020, based on data published by the State Commission for the Investigation of Railway Accidents (PKBWK) and the Office of Rail Transport (UTK). The statistical analysis included events divided into "serious accidents", "accidents" and "incidents", the definitions and categorisation of which are presented in the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 16 March 2016 on serious accidents, accidents and incidents in rail transport. Within each of the groups of events, the most common categories of causes of direct events were distinguished, and then events whose direct cause had their origin in the poor technical condition or failure of rail vehicles were distinguished. The analyses conducted show that the technical condition of rolling stock has a significant impact on the safety of rail transport, but due to the fact that the analysed events did not lead to serious accidents, this impact is not critical.

1. Wprowadzenie

Transport kolejowy w Unii Europejskiej jest jednym z najbezpieczniejszych środków transportu. Najpopularniejszym wskaźnikiem wykorzystywanym do określania poziomu bezpieczeństwa środków transportu jest wskaźnik śmiertelności wśród pasażerów wyrażony w zestawieniu z pracą przewoźniczą, tj. ilości przejechanych kilometrów. Z analizy raportu dotyczącego bezpieczeństwa i interoperacyjności kolei Unii Europejskiej, opracowanego przez Europejską Agencję Kolejową (ERA) wynika, że wskaźnik śmiertelności dla transportu lotniczego i transportu kolejowego jest identyczny i wynosi 0,058 miliarda pasażero-kilometrów (dane za lata 2015-2019), co czyni te środki transportu najbezpieczniejszymi, spośród poddanych analizie. Na kolejnym miejscu plasuje się transport autobusami/busami, a wskaźnik śmiertelności jest ponad trzykrotnie wyższy niż dla transportu kolejowego/lotniczego. Najwyższa śmiertelność występuje w odniesieniu do transportu samochodowego, ze wskaźnikiem śmiertelności na poziomie 2,538 miliarda pasażero-kilometrów, a więc ryzyko wystąpienia ofiary śmiertelnej dla tego środka transportu jest ponad 43 razy wyższe niż w przypadku transportu kolejowego lub lotniczego. Wskaźnik śmiertelności wśród pasażerów transportu kolejowego w Polsce jest ponad dwukrotnie wyższy niż średnia unijna (EU-27), a jego uśredniona wartość za lata 2010-2020 wynosiła 0,24 miliarda pasażero-kilometrów.¹ (Agencja Kolejowa UE 2022).

Dane statystyczne publikowane przez Agencję Kolejową UE nie pozwalają na ocenę, jaki wpływ na bezpieczeństwo transportu kolejowego mają zdarzenia, których źródła techniczne znajdują się po stronie taboru kolejowego, a nie po stronie infrastruktury, zaniedbań obsługi pojazdów itp., dlatego na potrzeby niniejszego artykułu dokonano szczegółowej analizy danych statystycznych publikowanych przez Państwową Komisję Badania Wypadków Kolejowych. Komisje powypadkowe w Polsce mają obowiązek dokonania właściwej kwalifikacji zdarzenia kolejowego i przypisania odpowiedniej kategorii (poważny wypadek, wypadek, incydent), z uwzględnieniem właściwej kwalifikacji przyczyny bezpośredniej zdarzenia. Dla zdarzeń kategoryzowanych jako poważne wypadki skupiono się na analizie ilościowej zdarzeniach kategorii A10 i A11, B10 i B11 oraz C53 i C54, a więc takich, gdzie przyczynę bezpośrednią można przypisać do stanu technicznego pojazdu kolejowego biorącego udział w zdarzeniu.

Opis przyczyn bezpośrednich zdarzeń kolejowych wskazanych poniżej został zaczerpnięty z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa, z dnia 16 marca 2016 r. w sprawie poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym. Poważne wypadki kategorii A10 oraz wypadki kategorii B10, to zdarzenia kolejowe dla których zidentyfikowano jako bezpośrednią przyczynę uszkodzenie lub zły stan techniczny pojazdu kolejowego z napędem, pojazdu kolejowego specjalnego przeznaczenia (w tym również najechanie na przedmiot stanowiący część konstrukcyjną pojazdu kolejowego z napędem, pojazdu kolejowego specjalnego przeznaczenia) oraz uszkodzenie lub nieprawidłowe działanie części pokładowej urządzeń umożliwiających kontrolę prowadzenia pojazdu kolejowego (ERTMS). Z kolei poważne wypadki kategorii

¹ Agencja Kolejowa UE, *Report on railway safety and interoperability in the EU*, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2022.

A11 oraz wypadki kategorii B11, to zdarzenia kolejowe dla których zidentyfikowano jako bezpośrednią przyczynę uszkodzenie lub zły stan techniczny wagonu (w tym także najeżdżanie na część konstrukcyjną wagonu). W przypadku incydentów, kategoria C53 powiązana jest ze zdarzeniami, gdzie za przyczynę bezpośrednią uznano uszkodzenie lub zły stan techniczny pojazdu kolejowego z napędem, pojazdu kolejowego specjalnego przeznaczenia powodujące konieczność jego wyłączenia z ruchu na skutek wskazań przez urządzenia detekcji stanu awaryjnego taboru, potwierdzonych w warunkach warsztatowych (gorące maźnice, gorący hamulec skutkujący przesuniętą obręczą), a także innych usterek w pojazdach kolejowych będących w ruchu zauważonych przez personel obsługi (np. pęknięty resor). Incydenty kategorii C54 powiązane są natomiast z uszkodzeniem lub złym stanem technicznym wagonu powodującym konieczność jego wyłączenia z ruchu na skutek wskazań przez urządzenia detekcji stanu awaryjnego taboru, potwierdzonych w warunkach warsztatowych (gorące maźnice, gorący hamulec skutkujący przesuniętą obręczą), a także innych usterek w pojazdach kolejowych będących w ruchu zauważonych przez personel obsługi² (Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa, z dnia 16 marca 2016 r. w sprawie poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym 2016).

Podział na główne kategorie zdarzeń kolejowych uzależniony jest od skutków zdarzenia kolejowego. Zgodnie z definicjami wskazanymi w Ustawie o transporcie kolejowym, za poważny wypadek należy uznać zdarzenie z co najmniej 1 ofiarą śmiertelną, lub co najmniej 5 osobami ciężko rannymi lub skutkujący uszkodzeniami przekraczającymi wartość 2 miliony euro. Za wypadek uznaje się niezamierzone nagłe zdarzenie lub ciąg takich zdarzeń z udziałem pojazdu kolejowego, powodujące negatywne konsekwencje dla zdrowia ludzkiego, mienia lub środowiska, w którym nie wystąpiły ofiary śmiertelne, a liczba osób ciężko rannych nie przekracza 4. Incydent to każde zdarzenie, inne niż wypadek lub poważny wypadek, mające wpływ na bezpieczeństwo ruchu kolejowego.³ (Ustawa z dnia 28 marca 2003 r o transporcie kolejowym 2003).

2. Analiza statystyczna zdarzeń kolejowych w Polsce

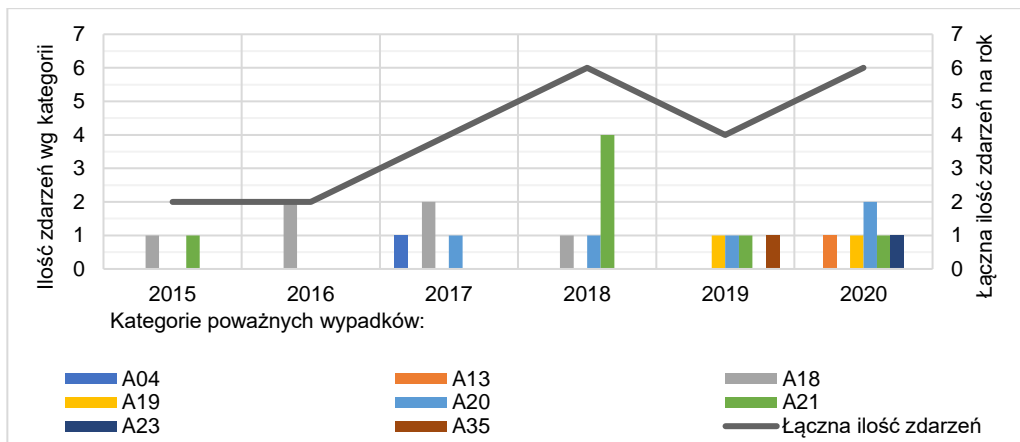
Analizę zdarzeń kolejowych w Polsce przeprowadzono z podziałem na poważne wypadki (zdarzenia kategorii A), wypadki (zdarzenia kategorii B) oraz incydenty (zdarzenia kategorii C). Analizowane zdarzenia dotyczą okresu od 2015 do 2020 r.

W grupie zdarzeń zakwalifikowanych jako poważne wypadki odnotowano łącznie kilkadziesiąt wystąpień. Szczegóły przedstawiono na Rysunku nr 1. W grupie zdarzeń zakwalifikowanych jako wypadki odnotowano łącznie 3915 wystąpień, co odpowiada średnio 625 zdarzeniom na rok. Szczegółowe zestawienie ilościowe wypadków

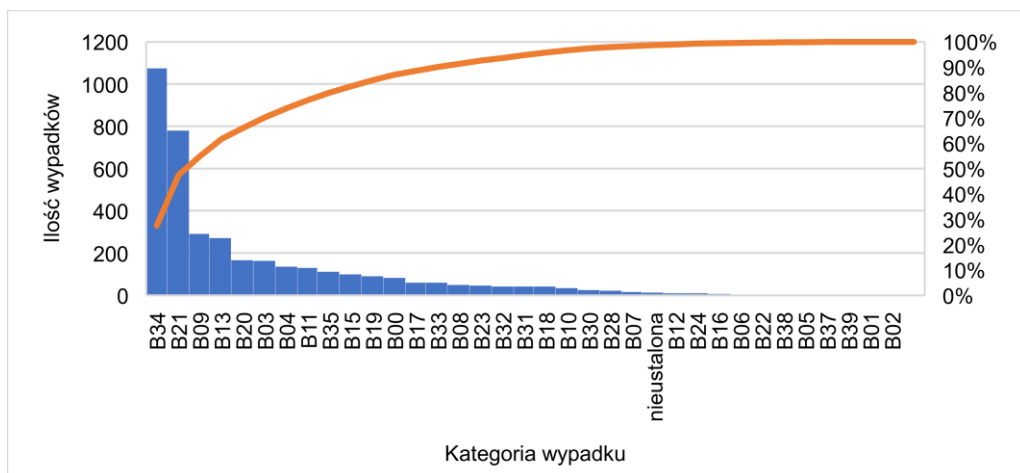
² Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa, z dnia 16 marca 2016 r. w sprawie poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym, Dz.U. 2016 poz. 369, 2016.

³ Ustawa z dnia 28 marca 2003 r o transporcie kolejowym, Dz. U. 2003 Nr 86 poz. 789, 2003.

w analizowanym okresie, wraz z podziałem na kategorię przedstawiono w formie diagramu Pareto na Rysunku nr 2.



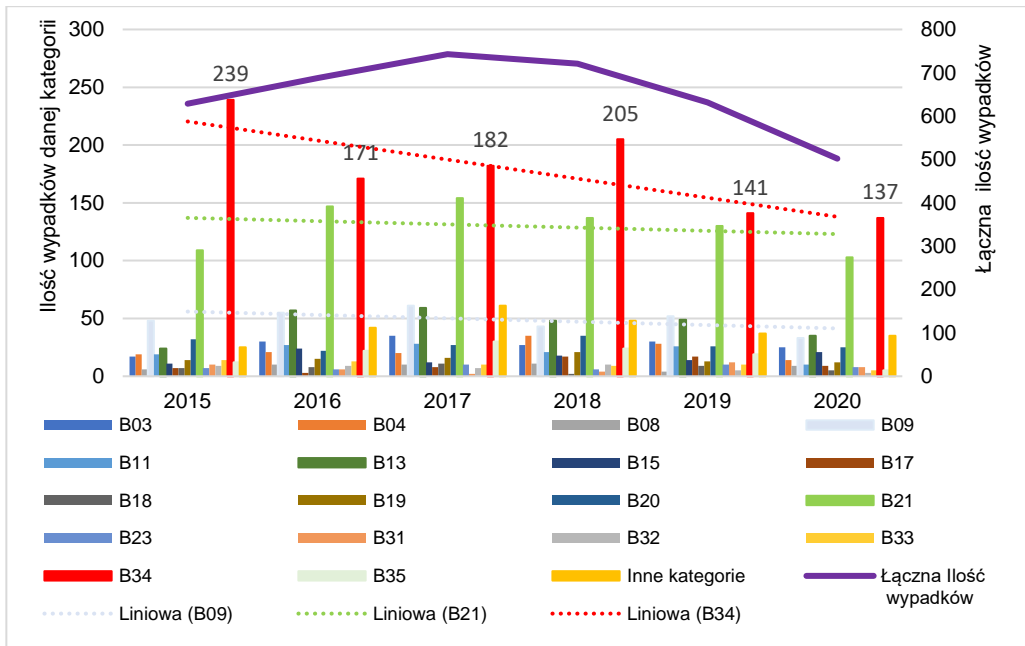
Rys. 1. Zestawienie poważnych wypadków w Polsce w latach 2015-2020⁴ (Biel P. 2023)



Rys. 2. Diagram Pareto dla wypadków w Polsce w latach 2015-2020⁵ (Biel P. 2023)

^{4,5} Biel P., Dopierała D., Grzywa M., Szkoda M., *The impact of damage and technical condition of railway vehicles on railway transport safety in Poland*, Rozdział w monografii: Environmental Protection Transport and Logistic Production Engineering, red. Kowalski S., Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, Nowy Sącz, 2023, 57-70.

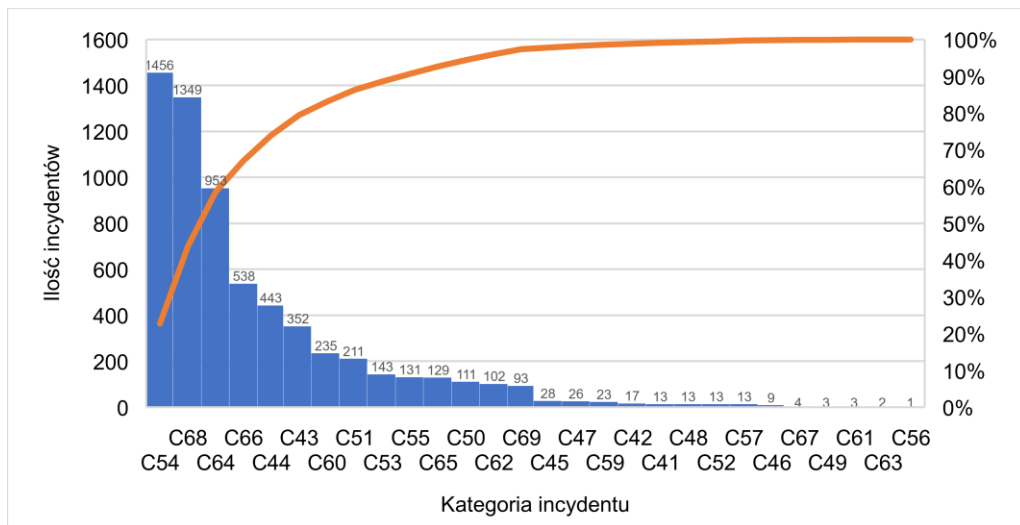
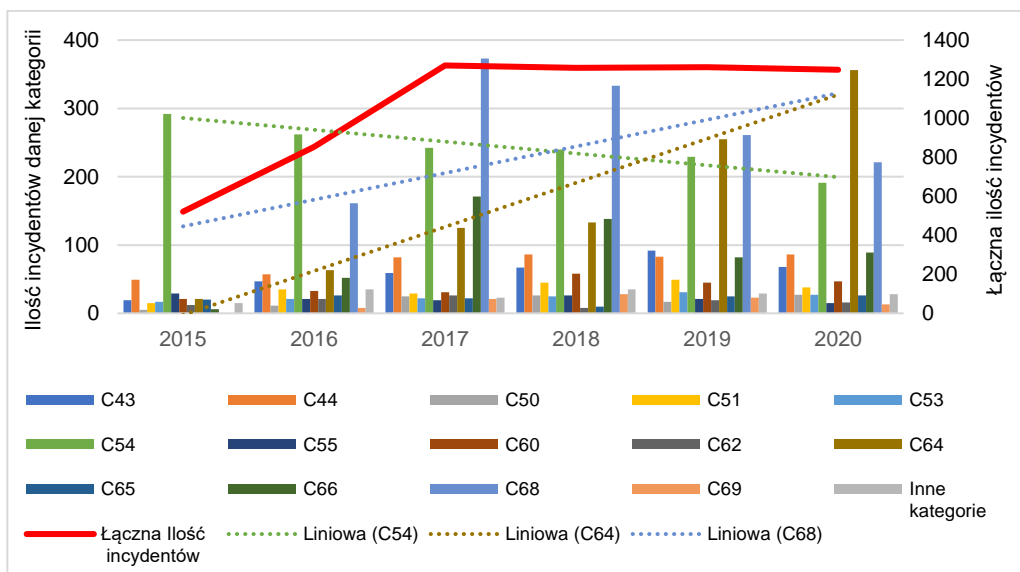
Najczęściej występującą kategorią wypadków były wypadki kategorii B34 (1075 zdarzeń), następnie wypadki kategorii B21 (780 zdarzeń), a na trzeciej pozycji pod względem ilości plasowały się wypadki kategorii B09 (292 zdarzenia). Dla wypadków kategorii B34 zauważalny jest wyraźny trend spadkowy ilości zdarzeń w czasie (239 zdarzeń w 2015 r. i 137 zdarzeń w 2020). Analogiczny trend spadku ilości zdarzeń w czasie odnotowano dla wypadków kategorii B21 i B09. Szczegóły przedstawiono na Rysunku nr 3.



Rys. 3. Zestawienie wypadków w Polsce w latach 2015-2020⁶ (Biel P. 2023)

W grupie zdarzeń zakwalifikowanych jako incydenty najczęściej występowały incydenty kategorii C54 (1456 zdarzeń), C68 (1349 zdarzeń) oraz C64 (953 zdarzenia). W latach 2015, 2016 odnotowano gwałtowny wzrost liczby incydentów (wzrost z poziomu około 600 zdarzeń rocznie do ponad 1200 incydentów na rok). Dla incydentów kategorii C54 zauważalny jest pozytywny trend w zakresie bezpieczeństwa, tj. spadek ilości zdarzeń w czasie. Dla incydentów kategorii C68 i C64, w analizowanym okresie, trend w zakresie bezpieczeństwa jest negatywny, ze względu na wyraźny wzrost ilości zdarzeń tych kategorii w czasie. Szczegóły przedstawiono na Rysunku 4 oraz Rysunku 5.

⁶ Biel P., Dopierała D., Grzywa M., Szkoła M., *The impact of damage and technical condition of railway vehicles on railway transport safety in Poland*, Rozdział w monografii: Environmental Protection Transport and Logistic Production Engineering, red. Kowalski S., Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, Nowy Sącz, 2023, 57-70.

Rys. 4. Diagram Pareto dla incydentów w Polsce w latach 2015-2020⁷ (Biel P. 2023)Rys. 5. Zestawienie incydentów w Polsce w latach 2015-2020⁸ (Biel P. 2023)

^{7,8} Biel P., Dopierała D., Grzywa M., Szkoda M., *The impact of damage and technical condition of railway vehicles on railway transport safety in Poland*, Rozdział w monografii: *Environmental Protection Transport and Logistic Production Engineering*, red. Kowalski S., Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, Nowy Sącz, 2023, 57-70.

3. Ocena wpływu stanu technicznego taboru kolejowego na bezpieczeństwo transportu kolejowego w Polsce

Jak zaznaczono we wprowadzeniu, najistotniejsza z punktu widzenia analizy wpływu stanu technicznego taboru kolejowego na bezpieczeństwo transportu kolejowego jest ocena ilościowa zdarzeń kolejowych następujących kategorii:

- Poważne wypadki kategorii A10 i A11,
- wypadki kategorii B10 i B11,
- incydenty kategorii C53 i C54.

Dla wszystkich wskazanych powyżej kategorii zdarzeń kolejowych, za przyczynę bezpośrednią zdarzenia, uznaje się bowiem zły stan techniczny taboru kolejowego. Szczegółowy opis kategorii zdarzenia i odpowiadający jej opis przyczyny bezpośredniej opisano w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa, z dnia 16 marca 2016 r. w sprawie poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym.

W analizowanym okresie nie odnotowano żadnego poważnego wypadku, który można by przypisać do kategorii A10 i A11. Oznacza to, że zły stan techniczny pojazdów kolejowych nie przyczynił się do zmaterializowania się ryzyka wystąpienia najbardziej krytycznego charakteru zdarzenia w kontekście bezpieczeństwa, co bez wątpienia jest bardzo pozytywną informacją.

Niniejszą dane można wykorzystać w procesie oceny krytyczności komponentów zabudowywanych na pojazdach, w celu realizacji obowiązku wynikającego m.in. z Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2019/779, gdzie wskazano że „przy projektowaniu nowego typu pojazdu producent powinien określić, w oparciu o analizę ryzyka, krytyczność funkcji i elementów swoich produktów oraz zapisywać je w dokumentacji technicznej”⁹ (Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/779 z dnia 16 maja 2019 r. ustanawiające szczegółowe przepisy dotyczące systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 2019).

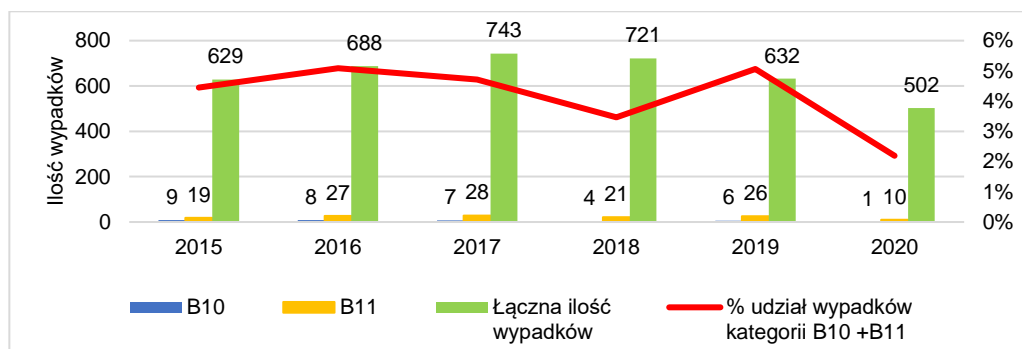
Definicja elementu/komponentu krytycznego dla bezpieczeństwa nie została prawnie usankcjonowana i istnieje pewna dowolność w procesie kwalifikacji komponentów do grupy komponentów krytycznych dla bezpieczeństwa systemu kolejowego, niemniej w 2021 r. opracowany został standard techniczny CEN/TR 17696:2021 zgodnie z którym, za komponent krytyczny dla bezpieczeństwa (ang. Safety critical component), należy uznać komponenty, których pojedyncza awaria ma wiarygodny potencjał aby doprowadzić do:

⁹ Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/779 z dnia 16 maja 2019 r. ustanawiające szczegółowe przepisy dotyczące systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 2019.

- kolizji lub wykolejenia pojazdów skutkującej wystąpieniem co najmniej jednej ofiary śmiertelnej lub co najmniej 5 osób ciężko rannych, lub szkody przekraczającej kwotę 2 mln euro, oraz
- każde inne zdarzenie o tych samych konsekwencjach mające oczywisty wpływ na bezpieczeństwo systemu kolejowego.¹⁰ (CEN/TR 17696:2021 Railway applications - Vehicle Maintenance - Guide for identification and management of Safety Critical Components for railway vehicles 2021)

Zgodnie z przywołaną powyżej definicją komponentu krytycznego dla bezpieczeństwa, za komponenty krytyczne dla bezpieczeństwa należy uznać komponenty, których awaria może doprowadzić do wiarygodnego scenariusza wystąpienia poważnego wypadku, wg definicji wskazanej w Ustawie o Transporcie Kolejowym. Brak poważnych wypadków, których przyczyna bezpośrednia tkwiła w złym stanie technicznym taboru kolejowego, jest jedną z podstawowych informacji jaka powinna zostać wzięta pod uwagę na etapie oceny ryzyka, dla analizowanych systemów technicznych zabudowanych na konkretnym pojeździe.

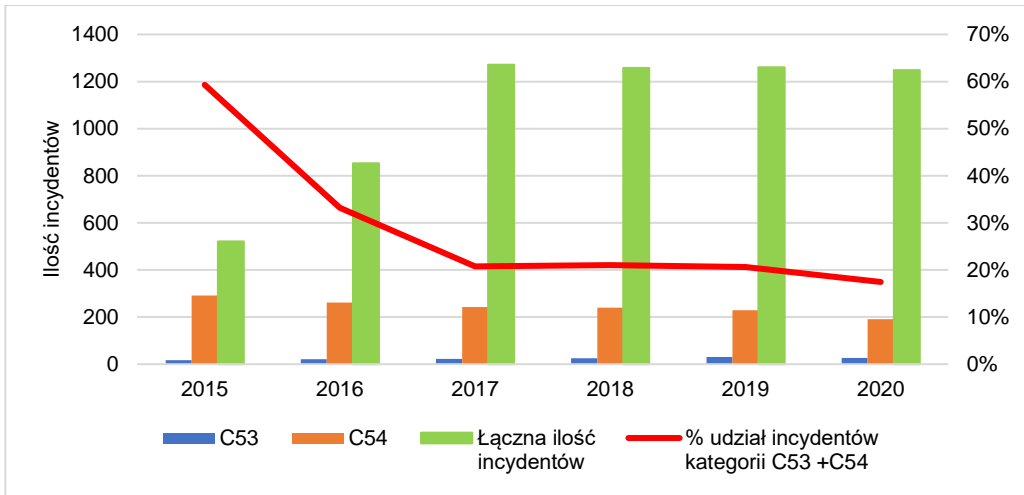
Na Rysunku 6 oraz Rysunku 7 przedstawiono udział zdarzeń kategorii B10 i B11 oraz C53 i C54 w odniesieniu do wszystkich innych kategorii zdarzeń, nie powiązanych bezpośrednio ze złym stanem technicznym taboru kolejowego. Odnotowano pozytywny trend w zakresie bezpieczeństwa zarówno w przypadku ilości wypadków, jak również w odniesieniu do ilości incydentów.



Rys. 6. Udział wypadków kategorii B10 i B11 w odniesieniu do wszystkich wypadków w Polsce w latach 2015-2020¹¹ (Biel P. 2023)

¹⁰ CEN/TR 17696:2021 Railway applications - Vehicle Maintenance - Guide for identification and management of Safety Critical Components for railway vehicles, European Committee for Standardization, Bruksela, 2021.

¹¹ Biel P., Dopierała D., Grzywa M., Szkoda M., *The impact of damage and technical condition of railway vehicles on railway transport safety in Poland*, Rozdział w monografii: Environmental Protection Transport and Logistic Production Engineering, red. Kowalski S., Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, Nowy Sącz, 2023, 57-70.



Rys. 7. Udział incydentów kategorii C53 i C54 w odniesieniu do wszystkich incydentów w Polsce w latach 2015-2020¹² (Biel P. 2023)

3. Podsumowanie

Stan techniczny taboru kolejowego ma niewątpliwie istotny wpływ na bezpieczeństwo transportu kolejowego w Polsce i związane jest to z kilkuprocentowym udziałem zdarzeń kategorii wypadki, powiązanych ze stanem technicznym taboru (kategorie B10 i B11), w odniesieniu do całkowitej liczby odnotowanych wypadków w Polsce oraz kilkudziesięcioma procentami incydentów kategorii C53 i C54, w odniesieniu do całkowitej liczby incydentów.

Stan techniczny taboru kolejowego nie miał krytycznego wpływu na bezpieczeństwo transportu kolejowego w analizowanym okresie (2015-2020), ze względu na brak poważnych wypadków, co do których komisje kolejowe ustaliłyby za przyczynę bezpośrednią zły stan techniczny taboru (kategorie A10 i A11).

Dane statystyczne dotyczące zdarzeń kolejowych i ich przyczyn bezpośrednich, w tym w szczególności dane statystyczne dotyczące poważnych wypadków, powinny być wykorzystywane w procesie oceny ryzyka, jako integralnej części procesu oceny krytyczności komponentów zabudowanych w pojazdach szynowych.

¹² Biel P., Dopierała D., Grzywa M., Szkoda M., *The impact of damage and technical condition of railway vehicles on railway transport safety in Poland*, Rozdział w monografii: Environmental Protection Transport and Logistic Production Engineering, red. Kowalski S., Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, Nowy Sącz, 2023, 57-70.

Literatura

- [1] Agencja Kolejowa UE, *Report on railway safety and interoperability in the EU*, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2022.
- [2] *CEN/TR 17696:2021 Railway applications - Vehicle Maintenance - Guide for identification and management of Safety Critical Components for railway vehicles*, European Committee for Standardization, Bruksela, 2021.
- [3] Biel P., Dopierała D., Grzywa M., Szkoda M., *The impact of damage and technical condition of railway vehicles on railway transport safety in Poland*, Rozdział w monografii: *Environmental Protection Transport and Logistic Production Engineering*, red. Kowalski S., Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, Nowy Sącz, 2023, 57-70.
- [4] *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa, z dnia 16 marca 2016 r. w sprawie poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym*, Dz.U. 2016 poz. 369, 2016.
- [5] *Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/779 z dnia 16 maja 2019 r. ustanawiające szczegółowe przepisy dotyczące systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798*, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 2019.
- [6] *Ustawa z dnia 28 marca 2003 r o transporcie kolejowym*, Dz. U. 2003 Nr 86 poz. 789, 2003.