

**DARIUSZ KRZYSZTOF MIELCZAREK**

**Wydział i Zarządzania i Inżynierii Produkcji  
Politechnika Łódzka**

## **DETEKCJA STANÓW AWARYJNYCH TABORU DSAT WSPARCIEM W PRACY EKSPLOATACYJNEJ REWIDENTÓW TABORU KOLEJOWEGO**

### **1. Wprowadzenie**

W warunkach eksploatacji taboru kolejowego spotykamy się z występowaniem różnego rodzaju niesprawności, których negatywne oddziaływanie dotyka nie tylko samego taboru kolejowego, będącego własnością przewoźników kolejowych, ale też ma ujemny wpływ na infrastrukturę kolejową pozostającą w gestii zarządców infrastruktury kolejowej. Poprzez wczesne wykrycie niesprawności w taborze kolejowym możemy w sposób bezpieczny realizować proces przewożowy, tak w sektorze przewozu osób, jak i towarów. Ma to niebagatelny wpływ na minimalizację zagrożeń prowadzących do powstawania incydentów lub wypadków kolejowych. Wymienione zdarzenia kolejowe stanowią poważny czynnik kosztotwórczy, przede wszystkim dla przewoźników kolejowych, ponoszących znaczące nakłady finansowe na wypłatę rekompensat z tytułu odszkodowania na odbudowę infrastruktury kolejowej.

W pracy wykorzystano studia literaturowe i obserwacje, jako metody badawcze.

Celem niniejszego opracowania jest zapoznanie odbiorcy z diagnostyką taboru kolejowego w warunkach jego eksploatacji, przy zastosowaniu urządzeń detekcji stanów awaryjnych wspierających pracę pracowników rewizji technicznej oraz przedstawienie wpływu tychże urządzeń na poprawę bezpieczeństwa ruchu kolejowego w sektorze transportu towarów koleją.

### **2. Rozwój urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru**

Problem automatycznego diagnozowania stanów awaryjnych taboru kolejowego rozwijał się od lat 80. XX wieku. Początkowo zastosowanie znalazł system do wykrywania płaskich miejsc na powierzchniach tocnych kół zestawów kolo-

wych. PKP zakupiło wyprodukowane przez szwajcarską firmę Indigel AG urządzenia DATIDE 658. W latach 1984-85 sprowadzonych zostało sześć kompletów wspomnianych urządzeń.

Podstawową wadę tegoż systemu stanowiła konieczność cięcia toków szynowych. W miejscu pomiarowym na każdym toku należało przygotować dwa izolowane odcinki o długości 1,6-metra. Sposób diagnozowania był w istocie rzeczy dosyć prosty. Mianowicie koło, na którego powierzchni tocznej powstało płaskie miejsce, traciło kontakt z główką szyny, „podskakując”. Jeżeli nastąpiło to na wydzielonym odcinku toru, wówczas następowała przerwa w przepływie prądu między szynami. Jako algorytm obliczeń długości płaskiego miejsca przyjęto czas przerwy w przepływie prądu, gdy koło podskoczyło. Problemem było utrzymanie w należyłym stanie wydzielonych odcinków toru. Izolowane odcinki wymagały niezwykle starannego utrzymania polegającego na częstym szlifowaniu i równie częstej wymianie. Powodem takiego stanu rzeczy była szybka degradacja powierzchni główki szyn, co powodowało błędy w odczycie [4].

Naukowcy z Instytutu Elektroniki Morskiej i Przemysłowej Politechniki Gdańskiej na początku lat 90. XX wieku skonstruowali Automatyczny System Detekcji Kół ASDEK/PM90. System ten nie miał tak kosztownych wad, jak wymienione wcześniej urządzenia DATIDE 658. Początkowo pod koniec 1990 roku Północna Dyrekcja Okręgowa Kolei Państwowych zainstalowała trzy komplety urządzeń w Różnachs k/Pruszcza Gdańskiego. Sama lokalizacja nie była przypadkowa, gdyż urządzenia ASDEK zamontowano na tzw. magistrali węglowej, którą następował spływ wagonów węglarek z portu do kopalń śląskich [4].

ASDEK/PM90 był systemem bezobsługowym, badającym deformację bieżni kół w trakcie normalnej eksploatacji pociągów. Urządzenie było uruchamiane automatycznie w czasie najazdu pociągu na bazę pomiarową. Uzyskane wyniki z pomiaru/diagnostyki przekazywane były bezzwłocznie do terminalu, który znajdował się w odrębnym budynku, usytuowanym z dala od mierników torowych. Najczęściej było to w pomieszczeniach dyspozytorskich lub dyżurnych ruchu kolejowego.

Wymieniony powyżej Instytut Elektroniki Morskiej i Przemysłowej Politechniki Gdańskiej w wyniku zmian został przekształcony w spółkę TENS, która z powodzeniem funkcjonuje na rynku, jako TENS Sp. z o.o.

W ramach przedsiębiorstwa PKP, do końca lat 90. XX wieku za urządzenia przeznaczone do wykrywania usterek w wagonach, które mogły doprowadzić do realnego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego odpowiadały służby taborowe. Wynikało to bezpośrednio z podporządkowania funkcji ASDEK pod potrzeby tychże służb. Dopiero przekształcenie Przedsiębiorstwa PKP do postaci obecnie funkcjonującej spowodowało konieczność przyporządkowania urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru DSAT do narodowego zarządcy infrastruktury kolejowej, tj. do PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. [4].

### 3. Charakterystyka urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru – budowa systemu

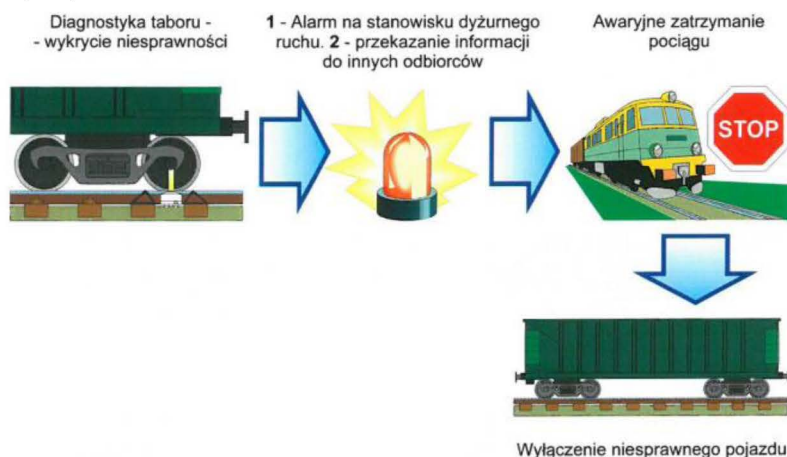
Mówiąc o detekcji stanów awaryjnych mamy na uwadze zespół środków technicznych, które umożliwiają diagnozowanie różnego rodzaju niesprawności taboru kolejowego podczas normalnej eksploatacji.

Detekcja stanów awaryjnych taboru kolejowego jest obecnie prowadzona przy zastosowaniu urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru, w skrócie DSAT. Skróót ten pochodzi z języka angielskiego i oznacza: *train inspection systems, hazard notification systems – check points for rolling stock*.

Proces pomiarowy niezbędny do oceny stanu technicznego taboru jest realizowany na szlaku kolejowym przy prędkościach pociągów do 350 km/h. Usytuowanie urządzeń od stacji, na której znajdują się odbiorcy informacji nadzorujący ruch kolejowy uzależnione jest m.in. od przyjętej kategorii osłony linii kolejowej, prędkości i długości linii kolejowej. Informacje gromadzone przez urządzenia DSAT mogą być przesłane za pomocą systemów informatycznych do właściwych odbiorców (dyżurny ruchu kolejowego, rewident itp.) [5].

Zespół czujników umieszcza się w torach szlakowych, co umożliwia pomiary wybranych parametrów w trakcie przejazdu pociągu. Informacje dostarczane przez czujniki są automatycznie przetwarzane przez układy elektroniczne znajdujące się w pomieszczeniu przytorowym. Wyniki w postaci: rodzaju/funkcji, liczby i poziomu niesprawności są przesyłane do stanowisk pracowników odpowiedzialnych za prowadzenie ruchu kolejowego [2].

Niesprawny tabor kolejowy jest wyłączony z pociągu przez służby techniczne (rewidentów taboru kolejowego), co eliminuje zagrożenia, zapobiegając wypadkom kolejowym.



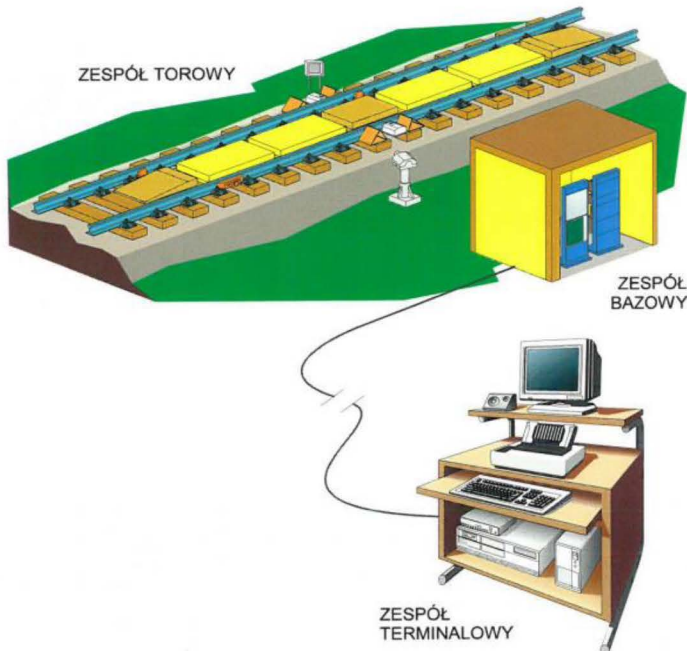
Rys. 1. Postępowanie w przypadku wykrycia niesprawności w wagonie

Źródło: opracowano na podstawie [2].



W systemie DSAT wyróżniamy trzy zespoły [2,3]:

1. Zespół Torowy (TOR), w skład którego wchodzi czujniki pomiarowe zamocowane bezpośrednio w torze lub w jego pobliżu. Głównym zadaniem Zespołu Torowego jest pomiar określonych wielkości fizycznych (np. promieniowania emitowanego przez obudowę łożyska, czasu utraty kontaktu pomiędzy kołem i szyną itp.) i przetworzenie ich na sygnał elektryczny, który może zostać zmierzony przez układy Zespołu Bazowego.
2. Zespół Bazowy (BAZ) obejmuje układy elektroniczne analogowe i cyfrowe, w tym mikroprocesory, umieszczone w bezpośrednim sąsiedztwie toru, tj. w pomieszczeniu przytorowym (najczęściej w kontenerze). Zespół Bazowy służy do pomiaru sygnałów pochodzących od czujników Zespołu Torowego, konwersji ich do postaci cyfrowej, dalszego przetwarzania i przesyłania w postaci cyfrowej do Zespołu Terminalowego.
3. Zespół Terminalowy (TRM) składa się, m.in. z komputera klasy PC oraz drukarki. Służy do dalszego przetwarzania danych diagnostycznych, przygotowywania raportów diagnostycznych i ich wydruku na drukarce oraz monitorze, a także do archiwizowania tych danych.



Rys. 2. Budowa systemu ASDEK  
Źródło: opracowano na podstawie [2].

## **4. Funkcje urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru**

Najpowszechniej stosowanymi urządzeniami DSAT przeznaczonymi do ostrzegania o możliwości wystąpienia stanu awaryjnego w elementach biegowych taboru są urządzenia o nazwie ASDEK. Jest to kolejna generacja urządzeń, oferujących rozwiązania z wykorzystaniem najnowocześniejszych technologii pomiarowych, dla osiągnięcia jednego podstawowego celu, tj. dla zapewnienia wysokich standardów bezpieczeństwa w ruchu kolejowym. Za ich pomocą możemy monitorować następujące funkcje [5]:

1. GM – umożliwia wykrywanie zagrożonych łożysk osiowych w czasie przejazdu pociągu (tzw. „gorące maźnice”).
2. GH – umożliwia wykrywanie niesprawnych hamulców (klockowych i tarczowych) w czasie jazdy pociągu (tzw. „gorące hamulce”).
3. PM – umożliwia wykrywanie deformacji powierzchni tocznej kół w czasie jazdy pociągu, poprzez oddziaływanie „modelowego płaskiego miejsca” na tor (tzw. „płaskie miejsca”).
4. PM (PD) – umożliwia wykrywanie niesprawności taboru powodujących nadmierne oddziaływanie dynamiczne na tor, przeciążenie dynamiczne to dodatkowa siła nacisku koła na szynę powstająca w trakcie jazdy pociągu, wywołana niesprawnościami taboru.
5. OK (NO, NL) – umożliwia wykrywanie przekroczonych nacisków osi NO (pojedynczej osi) i nacisków liniowych NL (na 1 metr bieżący toru), będących skutkiem nieprawidłowości załadunku lub niesprawności pojazdu szynowego, poprzez pomiar wielkości chwilowych nacisków kół w czasie jazdy pociągu.

Przekroczenie zdefiniowanych progów pomiarowych dla ww. funkcji sygnalizowane jest przez urządzenie DSAT automatycznie, co pozwala na zatrzymanie pociągu, sprawdzenie przez rewidenta taboru wskazanych osi i ocenę stanu technicznego pod kątem kontynuowania procesu przewozowego, a w ostateczności na wyłączenie niesprawnych wagonów.

## **5. Przykłady usterek i skutki nie wykrycia gorących maźnic**

Pracownicy rewizji technicznej zatrudnieni przez przewoźników kolejowych do obsługi pociągów przewożących różnego rodzaju ładunki w ruchu towarowym mają do dyspozycji młotek, doskonały wzrok oraz równie niezawodny słuch, jako podstawowe „narzędzia” do wykrywania usterek w taborze kolejowym. Pozostaje jeszcze do wykorzystania doświadczenie zawodowe i wiedza w zakresie budowy taboru zdobyta w procesie kształcenia w szkole zawodowej lub średniej i rzadziej na studiach.

Oczywiście są jeszcze inne przyrządy pomocnicze, jak suwmiarki do pomiaru parametrów obrzeży kół zestawów kołowych, termometry do pomiaru temperatury łożysk osiowych itp., ale i tak stanowi to dosyć skromny zestaw narzędzi do monitorowania bezpieczeństwa technicznego w towarowym ruchu pociągów. Niestety, charakter organizacji przewozu towarów na sieci PKP S.A. w obecnych realiach, uniemożliwia zabudowę na każdej stacji formowania pociągu, stałych urządzeń diagnostycznych, wspierających pracę rewidentów taboru kolejowego. Dlatego od ich wiedzy, doświadczenia, spostrzegawczości i nabytych umiejętności zależy bezpieczeństwo wszystkich uczestników procesu transportowego w kolejowych przewozach ładunków i osób.

Wszystkie rodzaje niesprawności ujawnione w czasie normalnej eksploatacji mogą stanowić realne zagrożenie prowadzące do obniżenia bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego, a w krańcowym przypadku do wypadków kolejowych. Wymienione w rozdziale 4 funkcje urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru są istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego.

Na szczególną uwagę zasługują usterki związane z funkcjami GM oraz GH. Związane jest to z tym, iż niezdiagnozowane w porę usterki dotyczące łożysk osiowych lub luźnych obrzeży zestawów kołowych stanowią najpoważniejsze źródło wypadków kolejowych. Poniżej przedstawiono przykładowe skutki uszkodzenia łożyska osiowego.



Rys. 3. Skutki uszkodzenia łożyska osiowego:

- a) uszkodzenie koszyczka łożyska wskutek obluźnienia pierścieni,
- b) wykolejenie pociągu powstałe w wyniku ukłęcia wału osiowego

*Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].*

Widoczne powyżej przykłady wykryte przez urządzenia DSAT kwalifikowane są przez komisje kolejowe, badające zaistniałe przypadki, jako wypadki, incydenty lub zdarzenia potencjalnie niebezpieczne [6, 7].



## 6. Statystyka wskazań urządzeń DSAT dla wagonów znajdujących się w pociągach wybranego przewoźnika

W rozdziale tym przedstawiono sytuację analityczną w zakresie wskazań urządzeń DSAT za lata 2015 i 2016. Wyniki analizy zestawiono w ujęciu tabelarycznym i obejmuje przypadki wygenerowania sygnału ostrzegawczego lub alarmowego dla funkcji detekcji GM, GH, PM (PD) oraz NO (OK) w odniesieniu do taboru wagonowego znajdującego się w pociągach wybranego przewoźnika posiadającego największy udział w rynku kolejowych przewozów towarowych na sieci PKP S.A.

Zestawienie sporządzone zostało w podziale na okresy miesięczne z uwzględnieniem rodzaju sygnalizowanych usterek, oraz liczby wyłączonych wagonów. Na podstawie danych dokonano również wyliczenia współczynnika, określającego procentowy udział wyłączonych wagonów, w odniesieniu do całkowitej liczby wskazań urządzeń, w ramach danej funkcji detekcji.

Tabela 1. Zestawienie wskazań urządzeń DSAT oraz przypadków wyłączenia wagonów na podstawie zadziałania urządzeń detekcji stanów awaryjnych

			Kwartaly				(SUMA) / (% wyl. wagonów)
			I	II	III	IV	
PM (PD)	2015	liczba wskazań	348	208	219	370	1145
		ilość wyl. wagonów	37	26	21	27	111
		% wyl. wagonów	10,6	12,5	9,6	7,3	9,7
	2016	liczba wskazań	518	331	335	482	1666
		ilość wyl. wagonów	48	40	47	51	186
		% wyl. wagonów	9,3	12,1	14,0	10,6	11,2
GM	2015	liczba wskazań	45	63	41	41	190
		ilość wyl. wagonów	25	32	21	19	97
		% wyl. wagonów	55,6	50,8	51,2	46,3	51,1
	2016	liczba wskazań	40	69	63	33	205
		ilość wyl. wagonów	19	27	32	19	97
		% wyl. wagonów	47,5	39,1	50,8	57,6	47,3
GH	2015	liczba wskazań	164	236	272	212	884
		ilość wyl. wagonów	15	28	22	13	78
		% wyl. wagonów	9,1	11,9	8,1	6,1	8,8

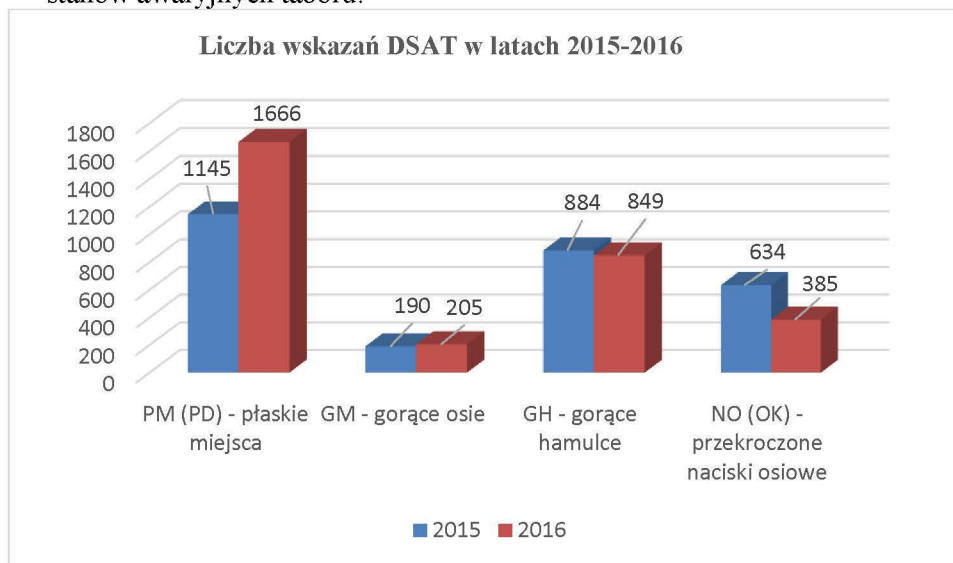
Tabela 1 (cd.)

NO	2016	liczba wskazań	146	246	253	204	<b>849</b>
		ilość wyl. wagonów	11	22	30	13	<b>76</b>
		% wyl. wagonów	<b>7,5</b>	<b>8,9</b>	<b>11,9</b>	<b>6,4</b>	<b>9</b>
	2015	liczba wskazań	97	170	207	160	<b>634</b>
		ilość wyl. wagonów	81	128	100	76	<b>385</b>
		% wyl. wagonów	<b>83,5</b>	<b>75,3</b>	<b>48,3</b>	<b>47,5</b>	<b>60,7</b>
	2016	liczba wskazań	130	68	76	111	<b>385</b>
		ilość wyl. wagonów	110	42	70	88	<b>310</b>
		% wyl. wagonów	<b>84,6</b>	<b>61,8</b>	<b>92,1</b>	<b>79,3</b>	<b>80,5</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].

Poniżej w formie wykresów przedstawiono porównanie lat 2015-2016 w zakresie:

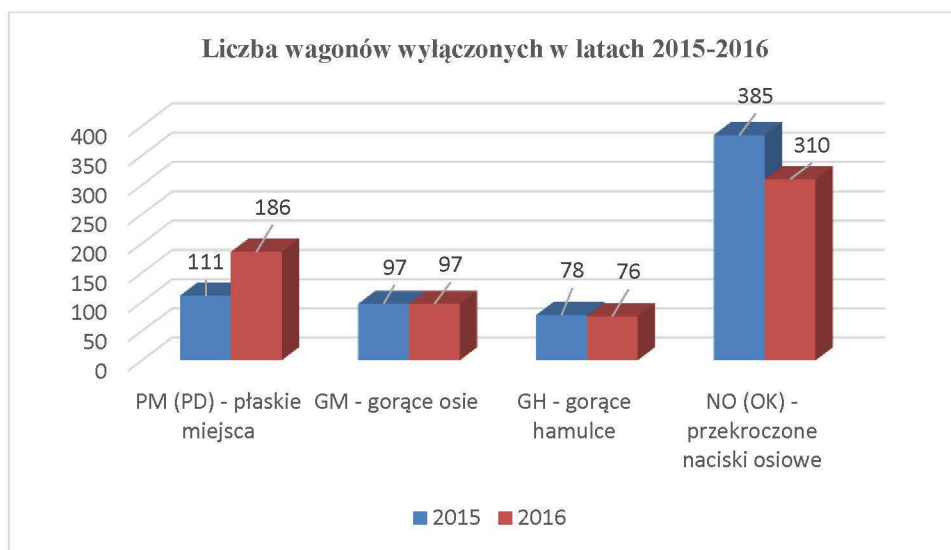
- zestawienia wskazań urządzeń DSAT w podziale na funkcje detekcji,
- zestawienia liczby wyłączenia wagonów w wyniku wskazań urządzeń detekcji stanów awaryjnych taboru.



Rys. 4. Liczba wskazań przez urządzenia DSAT w latach 2015-2016

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].





Rys. 5. Rzeczywista liczba wagonów wyłączonych po wskazaniu przez urządzenia DSAT w latach 2015-2016

*Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].*

Na podstawie wskazań urządzeń DSAT dla funkcji GM, PM (PD), GH, NO (OK) stwierdzono, że na sieci PKP PLK S.A. w pociągach obsługiwanych przez omawianego przewoźnika łącznie wygenerowanych zostało **3105** wskazań w 2016 r. przy **2853** wskazaniach w 2015 r., co stanowi wzrost wskazań o **8,83%**.

W wyniku oględzin technicznych przeprowadzonych przez pracowników rewizji technicznej wyłączonych zostało **669** wagonów w 2016 r. przy **671** wagonach w 2015 r. Jak widać z powyższego, stosunek wagonów, przy których rewidenci taboru podjęli decyzję o ich wyłączeniu z eksploatacji do liczby odnotowanych wskazań w analizowanym okresie wyniósł **21,5%** w 2016 r. oraz **23,5%** w 2015 r.

## 7. Podsumowanie

1. Zastosowanie urządzeń DSAT ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego, ponieważ **wczesne wykrycie zdefiniowanych wcześniej stanów awaryjnych taboru służby kolejowe w istotny sposób wpływają na poprawę bezpieczeństwa ruchu kolejowego.**
2. Taka prewencja pozwala uniknąć kosztów na zmniejszenie zagrożeń związanych z wypadkami kolejowymi. Nabiera to znaczenia w zestawieniu z panującą w ostatnich latach wśród spółek kolejowych tendencją redukcji posterunków rewidenckich, posterunków ruchu i dróżników przejazdowych.

3. Urządzenia DSAT, przyczyniając się do zmniejszenia liczby wypadków, mają istotny wpływ na przedłużenie czasu życia infrastruktury kolejowej oraz na ograniczenie kosztów związanych z utrzymaniem taboru.
4. Wyniki zaprezentowane w analizie wskazań urządzeń DSAT w latach 2015-2016 wskazują wyraźnie na wzrostową tendencję w zakresie liczby wskazań, co powinno stanowić czytelny sygnał dla służb rewidencjnych o konieczności wzmocnienia nadzoru nad stanem technicznym wagonów.
5. Uzasadnieniem dla konkluzji z pkt. 4 jest niepokojąco wysoki, utrzymujący się praktycznie na stałym, ponad 20-procentowym poziomie stosunek wagonów, przy których rewidenci taboru podjęli decyzję o ich wyłączeniu z eksploatacji do liczby odnotowanych w analizowanym okresie wskazań.
6. Wyniki zaprezentowanej analizy powinny skłonić przewoźnika, którego ona dotyczy, do rozważenia zmian w zakresie organizacji pracy służb technicznych w szczególności rewidentów taboru kolejowego. Jest to istotne, biorąc pod uwagę, że rewidenci taboru kolejowego przygotowując produkt w postaci sprawnego wagonu i dopuszczając go do ruchu mają podstawowy wpływ na bezpieczeństwo w transporcie kolejowym.

## Literatura

- [1] PKP CARGO S.A.: *Materiały i opracowania własne*.
- [2] Materiały informacyjne firmy TENS Sp. z o.o.
- [3] Dokumentacja techniczno-ruchowa ADDEK/PM/GM/GH/OK/PHOENIX/GOTHA, Sopot 2007.
- [4] „ASDEK wykrywa”, Nowe Sygnały Nr 13, Warszawa 1993.
- [5] PKP PLK S.A.: *Wytyczne techniczno-eksploatacyjne urządzeń do wykrywania stanów awaryjnych taboru Ie-3*. Warszawa 2014.
- [6] PKP PLK S.A.: *Instrukcja o postępowaniu w sprawach poważnych wypadków, wypadków i incydentów na liniach kolejowych Ir-8*. Warszawa 08.12.2015.
- [7] Rozporządzenie 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).