ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2003
Seria: TRANSPORT z. 49 Nr kol. 1605

Jerzy MAGIERA

USZKODZENIA LOKOMOTYW ELEKTRYCZNYCH A OPÓŹNIENIA POCIĄGÓW PASAŻERSKICH

Streszczenie. Wymagania dotyczące warunków podróżowania ze strony pasażera i podróżnika. Wpływ systemów utrzymania na uszkodzenia pojazdów trakcyjnych lokomotyw. Analiza awaryjności lokomotyw elektrycznych za lata 2000 – 2002 w wybranym Zakładzie Taboru PKP. Wpływ awaryjności na punktualność kursowania pociągów. Jakość i ilość uszkodzeń zespołów elektrycznych i mechanicznych lokomotyw.

CORRELATION BETWEEN FAILURES OF ELECTRICAL LOCOMOTIVES AND DELAYS OF PASSENGER TRAINS

Summary. Passenger and carriers needs concerning travel conditions. The influence of maintenance system on failures of traction engines - locomotives. Analysis of failures frequency of electrical traction engines in the selected PKP rolling stock unit in years 2000-2002. The influence of failures frequency on punctuality of rail service. Quality and number of failures of electrical and mechanical components of locomotives.

1. WSTĘP

Rozwój środków transportu, który wraz z gwałtownym postępem technicznym nastąpił w drugiej połowie XX wieku, sprawił, że obecnie istnieje szereg możliwości wyboru sposobu podróżowania. Potencjalny pasażer planując podróż stawia wybranemu przewoźnikowi żądania, które są oczywiste: wysoki komfort podróżowania, możliwie krótkie czasy jazdy, punktualność, szeroki wachlarz usług towarzyszących i niezbyt wygórowana taryfa opłat za przejazd. Wymagania te dotyczą również transportu kolejowego, a zwłaszcza tej jego gałęzi, która obejmuje ruch pasażerski.

Tak jak pasażer stawia swoje żądania wobec przewoźnika, tak przewoźnik, aby je spełnić, musi określić warunki swojej oferty, w tym m.in. dotyczące taboru. Chcąc sprostać oczekiwaniom klientów, kolej musi więc dysponować odpowiednim pod względem ilości i stanu technicznego parkiem taborowym: lokomotywami i wagonami.

Od współcześnie eksploatowanego, konstruowanego i nowo budowanego taboru kolejowego wymaga się przede wszystkim niezawodnego działania. Dzisiejsze pojazdy charakteryzują się dużą złożonością części, podzespołów i zespołów, wysokim stopniem automatyzacji, znaczną ilością urządzeń elektronicznych i energoelektronicznych oraz kompleksowym wykorzystaniem różnych rodzajów urządzeń w jednym pojeździe trakcyjnym (mechanicznych, pneumatycznych, elektrycznych i elektronicznych). Prawidłowe działanie tak rozbudowanych układów oraz ich właściwa współpraca mają zasadniczy wpływ na bezawaryjną eksploatację. Zdarza się, że pomimo właściwego działania urządzeń i układów taborowych zachodzą niekorzystne zjawiska, które wpływają negatywnie na niezawodność pojazdów. Każda awaria pojazdu podczas jazdy pociągu powoduje dyskomfort podróży, wydłużenie czasu jazdy (opóźnienia pociągów) oraz straty ekonomiczne (koszty obsługi i naprawy pojazdów, straty wskutek przerw w pracy, ewentualne roszczenia pasażerów). Bezawaryjna praca pojazdów jest więc ważnym problemem techniczno - organizacyjnym oraz ekonomicznym.

2. USZKODZENIA TABORU TRAKCYJNEGO

Uszkodzenia są zdarzeniami zachodzącymi najczęściej w sposób nagły, zazwyczaj eliminującymi pojazd trakcyjny z dalszej eksploatacji. Przyczyną ich występowania jest przeważnie zmiana własności fizycznych poszczególnych zespołów, elementów. Uszkodzenia, jak również mogące być ich przyczyną zużycie, można klasyfikować wg różnych kryteriów. W przypadku pojazdów trakcyjnych uszkodzenia można podzielić na uszkodzenia zespołów mechanicznych (np. zatarcie łożysk ślizgowych, złom zmęczeniowy sprzęgu międzywagonowego w EZT, deformacja plastyczna kształtu sworznia wieszaka resorowego) i uszkodzenia zespołów elektrycznych o charakterze elektrycznym (np. przebicie izolacji) lub mechanicznym (np. pęknięcie sprężyny powrotnej w cylindrze napędowym stycznika elektropneumatycznego).

W zależności od wpływu systemu utrzymania można wyróżnić:

- uszkodzenia wynikłe wskutek zaniedbań w procesie utrzymania w zakładach taboru,
- uszkodzenia w wyniku nieprawidłowo wykonanej naprawy okresowej w ZNTK,
- uszkodzenia w wyniku nieumiejętnej obsługi pojazdu przez maszynistę.

Biorąc pod uwagę lokalizację i rodzaj uszkodzenia można wyróżnić takie, których usunięcie jest w zasięgu umiejętności i środków posiadanych przez maszynistę lub takie, których maszynista nie jest w stanie usunąć, lecz nie eliminują one pojazdu z eksploatacji i wreszcie takie, których nieusunięcie jest równoznaczne z brakiem możliwości dalszej eksploatacji pojazdu.

Każde uszkodzenie ogranicza sprawność pojazdu trakcyjnego lub często powoduje całkowite wycofanie go z eksploatacji niezależnie od tego, do której kategorii zostanie zaliczone lub jak zostanie sklasyfikowane. Z doświadczenia wiadomo, że zdecydowaną większość stanowią uszkodzenia aparatury, urządzeń i maszyn elektrycznych, co nie oznacza, że zespoły mechaniczne lokomotyw są od nich wolne. Nieodzowne jest podejmowanie odpowiednich działań diagnostyczno - profilaktycznych w celu wykrywania symptomów ewentualnego uszkodzenia.

3. ANALIZA AWARYJNOŚCI LOKOMOTYW ELEKTRYCZNYCH

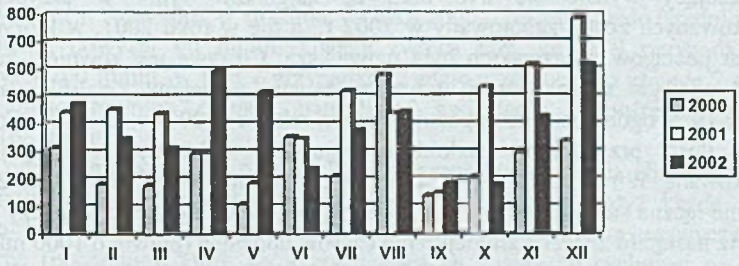
Przedstawiona niżej analiza została sporządzona przy wykorzystaniu danych źródłowych za lata 2000 – 2002, pochodzących z jednego z zakładów taboru PKP. Lokomotywy Zakładu (EP09, EP07, EU06, EU07) obsługują głównie ruch pasażerski na najdłuższych w Polsce relacjach. Dobowy przebieg lokomotywy waha się w granicach 700 ÷ 850 km na liniach nizinnych, jak również w terenie górzystym (łuki, pochylenia). Obsługiwanie pociągów różnych kategorii, z różniącymi się znacznie prędkościami jazdy, w odległych relacjach i w zróżnicowanym terenie stawia poważne wyzwania w kwestii niezawodności pojazdów trakcyjnych. Pomimo podejmowania szeregu działań zmierzających do właściwego utrzymania działania pojazdów nie zawsze jest możliwe zapobieżenie powstaniu uszkodzenia powodującego opóźnienie pociągu. Szczegółowa analiza dokumentów (m.in. orzeczeń technicznych o uszkodzeniach pojazdów trakcyjnych) pozwoliła na sporządzenie odpowiednich zestawień.

Przedstawiona poniżej tabl.1 uwzględnia każde opóźnienie pociągu pasażerskiego, będące wynikiem awarii obsługującego go pojazdu trakcyjnego. Należy pamiętać, że wielkość czasów opóźnień jest w rzeczywistości większa ponieważ zdarza się, że opóźnienie jednego pociągu powoduje opóźnienie kolejnego (tzw. opóźnienia wtórne).

Tablica 1

Wielkości opóźnień pociągów pasażerskich

Mies.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
rok	Wielkość opóźnień [min]												
2000	315	182	177	294	108	354	211	578	140	207	296	339	3201
2001	444	454	439	295	185	346	520	438	150	533	616	783	5203
2002	478	347	312	591	516	236	376	443	184	178	426	615	4702
Σ	1237	983	928	1180	809	936	1107	1459	474	918	1338	1737	13106



Rys.1. Rozkład opóźnień pociągów pasażerskich
Fig.1. Distribution of delays of passenger trains

Analizując dane zwraca uwagę dominacja grudnia (wyjątek sierpień 2000 r.) oraz całego roku 2001 w ogólnym czasie opóźnień. Niebagatelny wpływ na taki stan rzeczy miał „atak zimy w okresie świąteczno - noworocznym roku 2001. Spowodowało to awarię wielu pojazdów (głównie zaniżenie rezystancji izolacji silników trakcyjnych i obwodów ogrzewania

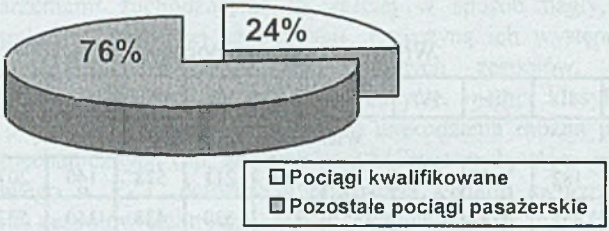
pociągu). Zdecydowanie najlepiej w tym zestawieniu prezentuje się wrzesień, wykazujący najmniejszy łączny czas opóźnień w okresie analizy.

W statystyce czasów opóźnień pociągów pasażerskich swój widoczny udział mają pociągi kwalifikowane (tabl. 2). Średnio wygenerowały one 24 % ogólnego czasu opóźnień, podczas gdy pozostałe pociągi pasażerskie 76 % tego czasu.

Tablica 2

Uszkodzenia lokomotyw i opóźnienia pociągów kwalifikowanych

Rodzaj pociągu	Pociągi kwalifikowane		Pozostałe pociągi pasażerskie		Razem	
rok	wielkość opóźnień [min]	ilość uszkodzeń	wielkość opóźnień [min]	ilość uszkodzeń	wielkość opóźnień [min]	ilość uszkodzeń
2000	670	23	2531	68	3201	91
2001	984	31	4219	97	5203	128
2002	1447	45	3255	74	4702	119
razem	3101	99	10005	239	13106	338



Rys.2. Opóźnienia pociągów
Fig.2. Delays of trains

Interesujący wydaje się być fakt, że najgorszy wynik w przypadku pociągów kwalifikowanych został zanotowany w 2002 r., a nie w roku 2001, w którym łączna suma opóźnień pociągów pasażerskich była największa. Ciekawe jest również, że w roku 2001 sytuacja wygląda najkorzystniej, gdyż opóźnienia pociągów kwalifikowanych stanowią zaledwie 19 % ogólnego czasu opóźnień w tym roku, a w 2002 r. aż 31 %. Co roku znacznie wzrasta ilość przypadków uszkodzeń pojazdów trakcyjnych obsługujących pociągi kwalifikowane. W roku 2002 zanotowano ich dwukrotnie więcej niż w roku 2000. Z roku na rok rośnie łączna suma czasów opóźnień pociągów kwalifikowanych. Należy jednak zwrócić uwagę, iż nastąpiło znaczne zmniejszenie czasów opóźnień (prawie o 1000 min.) pozostałych pociągów pasażerskich. Następuje również zmniejszenie ilości przypadków uszkodzeń lokomotyw elektrycznych obsługujących te pociągi.

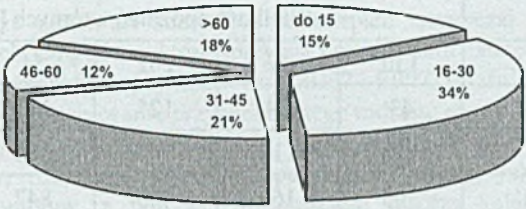
Istotną sprawą z punktu widzenia klienta jest czas opóźnienia pociągu. Pasażer oprócz komfortu podróżowania żąda przede wszystkim punktualności i nie akceptuje pod tym względem odstępstw. Opóźnień nie sposób wyeliminować całkowicie, można jedynie próbować je zmniejszyć. Opóźnienia pociągów pasażerskich do 15 minut, jeśli nie powtarzają się zbyt często, powinny być tolerowane przez pasażerów. Statystyka wskazuje jednak, że czasy opóźnień są dużo większe i bardziej uciążliwe (tabl.3). W przypadku pociągów kwalifikowanych (IC, Ex) taka sytuacja jest nie do przyjęcia. Najwięcej opóźnień zanotowano

w przedziale czasowym od 16 do 30 minut (około 34 % ogółu przypadków opóźnień), co powtarza się w kolejnych analizowanych latach i może być uznane za wynik miarodajny.

Tablica 3

Ilość przypadków opóźnień pociągów pasażerskich

Przedział czasowy opóźnienia pociągu [min.]	do 15	16 ÷ 30	31 ÷ 45	46 ÷ 60	> 60
rok	Ilość przypadków				
2000	12	41	15	10	13
2001	14	37	34	18	25
2002	25	36	23	13	22
Razem	51	114	72	41	60



Rys.3. Rozkład opóźnień w zależności od przedziałów czasowych
Fig.3. Distribution of delays in time intervals

Za równie miarodajny rezultat można uważać dane z przedziału czasowego 46 ÷ 60 min Ilości przypadków opóźnień są podobne i średnio 12% wystąpiło w tych granicach czasowych. Zauważalny jest ponaddwukrotny wzrost ilości przypadków opóźnień w przedziale do 15 minut w roku 2002 w stosunku do roku 2000. Znaczącą część (średnio 18 %) stanowią opóźnienia powyżej 60 minut. Uwagę zwraca fakt, że w 9 przypadkach to opóźnienia powyżej 100 minut, w tym 7 przypadków, gdzie przekroczono granicę 2 godzin W tym roku miało również miejsce największe opóźnienie bezpośrednie pociągu pasażerskiego - 168 minut.

Analizowane opóźnienia pociągów pasażerskich związane były z awarią obsługujących je lokomotyw. Wszystkie one stanowią tzw. opóźnienia bezpośrednie, gdyż każde z nich dotyczy jednego konkretnego pociągu. Następstwem tych opóźnień są zazwyczaj tzw opóźnienia wtórne (pochodne), które wynikają najczęściej z sytuacji ruchowej na szlaku kolejowym, będącej rezultatem braku możliwości kontynuacji jazdy (tabl. 4). Ten rodzaj opóźnień jest uciążliwy nie tylko dla pasażerów, ponieważ komplikują one sytuację ruchową na szlaku, której przywrócenie do normalnego stanu trwa czasem kilka godzin. Należy zaznaczyć, że opóźnień tych jest zdecydowanie mniej niż opóźnień bezpośrednich.

W przypadku tego rodzaju opóźnień zdecydowaną przewagą zaznaczają się wyniki zanotowane w IV kwartale i w całym 2002 r. Tylko w IV kwartale tego roku wystąpiło 40 % ogólnego czasu opóźnień wtórnych. Na wynik ten zasadniczy wpływ miało największe opóźnienie, wynoszące 669 minut. Bez tego przypadku rezultat roku 2002 byłby niema

identyczny z wynikiem za rok 2001. Porównując statystykę opóźnień bezpośrednich (tabl. 2) i wtórnych (tabl. 4) można zauważyć, że gdyby nie brać pod uwagę wspomnianego zdarzenia, to rezultaty roku 2000 byłyby dominujące, odwrotnie niż w przypadku opóźnień bezpośrednich. Zwraca uwagę również fakt, że czasy opóźnień w poszczególnych kwartałach kolejnych lat w ok. 40 % są porównywalne z największymi opóźnieniami bezpośrednimi. Podkreślić należy również, że nie każde, nawet największe opóźnienie bezpośrednie pociąga za sobą opóźnienie wtórne i nie każde, nawet najmniejsze opóźnienie bezpośrednie może spowodować duże opóźnienie wtórne. Potwierdzeniem tego są przypadki zanotowane w roku 2002:

- opóźnienie bezpośrednie 168 min i opóźnienie wtórne 0 min,
- opóźnienie bezpośrednie 126 min i opóźnienie wtórne 13 min,
- opóźnienie bezpośrednie 58 min i opóźnienie wtórne 669 min.

Tablica 4

Wielkości opóźnień wtórnych

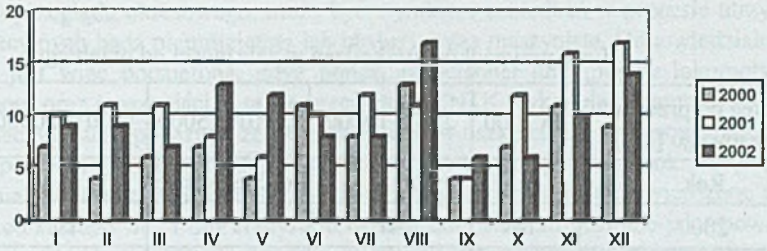
Kwartał	I	II	III	IV	razem
rok	Wielkość opóźnień wtórnych [min]				
2000	130	12	262	54	458
2001	43	34	125	111	313
2002	132	114	58	682	986
Razem	305	160	445	847	1757

W celu wyznaczenia najczęściej powtarzających się uszkodzeń lokomotyw elektrycznych, będących przyczyną opóźnień pociągów pasażerskich, ustalono okresy eksploatacji, w których zdarzyło się najwięcej uszkodzeń, a następnie ustalono podzespoły charakteryzujące się dużą awaryjnością oraz przyczyny powstawania tych awarii. Zestawienie podane w tabl. 5 szczegółowo określa ilość przypadków uszkodzeń lokomotyw elektrycznych w rozpatrywanym okresie czasu, które nastąpiły podczas prowadzenia pociągów pasażerskich i zakończyły się wymianą pojazdu. Rozkład uszkodzeń w czasie przedstawiono na rys.4.

Tablica 5

Ilość uszkodzeń lokomotyw elektrycznych

Mies.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Rok	Ilość uszkodzeń												
2000	7	4	6	7	4	11	8	13	4	7	11	9	91
2001	10	11	11	8	6	10	12	11	4	12	16	17	128
2002	9	9	7	13	12	8	8	17	6	6	10	14	119
Σ	26	24	24	28	22	29	28	41	14	25	37	40	338



Rys.4. Rozkład uszkodzeń lokomotyw elektrycznych
Fig.4. Distribution of failures of electrical locomotives

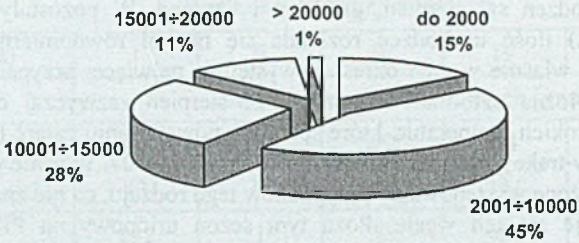
Można zauważyć, że najbardziej niekorzystnymi miesiącami pod względem ilośc zanotowanych uszkodzeń są: sierpień, grudzień i listopad. W pozostałych miesiącach (z wyjątkiem września) ilość uszkodzeń rozkłada się niemal równomiernie. Jednoznaczn określenie, dlaczego właśnie w tych okresach występuje najwięcej przypadków awaryjnych jest dość trudne. Można natomiast zauważyć, że sierpień zazwyczaj charakteryzuje si występowaniem wysokich temperatur, które sprzyjają powstawaniu zatarć łożysk ślizgowycl zawieszenia silników trakcyjnych w pojazdach serii EU07 i EP07. Właśnie w tych miesiącacl obserwuje się wzmożone występowanie przypadków tego rodzaju, co nie znaczy, że w okresi zimowym nie notuje się ich wcale. Poza tym sezon urlopowy na PKP to duża iloś dodatkowych pociągów, rozkładowych jak i specjalnych (kolonijnych). Zwiększają si przebiegi dobowe lokomotyw, a tym samym przebiegi między kolejnymi przeglądam kontrolnymi i okresowymi, co w znacznym stopniu sprzyja powstawaniu usterek. Duż łatwiej określić przyczynę dominacji grudnia w tej statystyce. Pierwszy miesiąc zimy bywa reguły ciężki i nieprzewidywalny. Na zmienne i trudne warunki atmosferyczne wrażliwe s bardzo zwłaszcza maszyny i aparaty elektryczne, a także instalacja pneumatyczna lokomotyw Odnośnie do listopada prawdopodobnie i w tym przypadku duże znaczenie odgrywaj niekorzystne warunki atmosferyczne, obfite opady deszczu i duża wilgotność powietrz wpływające na zaniżenie rezystancji izolacji maszyn i aparatów elektrycznych.

Logiczne ujęcie problemu uszkodzeń pojazdów trakcyjnych powinno sugerować, ż najmniej takich niepożądanych przypadków będzie miało miejsce w pierwszej połowi przebiegu między kolejnymi przeglądami okresowymi (PO) i bezpośrednio po ich wykonaniu tymczasem dane statystyczne wskazują na inny rozkład (tabl. 6). Ilość przypadków uszkodze bezpośrednio po wykonaniu PO (do 2000 km) jest zbliżona do ich ilości w okresie, gd przebieg międzyprzeglądowy waha się w granicach 15001 ÷ 20000 km. W pozostałyc przedziałach przebiegu trudno doszukać się podobieństw. Zastanawia jednak duża awaryjno lokomotyw (15 %) przy przebiegu nie przekraczającym 2000 km. Można próbować t tłumaczyć okresem docierania się nowych elementów, wymienionych podczas przegląd okresowego. Jak ocenić dalszą część statystyki? W zakresie przebiegu powyżej 2000 d 10000 km następuje gwałtowny wzrost ilości przypadków uszkodzeń osiągający 45 % (rys.5)

Tablica 6

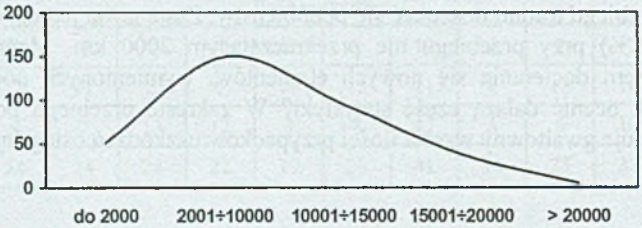
Ilość przypadków uszkodzeń w zależności od przebiegu

Przebieg od przeglądu okresowego [km]	do 2000	2001÷10000	10001÷15000	15001÷20000	> 20000
Rok	Ilość uszkodzeń				
2000	14	47	19	10	1
2001	18	54	38	15	3
2002	19	48	38	13	1
Razem	51	149	95	38	5



Rys.5. Ilość uszkodzeń a przebieg lokomotyw
Fig.5. Number of failures in correlation to mileage of locomotives

Cały ten okres (od PO do 10000 km) prawdopodobnie można określić jako etap docierania się nowych elementów. Pomimo to wydaje się, że znaczna ilość przypadków awarii w okresie bezpośrednio po przeglądzie okresowym jest jednak skutkiem zaniedbań personelu utrzymującego pojazdy. Po gwałtownym wzroście ilości przypadków uszkodzeń następuje proporcjonalny ich spadek (rys. 6). Nasuwa się więc dość ryzykowny wniosek, że im większy przebieg lokomotyw między kolejnymi przeglądami okresowymi, tym większa ich niezawodność. Należy jednak zdawać sobie sprawę z tego, że po osiągnięciu pewnego przebiegu musi dojść do nadmiernego zużywania się elementów i w konsekwencji okres wzmożonej ilości przypadków uszkodzeń. W związku z tym wydaje się, że wykonanie przeglądu okresowego przy przebiegu wynoszącym ok. 20000 km następuje w jak najbardziej odpowiednim momencie eksploatacji.



Rys.6. Występowanie uszkodzeń w zależności od przebiegu
Fig.6. Occurrence of failures in correlation to mileage

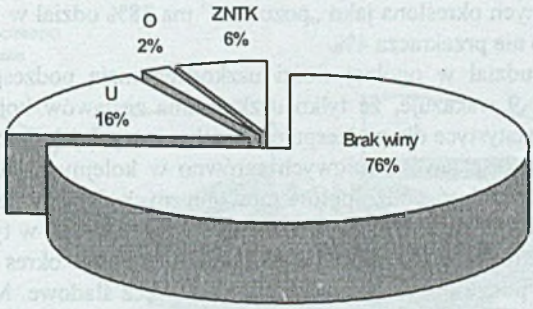
Wspomniano uprzednio, że pewna ilość przypadków uszkodzeń, zwłaszcza bezpośrednio po wykonaniu przeglądu okresowego, może być wynikiem zaniedbań w procesie utrzymania pojazdów trakcyjnych bądź nieumiejętnej ich obsługi przez maszynistę. Odpowiedzialność w tym zakresie jest więc podzielona, gdyż ponosi ją personel utrzymujący lokomotywy w zakładach taboru oraz maszyniści, a także pracownicy ZNTK wykonujący naprawy okresowe pojazdów. Rzeczywistość pokazuje, że 24 % przypadków uszkodzeń w analizowanym okresie nastąpiło bezpośrednio z ich winy (rys.7). Było to powodem opóźnienia ok. 80 pociągów pasażerskich na ok. 3000 min. Najmniejszy udział mają tutaj maszyniści: stwierdzono tylko 6 przypadków, co stanowi ok. 1 %. Wszystkie uszkodzenia zakwalifikowane jako powstałe z winy ZNTK, wystąpiły w okresie trwania gwarancji po wykonaniu naprawy okresowej pojazdu trakcyjnego. Ilości tych uszkodzeń nie odbiegają od siebie i są porównywalne w całym okresie. Interesujące jest, że aż 80 % zdarzeń, w których orzeczono winę ZNTK, przypada na pierwsze trzy kwartały roku kalendarzowego. Potwierdza to wcześniejsze wnioski, że uszkodzenia powstałe w listopadzie i grudniu, a więc w IV kwartale, są w większości wynikiem oddziaływania warunków atmosferycznych.

Tablica 7

Przypadki uszkodzeń lokomotyw z winy personelu technicznego

Kwartał	I		II		III		IV		Razem	
Rok	U + O	ZNTK	U + O	ZNTK	U + O	ZNTK	U + O	ZNTK	U + O	ZNTK
2000	3	0	5	1	7	3	3	4	18	8
2001	9	2	4	2	4	5	7	0	24	9
2002	5	0	8	2	5	0	0	2	18	4
									60	21

U - personel utrzymania w zakładach taboru
O - personel obsługujący pojazd (maszyniści)
ZNTK - personel w Zakładach Naprawczych Taboru Kolejowego



Rys.7. Udział personelu napraw, utrzymania i obsługi w powstawaniu uszkodzeń
Fig.7. Participation of repair, maintenance and service staff in causing failures

Pomiędzy opóźnieniami pociągów pasażerskich a uszkodzeniami lokomotyw je obsługujących zachodzi, jak wiadomo, związek przyczynowo - skutkowy. Awaria pojazdu

trakcyjnego zawsze skutkuje opóźnieniem pociągu, a jego wielkość zależy od szybkości i skuteczności działań mających zredukować je do minimum. Zapobieganie i przeciwdziałanie takim niepożądanym sytuacjom wiąże się przede wszystkim z dokładnym rozpoznaniem najbardziej awaryjnych elementów, podzespołów i zespołów lokomotyw oraz określeniem przyczyn ich uszkodzeń. Proces ten rozpoczyna się już w momencie stwierdzenia awarii lokomotywy przez maszynistę.

Dokładny opis nieprawidłowości zachodzących w działaniu pojazdu, podjęte czynności mające na celu lokalizację uszkodzenia, ewentualne operacje łączeniowe powodujące odłączenie uszkodzonego urządzenia są wskazówką dla samego maszynisty co do kontynuowania jazdy, jak i dla personelu utrzymania co do sposobu lokalizacji i usuwania uszkodzenia. Właściwe postępowanie maszynisty w pierwszych chwilach po zauważeniu awarii pojazdu trakcyjnego w dużej mierze ma wpływ na kolejne decyzje podejmowane przez inne osoby związane z obserwacją przebiegu pociągu (np. dyżurny ruchu, dyspozytor trakcji elektrycznej), a tym samym na ewentualne opóźnienie. Prawidłowe rozpoznanie uszkodzenia przez obsługującego lokomotywę i powiadomienie o tym fakcie właściwych osób daje możliwość dyżurnemu ruchu wprowadzenia korekt w aktualnej sytuacji ruchowej na szlaku kolejowym, a dyspozytorowi trakcji elektrycznej czas na przygotowanie, w razie konieczności, lokomotywy zastępczej na wymianę. Te działania podejmowane sprawnie i szybko w znacznym stopniu mogą przyczynić się do ograniczenia rozmiarów opóźnień pociągów pasażerskich.

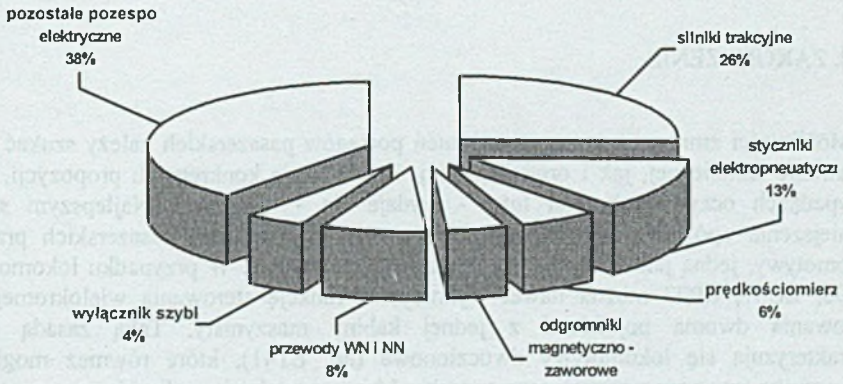
Dane dotyczące uszkodzeń podzespołów lokomotyw elektrycznych przedstawiono w tabl. 8. Bezwzględnie najbardziej awaryjne wśród elektrycznych podzespołów są silniki trakcyjne. W kolejnych latach widoczna jest wyraźna przewaga ilości uszkodzeń tych maszyn elektrycznych. Należy sądzić, że gdyby nie trudne warunki atmosferyczne w grudniu 2001 r., ilości uszkodzeń silników trakcyjnych w poszczególnych latach byłyby bardzo zbliżone. Nie zmienia to jednak zasadniczo wyniku analizy, który jednoznacznie wskazuje, że aż 26% uszkodzeń podzespołów elektrycznych stanowią awarie silników trakcyjnych (rys.8). Nieco mniej zawodne są styczniki elektropneumatyczne, których uszkodzenia stanowią 13% awarii podzespołów elektrycznych. Widoczne jest pewne zmniejszenie uszkodzeń silników trakcyjnych (2002 w stosunku do 2001 r.) oraz wzrost awaryjności styczników elektropneumatycznych o 50% w roku 2002 w stosunku do lat poprzednich. Uszkodzenia innych podzespołów są już mniej widoczne, żadna grupa nie przekracza 8%. Grupa podzespołów elektrycznych określona jako „pozostałe" ma 38% udział w ich uszkodzeniach, ale żaden z nich osobno nie przekracza 4%.

Znacznie mniejszy udział w ogólnej ilości uszkodzeń mają podzespoły mechaniczne. Analiza danych z tabl. 9 wskazuje, że tylko uszkodzenia zestawów kołowych lokomotyw liczyłyby się w łącznej statystyce dla podzespołów mechanicznych jak i elektrycznych. Widać wyraźną przewagę awarii zestawów kołowych zarówno w kolejnych latach, jak i łącznie: ponad połowa (52%) uszkodzeń podzespołów mechanicznych dotyczy zestawów kołowych, ale z roku na rok ich ilość maleje. Pozostałe podzespoły mechaniczne w tym zestawieniu nie są zbyt licznie reprezentowane. Wydaje się, że jak na trzyletni okres analizy przypadki uszkodzeń pozostałych podzespołów mechanicznych są wręcz śladowe. Mają one znaczenie w ujęciu statystycznym, ale określenie stopnia ich awaryjności jest praktycznie niemożliwe (rys.9).

Tablica 8

Uszkodzenia podzespołów elektrycznych

Podzespół	Rok 2000	2001	2002	Razem
Silnik trakcyjny	20	32	25	77
Stycznik elektropneumatyczny	11	11	17	39
Stycznik elektromagnetyczny WN	2	1	3	6
Stycznik elektromagnetyczny NN	1	2	3	6
Wyłącznik szybki	6	4	3	13
Łączniki NN (styki pomocnicze)	2	2	1	5
Przekaźnik WN	1	2	4	7
Przekaźnik NN	3	5	2	10
Wentylator rezystorów rozruchowych; wentylator chłodzenia silników trakcyjnych	1	0	2	3
Odbierak prądu	0	2	3	5
Odgromnik magnetyczno - zaworowy	2	6	6	14
Bocznik indukcyjny	1	5	1	7
Rezystory rozruchowe silników trakcyjnych, silnika przetwornicy, silnika sprężarki	1	5	5	11
Przetwornica główna	2	6	1	9
Bateria akumulatorów	1	1	1	3
Elementy obwodu ogrzewania pociągu	1	2	1	4
Regulator napięcia	2	2	4	8
Przewody WN	5	2	2	9
Przewody NN	5	6	3	14
Inne podzespoły elektryczne	4	12	15	31
Elementy obwodu SHP	0	1	1	2
Prędkościomierze	5	5	7	17
Razem	76	114	110	300

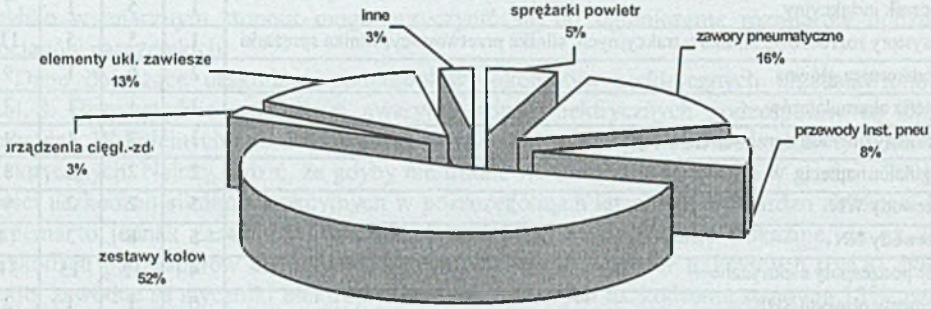


Rys.8. Rozkład uszkodzeń podzespołów elektrycznych
Fig.8. Distribution of failures of electrical components

Tablica 9

Uszkodzenia podzespołów mechanicznych

Podzespół	Rok 2000	2001	2002	Razem
Sprężarki powietrza	2	0	0	2
Zawory pneumatyczne	3	1	2	6
Przewody instalacji pneumatycznej	1	2	0	3
Zestawy kołowe	9	7	4	20
Urządzenia cięgłowo - zderzakowe	0	1	0	1
Elementy układu zawieszenia i usprężynowania	0	3	2	5
Inne podzespoły mechaniczne	0	0	1	1
Razem	15	14	9	38



Rys.9. Rozkład uszkodzeń podzespołów mechanicznych
Fig. 9. Distribution of failures of mechanical components

4. ZAKOŃCZENIE

Możliwości zmniejszenia czasu opóźnień pociągów pasażerskich należy szukać zarówno po stronie technicznej, jak i organizacyjnej. Przytaczanie konkretnych propozycji, w wielu przypadkach oczywistych, jest tutaj - wydaje się - niecelowe. Najlepszym sposobem zmniejszenia opóźnień do minimum byłaby obsługa pociągów pasażerskich przez dwie lokomotywy, jedną jako „czynną", a drugą jako rezerwową. W przypadku lokomotyw serii EU06, EU07, EP07 można nawet wykorzystać funkcję sterowania wielokrotnego, czyli sterowania dwoma pojazdami z jednej kabiny maszynisty. Taką zasadą działania charakteryzują się lokomotywy dwuczłonowe (np. ET41), które również mogłyby być wykorzystywane przy realizacji tego sposobu. Ideą jest tutaj minimalizacja czasu potrzebnego na wymianę pojazdu. W praktyce nie przekroczyłby on kilku minut, a przy zastosowaniu trakcji wielokrotnej, po uszkodzeniu podzespołu elektrycznego, wymiana pojazdu w ogóle nie miałaby miejsca. Ten sposób postępowania dotyczyłby głównie obsługi pociągów

kwalifikowanych. Zauważalny coroczny wzrost czasu opóźnień pociągów tego typu przemawia za podjęciem radykalnych działań mających na celu zmianę tej niekorzystnej tendencji. Wadą rozwiązania jest konieczność przygotowania dwukrotnie większej ilości lokomotyw do obsługi ruchu pasażerskiego, niż w chwili obecnej oraz koszty związane z zapewnieniem drugiego pojazdu trakcyjnego. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że pociągi typu EN, EC, IC oraz Ex są wizytówką PKP, a ich podstawową cechą jest (ma być) punktualność, to sugestia ta, być może, jest warta rozważenia.

Literatura

1. Magiera J., Piec P.: Ocena zużycia i niezawodności pojazdów szynowych. Ossolineum. Wrocław, Warszawa, Kraków 1994.
2. Marciniak J.: Diagnostyka techniczna kolejowych pojazdów szynowych. WKiŁ. Warszawa 1982.
3. Dziedzic S.: Analiza wpływu awaryjności lokomotyw elektrycznych na opóźnienia pociągów pasażerskich. Politechnika Krakowska, 2003. Praca dyplomowa magisterska.

Recenzent: Prof. nzw. dr hab. inż. Eugeniusz Kałuża

Abstract

The study in main part discusses the influence of failures of components of electrical locomotives on punctuality of rail service. The analysed data were collected in the selected PKP rolling stock unit in years 2000-2002. Delays (in minutes) of passenger trains, normal and so-called "qualified" in individual months and in the quantity juxtaposition are presented. The volume of secondary delays is described. Types and quantity of failures of principal components of locomotives in correlation with mileage are presented. Causative-consecutive correlations between failures of locomotives and delays of passenger trains are also described.