

Adam KADZIŃSKI

BADANIA NIEZAWODNOŚCI POJAZDÓW SZYNOWYCH W ŚWIETLE PROBLEMATYKI WYBRANYCH KONFERENCJI

Streszczenie. Przedstawiono ocenę stanu badań niezawodności pojazdów szynowych. Ocenę przeprowadzono na podstawie prac drukowanych w materiałach wybranych konferencji naukowych. Podano charakterystykę materiału badawczego. Wskazano na zainteresowania w badaniach kolejnymi fazami życia pojazdów szynowych. Dokonano przeglądu treści prac. Przedstawiono syntetyczną charakterystykę autorów prac wziętych do analizy.

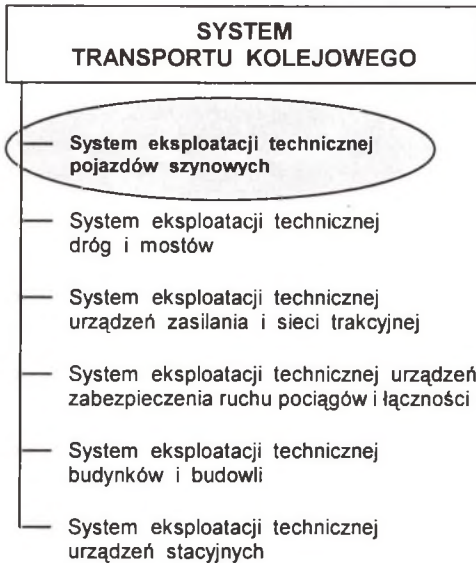
RESEARCH ON RAIL VEHICLES RELIABILITY IN A VIEW OF TOPICS OF SELECTED CONFERENCES

Summary. An evaluation of the state of the art of rail vehicles reliability research has been presented. This evaluation has been based on the papers published at selected scientific conferences. The matter of research has been characterized as well. Successive stages of rail vehicles life have been pointed out as a point of interest. The survey of papers has been also done. A synthetic characteristics of authors of analyzed papers has been added.

1. WSTĘP

Dopiero w latach pięćdziesiątych zgodzono się, że oprócz cech ilościowych, rzeczy, procesy, systemy mają cechę – właściwość, która nazywa się: niezawodność (*po polsku*), reliability (*po angielsku*), Zuverlässigkeit (*po niemiecku*), fiabilité (*po francusku*), надёжность (*po rosyjsku*). Jednak dopiero na początku lat siedemdziesiątych XX stulecia zaczyna gruntować swoją pozycję teoria niezawodności. Teoria ta bada prawidłowości zmian wskaźników eksploatacyjnych systemów/obiektów technicznych i na tej podstawie opracowuje metody zabezpieczające (z najmniejszymi stratami czasu i środków) niezbędny czas i niezawodność ich pracy.

Po wielu latach aplikacji teorii niezawodności w różnych dziedzinach życia i na różnych etapach istnienia systemów/obiektów technicznych, w literaturze przedmiotu pojawiają się różnego rodzaju podsumowania prowadzonych badań. Na tej podstawie podejmuje się także



Rys. 1. Schemat ideowy systemu transportu kolejowego [3]
Fig. 1. Schematic diagram of rail transportation system [3]

próby wnioskowania o przyszłych kierunkach rozwoju badań w dyscyplinach tworzących naukę o niezawodności. Pewne informacje na ten temat można znaleźć m.in. w pracach [1,2,25,27].

Podstawowe obiekty techniczne wykorzystywane w transporcie kolejowym eksploatowane są w ramach systemu transportu kolejowego (rys. 1). System transportu kolejowego wg [3] integruje kilka systemów eksploatacji, a wśród nich system eksploatacji technicznej pojazdów szynowych (rys. 1).

Celem niniejszej pracy jest próba oceny stanu badań niezawodności w systemie eksploatacji technicznej pojazdów szynowych na podstawie prac publikowanych w materiałach reprezentatywnej grupy konferencji naukowych.

Podsumowanie udziału środowiska krakowskiego w badaniach niezawodności pojazdów szynowych można znaleźć w pracy Oprządkiewicza i Magiery [26].

2. ZAŁOŻENIA I METODYKA OCENY BADAŃ NIEZAWODNOŚCI

Nie sposób jest analizę stanu badań niezawodności pojazdów szynowych oprzeć na materiałach wszystkich konferencji, na których zagadnienia te są prezentowane. Na potrzeby niniejszej pracy wybrano referaty i komunikaty (zwane dalej pracami) zgromadzone w materiałach konferencji „*Pojazdy Szynowe*”, „*Problemy Niezawodności Transportu*” oraz w materiałach „*Zimowych Szkół Niezawodności*”.

Konferencje „*Pojazdy Szynowe*” zostały zainicjowane w 1973 roku. Do tej pory środowiska naukowo przemysłowe, którym bliskie są zagadnienia szeroko pojętego projektowania, wytwarzania i eksploatacji pojazdów szynowych - zorganizowały już dwanaście edycji tej konferencji.

Na sesjach naukowych „*Problemy Niezawodności Transportu*” prezentowane zagadnienia niezawodności transportu lotniczego, samochodowego, kolejowego i morskiego. Początek tych sesji przypada na rok 1980. W roku 1997 odbyła się szósta edycja konferencji „*Problemy Niezawodności Transportu*”. Najaktywniejszymi organizatorami tych spotkań Wydział Transportu (poprzednio Instytut Transportu) Politechniki Warszawskiej i Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych.

Organizatorem „*Zimowych Szkół Niezawodności*” jest Zespół Niezawodności Sekcji Podstaw Eksploatacji Komitetu Budowy Maszyn PAN. Spotkania z tego cyklu rozpoczęto w 1972 roku. W styczniu 1998 roku odbyła się już „*XXVI Zimowa Szkoła Niezawodności*”. Problematyka Szkół dotyczy niezawodności elementów, zespołów, maszyn, urządzeń i pojazdów, parków maszynowych i dużych systemów technicznych [27].

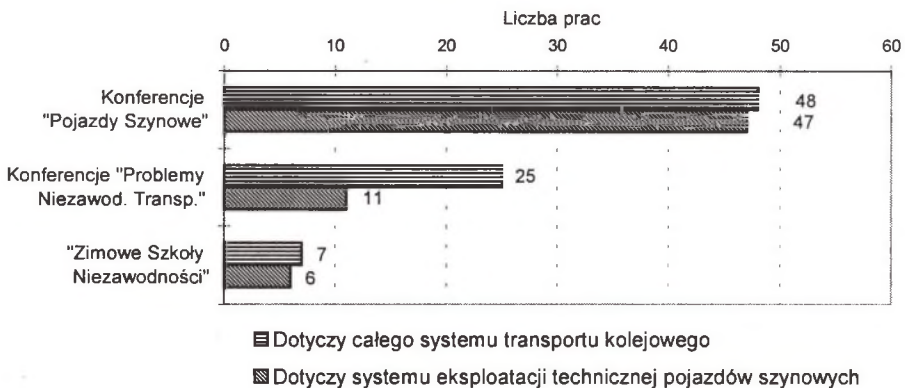
Przedstawione charakterystyki konferencji wskazują, że do oceny badań niezawodności pojazdów szynowych wybrano materiały sesji naukowych mających charakter branżowy („*Pojazdy Szynowe*”), obejmujących wybraną dziedzinę techniki, jaką jest transport („*Problemy Niezawodności Transportu*”) oraz poświęconych szerokiemu spektrum zagadnień niezawodności obiektów technicznych i systemów technicznych („*Zimowe Szkoły Niezawodności*”).

Ze wskazanych materiałów do badań przyjęto prace poświęcone zagadnieniom niezawodności obiektów technicznych funkcjonujących w obrębie systemu transportu kolejowego. Dla każdej takiej pracy wypełniono arkusz badawczy (ankietę), w którym dokonywano oceny przedstawianych w niej badań wg 12 kryteriów. W następnej kolejności informacje zgromadzone w arkuszu badawczym wprowadzono do specjalnie stworzonej bazy danych. Na podstawie zapytań przygotowanych do bazy danych uzyskano wyniki oceny, prowadzonych przez różne środowiska naukowo-przemysłowe, badań niezawodności obiektów transportu kolejowego. W dalszej części niniejszej pracy przedstawiono część wyników dotyczącą badań systemów/obiektów funkcjonujących w ramach systemu eksploatacji technicznej pojazdów szynowych.

3. WYBRANE WYNIKI OCENY BADAŃ NIEZAWODNOŚCI

3.1. Charakterystyka próby badawczej

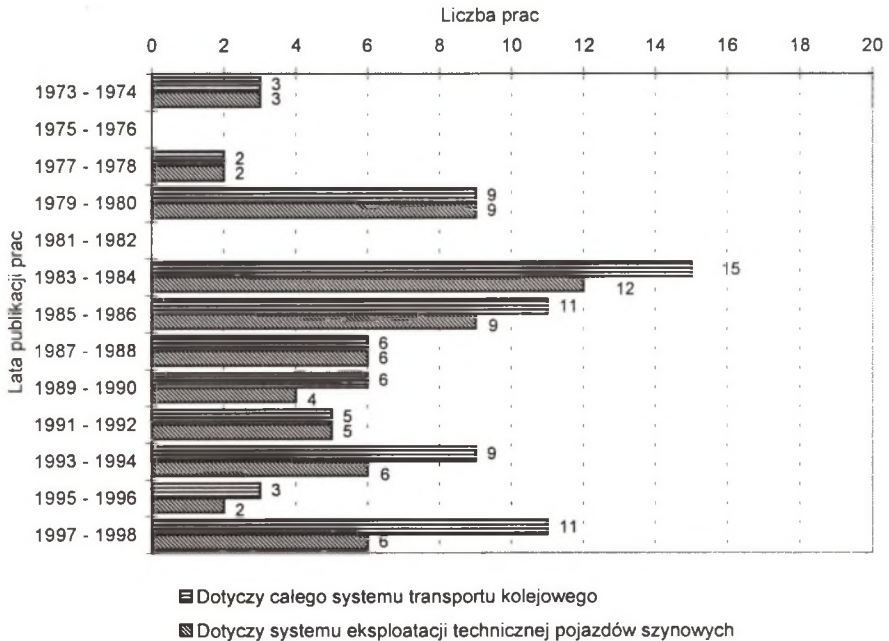
W materiałach konferencji analizowanych w procesie badawczym opublikowano łącznie 1357 prac. Zagadnieniom niezawodności obiektów związanych z systemem transportu kolejowego poświęcono 80 referatów i komunikatów [4–24]. Stanowiło to 5.9% wszystkich opublikowanych prac. Szczegółowo strukturę prób badawczych pokazano na rys. 2.



Rys.2. Struktury prób badawczych prac poświęconych badaniom niezawodności w systemie transportu kolejowego ogółem i w systemie eksploatacji technicznej pojazdów szynowych

Fig.2. Structures of research attempts on studies devoted to reliability research in the rail transportation system generally and in the system of rail vehicles technical operation in particular

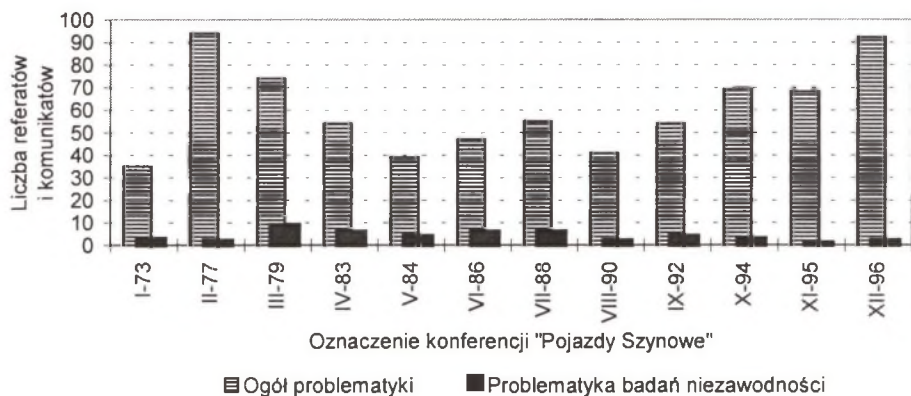
Pierwsze prace interesujące z punktu widzenia badań opublikowano w roku 1973. Intensywność pojawiania się publikacji w czasie kalendarzowym charakteryzuje rozkład przedstawiony na rys. 3. Wynika z niego, że najwięcej prac poświęconych niezawodności obiektów w systemie transportu kolejowego pojawiło się latach 1983–1984. Na te same lata przypada okres, kiedy opublikowano najwięcej prac, których autorzy prezentowali zagadnienia badań



Rys.3. Rozkład w czasie kalendarzowym publikowania prac poświęconych badaniom niezawodności w systemie transportu kolejowego ogółem i w systemie eksploatacji technicznej pojazdów szynowych

Fig.3. Distribution of studies on reliability research in the rail transportation system generally and in the system of rail vehicles technical operation in particular

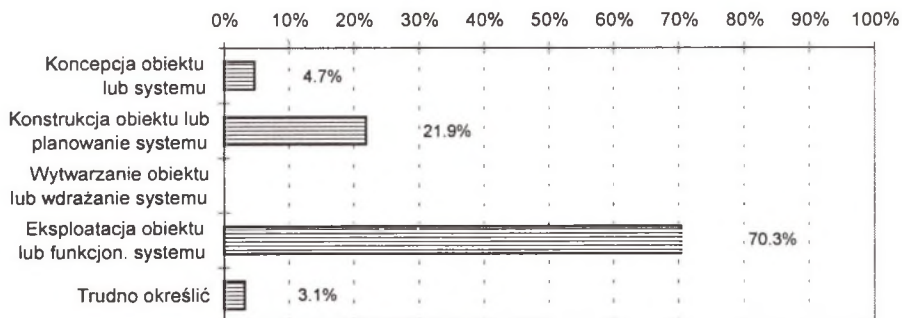
niezawodnościowych obiektów eksploatowanych w systemie eksploatacji technicznej pojazdów szynowych. Udział prac poruszających zagadnienia niezawodności na tle wszystkich prezentowanych referatów na konferencjach „Pojazdy Szynowe” pokazano na rys. 4. Łącznie na konferencjach z tego cyklu opublikowano 47 prac poświęconych niezawodności pojazdów szynowych.



Rys.4. Ilustracja udziału problematyki badań niezawodności na kolejnych konferencjach „Pojazdy Szynowe”
 Fig.4. Share of reliability research topics at the consequent conferences on „Rail Vehicles”

3.2. Ocena rozkładu badań w systemie eksploatacji technicznej pojazdów szynowych

Wymowne są wyniki badań obrazujące zainteresowanie autorów etapami istnienia systemów/objektów badań niezawodnościowych. Problem ten przedstawiono na rys. 5. Najwięcej z 64 badanych prac (70.3%) poświęcono etapowi eksploatacji obiektów lub funkcjonowaniu systemów eksploatacji obiektów. Zastanawiający jest fakt, że żadna praca nie została poświęcona zagadnieniu niezawodności na etapie wytwarzania obiektu lub wdrażania systemu.

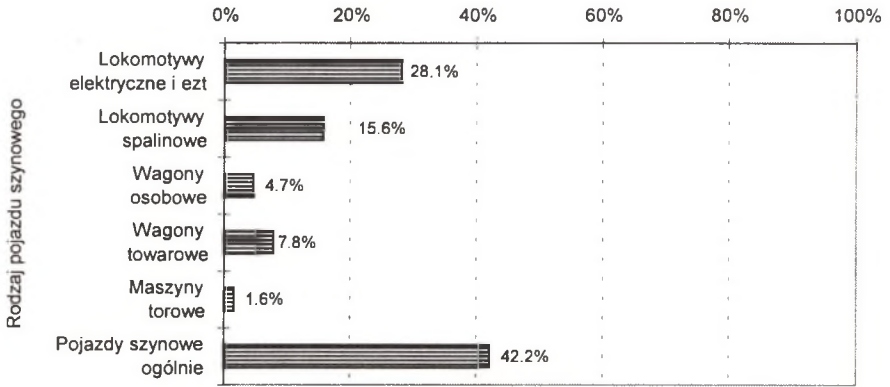


Rys.5. Rozkład zainteresowania autorów etapami istnienia systemów/objektów badań niezawodnościowych w ramach systemu eksploatacji technicznej pojazdów szynowych

Fig.5. Distribution of authors' interest in the presence of systems/objects of reliability research within the frames of the rail vehicles technical operation system

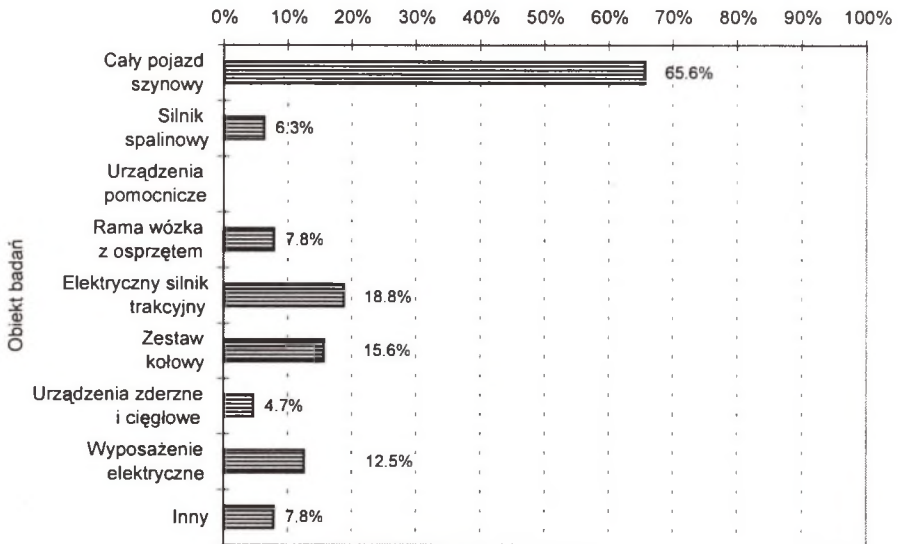
Przeprowadzone badania wskazują, że największa liczba autorów nie precyzuje szczegółowo, jakiego rodzaju pojazdu dotyczy prezentacja. Problem ten ilustruje rozkład zainteresowania w badaniach niezawodnościowych rodzajami pojazdów szynowych (rys. 6). Ponad 28% autorów przedstawia problem niezawodności w powiązaniu z elektrycznymi pojazdami

trakcyjnymi, zaś 15.6% prac poświęcono lokomotywowi spalinowym. Zainteresowanie wagonami łącznie zauważono w 12.5% prac. Jedną pracę z 64 poddanych badaniom poświęcono niezawodności maszyn torowych.



Rys.6. Rozkład zainteresowania autorów w badaniach niezawodnościowych poszczególnymi rodzajami pojazdów szynowych

Fig.6. Distribution of authors' interest in the reliability of particular types of the rail vehicles



Rys.7. Rozkład zainteresowania autorów obiektami badań niezawodnościowych w ramach systemu eksploatacji technicznej pojazdów szynowych

Fig.7. Distribution of authors' interest in reliability research objects within the frames of the rail vehicles technical operation system

W 65.6% prac w badaniach niezawodności pojazdów szynowych traktowano je jako całość. W niektórych pracach zajmowano się niezawodnością grup konstrukcyjnych i zespołów pojazdów szynowych. Szczegółowe wyniki badań tego problemu pokazano na rys. 7. W badaniach zespołów pojazdów szynowych najczęściej miejsca poświęcono elektrycznym silnikom trakcyjnym (18.8%) i zestawom kołowym (15.6%). Wiele uwagi zwracano również na problem niezawodności wyposażania elektrycznego lokomotyw i wagonów (12.5%). W tej grupie obiektów szczególnie dużo uwagi poświęcano stycznikom. W 4 pracach autorzy zajmowali się problemami niezawodności spalinowych silników trakcyjnych lokomotyw spalinowych. Na 64 przeanalizowane prace w ani jednej z nich nie poruszano oddzielnie problemu niezawodności urządzeń pomocniczych w pojazdach szynowych (rys. 7).

3.3. Synteza treści prac poświęconych problematyce badań niezawodności

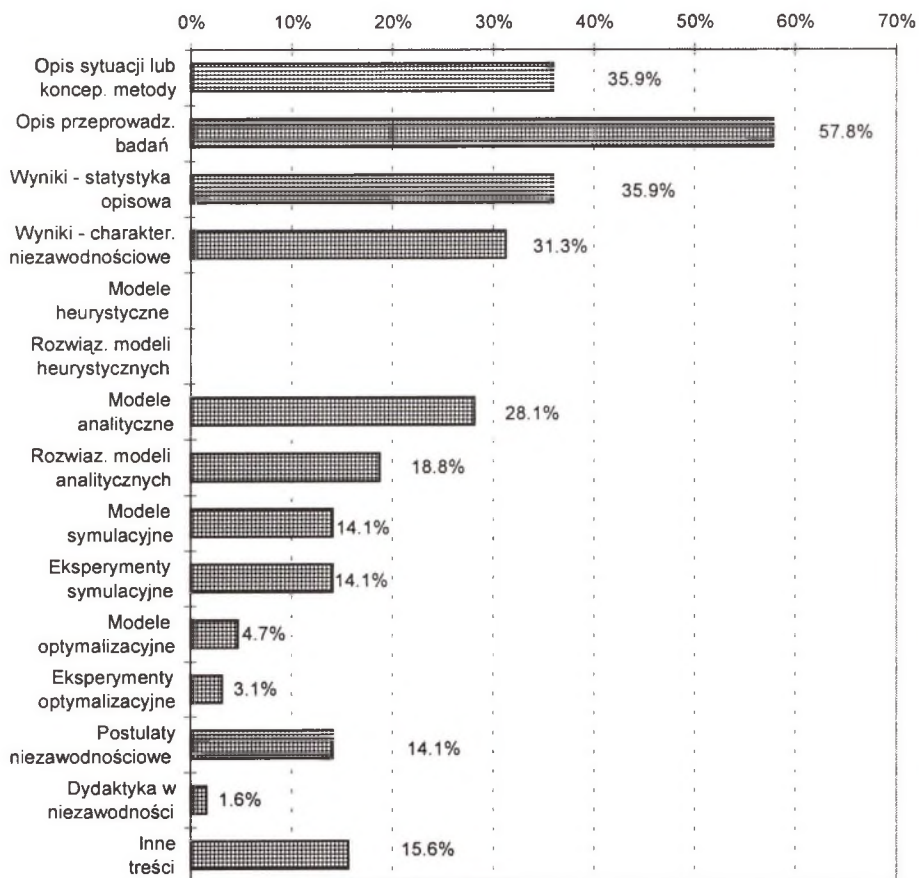
W celu określenia treści prac zajmujących się zagadnieniami niezawodności pojazdów szynowych, dokonywano ich oceny według 15 kryteriów. Zestawienie kryteriów oraz wyniki dokonanej według tych kryteriów oceny prac przedstawiono na rys. 8.

W przeważającej części (57.8%) prac autorzy dokonują opisu przeprowadzonych badań. Wyniki tych badań przedstawiane są najczęściej (35.9%) z wykorzystaniem narzędzi statystyki opisowej (np. histogram częstości uszkodzeń, średnia liczba uszkodzeń itp.). W pewnej części prac (31.3%) autorzy prezentują wyniki w postaci charakterystyk niezawodnościowych.

W wielu pracach dokonywano opisu sytuacji eksploatacyjnych i na tej podstawie stawiano różne postulaty niezawodnościowe. W znacznie mniejszej liczbie prac autorzy zajmują się modelowaniem eksploatacji obiektów/systemów w aspekcie ich niezawodności. Modele analityczne budowane są w 28.1% prac, zaś ich rozwiązania pojawiają się tylko w 18.8% prac. Inaczej przedstawia się ten problem w przypadku modeli symulacyjnych. Modele takie pojawiają się w 14.1% prac i od razu są uzupełniane przykładowymi eksperymentami symulacyjnymi ilustrującymi możliwości aplikacyjnych modeli.

3.4. Charakterystyka autorów prac poświęconych problematyce badań niezawodności

Jako autorzy lub współautorzy 64 prac z zakresu niezawodności pojazdów szynowych występuje 38 osób. W przeważającej liczbie przypadków (21, tj. 55.3%) autorzy brali udział w przygotowaniu tylko jednej pracy. Pełny rozkład liczby prac napisanych przez poszczególnych autorów pokazano w tab. 1. Wynika z niej m.in., że w okresie od 1973 do 1998 roku tylko ośmiu autorów opublikowało, w materiałach trzech cykli konferencji poddawanych analizie, co najmniej 4 prace poświęcone zagadnieniom niezawodności pojazdów szynowych.



Rys.8. Ocena treści prac poświęconych problemom badań niezawodnościowych w ramach systemu eksploatacji technicznej pojazdów szynowych

Fig.8. Evaluation of studies on reliability research problems within the frames of the rail vehicles technical operation system

Prawie 68% autorów prac jako miejsce swojego zatrudnienia deklarowało wyższą uczelnię. Pozostali autorzy zatrudnieni byli w chwili publikacji prac w ośrodkach badawczych i w przemyśle. Problem zatrudnienia autorów prac zilustrowano histogramem na rys. 9a.

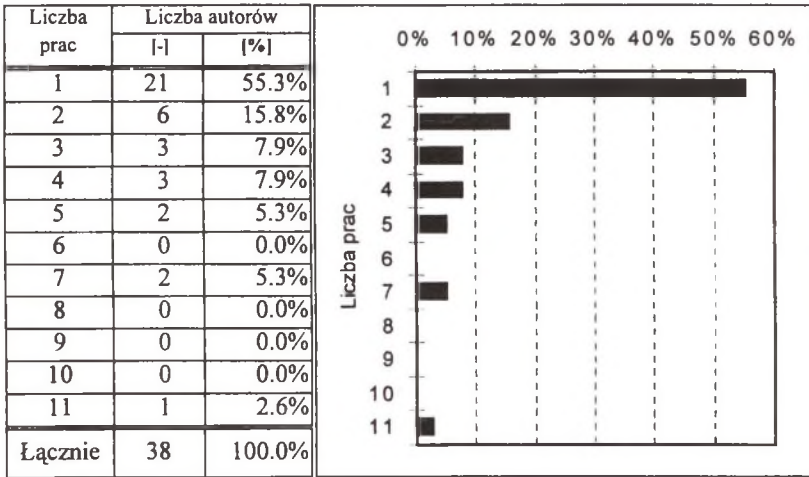
Autorzy prac poddanych analizie w chwili ich wydrukowania są osobami o różnym statusie naukowym i zawodowym. Po kwalifikacji autorów prac do następujących grup tworzonych według kryterium statusu naukowego i zawodowego:

- grupa I - prof. dr hab. inż.; dr hab. inż.; doc.,
- grupa II - dr inż.; dr,
- grupa III - mgr inż.; mgr; inż.,
- grupa IV - technik i inni,

uzyskano empiryczny rozkład prawdopodobieństwa przedstawiony na rys. 9b. Wynika z niego, że ponad 38% prac sygnowane jest przez autorów należących do grupy III.

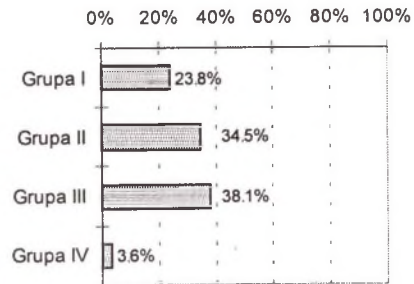
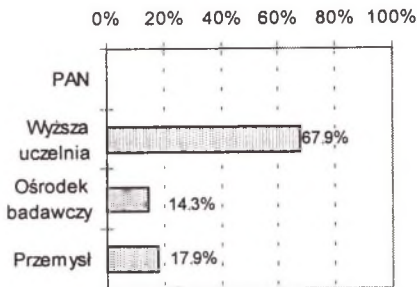
Tablica 1

Rozkład liczby prac napisanych przez poszczególnych autorów



a)

b)



Rys.9. Prezentacja autorów według miejsca ich zatrudnienia (a) i przynależności do grup kwalifikacji zawodowych (b) w chwili publikacji prac

Fig.9. Presentation of authors according to their position (a) and affiliation to professional groups (b) at the moment of publication

4. PODSUMOWANIE

Zaprezentowane w niniejszej pracy oceny wskazują na stan dziedziny badań niezawodności pojazdów szynowych, jaki ukształtował się w ostatnim 25-leciu. Tak długi horyzont czasowy prowadzonych analiz pozwala m.in. na sformułowanie poniższych uwag końcowych.

- Zainteresowanie problematyką niezawodności w obrębie pojazdów szynowych ma charakter pasywny (ocenowy). Jest to tendencja ogólnie występująca w teorii niezawodności. Zauważenie tego faktu powinno wymusić podjęcie w tej dziedzinie na większą skalę działań aktywnych. Działania takie mogą polegać m.in. na tworzeniu narzędzi (modeli) wykorzystujących

cych zgromadzoną wiedzę niezawodnościową do kształtowania odpowiedniej efektywności systemów eksploatacji pojazdów szynowych.

- Zaczynem, a w niektórych przypadkach dodatkowym impulsem rozwoju problematyki niezawodności pojazdów szynowych, stały się przeprowadzone w latach 70. i 80. przez zespoły Gronowicza, Lisowskiego i Marciniaka badania niezawodnościowe podstawowych serii taboru kolejowego. Zaowocowało to wzmożoną aktywnością publikacyjną (pod koniec lat 70. i w pierwszej połowie lat 80.) uczestników tych badań (pewien dowód na to można znaleźć także na rys. 3).
- Najbardziej aktywne środowiska naukowo-przemysłowe promujące problematykę niezawodności pojazdów szynowych skupione są wokół: Politechniki Krakowskiej, Politechniki Poznańskiej, Centrum Naukowo-Technicznego Kolejnictwa i Politechniki Wrocławskiej. Potwierdzają to także wyniki analiz przeprowadzonych na potrzeby niniejszej pracy. Na 38 autorów referatów podejmujących problematykę niezawodności pojazdów szynowych – 10 związanych jest z Krakowem, 9 jest z Poznania, 8 reprezentuje Warszawę, a 5 pochodzi ze środowiska wrocławskiego.
- Podstawowym forum prezentowania problematyki niezawodności pojazdów szynowych były do tej pory konferencje „*Pojazdy Szynowe*”. Wydaje się, że należy aktywniej przedstawiać tę problematykę na forum środowisk związanych z innymi rodzajami obiektów technicznych.

LITERATURA

1. JaŹwiński J.: Wybrane wyniki ankiety dotyczącej stanu teorii i praktyki niezawodności w Polsce. W: Materiały XX Zimowej Szkoły Niezawodności, Szczyrk 1992, s. 269-280.
2. JaŹwiński J., Smalko Z.: Badania niezawodnościowe w świetle problematyki konferencji międzynarodowych. W: Materiały XXVI Zimowej Szkoły Niezawodności, Szczyrk 1998, s. 174-186.
3. Marciniak J.: Organizacja systemu obsługi kolejowych pojazdów szynowych z zastosowaniem urządzeń diagnostyki, Wyd. Politechniki Poznańskiej, seria Rozprawy, nr 138, Poznań, 1982.
4. Materiały I Krajowej Konferencji "Pojazdy Szynowe", Kraków-Zawoja 1973.
5. Materiały II Krajowej Konferencji "Pojazdy Szynowe", t. 2 i t. Komunikaty, Kraków-Piwniczna 1977.
6. Materiały III Krajowej Konferencji "Pojazdy Szynowe", Poznań 1979.
7. Materiały IV Krajowej Konferencji „Pojazdy Szynowe”, Kraków-Janowice 1983.
8. Materiały V Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, Warszawa-Halin 1984.
9. Materiały VI Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, w: Prace Naukowe IKiEM Politechniki Wrocławskiej, seria Konferencje, nr 11, Wrocław-Radków 1986.
10. Materiały VII Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, t. Badania pojazdów szynowych, t. Eksploatacja pojazdów szynowych, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, seria Maszyny Robocze i Pojazdy, nr 31/1988, Rydzyna 1988.
11. Materiały VIII Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe”, Warszawa-Jachranka 1990.
12. Materiały IX Krajowej Konferencji "Pojazdy Szynowe", Kraków-Muszyna 1992.
13. Materiały X Konferencji Naukowej "Pojazdy Szynowe", t. 2, Wrocław 1994.
14. Materiały XI Konferencji Naukowej "Pojazdy Szynowe", t. 2, Kraków i Szczawnica 1995.
15. Materiały XII Konferencji Naukowej "Pojazdy Szynowe '96", t. 2, Rydzyna 1996.

16. Materiały Sympozjum "Problemy Niezawodności Transportu", Kielce-Cedzyna 1983.
17. Materiały Konferencji Naukowej "Problemy Niezawodności Transportu". Ustroń-Jaszowiec 1986.
18. Materiały Konferencji Naukowej "Problemy Niezawodności Transportu", Spała 1990.
19. Materiały V Konferencji Naukowej "Problemy Niezawodności Transportu", Spała 1993.
20. Materiały VI Konferencji Naukowej "Problemy Niezawodności Transportu", t. 1, t. 2. Ustroń-Jaszowiec 1997.
21. Materiały XIII Zimowej Szkoły Niezawodności nt. Metodyki utrzymania maszyn w ruchu. Ustroń-Jaszowiec 1985.
22. Materiały XIX Zimowej Szkoły Niezawodności nt. Jakość i niezawodność obiektów technicznych. Szczyrk 1991.
23. Materiały XXV Zimowej Szkoły Niezawodności nt. Problemy niezawodności obiektów technicznych i tolerowanie uszkodzeń w procesie realizacji zadań. Szczyrk 1997.
24. Materiały XXVI Zimowej Szkoły Niezawodności nt. Problemy niezawodności obiektów technicznych, konstrukcja, technologia, eksploatacja. Szczyrk 1998.
25. Oprządkiewicz J.: Niezawodność maszyn i urządzeń - stan i kierunki rozwoju w Polsce. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn 1994, z.1-2 (57-58), s. 177-190.
26. Oprządkiewicz J., Magiera J.: Problematyka niezawodnościowa w pracach Instytutu Pojazdów Szynowych w latach 1971-1996. W: Materiały XXV Zimowej Szkoły Niezawodności, Szczyrk 1997, s. 158-162.
27. Smalko Z.: Próba oceny przebiegu i wyników Szkół Zimowych Niezawodności organizowanych w latach 1972-1996. W: Materiały XXV Zimowej Szkoły Niezawodności, Szczyrk 1997, s. 240-242.

Recenzent: Dr hab.inż. Marek Sitarz
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

An evaluation of the state of the art of rail vehicles reliability research has been presented. This evaluation has been carried out upon papers published at selected scientific conferences. About 60% of them are the papers presented at successive conferences on „Rail Vehicles”. A distribution of development of papers on reliability of rolling stock in the years 1973-1998 has been presented. It has been revealed that special interest had been paid to the consequent stages of rail vehicle life. Stress has been put on those assemblies of the rolling stock that are subjected to the research efforts most frequently. A survey of the papers' contents has been done as well. Thanks to that the subjects presented most often could be brought forward. A synthetic characteristics of the authors of analyzed papers has been added to the study.