ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: TRANSPORT z. 44 Nr kol.1562

Jerzy MIKULSKI

ZAWODNOŚĆ URZĄDZEŃ STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM. ANALIZA USTERKOWOŚCI URZĄDZEŃ ZASILAJĄCYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę usterkowości urządzeń zasilających. Przeprowadzono również prognozę zawodności z oszacowaną liniową i logarytmiczną linią trendu.

UNRELIABILITY OF THE RAILWAY TRAFFIC CONTROL DEVICES. ANALYSIS OF MALFUNCTIONS OF THE FEEDING DEVICES

Summary. The paper deals with the analysis of malfunctions of the feeding devices. The prognosis of unreliability with the estimated straight tendency line and logarithmic tendency line has been made.

W przypadku urządzeń kolejowych sprawą najważniejszą i pierwszoplanową jest bezpieczeństwo. Od wszystkich urządzeń kolejowych wymagana jest pewność działania, rozumiana jako prawdopodobieństwo niewystąpienia usterki. Obserwacja i analiza zachowania się w trakcie eksploatacji podstawowych urządzeń kolejowych powinny stanowić ważny element zarządzania pracą kolei.

Obok urządzeń sterowania ruchem kolejowym równie ważnym elementem systemów kolejowych są urządzenia zasilające sieć trakcyjną.

Eksploatowane urządzenia zasilające sieć trakcyjną powinny spełniać podstawowy warunek gwarantujący bezpieczeństwo dla ruchu pociągów. Powstanie usterki mogącej spowodować sytuację niebezpieczną dla ruchu kolejowego powinno prowadzić do przejścia urządzeń do stanu bezpiecznego.

Diagnostyka urządzeń zasilających sieć trakcyjną zapewnia w czasie rzeczywistym kontrolowanie stanu pracy urządzeń, co ma istotny wpływ na płynność i bezpieczeństwo ruchu pociągów.

Istotnym czynnikiem wpływającym na usterkowość urządzeń zasilających sieć trakcyjną jest odpowiednia eksploatacja i utrzymanie ich w pełnej sprawności eksploatacyjnej. Intensywność uszkodzeń sieci zależy od wielu czynników, a w szczególności od ogólnych warunków eksploatacyjnych na danej linii, stopnia zanieczyszczenia atmosfery, występowania szkód górniczych, jakości utrzymania urządzeń (sieci, taboru, torowiska), rodzaju sieci, wieku sieci (okresu, jaki upłynął od początku eksploatacji lub ostatniego remontu) oraz od charakteru ruchu kolejowego.

Sieć trakcyjna jest zagrożona możliwością uszkodzeń w stopniu o wiele wyższym niż pozostałe części układu zasilania. Zagrożenie to wynika zarówno z naturalnego zużywania się poszczególnych elementów sieci, jak również zanieczyszczenia izolacji, oddziaływania czynników atmosferycznych (wiatr, wyładowania atmosferyczne, oblodzenie przewodów), drgań przenoszonych od podtorza.

Przyczyny występujących uszkodzeń sieci można podzielić na trzy grupy:

I - uszkodzenia zależne od konstrukcji sieci, od warunków klimatyczno–środowiskowych, od jakości obsługiwania technicznego,

II - uszkodzenia zależne od stanu technicznego taboru elektrycznego, postępowania maszynistów oraz od czynników związanych z ruchem pojazdów trakcyjnych,

III - uszkodzenia z przyczyn niezależnych od trakcji elektrycznej.

Każdą z wymienionych grup z punktu widzenia źródeł pojawiania się uszkodzeń można podzielić na cztery podgrupy:

- konstrukcyjno–projektowa (niewłaściwe rozwiązania techniczne, nieprawidłowy wybór wartości mechanicznych i elektrycznych),
- produkcyjna (wytwarzanie części składowych sieci niezgodnie z warunkami technicznymi, zła jakość surowców i półfabrykatów),
- budowlano-montażowa (odstępstwo od projektów, nieprawidłowe zastosowanie elementów, niestaranny montaż),
- eksploatacyjna (oddziaływanie wymuszające pracę urządzeń poza dopuszczalne granice, niedostateczne i niedokładne obsługiwanie techniczne, stopniowe pogarszanie się właściwości mechanicznych i elektrycznych poszczególnych podzespołów).

W procesie eksploatacji sieci trakcyjnej, podobnie jak w przypadku innych urządzeń technicznych, można wyodrębnić trzy okresy o zróżnicowanej intensywności występowania uszkodzeń:

1) okres pierwszy trwa przeciętnie około 1,5 roku od podjęcia eksploatacji, ujawnia ukryte wady materiałów oraz niedokładności projektowe, montażowe i niedopatrzenia kontroli przed oddaniem do użytku,
2) okres drugi obejmuje około 10 do 12 lat użytkowania sieci; w okresie tym występują niesprawności wywoływane głównie przez czynniki losowe, atmosferyczne oraz zaniedbania obsługiwania technicznego,
3) okres trzeci następuje po 12 – 14 latach eksploatacji pogarsza się znacznie niezawodność pracy sieci. Spowodowane jest to postępującymi zmianami parametrów (własności mechanicznych i elektrycznych) poszczególnych części składowych sieci w wyniku:
   - zużywania się,
   - zmęczenia materiałów,
   - starzenia się izolacji,
   - korozji.

Okres trzeci jest sygnałem świadczącym o konieczności przeprowadzenia renowacji sieci (remont).

Cechą charakterystyczną tych okresów jest parokrotnie wyższa intensywność (3- do 5-krotna) uszkadzania się urządzeń w obrębie stacji w porównaniu z torami na szlakach. Przyczyną jest zarówno bardziej złożony układ mechaniczny i elektryczny sieci, jak i rodzaj pracy wykonywanej na stacjach (manewry, częste rozruchy).

W miesiącach zimowych liczba uszkodzeń jest zwykle wyższa o 20-25%, niż występuje w pozostałych miesiącach roku. W miesiącach zimowych duży wpływ na kształtowanie się niezawodności sieci mają przyczyny niezależne od trakcji elektrycznej.

Do oceny niezawodności pracy sieci trakcyjnej stosuje się wskaźniki charakteryzujące niezawodność pod względem liczby uszkodzeń przypadających na jednostkę czasu (miesiąc, kwartał, rok), rzadziej na jednostkę długości sieci (100 torokilometrów).

W tabeli 1 przedstawiono awarie sieci trakcyjnej z podziałem na poszczególne miesiące. Dane zostały udostępnione przez Zakład Elektroenergetyki Kolejowej w Katowicach.

Dane z tabeli 1 przestawiono na rysunku 1.

Awaryjność uszkodzeń sieci trakcyjnej w okresie badanych pięciu lat wykazywała tendencję spadkową. Wyjątkiem jest rok 2000, kiedy znowu wystąpił wzrost liczby awarii (196 w roku 2000, w stosunku do 155 w roku 1999). Wydaje się, że sytuacja ta spowodowana jest starzeniem się urządzeń, gdyż większość z nich eksploatowana jest już około 12-14 lat, a więc osiągnęła wiek, kiedy konieczny staje się remont.

Tabela 1

Wykaz awarii sieci trakcyjnej w latach 1996-2000

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1996	30	27	26	26	24	28	29	38	27	39	33	20
1997	17	13	26	31	41	31	22	17	16	16	14	28
1998	13	8	21	25	22	28	33	21	25	17	12	14
1999	9	10	9	6	21	15	26	20	12	13	8	6
2000	6	11	18	10	24	28	14	22	25	20	10	8

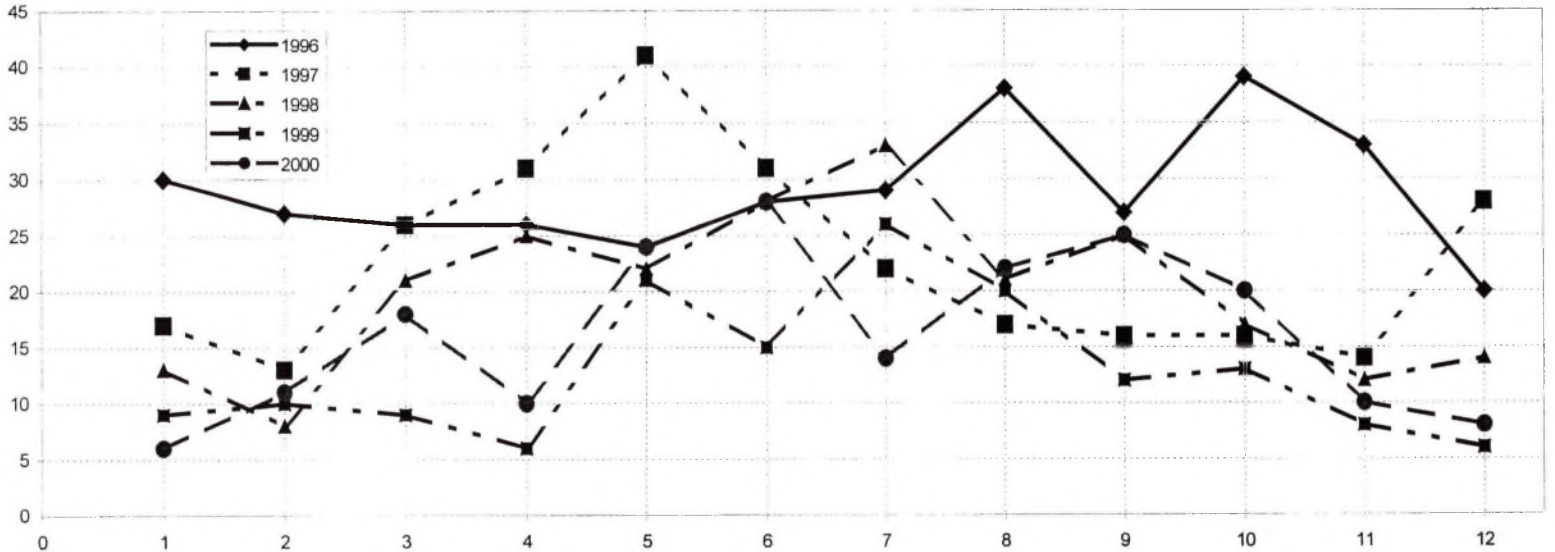
Na rysunku 2 przedstawiono przebieg awarii sieci trakcyjnej w latach 1996–1999 z oszacowaną linią trendu liniowego, a na rysunku 3 trendu logarytmicznego. Natomiast w tabeli 2 przedstawiono prognozy na rok 2000 oraz porównano je z wartościami „zrealizowanymi" (obliczenia przeprowadzono zarówno dla trendu liniowego, jak i logarytmicznego wykorzystując równania z wykresów na rysunku 2 i 3). Jak wynika z tabeli 2, błędy prognozy wynoszą odpowiednio od –5,4 do 18,6 dla trendu liniowego i od -9,9 do 12,6 dla trendu logarytmicznego. Te duże rozbieżności błędów wynikają z faktu, że jest to prognoza średniookresowa (dotyczy jednego roku). Trend logarytmiczny jest trendem bardziej łagodzącym funkcję i jako taki w lepszym stopniu przedstawia prognozę na rok 2000.

Przy analizie przeprowadzonych prognoz należy pamiętać, że rok 2000 był rokiem nietypowym, kiedy nastąpił wzrost liczby uszkodzeń sieci trakcyjnej.

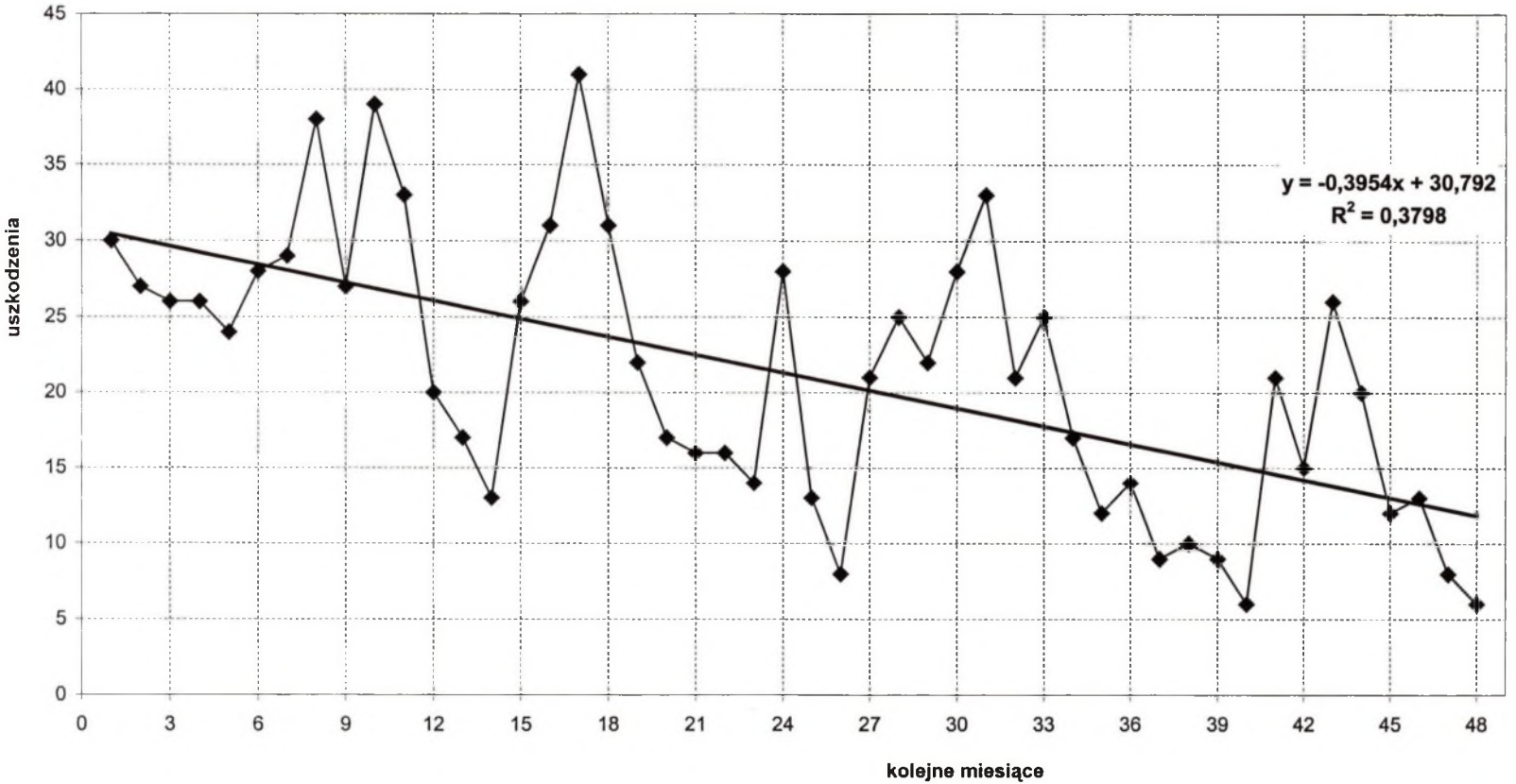
Tabela 2

Prognozy na rok 2000
i „zrealizowane" wartości z zastosowaniem trendu liniowego i logarytmicznego

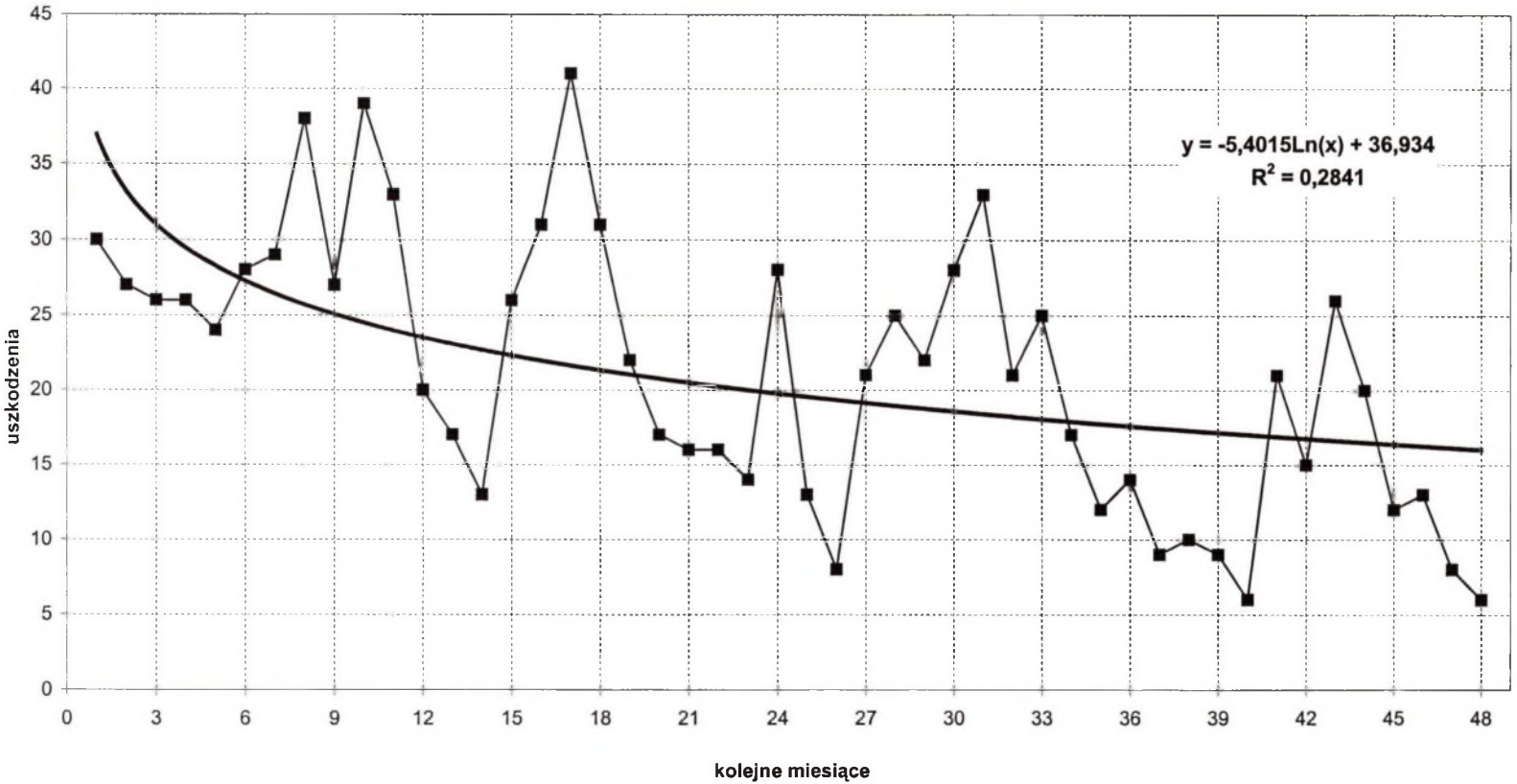
Miesiące	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Trend liniowy												
Prognoza	11,4	11,0	10,6	10,2	9,8	9,4	9,0	8,6	8,2	7,9	7,5	7,1
Realizacja	6	11	18	10	24	28	14	22	25	20	10	8
Błąd	-5,4	0	7,4	-0,2	14,2	18,6	5	13,4	16,8	12,1	2,5	0,9
Trend logarytmiczny												
Prognoza	15,9	15,8	15,7	15,6	15,5	15,4	15,3	15,2	15,1	15	14,9	14,8
Realizacja	6	11	18	10	24	28	14	22	25	20	10	8
Błąd	-9,9	-4,8	2,3	-5,6	8,5	12,6	-1,3	6,8	9,9	5	-4,9	-6,9



Rys. 1. Uszkodzenia sieci trakcyjnej w latach 1996–2000
Fig. 1. Malfunction of the contact line in 1996–2000



Rys. 2. Uszkodzenia sieci trakcyjnej w latach 1996–1999 z oszacowaną liniową linią trendu
Fig. 2. Malfunction of the contact line in 1996–1999 including the estimated straight tendency line



Rys. 3. Uszkodzenia sieci trakcyjnej w latach 1996–1999 z oszacowaną logarytmiczną linią trendu
Fig. 3. Malfunction of the contact line in 1996–1999 including the estimated logarithmic tendency line

Na podstawie przeprowadzonych analiz (patrz rysunek 1) można stwierdzić, że:

- rozkład awarii ma raczej charakter przypadkowy, co oznacza praktycznie brak sezonowości usterek urządzeń zasilających sieć trakcyjną,
- przeprowadzone analiza i prognoza powinny zostać wykorzystane w pracach nad zapobieganiem występowania usterek urządzeń zasilających,
- aby błąd prognozy był mniejszy, należy zastosować prognozę krótkoterminową (jednomiesięczną lub trzymiesięczną), co pozwoliłoby na lepszą organizację planu pracy przy utrzymaniu urządzeń.

Literatura

1. Gajek L., Kałuszka M.: Wnioskowanie statystyczne, Wydawnictwo Naukowo–Techniczne, Warszawa 1993.
2. Gębczyński H.: Systemy trakcji szynowych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1991.
3. Świderek S.: Poradnik elektromontera sieci trakcyjnej PKP, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1993.
4. Zakład Elektroenergetyki Kolejowej w Katowicach, Dane z lat 1996 – 2000.

Recenzent: Doc. dr inż. Zbigniew Ginalski

Abstract

In case of the railway devices the main and most important is safety. All railway devices and traffic control systems are expected to perform reliably. The operation reliability is understood as a probability of no malfunctions occurrence. Observation and analysis of the main devices during their exploitation should be an important element of the railway functioning management.

Both the traffic control devices and feeding of the contact line devices are very important elements of the railway system.

The paper deals with the analysis of malfunctions of the feeding devices. The prognosis of unreliability with the estimated straight tendency line and logarithmic tendency line has been made.

Praca wykonana w ramach badań własnych BW-468/RM10-4/2002.