



Andrzej BIAŁOŃ, Juliusz FURMAN, Łukasz ZAWADKA, Andrzej KAZIMIERCZAK,
Dominik ADAMSKI

PROBLEMATYKA WPŁYWU ZAKŁÓCEŃ NA CZUJNIKI KOŁA

Streszczenie

W artykule opisano zagadnienia związane z wpływem zakłóceń na czujniki koła wykorzystywane w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym. Pokazano metody badań wpływu zakłócających pól elektromagnetycznych na czujniki koła. Zaprezentowano wyniki badań wpływu pól zakłócających oraz prądów płynących w szynie na czujniki koła stosowane w Polsce.

WSTĘP

W ostatnim okresie pojawiło się w praktyce eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym zjawisko wpływu zakłóceń na czujniki koła stosowane przede wszystkim w licznikach osi. Dotychczas uważano, że są to urządzenia odporne na wpływ zakłóceń elektrycznych. W początkowym okresie stosowania czujników koła sprawdzano tylko ich odporność na wpływy pól wywoływanych przez trakcyjny prąd powrotny. Wprowadzane nowe urządzenia kolejowe powodują wzrost poziomu zakłóceń mających wpływ na pracę czujników koła. Chodzi tu zarówno o odporność czujników koła na prądy płynące w szynie kolejowej, jak i odporność na stałe i zmienne pola magnetyczne. Sprawy te zostały wstępnie unormowane w nowej normie europejskiej PN EN 50 238 „Zastosowania kolejowe. Kompatybilność pomiędzy taborem urządzeniami wykrywania pociągu“. Norma ta jest aktualnie analizowana przez Zarządy Kolejowe i zrzeszenia kolejowe, które nie do końca zgadzają się z niektórymi zapisami normy. Aktualnie prowadzone są z inicjatywy Zarządów Kolejowych prace mające na celu weryfikację zapisów normy – projekt EUREMCO realizowany w ramach 7 programu ramowego.

1. ŹRÓDŁA ZAKŁÓCEŃ LICZNIKÓW OSI

Każdy z liczników osi zawiera podobne podzespoły, które w zależności od typu licznika (producenta) mogą być inaczej zlokalizowane. Do podstawowych podzespołów licznika osi zaliczyć należy:

- czujnik szynowy,
- obwody analogowe i obwody detekcji impulsów czujnika,
- obwody transmisji danych,
- jednostka licząca.

Z powyższego podziału na podzespoły licznika osi wynika, że czujnik szynowy jest tym podzespołem, od którego rozpoczyna się proces liczenia osi. Jego lokalizacja powoduje,

że będzie narażony na bezpośrednie zakłócenia od prądu powrotnego płynącego w szynach i na pole magnetyczne emitowane przez pojazdy trakcyjne przemieszczające się po torze. Czujnik szynowy jest najbliższej zlokalizowany od tych źródeł zakłóceń.

Źródłami zakłóceń oddziałujących na czujniki koła są między innymi:

- prąd płynący w tokach szynowych (powrotny prąd trakcyjny i prądy wynikające z rezonansów w sieci trakcyjnej),
- pola magnetyczne (stałe i zmienne) generowane przez elementy taboru (np. hamulce szynowe, hamulce wiropądowe, elektryczne silniki trakcyjne, przetwornice wirowe).

2. BADANIA CZUJNIKÓW KOŁA WYKORZYSTYWANYCH W LICZNIKACH OSI

Zapewnienie kompatybilności między taborem kolejowym a licznikami osi wykorzystywanymi do kontroli zajętości toru (detekcji pociągu) wymaga ustalenia ich wrażliwości na zakłócenia. Przy badaniach wrażliwości poszczególnych typów czujników koła wykorzystywanych w licznikach osi skorzystano z zaleceń normy PN EN50238, a szczególnie jej części 3. Opracowane w Instytucie Kolejnictwa metody badań odporności na zakłócenia pozwoliły na przeprowadzenie takich badań w warunkach laboratoryjnych.

Zakłócenia pracy licznika osi mogą pochodzić z dwóch źródeł:

- od prądu płynącego szynami,
- od pola magnetycznego, którego źródło zlokalizowane jest na pojeździe.

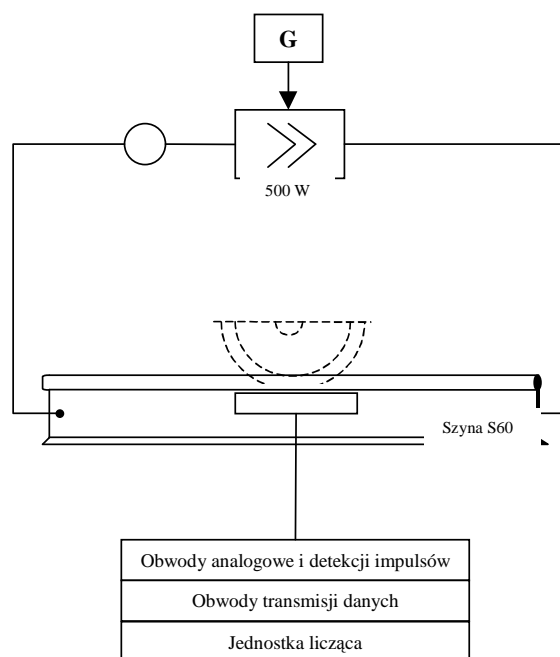
Czujnik szynowy licznika osi jest połączony z szyną mechanicznie a jego obwód elektryczny jest od niej odseparowany. Jednak oddziaływania zakłócających pól magnetycznych nie można uniknąć, ponieważ czujniki pracują na zasadzie sprzęgania lub tłumienia pola magnetycznego między nadajnikiem a odbiornikiem czujnika przez oś pojazdu. Czujniki szynowe pracują w pasmach częstotliwości charakterystycznych dla poszczególnych typów czujników. Prąd płynący w szynie o częstotliwości pracy czujnika lub zewnętrzne pole magnetyczne o tej częstotliwości, będzie silnie wpływać na pracę czujnika. Wektor pola magnetycznego od prądów szynowych ma przewidywalny kierunek, natomiast wektor pola magnetycznego od pojazdu ma kierunek zależny od miejsca lokalizacji źródła zakłóceń w stosunku do czujnika szynowego. Wpływ zakłóceń będzie inny dla stanu czujnika, gdy w pobliżu nie ma osi a inny, gdy w strefie działania czujnika znajduje się oś. W przypadku zewnętrznego pola zakłócającego wrażliwość liczników osi określono dla wektorów pola X, Y, Z oraz, gdy w pobliżu czujnika nie ma osi i gdy „na czujniku” znajduje się oś.

2.1. Metodyka badań wrażliwości licznika osi na zakłócenia od prądu w szynie

Prąd płynący w szynie wytwarza pole magnetyczne wokół szyny, które będzie oddziaływać na pracę czujnika zamocowanego do szyny. Badania przeprowadzono w układzie pomiarowym przedstawionym na Rys. 1.

Czujnik szynowy zamocowano do szyny S60 o długości minimum 1,3 m. Ustawienie głowic(lub głowicy) czujnika w stosunku do szyny wyregulowano zgodnie z zaleceniami dokumentacji technicznej liczników osi. Czujnik szynowy dołączono do wejścia urządzeń licznika osi (punktu liczącego). Urządzenia licznika osi zasilono napięciem zgodnie z zaleceniem dokumentacji technicznej i przystąpiono do sprawdzenia, czy charakterystyczne parametry elektryczne czujnika wraz z urządzeniami licznika, lub procedura uruchamiania się licznika są zgodne z zaleceniami zawartymi w dokumentacji technicznej. Następnie sprawdzono działanie funkcjonalne licznika (punktu liczącego). Po upewnieniu

się, że urządzenie zliczania osi działa poprawnie, do szyny przyłączono obwód zawierający wzmacniacz i w szereg z nim włączony amperomierz prądu przemiennego. Wzmacniacz sterowano sygnałem generatora z jednoczesną kontrolą częstotliwości. Przewody dołączonego do szyny obwodu ułożono w taki sposób, aby pole magnetyczne od przewodów nie oddziaływało na czujnik szynowy zamocowany do szyny. Prąd w obwodzie zakłócającym (w szynie) zwiększano stopniowo od 10 mA do 1,5A. Do układu licznika osi (punktu liczącego) przyłączono dwukanałowy oscyloskop, za pomocą którego obserwowano zniekształcenia analogowego i/lub cyfrowego sygnału w obwodach detekcji impulsów czujnika. Generowanie dodatkowych impulsów od prądu zakłócającego płynącego w szynie obserwowano również za pomocą wskaźników stanu logicznego czujnika (diody świecące) lub za pomocą specjalizowanego testera. Na tej podstawie ustalano wartość prądu zakłócającego przy której praca licznika osi została zakłócona. Badania wykonano dla stanu, gdy w pobliżu czujnika nie ma osi i gdy w strefie działania czujnika znajduje się oś. Wyniki przedstawiono w postaci charakterystyk $I_s=f(f)$ i $I_{so}=f(f)$.



Rys. 1 Układ pomiarowy do badania wrażliwości licznika osi od prądu w szynie.

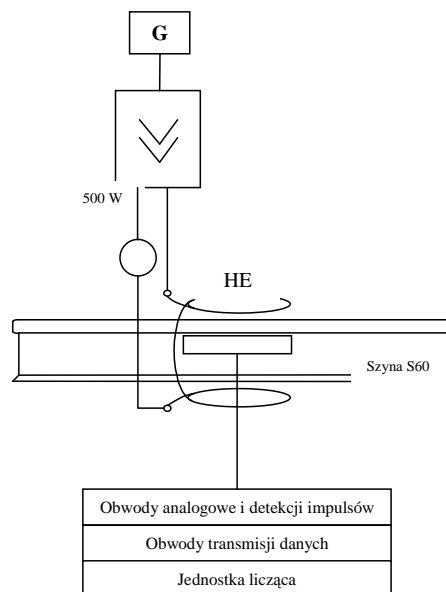
2.2 Metodyka badań wrażliwości licznika osi na zakłócenia od zewnętrznego pola magnetycznego

Badanie wrażliwości licznika osi na zakłócenia od zewnętrznego pola magnetycznego przeprowadzono w układzie pomiarowym przedstawionym na Rys. 2. Układ pomiarowy zawiera: czujnik szynowy, szynę S 60 o długości minimum 1,3 m, urządzenia licznika osi (punktu liczącego), cewkę Helmholtza (HE), wzmacniacz pomiarowy, generator, amperomierz.

Czujnik szynowy zamocowano do szyny. Ustawienie głowic(y) czujnika w stosunku do szyny wyregulowano zgodnie z zaleceniami dokumentacji technicznej. Czujnik szynowy dołączono do wejścia urządzeń licznika osi (punktu liczącego). Urządzenia licznika osi zasilono napięciem zgodnie z zaleceniem dokumentacji technicznej i sprawdzono czy charakterystyczne parametry elektryczne czujnika i urządzeń licznika (punktu liczącego), lub

procedura uruchamiania się licznika są zgodne z dokumentacji technicznej. Następnie sprawdzono działanie funkcjonalne licznika (punktu liczącego). Po uzyskaniu pozytywnego wyniku badania funkcjonalnego czujnika szynowego (punktu liczącego) licznika osi na czujniku zamontowano cewkę HE za pomocą której zakłócano pracę czujnika. Wektor pola magnetycznego zamontowanej cewki HE ma kierunek Z w stosunku do czujnika (szyny). Do cewki HE dołączono wzmacniacz prądu przemiennego i w szereg z nim amperomierz prądu przemiennego. Wzmacniacz sterowano sygnałem generatora z jednoczesną kontrolą częstotliwości. W obwodzie cewki HE zwiększano stopniowo prąd do wartości, przy której zaobserwowano zniekształcenia impulsów lub generowanie dodatkowych impulsów przez czujnik od pola magnetycznego wytworzonego w cewce HE. Pomiary przeprowadzono dla każdego z kierunków oddziaływania pól magnetycznych (X, Y, Z)

Do układu licznika osi (punktu liczącego) przyłączono dwukanałowy oscyloskop za pomocą którego obserwowano zniekształcenia, analogowego i/lub cyfrowego sygnału w obwodach detekcji impulsów czujnika. Generowanie dodatkowych impulsów od prądu zakłócającego płynącego w szynie obserwowano również za pomocą wskaźników stanu logicznego czujnika (diody świecące) lub za pomocą specjalizowanego testera. Na tej podstawie ustalano minimalną wartość prądu (pola magnetycznego) zakłócającego pracę licznika osi (punktu liczącego). Badania wykonano dla stanu, gdy w pobliżu czujnika nie ma osi i gdy na czujniku znajduje się oś, oraz dla kierunków wektorów pola magnetycznego X, Y, Z. Wyniki przedstawiono w postaci charakterystyk $H=f(f)$ i $H_{os}=f(f)$.



Rys. 2. Układ pomiarowy do badanie wrażliwości licznika osi na zakłócenia od zewnętrznego pola magnetycznego

3. WYNIKI BADAŃ CZUJNIKÓW KOŁA WYKORZYSTYWANYCH W LICZNIKACH OSI

Dla zobrazowania przyjętych metod pomiarowych przedstawiono wyniki badań dla jednego z przebadanych typów czujnika koła, a mianowicie czujnika typu RSR 180 stosowanego w liczniku osi ACS2000 służącego do kontroli niezajętości szlakowych i stacyjnych odcinków toru. Do badań wykorzystano następujący zestaw urządzeń licznika:

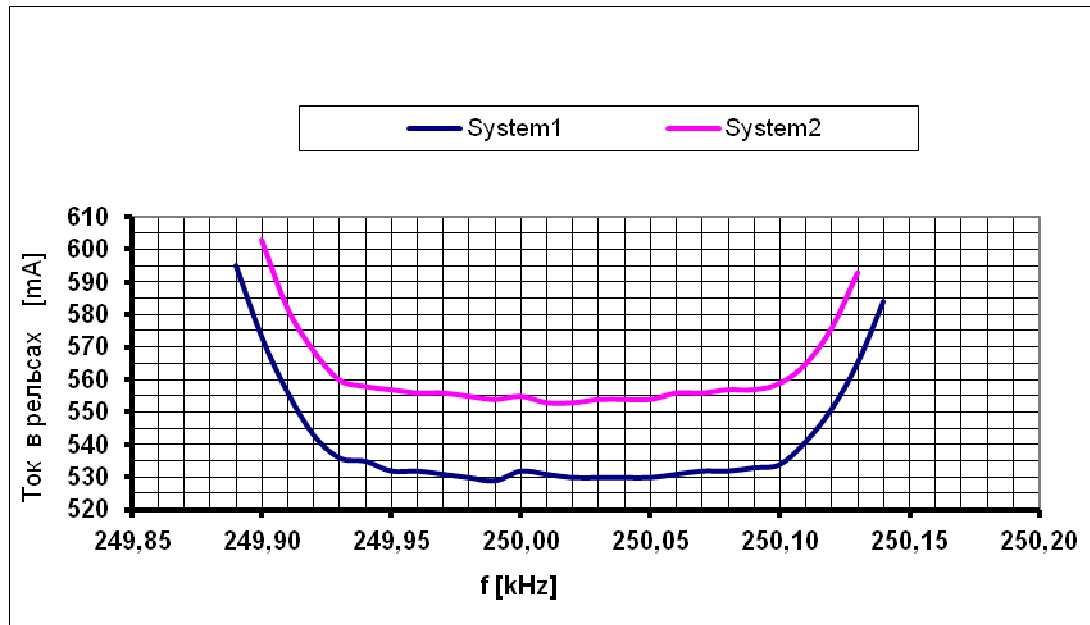
- karta wartościująca AMC,
- karta licząca ACB,

- karta cyfrowych wejść – wyjść DIOB,
- karta bezpiecznikowa SIB,
- karta magistrali ABP,
- obudowa kart BGT,
- czujnik szynowy RSR 180.

W głowicy czujnika RSR180 znajduje się cewka nadawcza i dwie cewki odbiorcze oraz elektronika czujnika. Cewka nadawcza czujnika RSR 180 pracuje na częstotliwości 250 kHz. Pozostałe podzespoły licznika osi umieszczone są obudowie kart BGT, która zlokalizowana może być w nastawni. Połączenie czujnika z kartą wartościującą ACB wykonane jest poprzez puszkę kablową, kablem ze skrętką o rezystancji pętli maksymalnie 250 Ω .

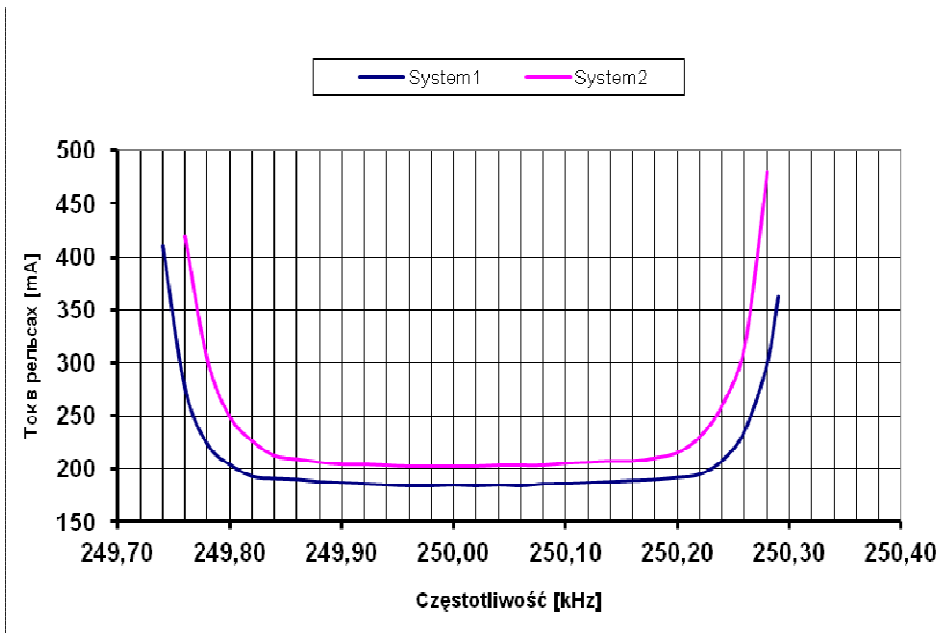
3.1. Wrażliwość licznika osi ACS2000 z czujnikiem RSR180 na prąd płynący w szynie

Badania licznika osi wykonano w układzie pomiarowym przedstawionym na Rys. 1. bez obecności osi w strefie działania czujnika. Wyniki badań przedstawione są w postaci charakterystyki $I_s=f(f)$ na Rys. 3.



Rys. 3 . Charakterystyka wrażliwości licznika osi ACS 2000 z czujnikiem RSR 180 na prąd w szynie .

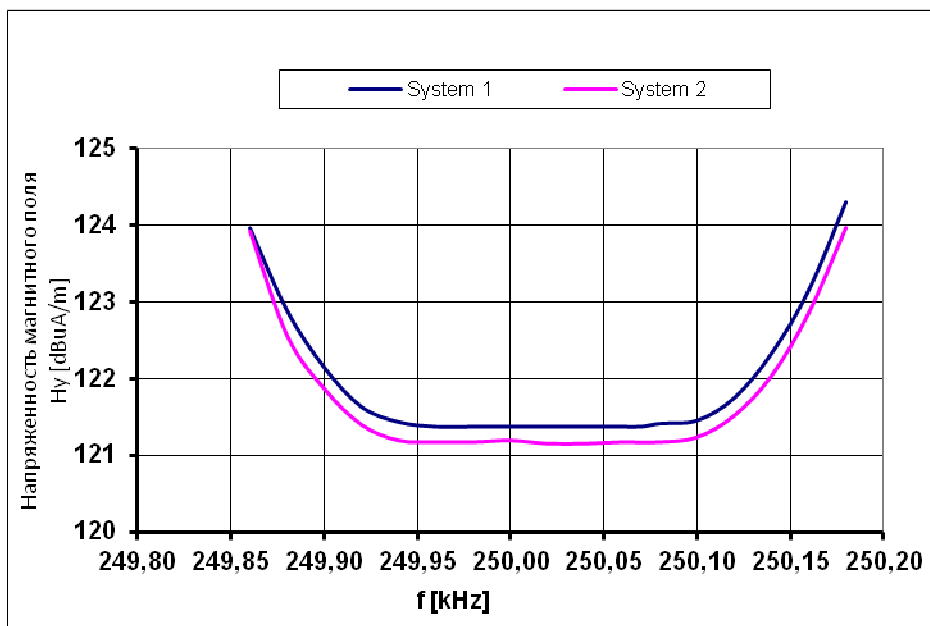
Wyniki badań wrażliwości licznika osi na prąd w szynie przy obecności osi w strefie działania czujnika przedstawia charakterystyka $I_{so}=f(f)$ na Rys. 4.



Rys. 4. Charakterystyka wrażliwości licznika osi ACS 2000 z czujnikiem RSR 180 na prąd w szynie przy obecności osi w strefie działania czujnika.

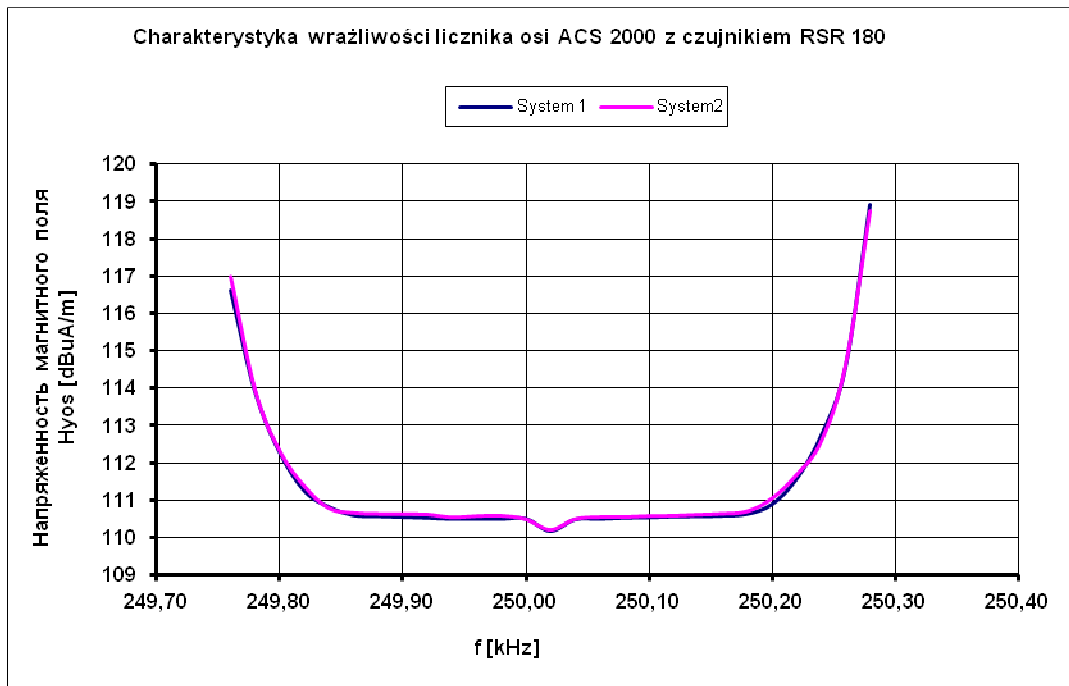
3.2 Wrażliwość licznika osi ACS2000 z czujnikiem RSR180 na zewnętrzne pole magnetyczne.

Badania wykonano w układzie pomiarowym przedstawionym Rys. 2. bez obecności osi w strefie działania czujnika. Przykładowe wyniki badań przedstawione są na Rys. 5 w postaci charakterystyki $H_y=f(f)$ dla kierunku wektora pola Y.



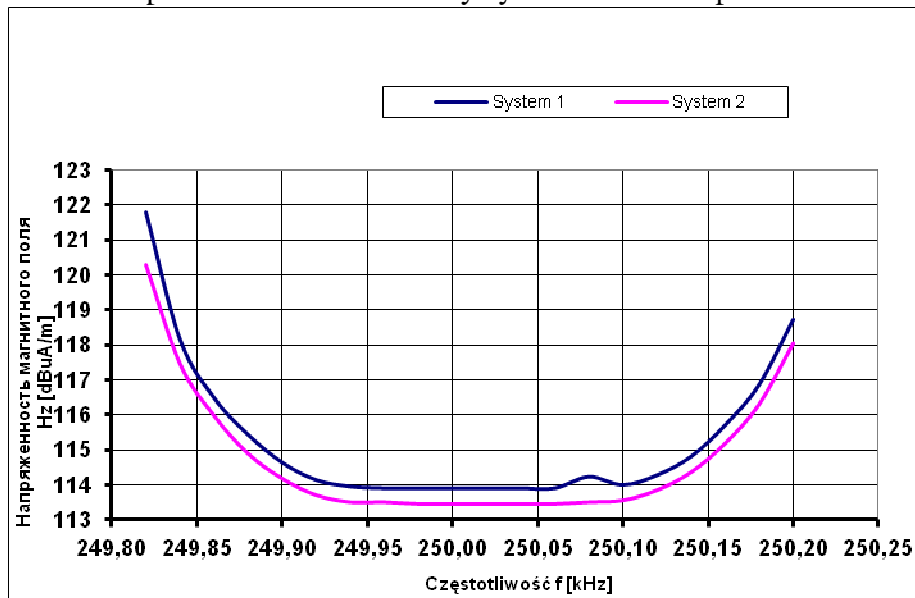
Rys. 5. Charakterystyka wrażliwości licznika osi ACS 2000 z czujnikiem RSR 180 na zewnętrzne pole magnetyczne.

Na Rys. 6 przedstawiono charakterystykę wrażliwości licznika $H_{yos}=f(f)$ na zewnętrzne pole magnetyczne o kierunku Y przy obecności osi w strefie działania czujnika.

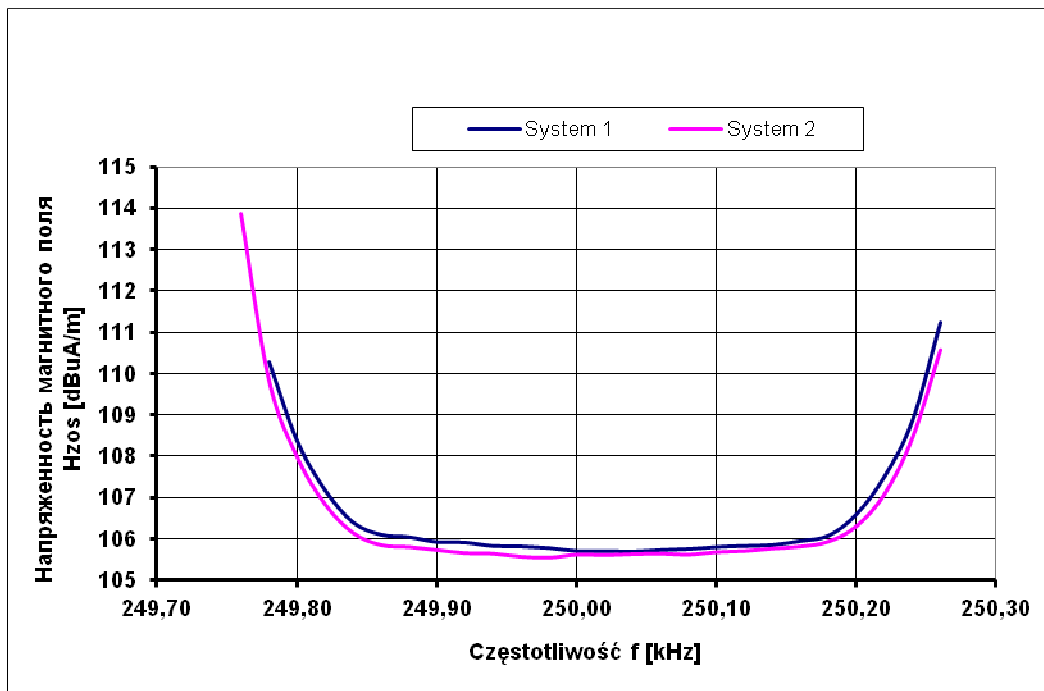


Rys. 6. Charakterystyka wrażliwości licznika osi ACS 2000 z czujnikiem RSR 180 na zewnętrzne pole magnetyczne przy obecności osi w strefie działania czujnika.

Na rysunkach 7 i 8 przedstawiono charakterystyki dla kierunku pola Z.

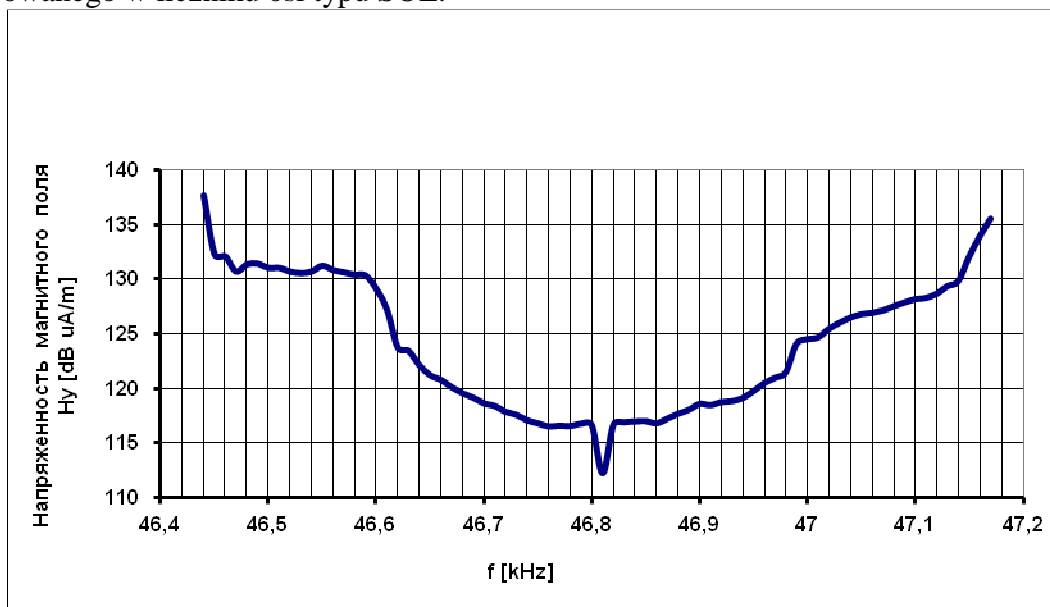


Rys. 7. Charakterystyka wrażliwości licznika osi ACS 2000 z czujnikiem RSR 180 na zewnętrzne pole magnetyczne w kierunku Z.

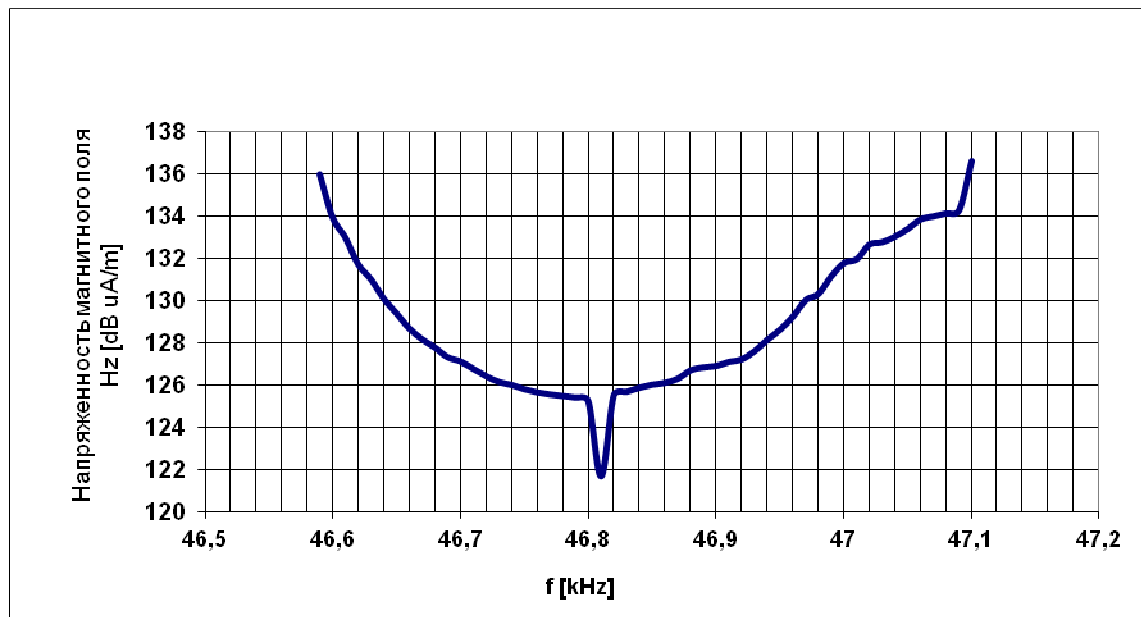


Rys. 8. Charakterystyka wrażliwości licznika osi ACS 2000 z czujnikiem RSR 180 na zewnętrzne pole magnetyczne przy obecności osi w strefie działania czujnika.

Na rysunkach 9 i 10 pokazano dla porównania charakterystyki dla czujnika typu ELS – 95 stosowanego w liczniku osi typu SOL.



Rys. 9. Charakterystyka wrażliwości licznika osi SOL z czujnikiem ELS-95 na zewnętrzne pole magnetyczne o kierunku wektora Y.



Rys. 10. Charakterystyka wrażliwości licznika osi SOL z czujnikiem ELS-95 na zewnętrzne pole magnetyczne o kierunku wektora Z.

PODSUMOWANIE

Przedstawione w artykule metody badań zastosowane w Instytucie Kolejnictwa do określania odporności na zakłócenia czujników koła okazały się dostatecznie dokładne. Spełniają również wymagania normy PN EN 50 238. Potwierdzają to przytoczone wyniki badań, jak również dane literaturowe zawierające wyniki badań odporności czujników koła na zakłócenia zewnętrzne.

INTERFERENCE ISSUES IMPACT ON THE WHEEL SENSORS

Abstract

The paper describes issues related to the impact of noise on the wheel sensors used in railway traffic control devices. Shows the test methods of impact electromagnetic fields on the wheel sensors. The results of studies on the influence of interfering fields and currents flowing in the rail on the wheel sensors used in Poland.

BIBLIOGRAFIA

1. PN-EN 50238-1: Zastosowania kolejowe. Kompatybilność pomiędzy taborem urządzeniami wykrywania pociągu. Wiadomości ogólne.
2. PN-EN 50238-2: Zastosowania kolejowe. Kompatybilność pomiędzy taborem urządzeniami wykrywania pociągu. Kompatybilność z obwodami torowymi.
3. PN-EN 50238-3: Zastosowania kolejowe. Kompatybilność pomiędzy taborem urządzeniami wykrywania pociągu. Kompatybilność z licznikami osi.
4. Dyrektywa 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15.12.2004 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstwa Państw Członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej oraz uchylająca dyrektywę 89/336/EWG (Dz. U. UE L390/23 PL).

5. PN-EN 50121-3-2:2009 Zastosowania kolejowe - Kompatybilność elektromagnetyczna -- Część 3-2: Tabor –Aparatura.
6. PN-EN 50121-3-1:2010 Zastosowania kolejowe - Kompatybilność elektromagnetyczna -- Część 3-1: Tabor -- Pociąg i kompletny pojazd.
7. Białoń A., Adamski D., Pajka P., Badanie kompatybilności elektromagnetycznej taboru z urządzeniami wykrywania pociągu z uwzględnieniem normy EN 50238. Problemy Kolejnictwa, z.152., Warszawa 2011.
8. Określenie dopuszczalnych poziomów i parametrów zakłóceń dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Praca IK 4430/10. Warszawa 2011.

Autorzy:

dr inż. Andrzej BIAŁOŃ – Instytut Kolejnictwa - Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki,

mgr inż. Łukasz ZAWADKA – Instytut Kolejnictwa – Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki,

inż. Andrzej KAZIMIERCZAK - Instytut Kolejnictwa - Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki,

mgr inż. Juliusz FURMAN – Instytut Kolejnictwa - Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki,

mgr inż. Dominik ADAMSKI – Instytut Kolejnictwa - Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki,