

dr inż. Bogusław Borucki  
mgr inż. Jan Goska  
inż. Jerzy Niewiatowski  
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

## POMIAR I REJESTRACJA PARAMETRÓW RUCHU I FUNKCJI ROBOCZYCH W SZYNOWYCH POJAZDACH TRAKCYJNYCH. TACHOGRAF T - 130P

*W artykule przedstawiono rejestrator parametrów ruchu i funkcji roboczych występujących w szynowych pojazdach trakcyjnych. Po przedstawieniu zagadnień ogólnych bardziej szczegółowo opisano rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w tachografie T - 130P. Wszystkie funkcje logiczne obliczeniowe realizowane są w jednostce mikroprocesorowej. Zapis informacji odbywa się w pamięci flash. W artykule omówiono rozwiązania ideowe jednostki rejestrującej, pozostałych zespołów tachografu oraz funkcje programu do odczytywania i prezentacji zapisu za pomocą komputera PC.*

## MEASUREMENT AND RECORDING OF MOTION PARAMETERS AND EVENTS IN RAILED VEHICLES. T - 130P TACHOGRAPH

*The article describes equipment for recording of motion parameters and events appearing in railed vehicles. After introducing general concepts there are shown T - 130P design details. The core logic of the device has been based on a processing unit. Resulting information is stored in a Flash memory unit. There is discussed conceptual design of recording unit and other tachograph components as well. Also there are shown reading and presentation capabilities of the accompanying PC computer software.*

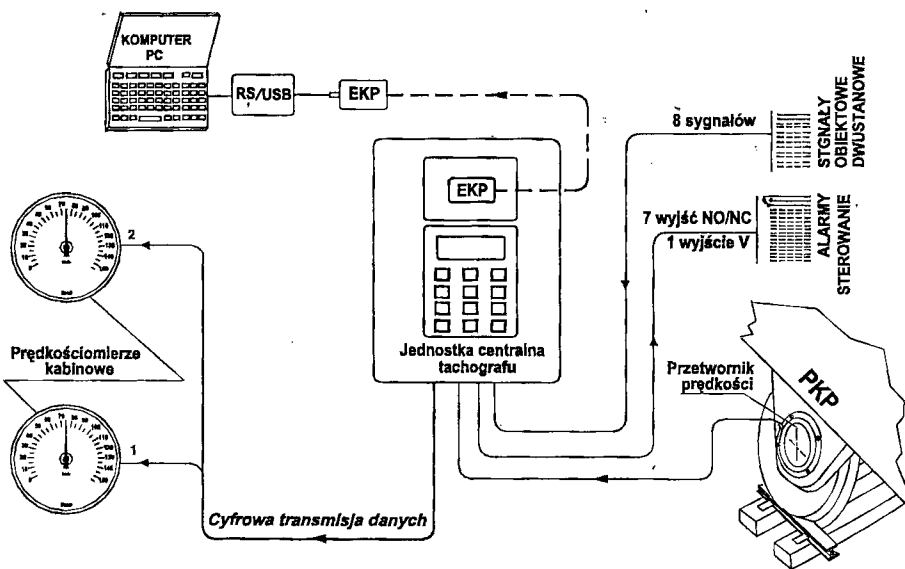
### 1. WSTĘP

Pomiar i rejestracja parametrów ruchu i funkcji roboczych pojazdu szynowego realizowana jest za pomocą tachografu. Rejestrowane są: prędkość, czas bieżący, przebyta droga oraz sygnały o zadziałaniu, istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa urządzeń i mechanizmów pojazdu (np.: sygnał SHP, załączenie hamulców, otwarcie drzwi i itd.). Ponadto tachograf wytwarza sygnały do sterowania urządzeniami, których działanie jest uzależnione od prędkości ruchu pojazdu. Konstrukcyjne rozwiązania zespołów tachografu zmieniały się wraz z rozwojem możliwości zapisu informacji na różnych nośnikach. Początkowo zapis realizowano na taśmie papierowej, woskowanej. Ta forma zapisu była powszechnie stosowana od lat 30-ych do 80-ych, XX wieku. Tachografy tej generacji (z zapisem na taśmie woskowanej) są dotychczas stosowane na kolei. W okresie późniejszym wraz z rozwojem nowych technik zapisu wprowadzono zapis na taśmie magnetycznej. Długa żywotność pojazdów trakcyjnych i tachografów powoduje to, że tradycyjne konstrukcje z zapisem na taśmie papierowej woskowanej bardzo po-

woli są zastępowane przez nowsze generacje urządzeń rejestrujących. Instalowanie tachografów nowszych generacji następuje z reguły w przypadku budowy nowych pojazdów lub remontów głównych pojazdów używanych. Obecnie możliwe jest wykorzystanie jako nośnika informacji pamięci elektronicznej. Opisany w niniejszym artykule tachograf T 130P opracowany i wytwarzany przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, pochodzi z serii T gdzie liczba 130 oznacza maksymalną prędkość w [km/h], a litera P oznacza, że rejestracja informacji odbywa się w elektronicznej karcie pamięci - EKP. Zastosowanie pamięci elektronicznej zapewnia łatwy odczyt, prezentację, archiwizację i analizę zapisanych informacji. Małe wymiary, brak części ruchomych i zwarta konstrukcja modułu pamięci elektronicznej umożliwia dobre zabezpieczenie zapisu podczas zderzenia, pożaru itp.

## 2. TACHOGRAF T130P – ZASADA DZIAŁANIA

Tachograf T – 130 P składa się z jednostki centralnej, przetwornika prędkości zamocowanego na piaście koła jezdnego i kabinowych mierników prędkości umieszczonych w polu widzenia maszynisty.



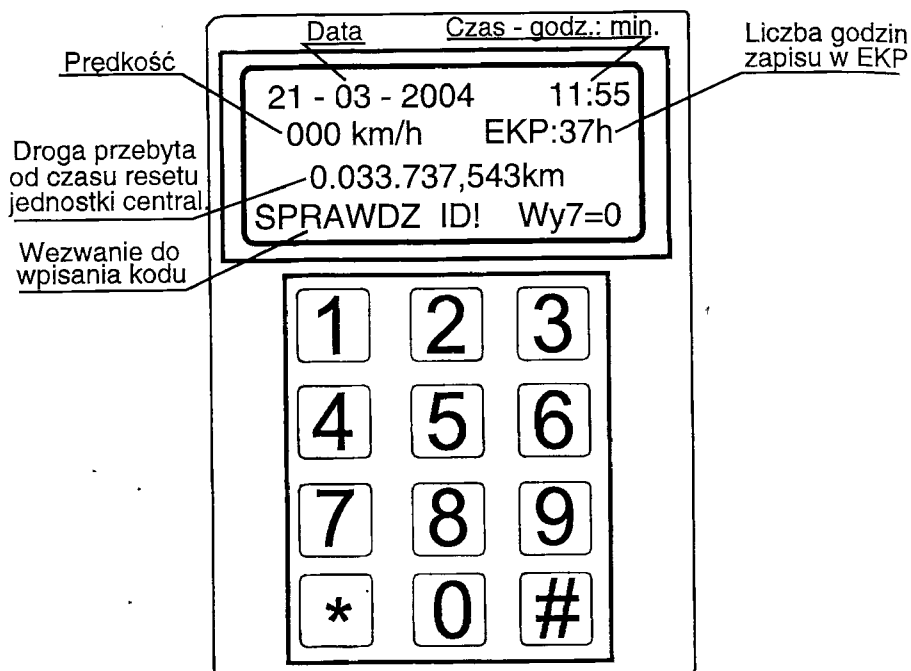
Rys. 1 Schemat funkcjonalny tachografu kolejowego T - 130 P

Impulsy z przetwornika prędkości przetwarzane są przez układ mikroprocesorowy przeliczane na wartość prędkości z uwzględnieniem średnicy koła jezdnego pojazdu. Jednostka centralna wytwarza sygnał do sterownia kabinowych wskaźników prędkości oraz sygnały dwustanowe do sterowania i sygnalizacji np. przekroczenia określonych prędkości progowych. Wszystkie informacje są rejestrowane w sposób ciągły w karcie pamięci elektronicznej (EKP) włączanej przez maszynistę przed rozpoczęciem pracy.

Każde wyłączenie karty EKP równoważne z przerwaniem ciągłości zapisu jest rejestrowane i sygnalizowane podczas odczytu. Po odbyciu jazdy karta pamięci EKP jest przekazana do odczytania i archiwizacji zapisu. Po odczytaniu i skasowaniu zapisu karta pamięci EKP jest gotowa do ponownego zapisu. W przypadku przepełnienia się pamięci zapis jest kontynuowany z tym, że najstarsze informacje zastępowane są na bieżąco nowymi zapisami. Zachowywane jest zawsze ostatnie 75 godziny zapisu.

## 2.1. JEDNOSTKA CENTRALNA TACHOGRAFU

Do jednostki centralnej tachografu doprowadzone są informacje z pojazdu tj. sygnał prędkości, sygnały dwustanowe oraz informacje z klawiatury. Informacje te są przetwarzane i porównywane z zapisanymi w pamięci tachografu wartościami progowymi oraz zapisywane w EKP (elektronicznej karcie pamięci). Ponadto jednostka centralna tachografu wytwarza sygnał cyfrowy (RS 485) do sterowania kabinowymi wskaźnikami prędkości oraz sygnały dwustanowe np. sygnalizacja przekroczenia ustalonej wartości prędkości progowych do sterowania układami pojazdu np. blokada otwarcia drzwi. Jedno z wyjść tachografu jest przystosowane do współpracy ze sterownikiem PLC. Wyjście to generuje sygnał prostokątny, którego czas trwania jest przyporządkowany określonej odcinkowi drogi. Sygnał ten może służyć do sterowania procesami, które realizowane są w funkcji drogi – np. w autobusach szynowych wykorzystywane są do automatycznego zapowiadania kolejnych przystanków. Jednostka centralna tachografu powinna być zlokalizowana w miejscu gdzie nie jest narażona bezpośrednio na zniszczenie zarówno podczas normalnej eksploatacji jak i podczas zderzenia. Na płycie czołowej jednostki centralnej tachografu znajduje się gniazdo elektronicznej karty pamięci wyświetlacza i klawiatura. Karta EKP, na której zapisywane są na bieżąco informacje, jest włączana do gniazda jednostki centralnej tachografu przed rozpoczęciem jazdy. Maszynista po włączeniu karty wpisuje kod identyfikacyjny co jest potwierdzane odpowiednim komunikatem. Brak karty lub kodu prócz komunikatu na wyświetlaczu może być sygnalizowany lampką umieszczoną na pulpicie sterującym maszynisty. Oddzielnie sygnalizowany jest końcowy etap zapisu karty EKP gdy do całkowitego zapełnienia pozostaje na mniej niż jedna godzina pracy. ostrzegające przed jej przepełnieniem. Wyświetlacz i klawiatura służy do wprowadzania niezbędnych nastaw: daty, czasu, kodu ID, średnicy rzeczywistej koła jezdnego, wartości progowych sygnalizacji prędkości. Widok wyświetlacza wraz z klawiaturą przedstawia rysunek nr 2. Na wyświetlaczu tym wyświetlane są informacje potwierdzające poprawne wpisanie kodu, wskazujące bieżący czas, prędkość i inne informacje niezbędne podczas wykonywania nastaw za pomocą klawiatury. Za pomocą klawiatury można wpisywać kod identyfikacyjny, nastawiać czas zegara wewnętrzznego, wpisywać aktualną wartość średnicy koła ustawiać wartości prędkości progowych. Niektóre funkcje nastaw zastrzeżone są wyłącznie dla obsługi serwisowej np. zerowanie tachografu, zmiana średnicy nominalnej koła. Czynności te wymagają włożenia „serwisowej” karty EKP. Karta EKP pozwala na zapisanie 75 godzin pracy. Na jedną godzinę przed zapełnieniem EKP pojawia się sygnał ostrzegający maszynistę. Przed całkowitym zapełnieniem EKP należy włączyć inny egzemplarz pamięci.



Rys. 2 Wyświetlacz i klawiatura jednostki centralnej tachografu

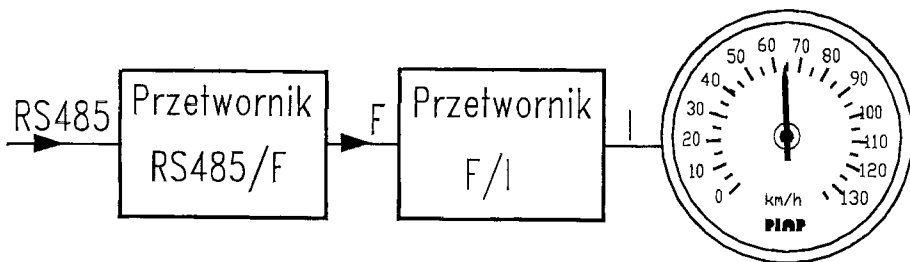
Oprócz zapisu w karcie EKP włączanej przez maszynistę równolegle następuje rejestracja w wewnętrznej pamięci EKP-w jednostki centralnej. Przy czym w pamięci wewnętrznej pozostaje zawsze zapis z ostatnich 72 godzin pracy, który w sposób ciągły jest zastępowany nowymi informacjami. Pamięć wewnętrzna może być odczytana w przypadku utraty zapisu EKP zewnętrznej.

## 2.2. Przetwornik prędkości

Przetwornik prędkości pojazdu mocowany jest do tulei łożyskującej oś wózka jeźdnego pojazdu. Część wirująca - rotor przetwornika sprzęgnięty jest z osią wózka za pomocą zabieraka. Przetwornik prędkości wytwarza sygnał do sterownia układem pomiaru prędkości i drogi. Konstrukcja przetwornika przystosowana jest do trudnych warunków pracy jakie panują w miejscu jego zainstalowania tj. silne drgania i udary, bezpośrednie oddziaływanie warunków atmosferycznych). Przetwornik wytwarza sygnał impulsowy (częstotliwości). Elementem przetwarzającym jest czujnik hallotronowy pobudzany przez magnesy trwale umieszczone w rotorze przetwornika. Podczas jednego obrotu koła wytwarzane są cztery impulsy. Zespół czujnika umieszczony jest w stalowej grubościenniej obudowie zapewniającej niezbędną odporność mechaniczną i ekranowanie od wpływu zewnętrznych pól magnetycznych.

### 2.3. Kabinowe wskaźniki prędkości

Kabinowy wskaźnik prędkości umieszczony na pulpicie maszynisty wskazuje aktualną prędkość pojazdu. Zastosowano tu szerokokątny ( $270^\circ$ ), czytelny wskaźnik o zakresie odczytu dostosowanym do rodzaju pojazdu. Jest to typowy ustrój logometryczny stosowany w technice motoryzacyjnej. Transmisja pomiędzy jednostką centralną, a kabinowymi wskaźnikami prędkości odbywa się za pomocą sygnałów cyfrowych RS 485. Schemat blokowy przedstawia rysunek nr 3.

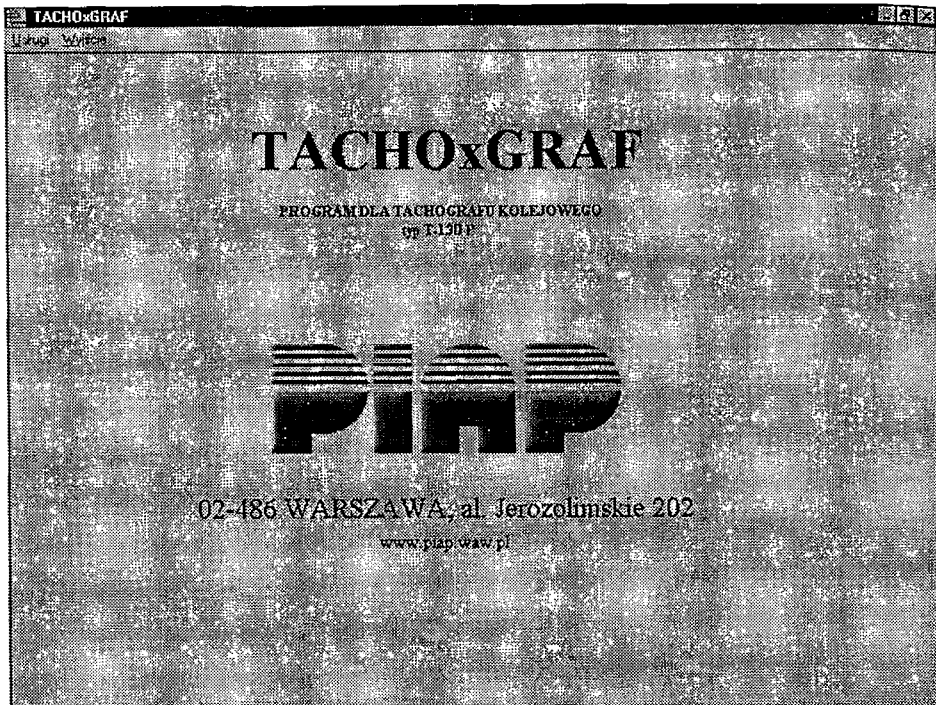


Rys. 3 Schemat blokowy kabinowych wskaźników prędkości

Linie łączące jednostkę centralną z kabinowymi wskaźnikami prędkości mają znaczną długość ( $\sim 60\text{m}$ ) i są prowadzone w środowisku o dużym poziomie zakłóceń. Dlatego program przetwornika RS485/F ma wbudowane algorytmy, eliminujące skutki chwilowych zakłóceń. Sygnał częstotliwości przetwarzany jest następnie na wartość prądu sterującego logometryczny ustrój pomiarowy prędkościomierza.

### 3. PROGRAM DO ODCZYTU I PREZENTACJI ZAPISU TACHOXGRAF

Wraz z konstrukcją tachografu serii T130P opracowano program do odczytu, archiwizacji i prezentacji zapisu informacji z kart EKP. Informacje zapisane w elektronicznej karcie pamięciowej (EKP) przenosi się do komputera PC w celu odczytania i archiwizacji. Połączenia karty EKP z wyjściem USB do gniazda komputera (RS) dokonuje się za pomocą specjalistycznego interfejsu. Do odczytu archiwizacji i prezentacji służy program TACHOXGRAF. Rysunek nr 4 przedstawia tytułową planszę tego programu.

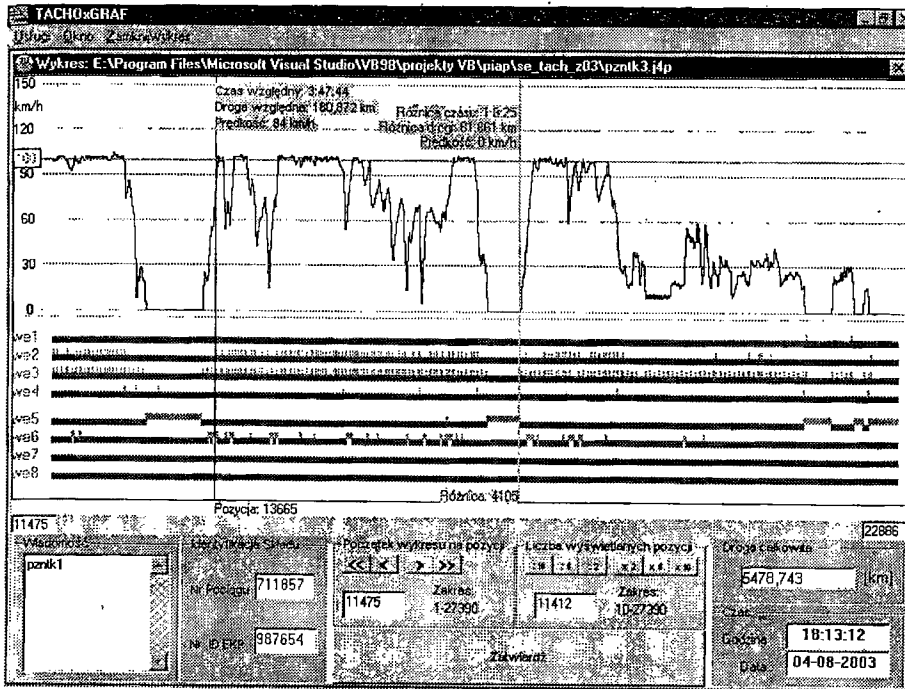


Rys. 4 Tytułowa plansza programu TACHOXGRAF

Program („TACHOXGRAF”) spełnia dwie funkcje (usługi), związane z przetwarzaniem informacji zapisanych w EKP:

1. „Obsługa EKP” – Ta funkcja umożliwia zebranie informacji z EKP i zapisanie ich do zbioru (archiwizacja). Korzystając z tej funkcji można również skasować pamięć, zmienić nr ID EKP, zmienić hasła dostępu do zmiany nr EKP i zerowania EKP. Można też dopisać informację tekstową.
2. „Wykres” – Ta funkcja pozwala obejrzeć na ekranie graficznie przedstawione dane ze zbioru uprzednio utworzonego w funkcji „Obsługa EKP”.

Przykładowy zapis jest prezentowany na ekranie komputera przedstawia rysunek nr 5. Jest to fragment rzeczywistego zapisu dokonanego (jak można odczytać) 04 sierpnia 2003 r. o godzinie 18:13:12 po przebyciu przez pojazd 5478,743 km - w tym punkcie stoi kursor „Pozycja”. Ustawienie kursora w punkcie, który ma być analizowany powoduje wyświetlenie informacji jakie mu odpowiadają. Poniżej zapisu prędkości znajduje się 8 linii ilustrujących stan wejść sygnałów roboczych. Stan spoczynkowy zapisany w postaci ciągu pionowych kresek czerwonych zapisywanych co 1 sekundę na stałym poziomie. Stan aktywny wejścia jest sygnalizowany zmianą poziomu położenia kresek.



Rys. 5 Rozwinięte okno "Wykres" - obraz prezentowany na ekranie komputera.

Kolor zapisu zmienia się na zielony. W dolnej części znajdują się okna dialogowe i „przyciski” umożliwiające zmianę skali czasu obserwowanego zapisu. Maksymalna rozdzielczość odczytu (zapisu) jest możliwa co 1 sekundę. Program pozwala również na wydrukowanie obrazu obserwowanego na ekranie

Informacje zilustrowane na tym rysunku, to przebieg trasy zapisanej przez tachograf T-130 P zamontowany w autobusie szynowym (numer służbowy pociągu - 711857). Dane zapisane do zbioru są zsyfrowane i zaopatrzone w sumę kontrolną celem zabezpieczenia ich przed ingerencją z zewnątrz. Przyjęta forma zapisu i pozwala na łatwą archiwizację i wyszukiwanie potrzebnych informacji.

#### 4. BADANIA LABORATORYJNE I EKSPLOATACYJNE TACHOGRAFU T - 130P

Tachografy kolejowe, jako urządzenia wytwarzające w efekcie swego działania dokument z przebiegu jazdy, podlegają szczegółowym przepisom krajowym i międzynarodowym i muszą spełniać wymagania określone tymi przepisami.

Podstawowe wymagania zawarte są:

- w normie PN – EN 5015 – Wyposażenie elektroniczne w taborze kolejowym;
  - w zaleceniach międzynarodowych IEC 1133 – Trakcja elektryczna. Tabor kolejowy.
- Metody prób elektrycznego i ciepłoelektrycznego taboru kolejowego po zakończeniu budowy i przed przekazaniem do eksploatacji.

- w polskiej normie PN – 69/E – 06120 – Pojazdy trakcyjne. Aparaty elektryczne prądu stałego. Ogólne wymagania i badania.

Na podstawie tych materiałów został opracowany dokument normatywny: Tachograf do pojazdów szynowych - Tymczasowe Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru – TWTO/2003. Jest dokument dotyczący tachografów serii T – XXXP, w tym tachografu T – 130P.

Do eksploatacji na torach PKP jak i innych użytkowników taboru kolejowego (huty, wielkie zakłady chemiczne itp.) mogą być dopuszczone tylko pojazdy wyposażone w tachografy mające świadectwo dopuszczenia do eksploatacji, wystawione przez Urząd Transportu Kolejowego (UTK). Urząd ten wystawia świadectwa na podstawie badań przeprowadzonych przez instytucje upoważnione Ministerstwo Infrastruktury. Właściwą dla przeprowadzania badań tachografów jest Centrum Naukowo - Badawcze Kolejnictwa (CNTK).

Prototypy tachografów zostały poddane badaniom laboratoryjnym i eksploatacyjnym prowadzonym przez CNTK przy udziale PIAP oraz przy współpracy producenta pojazdów szynowych – KZM KOLZAM i użytkownika – Zakładu Przewozów Regionalnych LUBLIN.

Po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych i uzyskaniu pozytywnych wyników tachograf T - 130P został zamontowany w autobusie szynowym typu 211 M (produkcji KZM KOLZAM), który jest eksploatowany w Zakładzie Przewozów Regionalnych w Lublinie. Próbné jazdy odbywały się na trasie Lublin – Kraśnik. Pozytywne wyniki prób eksploatacyjnych i spełnienie wymagań TWTO/2003 były podstawą do wystawienia przez CNTK pozytywnej opinii i dopuszczeniu tachografu do eksploatacji próbnej. Spełnienie postawionych wyżej wymagań i pozytywne wyniki eksploatacji próbnej wypełniają warunki wystawienia świadectwa kwalifikacji dla tachografu przez Urząd Transportu Kolejowego.

## 5. LITERATURA

PN – EN 50155 – Zastosowania kolejowe. Wyposażenie elektroniczne stosowane w taborze.

PN – 69/E – 06120 – Pojazdy trakcyjne. Aparaty elektryczne prądu stałego. Ogólne wymagania i badania.

IEC 1133 – Trakcja elektryczna. Tabor kolejowy. Metody prób elektrycznego i ciepłoelektrycznego taboru kolejowego po zakończeniu budowy i przed przekazaniem do eksploatacji.