

GRZYWACZ Sylwester¹
 ŁUKASIK Zbigniew²

Kalibracja czasu UTC w tachografie cyfrowym

Tachograf cyfrowy,

Streszczenie

W Europie system tachografów cyfrowych wprowadzono w 2005 roku. W Polsce od 1 maja 2006r. Przez kilka lat funkcjonowania, kierowcy wynaleźli skuteczne metody modyfikacji wskazań tachografu cyfrowego. W artykule przedstawiono koncepcję rozwiązania tego problemu wykorzystując odbiornik GPS połączony z tachografem. W artykule zaprezentowano przykład weryfikacji wskazań urządzenia rejestrującego, jakim jest tachograf w transporcie drogowym. Wykorzystanie nawigacji satelitarnej GPS a w przyszłości Galileo pozwoli sprawdzenie wskazań urządzeń pomiarowych również w innych dziedzinach transportu i życia codziennego.

CALIBRATION OF THE UTC TIME INTO THE DIGITAL TACHOGRAPH

Abstract

In Europe, the digital tachograph system was introduced in 2005. In Poland, from May 1, 2006. For a few years of operation, the drivers have invented an effective method to modify the indications of digital tachographs. This paper presents a concept to solve this problem by using a GPS receiver connected to the tachograph. This article presents an example of verification of indications of recording equipment, which is the tachograph in road transport. The use of GPS and Galileo will allow future testing of measuring devices is also indicated in other areas of transportation and daily life.

1. WSTĘP

W dniu 6 grudnia 2006 r. na posiedzeniu koncyliacyjnym w Brukseli doszło do uzgodnienia stanowisk między Komisją i Radą Unii Europejskiej a Parlamentem Europejskim w odniesieniu do projektu rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie harmonizacji niektórych przepisów ustawodawstwa socjalnego odnoszących się do transportu drogowego i zmieniającego rozporządzenia (EWG) nr 3821/85 i (WE) nr 2135/98.

Projekt rozporządzenia zawierał m.in. zmianę daty obowiązkowego stosowania tachografów cyfrowych w pojazdach po raz pierwszy wprowadzanych do użytkowania na obszarze Unii Europejskiej i wykorzystywanych w przewozach drogowych. Dotychczas, na podstawie art. 2 rozporządzenia (WE) 2135/98, datą taką był 5 sierpnia 2004 r., a następnie kolejne dwie daty: 5 sierpnia 2005 r. i 31 grudnia 2005 r. wprowadzane pismami Komisji Europejskiej. Nowe rozporządzenie przewidywało, że stosowanie tachografów cyfrowych będzie obowiązkowe dwadzieścia dni po publikacji rozporządzenia w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich, czyli nastąpi w końcu kwietnia 2006 r.

W swoim liście z dnia 12 stycznia 2006 r. skierowanym m.in. do Ministra Transportu i Budownictwa w Polsce, Jacques Barrot - Wiceprzewodniczący Komisji Europejskiej podkreślił, że KE jest gotowa zaakceptować miesiąc maj 2006 r., jako ostateczny termin obowiązkowego wprowadzenia tachografu cyfrowego.

Pojazdy samochodowe, podlegające przepisom wspomnianego wyżej nowego rozporządzenia, zarejestrowane po tym terminie (dokładna data będzie znana w kwietniu br.), muszą być wyposażone w tachograf cyfrowy. W tym samym terminie, Państwa Członkowskie Unii Europejskiej mają być gotowe do wydawania kart do tachografu cyfrowego, tj. karty kierowcy, przedsiębiorstwa, warsztatowej i kontrolnej.

W okresie od początku bieżącego roku do daty wejścia w życie obowiązku stosowania w nowych pojazdach tachografu cyfrowego, nadal mogły być instalowane i używane do rejestrowania czasu prowadzenia pojazdów, tachografy analogowe współpracujące z wykresówkami.

Naruszenie przepisów wspólnotowych oraz krajowych dotyczących instalacji i użytkowania tachografów cyfrowych oraz stosowania kart kierowcy, jest karane przez służby kontrolne każdego Państwa Członkowskiego, w tym Polski, na podstawie obowiązujących przepisów wewnętrznych.

Rodzaje naruszeń i sankcji za nieprzestrzeganie przepisów dotyczących okresów prowadzenia pojazdów, obowiązkowych przerw i odpoczynku kierowców w przewozach drogowych oraz przepisów dotyczących tachografów cyfrowych, określają dwa podstawowe akty prawne, tj.:

-ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. o systemie tachografów cyfrowych (Dz. U. z 2005 r. Nr 140, poz. 1494),

¹Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
 Tel: + 48 48 361-77-05, 361-77-07, Fax: + 48 48 361-77-40, E-mail: s.grzywacz@pr.radom.pl

²Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
 Tel: + 48 48 361-77-05, 361-77-07, Fax: + 48 48 361-77-41, E-mail: z.lukasik@pr.radom.pl

-ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym (Dz. U. z 2004 r. Nr 204, poz. 2088 z późn. zmianami).

W pojazdach spełniających te warunki obowiązuje tachograf rejestrujący jazdę, odpoczynek, prace inną niż jazdę. Pojazdy wyprodukowane po maju 2006r. obowiązuje tachograf cyfrowy zapisujący wszystkie te dane w postaci cyfrowej w pamięci wewnętrznej oraz na kartach chipowych. Wszystkie czynności rejestrowane są według czasu UTC który w tachografach cyfrowych dosyć często ulega rozkalibrowaniu. W artykule przedstawiono propozycję modyfikacji tachografu cyfrowego o moduł GPS za pomocą którego nastąpi automatyczna kalibracja czasu UTC tachografu cyfrowego.

2. NIEPRECYZYJNE WSKAZANIA CZASU UTC W TACHOGRAFIE CYFROWYM

Tachograf cyfrowy posiada szereg funkcji mających na celu kontrole czynności kierowcy podczas prowadzenia i postoju pojazdu. Jedną z nich jest nieprzerwany pomiar czasu. Funkcja pomiaru czasu tachografu mierzy czas nieprzerwanie i cyfrowo podaje datę i czas UTC. Do datowania w urządzeniu rejestrującym (rejestracja, wydruki, wymiana danych, prezentacje, etc.) używane są data i czas UTC.

W celu wizualizacji czasu lokalnego możliwe jest przesuwanie pokazywanego czasu w stopniach półgodzinnych. Pomiar czasu jest wykonywany z rozdzielczością przynajmniej 1 sekundy. Dryft czasu powinien mieścić się w granicach ± 2 sekundy dziennie w warunkach zgodnych z homologacją typu. Odcięcie zewnętrznego źródła zasilania na czas nie krótszy niż 12 miesięcy nie wpływa na pomiar czasu. Na podstawie analizy dowodów kontroli wystawionych w czasie obowiązkowej kalibracji tachografu stwierdzono, że czas UTC wskazywany przez tachografy często odbiegał od właściwego. W tabeli 2.1 zaprezentowano wyniki badań.

Tab. 0.1 Błędne wskazania czasu UTC w 100 kalibrowanych pojazdach 2011 roku

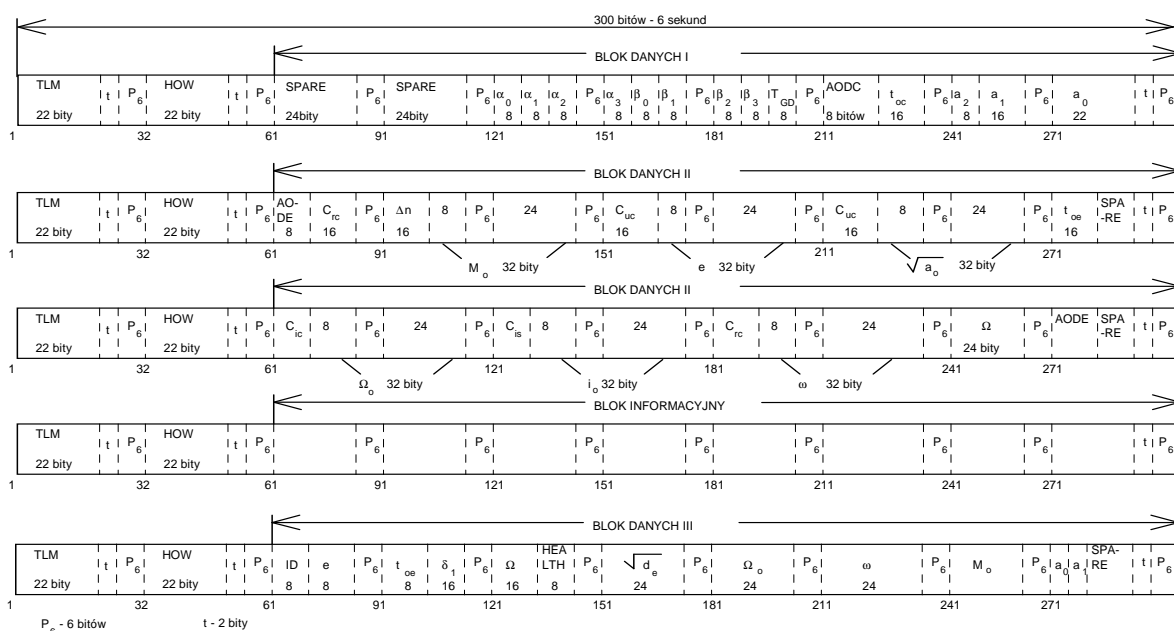
| Błąd czasu UTC [min] | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 10 | 15 | 38 | 48 | 52 | 62 | 270 4,5h | 390 6,5h |
|----------------------|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|-------------|
| Liczba tachografów | 30 | 15 | 8 | 13 | 10 | 15 | 13 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Błąd wskazań czasu UTC w pojedynczych przypadkach wahał się od 45minut do nawet 390minut. Tylko 30 na 100 sprawdzonych tachografów nie wskazywały błędnie czasu. Błędy te występowały najczęściej w pojazdach, w których występował zanik napięcia zasilania pojazdu, wymiana akumulatorów lub usterki związane z instalacją elektryczną. Tachograf ze źle ustawionym czasem UTC rejestruje czynności kierowcy niewłaściwie. Korekcja czasu możliwa jest tylko w specjalistycznym zakładzie uprawnionym posiadającym kartę warsztatową służącą do kalibracji tachografów.

3. POZYSKANIE CZASU UTC Z SYGNAŁU GPS

3.1 Treść danych nawigacyjnych

Dane nawigacyjne są przesyłane z satelity z szybkością 50 bitów/s. Zawierają one ogółem 1500 bitów informacji formowanej w 5 bloków, w ciągu 30 s, jak to przedstawiono na rys. 3.1.



Rys. 3.1 Dane transmitowane przez satelitę nawigacyjnego

Dane przekazywane z satelitów obejmują:

- informacje dotyczące wieku transmitowanych danych (IODC) liczonego w skali czasu systemu GPS,
- parametry korekcji generatora wzorcowego,
- parametry efemeryd satelity,
- wiek efemeryd satelity (IODE),
- parametry służące do korekcji opóźnień propagacyjnych wnoszonych przez jonosferę i troposferę,
- przybliżone parametry efemeryd pozostałych satelitów nawigacyjnych systemu GPS,
- sygnał rozpoznawczy satelity (ID).

Blok danych nawigacyjnych podzielony jest na pięć bloków pomocniczych, składających się z dziesięciu słów 30-bitowych, każdy. Pierwsze dwa słowa są formowane przez satelitę nawigacyjnego. Są to słowa TLM i HOW. Słowo TLM jest tak zwanym słowem telemetrycznym. Pierwsze osiem bitów słowa telemetrycznego służy do synchronizacji ułatwiającej pozyskanie danych. Kolejne czternaście bitów zawiera dane telemetryczne, które są wykorzystywane wyłącznie przez naziemne stacje kontrolne i dane te nie są dekodowane w odbiornikach nawigacyjnych. Następnie mamy dwa bity nie niosące informacji (t) oraz sześć bitów przeznaczonych do kontroli parzystości (P_G).

HOW jest drugim słowem w każdym bloku pomocniczym. Zawiera ono siedemnaście bitów zliczania epok (czas epokowy - zliczanie epok, czyli ilości sekund w tygodniu), co pozwala określić czas odpowiadający początkowi następnego bloku pomocniczego. Kolejny jeden bit jest użyty w celu wskazania, kiedy nastąpiła ostatnia zmiana momentu obrotowego satelity nawigacyjnego, co ma pewien wpływ na dokładność efemeryd. Użytkownik systemu, wyposażony w specjalistyczną aparaturę odbiorczą, może na podstawie tej informacji szukać innego satelity.

Następny bit, dziewiętnasty jest bitem synchronizującym, wykorzystywanym dla zmian kodu C/A w kod P . Bity dwadzieścia, dwadzieścia jeden i dwadzieścia dwa są bitami identyfikującymi blok pomocniczy, potem następują dwa bity bez informacji oraz sześć bitów kontroli parzystości. Pozostała informacja, objęta kolejnymi ośmioma słowami, jest zarejestrowana w pamięci cyfrowej satelity na podstawie danych przekazywanych do satelity nawigacyjnego przez stacje kontrolne jeden raz w ciągu dwudziestu czterech godzin.

Dane przekazywane przez stację naziemną NCC pozwalają każdemu satelicie korygować co jedna godzinę zmagazynowaną informację, aż do momentu kolejnego jej uaktualnienia przez stacje kontrolne.

BLOK DANYCH I zawiera:

- parametry korekcji zegara satelity nawigacyjnego ($a_{0,1,2}$),
- parametry stosowane w modelu do korekcji refrakcji ($\alpha_{0,1,2,3}, \beta_{0,1,2,3}$).

Po zakończeniu testów w fazie eksperymentalnej parametry te nie będą stosowane

- parametr korekcyjny (T_{GD}), który pozwala aproksymować opóźnienie propagacyjne w przypadku wykorzystania wyłącznie sygnału L_1 ,
- wiek parametrów korekcyjnych zegara satelity (AODC).

Słowo AODC odpowiada różnicy pomiędzy czasem odniesienia (t_{oc}) BLOKU DANYCH I a czasem ostatniego uaktualnienia parametrów korekcyjnych (t_L) to:

$$AODC = t_{oc} - t_L$$

BLOK DANYCH II, który zawiera parametry prognozujące efemerydy satelitów nawigacyjnych, obejmuje bloki pomocnicze drugi i trzeci. Słowo AODE informuje użytkownika o "wieku" danych orbitalnych, pozwalając określić czas ostatniego uaktualnienia tych danych (t_L)

$$AODC = t_{oe} - t_L$$

t_{oe} jest czasem odniesienia dla Bloku danych II.

Blok pomocniczy cztery jest zarezerwowany dla specjalnych informacji, które być może będą włączone do danych ogólnie dostępnych.

BLOK DANYCH III, który obejmuje blok pomocniczy piątą, zawiera dane "rocznika astronomicznego" (ALMANACH) pozostałych satelitów systemu. Dane te obejmują:

- kod identyfikacyjny danego satelity (ID),
- słowo HEALTHCH, informujące o stanie technicznym danego satelity nawigacyjnego,
- parametry opóźnienia propagacyjnego,
- parametry efemeryd,
- parametry korekcji zegara satelitarnego.

Dysponując powyższymi informacjami, użytkownik systemu może wybrać spośród satelitów znajdujących się w danej chwili na horyzoncie te które będą wykorzystywane do celów nawigacyjnych.

3.2 Pobieranie czasu UTC z GPS

Większość stosowanych obecnie odbiorników GPS jest samodzielnymi urządzeniami, które automatycznie (bez konieczności ingerencji użytkownika) potrafią na podstawie sygnału odbieranego z satelitów określić pozycję użytkownika oraz dokładny czas. Dostęp do danych określających pozycję, z punktu widzenia programisty, jest więc

prosty i polega głównie na połączeniu się z danym urządzeniem za pomocą dostępnego interfejsu (najczęściej port COM lub port USB mapowany w systemie na port COM) i odczytaniu wysyłanych przez urządzenie danych.

Odbiornik GPS podaje dokładną informację dotyczące aktualnego czasu (satelity GPS mają kilka zegarów atomowych), mocy odbieranych sygnałów z satelitów, ich aktualnej pozycji na orbicie około ziemskiej, ilości widocznych w danym momencie satelitów na których podstawie wyznaczony był pomiar, błędy pomiaru oraz inne dodatkowe informacje, do komunikacji z odbiornikiem GPS wykorzystywany jest specjalny protokół NMEA.

NMEA (National Marine Electronics Association) stworzyła jednoznaczny specyfikację interfejsu komunikacyjnego i opis protokołu, który umożliwia komunikację między różnego rodzaju urządzeniami pomiarowymi i prostą integrację zakupionego modułu GPS z innymi urządzeniami. W celu pozyskania informacji o czasie UTC wystarczy zdekodować dane z jednego tylko satelity. Każdy satelita emituje w kodzie NMEA dane o czasie i dacie. Wystarczy wyodrębnić z sygnału informację GPZDA.

```
$GPZDA,hhmmss.ss,dd,mm,yyyy,xx,yy*CC
$GPZDA,182330.00,03,04,2012,00,00*63
```

gdzie:

| | |
|-----------|------------------------------------|
| hhmmss | GgMmSs UTC |
| dd,mm,yyy | Dzień,Miesiąc,Rok |
| xx | lokalna strefa - godziny (-13..13) |
| yy | lokalna strefa - minuty (0..59) |
| *CC | suma kontrolna |

W celu kalibracji czasu UTC w tachografie cyfrowym napisano aplikację w programie Visual C# 2010 Express, która przy wykorzystaniu widoczności tylko jednego satelity wyodrębnia informacje o czasie UTC i wysyła ją na tachograf cyfrowy. Poniżej fragment kodu programu dekodującego dane GPZDA z kodu NMEA oraz okno aplikacji przedstawiające zdekodowaną depezę (rys 3.1)

```
public struct GPZDAData
{
    public byte Hour; //
    public byte Minute; //
    public byte Second; //
    public byte Day; // 1 - 31
    public byte Month; // 1 - 12
    public int Year; //
    public byte LocalZoneHour; // 0 to +/- 13
    public byte LocalZoneMinute; // 0 - 59
    public int Count; //
}

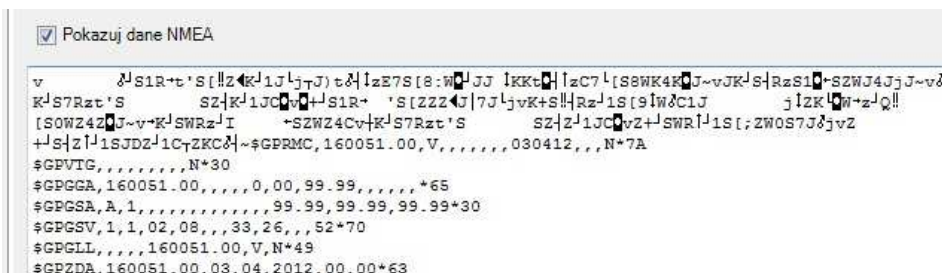
public void ProcessGPZDA(GPZDAData gpzda)
{
    // TODO: Add NMEAProtocol.ProcessGPZDA implementation
}

public void ProcessGPRMC(string data)
{
    string[] fields = Regex.Split(data, ",");

    //Time: Hour, Minute, Second
    //Time is Zulu
    GPRMC.Hour = Convert.ToInt32(fields[0].Substring(0, 2));
    GPRMC.Minute = Convert.ToInt32(fields[0].Substring(2, 2));
    GPRMC.Second = Convert.ToInt32(fields[0].Substring(4, 2));

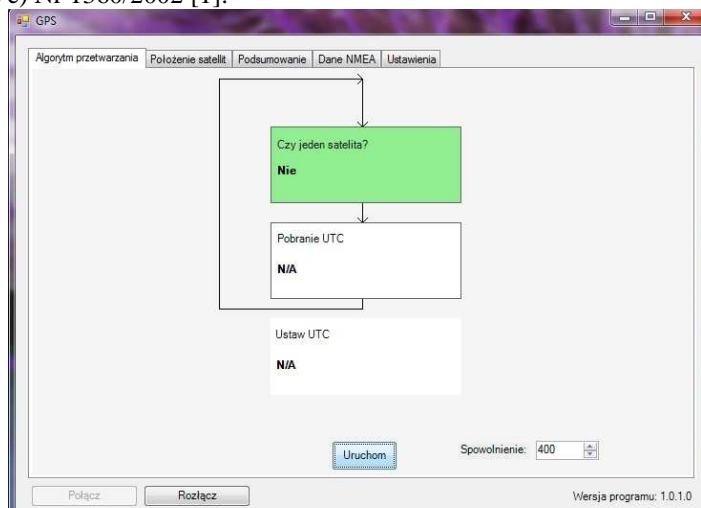
    GPRMC.Day = Convert.ToInt32(fields[8].Substring(0, 2));
    GPRMC.Month = Convert.ToInt32(fields[8].Substring(2, 2));
    GPRMC.Year = Convert.ToInt32(fields[8].Substring(4, 2));

    GPRMC.DataValid = Convert.ToChar(fields[1]);
}
```

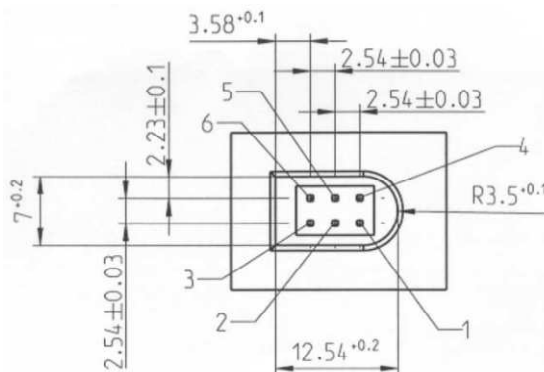


Rys 3.1 Zdekodowana depeza GPZDA z informacją o aktualnej godzinie.

Aplikacja (rys 3.1) sprawdza widoczność minimum jednego satelity, pobiera informację o czasie UTC oraz wysyła ją na interfejs tachografu cyfrowego (rys 3.2) za pomocą standardu RS232. Specyfikacja interfejsu opisana jest w dodatku 3 Rozporządzenia Komisji (We) Nr 1360/2002 [1].

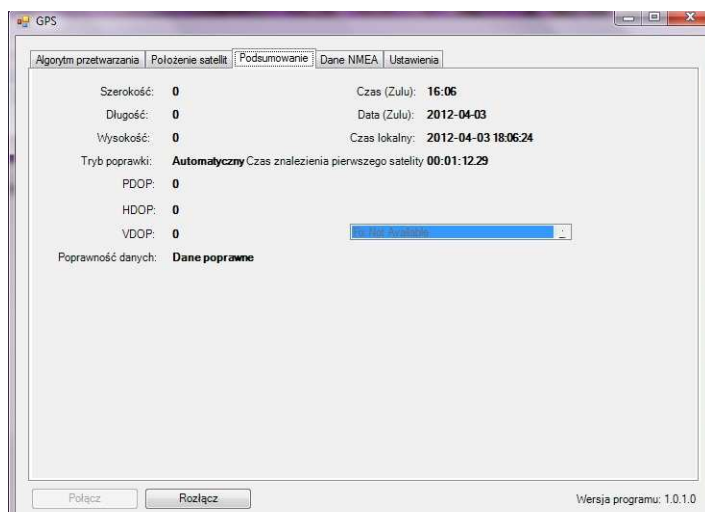


Rys 3.2 Interfejs aplikacji do korekcji czasu w tachografie cyfrowym



Rys 3.3 Interfejs kalibracyjny tachografu cyfrowego

Podczas prób kalibracji czasu UTC w tachografie cyfrowym po 1minucie i 29sek pobrano informacje o czasie UTC (rys. 3.3). Po wysłaniu danych na tachograf stwierdzono że tachograf jest zablokowany programowo przed ingerencją nieuprawnionych osób trzecich, co w efekcie nie pozwoliło na ustawienie w tachografie aktualnej godziny pobranej z GPS. Tachograf cyfrowy pozwala na korekcję czasu UTC przez nieautoryzowanego użytkownika w zakresie 1 min na 1 tydzień.



Rys. 3.4 Okno aplikacji z czasem pobrania informacji o czasie UTC

Następnie podjęto próbę ustawienia czasu UTC odblokowując oprogramowanie tachografu z użyciem karty warsztatowej. Tachograf po wysłaniu informacji o czasie UTC automatycznie ustawiał się na aktualną godzinę. Pamięć tachografu zapamiętuje fakt korekcji czasu UTC i zapisuje ją w swojej pamięci wraz z informacją na jakiej karcie warsztatowej zostało to dokonane.

4. WNIOSKI

Obecny algorytm działania tachografu cyfrowego nie pozwala na korekcję czasu UTC w tachografie bez odpowiedniej autoryzacji osoby uprawnianej. Wykorzystanie sygnału GPS do prasy w tachografie cyfrowym wymaga zaprojektowania nowego algorytmu pracy tachografu cyfrowego i zmodyfikowania urządzenia. Pozwalało by to nie tylko na korekcję czasu ale również na weryfikację informacji o tym czy pojazd się porusza czy stoi. Rozwiązanie to automatycznie eliminuje nagminne dzisiaj zakłócanie pracy tachografu przez stosowanie magnesów starłych zwiększając bezpieczeństwo wszystkich uczestników ruchu drogowego.

Zastosowanie tych rozwiązań niewątpliwie uprościło by obsługę tachografu przez kierowców. Zwiększenie wiarygodności wskazań Popularność systemu GPS, coraz mniejsze koszty odbiorników, uruchomienie w przyszłości europejskiego cywilnego systemu nawigacji Galileo może spowodować seryjne montowanie odbiorników GPS lub Galileo w środkach transportu. Coraz większa dokładność wyznaczania poszczególnych parametrów nawigacyjnych umożliwi wykorzystanie nawigacji satelitarnej szeroko pojętym transporcie.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1360/2002 z dnia 13 czerwca 2002 r. dostosowujące po raz siódmy do postępu technicznego rozporządzenie Rady (EWG) nr 3821/85w sprawie urządzeń rejestrujących stosowanych w transporcie drogowym.
- [2] dr inż. Marcin Chrzan, dr inż. Tomasz Ciszewski, mgr inż. Sylwester Grzywacz, Bezpieczeństwo transmisji danych w telekomunikacyjnych systemach transportowych, Etap II pracy badawczej, „Rola jednolitego czasu w zabezpieczeniu kryptograficznym transmisji danych“.
- [3] Stefan Jackowski, Marcin Chrzan, Współczesne systemy telekomunikacyjne, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej 2008
- [4] Chrzan M.: Laboratorium telekomunikacji, skrypt PR, Radom 2002
- [5] Januszewski J.: Systemy satelitarne w nawigacji morskiej. AM Gdynia, 2002
- [6] Januszewski J.: Systemy radionawigacyjne i satelitarne. Studium Doskonalenia Kadr S.C. WSM, Gdynia, 1999
- [7] Szymoński M.: Nawigacyjne wykorzystanie sztucznych satelitów Ziemi, WKiŁ, Warszawa 1989.
- [8] Wrażeń M.: Rozpowszechnianie czasu w systemach radiokomunikacyjnych, WKTiI, Zegrze 1998.
- [9] Cydejko J.: Aspekty eksploatacyjne zastosowań nawigacyjnych różnicowego systemu satelitarnego DGPS. IX Konferencja Naukowo-Techniczna, Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia 1994.
- [10] Chrzan M.: Możliwości wykorzystania jednolitego czasu GPS w kolejowych systemach radiokomunikacyjnych, Transcomp, Zakopane 2000.
- [11] The National Marine Electronics Association (NMEA) <http://www.nmea.org>
- [12] Baddeley G: GPS - NMEA sentence information <http://home.mira.net/~gnb/gps/nmea.html>