

Zbigniew ŁUKASIK<sup>1</sup>  
Sylwester GRZYWACZ<sup>2</sup>

### **MODYFIKACJA TACHOGRAFU CELEM ZWIĘKSZENIA BEZPIECZEŃSTWA W RUCHU DROGOWYM**

*W artykule przedstawiono koncepcję wykorzystania sygnałów emitowanych przez satelity GPS do weryfikacji wskazań urządzenia rejestrującego jakim jest tachograf cyfrowy w transporcie drogowym. Niniejszy artykuł opisuje błędy w działaniu tachografów cyfrowych i zawiera propozycje rozwiązań.*

#### **PURPOSE OF MODIFICATION TACHOGRAPH SAFER ROAD**

*The article presents the concept of using signals emitted by satellites GP to verify the indications of the recording equipment which is the digital tachograph in road transport. This article describes the errors in the operation of digital tachographs and proposes solutions.*

## **1. WSTĘP**

W Polsce tachografy cyfrowe obowiązują od maja 2006 roku. Unijne przepisy określają, że wszystkie pojazdy samochodowe o masie całkowitej powyżej 3,5 tony wraz z naczepami i przyczepami, oraz takie, które przystosowane są do przewożenia 9 osób łącznie z kierowcą, muszą być wyposażone w tachograf cyfrowy.[1] Właściciel w/w pojazdu zobowiązany jest do pobierania i przechowywania danych zawierających harmonogram czynności kierowców przez okres 1 roku. Dane te są zapisywane zgodnie z czasem UTC który nie zawsze wskazywany jest w tachografie prawidłowo.

Do czynności kierowcy zalicza się:

- jazda,
- praca inna niż jazda,
- dyspozycyjność,
- odpoczynek.

Zwolnione z obowiązku ewidencji czasu kierowcy są:

---

<sup>1</sup> Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29  
Tel: 48 361-77-41, E-mail: z.lukasik@pr.radom.pl

<sup>2</sup> Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29  
Tel: 48 361-77-41, E-mail: .grzywacz@pr.radom.pl

- Autobusy komunikacji miejskiej ,
- pojazdy o dopuszczalnej maksymalnej prędkości nie przekraczającej 40 km/h,
- pojazdy będące własnością sił zbrojnych, służb obrony cywilnej, straży pożarnej,
- pojazdy używane w razie wypadków lub do prowadzenia działań ratunkowych,
- pojazdy specjalistyczne używane do celów medycznych,
- pojazdy specjalistyczne pomocy drogowej poruszającymi się w promieniu 100 km od swej bazy,
- pojazdy lub zespoły pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 7,5 ton używane do niezarobkowego przewozu rzeczy,
- Pojazdy o statusie pojazdów zabytkowych które są użytkowane, do niezarobkowych przewozów osób lub rzeczy.

## 2. Wady w pracy tachografu cyfrowego.

### 2.1. Nieprecyzyjne wskazania czasu UTC

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  $\pm 2$  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 1.1 zaprezentowano wyniki badań.

Tabela 1.1. Błędne wskazania czasu UTC w 100 kalibrowanych pojazdach 2010 roku

| Błąd czasu UTC [min] | 0  | 1  | 2 | 3  | 4  | 10 | 15 | 38 | 48 | 52 | 62 | 270<br>4,5h | 390<br>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.

## 2.2. Niedopuszczalne ingerencje w pracę tachografów,

Kierowcy pojazdów objętych ustawą o ewidencji czasu kierowcy zmuszani są do obowiązkowej 45 minutowej pauzy w ciągu dziennego 9 godzinnego dnia pracy. Pauzę tę można rozłożyć na 15 minut i 30minut. W celu nie zakłócania rejestrowanej pauzy w czasie gdy pojazd musi być przestawiony w inne miejsce kierowcy stosują magnes przymocowany do czujnika ruchu (impulsatora) zamontowanego na skrzyni biegów.

Silne pole magnetyczne zakłóca pracę czujnika i kierowcy poruszają się pojazdami bez rejestracji tej czynności w pamięci tachografu cyfrowego.

Przeprowadzono badanie typowego czujnika indukcyjnego stosowanego w tachografach cyfrowych umieszczonego w polu magnetycznym. Mierzono strumień magnetyczny wzor 2.1, który spowoduje zakłócenie pracy tachografu. Badania przeprowadzono dla  $\cos\alpha=1$

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B_s \cdot \cos\alpha \quad (2.1)$$

gdzie:

**B**- wektor indukcji magnetycznej

**S** - wektor normalny do powierzchni S,

$\alpha$  - kąt między wektorami B i S

W tabeli 2.1 umieszczono wyniki badania.

*Tabela 2.1 Badanie strumienia magnetycznego zakłócającego pracę czujnika*

| l.p. | Strumień magnetyczny [mT] |
|------|---------------------------|
| 1    | 26                        |
| 2    | 20                        |
| 3    | 22                        |
| 4    | 21                        |
| 5    | 25                        |
| 6    | 26                        |
| 7    | 21                        |

Z tabeli wynika że strumień magnetyczny o wartości ok. 1[Wb] zakłóca prace czujnika, i ulega on awarii. Awaria ta nie jest rejestrowa przez tachograf. Możliwa jest dalsza jazda z zarejestrowaną pauzą w tachografie. Po wyeliminowaniu pola magnetycznego czujnik pracuje normalnie.

W dalszym etapie analizy stosowania magnesów stałych przeprowadzono anonimową ankietę wśród kierowców pojazdów wyposażonych w tachograf cyfrowy z pytaniem o to czy stosują lub stosowali magnesy stałe w celu zakłócania pracy tachografu.

Pytano również o to czy stosowali magnesu w czasie jazdy ciągłej czy też na placu załadunku w celu „nie przerywania” obowiązkowej pauzy. Wyniki ankiety przedstawiono w tabeli 2.2.

Tabela 2.2. Wyniki ankiety przeprowadzonej wśród kierowców

| Zakłócanie pracy tachografu cyfrowego przez kierowców.<br>Stosowanie magnesów stałych.<br>Ankieta z 01-02.2011 |              |             |
|--|--------------|-------------|
| stosuje  |              | nie stosuje |
| 72%  |              | 28%         |
| Podjazdy, załadunek  | jazda ciągła |             |
| 68%  | 32%          |             |

Po przeanalizowaniu danych z ankiety wynika że tylko 28 % kierowców nie zakłóca pracy tachografu stosując magnesy stałe. Aż 72 % kierowców stosuje magnesy stałe, ale tylko 62% spośród nich stosuje je w czasie załadunków gdy pojazd nie znajduje się na drodze publicznej. 32% spośród 72% używa magnesów do zakłócania pracy tachografu w czasie jazdy ciągłej poruszając się na drogach publicznych.

Jest to zjawisko bardzo niebezpieczne ponieważ wadliwa praca impulsatora na skrzyni biegów wyłącza również działanie ogranicznika prędkości. Samochody mogą jechać z maksymalną prędkością jaką oferuje im moc silnika. Pojazdu stanowią szczególnie zagrożenie oraz innych uczestników ruchu oraz pieszych.

### 3. PROPOZYCJE ZMIAN W DZIAŁANIU TACHOGRAFU CYFROWEGO

#### 3.1 Korekcja czasu UTC

Globalne pozyskiwanie wzorca czasu możliwe jest dzięki zastosowaniu odbiornika GPS. Większość pojazdów wyposażonych jest w nawigację, lub innego rodzaju czujniki lokalizujące pojazd za pomocą GPS i przesyłające informacje o pozycji do centrów logistycznych.

GPS zapewnia dwa poziomy dokładności:

- Dokładny Serwis Pozycyjny (PPS – Precise Positioning Service)
- Standardowy Serwis Pozycyjny (SPS – Standard Positioning Service).

PPS dostarcza informacji o pozycji z dokładnością nie gorszą niż 16 metrów (50%, 3D) i informacji o czasie z dokładnością nie gorszą niż 100 nanosekund (1 sigma) w stosunku do czasu UTC (Universal Coordinated Time US Naval Observatory). PPS dostępny jest jedynie dla autoryzowanych użytkowników i przeznaczony głównie dla celów wojskowych.

Standardowy serwis pozycyjny dostarcza informacji o pozycji z dokładnością nie gorszą niż 100 metrów (95%, 2D) w rozwiązaniach dwuwymiarowych i 156 metrów (95%, 3D) w rozwiązaniach trójwymiarowych. Dokładność informacji o czasie określona jest na nie gorszą niż 337 nanosekund (95%) w stosunku do skali UTC. SPS przeznaczony jest głównie dla użytkowników cywilnych i może być wykorzystywany jako wzorzec czasu do korekcji czasu w tachografie.

W depezy przesyłanej z satelity do użytkownika znajduje się informacja dotycząca czasu wzorcowego  $t_{wz}$ . Jest to sekwencja będąca krotnością  $2^{12}$  sekund odnawiana co 3,5 dnia licząc od początku rozpoczęcia transmisji czasu w depezy. Depesza jest często

powtarzana co ma zapewnić eliminację powstających błędów w transmisji jednolitego czasu z systemu GPS.

Na rysunku 3.1 przedstawiono depeszę nawigacyjną GPZDA (Date & Time) pobraną z odbiornika GPS.

```
000 24 47 50 5A 44 41 2C 31 32 34 39 32 38 2E SGPZDA,124928.
00E 30 30 2C 30 33 2C 30 33 2C 32 30 31 31 2C 00,03,03,2011,
01C 30 30 2C 30 30 2A 36 30 0D 0A 00,00*60□□
```

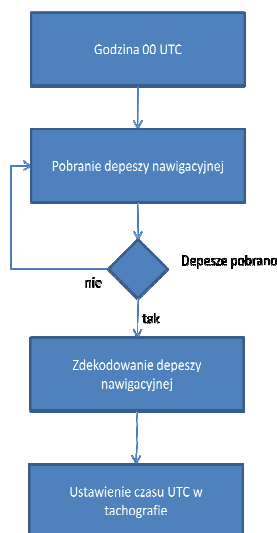
Rysunek 3.1. Depesza nawigacyjna pobrana z odbiornika GPS

Depesza ta została zdekodowana ze standardu HEX na ASCII (rysunek 3,2) następnie przetworzona na standard sygnału kalibracyjnego czas UTC dla tachografu cyfrowego. Standard ten został opisany w rozporządzeniu (WE) NR 1360/2002.

```
UTC          124928.00
Day          03
Month        03
Year         2011
Local zone hours 00
Local zone minutes 00
```

Rysunek 3.2. Zdekodowana depesza nawigacyjna pobrana z GPS.

Obecnie trwają badania i modelowanie algorytmu korekcji czasu UTC w tachografie cyfrowym. Propozycję algorytmu korekcji czasu UTC przedstawia rysunek 3.3.



Rysunek 3.3. Algorytm korekcji czasu UTC w tachografie cyfrowym.

### 3.2. Weryfikacja informacji z czujnika ruchu.

Wykorzystując informacje z odbiornika GPS o położeniu oraz prędkości odbiornika GPS na dalszym etapie prac podjęta zostanie analiza sygnałów pobieranych z GPS pod względem wykorzystania ich jako źródła weryfikacji informacji czy pojazd się porusza czy stoi. Odbierane sygnały pozycji obarczone są wieloma błędami wzór 3.1.

$$d^* = d_i + c\Delta_t + c(\Delta_t + \Delta_m + \Delta_s + \Delta_k + \Delta_f) \quad (3.1)$$

Gdzie:

$d^*$  - odległość od satelity,

$d_i$  - pseudoodległość od satelity,

$\Delta_j$  - błąd refrakcji jonosferycznej,

$\Delta_t$  - błąd refrakcji troposferycznej,

$\Delta_m$  - błąd spowodowany odbiciami fal w rejonie odbioru,

$\Delta_s$  - błąd korekcji zegara wzorcowego satelity,

$\Delta_k$  - błąd spowodowany szumami odbiornika,

$\Delta_f$  - opóźnienie sygnału na torze nadawczym satelity.

Składowe tych błędów powodują ze obecnie depesze nawigacyjną o prędkości minimalnej ograniczona jest do prędkości 0,2km/h, Pozwala to na przejechanie przez pojazd z odbiornikiem GPS 200 m w czasie 1godziny. W dalszym etapie prac zostanie podjęta analiza prędkości minimalnej przemieszczania się pojazdu wyznaczana na podstawie sygnału z GPS i wykorzystani jej jako źródła weryfikacji sygnału z czujnika KITAS 2171 zamontowanego w samochodzie.

### 4. WNIOSKI

W artykule przedstawiono błędy w pracy tachografów cyfrowych. Zaproponowano możliwości wykorzystania depeszy nawigacyjnych pobranych z sygnałów emitowanych przez globalny system nawigacyjny GPS jako źródła informacji o czasie UTC oraz weryfikacji informacji z czujnika ruchu o prędkości pojazdu. Wyeliminowanie zjawiska zakłócania pracy tachografu, zwiększają bezpieczeństwo na szlakach transportowych gdzie poruszają się również inni uczestnicy ruchu.

### 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] [www.tachotorun.com.pl](http://www.tachotorun.com.pl)
- [5] [www.tachografy.info.pl](http://www.tachografy.info.pl)