

WYBRANE ASPEKTY WYKORZYSTANIA POKŁADOWYCH URZĄDZEŃ REJESTRUJĄCYCH W POJAZDACH SAMOCHODOWYCH

SELECTED ASPECTS OF USING DECK RECORDERS IN AUTOMOTIVE VEHICLES

Zgodnie z intencją przedstawioną w Białej Księdze Transportu, na terenie Unii Europejskiej podejmowane są inicjatywy związane z poprawą poziomu bezpieczeństwa transportu, oraz ze zmniejszeniem liczby ofiar śmiertelnych wypadków. Jedną z takich inicjatyw jest wykorzystanie pokładowych rejestratorów parametrów ruchu, montowanych w pojazdach samochodowych. W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia związane z pracą, oraz propozycją sposobu inicjowania rejestracji danych przez urządzenia działające w oparciu o standardy stosowane w Unii Europejskiej, następnie wymagania te porównano z procedurami wykorzystywanymi w Stanach Zjednoczonych.

Słowa kluczowe: ADR, EDR, wypadki, rekonstrukcja wypadków, czarna skrzynka, eCall.

According to the intention introduced in the White Paper on Transport, on the territory of the European Union, initiatives associated with the improvement of the level of transport safety and with the reduction of death toll in accidents are taken. The use of deck recorders of movement parameters installed in automotive vehicles is one of such initiatives. In the article, selected issues associated with their functioning and proposing the way to initiate the registration of data by the devices based on the standards applied in the European Union are presented, next the requirements are compared with the procedures used in the United States.

Keywords: ADR, EDR, accidents, reconstruction of accidents, drive recorder, eCall.

1. Wstęp

Transport ma fundamentalne znaczenie w rozwoju gospodarki. Zapewnienie mobilności towarów i osób wpływa na podniesienie konkurencyjności przemysłu i usług - jest niezbędne dla ich rozwoju. Rola jaką odgrywa transport w codziennym życiu sprawia, że konieczny jest stały rozwój tej gałęzi w kierunku spełniania rosnących wymagań w wielu sferach życia. Cele te uwzględniono w polityce transportowej Unii Europejskiej. Przedstawione zostały one w Białej Księdze Transportu opublikowanej w 1992 roku [1] i w 2001 roku [2], a swoim zakresem obejmują one dostarczenie sprawnych systemów transportowych, które:

- zapewniają wysoki poziom mobilności ludziom i przedsiębiorstwom;
- chronią środowisko;
- wprowadzają innowacje służące realizacji mobilności i ochrony środowiska;
- umożliwiają międzynarodowe kontakty;
- poprawiają poziom bezpieczeństwa ludzi i ładunków.

Komisja Europejska postawiła za cel zmniejszenie liczby śmiertelnych ofiar wypadków drogowych o połowę do roku 2010. Cel ten wymagał stałego podejmowania działań zmierzających do doskonalenia prawa i skuteczności jego egzekwowania, stałego ulepszania technologii stosowanych w pojazdach i infrastrukturze drogowej, oraz zwiększenia świadomości kierowców [5].

Wszyscy są świadomi wagi zadań stawianych Polsce przez Komisję Europejską oraz odpowiedzialności środowiska naukowego za współudział w ich realizacji. IV Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego (BRD) Unii Europejskiej zakłada

1. Introduction

Transport is fundamental in the development of economy. Assuring the mobility of goods and people has an effect on the increase of the competitiveness of industry and services- it is essential for their development. The part transport plays in everyday life leads to the necessity of permanent development of this branch in the direction of meeting growing requirements in many spheres of life. These targets are included in the transport policy of the European Union. They have been described in the White Paper on Transport published in 1992 [1] and in 2001 [2] and they comprise delivering efficient transport systems which:

- provide people and enterprises with high level of mobility;
- protect the environment;
- introduce innovations which serve the purpose of enabling both mobility and environment protection;
- make international contacts possible;
- improve the level of safety for people and cargoes.

The European Commission made it its aim to reduce the number of fatal victims of road accidents by a half by the year 2010. That purpose required permanent activities aimed at improving the law and the effectiveness of enforcing it, permanent improving of technologies applied in vehicles and road infrastructure as well as increasing the awareness of drivers [5].

Everyone is conscious of the importance of tasks imposed on Poland by the European Commission and the responsibility of the scientific community for the participation in their realization. The 4th Road Safety Program (BRD) worked out by the European Union assumes the necessity to precipitate investment in the improvement of the level of road traffic safety.

konieczność przyspieszenia inwestowania w poprawę poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Od kilkunastu lat w kraju realizowany jest program badawczy GAMBIT poświęcony tej problematyce, budowany na bazie założeń polityki transportowej państwa. Głównym wykonawcą programu jest Politechnika Gdańska współpracująca z innymi krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi. Program ten integruje różne grupy zawodowe i społeczne w jedną siłę działającą metodycznie i efektywnie na rzecz poprawy BRD, czego dowodem jest spadek liczby zabitych na polskich drogach [8].

W zakresie rozwoju konstrukcji pojazdów coraz istotniejsze znaczenie dla poprawy poziomu bezpieczeństwa mają urządzenia umożliwiające bieżącą obserwację parametrów jego ruchu i nadzór nad pracą kierowców. Coraz szersze rozpowszechnienie takich urządzeń jest związane z szybkim rozwojem technik informatycznych i telekomunikacyjnych.

W niniejszym opracowaniu omówione zostaną zagadnienia związane z zastosowaniem w pojazdach pokładowych rejestratorów parametrów ruchu - potocznie zwanych czarnymi skrzynkami (EDR, ADR), oraz możliwością ich współpracy z systemem powiadamiania o wypadkach i zdarzeniach drogowych eCall.

2. Rodzaje pokładowych urządzeń rejestrujących w pojazdach samochodowych

Pokładowy rejestrator parametrów ruchu pojazdu to urządzenie, które rejestruje niektóre charakterystyczne dane opisujące stan pojazdu wykonującego zadanie transportowe. Ideą stosowania rejestratorów jest określenie okoliczności zaistniałych na drodze zdarzeń (kolizji, wypadków). Na podstawie otrzymanych danych określone mogą zostać przyczyny ich zajścia, oraz podjęte mogą być działania zaradcze, które spowodują wyeliminowanie ich w przyszłości. Analiza zapisanych danych i sformułowane na tej podstawie wnioski mogą być pomocne w pracach związanych z poprawą infrastruktury, konstrukcji pojazdów, opracowaniem efektywniejszych systemów wspomagających pracę kierowców. Uzyskane rezultaty lub mogą być przydatne w szkoleniu kierowców. Fakt zainstalowania urządzenia na pokładzie pojazdu ma więc niewątpliwie wpływ na poprawę poziomu bezpieczeństwa ruchu pojazdów. Można się spodziewać, że kierowca mający świadomość że jego zachowanie jest monitorowane, a w krytycznej sytuacji rejestrowane, dostosuje swój styl kierowania do obowiązujących przepisów prawa ruchu drogowego. Zastosowanie tego typu urządzeń wpisuje się zatem w ideę poprawy poziomu bezpieczeństwa w sensie ogólnym.

Można spotkać kilka nazw pokładowych rejestratorów parametrów ruchu pojazdów:

- EDR (z angielskiego Event Data Recorder), lub UDS (z niemieckiego Unfall Daten Speicher) – nazwy używane dla urządzeń stosowanych w Unii Europejskiej;
- ADR – (z angielskiego Accident Data Recorder) – nazwa używana w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Podstawowym celem stosowania urządzeń tego typu jest rejestracja parametrów ruchu pojazdu podczas wypadku bądź „innego” niebezpiecznego zdarzenia.

For a dozen of years the research project called GAMBIT has been carried out in Poland. It is devoted to these issues and is based on the assumptions of the transport policy of the state. The main executor of the program is the Technical University of Gdańsk cooperating with other domestic and foreign scientific centers. The program integrates all sorts of occupational and social groups into one power acting methodically and effectively for the improvement of BRD, and the decrease in the number of killed people on Polish roads proves its importance [8].

As far as the development of vehicle construction is concerned, the devices enabling both current observation of vehicle movement parameters and the supervision of drivers' work are becoming more and more important for the improvement of the level of safety. Such devices are more and more widespread thanks to fast development of computer and telecommunications techniques.

Issues connected with applying deck recorders of movement parameters, popularly called drive recorders (EDR, ADR), in vehicles and the possibility of their cooperation with the system of notifying about accidents and road events, known as eCall, will be presented in the article.

2. Types of deck recorders in automotive vehicles

The deck recorder of vehicle movement parameters is a device which registers some characteristic data describing the state of the vehicle performing the transport task. The idea behind applying recorders is to determine circumstances on the route where events (collisions, accidents) happened.

On the basis of the received data, the reason why events happened can be determined and some remedial measures which will eliminate them in the future can be taken.

The analysis of the saved data and the conclusions drawn on their basis can be of some help in activities aiming at improvements in infrastructure, the construction of vehicles and working out more effective systems supporting the work of drivers. The obtained results can be useful in the training of drivers. The fact that the device is installed aboard undoubtedly influences the improvement in the level of vehicle movement safety. It can be expected that the driver who is aware that his behaviour is monitored and in a critical situation even registered will adapt his style of driving to the regulations of road traffic which are in force. Thus, applying devices of this type is becoming part of the idea to improve safety in a broader meaning.

One can come across a few names of deck recorders of vehicle movement parameters:

- EDR (in English: Event Data Recorder) or UDS (in German: Unfall Daten Speicher)- the names are used for devices applied in the European Union;
- ADR (in English: Accident Data Recorder)- the name is used in the United States of America.

The basic purpose of applying devices of this type is the registration of vehicle movement parameters during accidents or other dangerous events.

3. Ogólna charakterystyka parametrów pracy rejestratorów EDR i ADR

EDR to pokładowy rejestrator zdarzeń, który w przypadku wypadku, bądź zdarzenia rejestruje i zapisuje dane opisujące ruch pojazdu przed, w trakcie i po jego zejściu (prędkość, przyspieszenie, użycie hamulca itd.) [4]. Informacje te mogą zostać następnie wykorzystywane do analizy zachowania się pojazdu, i rodzaju manewrów wykonywanych przez kierującego. Do bufora pamięci urządzenia są przesyłane w sposób ciągły ściśle określone parametry ruchu, które odczytywane są za pomocą czujników. Nie są one w nim zapisywane, a zastępują „stare” dane – są nadpisywane na nich. W szczególnych okolicznościach, np. gdy dojdzie do nagłej zmiany prędkości pojazdu wskutek kolizji, informacje są „zamrażane” w pamięci i zapisywane.

Urządzenia typu ADR funkcjonują w oparciu o algorytmy opracowane przez NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) - organizację działającą pod nadzorem rządu Stanów Zjednoczonych [3, 6]. NHTSA jako pierwsza w świecie rozpoczęła prace nad opracowaniem norm związanych z funkcjonowaniem rejestratorów, w związku z czym opracowany standard wyznaczył pewien kierunek rozwoju. Proponowany w Unii Europejskiej standard działania urządzeń EDR jest bardziej wymagający niż amerykański, zarówno w sferze inicjowania zapisu, czasu jego trwania, oraz dokładności rejestrowania parametrów [3]. Podstawowa różnica wynika przede wszystkim z przyjętej strategii zapewnienia bezpieczeństwa użytkownikom dróg. Standardy amerykańskie kładą główny nacisk na zapewnienie bezpieczeństwa kierowcy i pasażerom pojazdu, podczas gdy europejskie zwracają uwagę na tzw. niechronionych użytkowników dróg. Stanowią oni znaczny procent liczby uczestników wypadków drogowych [3, 4]. W porównaniu z kierowcami samochodów i ich pasażerami, ryzyko śmierci w wyniku wypadku jest znacznie większe: dla motocyklistów 18 razy, dla rowerzystów 7 razy, a dla pieszych 6 razy większe [3]. Przyjęta polityka zapewnienia bezpieczeństwa ma wpływ na procedurę uruchamiającą zapis danych. Według standardów amerykańskich start zapisu następuje w wyniku kolizji z „twardą przeszkodą” (hard impact), którą może być inny pojazd, lub trwały element infrastruktury drogi. Sygnałem wyzwalamym zapis może być w tym przypadku impuls z aktywowanej poduszki powietrznej, bądź pirotechnicznych napinaczy pasów. Europejskie podejście, uwzględniające wypadki z udziałem „miękkich obiektów” (soft objects), wymagało opracowania algorytmów wyzwalamych rejestrację po kolizji ze znacznie lżejszymi obiektami. Powiązanie rejestratora z pokładowym systemem diagnostycznym OBD w tym przypadku może okazać się niewystarczające, gdyż takie zderzenia może nie zostać wykryte. Niezbędne jest zatem zapewnienie wysokiej czułości urządzenia tak, z drugiej strony nadmierna czułość może powodować niepożądaną aktywację zapisu, np. podczas intensywnej hamowania. Z uwagi na optymalizację niezawodności działania EDR związanej z wykryciem wypadku, przedstawiono następujące algorytmy aktywacji zapisu [3]:

- wystrzelenie poduszki powietrznej;
- aktywacja innego układu bezpieczeństwa biernego (napinacze pasów, zadziałanie jednego z układów ABS, ESP, lub ESC);
- zmiana prędkości pojazdu o wartość równą lub większą od 8 km/h w czasie 150 ms;

3. Overall description of parameters of EDR and ADR functioning

EDR is a deck recorder of events which in case of an accident or any event registers and saves data describing the movement of the vehicle (speed, acceleration, using the brake etc.) before, during and after the event occurred [4]. The information can be later used for the analysis of vehicle behaviour and kinds of manoeuvres performed by the driver. Precisely determined movement parameters are constantly sent to the memory cache of the device and they are read by the sensors. They are not saved there but they replace “old” data- they are overwritten on them. In particular circumstances, e.g. when there is a sudden change of vehicle speed as a result of the collision, the information is “frozen” in the memory and saved.

Devices of ADR type function on the basis of algorithms worked out by NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration)- the organization working under the supervision of the government of the United States [3, 6]. NHTSA, as the first organization in the world, began to work out norms associated with the functioning of recorders, and the established standard determined a certain direction of development. The standard of EDR work proposed in the European Union is more demanding than the American one in the sphere of initiating the recording, its duration and also the accuracy of parameter registering [3]. The basic difference results mainly from the adopted strategy of ensuring road users safety. The American standards lay emphasis mainly on ensuring safety for the driver and the passengers of the vehicle while the European ones pay attention to the so-called unprotected road users because they constitute a considerable fraction of the number of road accidents participants [3, 4].

In comparison with car drivers and their passengers, the risk of death as a result of an accident is 18 times higher for motorcyclists, 7 times higher for cyclists, 6 times higher for pedestrians [3]. The accepted policy of ensuring safety affects the procedure starting the recording of data. According to American standards, the start of the recording occurs as a result of the collision with a “hard obstacle” (hard impact) such as another vehicle or a durable element of road infrastructure. In such a case the signal which frees the record is the impulse from the activated airbag or pyrotechnic seat-belt tensioners. The European approach, taking into account accidents with the participation of “soft objects”, required working out algorithms which would free the registration after the collision with much lighter objects. Connecting the recorder with the deck diagnostic system OBD may appear insufficient in this case because it can happen that such collisions will not be detected. Thus, providing the device characterized by high sensitivity is essential; but on the other hand, oversensitivity can cause undesirable activation of the record, e.g. during intensive braking. Considering the optimization of EDR functioning reliability associated with detecting the accident, the following algorithms of record activation have been presented [3]:

- launching the air bag
- activation of some other passive safety system (seat-belt tensioners, the activation of one of the following systems: ABS, ESP or ESC);
- change of vehicle speed by the value equal to or greater than 8 km/h in the time of 150 ms;

- zmiana prędkości pojazdu o wartość równą lub większą, od 6 km/h w czasie 120 ms;
- zmiana prędkości pojazdu o wartość równą lub większą od 4 km/h w czasie 120 ms, co pozwoli na uruchomienie zapisu podczas kolizji pomiędzy samochodem osobowym o masie 1500 kg, poruszającego się z prędkością 25 km/h, a pieszym o masie 70 kg - w przypadku hamowania samochodu z opóźnieniem 7 m/s². Algorytm taki nie wyzwoli zapisu w przypadku gdy taki niehamowany samochód, poruszający się z prędkością 85 km/h, uderzy w porównywalnego pieszego,
- zmiana prędkości pojazdu o wartość równą lub większą od 2 km/h w czasie 120 ms, co pozwoli na uruchomienie zapisu we wszystkich sytuacjach gdy hamowany z opóźnieniem 7,5 m/s² samochód osobowy o masie 1500 kg uderzy w pieszego o masie 70 kg. Zapis nie będzie wyzwolony w sytuacji uderzenia takiego niehamowanego samochodu, poruszającego się z prędkością 40 km/h w pieszego;
- zmiana prędkości o wartość równą lub większą od 2 km/h w czasie 120 ms, która zaistniała w trakcie wykonywanego manewru hamowania;
- wykrycie pieszego na torze ruchu;
- wykrycie przeszkód przez samochodowe czujniki parkowania;
- nadmierna emisja hałasu przez pojazd (o wartości przekraczającej przyjętą wartość progową);
- ręczna aktywacja (np. przez eCall);
- zdalne uruchomienie z innego pojazdu.

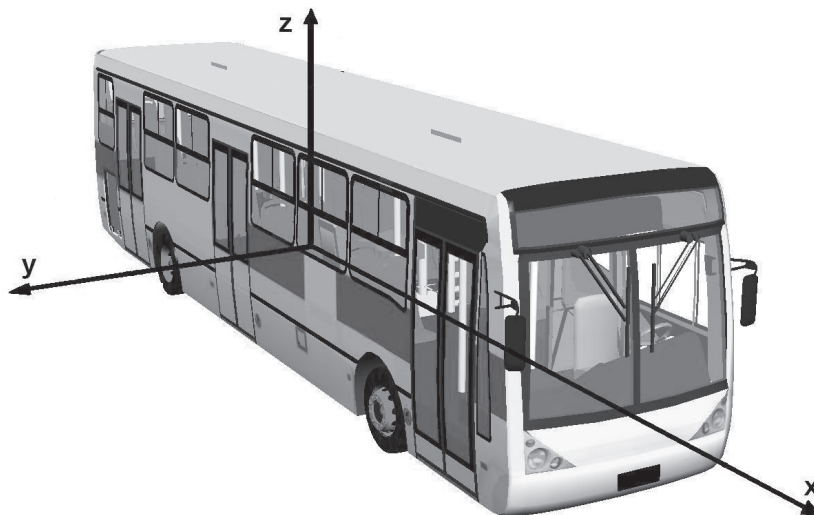
W trakcie rejestracji powinny być zapamiętywane następujące parametry ruchu pojazdu zgodnie z osiami zaznaczonymi na rys. 1:

- prędkość v_x pojazdu w chwili kolizji;
- prędkość v_{0x} pojazdu w chwili rozpoczęcia zapisu;
- przebieg prędkości w czasie $v_x(t)$ w trakcie trwania zapisu;
- zmiana prędkości pojazdu Δv_x wskutek zderzenia;

- change of vehicle speed by the value equal to or greater than 6 km/h in the time of 120 ms;
- change of vehicle speed by the value equal to or greater than 4 km/h in the time of 120 ms which will allow the start of the recording during the collision of the car weighing 1500 kg moving with the speed of 25 km/h and the pedestrian weighing 70 kg – in the case of car braking with the delay of 7 m/s². Such an algorithm will not free the record when such a non-braking car moving with the speed of 85 km/h will hit the comparable pedestrian;
- change of vehicle speed by the value equal to or greater than 2 km/h in the time of 120 ms which will allow the start of the recording in all situations when the car weighing 1500kg and braking with the delay of 7,5m/s² will hit the pedestrian weighing 70 kg. The record will not be freed in the situation when such a non- braking car moving with the speed of 40 km/h hits a pedestrian;
- change of vehicle speed by the value equal to or greater than 2 km/h in the time of 120 ms which occurred during the performed manoeuvre of braking;
- detecting the pedestrian on the movement path;
- detecting obstacles by car parking sensors;
- car excessive emission of noise (noise values exceed the assumed threshold value);
- manual activation (e.g. through eCall);
- remote activation from another vehicle.

In the process of registration, the following car movement parameters should be remembered according to the axes shown in fig.1:

- car speed V_x at the moment of the collision;
- car speed V_{0x} at the moment of commencing the recording;
- the course of speed in time $V_x(t)$ during the recording;
- the change of vehicle speed ΔV_x as a result of the collision;



Rys.1. Usytuowanie osi pomiarowych względem pojazdu samochodowego
Fig.1. Placing measuring axes in relation to the automotive vehicle

- przyśpieszenie wzdłużne a_x i poprzeczne a_y w chwili zaistnienia zdarzenia;
- przebieg przyśpieszenia w czasie ($a_x(t)$ i $a_y(t)$) w trakcie trwania zapisu;
- lokalizacja pojazdu z pozycjonera GPS;
- rodzaj wyzwalacza, który uruchomił zapis;
- czas i data zadziałania wyzwalacza zapisu;
- status wykorzystania/działania świateł zewnętrznych, światła stop, kierunkowskazów, sygnału dźwiękowego;
- czynności wykonywane przez kierowcę (sposób kierowania, wykorzystanie hamulca, stopień otwarcia przepustnicy);
- monitor działania poduszek powietrznych, napinaczy pasów;
- monitor systemów wspomagających (ABS, ESP, BAS itp.);
- rodzaj usterek zapisanych w pamięci EOBD powstałych przed zaistnieniem zdarzenia.

Pomocne dla dochodzenia i odtworzenia przebiegu zdarzenia mogą być również:

- określenie pozycji po kolizyjnej;
- VIN pojazdu;
- dane kierowcy;
- zapis z kamer monitoringu pokładowego (jeżeli taki działa).

W tabeli 1 przedstawiono rodzaj danych, które są rejestrowane przez EDR, oraz zakres czasowy tej rejestracji. Proponowane są następujące przedziały czasowe, w których dane są rejestrowane: wczesna faza przed zderzeniowa – obejmująca swoim zakresem czas od -30 s do -5 s przed zderzeniem; faza przed zderzeniowa – obejmująca swoim zakresem czas od -5 s przed zderzeniem do zderzenia ($t=0$ s); zderzenie – faza obejmująca swoim zakresem czas od -0,04 s przed zderzeniem do 0,25 s po zderzeniu; faza po zderzeniowa – obejmująca swoim zakresem czas od chwili zderzenia do 5 s po zderzeniu; faza późno po zderzeniowa – obejmująca swoim zakresem czas od 5 s do 10 s po zderzeniu. Standard rejestracji zaproponowany w [4] określa wymagania związane z jakością zapisu i zakresem pomiarowym czujników. Dla czujników przyśpieszenia powinien on być równy $\pm 2g$, przy czym częstotliwość próbkowania dla fazy wczesno i późno po zderzeniowej powinna być równa 10 Hz – tak jak dla większości rejestrowanych przez EDR parametrów, a w fazie przed i po zderzeniowej 25 Hz (w tej fazie również większość parametrów jest próbkowana z tą częstotliwością). W przypadku czujnika rejestrującego zderzenie, jego zakres pomiarowy powinien być równy $\pm 50g$, natomiast częstotliwość próbkowania wynosi 250 Hz.

Dla porównania europejskiego i amerykańskiego standardu rejestracji, w tabeli 1 zaprezentowano również zestaw danych dla urządzenia typu ADR, oraz zakres czasowy tej rejestracji.

Standardy zaproponowane w Unii Europejskiej wskazują, że pamięć urządzenia EDR powinna zapewnić zapisanie przebiegu trzech zdarzeń [3]. Zgromadzona w ten sposób ilość danych nie będzie miała znaczącego wpływu na rozmiar niezbędnej pamięci urządzenia (a tym samym na jego koszt), natomiast jest wystarczająca z punktu widzenia ewentualnego dochodzenia. Łączny czas trwania zapisu powinien obejmować zakres 45 s: 30 s przed i 15 s po aktywowaniu wyzwalacza. Dla rekonstrukcji przebiegu wypadku i określenia jego przyczyn jest to czas wystarczający. Standardy NHTSA dla urządzeń ADR są w tym zakresie mniej wymagające: czas rejestracji jest określo-

- longitudinal acceleration a_x and crosswise acceleration a_y at the moment of the event occurrence ;
- the course of speeding up in the time $a_x(t)$ and $a_y(t)$ during the recording;
- the location of the vehicle determined by the GPS actuator;
- the type of the release which started the record;
- the time and date when the release worked;
- the status of the use/ action of outside lights, the stop light, indicators, sound signal;
- the activities performed by the driver (the style of driving, the use of the brake, the degree of the throttling valve opening);
- the monitor of the work of air bags, seat-belt tensioners;
- the monitor of support systems (ABS, ESP, BAS etc.);
- kinds of defects which occurred prior to the occurrence of the event stored in the EOBD memory.

The following data can also be helpful for the purpose of reconstructing the course of events:

- determining the location after the collision;
- VIN of the vehicle;
- driver's data;
- record from cameras of deck monitoring (if such a monitoring works).

Table 1 presents kinds of data registered by EDR as well as the time when the registration was carried out. The following time periods in which data are registered can be distinguished: the early phase before the collision – it ranges from -30s to -5s before the collision; the phase before the collision – it ranges from -5s before the collision to the collision itself ($t=0$ s); the collision – the phase ranges from -0,04s before the collision to 0,25s after the collision; the phase after the collision – it ranges from the moment of the collision to 5s after the collision; the late phase after the collision – it lasts from 5s to 10s after the collision. The standard of registration proposed in [4] determines requirements connected with the quality of the record and the measuring range of sensors. For acceleration sensors it should equal $\pm 2g$, and the sampling rate for early and late collision phases should equal 10 Hz – like for the majority of parameters registered by EDR, whereas in the phases before and after the collision it should equal 25 Hz (in these phases the majority of parameters are sampled at such frequency). As for the sensor registering the collision, its measuring range should equal $\pm 50g$, whereas the sampling rate should equal 250 Hz.

For the purpose of comparing European and American registration standards, the set of data for ADR as well as the time range of the registration were also presented in table 1.

The standards proposed in the European Union show that the memory of EDR should ensure the recording of the courses of three events [3]. The amount of data gathered in this way will not have a significant effect on the size of necessary memory of the device (and hence on its cost), however it will be sufficient from the point of view of the possible investigation. The total duration of the registration should be 45 s : 30 s before and 15 s after the activation of the release. Such period of time is sufficient to reconstruct the course of the accident and describe the reasons why it happened. The NHTSA standards for ADR are less demanding in this area: the registration time is determined to be 10 s and it comprises only the situation before the accident. The registration of data consists in overwriting them on the data which have been registered earlier and

ny na 10 s, przy czym obejmuje on tylko sytuację przedwypadkową. Rejestracja danych odbywa się tak, że nadpisywane na wcześniej zarejestrowanych informacjach i je kasują. Dochodzi do utraty wcześniej zgromadzonych informacji. Z uwagi na konieczność zabezpieczenia „istotnych” danych przed ich utratą, lub celowym wykasowaniem, konieczne jest ustalenie priorytetów dla poszczególnych inicjatorów zapisu. Zapewni to, że dane pochodzące np. z wypadku ze skutkiem śmiertelnym, których zapis zostanie zainicjowany przez nagłą, niewielką zmianę prędkości (potrącenie pieszego) nie zostaną zastąpiony przez nowe, które zostały zapisane po wyzwoleniu zapisu przez np. ręczną aktywację systemu eCall.

4. Wartość dodana EDR

Zaproponowane wytyczne dotyczące zakresu i rodzaju zapisywanych danych, oraz samej procedury uruchamiania zapisu, czynią z „europejskiego” rejestratora parametrów ruchu pojazdów urządzenie niezmiernie przydatne do zrozumienia okoliczności i przebiegu wypadku. Dzięki tym właśnie wytycznym urządzenia typu EDR mogą się stać bardzo czułymi detektorami potencjalnie niebezpiecznych zdarzeń drogowych. Nasuwa się więc oczywiste skojarzenie, by włączyć EDR do eCall, jako kluczowy element funkcjonowania systemu.

System eCall jest systemem powiadamiania o zaistnieniu wypadku drogowego. Jest to element inicjatywy na rzecz tzw. „inteligentnego samochodu”, której celem jest zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych, poprzez skrócenie czasu reakcji i dojazdu służb ratowniczych do miejsca wypadku [9,10]. Zgodnie z określeniem tzw. „złotej godziny”, jeśli czas od zaistnienia zdarzenia do udzielenia pomocy medycznej nie przekracza godziny, to szanse na przeżycie ofiar wypadku w sposób zdecydowany rosną. W związku z tym szybkie powiadomienie służb ratunkowych ma bardzo ważne znaczenie.

Istota funkcjonowania systemu eCall polega na automatycznym przesyłaniu informacji o zaistnieniu wypadku do centrum powiadamiania - PSAP (Public Safety Answering/Access Point), lub CPR (Centrum Powiadamiania Ratunkowego). Pojazd jest wyposażony w czujniki, które w przypadku przekroczenia granicznych wartości - np. przyspieszeń - generuje sygnał i wysyła do operatora wezwanie o pomoc. Kierowca, bądź pasażerowie samochodu mają również możliwość komunikacji głosowej z PSAP (CPR). System eCall opiera się na wykorzystaniu protokołu komunikacji GSM. Do tego celu wykorzystywany jest numer alarmowy 112. Lokalizacja pojazdu odbywa się za pomocą systemu GPS, lub Galileo, ale wykorzystywana może być również usługa E112, za pomocą której rozmówca jest lokalizowany wykorzystaniu mapy rozmieszczenia stacji bazowych sieci i historii logowania się do nich. Na rys. 2 przedstawiono schemat ideowy systemu.

Współpracujące razem, w ramach jednego systemu, eCall i pokładowy rejestrator parametrów ruchu działający w oparciu o standard EDR, mogą mieć znaczący wpływ na realizację celów przedstawionych w „Białej księdze transportu”. Zastosowanie rejestratora parametrów ruchu pojazdu zwiększy świadomość i odpowiedzialność kierowców, a wysoka czułość detektora umożliwi wykrycie nawet zderzeń z pieszymi. Istotnym zagadnieniem, które należy rozważyć przed wprowadzeniem obowiązku stosowania ww. urządzeń, są koszty jakie będzie musiał ponieść indywidualny użytkownik chcący korzystać

erasing them. The previously gathered information is lost. Because of the need to protect “essential” data against their loss or intentional erasing, it is necessary to establish priorities for particular initiators of the record. Thanks to them, data coming from the accident with the fatal effect, the recording, of which will be initiated by a sudden, slight change of the speed (hitting a pedestrian), will not be replaced by the new ones which are registered after the record has been freed e.g. by the manual activation of the eCall system.

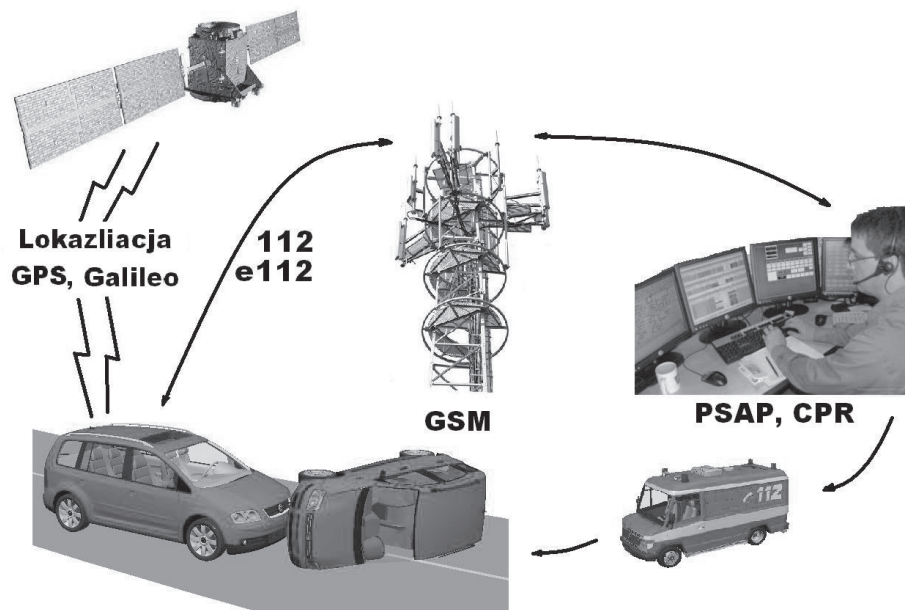
4. Value added of EDR

The suggested guidelines concerning the range and kind of data to be saved, and also the procedure of activating the record, make the “European” recorder of vehicle movement parameters a device which is extremely useful for understanding the circumstances and the course of the accident. Thanks to such guidelines, EDR type devices can become very sensitive detectors of potentially dangerous road events. Therefore, it is more and more obvious that EDR should be included in eCall as the key element of the functioning of the system.

eCall is the system which notifies of the occurrence of the road accident. It is a part of the initiative in favour of the so-called “intelligent-car” whose aim is to reduce the number of fatal victims of road accidents by means of shortening the time of reaction and waiting for the rescue services to come to the scene of the accident [9,10]. According to the term “the golden hour”, if the time between the occurrence of the event and applying medical aid does not exceed an hour, the chances of surviving for accident victims are growing considerably. Therefore, it is very important to notify rescue services as fast as possible.

The functioning of the eCall system consists in automatic transfer of information about the occurrence of an accident to the notification centre – PSAP (Public Safety Answering/Access Point) or CPR (Rescue Notification Centre). The vehicle is equipped with sensors which in the case of exceeding border values, e.g. of acceleration, generate the signal and send the call for help to the operator. It is also possible for the driver or the passengers to communicate with PSAP (CPR) verbally. The eCall system is based on the use of GSM communication protocol. The emergency number 112 is used for this purpose. The location of the vehicle is carried out with the use of GPS or Galileo systems but also E112 service can be applied – thanks to it the speaker is located with the use of the map showing the arrangement of network base stations and the history of logging in to them. In fig.2 the schematic diagram of the system is presented.

eCall and the deck recorder of movement parameters working according to the EDR standard and cooperating as parts of one system, can have a significant effect on the achievement of goals presented in the White Paper on Transport. Applying the recorder of vehicle movement parameters will increase the awareness and responsibility of drivers, and high sensitivity of the detector will even enable recognizing collisions with pedestrians. A significant issue that should be considered before the duty of applying the devices mentioned above is implemented is the cost which an individual user who wants to apply the



Rys. 2. Schemat ideowy systemu eCall

Fig. 2 The schematic diagram of eCall

z systemu. Zasadnym jest uwzględnienie tego problemu nie tylko w aspekcie wykorzystania ich w nowych pojazdach, ale również w samochodach, które już jeżdżą po drogach. Intencją autorów nie jest analiza czy zasadnym jest stosowanie, a rozważenie celowości wykorzystania w rejestratorze czujnika pomiarowego o zakresie pomiarowym $\pm 50g$. W zależności od roli, jaką w przyszłości rejestratory mają spełniać, jego wskazania można pominąć. Zadaniem tego czujnika jest monitorowanie wartości przyspieszenia i jego przebiegu w czasie, w trakcie samego zderzenia (zakres $-0,04$ s do $0,25$ s po zderzeniu) [3]. Z punktu widzenia zabudowania tego czujnika w rejestratorze, który nie współpracowałby z systemem eCall, nie jest on niezbędny i zwiększa w naszej opinii koszty urządzenia. Dla rekonstrukcji przebiegu wypadku drogowego i opiniowania na potrzeby wymiaru sprawiedliwości, wskazania o takim zakresie są mniej istotne. Dużo istotniejsze są dane dotyczące prędkości i przyspieszeń odczytanych w fazach wypadku innych niż samo zderzenie – w ruchu przed i powypadkowym. Są one niezmiernie pomocne w ocenie przyczyn zaistnienia zdarzenia, bądź stopnia przyczynienia się do niego przez uczestników. Zakres pomiarowy $\pm 2g$ akcelerometra wydaje się dla tych zastosowań wystarczający. Każdy zarejestrowany impuls wykraczający poza zakres pomiarowy może być natomiast interpretowany jako zderzenie.

Informacje zarejestrowane przy wykorzystaniu akcelerometra o zakresie $\pm 50g$ mogą być przydatne w określeniu czynników działających na organizm kierowcy bądź pasażera w chwili wypadku i ich późniejszej korelacji z obrażeniami. Na ich powstanie ma bowiem wpływ przeciążenie, prędkość i kierunek uderzenia. Wskazania te mogą zatem zostać wykorzystane przez PSAP (CPR) do ustalenia przewidywanych obrażeń wśród uczestników zdarzenia i rozmiaru wypadku. W tym kontekście zastosowanie tego czujnika jest uzasadnione, jednak warunkiem jest współpraca EDR z eCall w ramach jednego systemu.

system will have to pay. It is important to consider this problem not only in the aspect of applying recorders in new vehicles but also in cars which are already in use. The intention of the authors is not to analyze if their use is essential but to consider the purposefulness of using the measuring sensor with the measuring range of $\pm 50g$ in the recorder. Depending on the role the recorders are supposed to play in the future, the indications of the sensor can be omitted. Its function is to monitor the value of acceleration and its course in time during the collision itself (range from $-0.04s$ to $0,25s$ after the collision) [3]. From the point of view of building such a sensor into the recorder which would not cooperate with the eCall system, it is not essential and it only increases the cost of the device. Indications in such a range are less significant in reconstructing the course of the road accident and giving opinions which are to be used by the judiciary. Data concerning speed and acceleration registered in the phases of the accident other than the event itself, i.e. in car movement before and after the accident, are much more significant. They are extremely helpful in estimating the reasons why the event occurred or stating to what degree the participants contributed to it. The measuring range of the accelerometer $\pm 2g$ seems sufficient for these applications. However, each registered impulse going beyond the measuring range can be interpreted as a collision.

Information registered with the use of the accelerometer with the range of $\pm 50g$ can be useful in determining factors affecting the body of the driver or the passenger at the moment of the accident. They also determine their later correlation with injuries which are influenced by overload, speed and the direction of impact. The indications can be used by PSAP (CPR) to make a list of predicted injuries among event participants and also to state the size of an accident. In this context, the use of the sensor is necessary but on condition that EDR and eCall cooperate within one system.

5. Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych materiałów dotyczących urządzeń rejestrujących stosowanych w pojazdach samochodowych, nasuwają się następujące uwagi i spostrzeżenia:

- wykorzystanie pokładowych urządzeń rejestrujących w pojazdach samochodowych jest jedną z wielu możliwości poprawy poziomu bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Możliwości te obejmują zarówno bezpieczeństwo kierowcy i pasażerów jak i niechronionych użytkowników dróg.
- coraz szersze stosowanie rejestratorów w pojazdach jest związane realizacją w wielu krajach badań związanych z poprawą BRD oraz wprowadzaniem coraz bardziej rygorystycznych wymagań prawnych w tym zakresie.
- rosnące rozpowszechnienie urządzeń rejestrujących parametry charakteryzujące parametry pracy pojazdów samochodowych, jest związane z szybkim rozwojem technik informatycznych i telekomunikacyjnych. Rezultatem tego rozwoju jest zarówno miniaturyzacja przyrządów pomiarowych jak i obniżanie kosztów ich wytwarzania a więc i cen.
- należy rozważyć zasadność wykorzystania czujnika przyspieszenia o zakresie pomiarowym +/- 50g w rejestratorze, który nie współpracuje z eCall.
- współdziałanie urządzeń rejestrujących parametry ruchu pojazdu EDR wraz z eCall w ramach jednego systemu dostarczy operatorom PSAP (CPR) narzędzi wspomagających przy podejmowaniu decyzji i pozwoli na zwiększenie niezawodności działania służb ratunkowych.

6. References

1. COM(92) 494 z 2 grudnia 1992 r.: „Przyszły rozwój wspólnej polityki transportowej”.
2. COM(2001) 370 z 12 września 2001 r.: „Europejska polityka transportowa na 2010 r.: czas na decyzję”. Biała Księga Transportu.
3. „Vehicle Event Recording based on Intelligent Cash Assessment. Veronica II: Final Report” (2009).
4. „Cost-benefit assesment and prioritisation of vehicle safety Technologies”. European Commision Directorate Energy and Transport: Final Report (2005).
5. COM(2006) 314 z dnia 22.6.2006: „Utrzymać Europę w ruchu - zrównoważona mobilność dla naszego kontynentu. Przegląd średniookresowy Białej Księgi Komisji europejskiej dotyczącej transportu z 2001 r.
6. <http://www.gambit.fril.org.pl/> - Materiały poseminaryjne.
7. Guzek M. Metody wyznaczania błędów obliczeń w analizie wybranych sytuacji przedwypadkowych w ruchu drogowym. Warszawa: Rozprawa doktorska, 2002.
8. Krystek R. Międzynarodowe Seminarium Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2008. Gdańsk: Materiały konferencyjne VII Międzynarodowego Seminarium Bezpieczeństwa Drogowego, 23-25 kwietnia 2008.
9. KOM (2006) 723 z 23.11.2006r.: „Nowe impulsy dla systemu eCall – Plan działania (Trzeci komunikat na temat e-Bezpieczeństwa)”.
10. KOM(2009) 434 z 21.08.2009r.: ”eCall: czas na wdrożenie”.

5. Conclusions

On the basis of presented materials concerning recorders applied in automotive vehicles, the following conclusions can be drawn:

- the use of deck recorders in automotive vehicles is one of the possibilities to improve the level of safety in road traffic. The possibilities comprise the safety of the driver and passengers as well as unprotected road users.
- the wider use of recorders in vehicles is connected with the fact that research concerning the improvement of BRD is carried out in many countries and more and more strict legal requirements in this area are introduced.
- the growing spread of devices registering parameters characterizing the operation of automotive vehicles is connected with the fast development of computer and telecommunications techniques. The result of such a development is both the miniaturization of measuring devices and the reduction of the costs of their manufacturing which leads to the reduction of their prices.
- the need to use the acceleration sensor with the measuring range of +/- 50g in the recorder which does not cooperate with eCall should be considered.
- the cooperation of devices recording car movement parameters EDR and eCall within one system will provide PSAP (CPR) operators with some tools supporting them in making decisions and will enable the increase in the reliability of rescue services.

Prof. dr hab. inż. Jerzy MERKISZ

Instytut Silników Spalinowych i Transportu
Politechnika Poznańska

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

e-mail: jerzy.merkisz@put.poznan.pl

Mgr inż. Sławomir TARKOWSKI

Katedra Pojazdów Samochodowych
Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin

e-mail: s.tarkowski@pollub.pl
