

Grzegorz KORALEWSKI, Rafał WRONA

## MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SAMOCHODOWYCH CZARNYCH SKRZYNEK W ANALIZIE ZDARZEŃ DROGOWYCH

*W artykule wskazano na zauważalny wzrost zainteresowania w obecnym czasie wykorzystaniem „czarnych skrzynek” w przemyśle motoryzacyjnym. Stosowane jako urządzenia rejestrujące parametry ruchu pojazdu są wykorzystywane w różnym celu. Mogą być przydatne podczas spornych kwestii pomiędzy producentem a użytkownikiem samochodu, pomiędzy użytkownikiem pojazdu a ubezpieczycielem czy podczas rozstrzygnięcia o przyczynie zdarzeń drogowych. Artykuł zawiera rodzaje i przykłady „czarnych skrzynek” samochodowych oraz wskazuje na praktyczne możliwości wykorzystywania ich zapisów.*

### WSTĘP

Aktualnie zwiększa się pakiet wyposażenia samochodów nie tylko w systemy bezpieczeństwa biernego i czynnego, ale także w urządzenia rejestrujące parametry ruchu i warunki pracy układów sterujących i monitorujących ruch pojazdów na drodze. Przykładem takich urządzeń są kamery i video rejestratory oraz „czarne skrzynki” samochodowe. Te ostatnie pozwalają rejestrować wybrane parametry ruchu pojazdów podczas ich kolizji i wypadków drogowych. Zapisane parametry ruchu pojazdu umożliwiają ocenę rzeczywistej sytuacji drogowej przed, podczas i po zaistniałym zdarzeniu. Parametry te są mocnym dowodem na to, jak reagował kierowca i jak zachowywał się pojazd podczas zaistniałego wypadku. Materiał dowodowy w postaci zapisu z rejestratora pozwala policji, rzeczoznawcom i biegłym sądowym z zakresu ruchu drogowego wskazać przyczynę lub przyczyny zaistniałego zdarzenia drogowego [3,4,6].

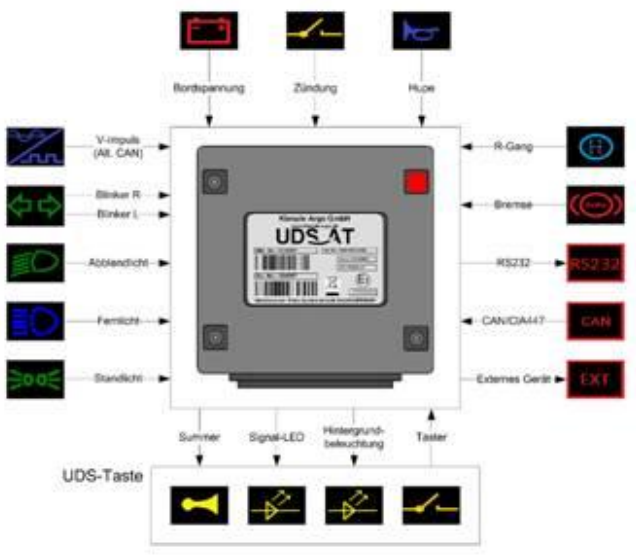
Stosowane w lotnictwie od ponad 50 lat urządzenia typu (FDR-Flight Data Recorder i CVR – Cockpit Voice Recorder) w sposób ciągły rejestrują parametry lotu i monitorują stan zespołów i elementów statku powietrznego oraz zapisują także głos i obraz z kabiny pilotów [1].

Zarejestrowane przez czarne skrzynki parametry znacząco pozwalają określić przyczynę katastrofy. Powyższe doświadczenia stały się przesłanką do wykorzystania czarnych skrzynek w samochodach, których elektroniczne jednostki sterujące pracą silnika, układu kierowniczego i hamulcowego oraz systemu uruchamiania poduszek powietrznych umożliwiają zgromadzić liczne informacje na temat wypadku. Analiza współczesnych zdarzeń drogowych bazuje głównie na dowodach rzeczowych jak: protokół oględzin miejsca, szkic i dokumentacja fotograficzna z miejsca wypadku oraz oględziny pojazdów uczestniczących w zdarzeniu, nie pozwala na realną ocenę zachowania się pojazdu i kierowcy po powstaniu zagrożenia drogowego oraz podczas ich zderzenia, a nadto po zaistniałym zdarzeniu. Zbierany nadto w toku czynności dochodzeniowych osobowy materiał dowodowy bywa często wielowersyjny, a w przypadku śmierci kierowcy niemożliwy do pozyskania informacji na temat przebiegu wypadku. Zatem w przypadku braku urządzeń rejestrujących parametry ruchu pojazdów informacje pozyskujemy na podstawie śladów i zniszczeń wypadkowych pojazdów oraz na podstawie po zderzeniowego położenia uczestników zdarzenia drogowego. Nadto współcześnie gromadzony materiał

dowodowy umożliwia ustalenie parametrów otoczenia jak: stan drogi, temperatura i ciśnienie powietrza oraz wilgotność w miejscu zdarzenia. Powyżej zebrane informacje na temat przebiegu wypadku mogą się być niewystarczające dla ustalenia przyczyny zaistniałego wypadku drogowego. Powyżej zebrane informacje szczególnie nie pozwalają na ocenę poprawności podejmowanych działań obronnych przez kierującego po rozpoznaniu zagrożenia drogowego oraz reakcji pojazdu na ewentualne zmiany techniki i taktyki jazdy wywołane reakcją kierującego, na powstałe zagrożenie drogowe [4,5].

### 1. KRÓTKA HISTORIA ROZWOJU SAMOCHODOWYCH CZARNYCH SKRZYNEK

Pierwszymi urządzeniami rejestrującymi parametry ruchu pojazdów były tachografy, najpierw analogowe następnie cyfrowe, a ich stosowanie zostało uregulowane aktami prawnymi. Ich zastosowanie dotyczy budowy i wyposażenia samochodów ciężarowych o masie całkowitej powyżej 3,5 tony i autobusów. Zabudowane w pojazdach pierwsze tachografy pozwalały najpierw rejestrować prędkości samochodów oraz prędkości obrotowe wału korbowego silnika i były już stosowane w USA na początku lat 80-tych XX wieku. Cyfrowe tachografy samochodowe pozwalały nadto na rejestrację: czasu podróży i postoju, zużycie paliwa, obciążenie, mogły także rejestrować nagłe hamowanie lub przyspieszenie pojazdu. Były to pierwsze urządzenia rejestrujące parametry ruchu pojazdów typu EDR (Event Data Recorder). Powyższe zapisy z tych urządzeń umożliwiały ocenę zachowań kierowcy oraz sposobu wykorzystania pojazdów. Rozwój elektronicznych układów sterujących pracą silnika, układów wspomagających kierowcę w bezpiecznym kierowaniu pojazdem takich jak: ABS/ASR/ESP i BAS oraz innych spowodował potrzebę, zastosowania komputerowych systemów rejestracji, akwizycji i przetwarzania danych wykorzystywanych także w diagnostyce pojazdów (systemy OBD), zbieranych za pomocą magistrali CAN. Zastosowane systemy komputerowe rejestrują nadto informacje o awarii elementów i podzespołów oraz inne informacje np. o potrzebie wymiany oleju lub filtra sadzy. EDR-y stosowane w pojazdach, przypominające „czarne skrzynki” samolotu pojawiły się pod koniec lat 90-tych XX wieku. Są to urządzenia posiadające angielską nazwę ADR (Accident Data Recorder) lub niemiecką UDS (Unfalldatenspeicher) zwane jako EDR-y typu II. Schemat działania rejestratora UDS wskazano na rys.1.



Rys. 1. Rejestrator typu UDS [7]

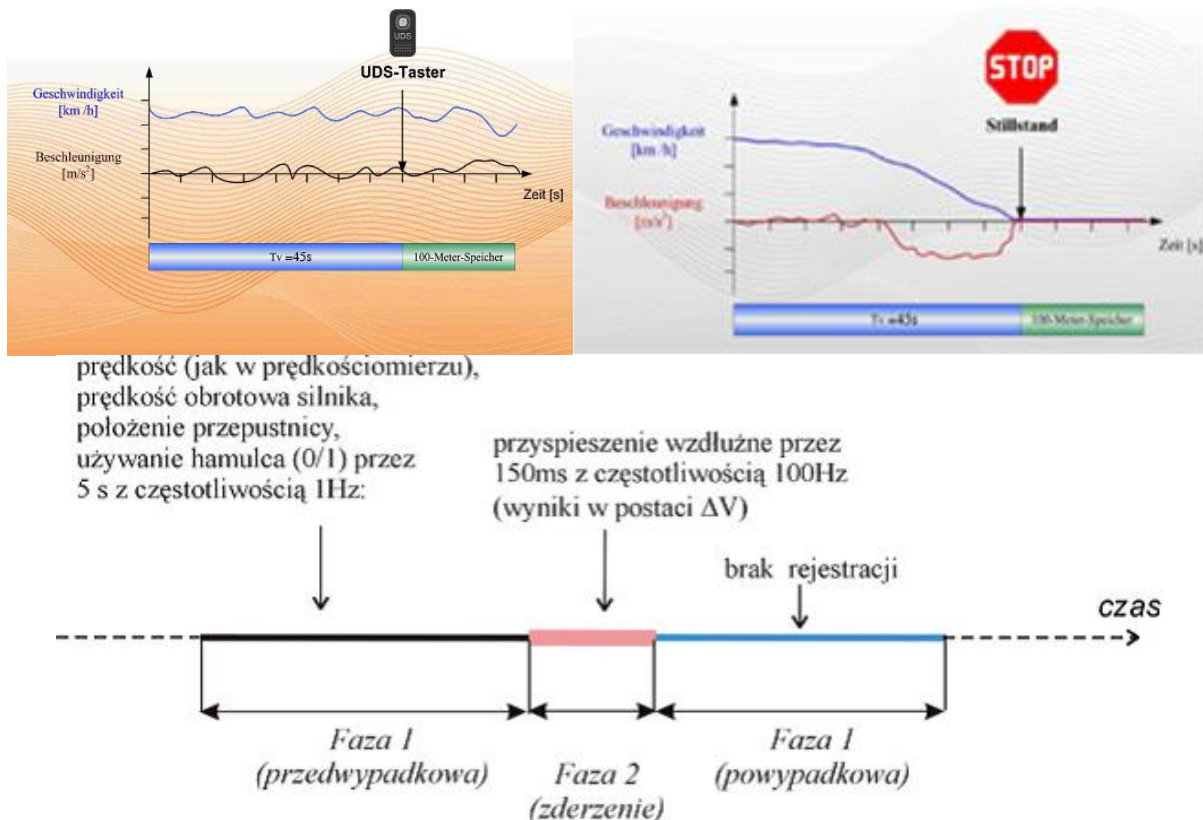
W sensie prawnym zakres działania czarnych skrzynek typu ADR nie jest precyzyjnie określony. Prowadzone w USA pod auspicjami NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) prace na możliwość stosowania czarnych skrzynek w samochodach doprowadziły do opracowania dokumentu, który nie nakłada obowiązku wyposażenia pojazdów w rejestratory typu ADR ale zaleca je stosować. W dokumencie tym informuje się, że minimalnie wymaga się rejestracji 15 parametrów dotyczących głównie bezpieczeństwa pojazdu oraz jego ruchu. Nadto zostały określone normą IEEF 1616-2004 wymagania dotyczące zapisu, przechowywania i odczytu danych z ADR. Aktualnie w USA szacuje się, że 96% pojazdów posiada „czarne skrzynki”. W Europie największe zainteresowanie wykorzystaniem ADR wykazuje Wielka Brytania,

Niemcy i Włochy. Unia Europejska wprowadziła regulacje, które nakazują montowanie czarnych skrzynek we wszystkich nowych samochodach od 31 marca 2018 roku. Akt dotyczy wszystkich pojazdów rejestrowanych na terenie UE, które będą musiały mieć satelitarną czarną skrzynkę wyposażoną w system alarmowy umożliwiający automatyczne połączenie z nr 112. Nadto już w 2017 roku, chociaż nie jest wymagane prawem, szacuje się, że systemy te będą zbierać dane z około 44 milionów urządzeń. W Polsce można kupić „czarną skrzynkę” za około 900 zł plus koszt montażu, która rejestruje 12 sekund przed wypadkiem, w czasie wypadku i 8 sekund po zdarzeniu. Firma Honda oferuje „czarną skrzynkę” za około 500 dolarów, która oprócz parametrów ruchu pojazdu zapisuje video i audio sytuacji kolizyjnej pojazdu.

## 2. ZASADA PRACY I WYKORZYSTANIE ZAPISÓW SAMOCHODOWYCH „CZARNYCH SKRZYNEK”

Jednym z pierwszych przykładów urządzeń rejestrujących parametry ruchu pojazdów i wykorzystania ich do odtworzenia przebiegu wypadku był rejestrator SDM (Sensing Diagnostic Module) stosowany w latach 90 poprzedniego wieku przez firmę GM w sterownikach działania poduszek powietrznych. Wykorzystano w nim sygnały z czujnika przyspieszenia wzdłużnego pojazdu jako funkcji przebiegu wypadku. Elektroniczny układ po scalkowaniu przebiegu przyspieszenia wzdłużnego podczas kolizji zapamiętywał zmiany prędkości ( $\Delta V$ ) z krokiem co 10 ms. Nadto układ zapamiętywał zapis kilku parametrów z 5 sekund przed zderzeniem z krokiem co 1 s. tj. prędkość pojazdu z szybkościomierza, prędkość obrotową wału korbowego silnika, położenie przepustnicy, użycie hamulca przez kierowcę i zapięcie pasów bezpieczeństwa [1].

EDR (Event Data Recorder) zwana „czarną skrzynką” rejestruje parametry ruchu pojazdu, które mogą być przydatne podczas ustalania przyczyn wypadku drogowego. Zarejestrowane parametry

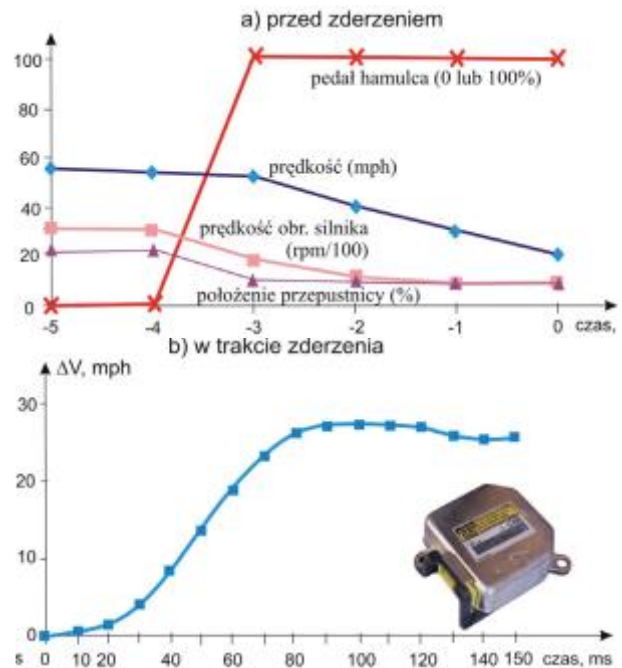


Rys. 2. Schemat procesu rejestracji wypadku w urządzeniu SDM [1,7]

mogą pomagać ubezpieczycielowi, policji lub sądowi w ustaleniu, który z uczestników wypadku jest za niego odpowiedzialny. Urządzenie zabudowane jest najczęściej pod pokrywą silnika z przodu pojazdu, a kamera w pobliżu wstecznego lusterka wewnętrznego samochodu. Jest to puszka o wymiarach pudełka z kartami w twardej odpornej na wstrząsy obudowie. Podczas uruchomionego pojazdu urządzenie rejestruje parametry ruchu pojazdu zazwyczaj kilka sekund przed wypadkiem, podczas zderzenia i kilka sekund po zderzeniu, łącznie parametry są rejestrowane nawet do 2 minut. Informacje w czarnej skrzynce przechowywane są w pamięci EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) pracuje gdy czarna skrzynka jest zasilana. W przypadku awarii instalacji elektrycznej brak jest możliwości zapisu parametrów. Zazwyczaj EDR rejestruje następujące parametry: prędkość i przyspieszenie samochodu, parametry hamowania, typ drogi, czas pomiaru i data, prędkość obrotową wału korbowego silnika, ustawienie osi kół, stan poduszek powietrznych, włączenie oświetlenia zewnętrznego itp. Dostęp do danych może mieć ubezpieczyciel pojazdu, policja i producent samochodu.

### 3. PRZYKŁADY ZAPISÓW Z SAMOCHODOWYCH CZARNYCH SKRZYNEK

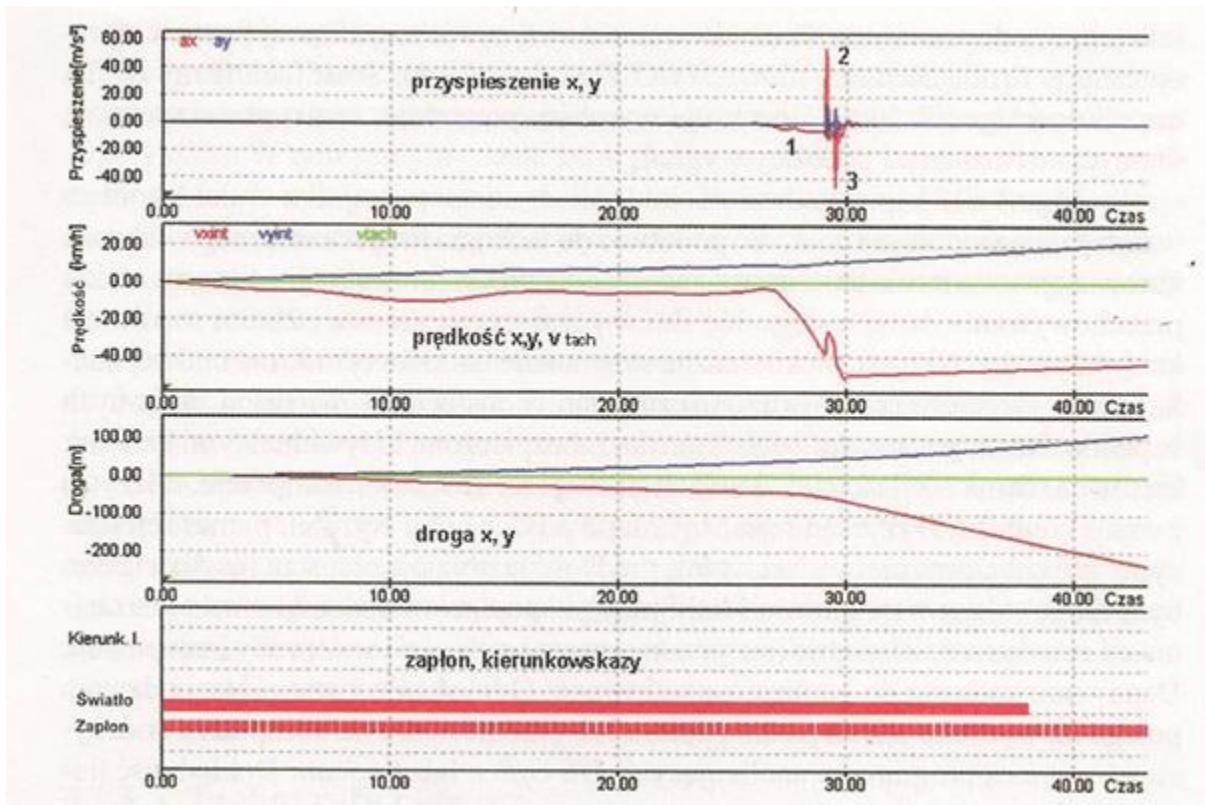
Przykładowe zapisy samochodowych czarnych skrzynek zilustrowano na załączonych rysunkach. Rys. 3 przedstawia zapis z urządzenia SDM w fazie poprzedzającej zderzenia oraz w trakcie zderzenia. Natomiast na rys. 4 zamieszczono wydruk z urządzenia UDS. Urządzenie rejestruje następujące parametry ruchu pojazdu: włączenie zapłonu, użycie hamulca, włączenie kierunkowskazów, fakt świecenie się świateł głównych i pozycyjnych pojazdu, przyspieszenie wzdłużne i poprzeczne pojazdu, prędkość pojazdu, kąt obrotu pojazdu i czas.



Rys. 3. Przykładowe rejestracje urządzenia SDM [1]

### 4. PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE ZAPISÓW SAMOCHODOWYCH CZARNYCH SKRZYNEK

Aby skorzystać z zapisów „czarnych skrzynek” w 15 stanach Ameryki Północnej wymagane jest zgoda właściciela lub nakaz sądowy. Zapisy te mogą być mocnym dowodem w sprawie zaistniałego zdarzenia drogowego. W 2011 roku Vice Gubernator Stanu Massachusetts został zatrzymany za przekroczenie dopuszczalnej prędkości jazdy z uczestnictwem w wypadku. Kierujący stwierdził w wyjaśnieniach, że poruszał się z prędkością dopuszczalną. Zapisy EDR dowiodły, że V-ce Gubernator jechał z prędkością około 170



Rys. 4. Wydruk parametrów ruchu pojazdu z urządzenia UDS [2]



km/h i bez zapiętych pasów, co skończyło się dymisją V-ce Gubernatora.

W 2014 roku zginął w USA, Stan Wirginia 20-letni kierujący samochodem marki Pontiac G5. Wówczas dane z czarnej skrzynki samochodu Pontiac G5 były podstawą do pozwu przeciwko firmie General Motors za wyprodukowanie wadliwej stacyjki zapłonu. Skutkiem procesu sądowego była wymiana wadliwych stacyjek w 4,5 milionach samochodów marki GM na koszt producenta.

Następny przykład dotyczy właściciela samochodu osobowego marki Volvo S60, który reklamował u dealera firmy swój pojazd po upływie zaledwie 9 miesięcy użytkowania. Jako przyczynę podał podwyższoną głośność pracy skrzyni biegów i drgania podczas przyspieszania samochodu. Gwarant posiłkował się biegłym rzeczoznawcą samochodowym, który po przeprowadzeniu badań na podnośniku i podczas próby drogowej, potwierdził nieprawidłowości zgłoszone przez użytkownika. Z uwagi na to, że właściciel pojazdu oczekiwał wymiany samochodu na wolny od wad, a auto było objęte gwarancją, gwarant wykorzystał zapis czarnej skrzynki. Po odczytaniu zarejestrowanych parametrów okazało się, że samochód uczestniczył w zdarzeniu drogowym, podczas którego pojazd uderzył prawym przednim kołem o twardą przeszkodę (prawdopodobnie o wysoki krawężnik). Poddano gruntownym badaniom z udziałem biegłego poddano prawe przednie koło z zawieszeniem i półosią napędową. Okazało się, że tarcza koła prawego przedniego nosiła ślady spawania, zaś stabilność obrotowa prawej przedniej półosi napędowej została naruszona. Po okazaniu użytkownikowi ujawnionych uszkodzeń zrezygnował on z roszczeń przeciwko dealerowi firmy Volvo i przyznał się do tego, że kierowany przez niego pojazd uczestniczył w zdarzeniu drogowym, którego skutkiem było uderzenie prawego koła przedniego o krawężnik jezdni.

Kolejny przykład dotyczy wypadku drogowego z udziałem dwóch samochodów, tj. ciężarowego i osobowego. W postanowieniu o powołanie biegłego rzeczoznawcy sformulowano zadanie, które miało wyjaśnić przyczynę zaistniałego zdarzenia i wskazanie sprawy. Z materiału dowodowego wynikało, że do zdarzenia doszło w 2016 roku na drodze krajowej, a miejscem zdarzenia był płaski i prosty odcinek drogi, której asfaltowa dwukierunkowa jezdnia miała szerokość 7,0 m, do której przylegały utwardzone pobocza o szerokość po 1,8 m każde. Do wypadku doszło na obszarze niezabudowanym o dopuszczalnej prędkości jazdy 90 km/h. Podczas zaistniałego zdarzenia było słonecznie, bez opadów i mgły oraz temperaturze otoczenia 24°C. Nawierzchnia jezdni była sucha, czysta i gładka. Na chwilę przed wypadkiem przy osi jezdni zatrzymał się kierujący ciągnikiem samochodowym marki Scania, sprzęgniętym z naczepą Schmitz, który nosił się z zamiarem skrętu w lewo na parking. Zatrzymanie się w/w pojazdu członowego wynikało z potrzeby ustąpienia pierwszeństwa innemu pojazdowi nadjeżdżającemu z naprzeciwka. Podczas oczekiwania samochodu ciężarowego na skręt, w tylne prawe naroże obciążonej 23 tonowym ładunkiem naczepy Schmitz uderzył jadący za nim samochód Mazda 6.



**Rys. 5. Uszkodzenia pojazdów**

W wyniku dynamicznego uderzenia samochodu osobowego w naczepę zmarł 26-letni kierujący samochodem Mazda 6. Uszkodzenia pojazdów zilustrowano na rys.5. Kluczowe znaczenie dla zaistnienia wypadku miał: prędkość samochodu Mazda i oświetlenie tylne naczepy, a dokładniej czas i świecenie się tylnego lewego kierunkowskazu w naczepie. Z uwagi na fakt, iż jedynym świadkiem zdarzenia był kierujący ciągnikiem samochodowym marki Scania, badaniom specjalistycznym poddano żarówki wybudowane z tylnej lewej strony naczepy. Badania wykazały, że żarówki światła pozycyjnego i kierunkowskazu mogły świecić podczas zaistniałego zdarzenia. W tym miejscu należy dodać, że fakt ewentualnego świecenia się tylnego lewego kierunkowskazu w naczepie nie jest wystarczający, ponieważ istotny jest czas ich włączenia i świecenia się przed zderzeniem. Z uwagi na to, że ujawniono ślad hamowania lewych tylnych kół naczepy o długości 1,5 m, przed miejscem zatrzymania się pojazdu członowego, należało rozważyć problem ewentualnego nagłego zatrzymywania się samochodu ciężarowego przy osi jezdni. Powyżej określone kwestie są na gruncie dotychczasowych dowodów trudne do potwierdzenia lub odrzucenia. Niezwykle pomocnym byłaby tu czarna skrzynka gdyby takowa była w samochodzie Scania. Pozwoliłoby to ocenić proces hamowania samochodu ciężarowego przed zatrzymaniem się jak i czas włączenia i okres świecenia się lewego kierunkowskazu w pojeździe członowym. Nadto istnienie czarnej skrzynki w samochodzie Mazda 6 pozwoliłoby ocenić parametry ruchu pojazdu i prędkość zderzeniową. Było to tym bardziej istotne ponieważ ustalono, że na chwilę przed uderzeniem samochodu Mazda w naczepę, kierujący tym pojazdem wyprzedzał inny nieznanymi samochód osobowy. Możliwe do ustalenia okoliczności zaistniałego zdarzenia pozwoliły na sformułowanie jedynie wniosku, iż sprawcą zdarzenia był kierujący samochodem Mazda 6, który nie dostosował prędkości i nie utrzymał bezpiecznego odstępu od zatrzymanego na jezdni samochodu Scania z naczepą Schmitz.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań dotyczących możliwości wykorzystania czarnych skrzynek w analizie zdarzeń drogowych można sformułować wnioski, że informacje pozyskane z czarnych skrzynek są bardzo pomocne i przydatne w:

- ustalaniu ewentualnych wykroczeń i przestępstw drogowych,
- określeniu uchybień produkcyjnych decydujących o bezpieczeństwie drogowym,
- wyjaśnianiu prób wyłudzenia odszkodowań,
- ustalaniu okoliczności i parametrów ruchu pojazdu uczestniczącego w zdarzeniu drogowym.

Uzasadnione jest zatem zabudowanie czarnych skrzynek i prawne ich stosowanie w wyposażeniu każdego pojazdu samochodowego z uwagi na powyższe oraz na to, że ich obecność w samochodzie może podnieść kulturę jazdy i bezpieczeństwo na drodze.

Zarejestrowane w czarnych skrzynkach parametry mogą być bardzo pomocne w ustaleniu przyczyn zaistniałych zdarzeń drogowych oraz możliwe do wykorzystania w ubezpieczeniu pojazdów i rozliczaniu szkód komunikacyjnych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Guzek M., Samochodowe „czarne skrzynki” jako urządzenia wspomagające analizę przebiegu wypadku drogowego. Zeszyty Naukowe PW, Transport 2012.
2. Prochowski L., Unarski J., Wach W., Wicher J., Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych WKiŁ Warszawa 2008 r.
3. Opracowanie zbiorowe: Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego IES, Kraków 2010 r
4. Wrona J. Wrona R., Wyprzedzanie jako szczególnie niebezpieczny manewr drogowy. Autobusy nr 7-8/2012.
5. Wicher J., Pojazdy samochodowe. Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. WK i Ł Warszawa 2004 r.
6. Koralewski G., Wrona R., Wykorzystanie zapisów kamer video w rekonstrukcji zdarzeń drogowych. Autobusy 6/2016.
7. [www.drabpol.pl](http://www.drabpol.pl).

## Possibilities of using car crash recorders in analyzing road events

*The article indicates the noticeably increasing current interest in using crash recorders in motorization industry. Applied as devices recording vehicle movement parameters, they are used for different purposes. They can be useful in litigations between the manufacturer and user of a car, between the car user and the insurer, or when the causes of road accidents are resolved. The article contains kinds and examples of car crash recorders. It also indicates practical possibilities of taking advantage of their records.*

Autorzy:

dr hab. inż. **Grzegorz Koralewski** – Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych w Dęblinie Wydział Bezpieczeństwa Narodowego i Logistyki, [g.koralewski@wsosp.pl](mailto:g.koralewski@wsosp.pl)

dr inż. **Rafał Wrona** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii, [r.wrona@pollub.pl](mailto:r.wrona@pollub.pl)