

Edyta ZIELIŃSKA, Adam SADOWSKI

# ANALIZA WPŁYWU SYSTEMÓW, URZĄDZEŃ I ELEMENTÓW SAMOCHODÓW NA BEZPIECZEŃSTWO UCZESTNIKÓW RUCHU DROGOWEGO

*Treścią artykułu była klasyfikacja i charakterystyka systemów bezpieczeństwa w pojazdach samochodowych. Przedstawiono znaczenie systemów bezpieczeństwa biernego i czynnego. Omówiono rozwój systemów bezpieczeństwa wdrażanych w pojazdach marki Audi A4, BMW serii 3 oraz Mercedes-Benz klasy C. Pojazdy te porównano ze sobą w zakresie oferowanego poziomu ochrony kierowcy i pasażera podczas zderzenia czołowego, w zakresie poziomu ochrony kierowcy podczas zderzenia boczego z innym autem oraz w zakresie poziomu ochrony kierowcy podczas zderzenia boczego ze słupem.*

## WSTĘP

Zapotrzebowanie na systemy bezpieczeństwa w samochodach spowodowane było dynamicznym rozwojem motoryzacji, a szczególnie stale wzrastającą liczbą pojazdów eksploatowanych na drogach. Ta duża liczba pojazdów przyczyniała się do stałego zwiększania natężenia ruchu na drogach i do coraz większej wypadkowości [1,5]. Niepokojące dane dotyczące ilości wypadków i kolizji drogowych spowodowały, że producenci branży motoryzacyjnej rozpoczęli prace zmierzające do poprawy tej niekorzystnej sytuacji. Wdrażane w ich pojazdach systemy zwiększały bezpieczeństwo kierowców, ich pasażerów, a nawet pieszych, chroniły przed wypadkiem oraz ograniczały skutki wypadków, do których niestety już doszło, tzn. zmniejszały ryzyko wystąpienia poważnych obrażeń u osób poszkodowanych.

Coraz większa świadomość właścicieli środków transportu drogowego o korzyściach wynikających z posiadania różnych systemów bezpieczeństwa w samochodzie spowodowała, że przedsiębiorstwa motoryzacyjne bardziej konkurują ze sobą w tym zakresie, oferując swoim klientom więcej interesujących opcji [3]. W celu zapewnienia bezpieczeństwa biernego w samochodach, producenci pojazdów oferują, np. wzmocnienia płyt podłogowych, sztywne belki łączące słupki przednie, wzmocnienie drzwi, natomiast w przypadku bezpieczeństwa czynnego zapewniają systemy ABS, ASR, ESP, BAS, ACC, BLIS, RSC, AFIL, AFS, ADA, TSR, TPMS, HHC.

## 1. PODZIAŁ SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA W POJAZDACH SAMOCHODOWYCH

### 1.1. Systemy bezpieczeństwa biernego

Systemy bezpieczeństwa biernego w samochodzie służą do ograniczenia skutków wypadku drogowego i dzielą się na [2]:

- systemy bezpieczeństwa biernego wewnętrznego - których celem jest zminimalizowanie prawdopodobieństwa wystąpienia uszczerbku na zdrowiu, zarówno u kierowcy jak i pasażerów oraz wzrost bezpieczeństwa przewożonych towarów,
- systemy bezpieczeństwa biernego zewnętrznego – których celem jest zminimalizowanie prawdopodobieństwa wystąpienia obrażeń, np. pieszych.

Do systemów bezpieczeństwa biernego należy zaliczyć również elementy energochłonne występujące w konstrukcji samochodów

osobowych [2]:

- wzmocnione płyty podłogowe (poprzeczki, tunel, podłużnice),
- sztywna belka łącząca boczne słupki przednie,
- podparte belki zderzaka, w celu pochłaniania siły zderzenia,
- pomocnicza rama podparcia silnika,
- montowanie silnika poprzecznie,
- poprzeczki w ramie tylnego zawieszenia samochodu, zwiększenie sztywności,
- system MICS (Minimum Intrusion Cabin System), połączenie elementów konstrukcji samochodu ze stali wysokiej wytrzymałości,
- wzmocnienia drzwi bocznych samochodów,
- wzmocnienia progów bocznych,
- bloczki piankowe w drzwiach,
- wzmocnienia słupków bocznych i dachowych.

W tabeli 1 wymieniono urządzenia funkcjonalne wchodzące w skład systemów bezpieczeństwa biernego w samochodzie wdrożone po 1990 roku.

**Tab. 1. Wybrane systemy bezpieczeństwa biernego [2]**

Nazwa urządzenia	Zadania	Firma i rok wdrożenia
Poduszki gazowe boczne	Zmniejszenie ryzyka urazów podczas zderzenia boczego	Volvo (1994)
Ograniczniki napięcia	Zmniejszenie nacisku pasa na klatkę piersiową	Renault (1995)
AHR (Active Head Restraint)	Ochrona przed uszkodzeniami kręgosłupa szyjnego	Saab (1997)
Tele-Aid-asystent	Automatyczne powiadomienie centrali policji o wypadku drogowym	Mercedes-Benz (1997)
Kurtyny powietrzne	Zmniejszenie ryzyka rozbicia głowy o szyby i słupki boczne	Volvo (1998)
Poduszki adaptacyjne	Zmniejszenie ryzyka urazów w wyniku kontaktu człowieka z poduszką gazową	Mercedes-Benz (1998)
ISOFIX (International Organisation for Standardisation)	Możliwość bezpiecznego przewożenia dzieci	Volvo (1999)
PRE-SAFE	Zmniejszenie obrażeń podczas wypadku drogowego	Mercedes-Benz (2002)
Poduszka chroniąca kolana	Zmniejszenie urazów nóg podczas zderzenia	Toyota (2003)
Poduszka chroniąca pieszego	Zmniejszenie obrażeń ciała pieszego podczas zderzenia pojazd-pieszcy	Volvo (2013)

## 1.2. Systemy bezpieczeństwa czynnego

Systemy bezpieczeństwa czynnego w samochodzie służą do ograniczenia ilości wypadków drogowych z innymi uczestnikami ruchu drogowego. Systemy te pozwalają kierowcy na podejmowanie indywidualnych działań, bezpośrednio przed wypadkiem. Do systemów bezpieczeństwa czynnego zaliczyć należy [4]:

- aktywne zawieszenie, doładowanie silnika,
- zróżnicowane przełożenia przekładni kierowniczej,
- wspomaganie układów kierowniczych,
- układy przeciwblokujące ABS, napęd na 4 koła,
- sterowanie na 4 koła, układy wspomagające hamowanie BAS,
- układy stabilizujące samochód podczas jazdy po łuku drogi ESP,
- układy przeciwpoślizgowe ASR,
- ogumienie niskociśnieniowe, całosezonowe, nisko-profilowe,
- automatyczną kontrolę regulacji ciśnienia w oponach.

Wpływ na bezpieczeństwo czynne pojazdu, mają również elementy, tj. [4]:

- asymetryczne światła, przekładnia różnicowa,
- wycieraczki i spryskiwacze szyb przednich i tylnych,
- regulacja kierownicy w pionie, poziomie i kąta pochylecia,
- ergonomiczne fotele, światła przeciwmglowe,
- widoczność w samochodzie, lusterka zewnętrzne i wewnętrzne.

W tabeli 2 wymieniono urządzenia funkcjonalne wchodzące w skład systemów bezpieczeństwa czynnego w samochodzie wdrożone po 1990 roku [2].

**Tab. 2. Wybrane systemy bezpieczeństwa czynnego [2]**

Nazwa urządzenia	Zadania	Firma i rok wdrożenia
Zawieszenie hydro-aktywne	Zapobiega bocznym wychyleniom nadwozia podczas jazdy	Citroen (1990)
ESP (Electronic Stability Program)	Zmniejsza ryzyko poślizgu kół oraz utraty stateczności pojazdu na łuku drogi	Mercedes-Benz (1995) BMW (1995) Toyota (1995)
BAS (Brake Assist System)	Wspomaga siłę nacisku kierowcy na pedał hamulca, zmniejsza drogę hamownia	Mercedes-Benz (1996)
ACC (Adaptative Cruise Control)	Może samoczynnie zahamować pojazd lub utrzymać dystans za samochodem jadącym z przodu	Toyota (2000) Mercedes-Benz (2000) BMW (2000)
BLIS (Blind Spot Information System)	Ostrzega kierowcę o innym aucie, które znajduje się w tzw. „martwym polu” wstecznego lusterka bocznego	Volvo (2001)
RSC (Roll Stability Control)	Umożliwia przyspieszenie bądź hamowanie a także jazdę na łuku drogi bez zagrożenia wystąpienia utraty stateczności	Volvo (2002) Ford (2002)
Noktowizja	Pozwala kierowcy widzieć pięć razy dalej niż przy użyciu konwencjonalnych świateł mijania	Volvo (2002)
AFIL (Lane Assist)	Zmniejsza ryzyko niezauważenia przez kierowcę nadjeżdżających z tyłu pojazdów podczas manewru zmiany pasa drogi	Citroen (2004)
AFS (Adaptive Front Lighting)	Polepsza widoczność kierowcy na zakrętach	General Motors (2004)
City Safety	Zatrzymuje samochód w przypadku wykrycia niebezpieczeństwa na drodze	Volvo (2006)
ACC plus (Adaptive Cruise Control)	Może zahamować pojazd lub utrzymać dystans za samochodem jadącym z przodu	Audi (2006)
ADA (Active Driver Assist)	Wspomaga siłę nacisku kierowcy na pedał hamulca	Subaru (2007)

**Tab. 2 c.d.**

TSR (Traffic Sign Recognition)	Pomaga kierowcy w zachowaniu obowiązujących przepisów drogowych	BMW (2008)
TPMS (Tire Pressure Monitoring System)	Pomaga kierowcom utrzymać ogumienie w odpowiednim stanie	Ford (2008) Toyota (2008) BMW (2008)
HHC (Hill Hold Control)	Zapewnia kierowcy czas na to, aby zdążył przełożyć nogę z dźwigni hamulca na dźwignię przyspieszenia	Subaru (2009)
System monitorowania koncentracji kierowcy	Zapobiega spadkowi koncentracji kierowcy	Volvo (2011)
City Safety	Zatrzymuje samochód jadący z prędkością powyżej 50 km/h w przypadku wykrycia niebezpieczeństwa na drodze, na które nie zareagował kierowca	Volvo (2013)

## 2. OCENA SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA W SAMOCHODACH WYBRANYCH PRODUCENTÓW

### 2.1. Rozwój systemów bezpieczeństwa na przykładzie pojazdów marki Audi A4, BMW serii 3, Mercedes-Benz klasa C

Rozwój systemów bezpieczeństwa w samochodach pokazano na przykładzie trzech modeli pojazdów marki Audi A4, BMW serii 3, Mercedes-Benz klasa C. Powodem wyboru tych pojazdów była ich duża popularność na rynku samochodów nowych i używanych. Są to pojazdy należące do tego samego segmentu, o nadwoziu sedan, posiadające dużą liczbę wcześniejszych generacji: Audi A4 - 5 generacji, BMW serii 3 - 6 generacji, Mercedes-Benz klasa C - 4 generacje. Dodatkowo, wszystkie poddane ocenie auta posiadają w standardzie napęd wyłącznie na jedną oś. W tabelach 3, 4 i 5 wymieniono wprowadzane od lat 90-tych XX w. systemy bezpieczeństwa do samochodów osobowych, oferowanych w wersjach podstawowych. Przedstawione w tych tabelach zmiany przyczyniły się głównie do zwiększenia gabarytów samochodów oraz w niektórych przypadkach do zmniejszenia strefy pasażerskiej pojazdów.

**Tab. 3. Kolejno wprowadzane systemy bezpieczeństwa w poszczególnych generacjach Audi A4 [2]**

Generacje	Systemy bezpieczeństwa oferowane w wersji podstawowej
I generacja (B5) (1994-2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ABS - system zapobiegający blokowaniu się kół</li> <li>– EBD - system zwiększający siłę hamownia</li> <li>– 2 poduszki powietrzne (kierowca i pasażer)</li> <li>– Trzypunktowe pasy bezpieczeństwa (przód i tył)</li> <li>– Napinacze przednich pasów bezpieczeństwa</li> <li>– System zagłówków foteli przednich</li> </ul>
II generacja (B6) (2000-2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wzmocnienie przedziału pasażerskiego, podłogi kontrolowanej strefy zgniotu</li> <li>– ESP - system stabilizujący tor jazdy</li> <li>– ASR - system zapobiegający poślizgowi kół napędowych</li> <li>– 6 poduszek powietrznych (kierowca, pasażer, kurtyny przód, poduszki w drzwiach przednich)</li> <li>– Ograniczniki napięcia wszystkich pasów bezpieczeństwa</li> </ul>
III generacja (B7) (2004-2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zastosowano tylko zewnętrzny facelifting samochodu</li> </ul>
IV generacja (B8) (2007-2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 8 poduszek powietrznych (kierowca, pasażer, kurtyny przód i tył, poduszki w drzwiach przednich)</li> </ul>
V generacja (B9) (2015 - do dziś)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Audi Pre-Sense-City - system który ostrzega kierowcę przed potencjalną kolizją (samoczynnie inicjuje hamowanie)</li> <li>– Aktywna maska</li> <li>– Czujniki zapięcia we wszystkich pasach bezpieczeństwa</li> </ul>

**Tab. 4. Kolejno wprowadzane systemy bezpieczeństwa w poszczególnych generacjach BMW serii 3 [2]**

Generacje	Systemy bezpieczeństwa oferowane w wersji podstawowej
I generacja (E21) (1975-1983)	– Dwupunktowe pasy bezpieczeństwa (przód) – System zagłówków foteli przednich
II generacja (E30) (1982-1994)	– Trzypunktowe pasy bezpieczeństwa (przód i tył)
III generacja (E36) (1990-1999)	– Brak nowych systemów
IV generacja (E46) (1998-2005)	– Wzmocnienie przedziału pasażerskiego, podłogi, kontrolowane strefy zgniotu – ABS - system zapobiegający blokowaniu się kół – ASC - system zapobiegający poślizgowi kół napędowych, – ESP - system stabilizujący tor jazdy – 6 poduszek powietrznych (kierowca, pasażer, kurtyny przód, poduszki w drzwiach przednich) – System ISOFIX – Napinacze z ogranicznikami przednich pasów bezpieczeństwa – System zagłówków foteli tylnych
V generacja (E90) (2004-2012)	– Możliwość wyłączenia przedniej poduszki powietrznej pasażera – System automatycznego wylamywania się pedałów (sprzęgła, przyspieszenia i hamulca roboczego)
VI generacja (F30) (2011 - do dziś)	– DSC (DTC i DBC) - system dynamicznej kontroli trakcji

**Tab. 5. Kolejno wprowadzane systemy bezpieczeństwa w poszczególnych generacjach Mercedes-Benz C-klasa [2]**

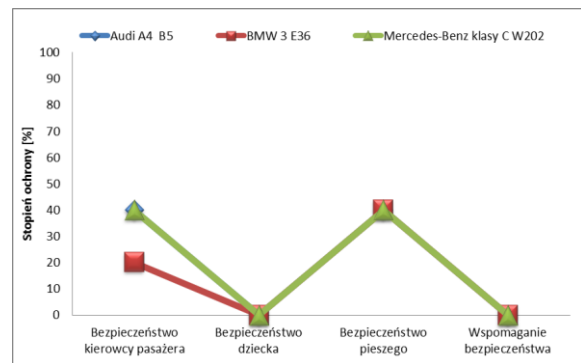
Generacje	Systemy bezpieczeństwa oferowane w wersji podstawowej
I generacja (W202) (1993-2001)	– ABS - system zapobiegający blokowaniu się kół – ESC - system stabilizujący tor jazdy – 6 poduszek powietrznych (kierowca i pasażer i w przednich drzwiach) – Napinacze przednich pasów bezpieczeństwa – Limit wagi przednich pasów bezpieczeństwa
II generacja (W203) (2000-2006)	– Wzmocnienie przedziału pasażerskiego, podłogi, kontrolowane strefy zgniotu – 3-punktowy tylny centralny pas bezpieczeństwa – ASR - system zapobiegający poślizgowi kół napędowych – EBD - system zwiększający siłę hamownia, – Czujniki napięcia w przednich pasach bezpieczeństwa
III generacja (W204) (2007-2014)	– 8 poduszek powietrznych (kierowca, pasażer, kurtyny przód i tył, poduszki w drzwiach przednich) – Bezpieczny dla pieszych zderzak przedni – Czujniki napięcia we wszystkich pasach bezpieczeństwa
IV generacja (W205) (2014 - do dziś)	– Automatyczne wyłączenie poduszki powietrznej pasażera – System wykrywania zmęczenia kierowcy – System zapobiegania kolizji

## 2.2. Porównanie poziomu ochrony kierowcy i pasażera w pojazdach marki Audi A4, BMW serii 3, Mercedes-Benz klasa C

W celu ustalenia, który z wybranych do oceny pojazdów (Audi A4, BMW serii 3, Mercedes-Benz klasa C) jest najbezpieczniejszy, porównano je ze sobą w zakresie oferowanego poziomu ochrony kierowcy, pasażera oraz wybranych części ciała uczestnika ruchu drogowego. Takie porównanie pozwoli wyłonić producenta branży motoryzacyjnej o najwyższym stopniu zaangażowania w ulepszanie własnego produktu, a co za tym idzie zwiększania bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Na rys. 1 ÷ 4 przedstawiono porównanie poziomu bezpieczeństwa wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy od roku 1990 do czasów obecnych. Dane niezbędne do takiej analizy zostały uzyskane z ogólnie dostępnych raportów zderzeniowych Euro

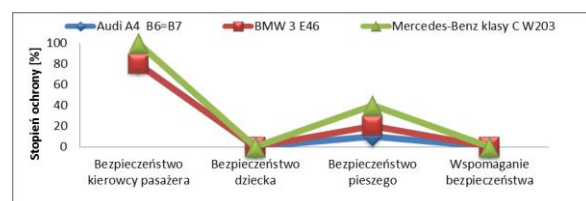
NCAP. Każdy z wybranych do oceny pojazdów został porównany z jego ówczesnym rywalem.



**Rys. 1. Porównanie poziomu bezpieczeństwa wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy w latach 1990-1999 [6]**

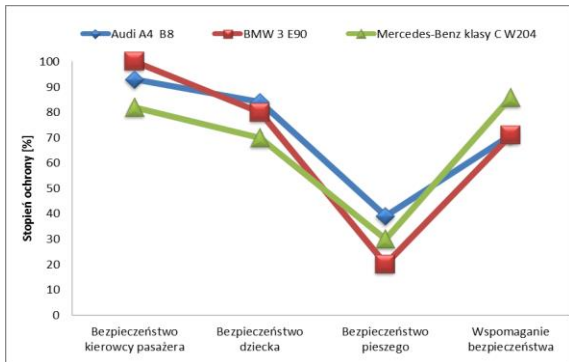
Przedstawione na powyższym wykresie modele pojazdów z lat 1990 - 1999 posiadały prawie identyczną ogólną charakterystykę poziomu ochrony, tzn. wszystkie bardzo niską. Po tyle samo stopni bezpieczeństwa we wszystkich kategoriach zdobyły pojazdy marki Audi B5 i Mercedes-Benz W202, natomiast BMW E36 otrzymało od nich o 20% mniej punktów w zakresie stopnia ochrony kierowcy i pasażera. Wpływ na tak niski wynik w zakresie bezpieczeństwa miał bardzo słaby ówczesny przemysł nowoczesnych technologii, brak przeprowadzania testów bezpieczeństwa w wcześniejszych modelach pojazdów oraz braki w wiedzy i doświadczeniu. Sytuacja w tym zakresie uległa zmianie dopiero po przeprowadzeniu pierwszych testów zderzeniowych, ponieważ uzyskane z nich wyniki zaprezentowane inżynierom oraz potencjalnym klientom zapoczątkowały intensywne prace producentów branży motoryzacyjnej zmierzające do zwiększenia stopnia bezpieczeństwa swoich aut.

Stopień ochrony drugiej generacji wybranych do oceny modeli pojazdów pokazano na rys. 2. Wynika z niego, że u wszystkich producentów nastąpił znaczny wzrost stopnia ochrony kierowcy oraz pasażera. Zwycięzcą tego porównania został jednak Mercedes-Benz klasy C W203 otrzymując bardzo dobre wyniki: 100% stopnia bezpieczeństwa ochrony kierowcy i pasażera.



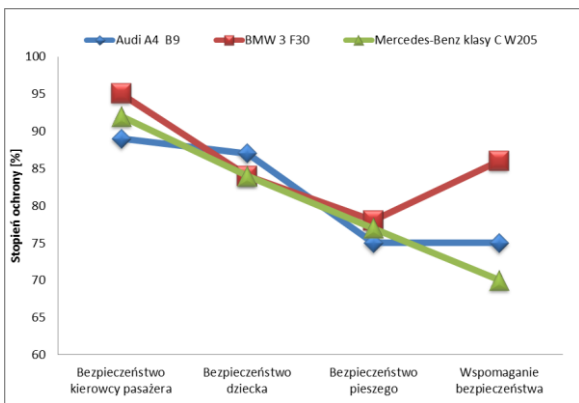
**Rys. 2. Porównanie poziomu bezpieczeństwa wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy w latach 1999-2004 [6]**

W produkowanych od 2004 r. modelach pojazdów brano pod uwagę dwa stopnie ochrony, a mianowicie bezpieczeństwo dziecka oraz wspomaganie bezpieczeństwa. Na rys. 3 można zauważyć bardzo dużą poprawę u wszystkich producentów, we wszystkich kategoriach bezpieczeństwa branych pod uwagę. Największy jednak postęp pod względem zapewnionego stopnia ochrony, niemalże we wszystkich branych pod uwagę kategoriach bezpieczeństwa, nastąpił w Audi. Istotnym problemem u wszystkich producentów było zapewnienie odpowiedniego stopnia ochrony dla potraconego pieszego.



**Rys. 3.** Porównanie poziomu bezpieczeństwa wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy w latach 2004-2014 [6]

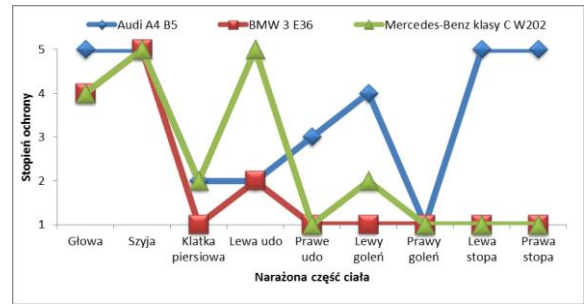
Na rys. 4 przedstawiono kolejne porównanie, tym razem najnowszych, aktualnie dostępnych pojazdów, tj. Audi A4 (model B9), BMW serii 3 (model F30) oraz Mercedes-Benz klasy C (model W205). Cechą charakterystyczną tych pojazdów jest to, iż posiadają nawet w standardzie, przeróżne systemy bezpieczeństwa. Pokazane na rys. 4 charakterystyki stopnia ochrony analizowanych pojazdów są w większości kategorii bardzo do siebie podobne. Jedynie w zakresie wspomaganie bezpieczeństwa wyróżnia się BMW osiągając najlepszy wynik - 86% stopnia ochrony.



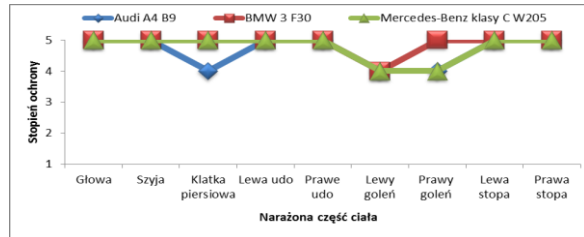
**Rys. 4.** Porównanie poziomu bezpieczeństwa wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy od 2014r. do dziś [6]

Kolejnym kryterium porównania, w celu wyłonienia najbezpieczniejszego pojazdu spośród ocenianych marek, była ochrona konkretnych części ciała zarówno kierowcy jak i pasażera, podczas różnych wypadków. Na rys. 5 zaprezentowano stopień ochrony części ciała kierowcy w przypadku zderzenia czołowego dla pierwszych generacji samochodów. Z porównania pokazanego na rys. 5 wynika, że BMW w 6 kategoriach części ciała uzyskało najniższy wynik, tj. 1, a Mercedes-Benz bardzo źle wypadł aż w 4 kategoriach. Audi B5 okazało się najbezpieczniejszym samochodem w tym zestawieniu.

Porównanie stopnia ochrony części ciała dla najnowszej generacji ocenianych pojazdów pokazano na rys. 6. Można na nim zauważyć bardzo duży wzrost ochrony części ciała w stosunku do danych z rys. 5. Najlepszy wynik uzyskało tym razem BMW F30, a najslabszy Audi B9.

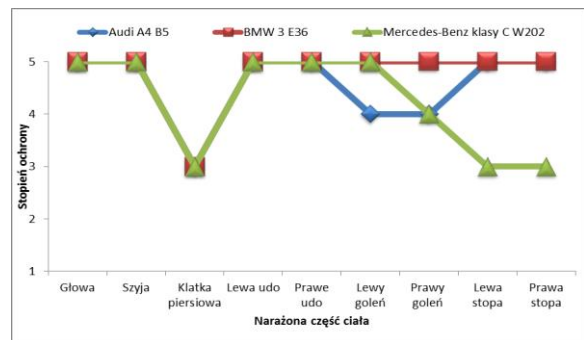


**Rys. 5.** Porównanie ochrony kierowcy podczas zderzenia czołowego wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy w latach 1990-1999 [6]



**Rys. 6.** Porównanie ochrony kierowcy podczas zderzenia czołowego wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy od 2014r. do dziś [6]

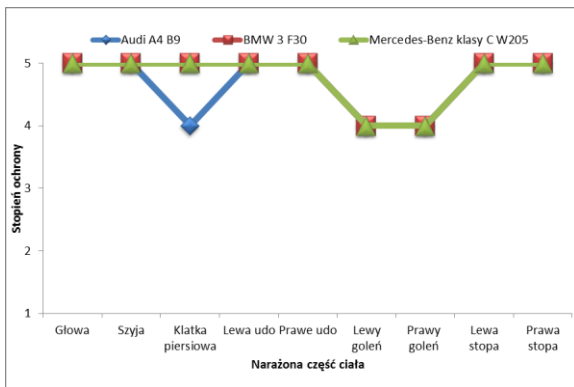
Na rys. 7 analizie porównawczej poddano ochronę konkretnych części ciała pasażera w przypadku zderzenia czołowego dla pierwszych generacji samochodów.



**Rys. 7.** Porównanie ochrony pasażera podczas zderzenia czołowego wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy w latach 1990-1999 [6]

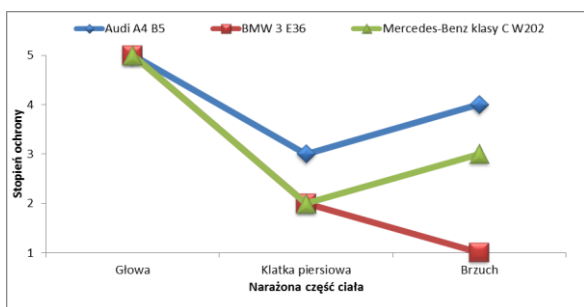
Przedstawione na rys. 7 dane pozwoliły stwierdzić, że dla pasażera najbezpieczniejszym pojazdem było BMW E36, które zdobyło maksymalny stopień ochrony aż w 8 kategoriach na 9. Kolejne miejsce zajęło Audi B5 z 6 maksymalnymi wynikami, a na ostatnim miejscu uplasował się Mercedes-Benz W202 z 5 maksymalnymi wynikami i trzema średnimi. U wszystkich producentów problemem okazała się ochrona klatki piersiowej pasażera.

Ocenie na rys. 8 poddano ochronę konkretnych części ciała pasażera, najnowszych modeli samochodów, aktualnie produkowanych i dostępnych na rynku, w przypadku zderzenia czołowego. W przypadku BMW F30 i Mercedesa W205 charakterystyka stopnia ochrony części ciała pasażera przy zderzeniu czołowym przedstawia się podobnie, słabiej wypada Audi B9 z powodu niższej oceny za ochronę klatki piersiowej. W BMW pojawił się nowy problem dotyczący ochrony lewego i prawego golenia (który w przypadku pierwszej generacji samochodu nie występował).



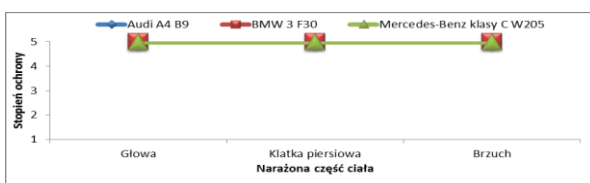
**Rys. 8.** Porównanie ochrony pasażera podczas zderzenia czołowego wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy od 2014r. do dziś [6]

Na rys. 9 porównano wybrane marki i modele pojazdów tej samej klasy w zakresie ochrony konkretnych części ciała kierowcy w przypadku zderzenia bocznego z innym autem dla pierwszych generacji samochodów, produkowanych w latach 1990-1999. Dla kierowcy najbezpieczniejsze okazało się Audi B5, ponieważ zdobyło w sumie 12 pkt. Drugą pozycję z 10 pkt. zajął Mercedes-Benz W2, natomiast BMW E36 z 8 pkt. zajęło w tej klasyfikacji ostatnie miejsce. Istotnym problemem u wszystkich producentów była ochrona klatki piersiowej, a w BMW dodatkowo źle wypadła ochrona brzucha kierowcy.



**Rys. 9.** Porównanie ochrony kierowcy, wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy z lat 1990-1999, podczas zderzenia bocznego z innym autem [6]

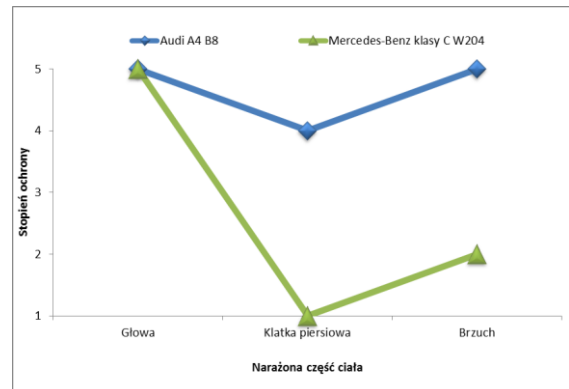
Ochronę części ciała kierowcy w przypadku zderzenia bocznego z innym autem dla najnowszej generacji samochodów, produkowanych w latach 2014 do dziś przedstawiono na rys. 10. W tym rozpatrywanym przypadku wszystkie oceniane pojazdy uzyskały bardzo dobre wyniki. Największy postęp, w porównaniu do danych z lat 1990-1999, zanotowało BMW, które zbliżyło się do swojej konkurencji, a było najmniej bezpiecznym pojazdem.



**Rys. 10.** Porównanie ochrony kierowcy, wybranych marek i modeli pojazdów produkowanych od 2014r. do dziś, podczas zderzenia bocznego z innym autem [6]

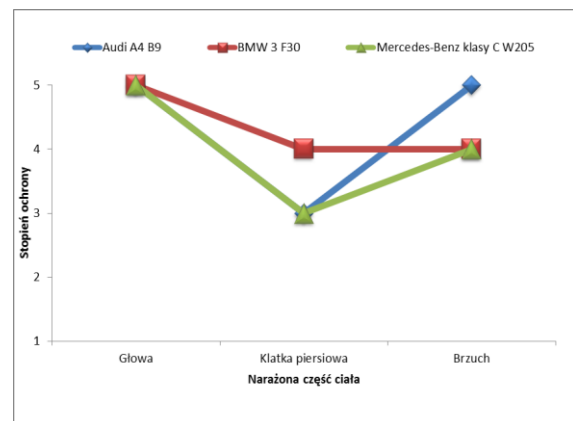
Analizie poddano także stopień ochrony konkretnych części ciała kierowcy, w wybranych markach i modelach pojazdów tej samej klasy i segmentu w przypadku zderzenia bocznego ze słupem, np. lataniem drogową (rys. 11). Badania tego typu przeprowa-

dzano dopiero od 2004r. W tym porównaniu Audi B8 uzyskało w sumie 14 pkt., a Mercedes-Benz W204 - 8 pkt. BMW nie brało udziału w tego rodzaju testach bezpieczeństwa.



**Rys. 11.** Porównanie poziomu ochrony kierowcy przy zderzeniu bocznym ze słupem dla dwóch marek i modeli pojazdów tej samej klasy z lat 2004-2014 [6]

Na rys. 12 pokazano poziom ochrony części ciała kierowcy w przypadku zderzenia bocznego ze słupem, dla producentów i modeli pojazdów aktualnie produkowanych i dostępnych. BMW F30 i Audi B9 otrzymały po 13 pkt., natomiast Mercedes-Benz W205 o dwa punkty mniej od swojej konkurencji, tj. 11 pkt.



**Rys. 12.** Porównanie poziomu ochrony kierowcy przy zderzeniu bocznym ze słupem, wybranych marek i modeli pojazdów tej samej klasy z lat 2004-2014 [6]

## PODSUMOWANIE

Istotny wpływ na poprawę bezpieczeństwa wszystkich uczestników ruchu drogowego mają wdrażane przez koncerny motoryzacyjne, coraz bardziej zaawansowane pod względem technologicznym, systemy, urządzenia i elementy pojazdów samochodowych. Duże znaczenie mają zarówno systemy chroniące kierowców przed powstaniem wypadku, jak również ograniczające skutki wypadku, który się wydarzył. Ważną rolę w ograniczeniu ilości kolizji i wypadków drogowych, w których poszkodowanymi byli piesi, miał niewątpliwie system ACC umożliwiający awaryjne samoczynne wyhamowanie pojazdu w przypadku stwierdzenia zagrożenia. Coraz częściej podstawowym zadaniem systemów bezpieczeństwa w samochodach jest właśnie przejmowanie kontroli nad pojazdem w czasie jazdy oraz w przypadku wystąpienia zagrożenia życia osób nim podróżujących. Wszystko po to, aby bezpieczeństwo wszystkich uczestników ruchu drogowego było jak największe.

Z przeprowadzonej w niniejszym artykule analizy poziomu ochrony kierowcy i pasażera podczas zderzenia czołowego wynika,

że najbezpieczniejszym pojazdem spośród ocenianych marek było BMW. W zakresie ochrony kierowcy podczas zderzenia z innym autem wszystkie oceniane pojazdy okazały się bardzo bezpieczne. Natomiast najmniej bezpiecznym pojazdem dla kierowcy w przypadku zderzenia bocznego ze słupem, np. latarnią okazał się samochód marki Mercedes-Benz, pojazdy marki BMW i Audi uzyskały w tym zakresie takie same wysokie wyniki.

### BIBLIOGRAFIA

1. Dąbczyński Z.: Bezpieczeństwo ruchu drogowego. Wyd. Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji, Kraków 2001.
2. Karbowniczek D., *Analiza parametrów konstrukcyjnych samochodów osobowych w aspekcie bezpieczeństwa biernego*. Praca doktorska, PRz (promotor: Prof. Kazimierz Lejda), Rzeszów 2016.
3. Polkowski S., *Układy bezpieczeństwa i komfortu jazdy*. WKiŁ, Warszawa 2013.
4. Reński A., *Bezpieczeństwo czynne samochodu. Zawieszenia oraz układy hamulcowe i kierownicze*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.
5. Wicher J.: *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*. WKiŁ, Warszawa 2012.
6. Strony internetowe dot. motoryzacji: [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com), [www.media.volvo.pl](http://www.media.volvo.pl), [www.mercedes-benz.pl](http://www.mercedes-benz.pl), [www.audi.pl](http://www.audi.pl), [www.moto.pl](http://www.moto.pl),

### Analysis of influence of car systems, devices and components on the safety of traffic participants

*The article contains classification and description of the car safety systems. The importance of passive and active safety systems was presented. The development of safety systems implemented in the following cars: Audi A4, BMW 3 series and Mercedes-Benz C-class was discussed. These cars were compared in respect of the provided level of driver and passenger protection during head-on collision, in respect of the provided level of driver protection during side-impact collision with another car, and in respect of the provided level of driver protection during side-impact collision with a post or a utility pole.*

Autorzy:

dr inż. **Edyta Zielińska** – Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa; 35-959 Rzeszów, Tel. 17 743-23-58, [ezielins@prz.edu.pl](mailto:ezielins@prz.edu.pl)

mgr inż. **Adam Sadowski** – Absolwent Politechniki Rzeszowskiej