Spis treści

[Wstęp 2](#_Toc493545589)

[1. Rozdział I 2](#_Toc493545590)

[1.1. Safety case – definicja i struktura 2](#_Toc493545591)

[1.2. Wnioskowanie o bezpieczeństwie w cyklu życia systemu 2](#_Toc493545592)

[1.3. Elektroniczne systemy wspomagające kierowcę podczas jazdy samochodem. 2](#_Toc493545593)

[2. Rozdział II. System ABS w samochodach osobowych. 3](#_Toc493545594)

[2.1. Charakterystyka systemu 3](#_Toc493545595)

[2.2. Budowa i działanie 7](#_Toc493545596)

[2.3. Wymagania i dowód bezpieczeństwa. 7](#_Toc493545597)

[3. Rozdział III 10](#_Toc493545598)

[3.1. Brak propozycji 10](#_Toc493545599)

[3.2. Brak propozycji 10](#_Toc493545600)

[3.3. Brak propozycji 10](#_Toc493545601)

[Zakończenie 10](#_Toc493545602)

# Wstęp

# Rozdział I

## Safety case – definicja i struktura

## Wnioskowanie o bezpieczeństwie w cyklu życia systemu

## Elektroniczne systemy wspomagające kierowcę podczas jazdy samochodem.

# Rozdział II. System ABS w samochodach osobowych.

## Charakterystyka systemu

Jednym z najstarszych systemów elektronicznych, stosowanych w pojazdach osobowych jest system *Anti-Lock Breaking System* (ABS). Układ ten należy się do grupy systemów typu *Advanced Vehical Control Systems* (AVCS) lub *Automated Highway Systems* (AHS).

Początek produkcyjnego zastosowania tego systemu datuje się na rok 1966, kiedy to brytyjska firma Jensen wypuściła na rynek model samochodu Jensen FF wyposażony seryjnie w system ABS *Maxret* firmy Dunlop, działający na tylną oś. Od tego czasu rozpoczął się okres dynamicznego rozwoju tego systemu na świecie. Ciekawostką jest fakt, że na początku lat osiemdziesiątych w warszawskiej Fabryce Samochodów Osobowych powstał system HUAP – Hamulcowy Układ Antypoślizgowy, który uznawany jest za „polski ABS”[[1]](#footnote-1).

Współczesne systemy ABS są mniejsze, lżejsze i bardziej skuteczne od swoich poprzedników. Pierwsze generacje systemu działały jednokanałowo, tzn. regulacja ciśnienia w zaciskach hamulcowych odbywała się dla czterech koła jednocześnie, co obniżało efektywność układu i wydłużało drogę hamowania pojazdu. Obecnie system jest w stanie obsługiwać każde z kół osobno, dzięki czemu wsparcie układu hamulcowego przez system ABS jest dużo lepsze.[[2]](#footnote-2)

Rosnące wymagania w zakresie wsparcia kierowcy podczas prowadzenia pojazdu, zmieniająca się dynamika ruchu drogowego, stan dróg, zmienne warunki pogodowe wzmogły konieczność permanentnego rozwijania wielu innych elektronicznych systemów bezpieczeństwa. Układ ABS jest podstawą dla rozwoju innych systemów stosowanych dziś powszechnie w pojazdach drogowych, m.in. ESP – elektroniczny układ stabilizacji toru jazdy, czy ASR – system zapobiegający poślizgowi kół podczas ruszania w warunkach   
o zróżnicowanej przyczepności podłoża.[[3]](#footnote-3)

Głównym zadaniami systemu ABS są:

1. Zapobieganie blokowaniu kół, w przypadku konieczności wykonania nagłego manewru hamowania, spowodowanego niebezpieczną sytuacja na drodze.
2. Wspomaganie działania hamulców, poprzez możliwość symulacji hamownia „pulsacyjnego”[[4]](#footnote-4).

Zapewnienie obrotu kół podczas hamowania, eliminuje zagrożenie utraty kontroli przez kierowcę nad pojazdem. Prowadzący pojazd może w ten sposób bezpiecznie ominąć przeszkodę, której nagłe pojawienie na drodze zmusiło go do gwałtownego hamowania. System ABS nie jest w stanie sam bezpośrednio skrócić drogi hamowania pojazdu, ponieważ jest to zależne m.in. od czynników takich jak: umiejętności kierowcy, oraz warunki zewnętrzne. Niemniej jednak samochód wyposażony w system ABS podczas hamowania nie jest narażony na zjawiska występujące bezpośrednio po zablokowaniu kół takie jak wirowanie lub ściąganie w bok. Nagłe, ale w pełni kontrolowane hamowanie zwiększa szanse na uniknięcie kolizji w ruchu drogowym pomimo krótkiej odległości od przeszkody.

Utrzymanie stabilności toru jazdy poprzez wyeliminowanie niekontrolowanego poślizgu kół ma duże znaczenie w przypadku hamowania zespołu pojazdów np. samochodu ciężarowego z naczepą. Drugi człon pojazdu, gdy utraci sterowność zaczyna poruszać się w kierunku poprzecznym do osi jazdy i może spowodować przewrócenie się całego zespołu.

Hamowanie w sytuacji zagrożenia jest skuteczniejsze, jeśli pod wpływem mocnego naciśnięcia pedału hamulca uzyskana została jak największa siła hamowania dla wszystkich kół. Maksymalne skrócenie czasu do momentu aktywacji ABS jest wspierane przez system *Hydraulic Break Assist* (HBA), który gwałtowne naciskanie pedału hamulca interpretuje jako konieczność użycia maksymalnej siły hamowania dla wszystkich kół. System ten zwiększa ciśnienie w układzie hamulcowym co przyspiesza moment włączenia układu ABS[[5]](#footnote-5).

Zastosowanie systemu ABS w samochodach osobowych zmniejszyło liczbę zderzeń czołowych o 35% na mokrej nawierzchni i 9% na nawierzchni suchej. Tylko 24% kierowców samochodów, wyposażonych w system ABS i aż 58% kierowców samochodów bez tego systemu, nie było w stanie utrzymać toru jazdy po zahamowaniu[[6]](#footnote-6).

Samochody bez ABS po rozpoczęciu hamowania kontynuują jazdę w kierunku zależnym od ich osi wzdłużnej. Wszelkie próby zmiany toru jazdy mogą okazać się nieskuteczne ze względu na to iż zablokowane koła ulegają poślizgowi przez co samochód porusza się w niekontrolowany sposób. Pojazd narażony jest na wypadnięcie z drogi lub uderzenie w przeszkodę, która spowodowała zapoczątkowanie manewru hamowania przez kierowcę[[7]](#footnote-7).



Rys. 1. Droga hamowania pojazdu z / bez ABS (http://zssplus.pl/prace\_dyplomowe/prace\_dyplom/Teves/praca\_3\_1\_teves.htm).

Kierujący pojazdem bez ABS w sytuacji konieczności wykonania hamowania awaryjnego jest w wielu wypadkach w zdecydowanie trudniejszym położeniu. Bez wsparcia elektroniki jest zdany wyłącznie na własne umiejętności „czucia” samochodu i opanowanie. Technika hamowania awaryjnego bez wsparcia ABS polega na gwałtownym maksymalnym dociśnięciu pedałów hamulca i sprzęgła. Rozpędzone auto wpada w poślizg wzdłużny koła tracą swoją przyczepność. Samochód nie reaguje na ruchy kierownicą. Mimo to zbliżając się do przeszkody należy wykonać lekki skręt kierownicy w kierunku toru jazdy który pozwoli nam ominąć przeszkodę i jednocześnie zwolnić pedał hamulca. Spadek siły hamowania pozwoli na odzyskanie sterowności. Skręcone wcześniej koła przedniej osi spowodują szarpnięcie i zmianę toru jazdy we wskazanym przez kierowcę kierunku. Należy pamiętać prawidłowym ułożeniu rąk na kierownicy, tak aby nie zostać zaskoczonym przez dynamiczne szarpnięcie kierownicy podczas nagłego odzyskania przyczepności. Jeśli powyższe czynności zostaną wykonane w sposób zdecydowany i odpowiednio wcześniej, istnieje duża szansa na unikniecie kolizji w ruchu drogowym[[8]](#footnote-8).

Podczas hamowania pojazdem wyposażonym w ABS następuje podniesienie poziomu ciśnienia płynu hydraulicznego, co powoduje wzrost siły hamowania na zaciskach hamulcowych. Algorytm sterujący systemu na postawie prędkości obrotowej kół oblicza oczekiwaną prędkość pojazdu. Mając dane dotyczące prędkości poruszania się pojazdu i prędkość obrotowej kół, logika obliczeniowa systemu jest w stanie obliczyć poślizg każdego z kół lub kontrolować aktualne opóźnienie kątowe koła. Przekroczenie zakładanego poziomu poślizgu powoduje rozpoczęcie regulacji siły hamowania poprzez zmniejszenie momentu tarcia mechanizmu hamującego. Zwiększenie prędkości koła, po przekroczeniu wartości oczekiwanej, rozpoczyna ponowny proces regulacji siły hamowania[[9]](#footnote-9).

Jakkolwiek ABS to system elektroniczny, włączający się samoczynnie podczas hamowania, to jednak kierowca ma duży wpływ na efektywność jego pracy. Pewnym problemem dla skuteczności działania ABS jest błędne zachowanie samego kierowcy, który w panice, oznaki poprawnego działania systemu może intepretować jako zagrożenie, myślnie sądząc że „coś się zepsuło pod pedałem hamulca”. Efektywność działania systemu ABS podczas hamowania jest najwyższa, jeśli kierowca jak najmocniej dociska pedały hamulca i sprzęgła. Docisk pedału hamulca ma na celu jak najszybsze zwiększenie siły hamowania a przez to zatrzymanie pojazdu zanim dojdzie do kolizji z przeszkodą. Utrzymanie wciśniętego „sprzęgła” zaś, zapobiega wyłączeniu się silnika i w efekcie eliminuje możliwość wyłączenia elektronicznych systemów bezpieczeństwa samochodu. Podczas gwałtownego hamowania, kiedy ABS jest aktywny, prowadzący pojazd czuje wibracje lub szybkie pulsowanie pedału hamulca. Kierowca może odnieść wrażenie, że większy nacisk na pedał hamulca powoduje większy opór a wręcz zawracanie pedału w kierunku przeciwnym do siły nacisku. Towarzyszy temu słyszalny odgłos brzęczenia lub szlifowania. Wszystkie te sygnały świadczą o tym, że system ABS działa prawidłowo. Kierowca powinien skoncentrować swoją uwagę na utrzymaniu siły docisku pedałów hamulca i sprzęgła a także być gotowym na wykonanie manewru kierownicą w celu ominięcia przeszkody. Samochód nadal będzie w ruchu ponieważ potrzebny jest czas i odległość aby wytracił prędkość, jednak dzięki działaniu ABS, zachowa sterowność co pozwoli kierowcy utrzymać bezpieczny tor jazdy i omijać przeszkody na drodze[[10]](#footnote-10). Niestety, jak pokazują wyniki badania opublikowane przez Szkołę Jazdy Renualt, ponad połowa kierowców posiadających w swoich samochodach systemy ABS nie potrafi prawidłowo zahamować pojazdu w sytuacji zagrożenia. Decydujący jest tu brak doświadczenia i niewiedza zwłaszcza młodych kierowców, których poprawne działanie systemu ABS może wystraszyć i doprowadzić do zmniejszenia przez nich nacisku na pedał hamulca a tym samym obniżenia skuteczności hamowania[[11]](#footnote-11). Kierowcy bardziej doświadczeni, którzy także nie znają poprawnej techniki hamowania pojazdem z systemem ABS często także sami popełniają błąd próbując wykonywać wyuczone na starszej generacji samochodach hamowanie „pulsacyjne”. Niestety w takich warunkach system ABS także nie może poprawnie wykonywać swoich funkcji. Następuje „dezorientacja” systemu i w efekcie czego wydłużenie drogi hamowania. Często tez kierowcy wciskają pedał hamulca do momentu wystąpienia pierwszych sygnału poprawnego działania systemu ABS (charakterystyczne stukanie). Tymczasem może to oznaczać jedynie osiągnięcie granicy przyczepności kół na tylnej osi, podczas gdy dobrze obciążone przednie koła, maja jeszcze duże rezerwy przyczepności do podłoża[[12]](#footnote-12).

## Budowa i działanie

Zatrzymanie i ruch pojazdu kołowego nie byłby możliwe w sytuacji braku przyczepności kół do podłoża. Przyczepność zależna jest od czynników takich jak:

* rodzaj i stan stykających się powierzchni
* siły nacisku koła na powierzchnię drogi po której się porusza
* temperatury stykających się powierzchni (wyższa temperatura ogumienia pozwala na uzyskanie lepszej przyczepności koła do podłoża)

Większa przyczepność wpływa na przeniesienie wyższego:

* momentu napędowego
* momentu hamowania
* momentu skręcania

Długość drogi hamowania pojazdu zależna jest od: współczynnika przyczepności pomiędzy kołem a nawierzchnią drogi oraz skuteczności układu hamulcowego dostępnego na wyposażeniu samochodu.

## Wymagania i dowód bezpieczeństwa.

Elektroniczne systemy wsparcia kierowcy maja za zadanie podnieść poziom jego bezpieczeństwa, w nagłych i nie przewidzianych sytuacjach na drodze. ABS jako system wspierający działanie układu hamulcowego, który jest kluczowym układem pojazdu samochodowego, musi być systemem bezpiecznym. Oznacza to, że usterka systemu ABS, nie może być równoznaczna, z awarią działania układu hamulcowego, a wiec pozbawieniem kierowcy możliwości zatrzymania pojazdu. Kierowca powinien być w stanie rozpocząć akcję hamowania niezależnie od tego czy system ABS pracuje prawidłowo. Zatrzymanie pojazdu nadal powinno być możliwe przy użyciu układu hamulcowego bez wsparcia elektronicznego, nawet jeśli wzrasta ryzyko zablokowania kół i w efekcie poślizgu, utraty kontroli nad pojazdem w sytuacji krytycznej. Określenie poziomu bezpieczeństwa jest możliwe poprzez zapewnienie, że system spełniania stawiane przed nim wymagania, w określonym kontekście użycia.

Główne wymagania postawione przed systemem ABS to:

* Oczekiwane jest aby włączenie systemu następowało po odebraniu sygnału z czujnika naciśnięcia pedału hamulca.
* Przy każdym uruchomieniu silnika pojazdu wymagana jest kontrola gotowości systemu do działania. W tym celu system wykona diagnostyczną procedurę testową, która sprawdzi czy nie zostały znalezione błędy blokujące jego poprawne działanie.
* Każde zdarzenie, w którym system odbierze sygnał o włączeniu hamulców zainicjuje uruchomienie podstawowej procedury testowej, której zadaniem będzie sprawdzenie czy system działa prawidłowo.
* Wykrycie błędów przez wcześniejsze procedury diagnostyczne spowoduje wykonanie metody wyłączenia systemu ABS. Układ hamulcowy nadal będzie sprawny jednak hamowanie odbywać się będzie bez wsparcia elektronicznego.
* Wymagane jest aby system ABS przesyłał informacje dotyczące wykrytych błędów do pamięci komputera pokładowego samochodu, skąd będzie możliwe ich odczytanie przez personel podejmujący czynności naprawcze.
* Wysłanie informacji o awarii systemu ABS do komputera pokładowego samochodu spowoduje zapalenie sygnału ostrzegawczego na konsoli kierowcy. Spełnienie tego wymogu jest kluczowe w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa kierującemu pojazdem, który wiedząc o awarii, może odpowiednio wcześniej zwrócić się do autoryzowanego serwisu, w celu dokonania czynności naprawczych.
* System będzie umożliwiał wykonanie procedury restartującej po wykonaniu czynności naprawczych przez wykwalifikowany personel serwisowy. Procedura ta, usunie status awarii w systemie, do czasu zakończenia najbliższego testu diagnostycznego, np. po uruchomieniu silnika, po którym system ABS wyśle informacje do komputera pokładowego o gotowości do pracy lub awarii jeśli błędy nadal występują.
* System ABS będzie w stanie odbierać sygnały z czujników pomiaru prędkości obrotowej dla każdego z kół.
* System będzie przeciwdziałał blokowaniu kół w oparciu o zaimplementowany algorytm służący do interpretacji odczytanych pomiarów z czujników prędkości obrotowej. Umożliwi to wcześniejsze wykrycie kół które mogą zostać zablokowane. Analiza danych odbywać się będzie na zasadzie pomiaru czy zmierzona wartość prędkości obrotowej koła zbliża się do zakładanej wartości progowej w systemie powyżej której, system zakwalifikuje koło jako potencjalnie zablokowane.
* Możliwe będzie sterowanie przez system ABS układem elektrozaworów odpowiadających za zmniejszanie lub zwiększanie ciśnienia w zaciskach hamulcowych kół, które mogą zostać zablokowane.
* System będzie reagował dynamicznie w zależności od wyników permanentnego pomiaru prędkości obrotowej dla każdego z kół[[13]](#footnote-13).

Wykazanie że system ABS jest bezpieczny wymaga udowodnienia że każdy z wyżej wymienionych wymogów został spełniony. Graficzną reprezentacją wnioskowania o bezpieczeństwie systemu ABS jest dowód bezpieczeństwa (*Safety Case*).

# Rozdział III

## Brak propozycji

## Brak propozycji

## Brak propozycji

# Zakończenie

1. https://pl.wikipedia.org/wiki/ABS\_(motoryzacja)#Historia [↑](#footnote-ref-1)
2. http://antymoto.com/system-abs-warto-wiedziec/ [↑](#footnote-ref-2)
3. http://akademia.autoswiat.pl/baza-wiedzy/systemy-elektroniczne-abs-esp-asr-poznaj-alfabet-bezpieczenstwa/ [↑](#footnote-ref-3)
4. http://zssplus.pl/prace\_dyplomowe/prace\_dyplom/Teves/praca\_3\_2\_teves.htm [↑](#footnote-ref-4)
5. https://pl.wikipedia.org/wiki/ABS\_(motoryzacja) [↑](#footnote-ref-5)
6. http://brainonboard.ca/safety\_features/active\_safety\_features\_abs.php [↑](#footnote-ref-6)
7. http://www.opony.com.pl/artykul/abs-anti-bloker-system/?id=35 [↑](#footnote-ref-7)
8. http://www.szkola-jazdy.pl/artykuly/single/id/998# [↑](#footnote-ref-8)
9. https://www.researchgate.net/profile/Grzegorz\_Slaski/publication/269411221\_Uklady\_przeciwblokujace\_a\_diagnostyka\_ukladow\_hamulcowych/links/54987c0a0cf2eeefc30f9955/Uklady-przeciwblokujace-a-diagnostyka-ukladow-hamulcowych.pdf [↑](#footnote-ref-9)
10. https://www.aaafoundation.org/faqs-anti-lock-braking-system-abs [↑](#footnote-ref-10)
11. http://www.gp24.pl/motofakty/aktualnosci/art/4736347,hamowanie-z-absem-to-sztuka,id,t.html [↑](#footnote-ref-11)
12. http://magazynauto.interia.pl/porady/bezpieczenstwo/news-kierowca-lepszy-niz-abs-zapomnij,nId,1040145 [↑](#footnote-ref-12)
13. http://www.cse.msu.edu/~cse470/F01/Projects/ABS/ABS4/web/do-requirements/do-requirements.html (rozdz. Requiremenets) [↑](#footnote-ref-13)