



Imię i nazwisko autora rozprawy:
Dyscyplina naukowa:

Adrian Malinowski
Budowa i Eksploatacja Maszyn

ROZPRAWA DOKTORSKA

Tytuł rozprawy w języku polskim:

**Koncepcja metodyki badań technicznych pojazdów
zabytkowych w Stacjach Kontroli Pojazdów**

Tytuł rozprawy w języku angielskim:

**The concept of technical examination methodology
for historic vehicles at Vehicle Inspection Stations**

Promotor <i>podpis</i>	Drugi promotor <i>podpis</i>
dr hab. inż. Stanisław Taryma, prof. nadzw. PG	
Promotor pomocniczy <i>podpis</i>	Kopromotor <i>podpis</i>





OŚWIADCZENIE

Imię i nazwisko autora rozprawy: *Adrian Malinowski*

Ja, niżej podpisany, wyrażam zgodę na bezpłatne korzystanie z mojej rozprawy doktorskiej zatytułowanej: *Koncepcja metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów* do celów naukowych lub dydaktycznych.¹

Gdańsk, dnia 02.05.2019

.....
podpis doktoranta

Świadomy odpowiedzialności karnej z tytułu naruszenia przepisów ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 2006 r., nr 90, poz. 631) i konsekwencji dyscyplinarnych określonych w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2012 r., poz. 572 z późn. zm.),² a także odpowiedzialności cywilno-prawnej oświadczam, że przedkładana rozprawa doktorska została napisana przeze mnie samodzielnie.

Oświadczam, że treść rozprawy opracowana została na podstawie wyników badań prowadzonych pod kierunkiem i w ścisłej współpracy z promotorem dr hab. inż. Stanisławem Tarymą, prof. nadzw. PG.

Niniejsza rozprawa doktorska nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadaniem stopnia doktora.

Wszystkie informacje umieszczone w ww. rozprawie uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami zgodnie z art. 34 ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

Potwierdzam zgodność niniejszej wersji pracy doktorskiej z załączoną wersją elektroniczną.

Gdańsk, dnia 02.05.2019

.....
podpis doktoranta

Ja, niżej podpisany, wyrażam zgodę na umieszczenie ww. rozprawy doktorskiej w wersji elektronicznej w otwartym, cyfrowym repozytorium instytucjonalnym Politechniki Gdańskiej, Pomorskiej Bibliotece Cyfrowej oraz poddawania jej procesom weryfikacji i ochrony przed przywłaszczeniem jej autorstwa.

Gdańsk, dnia 02.05.2019

.....
podpis doktoranta

¹ Zarządzenie Rektora Politechniki Gdańskiej nr 34/2009 z 9 listopada 2009 r., załącznik nr 8 do instrukcji archiwalnej PG.

² Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym: Rozdział 7 Odpowiedzialność dyscyplinarna doktorantów, Art. 226.





OPIS ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Autor rozprawy doktorskiej: *Adrian Malinowski*

Tytuł rozprawy doktorskiej w języku polskim: *Koncepcja metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów*

Tytuł rozprawy w języku angielskim: *The concept of technical examination methodology for historic vehicles for Vehicle Inspection Stations*

Język rozprawy doktorskiej: *polski*

Promotor rozprawy doktorskiej: *dr hab. inż. Stanisław Taryma, prof. nadzw. PG*

Data obrony:

Słowa kluczowe rozprawy doktorskiej w języku polskim: *pojazd zabytkowy, stacja kontroli pojazdów, diagnosta samochodowy, badanie techniczne, pomiar, wskaźnik skuteczności hamowania, droga hamowania, tłumienie zawieszenia, opóźnienie hamowania*

Słowa kluczowe rozprawy doktorskiej w języku angielskim: *historic vehicle, vehicle inspection station, vehicle inspector, technical examination, measurement, brake performance indicator, braking distance, suspension damping, braking deceleration*

Streszczenie rozprawy w języku polskim: *W pojazdach uznanych za zabytkowe w ramach badań naukowych realizowanych przy współpracy Politechniki Gdańskiej oraz Okręgowej Stacji Kontroli Pojazdów, wykonano serię pomiarów za pomocą urządzeń diagnostycznych. Badania przeprowadzono dla grupy pojazdów współczesnych oraz dla grupy pojazdów zabytkowych w warunkach stacji kontroli pojazdów oraz na drodze. Otrzymane wyniki dotyczą pomiarów sił hamowania, tłumienia zawieszenia oraz opóźnienia hamowania samochodów o dopuszczalnej masie całkowitej nie przekraczającej 3,5 tony. Przeprowadzono analizę porównawczą otrzymanych wyników dla podanych dwóch grup pojazdów. Dla wybranych pojazdów wykonano porównanie wyników badań podczas hamowania w naturalnych warunkach z wynikami symulacji komputerowej oraz metod obliczeniowych. Na podstawie zebranych wyników zaproponowano nowatorską procedurę dotyczącą badań technicznych pojazdów zabytkowych. Opracowano koncepcję metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów, która wraz z zaproponowaną procedurą jej wykonywania umożliwi zastąpienie aktualnie obowiązującego „Badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego”. Możliwe będzie wdrożenie nowej procedury badań technicznych pojazdów zabytkowych przy wykorzystaniu pomiaru opóźnienia hamowania wraz z określeniem ogólnego stanu technicznego pojazdu w odniesieniu do utworzonych nowych stabelaryzowanych wytycznych co do dopuszczenia pojazdów do ruchu wraz z określeniem daty następnego badania technicznego oraz wprowadzania ograniczeń w sposobie użytkowania pojazdów zabytkowych.*

Streszczenie rozprawy w języku angielskim: *Gdansk University of Technology in cooperation with District Vehicle Inspection Station in Gdansk conducted a scientific research on technical examination procedure of historic vehicles in terms of road safety. Series of measurements of vehicle braking forces, braking deceleration and suspension damping were performed on selected historic passenger cars as well as on modern vehicles with permissible gross weight not exceeding 3.5t for comparison purposes. Tests were made both at the Vehicle Inspection Station test stands and in road conditions. The obtained results for those two groups of vehicles were compared and analyzed in detail. Additionally, a comparison of braking system performance in road conditions, computer simulation results and calculation method results was*

performed for selected number of tested vehicles. Based on the gathered information, an innovative methodology of technical examination of historic vehicles was developed. It was proposed to be implemented at Vehicle Inspection Stations replacing the currently in force procedure "Examination of Compliance with Technical Conditions of Historic Vehicles". It might be possible to implement the new guideline for technical examination of historic vehicles using the brake deceleration measurements together with examination of general technical conditions of historic vehicles with a reference to newly defined tabulated guidelines concerning their admission to road traffic along with the date of the next examination and restrictions on use.

Rozprawę doktorską dedykuję moim synom i żonie, dziękując Im za wyrozumiałość, cierpliwość oraz wsparcie.

Serdeczne podziękowania składam mojemu promotorowi prof. Stanisławowi Tarymie za ogromną pomoc dydaktyczną, okazaną życzliwość i cierpliwość, a także moim znajomym za bezinteresowną pomoc w napisaniu pracy.



SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów	11
Wstęp	13
1. Założenia metodyczne pracy	14
1.1. Sformułowanie problemu badawczego	14
1.2. Cel i teza pracy	14
2. Charakterystyka obecnie stosowanej metody badań technicznych pojazdów zabytkowych w SKP	15
2.1. Cel badań technicznych	15
2.2. Pojazdy zabytkowe w świetle wymaganych przepisów	16
2.3. Procedura rejestracji i wymagane dokumenty	17
2.4. Badanie co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych ...	18
2.5. Rozporządzenie a dzisiejsze realia	21
2.6. Dodatkowe problemy obecnych badań technicznych pojazdów zabytkowych ...	26
3. Badania techniczne pojazdów zabytkowych w Unii Europejskiej	36
3.1. System badań technicznych pojazdów zabytkowych w Niemczech	36
3.2. System badań technicznych pojazdów zabytkowych w innych krajach europejskich	39
4. Podsumowanie jako potrzeba zmian w systemie badań technicznych pojazdów zabytkowych w Polsce	41
5. Badania i pomiary hamulców oraz tłumienia zawieszenia	44
5.1. Opis urządzeń wykorzystanych do przeprowadzania pomiarów oraz sposobów pomiarów	45
5.1.1. AMX 520 – przyrząd do sprawdzania skuteczności hamulców	45
5.1.2. CARTEC BDE 4004P-O/M – stanowisko rolkowe do badania hamulców ..	46
5.1.3. VIDEOline FWT2005 – stanowisko płytowe do sprawdzania skuteczności tłumienia zawieszenia	47
5.1.4. HEKA H2000 Univers A2 – stanowisko płytowe do badania hamulców ...	48
5.2. Badanie hamulców oraz tłumienia zawieszenia	48
5.2.1. Pomiar siły hamowania	48
5.2.2. Pomiar opóźnienia hamowania	50
5.2.3. Ocena skuteczności i równomierności hamowania	51
5.2.4. Pomiar skuteczności tłumienia zawieszenia	54
5.2.5. Ocena wyników pomiaru skuteczności tłumienia zawieszenia	54
6. Analiza uzyskanych wyników	55
6.1. Analiza wyników pomiarów hamulców na stanowisku płytowym i rolkowym	69
6.2. Analiza wyników pomiarów opóźnienia hamowania	73
6.3. Analiza wyników pomiarów skuteczności tłumienia zawieszenia	75
7. Błędy pomiarów	77
7.1. Błędy pomiaru na stanowiskach i urządzeniach SKP	77

7.2. Błędy pomiaru długości drogi hamowania	77
7.2.1. Pomiar za pomocą liniątu	77
7.2.2. Materiał filmowy	79
7.2.3. Przyrząd mierniczy	79
7.2.4. Całkowity błąd bezwzględny i względny	79
7.3. Błędy pomiaru przy uwzględnieniu pomiarów w różnych SKP	79
7.4. Błąd bezwzględny pomiaru – pomiar wykonany przez diagnostę	84
7.5. Analiza błędów pomiarów w kontekście różnych publikacji naukowych.....	84
8. Przeprowadzone badania drogowe	87
8.1. Badania drogowe zbioru pojazdów bazowych	87
8.2. Komputerowe symulacje ruchu pojazdu zabytkowego i współczesnego podczas hamowania	91
8.2.1. Modelowanie pojazdu zabytkowego – FORD model A	94
8.2.2. Wyniki symulacji komputerowych.....	95
8.3. Obliczenia długości drogi hamowania	96
8.4. Wnioski (porównanie trzech metod)	109
9. Obliczeniowe ograniczenie prędkości jako podstawowe kryterium w nowatorskiej propozycji badań technicznych pojazdów zabytkowych.....	110
10. Koncepcja metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów	121
11. Podsumowanie	126
12. Wnioski	131
Wykaz literatury	133
Wykaz rysunków	139
Wykaz tabel	142
Dodatek A	145
Dodatek B	150
Dodatek C	155
Dodatek C2	162
Dodatek C3	165
Dodatek C4	168
Dodatek C5	172
Dodatek C6	173
Dodatek C7	174
Dodatek D	175
Dodatek E	176
Dodatek F	178
Dodatek G	179
Dodatek H	180

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW

a	- opóźnienie [m/s^2]
a_{max}	- opóźnienie maksymalne [m/s^2]
a_{sr}	- opóźnienie średnie [m/s^2]
c	- współczynnik tłumienia sprężyny [Ns/m]
d, \emptyset	- wymiar średnicy [m]
F	- wartość siły [N]
F_{HK}	- siła hamowania w styku koła z drogą [N]
F_p	- siła nacisku tłoczka hamulcowego na przednią tarczę hamulcową [N]
F_t	- siła nacisku tłoczka hamulcowego na tylną tarczę hamulcową [N]
g	- przyspieszenie ziemskie [m/s^2]
G	- ciężar [N]
G_1	- nacisk na przednią oś poziomo ustawionego pojazdu [N]
G_2	- nacisk na tylną oś poziomo ustawionego pojazdu [N]
i	- kolejna badana oś pojazdu
k	- stała określająca sprężystość [N/m]
L, l	- droga hamowania [m]
M_{TK}	- moment tarcia w hamulcu każdego koła (hamulce tarczowe) [Nm]
N	- nacisk elementów ciernych na powierzchnię tarczy hamulcowej [N]
T	- siła hamowania uzyskana ze wszystkich kół danej osi pojazdu [N]
T_K	- siła hamowania na kole pojazdu [N]
ΣT	- siła hamowania uzyskana ze wszystkich kół [N]
p	- wartość ciśnienia [Pa]
P	- siła ciężkości (nacisk) [N]
P_d	- dopuszczony nacisk na pedał hamulca roboczego [N]
P_z	- zmierzony nacisk na pedał hamulca roboczego [N]
r	- promień [m]
r_K	- promień toczny koła [m]
R	- zmierzony nacisk na tylną oś przy uniesionym przodzie pojazdu [N]
S	- pole powierzchni [m^2]
$S_{H(50)}$	- długość drogi hamowania w obszarze zabudowanym [m]
$S_{H(90)}$	- długość drogi hamowania poza obszarem zabudowanym [m]
t_H	- czas hamowania pełnego, czyli z maksymalną efektywnością [s]
t_{RK}	- czas psychofizycznej reakcji kierowcy [s]
t_U	- czas uruchamiania układu hamulcowego i narastania siły hamowania [s]
v	- prędkość [m/s]
x	- wartość ugięcia sprężyny [m]
z	- wskaźnik skuteczności hamowania [%]
z_{min}	- wymagany wskaźnik skuteczności hamowania [%]

z^*	- obliczeniowy (zmierzony) wskaźnik skuteczności hamowania [%]
μ_H	- współczynnik tarcia na powierzchniach roboczych hamulca
ABS	- (ang. Anti-Lock Braking System) układ stosowany w pojazdach mechanicznych w celu zapobiegania blokowaniu kół podczas hamowania, jako element układu hamulcowego
AUTOMEX AMX 520	- przyrząd do sprawdzania skuteczności hamulców (miernik przyspieszeń)
CARTEC BDE 4004P-O/M	- rolkowe stanowisko do pomiaru sił hamujących i oceny skuteczności hamulców pojazdów
EPB	- elektromechaniczny hamulec postojowy
FWT2005	- stanowisko płytowe do pomiaru skuteczności tłumienia zawieszenia metodą Eusama (urządzenie składowe linii diagnostycznej VIDEOLINE 2000)
HEKA H2000 UNIVERS	- płytowe stanowisko do badania hamulców pojazdów (linia diagnostyczna)
ITS	- Instytut Transportu Samochodowego
L1e	- kategoria pojazdów typu motorower dwukołowy
L3e	- kategoria pojazdów typu motocykle dwukołowe bez bocznego wózka
ODTJ AUTODROM	- Ośrodek Doskonalenia Techniki Jazdy w Pszczółkach
SAM	- w myśl ustawy Prawo o ruchu drogowym jest pojazdem zbudowanym przy wykorzystaniu nadwozia, podwozia lub ramy, konstrukcji własnej
SKP	- stacja kontroli pojazdów
TDT	- Transportowy Dozór Techniczny
VIDEOLINE 2000	- linia diagnostyczna przeznaczona do badania pojazdów o nacisku do 3,5 tony na oś

WSTĘP

Konieczność zmian procedur badań technicznych w stacjach kontroli pojazdów narzucana jest przez Unię Europejską. Środowisko badań technicznych pojazdów w Polsce cały czas czeka na zmiany prawa związane z wdrożeniem dyrektywy 2014/45/UE [26]. Unia Europejska dąży do ujednoczenia systemu badań pojazdów we wszystkich krajach wspólnoty, określając dyrektywą minimalne wymagania dotyczące systemu okresowych badań zdatności do ruchu drogowego pojazdów użytkowanych na drogach publicznych. Oficjalnie prace legislacyjne ruszyły w październiku 2016 roku, kiedy to przedstawiono pierwszy projekt zmiany ustawy „Prawo o ruchu drogowym” oraz niektórych innych ustaw. Był on poddany szerokim konsultacjom publicznym oraz międzyresortowym i spotkał się z wieloma uwagami krytycznymi. Od tego czasu projekt ewoluował. Zmieniały się jego zapisy, by w końcu zmiany mogły wejść w życie w ustalonym przez Unię Europejską ostatecznym terminie 20 maja 2018 roku. Niestety wciąż tych zmian nie wprowadzono [89].

Niniejsza praca jest propozycją zmian, które dotyczą obecnego systemu badań technicznych pojazdów zabytkowych w Polsce. Zgodnie z dzisiejszym stanem prawnym takie badanie nosi nazwę: „*Badanie co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych*”. Pojazd aby mógł uzyskać status pojazdu zabytkowego musi przejść specjalistyczne badanie techniczne, które przeprowadzane jest w warunkach okręgowych stacji kontroli pojazdów. Mówi o tym rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 lutego 2013 roku [85]. Od momentu wejścia w życie, czyli od prawie 20 lat system badań technicznych dla tego rodzaju pojazdów praktycznie nie uległ zmianie.

W pracy wskazano słabe strony obecnego badania technicznego pojazdu zabytkowego w kontekście przystosowania go do aktualnych realiów. Z takim stanem rzeczy muszą zmagać się dzisiaj diagności. Pojazd zabytkowy w świetle prawa zwolniony jest z okresowych badań technicznych ale czy słusznie?

1. ZAŁOŻENIA METODYCZNE PRACY

1.1. Sformułowanie problemu badawczego

Rodzaj, marka pojazdu, a przede wszystkim wiek, przebieg i wykonane prace obsługowo-naprawcze decydują o jego zdatości użytkowej biorąc pod uwagę zmieniające się na coraz bardziej rygorystyczne regulacje prawne związane z ochroną środowiska i bezpieczeństwem na drodze. Głównym czynnikiem determinującym sprawność pojazdu jest jego stan techniczny, który zależy jest od warunków eksploatacyjnych i dbałości właściciela.

Utrzymywanie wiekowych pojazdów w bardzo dobrym stanie technicznym niestety nie ma aż takiego przełożenia na poprawę bezpieczeństwa czynnego i biernego na drodze, jeśli miałoby się porównać je z pojazdami obecnie produkowanymi. Na ten fakt na pewno wpływa ich wiek. Im starszy pojazd tym bardziej przestarzałe rozwiązania konstrukcyjne, które niekorzystnie wpływają na stan bezpieczeństwa na drogach publicznych. Komplikuje to utworzenie wytycznych umożliwiających zakwalifikowanie pojazdów wiekowych do tych, które mogłyby uzyskiwać dopuszczenie do ruchu drogowego oraz do pozostałych, które takiego dopuszczenia uzyskać nie mogą.

Obserwacje uzyskane podczas kontroli pojazdów dwóch grup wiekowych wskazują jednak, że zdatość do ruchu będzie określana na podstawie wyników pomiaru opóźnienia hamowania, ale końcowa decyzja o dopuszczeniu do ruchu będzie uzależniona od ogólnego stanu technicznego pojazdu.

Koncepcja nowej metody badania pojazdów zabytkowych może być wykorzystana przez inne instytucje, np. do ich wyceny ze względu na stan techniczny.

Obecna metoda przeprowadzania badań technicznych nie znajduje zastosowania w odniesieniu do przepisów, które nie były nigdy unowocześniane i dlatego nie przystają do dzisiejszych realiów.

1.2. Cel i teza pracy

Celem pracy jest opracowanie koncepcji metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów, która umożliwi zastąpienie obecnego „Badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych”, zawierającego wiele niejasności powodujących niespójność przepisów, a co za tym idzie, różnych interpretacji aktów prawnych przez różne instytucje.

Przeprowadzone badania wstępne pozwoliły autorowi na postawienie następującej tezy pracy:

Poprzez opracowanie nowej procedury badań technicznych pojazdów zabytkowych przy wykorzystaniu urządzeń pomiarowych, które są na obowiązkowym wyposażeniu okręgowych stacji kontroli pojazdów, możliwe jest zwiększenie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

2. CHARAKTERYSTYKA OBECNIE STOSOWANEJ METODY BADAŃ TECHNICZNYCH POJAZDÓW ZABYTKOWYCH W SKP

2.1. Cel badań technicznych

W dzisiejszych czasach prawie każdy z nas korzysta z najbardziej popularnego środka transportu jakim jest samochód [77]. Rozwój motoryzacji oraz postęp techniczny spowodowały zapotrzebowanie na odrębną dziedzinę zajmującą się bezpieczeństwem pojazdów i osób uczestniczących w ruchu drogowym [55]. Jednym z miejsc, w których sprawdza się i ocenia sprawność pojazdów są stacje kontroli pojazdów, gdzie m.in. dokonuje się badań technicznych samochodów, motocykli, przyczep, itd. [37].

Każdy właściciel pojazdu powinien zlecać przeprowadzanie badania technicznego w stacji kontroli zgodnie z art. 81 ustawy z dnia 20.06.1997 roku – *Prawo o ruchu drogowym* [104]. Badaniom podlegają: pojazdy samochodowe, ciągniki rolnicze, motorowery i przyczepy. Na podstawie wyników badań pojazd może zostać dopuszczony do użytkowania na drodze [84].

Głównym celem badania jest określenie w jakim stanie technicznym jest pojazd, przy czym badania odbywają się na koszt właściciela pojazdu. Dodatkowo sprawdza się cechy identyfikacyjne pojazdu, a także jego wpływ na środowisko i obowiązkowe wyposażenie [30].

Badania techniczne możemy podzielić na:

- okresowe, gdzie właściciel pojazdu powinien zlecać dokonanie badania technicznego raz do roku z wyjątkiem pojazdów nowych, dla których badanie wykonuje się po raz pierwszy 3 lata od daty pierwszej rejestracji, a następne po 2 latach i kolejne corocznie,
- dodatkowe, które są niezależne od okresowych. Mogły zostać zleczone np. przez policję, w przypadku uzasadnionego podejrzenia, że pojazd stwarza zagrożenie w ruchu drogowym lub gdy nie jest zgodny z wymogami dotyczącymi ochrony środowiska. Dodatkowe badania przeprowadza się także w celu ustalenia nieznanymi danych technicznych. Możemy je podzielić na:
 - okresowe badania techniczne przed pierwszą rejestracją na terenie Polski,
 - badania pojazdów przystosowanych do zasilania gazem (LPG),
 - badania pojazdów przystosowanych do przewozu osób (TAXI),
 - badania pojazdów po wypadku, kolizji drogowej,
 - badania pojazdów z zabranym dowodem rejestracyjnym,
 - badania pojazdów przystosowanych do nauki jazdy („L”),
 - sprawdzenie pojazdów przystosowanych do ciągnięcia przyczep (HAK).

Badania techniczne dotyczą sprawdzenia następujących układów pojazdu [34], [72]:

- napędowego,
- kierowniczego,

- hamulcowego,
- zawieszenia,
- wtryskowego i zapłonowego silnika,
- wydechowego,
- amortyzatorów,
- ustawienia świateł,
- sygnalizacji świetlnej i dźwiękowej,
- instalacji gazowej.

W 2013 roku wprowadzono nowe zasady badań technicznych pojazdów mechanicznych, w których zmieniły się zasady klasyfikacji usterek (do 2013 roku były dwie klasyfikacje, a od 2013 roku trzy klasyfikacje). Zgodnie z nowymi ustaleniami:

- usterki drobne – usterki techniczne niemające istotnego wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego i ochronę środowiska,
- usterki istotne – usterki techniczne mogące naruszać bezpieczeństwo ruchu drogowego i ochronę środowiska,
- usterki stwarzające zagrożenie – usterki stanowiące bezpośrednie i natychmiastowe zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego i ochrony środowiska w stopniu uniemożliwiającym używanie pojazdu w ruchu drogowym niezależnie od okoliczności.

Badaniom technicznym podlegają także zabytkowe pojazdy samochodowe. Takie badania wykonuje się tylko raz (wyjątek stanowią tylko pojazdy zabytkowe wykorzystywane do celów zarobkowych).

Po przeprowadzonej kontroli diagnosta wydaje zaświadczenie, w którym znajdują się dane o przeprowadzonym badaniu co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego. Podczas badania tego dokonuje się oceny prawidłowości działania poszczególnych mechanizmów i układów pod względem bezpieczeństwa, a także sprawdza się zgodność stanu technicznego z warunkami zgłoszonymi przez właściciela pojazdu we wniosku o przeprowadzenie tego rodzaju badania.

Podsumowując głównym celem badań technicznych jest bezpieczeństwo pojazdów i osób uczestniczących w ruchu drogowym [75]. Często badania techniczne są nieprzyjemne dla właścicieli z uwagi na koszty i możliwości wykrycia nieprawidłowości, jednak bezpieczeństwo podczas użytkowania pojazdów jest najważniejsze.

2.2. Pojazdy zabytkowe w świetle przepisów

Pojazdy zabytkowe w odniesieniu do wykonywanych badań technicznych w stacjach kontroli pojazdów są w naszym kraju bardzo istotnym problemem.

„Pojazd zabytkowy” to pojęcie wprowadzone w ustawie z dnia 20 czerwca 1997 roku – *Prawo o ruchu drogowym* (art. 2 pkt 39) [104]. Według definicji jest to „...pojazd, który na

podstawie odrębnych przepisów został wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się w wojewódzkiej ewidencji zabytków, a także pojazd wpisany do inwentarza muzealiów, zgodnie z odrębnymi przepisami.”

Kryteria, jakie musi spełniać pojazd, aby zostać pojazdem zabytkowym są określone w ustawie z 23 lipca 2003 roku – o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami [105]. Pojazd zabytkowy powinien być:

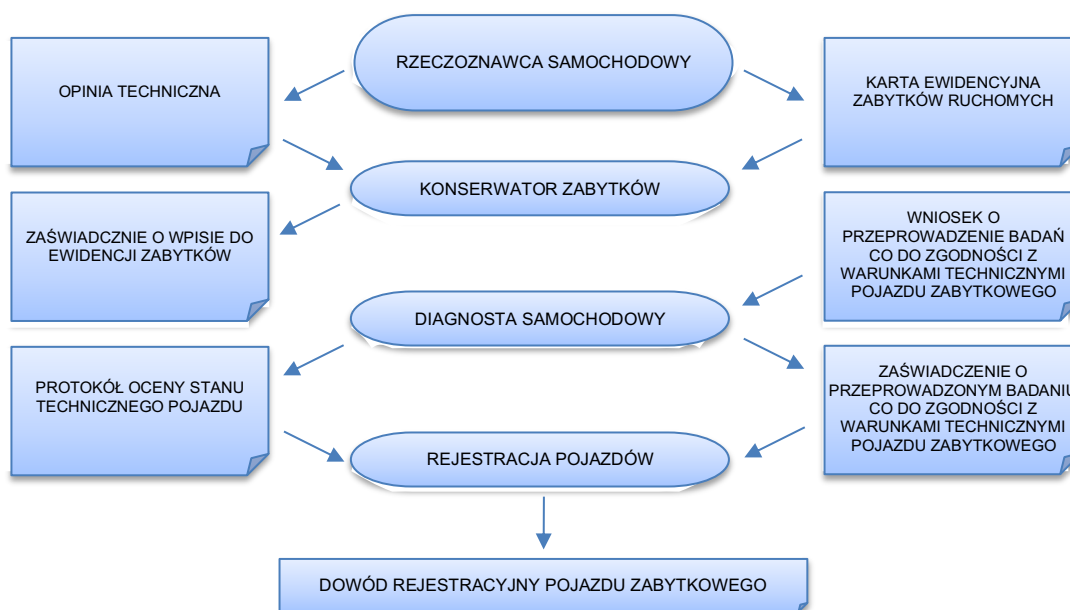
- pojazdem posiadającym co najmniej 25 lat,
- pojazdem, którego model nie jest produkowany od 15 lat,
- pojazdem posiadającym minimum 75% zachowanych oryginalnych części.

O ile powyższe kryterium nie zostanie spełnione, pojazd może jeszcze zostać pojazdem zabytkowym o ile spełnia jeden z następujących warunków:

- posiada unikalne rozwiązanie konstrukcyjne,
- dokumentuje ważne etapy rozwoju techniki motoryzacyjnej,
- związany był z ważnymi wydarzeniami historycznymi,
- był użytkowany przez osoby powszechnie uznane za wyjątkowo ważne, miał związek z ważnymi osiągnięciami sportowymi,
- posiada oryginalne wykonanie lub został odrestaurowany na bazie oryginalnych elementów, został odtworzony wiernie zgodnie z technologią z okresu produkcji.

2.3. Procedura rejestracji i wymagane dokumenty

Obieg wymaganych dokumentów w procedurze rejestracji w odpowiednich instytucjach, aby wprowadzić pojazd na drogi publiczne, jako pojazd zabytkowy, przedstawia schemat na rys. 2.1.



Rys. 2.1. Obieg dokumentów w odpowiednich instytucjach w celu rejestracji pojazdu zabytkowego

2.4. Badanie co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych

Badanie techniczne jakie przejść musi pojazd w stacji kontroli pojazdów aby mógł zostać dopuszczony do ruchu publicznego, jako pojazd zabytkowy określa Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 lutego 2013 r. w sprawie badań co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych (Dz. U. z 2013 r. poz. 337) [85].

Rozporządzenie określa zakres i sposób przeprowadzania badań co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych, które polegają na:

- sprawdzeniu prawidłowości działania poszczególnych zespołów i mechanizmów pojazdu, w szczególności pod względem bezpieczeństwa jazdy,
- wykonaniu porównania stanu faktycznego pojazdu z warunkami technicznymi zgłoszonymi przez właściciela pojazdu we wniosku o przeprowadzenie badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego, składanym w stacji kontroli pojazdów, którego wzór określa załącznik do rozporządzenia.

Właściciel pojazdu, zgodnie z rozporządzeniem, dostarcza na stację kontroli pojazdów wypełniony dokument. Jest nim: „*Wniosek o przeprowadzenie badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego*”. Tym dokumentem otwiera się procedurę specjalistycznego badania technicznego, jakiemu podlega pojazd zabytkowy.

Diagnosta na podstawie wypełnionego wniosku otrzymanego od właściciela pojazdu, porównuje stan faktyczny pojazdu z parametrami technicznymi zawartymi w tym wniosku. Dopuszcza się w przypadku gdy dany punkt nie dotyczy opisanego pojazdu, umieszczenie wpisu „*nie dotyczy*” albo „-”, a w przypadku braku możliwości ustalenia danych, wpisanie „*niemożliwe do ustalenia*” albo „*brak danych*”.

Kolejnym krokiem to wydanie właścicielowi pojazdu dwóch zaświadczeń z badania technicznego. Jedno z nich, jakie wydaje diagnosta to: „*Protokół oceny stanu technicznego pojazdu zabytkowego*”, którego wzór określa załącznik nr 2 do powyższego rozporządzenia.

Na pierwszej stronie zaświadczenia znajduje się punkt pt. „*Ocena porównawcza stanu technicznego pojazdu w odniesieniu do wymagań określonych w przepisach w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia*”.

To miejsce, w którym diagnosta wypisuje niezgodności badanego pojazdu w odniesieniu do warunków technicznych określonych w rozporządzeniu, o ile takie występują, dla zastosowanego w pojeździe: ogumienia, oświetlenia, układu hamulcowego, układu kierowniczego, podwozia (zawieszenia), nadwozia, instalacji elektrycznej oraz podaje wartości parametrów z wykonanych pomiarów: skuteczności hamowania, tłumienia zawieszenia, emisji spalin lub zadymienia i hałasu zewnętrznego na postoju. Dokument ten swą zawartością dopełnia wcześniej wspomniany zakres „*Badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych*”.

By móc bardziej wyjaśnić omawiany punkt „*Oceny porównawczej stanu technicznego pojazdu w odniesieniu do wymagań określonych w przepisach w sprawie warunków*

technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia” w zaświadczeniu, jakim jest „Protokół oceny stanu technicznego pojazdu zabytkowego” poniżej przedstawione zostały różnice w konstrukcji przykładowych pojazdów w porównaniu do aktualnych wymagań dla wybranych przykładowych trzech punktów: oświetlenie, układ kierowniczy oraz nadwozie.

Oświetlenie

- światła mijania symetryczne, jak w pojeździe na rys. 2.2.a,
- czerwona barwa tylnych świateł kierunkowskazów, jak na rys. 2.2.b,
- brak tylnego światła przeciwmgielnego, jak na rys. 2.2.b.

a)



b)



Rys. 2.2. Niezgodne z wymaganiami oświetlenie zewnętrzne pojazdu Forda Mustanga z 1967 roku
a) przód pojazdu, b) tył pojazdu

Układ kierowniczy

- powiększony luz przekładni kierowniczej w pojazdach wiekowych, wynikający z jej specyficznej konstrukcji, np. przekładnia planetarna w samochodach Ford T [78],
- układ kierowniczy przystosowany do ruchu lewostronnego (po prawej stronie kolumna kierownicza pojazdu bez odpowiedniego przystosowania do ruchu prawostronnego), jak na rys. 2.3.

Nadwozie

- wystające (ostre) elementy zewnętrzne, ozdoby i znaki firmowe, jak na rys. 2.3, brak wycieraczki szyby przedniej, brak pasów bezpieczeństwa, ograniczona widoczność do tyłu, brak lusterka wstecznego, jak na rys. 2.3.



Rys. 2.3. Nieprawidłowości wynikające z wyposażenia pojazdu Ford A z 1928 roku

Wśród jedenastu pozycji omawianego punktu „Oceny porównawczej stanu technicznego...” dokumentu, jakim jest „Protokół oceny stanu technicznego pojazdu zabytkowego”, cztery pozycje dotyczą konkretnych pomiarów:

- skuteczności hamowania,
- analizy spalin (zadymienia),
- hałasu na postoju,
- tłumienia zawieszenia.

Pomiary te powinny być wykonane za pomocą urządzeń będących na wyposażeniu każdej stacji, a wartości parametrów odczytane z urządzeń umieszczone w odpowiednie pozycje zaświadczenia. To z nich powinny również wynikać wnioskowane ograniczenia w sposobie użytkowania pojazdu zabytkowego uwzględniające te konkretne wartości uzyskane z poszczególnych pomiarów.

Na drugiej stronie zaświadczenia znajduje się punkt pt.: „Wnioskowane ograniczenia w sposobie używania pojazdu”. To miejsce, w którym diagnosta na podstawie wcześniej wypisanych niezgodności z warunkami technicznymi ma wyciągnąć wnioski i podjąć decyzję, jak dany pojazd może ograniczyć w sposobie użytkowania, by w jak najmniejszym stopniu był zagrożeniem na drodze publicznej.

W punkcie „Wnioskowane ograniczenia w sposobie użytkowania pojazdu” widnieją następujące punkty:

1. Ograniczenie prędkości maksymalnej do ...
2. Zakaz przewozu pasażerów
3. Zakaz przewozu ładunków
4. Zakaz ciągnięcia przyczep
5. Zakaz jazdy podczas zmniejszonej widoczności
6. Zakaz jazdy na autostradach i drodze ekspresowej
7. Inne ...

Zadaniem diagnosty jest podjęcie decyzji, które ograniczenia wprowadzi do ruchu drogowego dla danego pojazdu poprzez umieszczenie wyrażenia „TAK” lub „NIE” przy danym ograniczeniu. Diagnosta również ma możliwość wprowadzenie przez siebie zaproponowanego dodatkowego rodzaju ograniczenia lub dodatkowych ograniczeń w pozycji „INNE”, które wcześniej w omawianym punkcie nie były wymienione.

Przykładem wnioskowanego ograniczenia w sposobie użytkowania pojazdu zabytkowego, nieposiadającego tylnego światła przeciwmgielnego, co widać na rys. 2.2.a, jest wstawienie wyrażenia „TAK” w pozycji – „Zakaz jazdy podczas zmniejszonej widoczności”.

Drugi dokument, który wypełnia diagnosta i przekazuje właścicielowi pojazdu zabytkowego w celu dalszej rejestracji to: „Zaświadczenie o przeprowadzonym badaniu co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego”. W dokumencie oprócz umieszczenia danych identyfikujących dany pojazd diagnosta określa, poprzez skreślenie

odpowiedniego zapisu, o tym czy pojazd może lub nie może być dopuszczony do ruchu jako pojazd zabytkowy.

Po uzyskaniu wpisu przez diagnostę samochodowego o pozytywnym dopuszczeniu pojazdu zabytkowego do ruchu w Polsce:

„...przeгляд jest bezterminowy (odpowiedni zapis w dowodzie rejestracyjnym pokazany na rys. nr 2.4) gdyż Ustawodawca zakłada, iż zabytkowy pojazd jedynie okazjonalnie bierze udział w ruchu drogowym, na dalsze odległości jest transportowany na lawecie, pojazd jest pieczołowicie konserwowany, a nie jest intensywnie eksploatowany, natomiast właściciel nie dokonuje przeróbek, ale dba o jego oryginalny stan techniczny zgodny z datą produkcji”.



Rys. 2.4. Dowód rejestracyjny z wpisem o bezterminowym badaniu technicznym

Powyżej przedstawione zostały czynności badania technicznego, jakie przeprowadza się dla pojazdu zabytkowego w okręgowej stacji kontroli pojazdów. Opisana procedura według mnie w rzeczywistości zmaga się z wieloma problemami, z którymi na co dzień muszą zmierzać się diagnosty samochodowi. W kolejnym rozdziale naświetlę problematykę obecnych przepisów, nieprzystosowanych do dzisiejszych realiów.

2.5. Rozporządzenie a dzisiejsze realia

Badanie, jakiemu poddawany jest pojazd w stacji kontroli pojazdów, kwalifikujące go do pojazdów zabytkowych nazywane jest „Badaniem co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych”. Rozporządzenie określa zakres i sposób przeprowadzania badań

zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych. Badanie to można podzielić na pewne czynności, opisane poniżej:

- 1) Wykonanie porównania stanu faktycznego pojazdu z warunkami technicznymi zgłoszonymi przez właściciela pojazdu we wniosku o przeprowadzenie badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego, składanym w stacji kontroli pojazdów, którego wzór określa załącznik do rozporządzenia.
- 2) Sporządzenie protokołu oceny stanu technicznego pojazdu zabytkowego, którego wzór określa załącznik rozporządzenia.
- 3) Sprawdzenie prawidłowości działania poszczególnych zespołów i mechanizmów pojazdu, w szczególności pod względem bezpieczeństwa jazdy [85].

Prześledźmy trzy wymienione wyżej etapy badania, by wskazać uchybienia obecnego systemu badań pojazdów zabytkowych w Polsce.

Ad. 1) Wniosek o przeprowadzenie badań co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego to dokument, jaki okazuje diagnoście wnioskujący o przeprowadzenie tego typu badania.

Dostarczenie na stację kontroli pojazdów wniosku, zgodnie z rozporządzeniem, jest obowiązkiem. Diagnosta ma zadanie porównać zgodność parametrów technicznych zawartych we wniosku ze stanem faktycznym podstawionego pojazdu na badanie. Znajduje się tam około 100 pozycji z parametrami technicznymi pojazdu.



Rys. 2.5. Silnik Forda Mustanga z 1967 r.

Tu pojawia się pierwszy problem, a mianowicie diagnosta nie jest w stanie zweryfikować sporej ilości parametrów z listy zawartej we wniosku dostarczonym przez właściciela pojazdu. Porównanie chociażby samych parametrów silnika zawartych we wniosku o przeprowadzenie badania ze stanem rzeczywistym jak na rys. 2.5. jest w warunkach stacji kontroli pojazdów niemożliwe. Dla przykładu oto kilka następujących problematycznych parametrów:

- masa własna pojazdu,
- ładowność bagażnika (dachowego, nadwoziowego, podpodłogowego),
- średnica cylindra/skok tłoka,
- pojemność skokowa,
- stopień sprężania,
- maksymalna moc przy prędkości obrotowej,
- maksymalny moment obrotowy przy prędkości obrotowej,
- kolejność pracy cylindrów,
- przełożenie i prędkość maksymalna na poszczególnych biegach,
- przełożenie reduktora,
- rodzaj i przełożenie przekładni głównej,
- przełożenie przekładni kierowniczej,
- rodzaj i moc prądnicy/alternatora,
- ilość oleju w skrzyni biegów,
- napięcie i moc rozrusznika,
- maksymalna prędkość,
- liczba i pojemność zbiorników paliwa,
- ilość oleju w silniku,
- ilość oleju w skrzyni biegów,
- ilość oleju w przekładni głównej,
- pojemność układu chłodzenia.

Ilość pozycji, z jakimi diagnosta może mieć problem we wniosku o przeprowadzenie badania zgodności może wahać się od około 20 do nawet 40 z 77 pozycji, które są do zweryfikowania. To znaczna część, która może sięgać nawet ponad połowę nie wypełnionego wniosku i niesprawdzonych pozycji w pojeździe.

Teoretycznie, zgodnie z rozporządzeniem, jest sposób aby poradzić sobie z tą niedogodnością. Przeczytać o tym można w objaśnieniach we wniosku o przeprowadzenie tego badania. U dołu na ostatniej stronie dokumentu umieszczona jest uwaga:

W przypadku gdy dany punkt nie dotyczy opisanego pojazdu, należy wpisać „nie dotyczy” albo „-”, a w przypadku braku możliwości ustalenia danych, należy wpisać „niemożliwe do ustalenia” albo „brak danych”.

W uwagach zawarta jest również informacja, że niektóre pozycje dotyczą tylko pojazdów ciężarowych lub przyczep.

Takie uwagi w praktyce oznaczają, że dopuszcza się niesprawdzenie parametrów, z którymi diagnosta ma problem.

Brak możliwości zweryfikowania wielu parametrów zawartych we wniosku o przeprowadzenie tego rodzaju badania to problem, który może pociągnąć za sobą różne następstwa. Jedne z nich mogą wyniknąć podczas kontroli Transportowego Dozoru Technicznego (TDT) w trakcie corocznej kontroli w stacji. Instytucja ta weryfikując wszelkie

dokumenty, może poprosić o wyjaśnienie sposobu sprawdzenia/porównania parametrów zawartych w omawianym wniosku ze stanem faktycznym.

Taki dokument zatem, jakim jest „*Wniosek o przeprowadzenie badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdu zabytkowego*” w praktyce nie powinienem mieć zastosowania gdyż nie wnosi niczego użytecznego tym bardziej, kiedy jest niekompletny.

Ad. 2) Sporządzany przez diagnostę „*Protokół oceny stanu technicznego pojazdu zabytkowego*” to kolejny etap badania technicznego. To jedno z dwóch zaświadczeń, jakie diagnosta wydaje właścicielowi pojazdu.

Na pierwszej stronie zaświadczenia znajduje się punkt zatytułowany „*Ocena porównawcza stanu technicznego pojazdu w odniesieniu do wymagań określonych w przepisach w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia*”. To miejsce, w którym diagnosta wypisuje niezgodności badanego pojazdu w odniesieniu do warunków technicznych określonych w rozporządzeniu, o ile takie występują, dla zastosowanego w pojeździe: ogumienia, oświetlenia, układu hamulcowego, układu kierowniczego, podwozia (zawieszenia), nadwozia, instalacji elektrycznej oraz podaje parametry z wykonanych pomiarów: skuteczności hamowania, tłumienia zawieszenia, emisji spalin lub zadymienia i hałasu zewnętrznego na postoju.

Z wymienionych jedenastu punktów omawianego dokumentu cztery dotyczą konkretnych pomiarów:

- skuteczności hamowania,
- analizy spalin (zadymienia),
- hałasu na postoju,
- tłumienia zawieszenia.

Pomiary te wykonywane są za pomocą urządzeń dostępnych na stacji. To z nich powinny wynikać wnioskowane ograniczenia w sposobie użytkowania pojazdu zabytkowego uwzględniając konkretne wartości poszczególnych pomiarów.

Bardzo często słyzy się przykład ograniczenia, jaki stosuje się w stacji kontroli pojazdów, a mianowicie, że „...pojazdy zabytkowe, które np. nie mają hamowanych przednich kół będą miały ograniczenia prędkości i zakaz poruszania się po autostradach”. Niestety to tylko teoria. Rozsądne ograniczenia mają zastosowanie tylko dla niewielu sytuacji gdyż tylko takie dają możliwość sensownego uzasadnienia przez diagnostę. Bardzo często związane są z nieprzystosowaniem wyposażenia pojazdu wiekowego do dzisiejszych realiów, o czym mowa w rozporządzeniu o warunkach technicznych. Zatem przykład wcześniej wspomniany o zakazie poruszania się podczas zmniejszonej widoczności ze względu na brak światła przeciwmgielnego tylnego, jest zasadny z punktu widzenia prawa. Natomiast poważny problem spowodowany jest brakiem sensownych ograniczeń, które wynikają z wyników przeprowadzonych pomiarów, takich jak: skuteczność hamowania, analiza spalin (pomiar zadymienia), hałas zewnętrzny na postoju i tłumienie zawieszenia.

Przykładem jest pomiar spalin (zadymienia), hałasu, z których to urządzeń diagnosta otrzymuje konkretne parametry na wydrukach. I znów najczęściej przytaczane ograniczenie, o jakim często się słyszy, to ograniczenie maksymalnej prędkości, które nie do końca musi przekładać się na zmniejszenie zagrożenia w ruchu drogowym i ochronę środowiska. Ograniczenie prędkości, by obniżyć toksyczność spalin oraz poziom hałasu nie ma zastosowania, kiedy pojazdem zabytkowym zmuszeni będziemy pokonywać wzniesienie, gdzie wymagana jest redukcja na niższy bieg, a co za tym idzie jazda na podwyższonej prędkości obrotowej silnika.

Pojazd zabytkowy jadąc również z ograniczoną prędkością w kolumnie pojazdów nie będzie w stanie wyhamować, kiedy wyprzedzający inny pojazd zajędzie mu drogę mimo tego, że utrzymywał bezpieczną odległość przed poprzedzającym go wcześniej pojazdem. Nie wspominając o tym, że zapewne pozostałe pojazdy będą dodatkowo wyposażone w system ABS [11].

Po uzyskaniu wpisu przez diagnostę samochodowego o pozytywnym dopuszczeniu pojazdu zabytkowego do ruchu w naszym kraju otrzymuje on bezterminowy wpis do dowodu o przeglądzie, gdyż jak wcześniej wspomniano Ustawodawca zakłada, iż pojazdy sporadycznie wyjeżdżają na drogi publiczne transportowane są lawetami na dalsze odległości, nie są intensywnie eksploatowane, a za to bardzo często podlegają konserwacji i nie są przez właścicieli poddawane przeróbkom [95]. Takim założeniem kieruje się Ustawodawca, lecz niestety jest to również tylko teoria.



Rys. 2.6. Nieeksploatowane pojazdy zabytkowe mogą brać udział w ruchu drogowym [116]

Niebezpieczeństwem jest to, że auta posiadające status pojazdu zabytkowego z bezterminowym badaniem technicznym mogą być nieużywane przed okres wielu lat, po czym można w nie wsiąść i bez żadnych dodatkowych badań uczestniczyć dalej w ruchu drogowym. Czego przejaskrawionym symbolem może być rys. 2.6.

Pojazd zabytkowy co raz częściej wykorzystywany jest jako pojazd normalnego użytku, a nawet w celach zarobkowych przy wykorzystaniu wielu luk prawnych:

- wiek pojazdu ma oczywisty wpływ na jego stan techniczny, gdzie „badanie techniczne” bezterminowe jest ucieczką od systematycznych napraw i konserwacji,
- bezterminowe badanie techniczne daje możliwość nielegalnych przeróbek takich pojazdów, przykładem może być montaż instalacji gazowych, gdyż nad takimi pojazdami w praktyce nikt nie sprawuje kontroli,
- możliwość rejestracji pojazdu z kierownicą z prawej strony bez jego przystosowania (lusterka, oświetlenie),
możliwość wprowadzania do użytku starych pojazdów do celów zarobkowych, np. autobusów niespełniających dzisiejszych warunków technicznych odnośnie ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

Ad. 3) Sprawdzenie prawidłowości działania poszczególnych zespołów i mechanizmów pojazdu, w szczególności pod względem bezpieczeństwa jazdy to trzeci, a zarazem ostatni etap badania technicznego. Powinien zostać wymieniony na drugim miejscu, gdyż dopiero po tym sprawdzeniu diagnosta powinien przejść do sporządzenia „Protokołu oceny stanu technicznego pojazdu zabytkowego”, którym kończy i podsumowuje „Badanie co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych”.

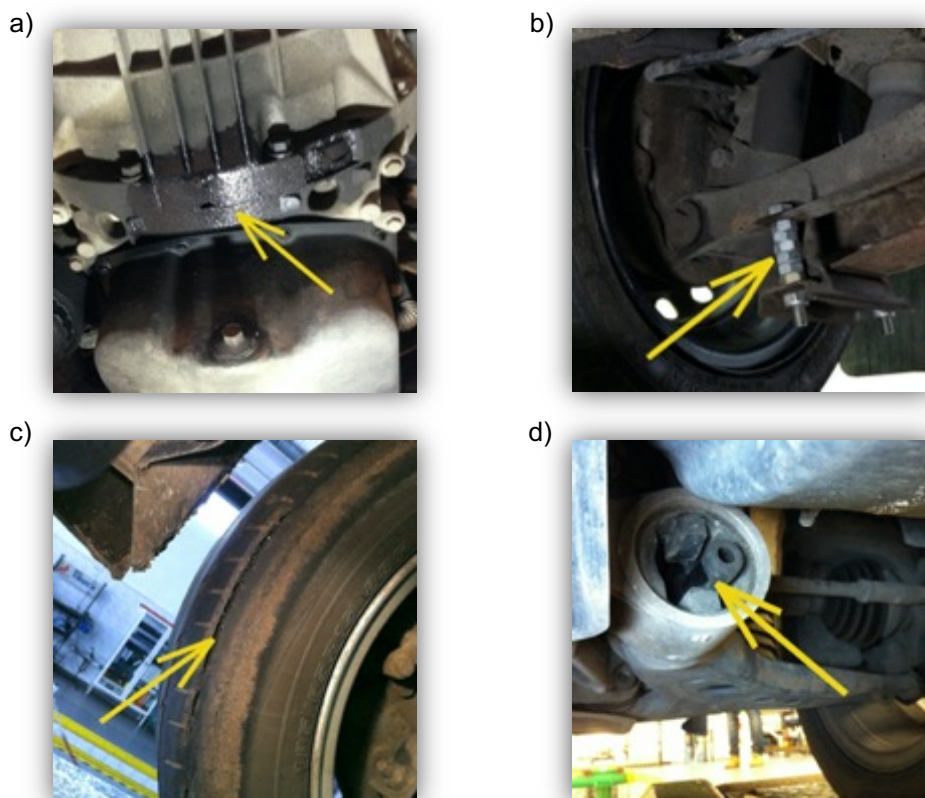
Celowo sprawdzenie prawidłowości działania poszczególnych zespołów i mechanizmów pojazdu zostawiono na koniec, gdyż jest to obszerne zagadnienie, z którym do czynienia mają diagnosty. Przykłady z życia przedstawione są kolejnym rozdziale.

2.6. Dodatkowe problemy obecnych badań technicznych pojazdów zabytkowych

Na potrzeby pracy zostały przeprowadzone badania techniczne 56 pojazdów. Wykonanych zostało wiele pomiarów, sprawdzeń dla grupy pojazdów współczesnych oraz dla grupy pojazdów zabytkowych, by móc je z sobą skonfrontować.

Po przeprowadzeniu ogólnego przeglądu stanu technicznego pojazdów zabytkowych, nie uwzględniając pomiarów wykonanych przy użyciu specjalistycznych urządzeń dostępnych w stacji kontroli pojazdów uznano, że 80-90% z tych pojazdów nie powinno poruszać się po drogach gdyż posiadały one mniej lub bardziej istotne usterki w myśl obowiązujących przepisów prawa dotyczących przeprowadzania okresowych badań technicznych w SKP. W praktyce brak jest kontroli stanu technicznego dla tej grupy pojazdów, w związku z czym praktykowane jest przez ich użytkowników nie usuwanie na bieżąco usterek, a nawet stosowanie pewnych modyfikacji pojazdów zabytkowych. Na podstawie kontroli stanu technicznego tych pojazdów określono, że najczęściej występującymi usterekami są:

- wycieki płynów eksploatacyjnych, głównie silnika i skrzyni biegów jak na rys. 2.7 a,
- niedopuszczalne modyfikacje układów wydechowych, zawieszek jak na rys. 2.7 b,
- zużyte, popękane lub sparciałe ogumienie jak na rys. 2.7 c [61],
- nadmierne luzy w zawieszeniu i układzie kierowniczym jak na rys. 2.7 d,



Rys. 2.7. Najczęstsze usterki pojazdów zabytkowych: a) wycieki płynów eksploatacyjnych b) modyfikacje zawieszenia c) uszkodzone ogumienie, d) zużyte elementy zawieszenia

- nadmierna korozja elementów (często konstrukcyjnych) jak na rys. 2.8,
- niesprawne działanie podzespołów takich jak: oświetlenie, wycieraczki, itd.,
- pozostałe usterki: pęknięte klosze reflektorów, luźne elementy, pęknięte szyby.



Rys. 2.8. Nadmierna korozja elementów konstrukcyjnych

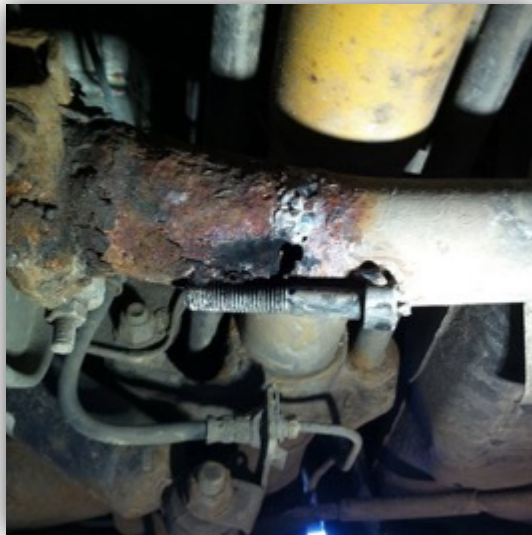
Prawie wszystkie te usterki wynikają z zaniedbań właścicieli tych pojazdów, a nie z nieprzystosowania konstrukcji pojazdu z lat ich produkcji do obecnych wymogów.

O wielu kwestiach nie powinien decydować diagnosta, gdyż nie posiada on wystarczających danych. Przykładem może być stwierdzenie kompletności oraz oryginalności układu wydechowego w badanym osiemdziesięcioletnim czy nawet trzydziestoletnim pojeździe.

Diagnosta powinien zwrócić uwagę na zastosowanie niedopuszczalnych modyfikacji, z jakimi można się spotkać:

- modyfikacje układu zawieszenia, np. w celu zmniejszenia prześwitu - rys. 2.7 b,
- modyfikacje układu wydechowego jak na rys. 2.9 a,
- modyfikacje układu hamulcowego, np. wadliwy montaż zacisku hamulcowego jak na rys. 2.9 b.

a)



b)



Rys. 2.9. Niedopuszczalne modyfikacje w pojazdach
a) układów wydechowych, b) układów hamulcowych

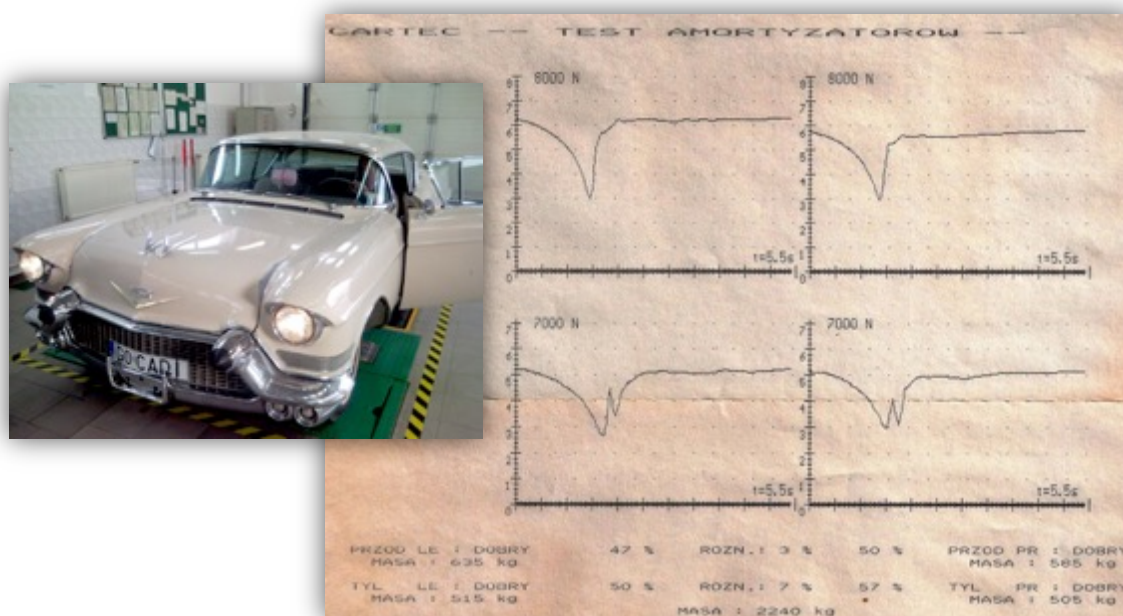
Przestarzała konstrukcja w wiekowych samochodach też nie jest bez znaczenia. Przykładem może być skorodowany jeden przewód hamulcowy. Skutkiem tego jest rozszczelnienie układu hamulcowego. W związku z tym, że systemy hamulcowe zazwyczaj były konstrukcji jednoobwodowej, nieszczelność powoduje utratę hamulców w całym pojeździe zabytkowym. Takie przestarzałe systemy (mniej bezpieczne) dopuszcza się do ruchu w pojazdach ale tylko rejestrowanych jako zabytek.

Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że im dłuższy okres eksploatacji pojazdów tym większe zużycie różnych podzespołów w pojeździe. Dotyczy to w szczególności pojazdów wiekowych, jak na rys. 2.10. Nie wymienione w odpowiednim czasie zużyte części, na przykład: szczęki lub bębny hamulcowe, mają przełożenie na zwiększenie zagrożenia bezpieczeństwa i ochrony środowiska na drodze.. Wpływ na ten stan rzeczy ma „bezterminowe badanie techniczne”, które daje możliwość odkładania w czasie wszelkich napraw również tych mających wpływ na bezpieczeństwo bierne jak i czynne pojazdów. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na niezadawalające wyniki z pomiarów wykonanych w SKP (skuteczność hamowania, tłumienie zawieszenia, analiza spalin lub zadymienie, hałas, itd.) to efekt lat produkcji z jakich pochodzą pojazdy zabytkowe. Bywa, że kompletna renowacja pojazdu zabytkowego może nie wpłynąć dostatecznie na poprawę parametrów z pomiarów, które miałyby być zgodne z dzisiejszymi wytycznymi.



Rys. 2.10. Cadillac z 1969 oraz 1965 roku

Zgodnie z prawem pojazd zabytkowy może otrzymać pozytywne badanie techniczne mimo niespełnienia warunków technicznych, o których mowa w rozporządzeniu. Problem tkwi w tym, że nie sposób podać szczegółowej instrukcji przeprowadzania badań diagnostycznych zabytkowego pojazdu. Im starszy pojazd, tym więcej problemów, których rozwiązanie może nastręczyć kłopotu nawet diagnoście ze znacznym doświadczeniem zawodowym. Dobrym przykładem jest Cadillac DeVille z 1965 roku z rys. 2.11, w którym zamontowano nowe amortyzatory. Pomiar tłumienia zawieszenia jaki został wykonany (metodą EUSAMA) wskazał ich 50% sprawność co ilustruje również rys. 2.11 [96].



Rys. 2.11. Pomiar tłumienia zawieszenia pojazdu zabytkowego marki Cadillac DeVille z 1965 o masie własnej 2240 kg w SKP z otrzymanym wydrukiem z pomiaru

Kolejny przykład to zabytkowy Chrysler 300 z 1969 roku. Zgodnie z prawem pojazd został dopuszczony do ruchu mimo, iż wynik pomiaru analizy spalin przekraczał wartości dopuszczalne podane w rozporządzeniu. Następnie przeprowadzono pełną renowację pojazdu

wraz z silnikiem jak widać na rysunkach 2.12 oraz 2.13. Okazało się, że olej silnikowy przedostawał się przez zużyte, nieszczelne popychacze hydrauliczne do komór spalania. Pomiar emisji spalin wykraczał poza wartości, o których mowa w warunkach technicznych. Zgodnie z rozporządzeniem pojazd został dopuszczony do ruchu, gdyż warunki techniczne nie obowiązują pojazdów zabytkowych.

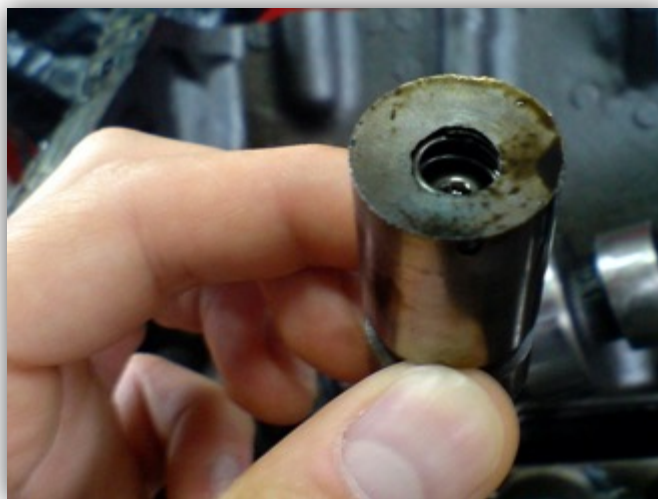
Po pewnym czasie przeprowadzono pełną renowację pojazdu jak na rys. 2.15-2.16. W trakcie prac renowacyjnych okazało się, że olej przedostawał się w dużych ilościach przez zużyte, nieszczelne popychacze hydrauliczne do komór spalania, co widać na rys. 2.14 [19], [31].



Rys. 2.12. Silnik w trakcie naprawy – Chrysler 300 z 1969 roku



Rys. 2.13. Głowica, zawory po renowacji – Chrysler 300 z 1969 roku



Rys. 2.14. Uszkodzony popychacz hydrauliczny – Chrysler 300 z 1969 roku

Podając ten przykład można zauważyć, że diagnosta przeprowadzając pomiar emisji spalin lub zadymienia otrzymuje wartości, które dziś nie służą niczemu. Diagnosta nie jest w stanie wyeliminować pojazdy z niewłaściwym spalaniem i dopuszcza je do ruchu drogowego z parametrami przekraczającymi współczesne normy. Dopuszczane są do ruchu pojazdy przede wszystkim dlatego, że nie ma sensownego ograniczenia w sposobie ich użytkowania. Po drugie nie ma możliwości porównania wyników analizy i zadymienia spalin z danymi producenta ze względu na wiek pojazdu oraz dodatkowy fakt długiego okresu eksploatacji pojazdu, powodującego zużycie podzespołów silnika. Diagnosta nie jest w stanie wyodrębnić pojazdy, których przekroczona norma analizy spalin lub zadymienia wynika nie z lat produkcji danego modelu, a z usterek silnika.

Brak możliwości zweryfikowania stanu korozji elementów konstrukcyjnych to kolejny przykład wzięty z życia diagnosty. Podwozie wcześniej wspomnianego pojazdu wskazywało na idealny stan co dokumentuje rys. 2.15 a. W trakcie renowacji okazało się jednak, że w miejscach przylegania ramy do nadwozia występowały znaczne ubytki korozyjne materiału elementów jak widać na rys. 2.16 a oraz rys 2.16 b. Konsekwencje w momencie pęknięcia ramy podczas użytkowania samochodu na drodze publicznej mogłyby być przerażające.

a)



b)



Rys. 2.15. Chrysler 300 z 1969 roku: a) przed renowacją, b) w trakcie renowacji

a)



b)



Rys. 2.16. Skorodowana rama pojazdu - Chrysler 300 z 1969 roku: a) miejsce styku z nadwoziem pojazdu, b) tylna część ramy

Niestety diagnosta w trakcie badania technicznego nie jest w stanie sprawdzić wszystkich istotnych połączeń ze względu na utrudniony do nich dostęp.

Kolejny problem na jaki natrafia diagnosta to korozja pola z numerem identyfikacyjnym pojazdu co obrazuje rys. 2.17. Przy próbie rejestracji pojazdu zabytkowego wydawane są urzędowe decyzje o „nabiciu numeru identyfikacyjnego i wykonanie zastępczej tabliczki znamionowej”. Takie podejście w przypadku pojazdów zabytkowych jest, w mojej opinii, kategorię niedopuszczalne. Modyfikacje i ingerencja w zabytkowy pojazd, włącznie z nabijaniem nowych numerów identyfikacyjnych, powoduje utratę wartości pojazdu, a zarazem jego cech kolekcjonerskich.



Rys. 2.17. Skorodowany numer identyfikacyjny pojazdu

Problem przewozu dzieci w pojazdach zabytkowych, które nie posiadają pasów bezpieczeństwa to kolejny temat tabu. Pojazd zabytkowy zostaje dopuszczony do ruchu bez pasów bezpieczeństwa zgodnie z obowiązującym prawem. Problem jest wtedy, kiedy takim pojazdem przewożone mają być dzieci, np. w fotelikach. To bardzo często powtarzająca się

sytuacja, kiedy właściciel takiego pojazdu ma zamiar uczestniczyć w różnych spotkaniach, wystawach chce zabrać swoją rodzinę.

Przykładem nietypowej sytuacji są pojazdy, które brały udział w niecodziennych wydarzeniach. Udział w tego typu wydarzeniu spowodował nacechowanie tego pojazdu wartościami zabytkowymi. Przykład pojazdu z amerykańskiego planu filmowego („American Gangster”, reż. Ridley Scott z 2007 roku), który brał udział w scenie, w której doszło do strzelaniny. Samochód ten pokazano na rys. 2.18. Właściciel pojazdu bierze udział w licznych zagranicznych wystawach organizowanych dla pojazdów filmowych. To kolejny dylemat czy diagnosta może dopuścić pojazd z poniższych zdjęć do ruchu jako pojazd zabytkowy.

a)



b)



Rys. 2.18. Pojazd z planu filmowego Ridley'a Scott'a „American Gangster”: a) przestrelona karoseria pojazdu, b) przestrelona przednia szyba pojazdu

Kolejny problem to brak możliwości zaklasyfikowania przez diagnostę podczas badania technicznego niektórych pojazdów do odpowiedniego: rodzaju, podrodzaju i przeznaczenia ze względu na nieistniejące już określenia. W omawianym przykładzie obecna klasyfikacja pojazdów nie obejmuje definicji „przyczepy osobowej” przedstawionej na rys. 2.19. Jak w dokumentach z przeprowadzonego badania diagnosta powinien zaklasyfikować pojazd i czy w zabytkowej przyczepie można dopuścić przewóz osób?



Rys. 2.19. Przyczepa do przewozów osób (nie podlega obecnie rejestracji)

Pojazdy militarne między innymi, taki jak przedstawiony na rys. 2.20, to kolejny bardzo duży problem, z którym zmierzyć się musi diagnosta ze względu na niekompletne oświetlenie. Bywa często tak, że pojazdy tego typu nie posiadają prawie żadnego oświetlenia. Czy powinny być zastosowane jakieś ograniczenia w sposobie użytkowania dla tego typu pojazdów rejestrowanych jako zabytek i czy w ogóle powinny takie pojazdy zostać dopuszczone do ruchu?



Rys. 2.20. Pojazd militarny z niekompletnym oświetleniem zewnętrznym

W dniu dzisiejszym pojazdy zabytkowe wykorzystywane zarobkowo muszą być poddawane „badaniom technicznym” raz w roku. Na rys. 2.21 przykładowy Ford Mustang z 1967 roku podczas sesji zdjęciowej. W praktyce nie wykonuje się tego typu badań, bo właściciele nie przyznają się do takiego stanu rzeczy. Natomiast jeśli doszłoby już do takiej sytuacji to pomimo obecnego stanu prawnego wskazującego jak powinno wyglądać okresowe badanie techniczne dla pojazdu zabytkowego, to procedura mija się z instrukcją rozporządzenia, gdyż pojazd zabytkowy zwolniony jest ze spełnienia warunków technicznych, które podaje to rozporządzenie.



Rys. 2.21. „Wykorzystywane zarobkowo” – pojazdy zabytkowe

Zdawałoby się, że istnieje rozwiązanie w pewnych sytuacjach umożliwiające dostosowanie pojazdu zabytkowego do warunków technicznych ujętych w rozporządzeniu. Chodzi tu o przeróbki niektórych podzespołów pojazdu: oświetlenie, układ hamulcowy, itd., dzięki którym diagnosty nie mieliby tylu problemów z decyzjami jak i czy w ogóle dopuścić do ruchu tego rodzaju pojazdu. Niestety, pojazdy zabytkowe podlegają ochronie prawnej konserwatora zabytków zatem wszelkie zmiany w pojeździe są niedopuszczalne.

Wykonywane czynności przez diagnostów w stacjach kontroli pojazdów dotyczące pojazdów zabytkowych opierają się o aktualnie obowiązujący stan prawny. Niestety obecne realia mocno weryfikują wytyczne, których powinien trzymać się diagnosta. Wiele czynności jakie ma do wykonania diagnosta są bezcelowe, nielogiczne, bez znaczenia lub nie poruszają zasadniczych kwestii, a mimo to diagnosta musi poświęcić czas na ich wykonanie zachowując procedury określone w wymienionych przepisach Prawa o Ruchu Drogowym. Bezterminowe badania techniczne jakie otrzymują dziś pojazdy zabytkowe budzą pewne wątpliwości i dają również dużo do myślenia.

3. BADANIA TECHNICZNE POJAZDÓW ZABYTKOWYCH W UNII EUROPEJSKIEJ

3.1. System badań technicznych pojazdów zabytkowych w Niemczech

Nowa nazwa określająca badanie techniczne, które ma zostać przyjęte wg Dyrektywy Unijnej również w Polsce to „zdadność do ruchu drogowego”.

Chociaż nowa dyrektywa UE w sprawie okresowych badań zdadności do ruchu drogowego pojazdów silnikowych i ich przyczep (2014/45/UE) [26] umożliwi państwu członkowskim wyłączenie pojazdu o znaczeniu historycznym z zakresu badań niniejszej dyrektywy (artykuł 2, pkt. 2), to nie dotyczy to pojazdów zabytkowych (pojazdy starsze niż 30 lat wg Dyrektywy Unijnej) w odniesieniu do okresowych badań zdadności do ruchu drogowego w Niemczech (PTI). Oznacza to, że okresowe badania zdadności do ruchu drogowego dla pojazdów zarejestrowanych w Niemczech muszą być wykonywane z częstotliwością podaną w poniższej tabeli.

Tabela 3.1. Częstotliwość wykonywania obowiązkowych badań technicznych w Niemczech [42]

Kategoria pojazdu	Częstotliwość badań okresowych
M ₁ ; N ₁	Pierwsze badanie po 36 miesiącach, każde kolejne po 24 miesiącach
M ₂₋₃ ; N ₂₋₃	Każde po 12 miesiącach z badaniami dodatkowymi co 6 (3) miesięcy dla pojazdów ciężarowych (autobusów) zależnych od wieku pojazdu
Pojazdów specjalnych M oraz N	Każde badanie po 12 miesiącach (taxi, samochody z wypożyczalni, karetki pogotowia, itd. przewożące więcej niż 8 pasażerów)
L	Każde badanie po 24 miesiącach
O ₁₋₄	Pierwsze badanie po 36 miesiącach, każde kolejne po 24 miesiącach (O ₁₋₂); każde po 24 miesiącach (O ₃), każde po 12 miesiącach (O ₄)

Objaśnienia kategorii pojazdów:

M₁ – pojazdy silnikowe zaprojektowane i skonstruowane głównie do przewozu osób i ich bagażu, mające nie więcej niż osiem miejsc siedzących poza miejscem siedzącym kierowcy,

M₂ i **M₃** – pojazdy silnikowe zaprojektowane i skonstruowane głównie do przewozu osób i ich bagażu, mające więcej niż osiem miejsc siedzących poza miejscem siedzącym kierowcy,

N₁ – pojazdy silnikowe zaprojektowane i skonstruowane głównie do przewozu towarów o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 ton,

N₂ i **N₃** – pojazdy silnikowe zaprojektowane i skonstruowane głównie do przewozu towarów o dopuszczalnej masie całkowitej przekraczającej 3,5 tony,

L – pojazdy dwukołowe lub trójkołowe, niektóre pojazdy czterokołowe, w tym: L1e (motorower dwukołowy), L2e (motorower trójkołowy), L3e (motocykl dwukołowy bez bocznego wózka), L4e (motocykl dwukołowy z bocznym wózkiem), L5e (motocykl trójkołowy), L6e (czterokołowiec lekki), L7e (czterokołowiec),

O₁ i O₂ – przyczepy zaprojektowane i skonstruowane do przewozu towarów lub osób, a także do celów zamieszkania przez osoby, o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 ton,

O₃ i O₄ – przyczepy zaprojektowane i skonstruowane do przewozu towarów lub osób, a także do celów zamieszkania przez osoby, o dopuszczalnej masie całkowitej przekraczającej 3,5 tony.

Właściciel historycznego pojazdu w Niemczech, jeśli chce skorzystać z pewnych korzyści (np. podatkowych), musi uzyskać zgodę jako pojazd zabytkowy po przejściu odpowiednich badań [56], po których pojazd otrzymuje standardową tablicę rejestracyjną (stałego użytkownika) z numerem, na końcu którego przypisana zostaje litera „H”, jak na rys. 3.1. Od tego momentu pojazd może poruszać się po drogach publicznych, jak wszystkie inne pozostałe, aczkolwiek podlega również okresowym badaniom zdatności do ruchu drogowego.



Rys. 3.1. Standardowa niemiecka tablica rejestracyjna dla pojazdu zabytkowego z literą „H” (Historisch) [56]

Właściciel chcący zrezygnować ze stałego używania własnego zabytkowego samochodu, może również zarejestrować taki pojazd z tzw. numerem „07”, jak na rys. 3.2. (wymagane jest również przejście odpowiednich wcześniej badań stwierdzających spełnienie kryterium pojazdu zabytkowego). Jeśli posiada więcej niż jeden zabytkowy samochód, taka tablica rejestracyjna może służyć dla pozostałych pojazdów na takich samych równych zasadach.



Rys. 3.2. Niemiecka tablica rejestracyjna dla pojazdu zabytkowego z numerem „07” [56]

Poprzez wprowadzenie takiego rozwiązania ogranicza się wykorzystanie tego typu pojazdów do klasycznych spotkań samochodowych, testowych i transportowych. Natomiast dla posiadaczy zabytkowych (historycznych) samochodów z tablicami rejestracyjnymi z numerem „07” nie jest wymagane żadne PTI (okresowe badanie zdatności do ruchu drogowego).

Wartości graniczne do uzyskania pozytywnego wyniku badania technicznego pojazdu dopuszczającego do ruchu drogowego dla skuteczności hamowania pojazdów zabytkowych posiadających stałą rejestrację z literą „H” są takie same, jak dla innych pojazdów. Uzyskana skuteczność hamulca roboczego i hamulca postojowego w badanym pojeździe musi być co najmniej taka jaka zawarta jest w przedstawionej poniżej tabeli (krajowej dyrektywy PTI w sprawie hamulców) [42].

W tabeli tej pojazdy podzielono na odpowiednie kategorie homologacyjne, a wartości graniczne podano w zależności od daty pierwszej rejestracji pojazdu.

Tabela 3.2. Minimalne skuteczności hamowania i dopuszczalne naciski na pedał/dźwignie hamulca [42]

HU-Bemerklinie

Anlage1: Mindestabbremung und zulässige Betätigungskräfte

Fz-Klasse	Fahrzeugart	Erstzulassung	Betriebsbremsanlage			Feststellbremsanlage		
			Z ≥ [%]	FH ≤ [daN]	FF ≤ [daN]	Z ≥ [%]	FH ≤ [daN]	FF ≤ [daN]
M1	PKW, Wohnmobile ≤ 3,5 t ¹⁾	vor 1. 1. 91	50	–	50	15	40	50
		ab 1. 1. 91 und vor 28. 7. 2010	–	–	–	16	–	–
M2, M3	Kraftomnibus	vor 1. 1. 91	58	–	70	15	60	70
		ab 1. 1. 91	48	–	70	16	–	–
N1	LKW/Zugmaschinen	vor 1. 1. 91	50	–	70	15	60	70
		ab 1. 1. 91	45 ²⁾	–	70	16	–	–
N2, N3	LKW/Zugm./Wohnmob. > 3,5 t	vor 1. 1. 91	50	–	70	15	60	70
		ab 1. 1. 91 und vor 28. 7. 2010	43 ³⁾	–	70	16	–	–
O	Anhängelfahrzeuge ≤ 25 km/h	alle	25	–	–	15	60	–
	Anhängelfahrzeuge > 25 km/h	vor 1. 1. 91	40	pm = 6,5 bar (Berechnungsdruck)	–	15	60	–
	ab 1. 1. 91 und vor 28. 7. 2010	43	–		–	–		
	O3 und O4, Drehschemel > 25 km/h	ab 28. 7. 2010	50 ⁴⁾	–	–	16	–	–
O3 und O4, Sattel > 25 km/h	alle	45 ⁵⁾	–	–	–	–	–	
T	lcf – Zugmaschinen ≤ 40 km/h	alle	35	40	60	15	40	60
	lcf – Zugmaschinen > 40 km/h	alle	40	–	70	16	60	70
–	übrige Kraftfahrzeuge ≤ 25 km/h	vor 1. 1. 91	25	–	80	15	60	80
		ab 1. 1. 91	25	–	70	–	–	70
	übrige Kraftfahrzeuge > 25 km/h ⁷⁾	vor 1. 1. 91	40	–	80	15	–	80
		ab 1. 1. 91	–	–	70	16	–	70

Seite 16 von 20

Tabela 3.3. Minimalne skuteczności hamowania i dopuszczalne naciski na pedał/dźwignie hamulca (pozostałe kategorie pojazdów) [42]

HU-Bemerklinie

Fz-Klasse	Fahrzeugart	Erstzulassung	Betriebsbremsanlage			Feststellbremsanlage		
			Z ≥ [%]	FH ≤ [daN]	FF ≤ [daN]	Z ≥ [%]	FH ≤ [daN]	FF ≤ [daN]
L3, L3e	Krafträder ohne Beiwagen	vor 1. 10. 98	v ⁴⁾	n ⁴⁾	vuh	–	–	–
		ab 1. 10. 98	30	30 ³⁾	50	20	50	–
L4, L4e	Krafträder mit Beiwagen	vor 1. 10. 98	35	25	40	20	50	–
		ab 1. 1. 91 und vor 28. 7. 2010	35	30	45	–	35	–
L5, L5e	dreirädrige Ktz. (symmetr. Anordnung)	vor 1. 10. 98	–	–	45	20	50	15
		ab 1. 10. 98	–	–	45	–	16	40
L7, L7e	vierdrädrige Ktz.	vor 1. 10. 98	–	–	45	20	50	15
		ab 1. 10. 98	–	–	45	–	16	40
Dauerbremsanlage								
M	Kraftomnibus > 5,5 t	vor 1. 1. 91	5 % (0,5 m/s ² mittl. Verzögerung) im Fahrversuch bei 30 km/h (gem. Typ II Anh. II RL 71/320/EWG)					
N	LKW/Zugm. > 9 t	ab 1. 1. 91	6 % (0,6 m/s ² mittl. Verzögerung) im Fahrversuch bei 30 km/h (gem. Typ II Anh. II RL 71/320/EWG)					
M3, N3	LKW/Zugm./Kraftomnibus	ab 1. 1. 91	6 % (0,6 m/s ² mittl. Verzögerung) im Fahrversuch bei 30 km/h (gem. Typ II Anh. II RL 71/320/EWG)					
M3	Kraftomnibus Kl. III ¹⁾	ab 1. 1. 91	6 % (0,6 m/s ² mittl. Verzögerung) im Fahrversuch bei 30 km/h (gem. Typ II Anh. II RL 71/320/EWG)					

¹⁾ Wohnmobile > 3,5 t siehe Fahrzeugklassen N2, N3
²⁾ Jedoch für Kraftfahrzeuge, die ab dem 1. 1. 2001 erstmals in Verkehr gekommen sind und deren Baumerkmale den unter die EG-Richtlinien über Bremsanlagen fallenden Fahrzeugen gleichzusetzen sind, gelten die Vorgaben dieser jeweiligen Fahrzeugklasse
³⁾ 40, wenn nachlandsbezogene Schwerpunkthöhe h_{VE} ≥ 0,5
⁴⁾ anzuwenden, wenn unabhängige Betriebsbremsen vorhanden, die nur auf eine Achse wirken
⁵⁾ 25, wenn Übertragung der Bremskraft aufgrund blockierender Räder nicht möglich
⁶⁾ Jedoch ≥ 43 % für Drehschemel- und ≥ 40 % für Sattel-/Zentralachsanhänger, wenn trotz einwandfreiem Zustand der Bremsanlage aufgrund des Messverfahrens die Mindestwerte von 50 % bzw. 45 % nicht erreicht werden

Hinweise zu den verwendeten Abkürzungen: FF = Fußkraft
 FH = Handkraft
 z = Abbremsung

Seite 17 von 20

3.2. System badań technicznych pojazdów zabytkowych w innych krajach europejskich

W Wielkiej Brytanii wszystkie pojazdy wyprodukowane przed 1960 r. są wyłączone z okresowych badań technicznych. Departament Transportu utworzył stronę internetową „Classic Vehicles: exemptions from periodic testing” [113] aby umożliwić obywatelom dyskusje i zgłaszanie sugestii dotyczących zmian w prawie drogowym dotyczących pojazdów zabytkowych. Departament ten na stronie informuje o obecnych przepisach, jakie będą musiały ulec zmianom w nadchodzącym czasie. W ten sposób szukają rozwiązań, poglądów oraz dowodów na najlepsze sposoby wprowadzenia zmian. Aby pomóc wdrożyć w życie zmiany Rząd Wielkiej Brytanii poprzez witrynę internetową szuka informacji i opinii od osób, organizacji, które są zainteresowane daną dziedziną by szukać wspólnie prawa popierającego rządowy cel stanowienia lepszego prawa, które minimalizuje obciążenie właścicieli pojazdów i przedsiębiorstw wspierających cele z zakresu poprawy bezpieczeństwa drogowego. Mimo tego, Departament przyznaje: klasyczne i zabytkowe pojazdy są często bardzo dobrze utrzymywane przez ich właścicieli i mają znacznie niższy wskaźnik awaryjności niż nowsze pojazdy. Pojazdy wyprodukowane przed 1960 rokiem uprawnione do poruszania się po drogach publicznych stanowią 0,6% wszystkich zarejestrowanych pojazdów w Wielkiej Brytanii. Natomiast uczestniczą one tylko w 0,03% wszystkich wypadków drogowych.

W Islandii pojazdy zarejestrowane przed 01.01.1988 r. za wyjątkiem pojazdów wypożyczalni samochodowych nie mają obowiązku poddawania się okresowym badaniom technicznym. W związku z nadchodzącym obowiązkiem wdrożenia Dyrektyw Unijnych Urząd Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego (RSA) rozpoczął publiczne konsultacje z obywatelami [112], klubami oraz stowarzyszeniami prosząc o wyrażanie swoich opinii na temat szeregu propozycji dotyczących przyszłych wymogów poddawania pojazdów zabytkowych badaniom technicznym. W trakcie prowadzonych konsultacji Rząd starał się zapewnić równowagę między rzadko stosowanymi zobowiązaniami dotyczącymi pojazdów zabytkowych używanych do celów publicznych i prywatnych (domowych), a także względami bezpieczeństwa drogowego, pojazdu i środowiska. Obejmuje to sprawdzenie czy pojazdy testowane są zgodnie z normami z czasów, w których zostały zbudowane, w przeciwieństwie do norm mających zastosowanie do bardziej nowoczesnych pojazdów.

W Irlandii wszystkie pojazdy zarejestrowane przed 01.01.1980 r. zwolnione są z regularnych przeglądów technicznych za wyjątkiem pojazdów typu: karetki pogotowia, autobusy, samochody ciężarowe wraz z ich przyczepami.

W Szwecji pojazdy zarejestrowane przed 01.01.1950 r., które nie służą do zarobkowego transportu osób i towarów czyli: autobusy, karetki pogotowia, pojazdy nauki jazdy nie muszą być poddawane okresowym badaniom technicznym (RSI, roadside inspection).

Holandia posiada system zależny od wieku i masy pojazdu. Pojazdy, które zarejestrowane zostały przed 01.01.1960 r. nie mają wymogu dokonywania badań technicznych. Natomiast badanie techniczne wykonywane są co 2 lata pojazdom starszym niż 30 lat ale posiadającym datę pierwszej rejestracji po 01.01.1960 r., a badanie techniczne coroczne wykonywane jest pojazdom niestarszym niż 30 lat, posiadającym datę pierwszej

rejestracji przed 01.01.2005 r. Również mimo daty pierwszej rejestracji przed 01.01.1960 r. pojazdy muszą być poddane corocznym badaniom technicznym, jeśli ich waga przekracza 3500 kg lub są to pojazdy, typu: taxi, karetka pogotowia, pojazdy przewożące towary niebezpieczne.

Co dwa lata poddawane badaniom są pojazdy starsze od 30 lat we Francji, ale po zaklasyfikowaniu pojazdu jako pojazd kolekcjonerski okres pomiędzy badaniami technicznymi wydłuża się do 5 lat.

W Estonii okresy między przeglądami wynoszą od 2 do 5 lat w zależności od typu pojazdu. Również istnieje wymóg zatwierdzenia jako pojazd zabytkowy.

W Finlandii właściciele pojazdów zarejestrowanych przed 01.01.1960 r. zobowiązani są wykonywać swoim pojazdom badania techniczne co 4 lata, a dla pojazdów zarejestrowanych po 01.01.1960 r. badania techniczne przeprowadza się częściej, bo co 2 lata.

W Austrii badania wykonywane są co roku natomiast pojazdy zabytkowe dostarcza się na badanie techniczne co dwa lata [114].

W Norwegii oraz Belgii pojazdy zabytkowe poddawane są badaniom technicznym co 2 lata.

4. PODSUMOWANIE JAKO POTRZEBA ZMIAN W SYSTEMIE BADAŃ TECHNICZNYCH POJAZDÓW ZABYTKOWYCH W POLSCE

Obszar zagadnień, jaki został poruszony w pracy skupia się wokół opracowania koncepcji metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych wraz z wnioskowanym ograniczeniem prędkości dla pojazdów zabytkowych na podstawie uzyskanego opóźnienia hamowania.

Wspomniano już wcześniej o nieściśłościach obecnie wykonywanego badania technicznego, jakim dzisiaj poddawane są pojazdy, które mają uzyskać miano pojazdu zabytkowego. Przedstawiono również brak możliwości zastosowania uzasadnionych ograniczeń w sposobie użytkowania pojazdu, a w szczególności ograniczenie maksymalnej prędkości.

Chcąc skutecznie zapobiegać poważnym wypadkom z udziałem pojazdów zabytkowych, na podstawie przeprowadzonych badań należy zaproponować ograniczenia ich maksymalnej prędkości w obszarze zabudowanym oraz poza obszarem zabudowanym w zależności od wartości pomierzonego opóźnienia hamowania.

Pojazd zabytkowy, aby mógł bezpiecznie wyhamować przed poprzedzającym go pojazdem musiałby dokonać hamowania co najmniej na takim samym odcinku drogi, co pojazd poprzedzający. Niestety żadne unowocześnienie układów hamulcowych nie wchodzi w grę w pojazdach zabytkowych ze względu na wymóg zachowania oryginalnych podzespołów w takim pojeździe. Taki pojazd zabytkowy zatem musi poruszać się z odpowiednio niższą prędkością np. od pojazdu go wyprzedzającego. Pojazd zabytkowy musi bezpiecznie wyhamować podczas awaryjnego hamowania bez najechania na tył poprzedzającego pojazdu współczesnego, zapewne wyposażonego w system ABS. Można tego dokonać po zastosowaniu ograniczenia maksymalnej prędkości dla pojazdu zabytkowego przy zastosowaniu tabeli jaka zostanie opracowania w tej pracy naukowej.

W Polsce poza obszarem zabudowanym dopuszczalna prędkość z jaką mogą poruszać się pojazdy to 90 km/h. Na podstawie zmierzonego opóźnienia hamowania podczas badania technicznego w stacji kontroli pojazdów, diagnosta stosowałby odpowiednie ograniczenie, jakim byłaby odpowiednia wartość prędkości maksymalnej badanego pojazdu poza obszarem zabudowanym lub też w obszarze zabudowanym.

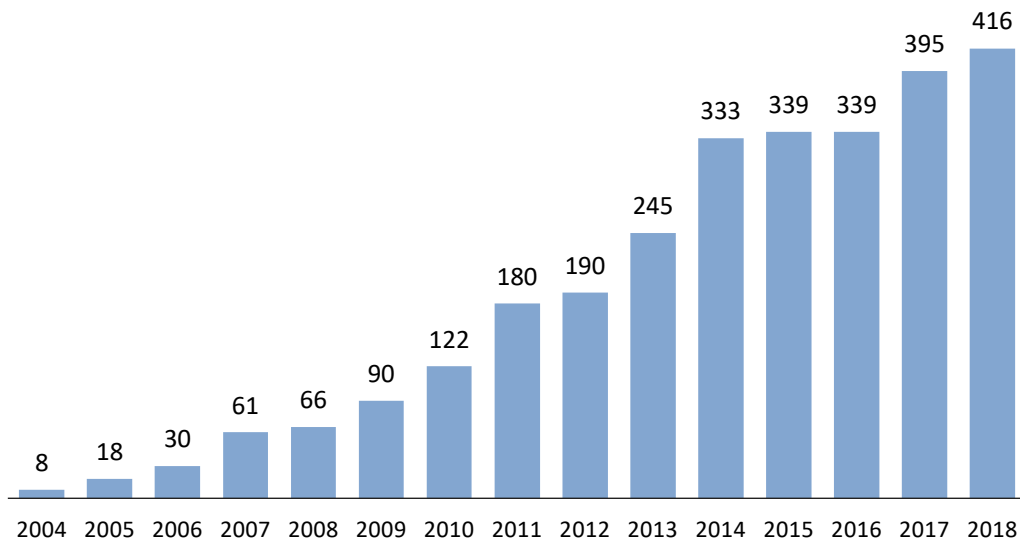
Pojazdy od zawsze brały udział w kolizjach na drogach ale pojazdy zabytkowe są bardziej podatne na tego typu zdarzenia ze względu na:

- zastosowane przestarzałe rozwiązania konstrukcyjne,
- bardzo długi okres czasu użytkowania,
- nie poddawanie ich regularnym naprawom ze względu na bezterminowe badanie techniczne.

Dlaczego w pracy tej zostaje poruszony temat obecnie wykonywanych badań technicznych pojazdom zabytkowym i dlaczego jest on tak istotny?

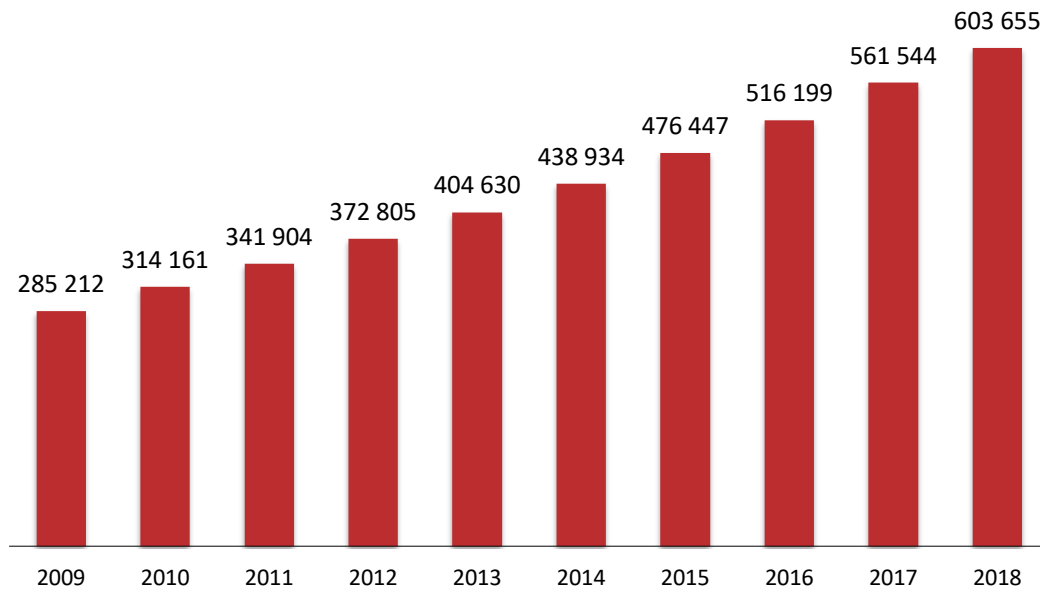
Wynika to z analizy danych statystycznych [25]:

- co raz większy przyrost rejestrowanych pojazdów zabytkowych, których omawiane zagadnienie dotyczy (na rys. 4.1 dane z województwa pomorskiego),



Rys. 4.1. Przyrost rejestracji pojazdów zabytkowych (dane z Pomorskiego Wojewódzkiego Urzędu Ochrony Zabytków w Gdańsku od 2004 roku)

- bardzo duża ilość potencjalnych pojazdów (pojazdy 25 letnie i starsze w województwie pomorskim), które mogą zostać zarejestrowane jako pojazdy zabytkowe i co najważniejsze, co roku przybywa takich pojazdów o kilka tysięcy w naszym województwie (na rys. 4.2 dane z Ministerstwa Cyfryzacji od 2009 roku),



Rys. 4.2. Przyrost 25 letnich pojazdów oraz starszych biorących udział w ruchu drogowym w województwie pomorskim (dane z Ministerstwa Cyfryzacji od 2009 roku)

- brak jakichkolwiek poważnych wprowadzanych zmian dotyczących badań technicznych pojazdów zabytkowych w ustawodawstwie na przestrzeni wszystkich rozporządzeń dotyczących pojazdów zabytkowych. Żadna zmiana prawa nie dotyczyła sposobu wykonywania omawianego badania technicznego. Zmiany dotyczyły jedynie usunięcia pozycji z numerem silnika w załącznikach z zaświadczeniami, zlikwidowanie zapisów o badaniach pojazdów marki „SAM”, które były w jednym rozporządzeniu, zmiana kosmetyczna w nazwie rozporządzenia „...co do zgodności z ...”:
 - 1999 rok – Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 kwietnia 1999 r. w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań pojazdów zabytkowych i pojazdów marki „SAM” co do zgodności z warunkami technicznymi, wzorów dokumentów związanych z tymi badaniami oraz jednostek upoważnionych do przeprowadzania tych badań (Dz. U. Nr 44, poz. 433),
 - 2003 rok – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 grudnia 2003 r. W sprawie badania zgodności pojazdów zabytkowych i pojazdów marki „SAM” z warunkami technicznymi (Dz. U. Nr 219, poz. 2161),
 - 2004 rok – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 22 października 2004 r. w sprawie badań zgodności pojazdów zabytkowych i pojazdów marki „SAM” z warunkami technicznymi (Dz. U. Nr 238, poz. 2395),
 - 2006 rok – Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 1 września 2006 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie badań zgodności pojazdów zabytkowych i pojazdów marki „SAM” z warunkami technicznymi (Dz. U. Nr 164, poz. 1161),
 - 2013 rok – Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 lutego 2013 r. w sprawie badań co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych.

5. BADANIA I POMIARY HAMULCÓW ORAZ TŁUMIENIA ZAWIESZENIE

W celu realizacji przyjętych założeń określony został następujący zakres pracy:

- wykonanie pomiarów skuteczności hamowania metodami stacjonarnymi dla wszystkich grup wiekowych pojazdów w Stacji Kontroli Pojazdów przy użyciu: rolkowego stanowiska pomiarowego firmy Cartec oraz płytowego stanowiska pomiarowego firmy HEKA [28], [48],
- przeprowadzenie pomiarów opóźnienia hamowania metodą drogową dla wszystkich grup wiekowych pojazdów korzystając z urządzenia Automex AMX 520,
- wykonanie pomiarów tłumienia zawieszenia wszystkim grup wiekowych pojazdów przy użyciu stanowiska pomiarowego firmy Cartec SSP 2000 [16],
- przygotowanie stanowiska pomiarowego na drodze wewnętrznej przy Okręgowej Stacji Kontroli Pojazdów do przeprowadzenia serii pomiarów opóźnienia hamowania,
- przygotowanie stanowiska pomiarowego na torze wyścigowym „Autodrom” w miejscowości Pszczółki do przeprowadzenia serii pomiarów opóźnienia hamowania,
- przeprowadzenie pomiarów skuteczności hamowania dla różnych prędkości początkowych dla grupy pojazdów przy użyciu urządzenia firmy HEKA na zewnętrznym stanowisku pomiarowym,
- przeprowadzenie pomiarów skuteczności hamowania dla różnych prędkości początkowych dla grupy pojazdów przy użyciu urządzenia firmy HEKA na torze wyścigowym „Autodrom” w miejscowości Pszczółki,
- przeprowadzenie serii pomiarów skuteczności hamowania wybranym pojazdem w wybranej stacji kontroli pojazdów przy użyciu rolkowego stanowiska pomiarowego,
- przeprowadzenie serii pomiarów skuteczności hamowania wybranym pojazdem w 10 różnych stacjach kontroli pojazdów przy użyciu rolkowego stanowiska pomiarowego.

Realizacja powyższych zadań będzie stanowić podstawy wykonania niniejszej pracy. W pracy opracowane będą zmiany dotyczące koncepcji metodyki badań pojazdów zabytkowych oparte o przeprowadzone badania układów hamulcowych oraz skuteczności tłumienia zawieszenia w ponad pięćdziesięciu pojazdach. Celem tych badań jest porównanie działania wyżej wymienionych układów w samochodach z różnych lat produkcji oraz zweryfikowanie ich z obowiązującymi warunkami technicznymi podczas przeprowadzania badania technicznego pojazdu w stacji kontroli pojazdów przez diagnostę samochodowego [75]. Układ hamulcowy zostanie zbadany trzema metodami oraz sprawdzona będzie skuteczność tłumienia zawieszenia [84].

Urządzenia i metody jakimi zostaną zbadane poszczególne układy [93]:

- badanie skuteczności działania hamulców [84]:
 - na stanowisku rolkowym – CARTEC BDE 4004P-O/M,

- na stanowisku płytowym – linia diagnostyczna HEKA H2000 Univers A2,
- urządzeniem do pomiaru opóźnienia hamowania AUTOMEX AMX520;
- badanie skuteczności tłumienia zawieszenia metodą EUSAMA:
 - na stanowisku płytowym FWT2005 zamontowanym na linii diagnostycznej VIDEOline 2000.

Pomiary zostaną wykonane zgodnie z instrukcjami urządzeń oraz procedurami wymaganymi podczas przeprowadzania badań technicznych pojazdów w warunkach stacji kontroli pojazdów przez uprawnionych diagnostów.

Na podstawie tych pomiarów, jak również przeprowadzonej komputerowej symulacji, badań drogowych opóźnienia i drogi hamowania oraz obliczeń, zaproponowana będzie nowatorska koncepcja metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych.

5.1. Opis urządzeń wykorzystanych do przeprowadzania pomiarów oraz sposobów pomiarów

5.1.1. AMX 520 – przyrząd do sprawdzania skuteczności hamulców (opóźnieniomierz)

Urządzenie AMX520 jest małogabarytowym przenośnym dwuosiowym miernikiem przyspieszeń wykorzystującym cyfrową technikę pomiaru i obróbki sygnału zrealizowanym w technice mikroprocesorowej [43].

Głównym przeznaczeniem przyrządu jest pomiar ujemnych przyspieszeń wzdłużnych pojazdu (opóźnień) występujących w procesach ich hamowania. Jest to realizowane zgodnie z zaleceniami Instytutu Transportu Samochodowego WT-ITS 23/99-ZDO dotyczącymi opóźnieniomierzy i służy do badania skuteczności hamulców pojazdów samochodowych i ciągników rolniczych. W przyrządzie zastosowano pomiar rzeczywistego przyspieszenia w dwóch prostopadłych do siebie osiach leżących w płaszczyźnie symetrii wzdłużnej pojazdu. Sygnały są przetwarzane za pomocą specjalnie opracowanego algorytmu szacowania opóźnienia umożliwiającego eliminację opóźnień pozornych wprowadzanych przez zmianę kąta pochylecia kabiny pojazdu w stosunku do poziomu podczas hamowania (tzw. "nurkowanie"). Przyrząd umożliwia również pomiar siły nacisku na pedał hamulca za pomocą tensometrycznych przetworników siły na sygnał elektryczny. Wyniki pomiarów są rejestrowane podczas procesu hamowania w pamięci urządzenia i po przetworzeniu, wyświetlane na własnym wyświetlaczu LCD lub mogą być przesłane do komputera celem wizualizacji.

Sposób przeprowadzania badania

Chcąc przeprowadzić pomiar należy:

- podłączyć do przyrządu czujnik nacisku na pedał hamulca,
- czujnik nacisku na pedał zamocować za pomocą gumowej opaski na pedale hamulca (bądź dźwigni hamulca postojowego/awaryjnego),

- centralkę urządzenia włączyć i położyć na podłodze po stronie pasażera (na wycieraczce) w sposób uniemożliwiający przemieszczanie się oraz tak aby oś wzdużna centralki pokrywała się z osią badanego pojazdu,
- z menu głównego opóźnieniomierza wybrać następująco 1.Rejestracja > 1.Rej. automatyczna. Ukaże nam się numer pomiaru. Naciśnięcie dowolnego klawisza rozpocznie pomiar,
- przygotować pojazd zgodnie z wymaganiami technicznymi oraz umieścić go na początku odcinka drogi, na której dokonamy pomiaru,
- rozpędzić pojazd do około 30 km/h, a następnie po ustabilizowaniu prędkości gwałtownie wcisnąć pedał hamulca (bądź zaciągamy dźwignię hamulca postojowego/awaryjnego), przytrzymując go do momentu znacznego wytrącenia prędkości w pojeździe lub do zatrzymania,
- przyrząd automatycznie rozpocznie rejestrację pomiaru. Pomiar trwa przez około 5s, po upływie których zostanie zakończona rejestracja pomiaru, a na wyświetlaczu pojawią się wyniki,
- na podstawie otrzymanych wyników dokonujemy oceny skuteczności badanego hamulca (roboczego, postojowego, awaryjnego).

5.1.2. CARTEC BDE 4004P-O/M – stanowisko rolkowe do badania hamulców

Urządzenie rolkowe BDE 4004P-O/M jest urządzeniem uniwersalnym, przeznaczonym do pomiaru sił hamujących i oceny skuteczności hamulców pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do i powyżej 3,5t z wyłączeniem pojazdów o napędzie większej ilości osi niż jedna (bez możliwości rozłączania tego napędu między osiami) [44].

Zespół rolek napędowych są to identyczne jednostki, będące lustrzanym odbiciem, które zainstalowane są po obu stronach kanału i osadzone są w dole fundamentowym. Każda jednostka składa się z ramy, w której ułożyskowana jest para rolek napędowych. Powierzchnia rolek pokryta jest siatką i tworzywem sztucznym z elektrokorundem, co zapewnia jej odpowiednio duży współczynnik przyczepności opony. Rolka tylna napędzana jest za pośrednictwem przekładni łańcuchowej przez motoreduktor. Rolka przednia natomiast jest napędzana od rolki tylnej za pomocą dodatkowej przekładni łańcuchowej.

Pomiędzy rolkami napędowymi jest osadzone wahadło dźwignia z rolką kontrolną prędkości koła, które służy do sygnalizacji poślizgu. Dźwignia jest elementem mechanizmu zapobiegającego włączeniu rolek, gdy nie stoi na nich pojazd kołami. Siły hamujące są mierzone za pomocą czujników tensometrycznych, a następnie w postaci sygnałów elektrycznych przekazywane do komputera sterującego.

Sposób przeprowadzania badań

Chcąc dokonać pomiaru należy:

- ustawić pojazd badany przed urządzeniem do badania skuteczności hamulców,

- w urządzeniu sterującym wybrać program co do rodzaju pojazdu oraz wprowadzić dopuszczalną masę całkowitą pojazdu,
- zamocować przyrząd do pomiaru siły nacisku na pedał hamulca,
- wjechać pierwszą osią pojazdu badanego na rolki napędowe oraz za pomocą pilota zdalnego sterowania uruchomić pomiar,
- dokonać pomiaru wahań sił hamowania, a następnie zwiększać siłę nacisku na pedał hamulca aż do uzyskania poślizgu jednego z kół. Jeżeli zablokowanie żadnego z kół nie następuje to za pomocą pilota zdalnego sterowania możemy zakończyć pomiar,
- dokonać sprawdzenia hamulca postojowego jeżeli występuje na danej osi,
- powtórzyć badanie dla kolejnych osi pojazdu,
- wykonane pomiary są automatycznie zapamiętywane oraz program dokonuje oceny wyników pomiaru.

5.1.3. *VIDEOline FWT2005 (linia diagnostyczna) – stanowisko płytowe do sprawdzania skuteczności tłumienia zawieszenia*

Linia diagnostyczna VIDEOline 2005 przeznaczona jest do badania pojazdów o nacisku do 3,5 tony na oś [46].

Przy pomocy tej linii możemy dokonać szybkiego pomiaru zbieżności połówkowej, skuteczności tłumienia zawieszenia oraz skuteczności działania hamulców.

Linia składa się ze stanowiska pomiarowego SSP 2000 do wstępnej oceny zbieżności połówkowej, płyt pomiarowych FWT2005 do pomiaru skuteczności tłumienia zawieszenia metodą EUSAMA oraz z rolek napędowych BDE2005 do oceny skuteczności hamulców.

Sposób przeprowadzania badania

Chcąc dokonać pomiaru należy:

- ustawić pojazd przed stanowiskiem do sprawdzania skuteczności tłumienia zawieszenia,
- wprowadzić dane pojazdu do centralki sterującej,
- wjechać pierwszą osią pojazdu na płyty pomiarowe, nie załączać hamulca postojowego ani roboczego,
- za pomocą pilota zdalnego sterowania uruchomić pomiar. Badanie jest dokonywane w kolejności najpierw lewe koło, a następnie prawe koło,
- powtórzyć badanie dla kolejnych osi pojazdu,
- wyniki pomiarów są zapamiętywane przez program oraz są wyświetlane bezpośrednio po pomiarze z wyliczonymi różnicami.

5.1.4. HEKA H2000 Univers A2 – stanowisko płytowe do badania hamulców

Linia diagnostyczna HEKA H2000 Univers UA2 pozwala na badanie sił hamowania wszystkich kół, różnicy sił hamowania między kołami jednej osi, oporów toczenia kół, wskaźnika skuteczności hamowania i ustawienia kół przednich i tylnych. Przeznaczona jest do badania pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 tony [45].

Płyty hamulcowe przesuwne w kierunku zgodnym z kierunkiem jazdy są ułożyskowane na ramie urządzenia i mają możliwość przesuwania się w kierunku równoległym do kierunku poruszania pojazdu. Ruch wzdłużny ograniczony jest przez czujnik tensometryczny mierzący siłę jaką na płytę wywiera hamujący pojazd. Czujniki tensometryczne zintegrowane ze wzmacniaczem sygnału, mierzą siłę hamowania w kierunku jazdy i przesyłają je do jednostki sterującej. Po przetworzeniu przez komputer sterujący, wyniki są wyświetlane na ekranie głównym.

Sposób przeprowadzania badania

Chcąc dokonać pomiar należy:

- ustawić pojazd w niewielkiej odległości przed linią diagnostyczną,
- zamontować czujnik nacisku na pedał hamulca w badanym pojeździe,
- najechać na płyty pojazdem rozpędzonym do min. 5 km/h,
- dokonać hamowania badanym hamulcem, gdy koła badanej osi znajdować się będą na płytach hamulcowych. Pomiar uważa się za poprawny, kiedy po zatrzymaniu pojazdu koła wciąż będą znajdować się na płytach. Rozpoczęcie hamowania przed płytami i zakończenie za nimi powoduje, że pomiar jest nieprawidłowy,
- odczytać bezpośrednio po zakończeniu badania wyniki, które wyświetlają się na ekranie głównym.

5.2. Badanie hamulców oraz tłumienia zawieszenia

5.2.1. Pomiar siły hamowania

Pomiar sił hamowania hamulcem roboczym może odbywać się przy spełnieniu określonych warunków [27], [67]:

- ciśnienie w ogumieniu nie może różnić się od nominalnego o więcej niż:
 - +/-0,1bara albo +/-0,01MPa dla motocykla, motoroweru i samochodu osobowego,
 - +/- 0,2bara albo +/-0,02MPa dla pozostałych pojazdów,
- hamowanie powinno być dokonywane tylko hamulcem badanym, przy czym sprzęgło silnika może być włączone, a w pojazdach wyposażonych w mechanizm wspomagający silnik może być uruchomiony,

- pomiar sił hamowania powinien być dokonany na granicy blokady któregośkolwiek koła, przy czym nacisk na pedał (dźwignię) hamulca nie może przekraczać wartości wskazanych w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Maksymalny nacisk w daN na dźwignię hamulca dla poszczególnych rodzajów hamulców

Rodzaj pojazdu	Hamulec roboczy		Hamulec awaryjny		Hamulec postojowy	
	nożny	ręczny	nożny	ręczny	nożny	ręczny
Motocykl i motorower	40	40	-	-	-	-
Samochód osobowy	50	20	50	40	50	40
Ciągniki	60	40	60	40	60	40
Pozostałe	70	20	70	60	70	60

- pomiar sił hamowania jednej osi powinien być dokonany równocześnie na kołach jednej i drugiej strony tej osi; nie dotyczy pojazdów z nierozłączalnym napędem wszystkich kół, dla których pomiar wykonuje się osobno dla każdego koła przy przeciwnym kierunku obrotów kół tej samej osi;
- podczas pomiaru siły hamowania na każdej osi powinien być również zmierzony nacisk na pedał (dźwignię) hamulca, na urządzenie sterujące przyczepy lub zmierzone ciśnienie w siłownikach pneumatycznego układu hamulcowego, stosowane podczas pomiaru;
- jest wskazane, aby podczas przeprowadzania pomiarów osie pojazdu były obciążone, lecz nie więcej niż maksymalny nacisk określony dla danego typu pojazdu;
- w przypadku pomiarów skuteczności hamowania pojazdów wyposażonych w urządzenie sterujące działaniem hamulców poszczególnych kół lub osi (regulator siły hamowania, urządzenia przeciwblokujące, itp.) należy to działanie uwzględnić.

Przyjmuje się, że:

- siła hamowania jednej osi jest sumą równoczesnych sił hamowania poszczególnych kół, zmierzonych na granicy blokady dowolnego koła tej osi,
- siła hamowania hamulcem roboczym jest sumą sił hamowania zmierzonych na wszystkich osiach hamowanych tym hamulcem.

Pomiar sił hamowania hamulcem awaryjnym i postojowym powinien odbywać się przy zachowaniu następujących warunków:

- ciśnienie w ogumieniu nie może różnić się od nominalnego o więcej niż:
 - +/- 0,1 bara albo +/-0,01MPa dla motocykla, motoroweru i samochodu osobowego,
 - +/- 0,2 bara albo +/-0,02MPa dla pozostałych pojazdów,
- hamowanie powinno być dokonywane tylko hamulcem badanym, przy czym sprzęgło silnika może być włączone, a w pojazdach wyposażonych w mechanizm wspomagający silnik może być uruchomiony,

- jest wskazane, aby podczas przeprowadzania pomiarów osie pojazdu były obciążone, lecz nie więcej niż maksymalny nacisk określony dla danego typu pojazdu,
- maksymalny nacisk na pedał (dźwignię) hamulca (zgodny z tabelą 5.1) lub przy maksymalnej sile siłowników hamulca,
- pomiaru sił na urządzeniu rolkowym należy dokonać oddzielnie dla każdego koła (przy włączonym tylko jednym zespole rolek).

Siła hamowania hamulca awaryjnego i postojowego jest sumą maksymalnych sił hamowania zmierzonych na wszystkich kołach hamowanych tym hamulcem.

Pomiar skuteczności działania elektrycznego hamulca postojowego (EPB) powinien umożliwiać pomiar maksymalnej siły hamowania uzyskanej podczas działania tego układu.

5.2.2. Pomiar opóźnienia hamowania

Pomiar opóźnienia hamowania hamulcem roboczym, awaryjnym i postojowym może odbyć się przy spełnieniu następujących warunków [84]:

- badanie można przeprowadzać tylko na takim odcinku drogi, na którym nie spowoduje to zagrożenia bezpieczeństwa ruchu drogowego (np. przez nagłe zahamowanie pojazdu),
- ciśnienie w ogumieniu nie może różnić się od nominalnego o więcej niż:
 - +/- 0,1bara albo +/-0,01MPa dla motocykla, motoroweru i samochodu osobowego,
 - +/- 0,2bara albo +/-0,02MPa dla pozostałych pojazdów,
- hamowanie powinno być dokonywane tylko hamulcem badanym, przy czym sprzęgło silnika może być włączone, a w pojazdach wyposażonych w mechanizm wspomagający silnik może być uruchomiony,
- pomiar sił hamowania powinien być dokonany na granicy blokady któregośkolwiek koła, przy czym nacisk na pedał (dźwignię) hamulca nie może przekraczać wskazanych parametrów w tabeli 5.1,
- pojazd powinien być równomiernie obciążony ładunkiem o masie równej jego dopuszczalnej ładowności, dopuszcza się badanie samochodów osobowych i motocykli tylko z kierowcą, zabrania się badania autobusów i trolejbusów na drodze publicznej, chyba że zamiast pasażerów w pojeździe umieszczony będzie balast, odpowiadający pod względem masy i rozmieszczenia nośności danego pojazdu,
- droga na odcinku wybranym do wykonywania pomiaru powinna być pozioma, o nawierzchni twardej (bitumicznej, betonowej), równej, suchej i czystej,
- podczas pomiaru pojazd powinien prowadzić kierowca badanego pojazdu lub pracownik upoważniony do dokonywania badań,
- kierujący pojazdem powinien hamować tylko hamulcem badanym, przy czym sprzęgło może być włączone,

- pomiaru należy dokonywać przy prędkości początkowej około 30 km/h według wskazań prędkościomierza, a w odniesieniu do pojazdów nieosiągających tej prędkości – przy prędkości maksymalnej,
- nie wymaga się hamowania aż do zatrzymania pojazdu.

Pomiar opóźnienia hamowania powinien być dokonany za pomocą opóźnieniomierza wycechowanego w m/s^2 lub w % przyspieszenia ziemskiego, umocowanego w badanym pojeździe w sposób wskazany przez producenta przyrządu.

5.2.3. Ocena skuteczności i równomierności hamowania

Skuteczność hamowania uznaje się za odpowiadającą wymaganiom jeżeli [84]:

- wskaźnik skuteczności hamowania zmierzony (lub obliczeniowy) na podstawie pomiaru sił hamowania lub opóźnienia hamowania jest nie mniejszy jak wartości określone w tabeli 5.2.,

Tabela 5.2. Wartości wskaźnika skuteczności hamowania

Rodzaj pojazdu	Hamowanie przy użyciu hamulca	Wartość wskaźnika w % dla pojazdu zarejestrowanego po raz pierwszy			
		do 31 grudnia 1993r.	od 1 stycznia 1994r. do 31 grudnia 1998r.	od 1 stycznia 1999r. do 27 lipca 2010r.	od 28 lipca 2010r.
Samochód osobowy	roboczego	50	50	50	58
	awaryjnego	23	25	25	29

- zmierzona (lub obliczeniowa) siła hamowania jest nie mniejsza niż wymagana, określona na podstawie danych technicznych pojazdu i na podstawie wymaganego wskaźnika skuteczności hamowania,
- zmierzone siły hamowania kół po obu stronach osi pojazdu nie różnią się więcej niż o 30%, przyjmując za 100% siłę większą (nie dotyczy hamulca awaryjnego i postojowego),
- zmierzone opóźnienie hamowania jest nie mniejsze od wymaganego, określonego na podstawie wskaźnika skuteczności hamowania oraz jeżeli nie nastąpiła zmiana położenia osi kierunku poruszania się pojazdu podczas hamowania o więcej niż 0,5 m względem kierunku początkowego (przy niekorygowanym kierownicą kierunku jazdy).

Wskaźnik skuteczności hamowania z (%), określony na podstawie zmierzonej siły hamowania, oblicza się na podstawie wzoru:

$$z = \frac{\Sigma T}{P} 100 \quad (5.1)$$

gdzie:

z - wskaźnik skuteczności hamowania (%) dla badanego rodzaju hamulca,

- ΣT - siła hamowania uzyskana ze wszystkich kół (kN), odpowiednio dla hamulca roboczego, awaryjnego lub postojowego,
- P - siła ciężkości (nacisk) od dopuszczalnej masy całkowitej badanego pojazdu (kN), przyjmując do obliczeń 1 kN = siła ciężkości 100 kg masy.

Dopuszczalną masę całkowitą pojazdu przyjmuje się na podstawie danych zawartych w dowodzie rejestracyjnym, tabliczce znamionowej albo innych wiarygodnych danych technicznych pojazdu lub oblicza się, sumując masę własną i dopuszczalną ładowność pojazdu; dla ciągników siodłowych dopuszczalną ładownością jest dopuszczalny nacisk na siodło ciągnika.

Jeżeli zmierzona siła hamowania hamulca roboczego lub obliczony na tej podstawie wskaźnik skuteczności hamowania nie osiąga wymaganej wartości, należy ustalić obliczeniową maksymalną wartość siły hamowania (lub obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania), mnożąc zmierzone siły hamowania poszczególnych kół przez stosunek maksymalnego dopuszczalnego nacisku na pedał (dźwignię) hamulca do nacisku wywieranego w czasie pomiaru lub przez stosunek ciśnienia obliczeniowego w układzie hamulcowym do ciśnienia w siłownikach hamulcowych, zmierzonego w czasie pomiaru, na tej osi, według wzoru:

$$T_{min} = P z_{min} \quad (5.2)$$

$$T^* = \Sigma (T \frac{P_d}{P_z})_i \quad (5.3)$$

$$z^* = \frac{T^*}{P} 100 \quad (5.4)$$

gdzie:

- T_{min} - minimalna wymagana siła hamulca roboczego (kN),
- P - siła ciężkości (nacisk) od dopuszczalnej masy całkowitej badanego pojazdu (kN), przyjmując do obliczeń 1 kN = siła ciężkości 100 kg masy,
- z_{min} - wymagany wskaźnik skuteczności hamowania (%),
- T^* - obliczeniowa siła hamowania hamulca roboczego (kN),
- z^* - obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania (%),
- T - siła hamowania uzyskana ze wszystkich kół danej osi (kN),
- i - kolejna badana oś pojazdu,
- P_z - zmierzony nacisk na pedał (dźwignię) hamulca roboczego lub zmierzone ciśnienie w siłownikach (daN lub MPa),
- P_d - dopuszczony nacisk na pedał (dźwignię) hamulca roboczego według par. 2 ust. 1 pkt 3 dla danego rodzaju pojazdu lub ciśnienie obliczeniowe (dolne regulowane lub określone przez producenta pojazdu) pneumatycznego układu hamulcowego (daN lub MPa).

Uzyskaną w ten sposób obliczeniową siłę hamowania lub obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania należy ponownie porównać z wartością wymaganą dla danego rodzaju pojazdu.

Powinien być spełniony warunek:

$$\Sigma T \geq T_{min} \quad \text{lub} \quad T^* \geq T_{min} \quad (5.5)$$

$$z \geq z_{min} \quad \text{lub} \quad z^* \geq z_{min} \quad (5.6)$$

Wskaźnik skuteczności hamowania określony na podstawie zmierzonego opóźnienia hamowania oblicza się według wzoru:

$$z = \frac{b}{g} 100 \quad (5.7)$$

gdzie:

- z – wskaźnik skuteczności hamowania (%),
- b – zmierzone opóźnienie hamowania (m/s^2),
- g – przyspieszenie ziemskie, którego wartość do obliczenia należy przyjmować 10m/s^2 .

Powinien być spełniony warunek:

$$b \geq b_{min} \quad \text{lub} \quad z \geq z_{min} \quad (5.8)$$

gdzie:

- b_{min} – minimalne wymagane opóźnienie hamowania.

Minimalne wymagane opóźnienie hamowania oblicza się na podstawie wskaźnika skuteczności hamowania, dzieląc go przez 10, np. wskaźnik 50 oznacza, że wymagane opóźnienie hamowania wynosi minimum $5,0 \text{ m/s}^2$.

Jeżeli zmierzona siła hamowania hamulca awaryjnego lub obliczony na tej podstawie wskaźnik skuteczności hamowania nie osiąga wymaganej wartości lecz w czasie hamowania wszystkie koła hamowane zostały zablokowane, należy uznać skuteczność hamowania za odpowiadającą wymaganiom.

Jeżeli zmierzona siła hamowania hamulca postojowego lub obliczony na tej podstawie wskaźnik skuteczności hamowania nie osiąga wymaganej wartości lecz w czasie hamowania wszystkie koła hamowane zostały zablokowane, należy uznać skuteczność hamowania za odpowiadającą wymaganiom.

Wskaźnik skuteczności hamowania dla hamulca postojowego pojazdu (oprócz L1e i L3e) nie może być mniejszy niż:

- 16% w odniesieniu do dopuszczalnej masy całkowitej,

- 8% w odniesieniu do dopuszczalnej masy całkowitej zespołu pojazdów (zarejestrowanych do 27 lipca 2010r.) albo 12% w odniesieniu do dopuszczalnej masy całkowitej zespołu pojazdów (zarejestrowanych od 28 lipca 2010r.).

5.2.4. Pomiar skuteczności tłumienia zawieszenia

Sprawdzenie dokonujemy na stanowisku wyposażonym w urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia zawieszenia [27], [67].

Przed przystąpieniem do pomiaru muszą być spełnione następujące warunki:

- pomiary wykonuje się po uprzednim wyregulowaniu ciśnienia w ogumieniu do wartości nominalnych przewidzianych przez producenta,
- pomiaru dokonuje się dla pojazdu nieobciążonego, z wyjątkiem masy kierującego, oraz dla pojazdów o masie własnej nie większej niż 900kg, dla których dopuszcza się obciążenie tylnej osi masą równoważną masie dwóch osób.

5.2.5. Ocena wyników pomiaru skuteczności tłumienia zawieszenia

Stopień przylegania koła do podłoża nie mniejszy niż:

- 15% dla pojazdu o masie własnej nie większej niż 900kg,
- 20% dla pojazdu o masie własnej większej niż 900kg, nie większej niż 1500kg,
- 25% dla pojazdu o masie własnej większej niż 1500kg.

Względna wartość różnicy stopnia przylegania kół na tej samej osi jest większa niż 30% wartości większej, w przypadku gdy mniejszy stopień przylegania koła na tej samej osi nie przekracza 35%.

Bezwzględna wartość różnicy stopnia przylegania kół na tej samej osi jest większa niż 15%, w przypadku gdy mniejszy stopień przylegania koła na tej samej osi przekracza 35%.

Kryterium oceny skuteczności tłumienia zawieszenia przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów:

- 0-20% - zły stan techniczny amortyzatorów (niedostateczna wartość tłumienia),
- 21-40% - dopuszczalna wartość tłumienia,
- 41-60% - dobra wartość tłumienia,
- >60% - bardzo dobra wartość tłumienia.

6. ANALIZA UZYSKANYCH WYNIKÓW

Na tym etapie pracy przeprowadzone zostały badania techniczne 52 pojazdów. Badania wykonane zostały zgodnie z wytycznymi (podanymi w rozporządzeniach oraz instrukcjach stanowiskowych), jakimi kieruje się diagnosta samochodowy. Na potrzebę pracy zostało wykonanych szereg pomiarów, sprawdzeń dla grupy pojazdów współczesnych (przykładowe pokazano na rys. 6.1) oraz dla grupy pojazdów zabytkowych (przykładowe pokazano na rys. 6.2), by następnie móc je w kolejnym etapie pracy skonfrontować.



Rys. 6.1. Przykładowe samochody z grupy pojazdów współczesnych: Toyota Corolla (2009 r.), Volkswagen Polo (2007 r.), Opel Astra (2005 r.), Mitsubishi Pejero (2004 r.), Seat Altea (2006 r.), Seat Leon (2008 r.)



Rys. 6.2. Przykładowe samochody z grupy pojazdów zabytkowych: Chevrolet Corvette (1978 r.), Cadillac DeVille (1965 r.)

Do przeprowadzenia badań 52 pojazdom wykorzystano urządzenia będące na wyposażeniu każdej stacji kontroli pojazdów. Wykonano pomiar skuteczności hamowania trzema metodami (w tym dwiema stacjonarnymi) oraz pomiaru tłumienia zawieszenia. Dla wszystkich tych metod wykonano relację fotograficzną, która została udokumentowana poniżej.

Przed przystąpieniem do pomiarów pierwszą czynnością, którą wykonano to wyregulowano ciśnienie w ogumieniu każdego pojazdu.



Rys. 6.3. Regulacja ciśnienia w ogumieniu

Tak jak pokazano na rys. 6.3 wyregulowano ciśnienie zgodnie z zaleceniami producenta każdego pojazdu co pokazuje rys. 6.4, na którym widoczne są dane przykładowego pojazdu, wartości podane na naklejkach umieszczonych na pojazdach przez producenta.



Rys. 6.4. Tabliczka informacyjna na pojeździe z zaleconym przez producenta ciśnieniem w ogumieniu

Po regulacji ciśnienia w ogumieniu przystąpiono do pomiaru wszystkich pojazdów współczesnych oraz zabytkowych. Pierwszy pomiar skuteczności hamowania wykonano za pomocą stanowiska rolkowego urządzenia firmy Cartec BDE 4004P-O/M, co przedstawiono na rys. 6.5.



Rys. 6.5. Stanowisko rolkowe do badania hamulców firmy Cartec BDE 4004P-O/M

Zgodnie z instrukcją stanowiskową, do pomiaru skuteczności hamowania, użyto urządzenia do pomiaru nacisku siły na pedał hamulca firmy Cartec, co przedstawiono na rys. 6.6.

Zmierzono siły hamowania kół osi przedniej, a następnie wykonano pomiar dla osi tylnej. Pomiar sił hamowania przedniej i tylnej osi dotyczył hamulca roboczego. Kolejnym etapem był pomiar sił hamowania awaryjnego układu hamulcowego.



Rys. 6.6. Pomiar na stanowisku rolkowym do badania hamulców firmy Cartec BDE 4004P-O/M z zamontowanym urządzeniem do pomiaru nacisku siły na pedał hamulca

Przy pomocy stanowiska rolkowego urządzenia, co pokazuje rys. 6.6 zmierzono parametry dla wszystkich pojazdów i zestawiono je w tabeli 6.4 oraz tabeli 6.5., natomiast wyniki pomiaru dla przykładowego pojazdu zawiera tabela 6.1.

Tabela 6.1. Wartości uzyskane z pomiaru na stanowisku rolkowym do badania hamulców firmy Cartec

		Przednia oś			Tylna oś			Ham. postoj.		
		lewa	różnica	prawa	lewa	różnica	prawa	lewa	różnica	prawa
Opory toczenia	N	120		110	120		120	120		120
Siła hamowania	N	4680		4320	470		300	820		730
Różnica zablok	%		7			36				
Nacisk na pedał	N	133		133	293		293	118		118
Informacje o układzie hamulcowym										
Ham. roboczy	>=50 %	147%	Wsk. skut. w %	Ham. postoj.	>=16 %	22%				
Różnica zablok.	<=30 %	36%								
Nacisk na pedał	<=500N					Nacisk na pedał	<=400 N			
Dop. Masa Całk.	2431 kg									
Wynik Negatywny!!!										

Kolejny pomiar skuteczności hamowania wykonano za pomocą płytowego stanowiska firmy HEKA co ilustruje rys. 6.7.



Rys. 6.7. Urządzenie płytowe firmy HEKA do badania hamulców

Zgodnie z instrukcją stanowiskową, do pomiaru skuteczności hamowania, użyto urządzenia do pomiaru nacisku siły na pedał hamulca firmy HEKA, co ilustruje rys. 6.8.





Rys. 6.8. Pomiar na stanowisku płytowym do badania hamulców firmy HEKA z zamontowanym urządzenie do pomiaru nacisku na pedał hamulca

Zmierzono siły hamowania kół osi przedniej, jak pokazano na rys. 6.9, a następnie wykonano pomiar dla osi tylnej. Pomiar sił hamowania przedniej i tylnej osi dotyczył hamulca roboczego. Kolejnym etapem był pomiar sił hamowania awaryjnego układu hamulcowego.

W tabeli 6.2 przedstawiono wyniki pomiaru przy użyciu płyty najazdowej dla przykładowego pojazdu.

Tabela 6.2. Wydruk uzyskany z pomiaru na stanowisku płytowym do badania hamulców firmy HEKA

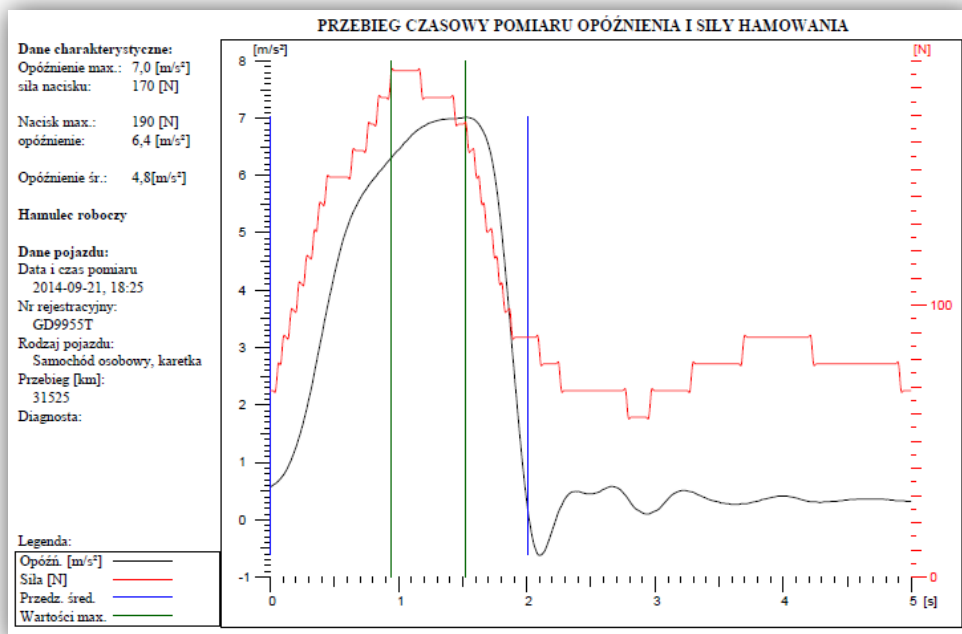
Ham. roboczy	Oś przednia [N]			Oś tylna [N]			Ham. postojowy						
	Lewe	Różn.%	Prawe	Pedał	Lewe	Różn.%	Prawe	Pedał	Lewe	Różn.%	Prawe	Pedał	
Test hamulców	712	15	838	9	800	40	475	9	175	26	238	30	
	1700	6	1812	32	925	32	625	31	288	7	312	39	
	2088	2	2138	75	1112	32	750	80	362	3	375	50	
	2500	3	2588	109	1262	29	888	155	438	2	450	58	
	2862	5	3038	145	1438	26	1062	208	525	7	488	70	
	3350	2	3450	199	1462	32	988	271	600	14	512	90	
	3800	0	3812	270	1938	32	1300	342	638	17	525	112	
	Maksymalna siła hamowa			10850 N	Różnice(minimum)			1163 N			Nie dopuszczony		
	Wsk.skut.hamowania			79% (50%)	Oś p. 0%(<30%)			* 30% (16%)			Oś t. 32%(<30%)		
	Max.sila na pedał			500 N				Max.sila na pedał			400 N		
	Rozkład sil hamowa			70 %				30 %					
	Nacisk osi				Dop. Masa Calk. [kg]			1360 [kg]					

Trzeci pomiar wykonano podczas badań drogowych wykorzystując do tego urządzenie do pomiaru opóźnienia AMX 520. Urządzenie przedstawiono na rys. 6.9.



Rys. 6.9. Pomiar opóźnienia za pomocą urządzenia AMX 520 firmy Automex na drodze podczas hamowania

Pomiar opóźnienia badanych pojazdów wykonano na drodze, tak jak przedstawiono to na rys. 6.9, mierząc opóźnienie hamowania oraz odczytując siłę nacisku jaką wywierano na pedał hamulca podczas hamowania. Przykładowy wynik pomiaru pokazano na rys. 6.10.



Rys. 6.10. Wydruk uzyskany z pomiaru opóźnieniemierzem firmy Automex podczas drogi hamowania

Ostatni pomiar dla wyznaczonych dwóch grup pojazdów wykonano na urządzeniu firmy CARTEC widocznym na rys. 6.11, które miało wskazać parametr tłumienia zawieszenia pojazdu na stanowisku pomiarowym, jak na rys. 6.12.

a)



b)



Rys. 6.11. Stanowisko do pomiaru tłumienia zawieszenia – Cartec SSP 2000:
a) płyty pomiarowe, b) jednostka centralna



Rys. 6.12. Pomiar tłumienia zawieszenia na stanowisku płytowym Cartec SSP 2000

Tabela 6.3 przedstawia pojazdy, które zostały przebadane specjalnie na cele obecnej pracy oraz potrzebne informacje, które dotyczą tych pojazdów natomiast wyniki pomiarów zawarte są w tabelach 6.4-6.9 [27], [67].

Wszystkie pomiary wykonano podczas poniżej podanych warunków atmosferycznych:

- temperatura 17°C,
- wilgotność 33%,
- wiatr 3 km/h

Tabela 6.3. Zestawienie przebadanych pojazdów

Nr pojazdu	Marka/Model	Rok produkcji	Przebieg [km]	Dopuszczalna masa całkowita [kg]	Masa rzeczywista pojazdu [kg]	Wiek pojazdu do 10 lat	Wiek pojazdu 10-20 lat	Wiek pojazdu powyżej 20 lat	Pojazdy zabytkowe
1	Alfa Romeo 115	1980	99141	1360	1322				
2	Audi A4	2006	208262	1980	1584				
3	Audi A6	2000	242158	2110	1681				
4	Buick Riviera	1973	55143	2805	2304				
5	Cadillac De Ville	1984	32806	2431	1944				
6	Cadillac De Ville Coupe	1983	31525	2431	1959				
7	Chevrolet Monte Carlo	1973	64030	2290	1928				
8	Dacia Logan	2006	199708	1540	1254				
9	Fiat 125P	1990	65436	1400	1074				
10	Fiat 126P	1995	37290	920	1006				
11	Fiat X1/9 BERTONE	1993	68950	1150	976				
12	Ford Ka	1998	141949	1265	999				
13	FSO Warszawa 204	1968	84428	1870	1621				
14	FSO-Lublin ŻUK A 07 J	1998	54736	2500	1749				
15	Jaguar XJ12	1983	118870	2350	2004				
16	Jaguar XJ-S Auto	1989	85618	2030	1366				
17	Lincoln Continental Mark IV	1976	44057	2800	2446				
18	Mercedes-Benz 123	1985	198465	1970	1613				
19	Mercedes-Benz 123	1992	422017	1905	1629				
20	Mercedes-Benz 280C	1972	26212	1960	1539				
21	Nissan Micra	2006	19100	1475	1066				
22	Peugeot 107	2006	46559	1190	968				
23	Peugeot 206	2002	158268	1440	1112				
24	Peugeot 206	2002	126996	1450	1081				
25	Opel Insignia	2010	94360	2170	1764				
26	Pontiac Grand Prix	1979	30857	1961	1696				
27	Renault Clio	2011	59409	1690	1389				
28	Renault Laguna	2003	105378	1900	1569				
29	Renault Megane	2007	139545	1840	1487				
30	Seat Altea	2007	136885	1920	1524				
31	Seat Altea	2008	102361	2005	1591				
32	Seat Ibiza	2006	67960	1543	1179				
33	Skoda Octavia	2009	196441	2010	1598				
34	Smart ForTwo	2001	150186	990	886				
35	Suzuki Swift	2012	34834	1480	1142				
36	Toyota Corolla	2004	182118	1655	1141				
37	Volvo S60	2002	-	2010	1628				
38	Volvo V70	2004	204194	2180	1764				
39	Volkswagen Golf	2001	204146	1790	1464				
40	Volkswagen Golf	2001	164086	1710	1343				
41	Volkswagen Golf	2000	223783	1740	1344				
42	Volkswagen Passat CC	2012	39886	2050	1636				
43	Volkswagen Passat	2001	118963	1900	1554				
44	Volkswagen Passat	1996	356492	1850	1561				
45	Volkswagen Passat	2006	231384	2140	1666				
46	Volkswagen Passat	1999	330087	1845	1479				
47	Volkswagen Passat	2004	203245	1970	1545				
48	Volkswagen Polo	2007	44245	1580	1171				
49	Volkswagen Touran	2007	190439	2240	1742				
50	Volkswagen UP!	2013	27124	1290	991				
51	Zastava 1100P	1981	33100	1235	902				
52	Volkswagen T1 Samba	1965	74300	2300	1299				
RAZEM:						17	17	18	17

Tabela 6.4. Wyniki pomiaru na stanowisku rolkowym – hamulec roboczy

Nr pojazdu	URZĄDZENIE ROLKOWE									
	HAMULEC ROBOCZY									
	Przednia oś				Tylna oś				Wskaźnik skuteczności hamowania [%]	Obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania [%]
Lewa [N]	Różnica [%]	Prawa [N]	Nacisk na pedał [N]	Lewa [N]	Różnica [%]	Prawa [N]	Nacisk na pedał [N]			
1	3680	1	3710	257	1830	37	1140	343	76	138
2	4160	15	3560	88	2480	5	2360	348	63	257
3	3160	3	3240	64	2560	29	1840	314	51	270
4	4370	11	4920	301	370	32	250	392	35	58
5	3200	6	2980	196	840	21	1070	106	33	102
6	4680	7	4320	133	470	36	300	293	40	145
7	3590	4	3430	282	1380	9	1250	301	42	73
8	3160	3	3240	64	2560	29	1840	314	70	370
9	2190	29	3120	242	360	38	590	231	45	93
10	1230	16	1470	371	750	38	1220	378	51	68
11	2030	2	1990	371	950	28	680	378	49	66
12	5240	9	4800	98	2840	15	2440	152	121	542
13	2300	20	2880	382	1320	1	1340	312	42	59
14	4100	3	4260	285	1120	45	2040	237	46	85
15	4010	8	4390	184	990	8	910	253	44	113
16	4720	1	4810	155	1310	7	1420	233	60	180
17	6530	18	5300	138	3580	0	3560	91	68	293
18	3450	25	4620	261	1330	26	980	241	53	103
19	4990	4	5240	282	1410	8	1290	199	68	131
20	2590	15	3080	272	320	12	280	321	32	58
21	3160	3	3240	64	2560	29	1840	314	73	386
22	4560	36	2960	83	2560	2	2600	343	107	444
23	2960	18	2440	221	2920	11	2600	108	76	262
24	2800	13	2440	64	1840	16	1560	211	60	338
25	4960	14	4280	83	3360	12	2960	231	72	320
26	2520	10	2810	334	1430	40	2390	273	47	76
27	2960	18	2440	221	1200	7	1120	289	46	96
28	5040	9	4600	108	3120	9	2840	265	82	294
29	5150	1	5200	104	1350	10	1500	123	72	333
30	4560	5	4810	165	1100	9	1220	189	61	180
31	4550	5	4810	99	2430	11	2150	142	70	316
32	4370	9	4810	116	830	15	980	152	71	295
33	4960	14	4280	83	3360	12	2960	231	77	345
34	2470	9	2730	211	480	9	530	92	63	180
35	4890	3	4710	96	1430	10	1280	152	83	398
36	4010	4	4220	108	1590	10	1430	188	68	279
37	6280	1	6180	152	1650	2	1700	162	79	255
38	6820	7	6330	191	1990	10	2230	258	80	195
39	3730	2	3620	273	840	7	910	328	51	90
40	6730	33	4500	166	1380	19	1720	302	84	228
41	4890	1	4950	133	1670	1	1650	251	76	251
42	5620	4	5900	107	2200	1	2220	140	78	340
43	6790	2	6630	195	1190	13	1380	199	84	215
44	4270	5	4510	182	1070	19	1330	234	60	158
45	5280	4	5510	87	2000	10	2230	162	70	351
46	4710	1	4800	171	1380	28	1920	238	69	188
47	4400	7	4120	98	2920	7	2720	240	72	280
48	4620	5	4870	83	800	15	680	169	69	390
49	5640	11	5040	123	3400	18	2800	167	75	277
50	1680	1	1680	74	1350	18	1110	358	45	203
51	2210	19	1790	218	530	14	620	248	42	93
52	1790	13	1550	452	430	57	1010	461	21	23

Tabela 6.5. Wyniki pomiaru na stanowisku rolkowym – hamulec postojowy

Nr pojazdu	URZĄDZENIE ROLKOWE				
	HAMULEC POSTOJOWY				
	Lewa [N]	Prawa [N]	Nacisk na pedał [N]	Wskaźnik skuteczności hamowania $\geq 16\%$ [%]	Obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania $\geq 16\%$ [%]
1	600	510	102	8	32
2	2560	1960	95	23	96
3	2560	1960	89	21	96
4	1010	670	241	6	10
5	400	630	93	4	18
6	820	730	118	6	22
7	1410	1080	234	11	19
8	1600	1400	141	19	55
9	390	600	178	7	16
10	650	670	203	14	28
11	0	0	203	0	0
12	2040	1680	109	29	108
13	0	0	83	0	0
14	850	1420	162	9	22
15	0	0	98	0	0
16	30	420	77	2	12
17	1300	430	58	6	43
18	750	1100	171	9	22
19	510	670	136	6	18
20	610	530	60	6	39
21	2560	1960	93	31	132
22	2040	1680	104	31	120
23	1680	200	151	13	35
24	1560	1560	122	22	71
25	-	-	-	-	-
26	920	1230	126	11	35
27	2480	2040	122	27	88
28	1880	1800	162	19	48
29	1010	1030	36	11	123
30	0	0	121	0	0
31	1930	1700	131	18	55
32	1010	1070	122	13	44
33	2200	2160	113	22	77
34	900	620	263	15	23
35	1390	1290	158	18	46
36	2520	1890	33	27	323
37	1200	1460	61	13	87
38	2200	1930	153	19	50
39	0	0	280	0	0
40	640	1210	192	11	23
41	1100	810	160	11	27
42	-	-	-	-	-
43	990	1210	123	12	38
44	1090	1300	258	13	20
45	-	-	-	-	-
46	1030	1580	116	14	49
47	2280	2200	131	23	69
48	530	640	121	7	24
49	2720	2360	152	23	60
50	990	930	32	15	186
51	0	0	334	0	0
52	90	1050	265	5	7

Tabela 6.6. Wyniki pomiaru na stanowisku płytowym – hamulec roboczy

Nr pojazdu	URZĄDZENIE PŁYTOWE									
	HAMULEC ROBOCZY									
	Przednia oś				Tylna oś				Wskaźnik skuteczności hamownia [%]	Obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania [%]
	Lewa [N]	Różnica [%]	Prawa [N]	Nacisk na pedał [N]	Lewa [N]	Różnica [%]	Prawa [N]	Nacisk na pedał [N]		
1	3800	0	3812	270	1938	32	1300	342	80	138
2	6238	0	6250	183	1450	5	1375	258	77	200
3	5550	2	5712	160	1712	3	1650	190	69	209
4	4412	10	4950	284	400	34	262	398	36	62
5	3212	3	3088	215	862	21	1100	102	34	100
6	4662	6	4338	131	462	32	312	271	40	147
7	3650	5	3438	279	1375	6	1288	300	43	75
8	5450	8	5925	99	1388	19	1112	192	90	415
9	2212	28	3112	251	375	38	612	224	45	91
10	1212	17	1475	362	762	38	1238	368	51	70
11	2012	1	1988	280	962	29	675	159	49	107
12	3425	4	3288	139	1400	25	1050	236	72	232
13	2288	21	2912	376	1338	0	1350	300	42	61
14	4075	6	4350	279	1212	43	2162	226	47	90
15	4100	8	4500	179	1038	13	900	244	45	119
16	4838	2	4950	168	1300	12	1488	240	62	172
17	6700	22	5225	130	3662	0	3675	80	69	328
18	3538	24	4675	244	1312	19	1062	228	54	112
19	5100	3	5275	259	1500	6	1400	172	70	149
20	2775	12	3175	266	388	22	300	290	34	63
21	4775	1	4688	116	1488	1	1100	148	82	336
22	3888	1	3812	90	1262	16	1050	150	84	424
23	3475	3	3350	178	788	11	888	202	59	162
24	4075	2	4188	79	1412	11	1250	174	75	413
25	5750	3	5575	98	2762	13	2400	119	76	366
26	2788	2	2712	292	1500	36	2375	241	48	89
27	6188	14	5312	98	2025	1	2000	146	92	429
28	4462	0	4475	129	1450	3	1400	195	62	221
29	5125	1	5188	96	1312	11	1475	108	71	362
30	4612	3	4775	158	1088	7	1175	164	61	191
31	4538	3	4712	96	2450	9	2212	135	69	326
32	4400	8	4825	125	862	11	975	146	72	280
33	5938	2	5775	155	2075	4	2175	208	79	239
34	2512	6	2688	196	475	7	512	78	62	198
35	4988	5	4738	98	1412	14	1212	144	83	397
36	3975	9	4388	100	1538	10	1375	178	68	302
37	6325	0	6300	164	1750	4	1675	165	80	243
38	6950	9	6275	186	2062	5	2175	232	80	205
39	3888	7	3600	255	850	4	888	310	52	98
40	6812	35	4425	175	1400	16	1675	286	84	219
41	4900	0	4912	124	1675	2	1625	230	75	269
42	5688	3	5888	110	2250	2	2200	131	78	340
43	6838	3	6600	186	1212	11	1362	202	84	224
44	4338	3	4475	164	1125	10	1262	219	61	175
45	5238	3	5450	89	2012	12	2288	158	70	344
46	4762	3	4925	162	1462	20	1838	254	70	197
47	4800	3	4988	145	1525	1	1550	284	65	199
48	4775	2	4900	72	812	13	700	160	71	455
49	5450	1	5525	138	2662	11	2350	184	71	238
50	4400	2	4512	199	1088	19	875	104	84	247
51	2388	17	1962	192	575	14	675	220	45	115
52	1775	13	1538	429	462	53	988	450	21	24

Tabela 6.7. Wyniki pomiaru na stanowisku płytowym – hamulec postojowy

Nr pojazdu	URZĄDZENIE PŁYTOWE				
	HAMULEC POSTOJOWY				
	Lewa [N]	Prawa [N]	Nacisk na pedał [N]	Wskaźnik skuteczności hamowania $\geq 16\%$ [%]	Obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania $\geq 16\%$ [%]
1	638	525	112	9	31
2	1038	1050	98	11	43
3	1312	1112	105	11	44
4	1062	662	234	6	11
5	412	625	92	4	19
6	838	725	122	6	21
7	1462	1125	228	11	20
8	683	738	150	9	25
9	388	612	189	7	15
10	650	662	195	14	29
11	0	0	203	0	0
12	1850	1138	105	24	90
13	0	0	83	0	0
14	862	1575	149	10	26
15	0	0	98	0	0
16	25	400	80	2	10
17	1262	475	55	6	45
18	762	1062	166	9	22
19	500	688	130	6	19
20	688	588	32	7	81
21	1112	812	82	13	64
22	1075	1138	91	19	82
23	1262	50	120	9	30
24	1012	1075	99	14	58
25	-	-	-	-	-
26	1012	1375	111	12	44
27	1650	1550	115	19	66
28	1012	1038	150	11	29
29	1050	1038	38	11	119
30	0	0	121	0	0
31	1912	1725	118	18	61
32	988	1038	115	13	46
33	1738	1725	109	17	63
34	888	600	250	15	24
35	1400	1325	150	18	49
36	2675	1962	24	28	467
37	1188	1462	59	13	89
38	2262	1825	140	19	54
39	0	0	280	0	0
40	700	1175	180	11	24
41	1125	850	151	11	30
42	-	-	-	-	-
43	1012	1150	109	11	42
44	1175	1275	219	13	24
45	-	-	-	-	-
46	1000	1525	110	14	50
47	1212	1488	126	14	44
48	550	700	112	8	28
49	1888	2025	146	17	48
50	875	912	30	14	185
51	0	0	334	0	0
52	88	1088	245	5	8

Tabela 6.8. Wyniki pomiaru opóźnienia hamowania

Nr pojazdu	OPÓZNIENIOMIERZ				
	Opóźnienie max przy nacisku na pedał		Opóźnienie przy nacisku max nacisku na pedał		Czas reakcji układu hamulcowego
	a_{max} [m/s ²]	F [N]	a [m/s ²]	F _{max} [N]	t [s]
1	6,6	110	6,2	120	0,5
2	7,5	100	6,4	110	0,5
3	8,9	150	9	160	0,1
4	9,2	240	8,6	300	0,6
5	5,9	140	4,9	160	1,1
6	7	170	6,4	190	0,6
7	7	220	6,6	220	0,6
8	8,6	100	7,1	110	0,6
9	5,1	220	5	230	0,2
10	3,3	210	3,2	210	0,2
11	4,9	180	4,4	210	0,9
12	8,7	160	8,4	180	0,4
13	3,1	210	2,8	220	0,5
14	4,5	150	3,9	170	0,2
15	4,5	120	4,1	140	1,3
16	5,9	130	5,7	160	1
17	4,8	110	3,8	120	1,2
18	5,8	170	5	170	0,6
19	4,3	110	4	130	0,7
20	3,7	100	3,4	110	0,2
21	8,3	70	6,9	80	0,3
22	7,9	80	6,4	80	0,6
23	7,5	110	6,5	130	0,6
24	8,6	150	8,7	160	0,1
25	9,4	100	9	120	0,2
26	6,2	130	5,5	150	0,4
27	9	80	7,6	90	0,6
28	9,6	180	9,1	190	0,2
29	8,9	90	7,4	100	0,7
30	7,6	130	7,6	130	0,2
31	7,8	140	7,4	140	0,2
32	5,6	50	5,6	70	0,3
33	7,7	100	6,9	100	0,2
34	7,1	200	6,5	200	0,7
35	8,3	80	6,4	100	0,3
36	7,2	60	7,1	80	0,4
37	7,2	160	7,2	160	0,1
38	8,4	140	7	150	0,8
39	9,1	170	8,4	180	0,3
40	8,9	120	8,4	140	0,4
41	8	120	7,8	130	0,2
42	8,3	110	7,6	130	0,2
43	7,9	130	7	140	0,4
44	8,4	150	7,6	170	0,3
45	6,6	70	6,2	90	0,4
46	7,3	120	7,1	140	0,3
47	8	110	6	130	0,4
48	8,5	100	7,4	110	0,5
49	8,1	130	7,9	130	0,1
50	8,3	110	6,3	120	0,5
51	4,5	170	4,1	180	0,3
52	3,6	360	3,4	370	0,3

Tabela 6.9. Wyniki pomiaru tłumienia zawieszenia

Nr pojazdu	TŁUMIENIE ZAWIESZENIA											
	Przednia oś						Tylna oś					
	Stopień przylegania			Masa rzeczywista			Stopień przylegania			Masa rzeczywista		
	Koło lewe [%]	Różnica [%]	Koło prawe [%]	Koło lewe [kg]	Koło prawe [kg]	Masa osi [kg]	Koło lewe [%]	Różnica [%]	Koło prawe [%]	Koło lewe [kg]	Koło prawe [kg]	Masa osi [kg]
1	88%	1%	89%	353	308	661	82%	0%	82%	353	308	661
2	84%	0%	84%	480	488	968	78%	2%	80%	308	308	616
3	82%	4%	86%	503	555	1058	83%	5%	78%	338	285	623
4	70%	6%	76%	653	645	1298	74%	3%	77%	503	503	1006
5	84%	4%	88%	525	503	1028	77%	12%	89%	458	458	916
6	80%	10%	90%	525	518	1043	72%	1%	73%	458	458	916
7	77%	5%	72%	555	548	1103	73%	7%	80%	405	420	825
8	76%	1%	75%	383	383	766	69%	3%	66%	255	233	488
9	82%	4%	86%	293	278	571	80%	9%	89%	240	263	503
10	82%	6%	88%	285	278	563	69%	10%	59%	240	203	443
11	85%	6%	91%	195	210	405	84%	11%	95%	293	278	571
12	73%	3%	76%	323	308	631	57%	10%	67%	195	173	368
13	74%	22%	52%	398	435	833	72%	12%	84%	390	398	788
14	61%	4%	65%	503	503	1006	63%	9%	72%	368	375	743
15	83%	1%	84%	555	563	1118	89%	3%	92%	443	443	886
16	63%	9%	72%	285	278	563	71%	20%	91%	360	443	803
17	76%	3%	79%	705	683	1388	66%	3%	69%	525	533	1058
18	85%	7%	92%	390	450	840	84%	4%	88%	360	413	773
19	89%	4%	93%	420	413	833	87%	0%	87%	398	398	796
20	81%	3%	84%	443	413	856	82%	3%	85%	353	330	683
21	79%	1%	80%	323	330	653	79%	4%	83%	210	203	413
22	75%	3%	72%	300	285	585	80%	4%	84%	203	180	383
23	77%	1%	78%	338	338	676	78%	5%	73%	218	218	436
24	68%	1%	67%	338	330	668	77%	0%	77%	218	195	413
25	91%	0%	91%	548	518	1066	52%	37%	89%	353	345	698
26	81%	1%	82%	495	488	983	70%	13%	83%	345	368	713
27	82%	1%	83%	413	413	826	79%	4%	83%	285	278	563
28	86%	3%	89%	458	465	923	72%	2%	74%	323	323	646
29	75%	1%	76%	443	428	871	73%	8%	81%	308	308	616
30	77%	2%	79%	420	413	833	82%	7%	89%	353	338	691
31	84%	2%	86%	465	480	945	79%	1%	80%	323	323	646
32	82%	3%	85%	360	353	713	78%	3%	81%	233	233	466
33	80%	1%	81%	450	458	908	87%	1%	86%	345	345	690
34	66%	13%	79%	188	188	376	77%	4%	81%	255	255	510
35	84%	0%	84%	368	353	721	69%	0%	69%	218	203	421
36	90%	3%	93%	353	330	683	78%	0%	78%	240	218	458
37	87%	0%	87%	480	458	938	79%	7%	86%	345	345	690
38	89%	1%	88%	488	503	991	68%	3%	71%	405	368	773
39	86%	3%	83%	443	458	901	72%	2%	74%	285	278	563
40	78%	4%	74%	405	398	803	69%	0%	69%	270	270	540
41	84%	3%	87%	420	428	848	74%	0%	74%	248	248	496
42	71%	1%	70%	480	503	983	84%	1%	85%	323	330	653
43	75%	6%	81%	450	428	878	78%	5%	83%	338	338	676
44	75%	5%	80%	465	458	923	77%	3%	74%	315	323	638
45	89%	0%	89%	488	488	976	85%	7%	92%	360	330	690
46	73%	1%	74%	458	458	916	56%	19%	75%	263	300	563
47	80%	2%	82%	465	465	930	80%	1%	81%	300	315	615
48	83%	2%	85%	368	330	698	78%	7%	85%	248	225	473
49	85%	9%	94%	518	518	1036	86%	0%	86%	353	353	706
50	79%	0%	79%	285	278	563	73%	6%	79%	218	210	428
51	74%	6%	80%	248	248	496	71%	8%	63%	203	203	406
52	92%	2%	94%	300	308	608	47%	40%	87%	353	338	691

Poniżej został przedstawiony przykład obliczeniowy dla pomiaru na stanowisku płytowym jednego ze współczesnych pojazdów, jakim jest Volkswagen Passat z 2004 roku (nr pojazdu 47 z tabeli nr 6.6)

6.1. Analiza wyników pomiarów hamulców na stanowisku płytowym i rolkowym

Suma sił hamujących hamulca zasadniczego koła lewego i prawego osi przedniej wynosi 9788 N natomiast nacisk na pedał hamulca 145 N. Suma sił hamujących hamulca zasadniczego koła lewego i prawego osi tylnej wynosi 3075 N natomiast nacisk na pedał hamulca 284 N. Suma wszystkich sił hamujących hamulca zasadniczego osi przedniej i tylnej wynosi 12863 N.

Suma sił hamujących hamulca postojowego osi tylnej lewego i prawego koła wynosi 2700 N, nacisk na dźwignię hamulca postojowego wynosi 126 N.

Siła ciężkości (nacisk) od dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu, przyjmując każde 100 kg = 1 kN, wynosi 19,7 kN = 19700 N.

Minimalny wskaźnik skuteczności hamowania hamulca zasadniczego dla pojazdu przykładowego wynosi 50%, minimalny wskaźnik skuteczności hamowania hamulca postojowego wynosi 16%.

Podstawiając powyższe wartości do wzoru na wskaźnik skuteczności hamowania określony na podstawie zmierzonej siły hamowania otrzymujemy [84]:

$$z = \frac{\Sigma T}{P} 100 \quad (6.1)$$

gdzie:

- z - wskaźnik skuteczności hamowania [%] dla badanego rodzaju hamulca,
- ΣT - siła hamowania uzyskana ze wszystkich kół [kN], odpowiednio dla hamulca roboczego, awaryjnego lub postojowego,
- P - siła ciężkości (nacisk) od dopuszczalnej masy całkowitej badanego pojazdu [kN], przyjmując do obliczeń 1 kN = siła ciężkości 100 kg masy.

$$z = \frac{12863 \text{ N}}{19700 \text{ N}} 100 = 65\% \quad (6.2)$$

Pojazd spełnia wymagania odnośnie wymaganego wskaźnika skuteczności hamowania dla hamulca roboczego. Jeżeli wynik nie osiągnąłby wymaganego minimum (50%) należałoby ustalić obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania, mnożąc zmierzone siły hamowania poszczególnych kół przez stosunek maksymalnego dopuszczalnego nacisku na pedał (dźwignię) hamulca do nacisku wywieranego w czasie pomiaru. Obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania hamulca roboczego osi przedniej i tylnej wynosi:

$$T_{min} = Pz_{min} \quad (6.3)$$

$$T^* = \Sigma(T \frac{P_d}{P_z})_i \quad (6.3)$$

$$z^* = \frac{T^*}{P} 100 \quad (6.4)$$

gdzie:

- T_{min} - minimalna wymagana siła hamulca roboczego [kN],
- P - siła ciężkości (nacisk) od dopuszczalnej masy całkowitej badanego pojazdu [kN],
przyjmując do obliczeń 1 kN = siła ciężkości 100 kg masy,
- z_{min} - wymagany wskaźnik skuteczności hamowania [%],
- T^* - obliczeniowa siła hamowania hamulca roboczego [kN],
- z^* - obliczeniowy wskaźnik skuteczności hamowania [%],
- T - siła hamowania uzyskana ze wszystkich kół danej osi [kN],
- i - kolejna badana oś pojazdu,
- P_z - zmierzony nacisk na pedał (dźwignię) hamulca roboczego lub zmierzone ciśnienie w siłownikach [daN] lub [MPa],
- P_d - dopuszczony nacisk na pedał (dźwignię) hamulca roboczego według § 2 ust. 1 pkt 3 rozporządzenia [75] dla danego rodzaju pojazdu lub ciśnienie obliczeniowe (dolne regulowane lub określone przez producenta pojazdu) pneumatycznego układu hamulcowego (daN lub MPa).

$$z^* = \frac{(9788 N \frac{500 N}{145 N}) + (3075 N \frac{500 N}{248 N})}{19700 N} 100 = 198\% \quad (6.5)$$

Analogicznie jak dla hamulca zasadniczego, obliczony zostaje wskaźnik dla hamulca postojowego. Wskaźnik skuteczności hamowania określony na podstawie sił hamujących hamulca postojowego osi tylnej lewego i prawego koła wynosi:

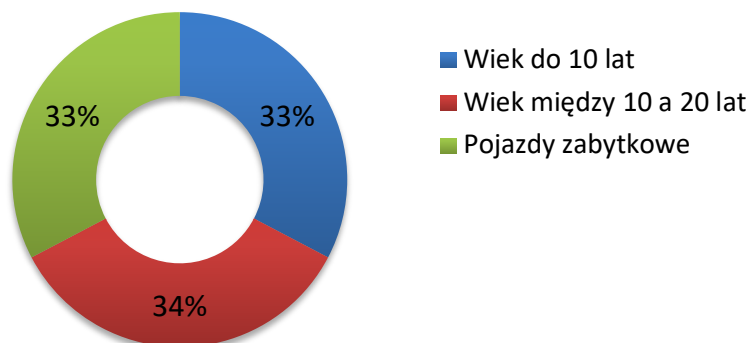
$$z = \frac{2700 N}{19700 N} 100 = 13\% \quad (6.6)$$

W przypadku hamulca postojowego określony wskaźnik skuteczności hamowania na podstawie zmierzonych sił hamujących osi tylnej lewego i prawego koła nie spełnia niezbędnego minimum 16%. W tym przypadku wymogiem jest określenie obliczeniowego wskaźnika skuteczności hamowania:

$$z^* = \frac{2700 N \frac{400 N}{126 N}}{19700 N} 100 = 43\% \quad (6.7)$$

Przy obliczeniowym wskaźniku skuteczności hamowania badany pojazd spełnia minimalne warunki (16%). Tą samą analogią kierować należy się przy obliczeniach wskaźnika skuteczności hamowania dla pomiarów na urządzeniu rolkowym.

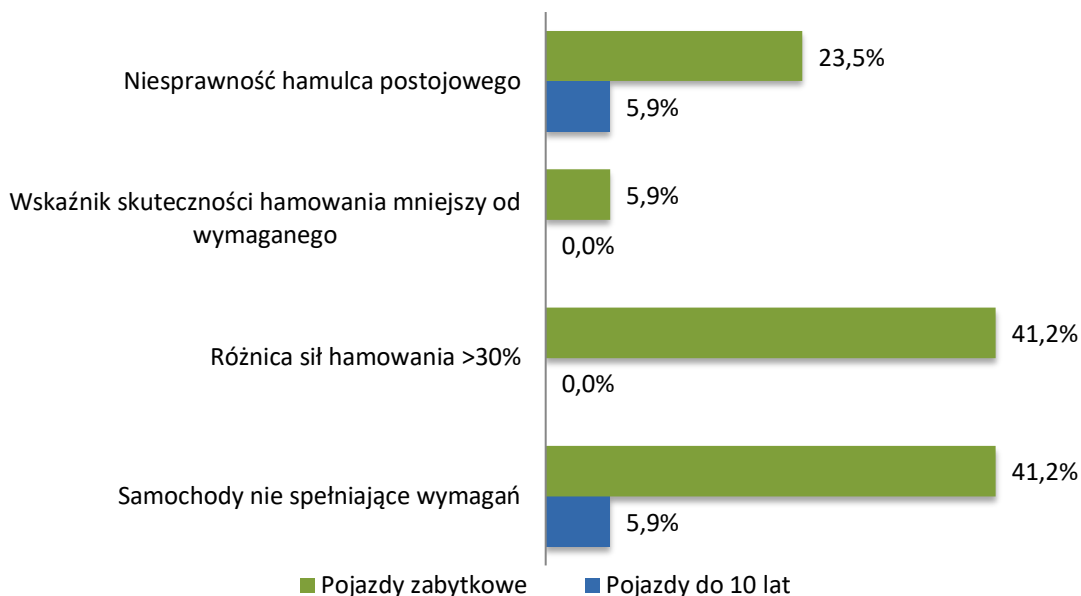
Badaniom poddano pięćdziesiąt dwa samochody. Pojazdy w wieku do 10 lat stanowiły 33% wszystkich pojazdów zgodnie z rys. 6.13. Pojazdy w wieku od 10 do 20 lat to grupa 34% przebadanych pojazdów. Trzecią 33% grupę stanowiły pojazdy zabytkowe czyli takie, które spełniają warunek o jakim mowa w Prawie o Ruchu Drogowym [104].



Rys. 6.13. Udział procentowy przebadanych grup pojazdów

Aby móc wskazać prawdziwe zagrożenia wynikające z dopuszczenia pojazdów zabytkowych do ruchu drogowego, z przebadanych trzech grup pojazdów szczegółowej analizie poddano pojazdy zabytkowe oraz współczesne do lat 10. Z porównania tych dwóch grup pojazdów (znacząco różniących się wiekiem) analizie zostaje poddany stan zarejestrowanych usterek, z których mogą zaistnieć największe zagrożenia w ruchu na drodze publicznej. Są to sytuacje, w których może brać udział pojazd zabytkowy jak również współczesny. Różnorodność marek samochodów oraz ich stanu technicznego zapewniła duży rozrzut wyników badań.

Na rys. 6.14 przedstawione zostały wyniki pomiarów skuteczności działania hamulców jako średnia arytmetyczna wartości odczytanych z urządzenia rolkowego oraz płytowego.



Rys. 6.14. Procentowe zestawienie wyników pomiarów przeprowadzonych na stanowisku rolkowym i płytowym

Widać, iż 41% z badanych pojazdów zabytkowych nie spełniała wymagań technicznych dotyczących tylko i wyłącznie układu hamulcowego. Z przebadanych dwóch grup pojazdów tylko pojazdy zabytkowe wykazały zbyt dużą różnicę sił hamowania między lewym, a prawym kołem tej samej osi. Usterka ta dotyczyła 41% samochodów zabytkowych. Zbyt duża różnica sił hamowania rzutuje bardzo na zachowanie pojazdu na drodze podczas nagłego hamowania oraz na bezpieczeństwo innych uczestników ruchu drogowego. Przyczynami różnicy sił hamowania przekraczającej 30% są niesprawne zaciski hamulcowe, a więc: zapieczone klocki hamulcowe w jazmach hamulcowych, zakleszczone tłoczki hamulcowe, wycieki płynu hamulcowego, zapieczone zaciski hamulcowe na prowadnicach w jazmie hamulcowym.

Średnio w co czwartym pojeździe zabytkowym, a dokładnie w 23,5% przebadanych samochodów zabytkowych występowała niesprawność układu hamulca postojowego. Może on spełniać funkcję hamulca awaryjnego podczas nagłej niesprawności hamulca zasadniczego. Wbrew pozorom jest to bardzo ważny układ każdego pojazdu, który bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo na drodze oraz podczas postoju pojazdu na wzniesieniu. Przyczynami niesprawności hamulca postojowego są uszkodzone linki/cięgna uruchamiające hamulec, zapieczone dźwignie zacisków/szczęk hamulcowych załączające hamulec, zablokowane klocki w jazmach hamulcowych oraz nieużywany hamulec postojowy. Usterka ta występowała również w samochodach współczesnych ale na poziomie 5,9% czyli średnio w co dwudziestym samochodzie.

Kolejna usterka dotyczyła nie spełnienia warunku co do wymagań minimalnego wskaźnika skuteczności hamowania hamulca roboczego przedniej i tylnej osi oraz hamulca postojowego osi tylnej. Ta usterka wystąpiła tylko w grupie pojazdów zabytkowych i dotyczyła ona 5,9% tych pojazdów. Wskaźnik skuteczności hamowania określa skuteczność działania badanego układu hamulcowego. Pojazd nie spełniający warunku minimalnego wskaźnika skuteczności hamowania nie powinien być dopuszczony do ruchu drogowego. Powoduje bezpośrednie zagrożenie, dla innych uczestników ruchu drogowego. W przypadku samochodu nie spełniającego wymagań dotyczących wskaźnika hamowania, hamulce nie mogą skutecznie i na odpowiednio krótkim odcinku drogi wyhamować pojazd. Przyczynami nie spełniania warunku minimalnego wskaźnika skuteczności hamowania są zbyt małe siły hamowania na poszczególnych kołach, zbyt duże różnice sił hamowania między kołami danej osi, mało wydajne układy hamulcowe, brak wspomagania układu hamulcowego, przestarzała konstrukcja hamulców oraz niesprawny układ hamulcowy

Spora część współczesnych pojazdów, bo 17,6% posiadała elektryczny hamulec postojowy. W tych pojazdach nie dokonywano badania hamulca postojowego, ze względu na brak możliwości zmierzenia siły nacisku na dźwignię hamulca oraz brak możliwości zbadania skuteczności działania na urządzeniu rolkowym oraz płytowym. Elektryczny hamulec postojowy jest bardzo dobrym i nowoczesnym rozwiązaniem. Jego główną zaletą jest brak użycia siły przez kierowcę do uruchomienia hamulca. Niestety wadą jest brak możliwości sprawdzenia hamulca w warunkach stacji kontroli pojazdów i oceny działania. Pojazdy posiadające

elektryczny hamulec postojowy nie uwzględniono w statystykach usterek postojowego układu hamulcowego.

6.2. Analiza wyników pomiarów opóźnienia hamowania

Podczas wykonywania pomiarów opóźnienia hamowania badano jedynie hamulec roboczy. Na podstawie przeprowadzonych badań pojazdów, wyznaczono wskaźnik skuteczności hamowania. Poniżej przedstawiono przykład obliczeniowy dla wybranego pojazdu - Volkswagen Passat z 2004 roku (pojazd nr 47 z tabeli 6.8):

$$z = \frac{b}{g} 100 \quad (6.8)$$

gdzie:

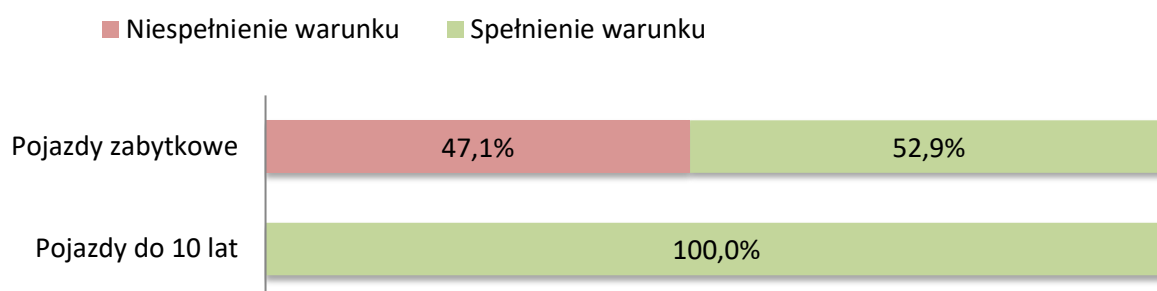
- z – wskaźnik skuteczności hamowania [%],
- b – zmierzone opóźnienie hamowania [m/s^2],
- g – przyspieszenie ziemskie, którego wartość do obliczenia należy przyjmować $10m/s^2$

$$z = \frac{8,0 \frac{m}{s^2}}{10 \frac{m}{s^2}} 100 = 80\% \quad (6.9)$$

Obliczony powyżej, na podstawie zmierzonego opóźnienia hamowania, wskaźnik skuteczności hamowania dla wybranego pojazdu wynosi 80%. Oznacza to, że pojazd spełnia wymagania dotyczące wskaźnika skuteczności hamowania dla hamulca roboczego pojazdu osobowego wyprodukowanego pomiędzy 1 stycznia 1999 roku a 27 lipca 2010 roku. Wskaźnik ten wynosi minimum 50% dla tej grupy pojazdów. W powyższym wzorze przyjęte przyspieszenie ziemskie równe $10 m/s^2$ zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów przy tym stosowanych [84].

Wszystkie pojazdy współczesne spełniają wymagania dotyczące opóźnienia hamowania dla hamulca roboczego, czego nie można powiedzieć o przebadanych pojazdach zabytkowych.

Z przebadanej grupy pojazdów zabytkowych aż 47,1% nie uzyskało granicznego wymaganego opóźnienia hamowania. Pokazano to na rys. 6.15.



Rys. 6.15. Procentowe zestawienie wyników badań opóźnienia hamowania

Warto zwrócić uwagę na to, iż przebadane pojazdy niespełniające wymagań są zarejestrowane jako auta zabytkowe. Można zatem przypuszczać, że poruszają się na co dzień po naszych drogach. Z przeprowadzonego wywiadu z właścicielami pojazdów zabytkowych, w celu zebrania większej ilości danych oraz informacji na potrzeby prowadzonej pracy naukowej, wynika, że pojazdy te nie są kontrolowane ani naprawiane na bieżąco. Pojazdy nie są systematycznie poddawane kontroli w tym układów hamulcowych, począwszy od podstawowych elementów, takich jak stan okładzin hamulcowych, bębnow czy tarcz hamulcowych, korozji przewodów hamulcowych, a kończąc na płynie hamulcowym. Właściciele niektórych pojazdów, również tych spełniających wymagania, nie byli w stanie określić daty ostatniej wymiany płynu hamulcowego, który również znacząco wpływa na skuteczność działania hamulców, szczególnie po rozgrzaniu układu hamulcowego.

Analizując przedstawione na wykresach wyniki badań zauważyć można różnicę pomiędzy sprawnością układów hamulcowych zmieniającą się na przestrzeni lat. Porównano pojazd z 1973 roku (Chevrolet Monte Carlo) oraz pojazd wyprodukowany w 2004 roku (Volkswagen Passat). Wskaźnik skuteczności hamowania pojazdu z 1973 roku wyniósł 70% przy sile nacisku na pedał hamulca wynoszącej 220 N, natomiast dla pojazdu z 2004 roku o podobnym wskaźniku wynoszącym 80% użyto siłę nacisku na pedał hamulca o połowę niższą, tj. 110 N. Uzyskano większą efektywność działania układu hamulcowego przy mniejszej sile, jaką trzeba zadać na wejściu czyli przykładanej na pedał hamulca roboczego podczas hamowania. Chcąc zobrazować to zjawisko wyraźniej można zestawić z sobą dwa pojazdy, które spełniły wymóg uzyskania minimum wskaźnika skuteczności hamowania. Dla pojazdu współczesnego najmniejsza przyłożona siła na pedał hamulca wyniosła 64 N przy pomiarze osi przedniej oraz 16 N przy pomiarze osi tylnej – pojazd nr 24 z tabeli nr 6.3 (Peugeot 206). Natomiast największą siłę uzyskano dla samochodu reprezentującego grupę pojazdów zabytkowych, tj. pojazd nr 10 z tabeli 6.3 (Fiat 126p) i siły jakiej trzeba było użyć na pedał hamulca to: 371 N podczas pomiaru osi przedniej oraz 378 N podczas wykonywania pomiaru na osi tylnej. Teoretycznie analizując nacisk na pedał hamulca podczas pomiaru skuteczności hamowania osi tylnej kierowca użył 23 razy większej siły na pedał hamulca. Na podstawie analizy wyników można zauważyć, że pojazdy zarejestrowane przed dwudziestoma pięcioma laty i wcześniej wymagają przyłożenia dużo większej siły nacisku na pedał hamulca do zatrzymania, w porównaniu do aut współczesnych.

Pomimo większej wartości siły nacisku na pedał hamulca spora część pojazdów grupy zabytkowej nie spełniała wymagań dotyczących wskaźnika skuteczności hamowania. Jako przykład można przedstawić wyniki pomiarów pojazdu nr 52 z tabeli nr 6.3 (Volkswagen T1 Samba z 1965 roku). Siła nacisku na pedał hamulca podczas badania wyniosła 360 N, a wskaźnik skuteczności hamowania to zaledwie 36%. Na taki stan rzeczy składa się kilka aspektów między innymi: zastosowany układ hamulcowy, wydajność wspomagania układu hamulcowego oraz oczywiście stan techniczny pojazdu.

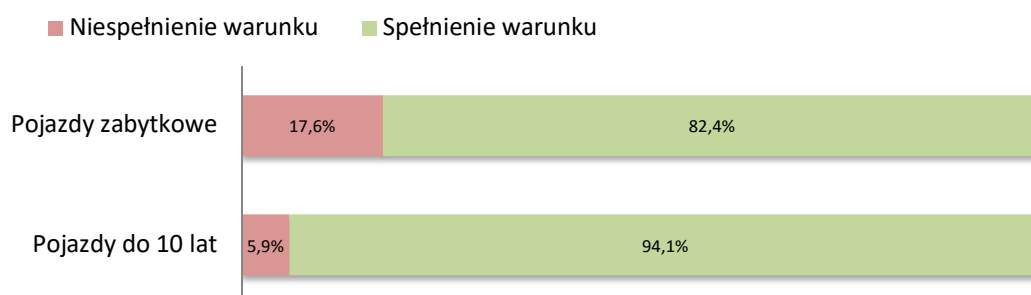
Przebadane pojazdy wyposażone były w różnego rodzaju układy hamulcowe, od aut wyposażonych w hamulce bębnowe na obu osiach, poprzez takie z hamulcami tarczowymi na

osi przedniej a na osi tylnej bębnowymi, do samochodów z hamulcami tarczowymi na obu osiach.

W czasie wykonywania pomiarów opóźnienia hamowania na drodze ważnym aspektem, na który zwracano uwagę było zachowanie się pojazdu podczas hamowania. Pozwoliło to wstępnie oszacować czy układ hamulcowy danego samochodu działa poprawnie. W grupie przebadanych pojazdów na szczególną uwagę zasługuje pojazd nr 40 z tabeli numer 6.3 (Volkswagen Golf z 2001 roku). Podczas badania trzeba było dość mocno korygować tor jazdy, ponieważ samochód miał tendencję do zjeżdżania w lewą stronę. Kolejne badania przeprowadzone metodami stacjonarnymi potwierdziły, że układ hamulcowy tego pojazdu jest niesprawny. Pomimo tego, że wskaźnik skuteczności hamowania wyznaczony na podstawie zmierzonego opóźnienia był w granicach aż 89%, to różnica sił hamowania dla kół osi przedniej zbadana urządzeniem płytowym HEKA H2000 wyniosła aż 35%. W momencie gwałtownego hamowania na śliskiej nawierzchni samochód ten mógłby obrócić się wokół własnej osi. Pojazd ten nie powinien zostać dopuszczony do ruchu po drogach publicznych.

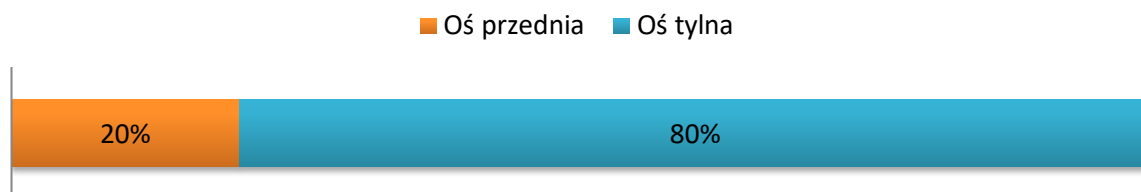
6.3. Analiza wyników pomiarów skuteczności tłumienia zawieszenia

Na rys. 6.16 przedstawiono zestawienie ukazujące procentowy stosunek pojazdów współczesnych oraz zabytkowych niespełniających wymagań technicznych dotyczących skuteczności tłumienia zawieszenia.



Rys. 6.16. Procentowe zestawienie wyników pomiarów skuteczności tłumienia zawieszenia

Analizując wyniki można zauważyć, iż w grupie współczesnych samochodów (przebadanych metodą EUSAMA) 5,9% pojazdów nie spełnia warunku stopnia przylegania koła do podłoża. Wynik negatywny dotyczył również aż 17,6% pojazdów zabytkowych. Samochody te mają bezterminowe badania techniczne.



Rys. 6.17. Wynik negatywny wynikający z pomiaru skuteczności tłumienia zawieszenia z procentowym podziałem na osie pojazdów zabytkowych

Rys. 6.17 przedstawia procentowy stosunek pojazdów z negatywnym wynikiem pomiarów tłumienia amortyzatorów z podziałem na osie. W 80% samochodów z wynikiem negatywnym bezwzględna różnica stopnia przylegania kół osi tylnej wynosiła powyżej 15%.

W żadnym z przebadanych 52 pojazdów stopień przylegania koła nie spadł poniżej wymaganych 25%, zatem wszystkie przypadki, w których wynik badania był negatywny spowodowane były zbyt dużą różnicą tego stopnia pomiędzy kołami jednej osi. Największa różnica pomiędzy kołami jednej osi wynosiła aż 40% dla pojazdu nr 52 z tabeli nr 6.3 (Volkswagen T1 Samba z 1965 roku). Przyczyną takiego stanu rzeczy był brak konieczności wykonywania corocznych badań technicznych dla pojazdów zabytkowych, niedbałość właścicieli, a czasami niewiedza. Przykładem pojazdu współczesnego jest Opel Insignia wyprodukowany w 2010 roku, dla którego bezwzględna różnica stopnia przylegania kół osi tylnej wyniosła aż 37%. Stopień przylegania koła lewego tylnego wynosił 52%, z powodu rozszczelnienia amortyzatora i wycieku oleju.

Pojazdy, w których wynik badania był pozytywny według kryterium oceny skuteczności tłumienia zawieszenia zatwierdzonego przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Amortyzatorów, charakteryzowały się bardzo dobrą wartością tłumienia, czyli powyżej 60% stopnia przylegania koła. Dobrą wartością tłumienia czyli stopnia wynoszącego 41% do 60% posiadały tylko dwa amortyzatory, w dwóch pojazdach z pozytywnym wynikiem przeprowadzonego badania. Najwyższy zbadany stopień przylegania koła to 94%. Warto zaznaczyć, że stopień przylegania koła dla nowych amortyzatorów waha się między 80% a 90%. Jedynie w zawieszeniu całkowicie sztywnym jest możliwe osiągnięcie 100% stopień przylegania koła.

Wbrew panującej wśród kierowców opinii, iż amortyzatory zamontowane z prawej strony pojazdu zużywają się dużo szybciej niż z lewej strony, zauważono wręcz odwrotną tendencję. Analizując wyniki przeprowadzonych badań zauważyć można, że w większości przebadanych samochodów właśnie amortyzator z lewej strony ma niższy stopień przylegania koła. Ta tendencja utrzymuje się zarówno dla kół przedniej jak i tylnej osi dla aut, w których wynik badania był pozytywny, a także dla tych z wynikiem negatywnym. Taki stan rzeczy może być spowodowany między innymi tym, że większość właścicieli pojazdów podróżuje na co dzień samemu. Pojazd w takiej sytuacji jest stale obciążony bardziej z jednej strony.

7. BŁĘDY POMIARÓW

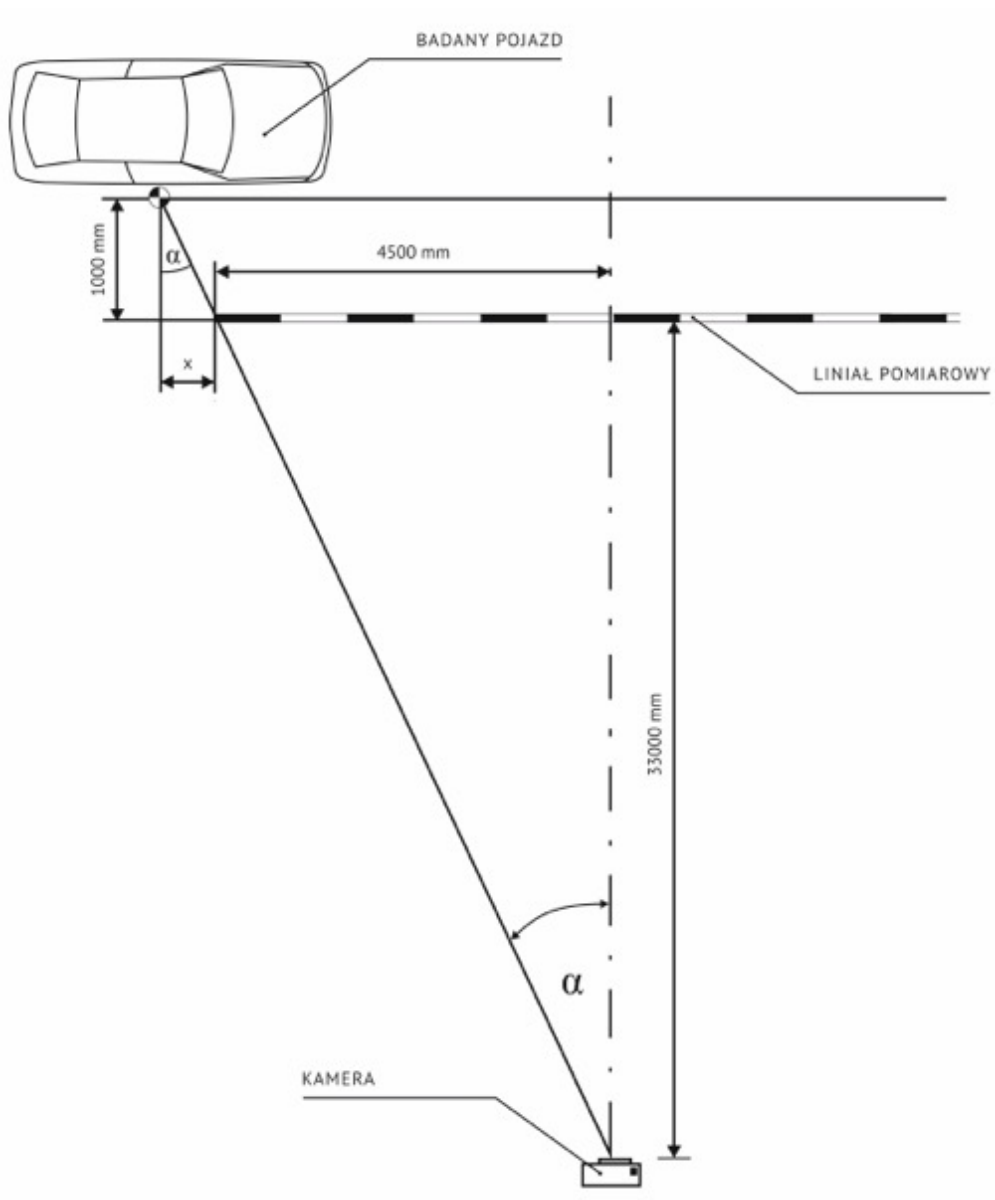
7.1. Błędy pomiaru na stanowiskach i urządzeniach stacji kontroli pojazdów

- przyrząd do sprawdzania skuteczności hamulców - AMX 520:
 - czujnik przyspieszenia $\pm 0,01$ g [m/s^2],
 - czujnik siły nacisku ± 10 N,
- stanowisko rolkowe do badania hamulców - CARTEC BDE 4004P-0/M:
 - siła hamująca:
 - zakres pomiarowy $0 \div 6000$ N,
 - rozdzielczość wskazań wskaźników analogowych $0,1$ kN,
 - rozdzielczość wskazań wskaźników cyfrowych (monitor) 1 N,
 - błąd pomiaru ± 10 N,
 - różnica procentowa sił hamujących:
 - zakres wskazań $0 - 99\%$,
 - rozdzielczość wskazań 1% ,
- stanowisko płytowe do sprawdzania skuteczności tłumienia zawieszenia - VIDEOline FWT2005:
 - błąd pomiaru (wskazanie wagi) ± 25 kg,
- stanowisko płytowe do badania hamulców - HEKA H2000 Univers A2:
 - dla nacisku na oś do 1500 N błąd pomiaru ± 75 N,
 - dla nacisku na oś do 5000 N błąd pomiaru ± 250 N,
- prędkościomierz – aplikacja SpeedoMeter S54:
 - błąd pomiaru $\pm 0,36$ km/h.

7.2. Błędy pomiaru długości drogi hamowania

7.2.1. Pomiar za pomocą liniału

Odległość kamery rejestrującej pomiary od liniału pomiarowego – 33 metry.
Długość liniału pomiarowego - 9 metrów. Błąd pomiarowy wynika z odczytania drogi hamowania, a dokładniej punktu rozpoczęcia hamowania na drodze przejazdu względem równoległego przesunięcia liniału pomiarowego, na którym odczytano wartości. Największy błąd pomiarowy powstaje na długości $4,5$ metrów zgodnie ze schematem stanowiska pomiarowego na rysunku 9.1 (połowa długości przymiaru pomiarowego).



Rys. 7.1. Schemat stanowiska pomiarowego

Błąd pomiaru wyliczony z zależności:

$$\tan \alpha = \frac{4500 \text{ mm}}{33000 \text{ mm}} \quad (7.1)$$

oraz

$$\tan \alpha = \frac{x \text{ mm}}{1000 \text{ mm}} \quad (7.2)$$

czyli

$$\frac{x \text{ mm}}{1000 \text{ mm}} = \frac{4500 \text{ mm}}{33000 \text{ mm}} \quad (7.3)$$

$$X = 136,36 \text{ mm} \quad (7.4)$$

7.2.2. Materiał filmowy

W warunkach o słabym oświetleniu kamera rejestrowała film składający się z klatek o dłuższym czasie naświetlania dlatego też analizując materiał filmowy punkt świetlny (potrzebny do odczytu drogi hamowania) przyjmował postać rozmytą o długości do 10 cm.

7.2.3. Przyrząd mierniczy

Długość drogi hamowania odczytywano do chwili zatrzymania pojazdu. Użyto do tego miary, z której odczytywano długość drogi z dokładnością do 5 cm.

7.2.4. Całkowity błąd pomiarowy bezwzględny i względny

Biorąc pod uwagę powyższe możliwe błędy podczas odczytu wielkości potrzebnych do określenia drogi hamowania z przeprowadzonych pomiarów dla przebadanych pojazdów, otrzymujemy wartość błędu bezwzględnego pomiaru:

$$C = 136,36 + 100 + 50 = 286,36 \text{ mm} \quad (7.5)$$

Najmniejszy błąd względny pomiarowy mógłby wystąpić dla przejazdu o najdłuższej drodze hamowania i wynieść:

$$B 1 = \frac{286,36 \text{ mm}}{23600 \text{ mm}} \times 100\% = 1,21\% \quad (7.6)$$

oraz największy błąd względny pomiarowy mógłby wystąpić dla przejazdu o najkrótszej drodze hamowania i wynieść:

$$B 2 = \frac{286,36 \text{ mm}}{4800 \text{ mm}} \times 100\% = 5,97\% \quad (7.7)$$

Błąd 5,97% jest błędem wynikającym z najkrótszej drogi hamowania czyli wynikającej z najmniejszej prędkości początkowej, przy której rozpoczęto hamowanie. Dla najmniejszej prędkości (30 km/h) rozpoczęcie hamowania następowało w środkowej części liniału pomiarowego zatem błąd pomiarowy w praktyce był bliski zeru i nie przekraczał błędu pomiarowego 1,21% uzyskiwanego dla hamowania przy największej prędkości początkowej, podczas której wymagane było rozpoczęcie hamowania na początku liniału pomiarowego.

7.3. Błędy pomiaru przy uwzględnieniu pomiarów w różnych stacjach kontroli pojazdów

Podczas dokonywania pomiarów skuteczności hamowania na 10 różnych stacjach kontroli pojazdów, pojawiły się różnice w otrzymanych wynikach. W głównej mierze pomiary

zależały od dokładności tego, w jaki sposób diagności przeprowadzali procedurę pomiaru. Badania były przeprowadzane tylko na jednym samochodzie więc dopuszczalna masa całkowita pojazdu dla każdego pomiaru była taka sama i wynosiła ona 2040 kg. Do określenia skuteczności działania hamulca roboczego można posłużyć się dwoma wzorami – pierwszy z wykorzystaniem wartości siły hamowania wyrażonej w kN oraz drugi z wykorzystaniem opóźnienia [84]. W tabeli 7.1 zostało pokazane zestawienie wszystkich wyników pomiarów przy dokonaniu pomiaru siły nacisku na pedał hamulca wraz z osiągniętą przy tym maksymalną siłą hamowania [96].

Tabela 7.1. Otrzymane wyniki badań z urządzenia rolkowego wraz z obliczonymi wartościami średnimi i odchyleniami standardowymi

Nr pomiaru	Oś przednia			Oś tylna		
	Nacisk na pedał hamulca [daN]	Siła hamowania [kN]		Nacisk na pedał hamulca [daN]	Siła hamowania [kN]	
		Lewe koło	Prawe koło		Lewe koło	Prawe koło
01	3,6	2,27	2,63	19	2,17	2,01
02	5	3,64	3,32	10	2,45	2,46
03	4	3,05	3,03	16	2,27	2,27
04	6,1	3,83	3,49	22,3	2,66	2,64
05	4	3,17	3,19	20	2,45	2,07
06	3,4	1,35	1,11	48,1	2,85	2,1
07	3	3,33	2,13	19	2,13	1,84
08	15	2,27	1,87	15	2,75	2,51
09	7	2,44	2,5	7	2,44	2,5
10	29	3,65	1,18	80	1,12	1,01
Średnia wartość	8,01	2,9	2,44	25,64	2,32	2,14
Odchylenie standardowe	8,17	0,79	0,85	22,08	0,48	0,47

Korzystając z poniższego wzoru został obliczony wskaźnik skuteczności hamowania, który został przedstawiony w tabel nr 7.2. Są to wartości wskaźnika obliczone przy uwzględnieniu dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu, która wynosiła 2040 kg.

$$z = \frac{\sum T}{P} 100 \quad (6.1)$$

Tabela 7.2. Otrzymane wskaźniki skuteczności działania hamulców z 10 różnych stacji kontroli pojazdów

Nr pomiaru	Wskaźnik skuteczności działania hamulców w % dla dopuszczalnej masy całkowitej DMC = 2040 kg	Wskaźnik skuteczności działania hamulców w % dla masy rzeczywistej pojazdu $m_{rz} = 1560$ kg
01	44,5	58,6
02	58,2	76,6
03	52,1	68,5
04	61,9	81,4
05	53,5	70,2
06	36,3	47,8
07	46,2	60,8
08	46,1	60,6
09	48,4	63,7
10	34,1	44,9
Średnia wartość	48,11	63,3
Odchylenie standardowe	8,76	11,51

Tabela 7.2 przedstawia obliczone wartości wskaźników skuteczności działania hamulców. Tylko dwa z obliczonych wskaźników są pozytywne – badanie na stacji nr 2 oraz nr 4. Jednak przy praktycznym dokonywaniu niniejszych pomiarów, każdy wynik badania był pozytywny, co wynika z dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu, która była podstawiona do wzoru. Przy dokonywaniu badania został w większej części zbadany również stan amortyzatorów – pojazd podczas badania tłumienia zawieszenia zostaje zważony i automatycznie ta wartość masy zostaje zapisana w programie, a w przypadku niniejszego pojazdu znacząco się ona różniła [49].

Zgodnie z zagadnieniami teoretycznymi gdy wskaźnik skuteczności hamowania wychodzi negatywnie istnieje możliwość uzyskania obliczeniowego wskaźnika hamowania, który można policzyć z następującego wzoru:

$$T^* = \Sigma(T \frac{P_d}{P_z})_i \quad (7.9)$$

$$z^* = \frac{T^*}{P} 100 \quad (7.10)$$

Do zastosowania tego wzoru należy uwzględnić nacisk na pedał hamulca – należy obliczyć stosunek dopuszczalnego nacisku, który wynosi 50 daN do rzeczywistego nacisku, który został zmierzony. W takiej sytuacji każda wartość siły zostanie przemnożona dodatkowo przez stosunek tych nacisków.

Konieczność wskazania obliczeniowego wskaźnika skuteczności działania hamulców, istniała aż dla 8 różnych stacji kontroli pojazdów, w których zostały wykonane pomiary, gdyż po wpisaniu dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu, która została spisana z dowodu

rejestracyjnego wynik pomiaru był poniżej wartości dopuszczalnej czego skutkiem powinno być niedopuszczenie pojazdu do ruchu.

Tabela 7.3. Obliczone obliczeniowe wskaźniki skuteczności działania hamulców

Nr pomiaru	Wskaźnik skuteczności działania hamulców dla dopuszczalnej masy całkowitej DMC = 2040 kg [%]	Obliczeniowy wskaźnik skuteczności działania hamulców [%]
01	44,5	387,5
03	52,1	461,5
05	53,5	442,1
06	36,3	352,4
07	46,2	445,1
08	46,1	202,6
09	48,4	497,3
10	34,1	153,6
Średnia wartość	48,11	367,76
Odchylenie standardowe	8,76	117,70

Na podstawie wyników zamieszczonych w powyższych tabelach można zauważyć, że zmierzone siły hamowania mają różne wartości. Dla przykładu: siły zmierzone na jednej ze stacji są prawie trzy razy większe niż te, które były pomierzone przez innego diagnostę, przy czym uzyskany nacisk na pedał hamulca był zbliżony do siebie. Niniejszy przykład został przedstawiony poniżej.

Tabela 7.4. Różnice pomiędzy badaniem wykonanym na urządzeniu rolkowym

Nr pomiaru	Oś przednia			Oś tylna		
	Nacisk na pedał hamulca [daN]	Siła hamowania [kN]		Nacisk na pedał hamulca [daN]	Siła hamowania [kN]	
		Lewe koło	Prawe koło		Lewe koło	Prawe koło
03	4	3,05	3,03	16	2,27	2,27
06	3,4	1,35	1,11	48,1	2,85	2,1

Z pewnością różnice pomiaru występują ze względu na różne kompetencje i umiejętności obsługiwanie urządzeń przez diagnostów, stan techniczny urządzeń, a także poprzez zachowanie podczas badania odpowiedniej dokładności. W tym celu zostało wykonanych 10 kolejnych pomiarów – wykonał je jeden, ten sam diagnosta, jednym i tym samym pojazdem (ten, który badany był na 10 stacjach kontroli pojazdów), a więc poziom jego umiejętności pomiarowych nie powinien mieć wpływu na otrzymane wyniki przedstawione w tabeli 7.5.

Tabela 7.5. Otrzymane wyniki pomiarów wykonane tylko na jednej stacji kontroli pojazdów

Nr pomiaru	Oś przednia			Oś tylna		
	Nacisk na pedał hamulca [daN]	Siła hamowania [kN]		Nacisk na pedał hamulca [daN]	Siła hamowania [kN]	
		Lewe koło	Prawe koło		Lewe koło	Prawe koło
01	4	3,42	3,34	14	2,42	1,92
02	4	3,29	3,07	17	2,42	1,94
03	3	3,16	3,16	17	2,46	1,95
04	4	3,44	3,17	15	2,40	1,85
05	4	3,19	3,17	17	2,38	1,92
06	3	3,42	3,31	-	2,37	1,91
07	4	3,47	3,34	17	2,45	1,90
08	4	3,08	2,95	17	2,41	1,93
09	3	3,49	3,31	18	2,43	1,95
10	3	3,15	2,97	19	2,45	1,95
Średnia wartość	3,60	3,30	3,20	16,80	2,40	1,90
Odchylenie standardowe	0,50	0,20	0,10	5,50	0,02	0,03

Pomiar sił hamowania przy użyciu miernika zakładanego na pedał hamulca został wykonany na dwa następujące sposoby:

- poprzez zbadanie układu hamulcowego na 10 różnych stacjach i uzyskanie 10 protokołów badań technicznych od różnych diagnostów pracujących w różnych stacjach kontroli pojazdów, na podstawie których została policzona skuteczność działania hamulców,
- poprzez wykonanie 10 pomiarów przy użyciu tego samego jednego urządzenia rolkowego, na jednej stacji kontroli pojazdów przez jednego diagnostę.

Dla badań wykonanych na 10 różnych stacjach wartość odchylenia standardowego stanowiącego rozrzut od średniej wartości hamowania wynosi odpowiednio: dla przedniej osi – 0,79 lewa strona oraz 0,85 strona prawa. Zaś dla tylnej osi wartości te wynoszą: 0,46 lewa strona i 0,47 strona prawa. Wartości te w porównaniu do tych, które zostały uzyskane w wyniku badań przeprowadzonych przez jednego diagnostę są rozbieżne, gdyż w tym przypadku, gdy badania były wykonywane na jednej stacji rozrzut na przednią oś pojazdu wynosił na lewą stronę 0,2 i na prawą 0,1, a dla tylnej osi natomiast odchylenie standardowe wynosiło 0,02 na lewą stronę i 0,03 na prawą stronę, tak więc można stwierdzić, że badanie wykonane przez jednego diagnostę było dokładniejsze.

Na podstawie powyższych wyników, obliczonych średnich pomiarów, a także rozrzutu otrzymanych wartości można stwierdzić, że błąd pomiaru wynikający z użycia jednego urządzenia przez jednego diagnostę jest znacznie mniejsza niż w przypadku wykonywania badań przez dziesięć różnych osób.

7.4. Błąd bezwzględny pomiaru – pomiar wykonany przez diagnostę

Błąd pomiaru wynikający z dokładności wskazań urządzenia do pomiaru opóźnienia hamowania (czujnik przyspieszenia) AUTO TEST AMX 520. Błąd ten wg danych producenta wynosi:

$$\delta = \pm 0,01 g \left[\frac{m}{s^2} \right] \quad (7.11)$$

7.5. Analiza błędów pomiarów w kontekście różnych publikacji naukowych

Szereg publikacji porusza elementy badania technicznego, takie jak: pomiar sił hamowania na wybranych stanowiskach pomiarowych, pomiar skuteczności układów hamulcowych, pomiar tłumienia zawieszenia metodą EUSAMA czy też Bodge'a. Okazuje się, iż mimo upływu wielu lat koncepcja samej metodyki pomiarów nie zmieniła się, o czym świadczy liczna literatura. W książce pt. „*Diagnostyka Samochodowa*” Dr Flamisch Otto już w 1975 roku opisywał obecnie funkcjonujące urządzenia będące na wyposażeniu stacji kontroli pojazdów. Wskazał między innymi, iż rodzaj badania jakim jest badanie hamulców podczas próby drogowej wnosi następujące błędy [29]:

- przy hamowaniu nie mierzy się zwykle siły nacisku na pedał hamulca (siły na pedale), szybkość reakcji uruchamiania pedału i z tego względu wyniki pomiaru są już z założenia bardzo rozbieżne,
- pomiar uzależniony jest w znacznym stopniu od kierowcy samochodu, od stanu nawierzchni drogi i od warunków ruchu,
- daje rozeznanie jedynie odnośnie całkowitego opóźnienia samochodu, natomiast rozbieżność sił hamowania powstających na kołach (od których zależy utrzymanie kierunku jazdy przy hamowaniu) nie może być oceniana,
- pomiar stanowi zagrożenie wypadkowe,
- czasochłonność i zużycie ogumienia oraz resorowania na skutek zablokowanego hamowania są znaczne,
- w przypadku określonych warunków atmosferycznych – choć pomiar wówczas również jest potrzebny - badanie w ogóle nie może być przeprowadzone.

Dzisiaj wady te w podanej większości nie występują. Badając pojazd przy użyciu przyrządu do sprawdzania skuteczności hamulców - AMX 520, dokonujemy również równoczesnego pomiaru nacisku na pedał hamulca. Pomiar ten przebiega sprawnie i jest pomiarem najbardziej odzwierciedlającym naturalne warunki panujące podczas hamowania w ruchu ulicznym. Stąd też pomiar ten został uznany w koncepcyjnej metodzie badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów za obowiązkowy ale nie jedyny. Pomiar ten, jak zauważa autor powyższej pozycji, nie daje rozeznania na temat poszczególnych sił hamowania powstających na kołach aby zachować warunek równomiernego przyrostu sił na kołach jednej osi. Pomiar opóźnienia hamowania w warunkach drogowych w nowatorskiej koncepcji badania pojazdu zabytkowego musi być uzupełniony o pomiar

hamulców na jednym ze stanowisk stacjonarnych: urządzeniu płytowym do dynamicznych badań hamulców [94] lub stanowiska rolkowego do badania hamulców metodą quasi-statyczną [92] w celu sprawdzenia występowania różnicy sił hamowania kół jednej osi.

Kolejnym ciekawym zagadnieniem wpływającym na zróżnicowanie uzyskiwanych parametrów pomiędzy badaną grupą pojazdów zabytkowych, a grupą pojazdów współczesnych są istniejące nowoczesne technologie wspomagające hamowanie w grupie pojazdów współczesnych. Nie wynika może stąd błąd pomiaru ale zwiększa się rozbieżność otrzymanych wyników pomiarów pomiędzy pojazdem współczesnym a zabytkowym. Przykładem takim może być zamontowany system SBC (ang. Sensotronic Brake Control) głównie w Mercedesach, który poprawia bezpieczeństwo podczas hamowania w sytuacjach niebezpiecznych, uruchamiając hamulce szybciej niż klasyczny system hydrauliczny w pojeździe zabytkowym [102].

Błędem pomiarowym, jako statystyczne zestawienie grup pojazdów zabytkowych z współczesnymi, mówiącym o ilości usterek układów hamulcowych jest sam fakt, iż pojazdy współczesne zobligowane są do wykonywania corocznych badań technicznych w stacjach kontroli pojazdów. Efektem tego jest wymuszanie na właścicielach pojazdów współczesnych utrzymania pojazdu w sprawności. To zmniejsza procentowo ilość występowania usterek w grupie pojazdów współczesnych. Do tego stanu rzeczy dodać trzeba fakt występowania co raz to bardziej skomplikowanych systemów diagnostyki pokładowej nadzorujących funkcjonowanie podzespołów pojazdów współczesnych i na bieżąco informowaniu użytkownika pojazdu o usterekach i ich bieżącym usuwaniu. Opracowany system nowego monitora diagnostycznego na Politechnice Krakowskiej przez autorów publikacji: Gajek A. oraz Świder P., dotyczącego monitorowania nierówności momentów hamujących hamulców samochodu na podstawie analizy prędkości obrotowej kół podczas hamowania może w początkowej fazie ustrzec użytkownika przed poważnymi usterekami pojazdu [33]. Takiego rozwiązania, ani innych nowoczesnych systemów nie znajdziemy w wyposażeniu pojazdu zabytkowego.

Sporną kwestią jest przyjmowanie masy pojazdu do obliczenia wskaźnika skuteczności hamowania. Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach, Dziennik Ustaw z 2015 roku poz. 776 z dnia 2 lipca 2015 roku wraz z późniejszymi zmianami wskaźnik skuteczności hamowania z (%), określony jest na podstawie zmierzonej siły hamowania i oblicza się na podstawie wzoru [84]:

$$z = \frac{\Sigma T}{P} 100 \quad (6.1)$$

Błędy pomiarów mogą wynikać z podstawienia do wzoru w jednej stacji kontroli pojazdów konstrukcyjnej masy całkowitej pojazdu, a w innej stacji diagnosta może przyjąć do obliczeń masę rzeczywistą pojazdu z wagi stanowiska pomiarowego. Nie tylko istnieją publikacje mówiące o tym, że masa pojazdu ustalana jest z ważenia każdej osi pojazdu, czyli określenia nacisku kół na podłoże [13] ale szczegółowa instrukcja zawarta w wyżej podanym

rozporządzeniu mówi w § 2 ust. 1 pkt 6, że: „...wskazane jest aby podczas przeprowadzania pomiarów osie pojazdu były obciążone...”.

Aby uniknąć tego rodzaju błędów pomiarowych, wszystkie wskaźniki skuteczności hamowania w przygotowanej pracy zostały odniesione zgodnie z rozporządzeniem do maksymalnych mas całkowitych odczytanych z tabliczek znamionowych producentów. Natomiast pomiary wykonywano z obciążeniem jednej osoby w postaci kierowcy, a wszystkie uzyskane wskaźniki skuteczności hamowania również te spełniające wymóg przeliczono do obliczeniowych wskaźników skuteczności hamowania w celach porównawczych otrzymanych wyników.

8. PRZEPROWADZONE BADANIA DROGOWE

8.1. Badanie drogowe zbioru pojazdów bazowych

Na torze wyścigowym w Pszczółkach – ODTJ Autodrom Pomorze, wykonane zostały pomiary długości drogi hamowania oraz opóźnienia pojazdów. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabelach 8.1-8.5. Do pomiarów wykorzystano zbiór pojazdów bazowych. Dwa pojazdy z różnych lat produkcji, tj. Volkswagen Golf z 2015 roku reprezentujący grupę pojazdów współczesnych, Ford A z 1928 reprezentujący grupę pojazdów zabytkowych oraz grupę trzech samochodów marki FSO Polonez.

Grupa trzech samochodów przedstawiona na rys. 8.1-8.3 marki FSO Polonez posłużyła do wyznaczenia średnich wartości: drogi i opóźnienia hamowania.



Rys. 8.1. FSO Polonez z 1981 roku



Rys. 8.2. FSO Polonez z 1991 roku



Rys. 8.3. FSO Polonez z 1992 roku

Pojazd reprezentujący pojazdy współczesne przedstawiono na rys. 8.4.



Rys. 8.4. Volkswagen Golf z 2015 roku

Pojazd reprezentujący pojazdy zabytkowe przedstawiono na rys. 8.5.



Rys. 8.5. Ford A z 1928 roku

Pomiary drogowe dla wyżej wymienionych pojazdów zostały wykonane na torze wyścigowym w Pszczółkach – ODTJ Autodrom Pomorze podczas poniżej podanych występujących warunków atmosferycznych:

- temperatura 9°C,
- wilgotność 43%,
- wiatr 3 km/h.

Tabela 8.1. Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla grupy pojazdów marki FSO Polonez przy prędkości początkowej 45 km/h

Lp.	Marka / Model	Rok produkcji	Masa całkowita / masa własna	PRĘDKOŚĆ POCZĄTKOWA 45 km/h								
				OPÓŹNIENIOMIERZ					DROGA HAMOWANIA			
				Opóźnienie max przy nacisku na pedał		Opóźnienie przy nacisku max		Opóźnienie średnie	Listwa pomiarowa	Odległość zmierzona	Całkowita droga hamowania	Średnia droga hamowania
				[kg]	a_{max} [m/s ²]	F [N]	a [m/s ²]	F_{max} [N]	a_{sr} [m/s ²]	l_1 [m]	l_2 [m]	L_h [m]
1	FSO POLONEZ	1981	1550/1150	4,5	290	4,4	350	3,9	5,6	8,2	13,8	16,75
2				4,4	290	4,4	320	3,9	9	7,1	16,1	
3				4,8	300	4,8	300	4,1	6,8	10,6	17,4	
4				4,6	260	4,7	260	4	7,2	11,3	18,5	
5				4,8	280	4,8	290	4,1	brak	13,1	brak	
1	FSO POLONEZ CARO	1991	1550/1125	6,1	180	5,9	210	4,8	6,8	7,9	14,7	14,8
2				6	180	4,9	180	4,8	9,8	4,2	14	
3				5,5	160	5	170	4,5	7,4	7,4	14,8	
4				5,6	180	5,5	180	4,6	9	7,2	16,2	
5				5	150	4,6	160	4,2	8,4	6,5	14,9	
1	FSO POLONEZ CARO (Jakub)	1992	1550/1125	5,2	230	5	280	3,1	10,2	13	23,2	23,2
2				5,5	210	5,4	260	3,1	brak	13,3	brak	
3				5,7	230	5,4	260	3,1	brak	10,5	brak	
4				5,4	190	5	260	3,2	brak	13,5	brak	
5				5,5	230	5,3	260	3,2	brak	13	brak	
ŚREDNIE WARTOŚCI DLA POJAZDÓW MARKI FSO POLONEZ				5,2	224,0	5,0	249,3	3,9	8,0	9,8	16,4	18,25

Tabela 8.2. Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego oraz zabytkowego przy prędkości początkowej 30 km/h

Lp.	Marka / Model	Rok produkcji	Masa całkowita / masa własna	PRĘDKOŚĆ POCZĄTKOWA 30 km/h								
				OPÓŹNIENIOMIERZ					DROGA HAMOWANIA			
				Opóźnienie max przy nacisku na pedał		Opóźnienie przy nacisku max		Opóźnienie średnie	Listwa pomiarowa	Odległość zmierzona	Całkowita droga hamowania	Średnia droga hamowania
				[kg]	a_{max} [m/s ²]	F [N]	a [m/s ²]	F_{max} [N]	a_{sr} [m/s ²]	l_1 [m]	l_2 [m]	L_h [m]
1	VOLKSWAGEN GOLF	2014	1730/1210	7,8	80	7,7	80	6,3	5	0	5	4,93
2				7,9	80	7,4	80	6,2	3,6	0	3,6	
3				8,1	100	8,2	100	6,4	4,8	0	4,8	
4				8,2	90	8,2	90	6,4	5	0	5	
5				7,9	80	7,1	80	6	6,8	0	6,8	
1	FORD A	1929	1306/1027	4,7	480	4,6	500	2,6	6,2	0	6,2	9,322
2				3,6	670	3,4	810	2,9	8,6	2,234	10,834	
3				3,5	600	3,6	600	2,8	8,2	0,673	8,873	
4				3,6	510	3,4	600	2,9	8,6	0	8,6	
5				3,5	680	3,4	740	2,3	7,2	3,293	10,493	

Tabela 8.3. Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego oraz zabytkowego przy prędkości początkowej 40 km/h

Lp.	Marka / Model	Rok produkcji	Masa całkowita / masa własna	PRĘDKOŚĆ POCZĄTKOWA 40 km/h								
				OPÓŹNIENIOMIERZ					DROGA HAMOWANIA			
				Opóźnienie max przy nacisku na pedał		Opóźnienie przy nacisku max		Opóźnienie średnie	Listwa pomiarowa	Odległość zmierzona	Całkowita droga hamowania	Średnia droga hamowania
[kg]	a_{max} [m/s ²]	F [N]	a [m/s ²]	F _{max} [N]	a_{sr} [m/s ²]	l ₁ [m]	l ₂ [m]	L _h [m]	l _{sr} [m]			
1	VOLKSWAGEN GOLF	2014	1730/1210	8,3	80	6,9	100	6,6	6,4	0	6,4	8,5
2				8,2	80	6,8	90	6,4	8,4	0	8,4	
3				7,9	80	6,1	80	6,3	8,8	0	8,8	
4				8,1	70	7,1	80	6,6	8,6	0	8,6	
5				brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	
1	FORD A	1929	1306/1027	3,6	850	3,6	870	2,8	7,2	7,239	14,439	14,264
2				3,6	730	3,5	790	3	5,4	7,743	13,143	
3				3,6	760	3,3	890	3	7,4	7,811	15,211	
4				3,5	750	3,4	1050	3	1,2	11,77	12,97	
5				3,6	650	3,6	650	3	7	14,35	21,35	

Tabela 8.4. Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego oraz zabytkowego przy prędkości początkowej 45 km/h

Lp.	Marka / Model	Rok produkcji	Masa całkowita / masa własna	PRĘDKOŚĆ POCZĄTKOWA 45 km/h								
				OPÓŹNIENIOMIERZ					DROGA HAMOWANIA			
				Opóźnienie max przy nacisku na pedał		Opóźnienie przy nacisku max		Opóźnienie średnie	Listwa pomiarowa	Odległość zmierzona	Całkowita droga hamowania	Średnia droga hamowania
[kg]	a_{max} [m/s ²]	F [N]	a [m/s ²]	F _{max} [N]	a_{sr} [m/s ²]	l ₁ [m]	l ₂ [m]	L _h [m]	l _{sr} [m]			
1	VOLKSWAGEN GOLF	2014	1730/1210	8,3	70	7,5	90	7	9	1,7	10,7	10,7
2												
3												
4												
5												
1	FORD A	1929	1306/1027	3,6	990	3,5	1050	2,9	6	17,57	23,57	23,57
2												
3												
4												
5												

Tabela 8.5. Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego przy prędkości początkowej 50 km/h

Lp.	Marka / Model	Rok produkcji	Masa całkowita / masa własna	PRĘDKOŚĆ POCZĄTKOWA 50 km/h								
				OPÓŹNIENIOMIERZ					DROGA HAMOWANIA			
				Opóźnienie max przy nacisku na pedał		Opóźnienie przy nacisku max		Opóźnienie średnie	Listwa pomiarowa	Odległość zmierzona	Całkowita droga hamowania	Średnia droga hamowania
[kg]	a_{max} [m/s ²]	F [N]	a [m/s ²]	F _{max} [N]	a_{sr} [m/s ²]	l ₁ [m]	l ₂ [m]	L _h [m]	l _{sr} [m]			
1	VOLKSWAGEN GOLF	2014	1730/1210	8,5	90	7,5	90	6,9	9	2,998	11,998	13,652
2				8,3	70	7,5	90	6,6	7,4	6,321	13,721	
3				8,5	80	8,4	100	7	8,4	4,609	13,009	
4				8	100	8	100	6,6	8,8	5,427	14,227	
5				8,2	90	7,1	90	6,9	8,4	6,239	14,639	

8.2. Komputerowe symulacje ruchu pojazdu zabytkowego i współczesnego podczas hamowania

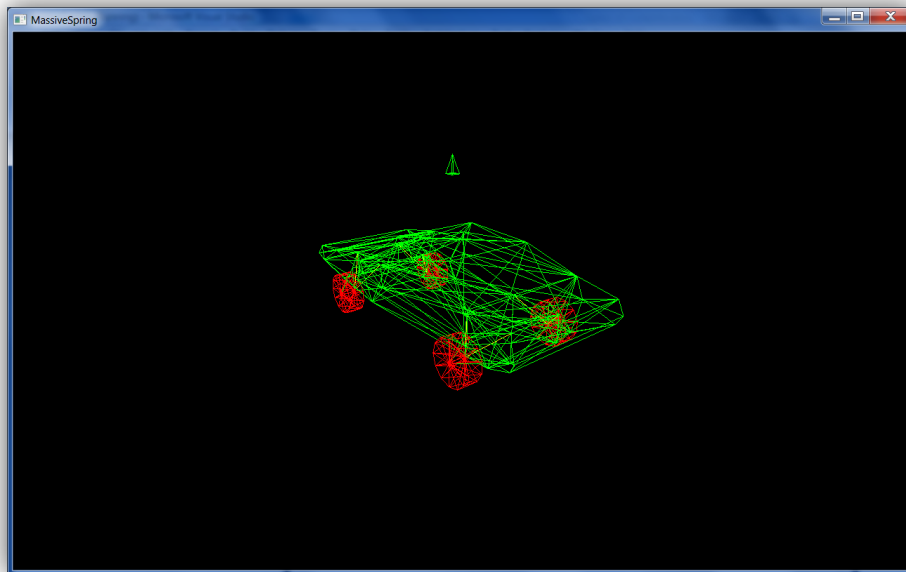
W celu przeprowadzenia symulacji komputerowych należało stworzyć realistyczny model dwóch samochodów z wykorzystaniem modelu masa-sprężyna. Samochody różniły się zawieszeniem, których konstrukcje miały być z różnych lat produkcji. Do symulacji stworzono model pojazdu marki FSO Polonez oraz model Forda A. Modele posłużyły do porównania długości dróg hamowania tych samochodów. Zostały przeprowadzone wirtualne eksperymenty nie tylko na zawieszeniu ale również oponach o różnej konstrukcji geometrycznej. Pozwoliło to na porównanie zachowania modelu pojazdu rzeczywistego w warunkach drogowych [79], [20].

W czasie tworzenia symulatora rozwiązywane były różne problemy związane z modelowaniem samochodu przy pomocy tego modelu masa-sprężyna. Znajdowane były eksperymentalnie jak najlepsze rozwiązania. Przykładem takiego problemu było zagadnienie symulacji opon. Konfiguracja sieci połączeń między punktami mas opony okazuje się mieć bardzo duży wpływ na zachowanie symulowanego samochodu. Ukazano zalety wykorzystania modelu masa-sprężyna do celów symulacyjnych. Postarano się również odpowiedzieć na pytanie czy w modelu masa-sprężyna, który ma działać w czasie rzeczywistym lepiej zastosować metodę Eulera z mniejszym krokiem, czy lepiej skorzystać z metody Rungego-Kutty z krokiem dłuższym.

Model masa-sprężyna jest jednym z istniejących podejść do symulacji fizycznego zachowania ciał. Model fizycznego ciała jest dzielony logicznie na punkty mas (tzw. node'y) oraz powiązania sprężyste o zerowej masie (tzw. beam'y) posiadające wyspecyfikowane parametry charakteryzujące ich sprężystość oraz tłumienie. Podejście to jest odwrotne do podejścia stosowanego w przypadku większości symulacji oraz gier komputerowych, gdzie obiekty traktowane są jako fizyczne недеformowalne, nieelastyczne ciała.

Podejście to wymaga skupienia się na zupełnie innym poziomie abstrakcji. W normalnym podejściu ciało ma swoją pozycję, kształt, masę, moment bezwładności, prędkość liniową i prędkość obrotową. W przypadku modelu masa-sprężyna wszystkie te wartości są rozproszone po całym układzie punktów mas, a kształt obiektu jest opisany przez długość sprężyn łączących punkty mas. Każdy punkt masy jest opisany parametrami: masa, pozycja oraz prędkość liniowa. Zachowanie każdego punktu masy jest wyliczane oddzielnie. Głównymi siłami, które działają na punkty mas są siły generowane przez połączenia sprężyste, jak na rys. 8.6, które starają się zachować kształt całego układu. Każde połączenie traktowane jest jak elastyczna sprężyna, na obciążenie w zakresie zastosowania prawa Hooke'a.

Aby sformułować sztywną bryłę każdy wierzchołek/punkt masy musi być połączony, z co najmniej trzema innymi punktami. Jest to konieczne, gdyż sprężyny dążą jedynie do zachowania neutralnej długości, nie zaś kątów między sobą.



Rys. 8.6. Konstrukcja samochodu zasymulowanego w modelu masa-sprężyna (w tle pacholek) [83]

Z natury model masa-sprężyna wymaga częstego kroku obliczeń. Wymaga to stosunkowo wysokiej mocy obliczeniowej maszyny, na której uruchamiany jest model, jeśli ma on działać w czasie rzeczywistym, gdyż każdy punkt masy, a mogą być ich tysiące, musi być przeliczony nierzadko kilkaset razy na sekundę. Jeśli przedziały czasowe wydłużyłyby się mogłyby to doprowadzić łatwo do sytuacji, gdy układ sprężyn rozchwiałyby się do takich wartości, które już nie mogłyby być zniwelowane przez opory układu. Im większą precyzję obliczeń oraz im sztywniejszą symuluje się bryłę, tym częstszy krok symulacji powinno się stosować.

Model masa sprężyna naturalnie symuluje siły odśrodkowe i żyroskopowe. Siły te pojawiają się naturalnie na skutek podziału modelu na mniejsze punkty mas i wyliczanie fizyki na poziomie tych punktów.

II Zasada Dynamiki Newtona jest sformułowana następująco:

$$F = m \cdot a \quad (8.1)$$

gdzie:

- F - jest siłą [N],
- m - masa ciała [kg],
- a - jest przyspieszeniem ciała [m/s²].

Prawo to jest podstawą do wyliczania zmian prędkości punktów mas zależnie od wartości i kierunku sił działających na dany punkt masy. W każdym kroku symulacji wyliczana jest suma wektorów sił działających na każdy punkt, z pomocą którego wyliczana jest pozycja punktu w następnym kroku.

Z metody Eulera wynika, że w przypadku gdy równanie ma postać $y' = f(x, y)$ o warunkach początkowych (x_0, y_0) : $y_0 = y(x_0)$, to kolejne punkty z krokiem h na osi x , można wyestymować następująco:

$$y_{n+1} = y_n + h f(x_n, y_n) \quad (8.2)$$

Metoda ta pozwala na podzielenie przedziału czasu na mniejsze elementy i przybliżenie wartości kolejnych kroków układu. Metoda Eulera jest najmniej kosztowną metodą lecz również daje najgorsze rezultaty i wymaga największej częstotliwości iteracji obliczeń.

Algorytm Runge'go Kutty czwartego rzędu jest metodą numeryczną do iteracyjnego rozwiązywania równań różniczkowych.

Dla równania w postaci $y' = f(t, y)$, znanej wartości początkowej $y(t_0) = y_0$ i kroku całkowania h algorytm tej metody przedstawia się następująco:

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{6} (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \quad (8.3)$$

$$t_{n+1} = t + h \quad (8.4)$$

$$k_1 = f(t_n, k_n) \quad (8.5)$$

$$k_2 = f\left(t_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_1h\right) \quad (8.6)$$

$$k_3 = f\left(t_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_2h\right) \quad (8.7)$$

$$k_4 = f(t_n + h, y_n + k_3h) \quad (8.8)$$

Algorytm ten stosowany jest często w symulacjach fizycznych ze względu na prostotę implementacji, niską złożoność obliczeniową oraz wysoki rząd metody.

Prawo Hooke'a jest sformułowane następująco:

$$F = k \cdot x \quad (8.9)$$

gdzie k jest wartością stałą określającą sprężystość, a x jest wartością ugięcia sprężyny od długości, do której dąży sprężyna. F oznacza siłę, która działa na oba punkty łączone przez sprężynę. Tłumienie sprężyny wyliczane jest z następującego wzoru:

$$F = -c \cdot v \quad (8.10)$$

gdzie F jest siłą reakcji, c jest współczynnikiem tłumienia, a v jest prędkością ściskania/rozciągania sprężyny.

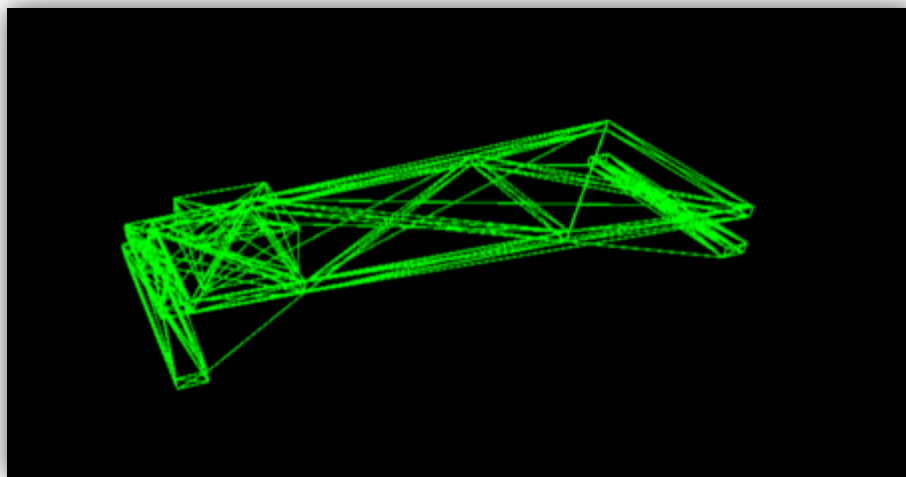
Prawo Hooke'a jest podstawowym prawem, którego zaadoptowanie do wykorzystania w modelu, zapewnia jego poprawne działanie. W większości połączeń prawo to jest implementowane bez modyfikacji. Poszczególne połączenia między punktami mas muszą mieć swoje charakterystyczne właściwości, przez co konieczne jest modyfikowanie liniowej charakterystyki lub ograniczenia długości poszczególnych połączeń.

8.2.1. Modelowanie pojazdu zabytkowego – FORD A

Modelowanym pojazdem do przeprowadzenia eksperymentów, oprócz pojazdu marki FSO Polonez, jest Ford Model A z 1928 roku. Nadwozie tego samochodu jest oparte konstrukcyjnie na stalowej ramie. Rzędowy, czterocylindrowy silnik umieszczony jest z przodu pojazdu. Napęd przekazywany jest na tylny most poprzez trzybiegową skrzynię biegów i wał Cardana. Jednoobwodowy układ hamulcowy generuje siły hamujące samochód poprzez cztery hamulce bębnowe. Sztywne osie zawieszono na poprzecznych resorach półeliptycznych [100].

Modelowanie nadwozia Forda A zaczęto od skonstruowania wirtualnej ramy samochodu odpowiadającej wymiarowo ramie rzeczywistego samochodu, jak na rys. 8.7. Model został tak skonstruowany, aby w każdym miejscu, gdzie rama samochodu łączy się z zawieszeniem znajdował się punkt masy, co umożliwia poprawne działania całego układu. Dla poprawnego przeprowadzenia eksperymentów hamowania nie było potrzeby szczegółowego modelowania karoserii samochodu, która została zastąpiona bryłą sześcienną zapewniającą odpowiednie rozłożenie masy całej konstrukcji. W konstrukcji wirtualnego pojazdu uwzględniono położenie oraz masę silnika wraz z układem napędowym.

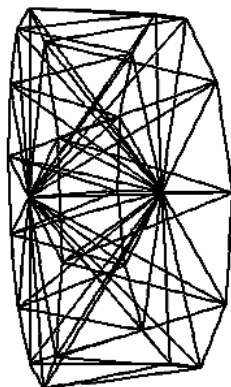
Obie osie pojazdu zawieszono na resorach poprzecznych. Zamodelowane one zostały przez połączenia pomiędzy sztywnymi osiami oraz ramą pojazdu wraz z połączeniami elastycznymi, które zapewniają odpowiednią charakterystykę sprężystą i tłumienie układu. Układ taki jest wystarczający ze względu na fakt, że modelowane jest zachowanie samochodu podczas hamowania, podczas którego zarówno lewa jak i prawa strona pojazdu obciążane są siłami o zbliżonej wartości.



Rys. 8.7. Konstrukcja modelu ramy oraz zawieszenia Forda A [83], [100]

Wirtualny model koła składa się z punktów mas rozłożonych w równej odległości od osi koła reprezentujących obręcz wraz z oponą, jak na rys. 8.8. Każdy punkt masy składający się na oponę łączy się z sąsiadującymi punktami oraz osią połączeniem sprężystym. Za odpowiednie zachowanie takiego układu odpowiada charakterystyka połączeń sprężystych oraz usytuowanie punktów. Ilość punktów składająca się na oponę została dobrana tak aby

jednocześnie co najmniej cztery punkty składające się na oponę stykały się z nawierzchnią, tworząc wirtualną powierzchnię kontaktu.



Rys. 8.8. Konstrukcja koła samochodu zasymulowanego w modelu masa-sprężyna [83], [100]

8.2.2. Wyniki symulacji komputerowych

Celem symulacji jest zbadanie drogi oraz opóźnienia wynikającego z hamowania. W tym celu wirtualny model umieszczony jest w punkcie rozpoczęcia hamowania. Każdemu punktowi masy przypisuje się zadeklarowaną prędkość początkową w kierunku przodu samochodu. Wyjątkiem są punkty składające się na koła samochodu. W ich przypadku, prędkość początkowa wyliczana jest na podstawie pozycji osi koła w przestrzeni i prędkości obrotowej koła, odpowiadającej prędkości początkowej pojazdu.

Hamowanie rozpoczyna się od samego początku. Na punkty składające się na symulowane koła pojazdu generowana jest siła wyliczana z momentu opóźniającego oraz ramienia będącego odległością punktu od osi koła.

Przyjęto współczynnik przyczepności nawierzchni równy 0.9 [75], [9].

W wyniku przeprowadzonych symulacji wyliczona została droga hamowania dla zamodelowanego pojazdu Forda A w zależności od prędkości początkowej hamowania, co przedstawia tabela 8.6:

Tabela 8.6. Wyniki obliczeń drogi hamowania Forda A w funkcji prędkości początkowej hamowania na podstawie symulacji komputerowych

Prędkość (km/h)	Droga hamowania (m)
30	9.2
40	15.2
45	21.4

8.3. Obliczenia długości drogi hamowania

Obliczenie dotyczy wyznaczenia długości drogi hamowania dla uproszczonego modelu, o którym mowa poniżej. Następnie zweryfikowanie uzyskanych wartości przez porównanie z wynikami symulacji komputerowej oraz przeprowadzonym doświadczeniem w warunkach rzeczywistych na drodze.

Na potrzeby pracy stworzono kod obliczeniowy napisany w języku C++, załączony do niniejszej pracy jako „Dodatek A” oraz „Dodatek B”. Kod można uruchomić poprzez portal internetowy [117].

Kod ten pozwala na wyznaczenie szeregu parametrów w zadanych odstępach czasu. Dla naszych obliczeń przyjęty został pomiar co 1/10 sekundy.

Taki sposób obliczeń umożliwia zadawanie dowolnych danych początkowych. Na potrzeby pracy zamodelowano hamowanie zabytkowym samochodem FSO Polonez reprezentującym grupę przebadanych Polonezów oraz drugim samochodem zabytkowym Fordem A z 1928 roku za pomocą poniższych danych wejściowych.

Większość danych dotyczących obliczeń znajdują się w pierwszej części kodu oraz w dalszej części rozdziału:

- float PI = 3.14159265f,
- float GRIP_FACTOR = 8.0f; - współczynnik przyczepności opony,
- float BRAKING_FRONT = -566.0f; - moment hamujący na koła przednie,
- float BRAKING_REAR = -205.0f; - moment hamujący na koła tylne,
- float WHEEL_MASS = 15; //kg - masa koła,
- float WHEEL_RADIUS = 0.283; //m radius 195/55/15 - promień koła,
- float WHEEL_MOMENT_OF_INERTIA = WHEEL_MASS * WHEEL_RADIUS * WHEEL_RADIUS / 2; // 1/2 MRR - moment bezwładności koła (tutaj przeliczony ze wzoru na moment bezwładności cylindra),
- float VEHICLE_MASS = 1150; //kg - masa pojazdu,
- float VEHICLE_INITIAL_VELOCITY = 12.5; /*100 km/h*/ - prędkość startowa,
- float VEHICLE_COG_H = 0.65; // m - wysokość środka ciężkości,
- float VEHICLE_COG_FRONT_W = 1.2; // m - odl od przedniego zawieszenia do środka ciężkości w poziomie,
- float VEHICLE_COG_REAR_W = 1.31; // m - j.w. od tylnego,
- float VEHICLE_WHEELBASE = VEHICLE_COG_FRONT_W + VEHICLE_COG_REAR_W; - rozstaw osi,
- dist - dystans przejechany,
- t – czas,
- V - prędkość w m/s,
- a – opóźnienie,
- slipF slipR - slipratio dla kół przednich i tylnych,
- COG – środek ciężkości (Center of Gravity),

- COG_H – wysokość środka ciężkości,
- distance – odległość pokonana przez samochód od rozpoczęcia eksperymentu,
- wheel front – obiekty opisujące przednie koła,
- wheel rear – obiekty opisujące tylne koła,
- Zp Zr - nacisk na oś przednią i tylną (parametr zmienny),
- timeelapsed – czas, który upłynął od rozpoczęcia eksperymentu,
- timetick – długość czasu na krok symulacji,
- applyTorque – dodanie momentu na koło,
- wheel Tich – obliczenia sił generowanych przez oponę w skutek hamowania.

Pętla obliczeniowa zaczyna się od linii nr 138 w skład, której wchodzi:

- nadanie momentu hamującego na koła (linie od 140-141),
- obliczenie nacisku na oś przednią oraz tylną ze wzoru (linie od 143-144),
- obliczenie sił hamujących na kołach (linie od 146-147):
 - obliczenie współczynnika „slipratio” (linia 112, według wzoru linia 93),
 - obliczenie siły hamowania (linia 113), z której „GetFun Valve” oblicza współczynnik przyczepności na podstawie „slipratio”,
 - obliczenie opóźnienia kątownego z momentu hamującego i momentu wytworzonego przez tarcie opony (linia 115), w której „l” oznacza moment bezwładności koła i liczymy jak dla cylindra (linia 19),
 - obliczenie nowej prędkości obrotowej koła na podstawie poprzedniej wartości oraz opóźnienia kątownego i czasu (linia 116),
 - zerowanie momentu na kole dla następnego kroku (linia 118),
- jeśli opóźnienie dla danego kroku powoduje, że koło zaczyna obracać się w przeciwnym kierunku to skrócony zostaje krok symulacji i zostaje powtórzony,
- obliczenie opóźnienia pojazdu (linia 156) na początku wzoru zostało pomnożone przez 2 ponieważ hamujemy dwoma kołami,
- ustalenie finalnych zmiennych prędkości obrotowej koła, jeśli to bezpieczne (patrz linie od 149 do 153),
- dodajemy krok czasu do czasu, który upłynął (linia 162),
- obliczanie dystansu pokonywanego przez pojazd (linia 163),
- wypisywanie stanu symulacji co 1/10 sekundy (linie od 164-167),
- warunek końcowy zatrzymania pojazdu (linia 170).

Natomiast wyniki przedstawiono w poniższych tabelach 8.7-8.8.

Tabela 8.7. Tabela obliczonych parametrów hamowania przy prędkości początkowej 45 km/h dla pojazdu zabytkowego FSO Polonez

CZAS	DYSTANS	PRĘDKOŚĆ	OPÓŹNIENIE	SLIP F	SLIP R	ZP	ZR
[s]	[m]	[m/s]	[m/s ²]			[kg]	[kg]
0,1	1,22645	12,0249	4,72873	0,0745971	0,0493455	743,752	406,248
0,2	2,40533	11,5479	4,72872	0,0745971	0,0493455	743,752	406,248
0,3	3,53561	11,0714	4,72873	0,0745971	0,0493455	743,752	406,248
0,4	4,61741	10,5952	4,72873	0,0745972	0,0493455	743,752	406,248
0,5	5,65168	10,119	4,72872	0,0745971	0,04934	743,752	406,248
0,6	6,63849	9,64282	4,72873	0,0745971	0,0493455	743,752	406,248
0,7	7,57764	9,16665	4,72872	0,0745971	0,0493454	743,752	406,248
0,8	8,46934	8,69043	4,72873	0,0745971	0,0493455	743,752	406,248
0,9	9,31339	8,21426	4,72873	0,0745971	0,0493456	743,752	406,248
1	10,11	7,74067	4,72882	0,0745987	0,0493459	743,755	406,245
1,1	10,8595	7,26926	4,72881	0,0745982	0,0493467	743,755	406,245
1,2	11,562	6,7978	4,72881	0,0745982	0,0493467	743,755	406,245
1,3	12,2173	6,32639	4,72881	0,0745982	0,0493467	743,755	406,245
1,4	12,8255	5,85499	4,72881	0,0745982	0,0493467	743,755	406,245
1,5	13,3868	5,38353	4,72881	0,0745983	0,0493467	743,755	406,245
1,6	13,9009	4,91212	4,72882	0,0745982	0,0493468	743,755	406,245
1,7	14,3679	4,44067	4,72881	0,0745982	0,0493467	743,755	406,245
1,8	14,7877	3,96926	4,72881	0,0745981	0,0493467	743,755	406,245
1,9	15,1606	3,49781	4,72879	0,0745981	0,0493462	743,754	406,246
2	15,4863	3,0264	4,72879	0,0745981	0,0493463	743,754	406,246
2,1	15,7649	2,55499	4,72879	0,074598	0,0493462	743,754	406,246
2,2	15,9965	2,08353	4,7288	0,0745981	0,0493462	743,754	406,246
2,3	16,1818	1,61115	4,72878	0,0745979	0,049346	743,754	406,246
2,4	16,3183	1,1385	4,72878	0,0745979	0,049346	743,754	406,246
2,5	16,4093	0,666324	4,72879	0,074598	0,0493463	743,754	406,246
2,6	16,4514	0,194099	4,72881	0,0745983	0,0493464	743,754	406,246
2,7	16,4553	0,00997004	7,80961	0,211937	1	684,293	465,707

Tabela 8.8. Tabela obliczonych parametrów hamowania przy prędkości początkowej 40 km/h dla pojazdu zabytkowego Ford A

CZAS [s]	DYSTANS [m]	PRĘDKOŚĆ [m/s]	OPÓŹNIENIE [m/s ²]	SLIP F	SLIP R	ZP [kg]	ZR [kg]
0,1	1,08923	10,7005	3,77461	0,0439652	0,0649155	596,193	403,807
0,2	2,14041	10,3189	3,77461	0,0439651	0,0649154	596,193	403,807
0,3	3,15263	9,93768	3,77461	0,0439653	0,0649155	596,193	403,807
0,4	4,12596	9,55675	3,77461	0,0439652	0,0649155	596,193	403,807
0,5	5,06128	9,17581	3,77461	0,0439653	0,0649155	596,193	403,807
0,6	5,95865	8,79484	3,77461	0,0439652	0,0649155	596,193	403,807
0,7	6,81788	8,4139	3,77461	0,0439652	0,0649154	596,193	403,807
0,8	7,63916	8,03293	3,77461	0,0439653	0,0649154	596,193	403,807
0,9	8,42231	7,65634	3,77483	0,0439674	0,0649203	596,199	403,801
1	9,1682	7,28013	3,77483	0,0439674	0,0649204	596,199	403,801
1,1	9,87646	6,90396	3,77483	0,0439674	0,0649202	596,198	403,802
1,2	10,5472	6,52774	3,77477	0,0439668	0,0649191	596,197	403,803
1,3	11,1804	6,15157	3,77477	0,0439668	0,064919	596,197	403,803
1,4	11,7758	5,7754	3,77477	0,0439669	0,064919	596,197	403,803
1,5	12,3338	5,39918	3,77477	0,0439669	0,064919	596,197	403,803
1,6	12,8541	5,02301	3,77477	0,0439669	0,064919	596,197	403,803
1,7	13,3369	4,6468	3,77478	0,0439669	0,064919	596,197	403,803
1,8	13,7821	4,27062	3,77477	0,0439668	0,064919	596,197	403,803
1,9	14,1898	3,89441	3,77478	0,0439669	0,0649191	596,197	403,803
2	14,5599	3,51824	3,77477	0,0439669	0,064919	596,197	403,803
2,1	14,8924	3,14207	3,77475	0,0439666	0,0649185	596,196	403,804
2,2	15,1874	2,76585	3,77475	0,0439666	0,0649184	596,196	403,804
2,3	15,4449	2,38968	3,77475	0,0439667	0,0649185	596,196	403,804
2,4	15,6647	2,01347	3,77475	0,0439666	0,0649185	596,196	403,804
2,5	15,847	1,63615	3,77471	0,0439661	0,064918	596,196	403,804
2,6	15,9916	1,25874	3,77472	0,0439662	0,0649181	596,196	403,804
2,7	16,098	0,881566	3,77474	0,0439665	0,0649182	596,196	403,804
2,8	16,1672	0,504797	3,77474	0,0439665	0,0649183	596,196	403,804
2,9	16,1987	0,127745	3,77474	0,0439666	0,0649182	596,196	403,804
3	16,2003	0,00999084	7,44306	1	0,654623	458,66	541,34

Dla zabytkowego pojazdu marki FSO Polonez podczas hamowania z prędkości 45 km/h otrzymano następujące wyniki:

- długość drogi hamowania 16,5 m,
- opóźnienie hamowania 4,7 m/s².

Dla zabytkowego pojazdu marki Ford A podczas hamowania z prędkości 40km/h otrzymano następujące wyniki:

- długość drogi hamowania 16,2 m,
- opóźnienie hamowania 3,8 m/s².

Wartości zostały obliczone i posłużą do sprawdzenia poprawności wykonanych pomiarów metodą symulacji komputerowej oraz doświadczenia na drodze.

Do otrzymania powyższych czterech wartości potrzebne było przeprowadzenie poniższych obliczeń.

Przykładowe wyznaczenie danych wymaganych do przeprowadzenia obliczeń na podstawie samochodu zabytkowego marki FSO Polonez.

Dane:

- tarcze hamulce FSO Polonez
- średnica cylinderka zacisku przedniego - $d_{t1} = 48 \text{ mm}$
- średnica cylinderka zacisku tylnego - $d_{t1} = 38 \text{ mm}$
- średnica zewnętrzna tarczy hamulcowej - $\varnothing_z = 227 \text{ mm}$
- średnica wewnętrzna tarczy hamulcowej - $\varnothing_w = 146 \text{ mm}$

Wykonano pomiar ciśnienia w układzie hamulcowym w przewodach kół osi przedniej oraz przewodach hamulcowych kół osi tylnej za korektorem siły hamowania przy zadanym różnym nacisku siły na pedał hamulca, jak widać na załączonym zdjęciu nr 8.9 oraz parametrów podanych z odczytu i osadzonych w tabeli 8.9 [57].

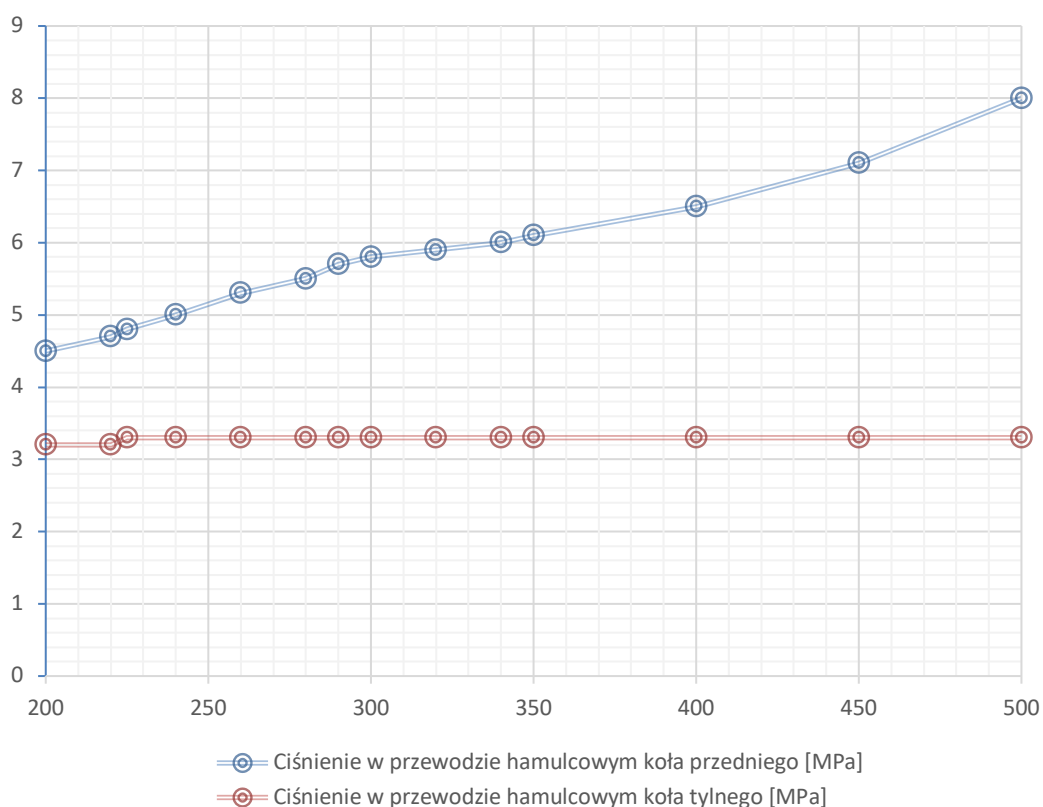


Rys. 8.9. Pomiar ciśnienia w układzie hamulcowym w pojeździe marki FSO Polonez z 1981 roku

Dzięki tym pomiarom stworzono tabelę z poniższymi danymi.

Tabela 8.9. Wyniki pomiaru ciśnienia płynu w układzie hamulcowym dla samochodu FSO Polonez

Nacisk na dźwignię pedału hamulca [N]	Ciśnienie w przewodzie hamulcowym koła przedniego [MPa]	Ciśnienie w przewodzie hamulcowym koła tylnego [MPa]
200	4,5	3,2
220	4,7	3,2
225	4,8	3,3
240	5	3,3
260	5,3	3,3
280	5,5	3,3
290	5,7	3,3
300	5,8	3,3
320	5,9	3,3
340	6	3,3
350	6,1	3,3
400	6,5	3,3
450	7,1	3,3
500	8	3,3



Rys. 8.10. Zależność ciśnienia w układzie hamulcowym od siły nacisku na pedał hamulca – wyniki pomiaru

Biorąc pod uwagę średnie wartości dla pojazdu marki FSO Polonez z 1981 roku, dla którego wykonano pomiar ciśnienia w układzie hamulcowym zgodnie z rys. 8.10, czyli:

Tabela 8.10. Dane pomiarowe uzyskane podczas hamowania dla pojazdu FSO Polonez przy prędkości początkowej 45 km/h

Lp.	Marka / Model	Rok produkcji	Masa całkowita / masa własna [kg]	PRĘDKOŚĆ POCZĄTKOWA 45 km/h									
				OPÓŹNIENIOMIERZ					DROGA HAMOWANIA				
				Opóźnienie max przy nacisku na pedał		Opóźnienie przy nacisku max		Opóźnienie średnie	Listwa pomiarowa	Odległość zmierzona	Całkowita droga hamowania	Średnia droga hamowania	
	a_{max} [m/s ²]	F [N]	a [m/s ²]	F_{max} [N]	a_{sr} [m/s ²]	l_1 [m]	l_2 [m]	L_h [m]	l_{sr} [m]				
1	FSO POLONEZ	1981	1550/1150	4,5	290	4,4	350	3,9	5,6	8,2	13,8	<u>16,75</u>	
2				4,4	290	4,4	320	3,9	9	7,1	16,1		
3				4,8	300	4,8	300	4,1	6,8	10,6	17,4		
4				4,6	260	4,7	260	4	7,2	11,3	18,5		
5				4,8	280	4,8	290	4,1	brak	13,1	brak		
ŚREDNIE WARTOŚCI DLA FSO POLONEZ Z 1981 r.				4,6	284,0	4,6	304,0	4,0	7,2	10,1	16,5	16,75	

Dla wartości siły nacisku na pedał hamulca i zmierzonym ciśnieniu w układzie hamulcowym otrzymano wynik opóźnienia hamowania równy 4,6 m/s², co przedstawia tabela 8.10. Dla tej siły nacisku na pedał hamulca zmierzono ciśnienie w przewodzie układu hamulcowego koła przedniego, które wyniosło 5,7 MPa. Natomiast przy tej samej sile nacisku na pedał hamulca ciśnienie panujące w przewodzie hamulcowym przy tylnym kole wynosiło 3,3 MPa. Na podstawie tych danych można obliczyć siły oraz momenty sił hamujących kół w pojeździe.

Obliczenia:

r_T - promień średni powierzchni roboczej tarczy hamulcowej

$r_T = ?$

r_K - promień toczny koła dla opon 185/70R13

$r_K = 0,283 \text{ m}$

$$r_T = r_w + \frac{1}{2}(r_z - r_w) = 73 \text{ mm} + \frac{1}{2}(113,5 \text{ mm} - 73 \text{ mm}) = 93,25 \text{ mm} \approx 91,5 \text{ mm} \quad (8.11)$$

F_p - siła nacisku tłoczka hamulcowego na przednią tarczę hamulcową

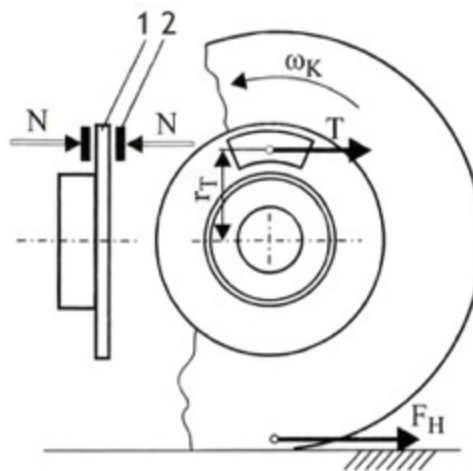
F_t - siła nacisku tłoczka hamulcowego na tylną tarczę hamulcową

$$p = \frac{F}{S} \quad \left[\frac{N}{m^2} = Pa \right] \quad (8.12)$$

$$F = p \cdot S = p \cdot \pi \cdot r^2 \quad (8.13)$$

$$F_p = 5700000 \cdot (3,14 \cdot 0,024^2) = 10\,309,25 \text{ N} \quad (8.14)$$

$$F_t = 3300000 \cdot (3,14 \cdot 0,019^2) = 3\,740,68 \text{ N} \quad (8.15)$$



Rys. 8.11. Schemat funkcjonalny mechanizmu hamulcowego: 1 – tarcza hamulcowa, 2 – klocek hamulcowy [80]

Na podstawie schematu hamulca tarczowego, jaki przedstawia rys. 8.11, zapisano zależność do obliczania momentu tarcia jako sumy momentów od sił tarcia T , działających po obu stronach tarczy hamulcowej (indeks K oznacza moment i siłę hamowania na pojedynczym kole jezdnym)

$$M_{TK} = T \cdot r_T + T \cdot r_T = 2T \cdot r_T \quad (8.16)$$

gdzie $T = \mu_H \cdot N$ jest siłą tarcia, działającą na promieniu r_T tarczy hamulcowej i powstającą w rezultacie docisku N nakładki cierniej do tarczy.

Zatem moment tarcia w hamulcu każdego koła przy hamulcach tarczowych

$$M_{TK} = 2\mu_H \cdot r_T \cdot N \quad (8.17)$$

gdzie:

- 2 - liczba oznaczająca rezultat sumowania (dwie strony tarczy hamulcowej)
- μ_H - współczynnik tarcia na powierzchniach roboczych hamulca (0,3)
- N - nacisk elementów ciernych na powierzchnię roboczą tarczy hamulcowej
- r_T - promień średni powierzchni roboczej tarczy hamulcowej.

Zależność pomiędzy momentem tarcia, powstającym w hamulcu, a siłą hamowania w styku koła z drogą jest następująca:

$$M_{TK} = F_{HK} \cdot r_K \quad (8.18)$$

stąd

$$F_{HK} = \frac{M_{TK}}{r_K} \quad (8.19)$$

$$F_{HK} = \frac{2\mu_H \cdot r_T \cdot N}{r_K} \quad (8.20)$$

$$F_{HK}^P = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 0,0915 \cdot 10\,309,248}{0,283} = 1\,999,9 \text{ N} \quad (8.21)$$

$$F_{HK}^T = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 0,0915 \cdot 3\,740,682}{0,283} = 725,7 \text{ N} \quad (8.22)$$

F_{HK}^P – **siła hamująca koła przedniego wynosi 1999,9 N**

F_{HK}^T – **siła hamująca koła tylnego wynosi 725,7 N**

$$M_{TK} = F_{HK} \cdot r_K \quad (8.23)$$

$$M_{HK}^P = F_{HK}^P \cdot r_K = 1999,921 \cdot 0,283 = 565,9 \text{ Nm} \quad (8.24)$$

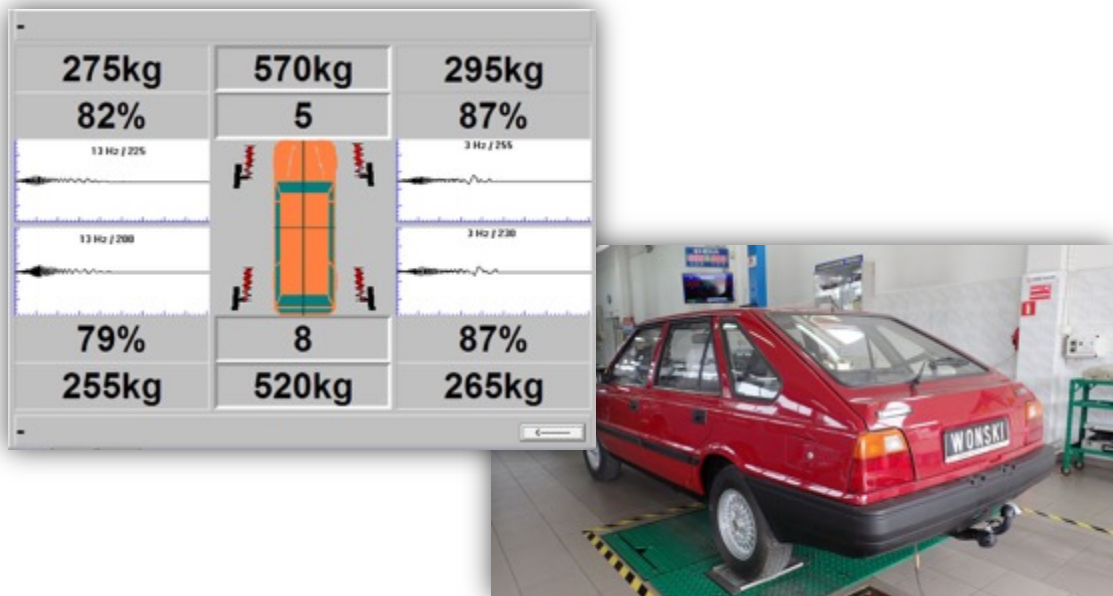
$$M_{HK}^T = F_{HK}^T \cdot r_K = 725,666 \cdot 0,283 = 205,4 \text{ Nm} \quad (8.25)$$

M_{HK}^P – **moment hamujący koła przedniego wynosi 566,0 N**

M_{HK}^T – **moment hamujący koła tylnego wynosi 205,4 N**

Wyznaczenie środka ciężkości dla pojazdu marki FSO Polonez przeprowadzono między innymi na podstawie danych odczytanych z wydruku przedstawionego na rys. 8.12 z pomiaru tłumienia zawieszenia oraz zależności, które zostały pokazane na rys. 8.13:

- G – ciężar pojazdu [N],
- L – rozstaw osi pojazdu [m],
- G₁ – nacisk na przednią oś w przypadku gdy samochód jest poziomo [N],
- G₂ – nacisk na tylną oś w przypadku gdy samochód jest poziomo, jak na rys. 6.14 [N],
- R – zmierzony nacisk na tylną oś w przypadku gdy przód pojazdu jest podniesiony [N],
- a – odległość środka ciężkości od osi przedniej [m],
- α – kąt pochylenia pojazdu podczas pomiaru [°],
- r – promień koła [m].



Rys. 8.12. Wyniki z pomiaru nacisków kół na powierzchnię wraz z wynikiem tłumienia zawieszenia dla pojazdu FSO Polonez

$$G_{1L} = 275 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 2697,7 \text{ N}$$

$$G_{1P} = 295 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 2894,0 \text{ N}$$

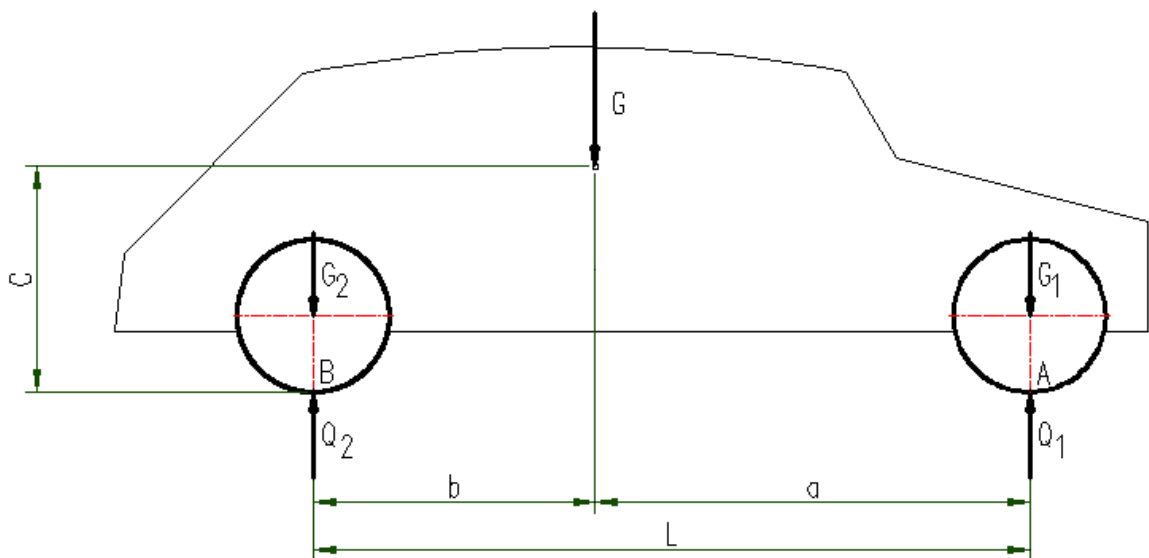
$$G_1 = G_{1L} + G_{1P} = 2697,7 \text{ N} + 2894,0 \text{ N} = 5591,7 \text{ N} \quad (8.26)$$

$$G_{2L} = 255 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 2501,6 \text{ N}$$

$$G_{2P} = 265 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 2599,7 \text{ N}$$

$$G_2 = G_{2L} + G_{2P} = 2501,6 \text{ N} + 2599,7 \text{ N} = 5101,2 \text{ N} \quad (8.27)$$

$$G = G_1 + G_2 = 5591,7 + 5101,2 = 10692,9 \text{ N} \quad (8.28)$$



Rys. 8.13. Schemat rozkładu momentów sił względem punktu środka ciężkości

$$G = 10692,9 \text{ N}$$

$$L = 2509 \text{ mm}$$

Równanie momentów względem punktu A:

$$\sum M_A = Q_2 \cdot L - G \cdot a = 0 \quad \Rightarrow \quad a = \frac{Q_2 \cdot L}{G} \quad (8.29)$$

$$\sum M_B = G \cdot b - Q_1 \cdot L = 0 \quad \Rightarrow \quad b = \frac{Q_1 \cdot L}{G} \quad (8.30)$$

$$a = \frac{5101,2 \text{ N} \cdot 2509 \text{ mm}}{10692,9 \text{ N}} = 1197,0 \text{ mm} \quad (8.31)$$

$$b = \frac{5591,7 \text{ N} \cdot 2509 \text{ mm}}{10692,9 \text{ N}} = 1312,1 \text{ mm} \quad (8.32)$$

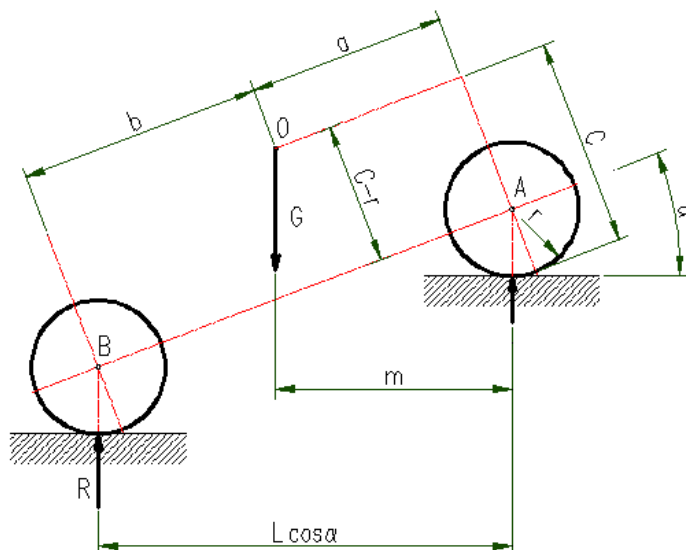
Odległości a i b zostały znalezione, teraz pozostaje znalezienie wysokości środka ciężkości C . W celu określenia współrzędnej C ustawiono pojazd tylnymi kołami na wadze, zaś przednie podniesiono do góry, tak jak wykonano to na rys. 7.17. Zmierzono wartość nacisku tylnych kół na wagę R oraz kąt pochylenia samochodu α .



Rys. 8.14. Pomiar nacisku osi tylnej dla pojazdu FSO Polonez na równi pochyłej

Równanie momentów względem punktu A ma następującą postać:

$$R \cdot L \cdot \cos(\alpha) = G \cdot m \quad (8.33)$$



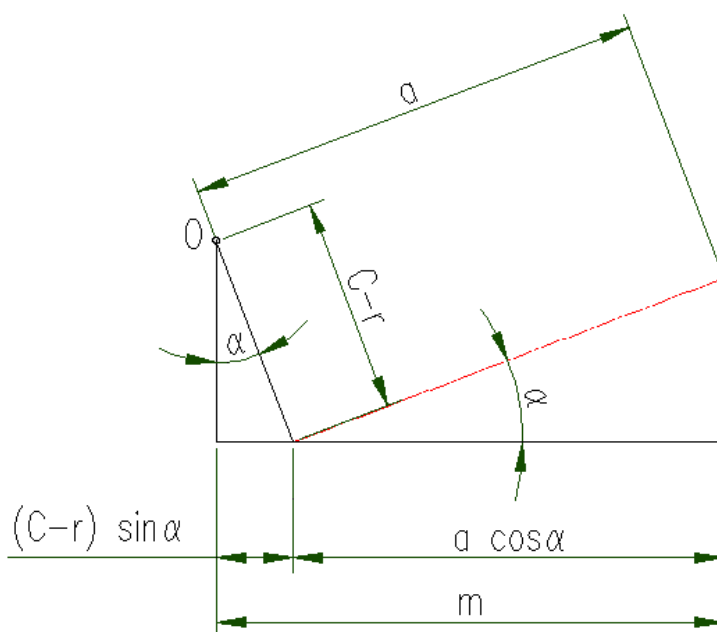
Rys. 8.15. Schemat rozkładu momentów sił względem punktu środka ciężkości dla pojazdu na równi pochyłej

$$R = (332 \text{ kg} + 330 \text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 6494,22 \text{ N} \quad (8.34)$$

$$\alpha = 7^\circ$$

$$r = 283 \text{ mm}$$

Nieznane jest „m” zatem do wyznaczenia należy wykorzystać zależności przedstawione na rys. 8.15 oraz rys. 8.16. Pomędzy siłą G , a wymiarem $C-r$ zawarty jest kąt α .



Rys. 8.16. Schemat zależności geometrycznej odległości punktu środka ciężkości

Wobec tego:

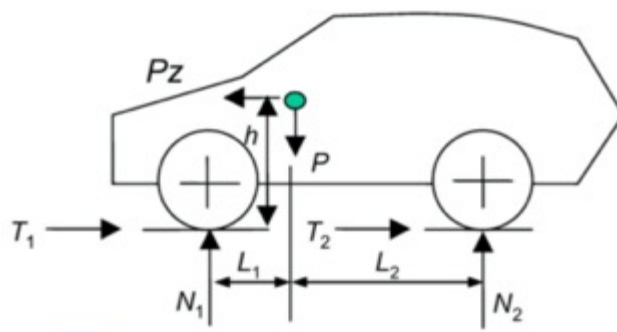
$$m = a \cdot \cos(\alpha) + (C - r) \cdot \sin(\alpha) \quad (8.35)$$

Po zestawieniu obu wzorów otrzymano wyrażenie, za pomocą którego wyliczono wysokość środka ciężkości C.

$$C = \frac{R \cdot L - G \cdot a}{G \cdot \operatorname{tg} \alpha} + r = \frac{6494,22 \cdot 2,5 - 10692,9 \cdot 1,2}{10692,9 \cdot \operatorname{tg}(7^\circ)} + 0,283 = 0,65 \text{ m} \quad (8.36)$$

Środek ciężkości w badanym pojeździe FSO Polonez umiejscowiony jest na wysokości 0,65 m.

Nacisk obliczono z poniższych zależności [2]



Rys. 8.17. Dwuwymiarowy model pojazdu z rozkładem nacisków kół podczas hamowania czterema kołami [2]

$$N_1(L_1 + L_2) - PL_2 - Pzh = 0 \quad (8.37)$$

$$J = 0; \quad P_1 = \frac{PL_2}{L_1 + L_2} \quad (8.38)$$

Opóźnienie jako $J \text{ m/s}^2$ gdzie $z = J/g$

$$N_1 = P \left[\frac{L_2}{L_1 + L_2} + \frac{zh}{(L_1 + L_2)} \right] = P_1 + \frac{Pzh}{E} \quad (8.39)$$

gdzie:

$$N_1 + N_2 = P \quad \text{oraz} \quad L_1 + L_2 = E \quad (8.40)$$

8.4. Wnioski (porównanie trzech metod)

Porównanie metod wykonano dla dwóch pojazdów, a wyniki zestawiono w tabeli 8.11. Pojazd marki FSO Polonez hamowano z prędkości 45 km/h, zabytkowego Ford A z 1929 roku hamowano z prędkości 40 km/h.

Tabela 8.11. Porównanie wyników badań przeprowadzonych trzema metodami

Marka pojazdu	Rodzaj pomiaru	Metoda nr 1 (pomiary drogowe)	Metoda nr 2 (symulacja komputerowa)	Metoda nr 3 (obliczenia analityczne)
FSO Polonez z 45 km/h	Długość drogi hamowania	18,3 m	17,4 m	16,5 m
	Opóźnienie hamowania	5,2 m/s ²	4,5 m/s ²	4,7 m/s ²
Ford A z 40 km/h	Długość drogi hamowania	14,3 m	15,2 m	16,2 m
	Opóźnienie hamowania	3,6 m/s ²	4,1 m/s ²	3,8 m/s ²

Do porównań, jako punkt odniesienia przyjęto drogę hamowania wyznaczoną na podstawie pomiarów drogowych. Wyniki zamieszczono w tabeli 8.11 – metoda nr 1. Opracowano modele umożliwiające komputerowe badania symulacyjne drogi hamowania tych pojazdów. Wyniki tych badań zamieszczono także w tabeli 8.11 – metoda nr 2. Obliczenia drogi hamowania wykonano także metodą analityczną wykorzystując dane z pomiarów ciśnienia płynu w układzie hamulcowym dla samochodów marki FSO Polonez. Dla samochodu Ford A drogę hamowania obliczono uwzględniając siłę nacisku na pedał hamulca i przełożenie mechanizmu uruchamiającego hamulce. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli nr 8.11 – metoda nr 3.

Wyniki symulacji w porównaniu do wyników pomiarów drogowych różniły się w granicach 4,9-6,3%. Natomiast wyniki obliczeń analitycznych w stosunku do wyników pomiarów różniły się w granicach 9,8-13,3%. Rozbieżności te można uznać jako niewielkie.

Pomiar drogi hamowania jest najbardziej dokładną metodą oceny skuteczności działania hamulców. W warunkach stacji kontroli pojazdów stosowanie tej metody jest utrudnione ze względu na brak przyrządów pomiarowych będących na jej wyposażeniu. Wyniki badań symulacyjnych i obliczeń analitycznych należy traktować jako bazę danych ułatwiającą pracę diagnosty. Wyniki pomiarów podczas badania pojazdu zabytkowego można byłoby porównać z danymi zawartymi w stworzonej bazie w celu oceny sprawności układu hamulcowego. Aby taką bazę utworzyć należałoby opracować modele dla większej ilości pojazdów zabytkowych (grup pojazdów). Jest to propozycja dalszych prac. Metoda obliczeń analitycznych, jako pozyskanie danych, może być stosowana dla pojazdów zabytkowych bez korektora hamowania oraz bez układów wspomagających hamowanie.

W badaniach kontrolnych dla pojazdów zabytkowych mierzone będą opóźnienia hamowania zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem [84].

9. OBLICZENIOWE OGRANICZENIE PRĘDKOŚCI JAKO PODSTAWOWE KRYTERIUM W NOWATORSKIEJ PROPOZYCJI BADAŃ TECHNICZNYCH POJAZDÓW ZABYTKOWYCH

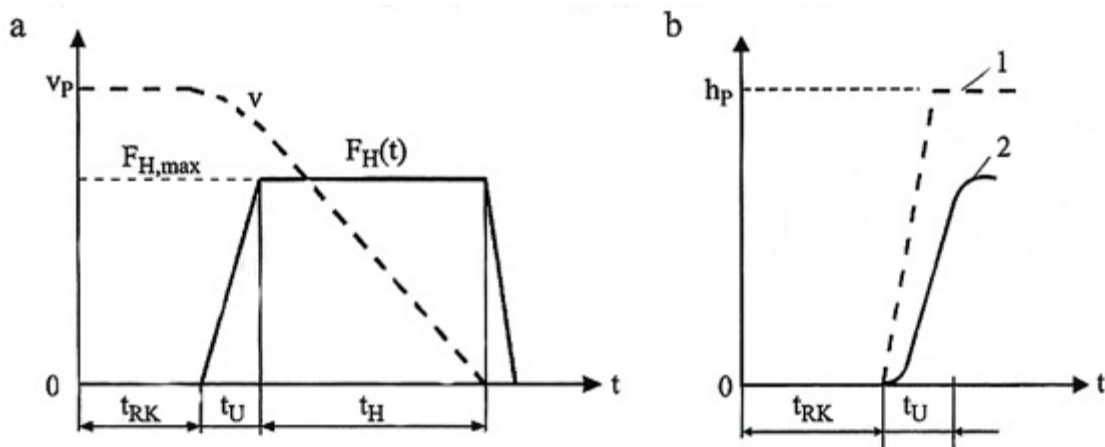
Drogą hamowania nazywamy odległość, jaką przejeżdża samochód w czasie hamowania. Natomiast drogą zatrzymania nazywa się odległość, którą przejedzie samochód od chwili zauważenia przez kierowcę przeszkody wywołującej konieczność hamowania do zatrzymania samochodu. Łączny czas, jaki upłynie od zauważenia przeszkody jako sygnału do rozpoczęcia hamowania do zatrzymania pojazdu, co przedstawia wykres na rys. 9.1a, można zapisać w postaci sumy [80]:

$$t_z = t_{RK} + t_U + t_H \quad (9.1)$$

gdzie:

- t_{RK} - czas psychofizycznej reakcji kierowcy (0,4-1,5 s),
- t_U - czas uruchamiania układu hamulcowego i narastania siły hamowania, który wynosi 0,2-0,4 s w hydraulicznych i 0,3-0,6 s w pneumatycznych układach uruchamiających,
- t_H - czas hamowania pełnego, czyli z maksymalną efektywnością.

Wielkości występujące w zależności (9.1) pokazano na rys. 9.1a. Czas t_z jest czasem zatrzymania. Droga przebyta przez samochód w tym czasie jest nazwana drogą zatrzymania.



Rys. 9.1. Przebieg procesu zatrzymania samochodu, a – wygładzony przebieg siły hamowania i spadku prędkości, b – opóźnienie procesu narastania siły hamowania względem ruchu pedału hamulca 1 – ruch pedału, 2 – narastanie siły hamowania [80]

Po upływie czasu t_{RK} kierowca rozpoczyna naciskanie na pedał hamulca. Jednak początek narastania siły hamowania następuje ze zwłoką (tzw. zwłoka zadziałania układu) względem ruchu pedału hamulca. Pokazano to na rys. 9.1b, gdzie zaznaczono początkowy ruch pedału hamulca i narastanie siły hamowania z pewnym opóźnieniem do tego ruchu.

Długość drogi zatrzymania S_z jest zależna nie tylko od skuteczności działania hamulców, stanu pojazdu i nawierzchni drogi, ale także od czasu reakcji kierowcy.

Do obliczenia długości drogi S_Z zostanie wykorzystany wygładzony przebieg procesu hamowania z rys. 9.1a. Na tym rysunku droga jest polem powierzchni pod wykresem prędkości $v(t)$. Na podstawie tego rysunku przyjęto, że liniowy przebieg narastania siły hamowania w czasie t_U może być w sposób równoważny zastąpiony następująco:

- w pierwszej połowie odcinka t_U siła hamowania została przyjęta jako równa 0,
- w drugiej połowie tego odcinka siła hamowania została przyjęta jako równa $F_{H,max}$.

Przy tych założeniach, długość drogi zatrzymania obliczono jako sumę długości dwóch odcinków drogi:

- przebytej w czasie $t_R = t_{RK} + \frac{t_U}{2}$, w którym zakłada się ruch jednostajny jeszcze bez hamowania,
- przebytej w czasie $\frac{t_U}{2} + t_H$ jako drogi hamowania z pełną efektywnością i z opóźnieniem a_H .

Zatem:

$$S_Z = t_R v_P + S_H \quad (9.2)$$

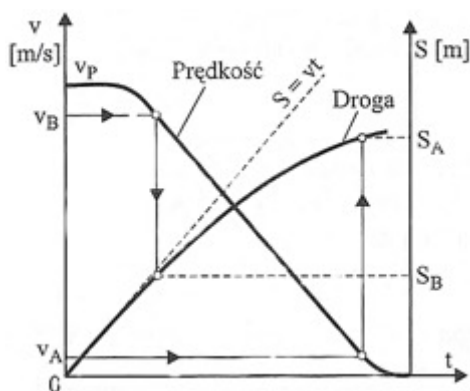
gdzie S_H jest długością drogi przebytej przez samochód w czasie $t_H + \frac{t_U}{2}$.

Przyjmując ruch jednostajnie opóźniony pojazdu w czasie hamowania, obliczyć można:

$$S_H = \frac{v_P^2}{2a_H} = \frac{a_H}{2} \left(t_H + \frac{t_U}{2} \right)^2 \quad (9.3)$$

$$S_Z = \left(t_{RK} + \frac{t_U}{2} \right) v_P + \frac{v_P^2}{2a_H} = \left(t_{RK} + \frac{t_U}{2} \right) v_P + \frac{a_H}{2} \left(t_H + \frac{t_U}{2} \right)^2. \quad (9.4)$$

Na podstawie Regulaminu 13 ECE, wartość średnia opóźnienia w czasie hamowania jest określana z wykorzystaniem rzeczywistego przebiegu zmian prędkości samochodu i drogi przebytej podczas hamowania. Na rys. 9.2 pokazano sposób wyboru punktów na wykresie prędkości samochodu i następnie przeniesienie tych punktów na wykres drogi hamowania.



Rys. 9.2. Schemat pomocniczy do określenia średniej wartości opóźnienia w czasie hamowania. Linie na rysunku pokazują przebieg zmian prędkości jazdy i długości drogi przebytej przez samochód podczas hamowania [80]

Długość odcinka między punktami S_A i S_B wykorzystano do obliczenia $a_{H,śr}$ z zależności

$$a_{H,śr} = \frac{v_B^2 - v_A^2}{25,92(S_A - S_B)} \quad (9.5)$$

gdzie:

$v_B = 0,8v_P$, w km/h,

$v_A = 0,1v_P$,

$S_A - S_B$ - odcinek drogi (w metrach), przejechany podczas hamowania od prędkości v_B do v_A .

Zależność (9.5) można wyprowadzić, korzystając z pierwszej części zależności (9.3). Liczba 25,92 wynika z przeliczenia jednostek prędkości jazdy, a mianowicie $2 \cdot 3,6^2 = 25,92$.

Powyżej pokazano możliwość obliczenia długości drogi hamowania (9.3) na podstawie znajomości wartości a_H . Możliwe jest także wyznaczenie długości drogi hamowania S_H poprzez porównanie pracy sił hamowania i energii kinetycznej pojazdu w ruchu postępowym

$$F_H S_H = \frac{Q}{2g} (v_P^2 - v_K^2) \quad (9.6)$$

gdzie v_P , v_K – prędkość samochodu na początku i na końcu procesu hamowania.

Stąd otrzymano ważną zależność do obliczania długości drogi hamowania samochodu:

$$S_H = \frac{Q(v_P^2 - v_K^2)}{2gF_H} \quad (9.7)$$

Uwzględniając równanie, zapisano

$$F_H = F_B = -m \frac{dv}{dt} = ma_H. \quad (9.8)$$

Podstawiając powyższe do wzoru (9.7), otrzymano

$$S_H = \frac{Q(v_P^2 - v_K^2)}{2gma_H} = \frac{v_P^2 - v_K^2}{2a_H}. \quad (9.9)$$

Ponieważ samochód hamuje do zatrzymania, więc $v_K = 0$. Wówczas długość drogi hamowania wynosi

$$S_H = \frac{v_P^2}{2a_H}. \quad (9.10)$$

Podczas hamowania z maksymalną efektywnością, czyli przy $F_H \rightarrow F_{H,max}$, mamy $S_H \rightarrow S_{H,min}$. Wówczas można zapisać

$$F_{H,max} S_{H,min} = \frac{Q}{2g} (v_P^2 - v_K^2). \quad (9.11)$$

Z powyższej zależności łatwo oblicza się

$$S_{H,min} = \frac{Q(v_p^2 - v_k^2)}{2gF_{H,max}} \quad (9.12)$$

Wcześniej ustalono, że niekiedy można przyjmować

$$F_{H,max} = Q\mu. \quad (9.13)$$

Podstawiając powyższe do równania (9.12) otrzymano wyrażenie do obliczania drogi hamowania najkrótszej z możliwych

$$S_{H,min} = \frac{v_p^2 - v_k^2}{2g\mu} \quad (9.14)$$

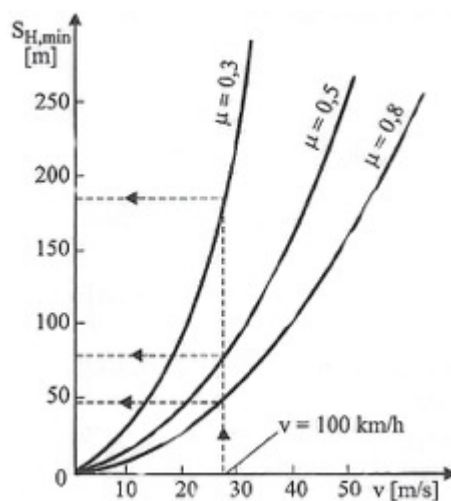
oraz

$$S_{H,min} = \frac{v_p^2}{2g\mu} \quad (9.15)$$

gdy

$$v_k = 0. \quad (9.16)$$

Z zależności podanych wyżej wynika, że droga hamowania wydłuża się proporcjonalnie do kwadratu prędkości jazdy na początku hamowania. Na rysunku 9.3 zaznaczono dla przykładu długość drogi hamowania samochodu od prędkości $v = 100 \text{ km/h}$ do zatrzymania na różnych nawierzchniach drogowych.



Rys. 9.3. Zależność minimalnej drogi hamowania od prędkości jazdy [80]

Uwzględniając oddziaływanie sił oporu toczenia w równaniu (9.11), otrzymano

$$(F_H + F_T)S_H = \frac{Q}{2g}(v_p^2 - v_k^2). \quad (9.17)$$

Stąd po przekształceniach jak poprzednio, mamy:

$$S_{H,min} = \frac{v_p^2 - v_k^2}{2g(\mu + f)} \quad (9.18)$$

Zależność (9.18) należy brać pod uwagę podczas hamowania na podłożu odkształcalnym oraz podczas jazdy na drogach o małej przyczepności. W tej ostatniej sytuacji (np. droga oblodzona, silnie zabłocona) zależność (9.18) wskazuje, że warto tuż przed hamowaniem awaryjnym zjechać na miękkie pobocze i wykorzystać do skrócenia drogi hamowania występujące wówczas znaczne siły oporu toczenia.

Skuteczność działania hamulców jest oceniana przede wszystkim na podstawie długości drogi hamowania. Stosowane akty normatywne, m.in., Regulamin 13 ECE, precyzują wymagania co do najważniejszych grup pojazdów. W tabeli 9.1 zamieszczono wartości liczbowe, określające wymaganą skuteczność działania hamulców, podczas badań z odłączonym silnikiem.

Tabela 9.1. Wymagania stawiane przy badaniu skuteczności działania hamulców [80]

Samochody	Prędkość początkowa [km/h]	Średnie opóźnienie hamowania [m/s ²]	Droga hamowania [m]; v [km/h]
Osobowe	80	5,8	$0,1v_p + \frac{v_p^2}{150}$
Autobusy	60	5,0	$0,15v_p + \frac{v_p^2}{130}$
Ciężarowe do 3,5 t	80	5,0	$0,15v_p + \frac{v_p^2}{130}$
3,5-12 ton	60	5,0	$0,15v_p + \frac{v_p^2}{130}$
>12 ton masy całkowitej	60	5,0	$0,15v_p + \frac{v_p^2}{130}$

Uwzględniając wcześniej przeprowadzone rozważania powrócono do obliczenia długości drogi zatrzymania samochodu. Podstawiając równanie (9.15) do (9.4), otrzymano:

$$S_Z = \left(t_{RK} + \frac{t_U}{2}\right)v_p + S_{H,min} = \left(t_{RK} + \frac{t_U}{2}\right)v_p + \frac{v_p^2}{2g\mu} \quad (9.19)$$

podczas hamowania z maksymalną efektywnością oraz gdy można przyjąć, że $a_{H,max} = \mu g$.

Średnie wartości czasu reakcji kierowcy, konieczne podczas obliczania S_z , można przyjmować zależnie od sytuacji drogowej [72], [55]:

- dzień, prosta sytuacja drogowa	0,7 – 1,0 s,
- dzień, bardzo złożona sytuacja drogowa	1,0 – 1,5 s,
- noc, oświetlenie uliczne	1,1 – 1,9 s,
- noc, droga oświetlona reflektorami pojazdu	1,0 – 1,8 s.

Do wyliczenia ograniczeń maksymalnych prędkości zależnych od otrzymanego opóźnienia hamowania z wykonanego pomiaru na badaniu technicznym, wykorzystano wzór:

$$S_H = \frac{v_p^2}{2a_H}. \quad (9.20)$$

Zgodnie z instrukcją opóźnieniomierza diagnosta wykonuje pomiar aż do zatrzymania pojazdu, zatem prędkość końcowa pojazdu $v_K = 0$.

Rozporządzenie, w którym mowa o warunkach technicznych podaje współczynnik skuteczności hamowania dla samochodów osobowych zarejestrowanych w Polsce o wartości $w_{SH} = 50\%$, czyli zgodnie z procedurą obliczeniową podaną również w rozporządzeniu, czyli:

- wskaźnik skuteczności hamowania określony na podstawie zmierzonego opóźnienia hamowania oblicza się według wzoru:

$$z = \frac{b}{g} 100 \quad (9.21)$$

gdzie:

- z – wskaźnik skuteczności hamowania [%],
- b – zmierzone opóźnienie hamowania [m/s^2],
- g – przyspieszenie ziemskie, którego wartość do obliczenia należy przyjmować $10m/s^2$

Opóźnienie zmierzone przez diagnostę w badanym pojeździe nie może być mniejsze niż $5 m/s^2$. Jest to warunek konieczny, jaki spełnić musi większość samochodów na obowiązkowym corocznym badaniu technicznym aby mógł być dopuszczony do ruchu przez diagnostę:

$$a \geq 5 \frac{m}{s^2} \quad (9.22)$$

Można wnioskować zatem, że w obszarach zabudowanych naszego kraju, gdzie administracyjnie ograniczona jest maksymalna prędkość do 50km/h, droga hamowania $S_{H(50)}$ wynosi odpowiednio z obliczenia:

$$S_{H(50)} = \frac{v_p^2}{2a_H} = \frac{\left(13,89 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 5 \frac{m}{s^2}} = 19,29 m \quad (9.23)$$

Natomiast na drogach poza obszarem zabudowanym prędkość maksymalna ograniczona jest do 90 km/h, zatem z wyliczenia droga hamowania $S_{H(90)}$ wynosi:

$$S_{H(90)} = \frac{v_p^2}{2a_H} = \frac{\left(\frac{25 \text{ m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 62,5 \text{ m} \quad (9.24)$$

Reasumując przyjęto dwa bazowe parametry:

- $S_{H(50)} = 19,29 \text{ m}$ - długość drogi hamowania w obszarze zabudowanym,
 $S_{H(90)} = 62,5 \text{ m}$ - długość drogi hamowania poza obszarem zabudowanym.

Te właśnie dwa parametry, jakimi są: droga hamowania w obszarze zabudowanym oraz droga hamowania poza obszarem zabudowanym zostają przyjęte jako parametry bazowe do poniższych obliczeń parametrów dotyczących samochodów zabytkowych.

Przechodząc do kolejnego kroku obliczeniowego, jeśli opóźnieniomierz z przeprowadzonego pomiaru wskaże opóźnienie mniejsze niż 5 m/s^2 będzie trzeba tak ograniczyć prędkości (jedną dla obszaru zabudowanego oraz drugą poza obszarem zabudowanym) aby w razie awaryjnego hamowania pojazd ten wyhamował na bazowej (wyliczonej uprzednio) drodze hamowania wynikającej z granicznej wartości opóźnienia hamowania dla pojazdów poruszających się na drodze publicznej.

Prędkości maksymalne zostaną ograniczone dla pojazdów zabytkowych, w których wartość opóźnienia wyniesie mniej niż 5 m/s^2 . Rozpatrzono odpowiednio cztery sytuacje dla następujących opóźnień: 4 m/s^2 , 3 m/s^2 , 2 m/s^2 oraz 1 m/s^2 . Do obliczeń skorzystamy z wzoru (9.20) odpowiednio przekształconego:

$$v_p = \sqrt{S_H 2a_H} \quad (9.25)$$

Sytuacja nr 1.

Dla opóźnienia hamowania wynoszącego 4 m/s^2 , ograniczona prędkość maksymalna (by pojazd mógł zatrzymać się w odległości bezpiecznej od poprzedzającego pojazdu) wyniesie odpowiednio dla:

- obszaru zabudowanego:

$$v_{\max(50)} = \sqrt{S_{H(50)} 2a_H} = \sqrt{19,3 \text{ m} \cdot 2 \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 12,4 \text{ m/s} \quad (9.26)$$

- poza obszarem zabudowanym:

$$v_{\max(90)} = \sqrt{S_{H(90)} 2a_H} = \sqrt{62,5 \text{ m} \cdot 2 \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 22,4 \text{ m/s} \quad (9.27)$$

Sytuacja nr 2.

Dla opóźnienia hamowania wynoszącego 3 m/s^2 , ograniczona prędkość maksymalna (by pojazd mógł zatrzymać się w odległości bezpiecznej od poprzedzającego pojazdu) wyniesie odpowiednio dla:

- obszaru zabudowanego: $v_{\max(50)} = 10,8 \text{ m/s}$
- poza obszarem zabudowanym: $v_{\max(90)} = 19,4 \text{ m/s}$

Sytuacja nr 3.

Dla opóźnienia hamowania wynoszącego 2 m/s^2 , ograniczona prędkość maksymalna (by pojazd mógł zatrzymać się w odległości bezpiecznej od poprzedzającego pojazdu) wyniesie odpowiednio dla:

- obszaru zabudowanego: $v_{\max(50)} = 8,8 \text{ m/s}$
- poza obszarem zabudowanym: $v_{\max(90)} = 15,8 \text{ m/s}$

Sytuacja nr 4.

Dla opóźnienia hamowania wynoszącego 1 m/s^2 , ograniczona prędkość maksymalna (by pojazd mógł zatrzymać się w odległości bezpiecznej od poprzedzającego pojazdu) wyniesie odpowiednio dla:

- obszaru zabudowanego: $v_{\max(50)} = 6,2 \text{ m/s}$
- poza obszarem zabudowanym: $v_{\max(90)} = 11,2 \text{ m/s}$

Zebrano wszystkie wartości do jednej tabeli, w której otrzymano:

Tabela 9.2. Ograniczenie maksymalnej prędkości w zależności od opóźnienia hamowania

Opóźnienie badanego samochodu zabytkowego [m/s^2]	Droga hamowania [m]	Prędkość w obszarze zabudowanym (50) i poza obszarem (90) [km/h]	Prędkość w obszarze zabudowanym (50) i poza obszarem (90) [m/s]	Ograniczenie prędkości max [m/s]	Ograniczenie prędkości max [km/h]
4	24,1	50	13,9	12,4	<u>44,7</u>
4	78,1	90	25	22,4	<u>80,5</u>
3	32,2	50	13,9	10,8	<u>38,7</u>
3	104,2	90	25	19,4	<u>69,7</u>
2	48,2	50	13,9	8,8	<u>31,6</u>
2	156,3	90	25	15,8	<u>56,9</u>
1	96,5	50	13,9	6,2	<u>22,4</u>
1	312,5	90	25	11,2	<u>40,2</u>

Otrzymane graniczne wartości prędkości nie są liczbami całkowitymi. Takie ograniczenia muszą zostać poddane pewnemu przekształceniu. Po pierwsze aby otrzymane parametry graniczne nie były poddawane żadnym zaokrągleniom np. do liczb całkowitych. Zaokrąglenie otrzymanych parametrów na każdym etapie obliczeniowym spowodowałoby duże odchyłki od warunków rzeczywistych mogących zaistnieć na drodze. Po drugie otrzymane ograniczenia muszą być bardzo czytelne dla diagnosty. Biorąc to wszystko pod uwagę obliczenia zostaną wykonane dla zakresów opóźnień dla konkretnych prędkości w odstępach co 10 km/h. Jednak aby mogło to powstać wymagane było rozpatrzenie dwóch przypadków. Pierwszy dotyczył długości drogi hamowania w obszarze zabudowanym, do której się odnosimy czyli 19,3 m natomiast drugi przypadek dotyczył długości drogi hamowania poza obszarem zabudowanym czyli 62,5 m.

Przypadek nr 1.

Obszar zabudowany, dla którego wcześniej obliczona droga hamowania wyniosła 19,3 m uzyskana z hamowania z prędkości 50 km/h z opóźnieniem 5 m/s². Ile zatem musiałyby wynosić zakresy opóźnień hamowania w tym przypadku dla przedziałów prędkości maksymalnych zmniejszając je co 10 km/h?

- dla $v = 50 \text{ km/h}$ (13,889 m/s) – „punkt odniesienia”:

$$a_{H(50)} = \frac{v}{2a_{SH(50)}} = \frac{\left(\frac{13,889 \text{ m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 19,3 \text{ m}} = 5 \text{ m/s}^2 \quad (9.34)$$

Po analogicznym podstawieniu do powyższego wzoru pozostałych prędkości: 40 km/h, 30 km/h, 20 km/h oraz 10 km/h otrzymano wartości przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 9.3. Opóźnienia hamowania względem ustalonych prędkości w obszarze zabudowanym

Prędkość [km/h]	Prędkość [m/s]	Opóźnienie hamowanie na drodze 19,3 m [m/s ²]
50	13,9	5
40	11,1	3,2
30	8,3	1,8
20	5,6	0,8
10	2,8	0,2

Przypadek nr 2.

Drogi poza obszarem zabudowanym, na których obliczona droga hamowania wynosi 62,5 m uzyskana z hamowania z prędkości 90 km/h z opóźnieniem 5 m/s². Ile zatem musiałyby wynosić zakresy opóźnień hamowania w tym przypadku dla przedziałów prędkości maksymalnych zmniejszając je co 10 km/h?

- dla $v = 90 \text{ km/h}$ (25 m/s) – „punkt odniesienia”:

$$a_{H(90)} = \frac{v}{2aS_{H(90)}} = \frac{\left(\frac{25\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 62,5\text{m}} = 5 \text{ m/s}^2 \quad (9.35)$$

Po analogicznym podstawieniu do powyższego wzoru pozostałych prędkości, tj.: 80 km/h, 70 km/h, 60 km/h, 50 km/h, 40 km/h, 30 km/h, 20 km/h oraz 10 km/h otrzymano wartości przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 9.4. Opóźnienia hamowania względem ustalonych prędkości poza obszarem zabudowanym

Prędkość [km/h]	Prędkość [m/s]	Opóźnienie hamowania na drodze 62,5 m [m/s ²]
90	25	5
80	22,2	4,0
70	19,4	3,0
60	16,7	2,2
50	13,9	1,5
40	11,1	1,0
30	8,3	0,6
20	5,6	0,2
10	2,8	0,1

Po zmodyfikowaniu powyższych tabeli do postaci gotowej do użycia w rozporządzeniu, czytelnej dla diagnosty samochodowego, otrzymano tabele 9.5. oraz 9.6.

Tabela 9.5. Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania w obszarze zabudowanym

Opóźnienie hamowania [m/s ²]	Ograniczenie prędkości w obszarze zabudowanym [km/h]
4,9 - 3,2	40
3,1 - 1,8	30
1,7 - 0,8	20
0,7 - 0,1	10

Tabela 9.6. Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania poza obszarem zabudowanym

Opóźnienie hamowania [m/s ²]	Ograniczenie prędkości poza obszarem zabudowanym [km/h]
4,9 - 4,0	80
3,9 - 3,0	70
2,9 - 2,2	60
2,1 - 1,5	50
1,4 - 1,0	40
0,9 - 0,6	30
0,5 - 0,2	20
0,1	10

Wartość graniczną dla ograniczania dopuszczalnej prędkości pojazdu zabytkowego w obszarze zabudowanym przyjęto na poziomie 30 km/h. Ograniczenia poniżej tej prędkości nie miałyby zastosowania w praktyce. Wnioskowane ograniczenie prędkości do 30 km/h w obszarze zabudowanym wynika z otrzymanego opóźnienia hamowania w zakresie 3,1-1,8 m/s² zgodnie z tabelą 9.5. W związku z powyższym ograniczenie prędkości dla opóźnienia hamowania mniejszego niż 1,8 m/s² nie będzie miało również zastosowania w tabeli z ograniczeniami prędkości poza obszarem zabudowanym. Ostateczne ograniczenia prędkości dopuszczalnej pojazdu zabytkowego, z których skorzysta diagnosta po uprzednim pomiarze opóźnienia hamowania zawarte są w tabelach 9.7. oraz 9.8.

Tabela 9.7. Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania w obszarze zabudowanym

Opóźnienie hamowania [m/s ²]	Ograniczenie prędkości w obszarze zabudowanym [km/h]
4,9 - 3,2	40
3,1 - 1,8	30

Tabela 9.8. Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania poza obszarem zabudowanym

Opóźnienie hamowania [m/s ²]	Ograniczenie prędkości poza obszarem zabudowanym [km/h]
4,9 - 4,0	80
3,9 - 3,0	70
2,9 - 2,2	60
2,1 - 1,8	50

Pojazdy zabytkowe, dla których zmierzone opóźnione hamowania będzie mniejsze od 1,8 m/s² nie otrzymają dopuszczenia do ruchu publicznego.

10. KONCEPCJA METODYKI BADAŃ TECHNICZNYCH POJAZDÓW ZABYTKOWYCH W STACJACH KONTROLI POJAZDÓW

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione problemy w systemie obecnych badań technicznych pojazdów zabytkowych oraz wymowne statystyki ukazujące stały przyrost pojazdów wiekowych w Polsce istnieje potrzeba wprowadzenia systemu przystosowanego do dzisiejszych realiów oraz do systemu obowiązującego w innych krajach Unii Europejskiej. Problem związany z pojazdami zabytkowymi w Polsce nie jest rozwiązany, a najważniejsze wady naszego systemu to:

- „bezterminowe” badania techniczne – (zagrożenie na drodze wynikające ze stanu technicznego),
- brak podziału pojazdów zabytkowych na klasy/noty, pojazd jest zabytkiem albo nie.



Rys. 10.1. Wzór tablic rejestracyjnych pojazdu zabytkowego

Zamiast obecnego „*Badania co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych*” diagnosta powinien posiadać opracowaną listę sprawdzeń, które wykonuje metodą oględzin (organoleptycznie) podczas badania technicznego w pojeździe. Lista taka została sporządzona na potrzebę opracowania nowatorskiego projektu badań technicznych pojazdów zabytkowych i załączona do niniejszej pracy - „Dodatek C”. Za każdy sprawdzony element z listy diagnosta przyznawałby od 0 do 2 punktów, gdzie 0 punktów oznaczałoby stan bardzo zły, 1 punkt stan pośredni oraz 2 punkty za stan bardzo dobry. Lista sprawdzeń powinna być szczegółowa i powinna zawierać te elementy, które mają bezpośredni oraz pośredni wpływ na bezpieczeństwo pojazdu w ruchu drogowym. Lista powinna zawierać w mniejszym udziale również te mniej istotne części samochodu, które wpływają na jego ogólny stan techniczny.

Suma wszystkich punktów dałaby ocenę końcową, mówiącą o uzyskanej „Nocie” przebadanego pojazdu zabytkowego. Dzięki temu pojazd zaklasyfikowany byłby do jednej z pięciu „Not”, która wskazywałaby na jego ogólny stan techniczny, a zarazem partycypowałaby w końcowej ocenie badania technicznego dopuszczającego pojazd do ruchu na drogach publicznych. Uzyskanie „Noty 5” świadczyłoby o braku możliwości poruszania się po drodze publicznej. Pojazd przeznaczony byłby tylko do ewentualnej odbudowy z możliwością

przemieszczania się tylko na lawecie. „Nota 1” świadczyłaby o bardzo dobrym stanie technicznym pojazdu.

Dodatkowym atutem nowatorskiej koncepcji, z uzyskanej „Noty” będzie możliwość aby w prosty sposób wycenić taki pojazd w oparciu o obiektywne źródło jakim jest specjalistyczny katalog samochodów zabytkowych i kolekcjonerskich InterClassic wydawany przez specjalistyczną firmę EurotaxGlass's [107] lub jemu równoważny na rynku niemieckim katalog „Oltimer Markt” z wartościami rynkowymi pojazdów zabytkowych publikowany raz do roku [22]. Dla przykładu tabela nr 10.1 zawiera skan z wyżej wymienionego katalogu uwzględniający noty zależne od stanu technicznego i przypisane odpowiednio im wartości rynkowe dla przykładowego modelu 107 firmy Mercedes-Benz.

Tabela 10.1. Wartość rynkowa z uwzględnieniem Not zabytkowego modelu 107 marki Mercedes-Benz z różnych lat produkcji w różnych wersjach nadwozia oraz opcjach wyposażenia [22]

R107 / C107	KAR.	BAUZEIT	ZYL.	LTR.	PS	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 3	NOTE 4	NOTE 5	NEUPREIS	
280 SL	Cab	74-85	6	2.8	185	44.200 €	29.300 €	17.300 €	25 %	9.700 €	3.800 €	34.330 DM
280 SLC	Cpé	74-81	6	2.8	185	34.900 €	19.000 €	9.400 €	4 %	4.600 €	2.400 €	39.380 DM
300 SL	Cab	85-89	6	3.0	188	51.300 €	34.000 €	20.100 €	25 %	10.600 €	4.100 €	64.580 DM
350 SL	Cab	71-80	8	3.5	200	42.400 €	28.100 €	16.600 €	28 %	9.300 €	3.600 €	31.410 DM
350 SLC	Cpé	71-80	8	3.5	200	33.500 €	18.100 €	9.500 €	7 %	4.400 €	2.300 €	35.630 DM
380 SL	Cab	80-85	8	3.8	218	49.900 €	33.100 €	19.600 €	57 %	10.300 €	4.000 €	55.030 DM
380 SLC	Cpé	80-81	8	3.8	218	38.500 €	21.200 €	11.600 €	12 %	5.500 €	2.700 €	57.700 DM
420 SL	Cab	85-89	8	4.2	218	58.000 €	38.400 €	22.700 €	44 %	12.000 €	4.600 €	82.310 DM
450 SL	Cab	71-80	8	4.5	225	50.400 €	33.400 €	19.800 €	66 %	10.400 €	4.000 €	36.630 DM
450 SLC	Cpé	72-80	8	4.5	225	36.700 €	20.100 €	10.500 €	6 %	5.100 €	2.500 €	41.010 DM
450 SLC 5.0	Cpé	78-80	8	5.0	240	57.000 €	31.400 €	20.500 €	52 %	9.900 €	4.500 €	62.270 DM
500 SLC	Cpé	80-81	8	5.0	240	58.700 €	35.100 €	21.100 €	65 %	10.200 €	4.600 €	78.260 DM
500 SL	Cab	80-89	8	5.0	245	66.100 €	43.800 €	25.600 €	50 %	13.700 €	5.200 €	63.090 DM
560 SL (nur USA)*	Cab	86-89	8	5.5	231	50.300 €	33.300 €	19.700 €	17 %	10.400 €	4.000 €	48.200 USD

W oparciu o standardy wycen pojazdów zabytkowych ocena stanu pojazdu sprowadza się do zaszeregowania go do jednej z pięciu klas, które określone są następująco [47]:

- **stan klasy 1** (doskonały) – pojazd od strony technicznej i wizualnej jest całkowicie wolny od wad, jego stan można określić jako odpowiadający nowemu pojazdowi.
- **stan klasy 2** (bardzo dobry) – pojazd znajduje się w bardzo dobrym stanie oryginalnym, lub został bardzo dobrze odtworzony, widoczne są drobne ślady zużycia, jego stan można określić jako odpowiadający współczesnemu pojazdowi w wieku 3-5 lat, poddawanemu regularnym zabiegom pielęgnacyjnym i serwisowym, z przebiegiem 50'000-80'000 km.
- **stan klasy 3** (dobry, używany) – pojazd wykazuje normalne ślady zużycia i relatywnie nieistotne wady; jest zdolny do jazdy, przeszedł drobne naprawy i prace renowacyjne, na nadwoziu można zaobserwować miejscowe ślady korozji; stan można określić jako odpowiadający pojazdowi współczesnemu, w wieku 8-12 lat, poddawanemu regularnie odpowiedniej pielęgnacji i serwisowi, z przebiegiem 100'000-150'000 km.
- **stan klasy 4** (akceptowalny, zużyty) – pojazd jest zdolny do jazdy, lecz nosi ślady znacznego zużycia eksploatacyjnego, z licznymi śladami korozji; naprawy lub częściowe prace renowacyjne zostały wykonane źle lub niefachowo; stan można określić jako odpowiadający współczesnemu pojazdowi w wieku 14-20 lat, który był stale używany, bez wymaganej dbałości, w którym przeprowadzono jedynie niezbędne

naprawy, z przebiegiem 160'000-200'000km.

- **stan klasy 5** (niezadawalający, potrzebujący niezbędnej restauracji) – pojazd niezdolny do jazdy, na wszystkich elementach nadwozia nosi ślady korozji z miejscowymi ubytkami, zespoły są w stanie skrajnego zużycia, wymaga sporych nakładów, jednak renowacja jest opłacalna. Stan można określić jako odpowiadający współczesnemu pojazdowi w wieku ponad 20 lat, który jest w stanie skrajnego zużycia, nie dopuszczony do ruchu, po przebiegu większym niż 220'000 km.

Kolejnym krajem, w którym pojazdy zabytkowe podzielono na Klasy (Noty) za względu na stan techniczny są Stany Zjednoczone. Amerykański katalog zawiera także obszerne opisy parametrów technicznych samochodów głównie produkcji rodzimej oraz dane historyczne dla poszczególnych marek. Dla określenia wartości rynkowej pojazdu na rynku amerykańskim można posłużyć się stroną internetową: www.collectorcarmarket.com, która daje możliwość skorzystania z katalogu [111]. Jest to powszechnie uznawany monitor rynku w Stanach Zjednoczonych, stanowi podstawę w procedurach ubezpieczeniowych, odszkodowawczych, itp.

Poniżej przedstawiono skan tabeli z katalogu, określający wartość przykładowego pojazdu firmy Pontiac, na rynku amerykańskim również uwzględniający pięć klas stanu technicznego.

Tabela 10.2. Wartość rynkowa zależna od Noty zabytkowego modelu Chieftain marki Pontiac z 1956 roku z uwzględnieniem wersji nadwozia oraz wyposażenia [111]

Collector Car Value Report					
1956 PONTIAC CHIEFTAIN 317-205hp (V8-2V) AT					
	#5	#4	#3	#2	#1
Deluxe 2dr Hardtop	3650	10450	18175	26500	41350
2dr Hardtop	3575	10250	17800	25975	40525
2dr Sedan	2550	7300	12575	18300	28525
2dr Wagon	4350	11100	19800	28000	39800
4dr Hardtop	2200	6125	10025	14275	22050
Deluxe 4dr Hardtop	2325	6450	10550	15025	23200
Deluxe 4dr Sedan	1875	5225	8575	12200	18850
4dr Sedan	1825	5075	8325	11850	18300
Deluxe 4dr Wagon	3125	8175	14850	21400	31800
4dr Wagon	3075	8000	14550	20975	31175

Add:		Deduct:	
317-227hp (V8-4V)	10%	3spd manual transmission	-7%
317-285hp (V8-2x4V)	35%	Manual steering	-3%
Air conditioning	12%		
Power windows	3%		

Tak jest w krajach Unii Europejskiej oraz w Stanach Zjednoczonych natomiast ciekawostką jest to, że system pięciu „Not” nawiązuje również do obowiązujących „klas zabytków” w Polsce, jednak póki co zabytków nieruchomych, np. budynki, pomniki, itd.

Korzyści z takiego podziału będą miały takie instytucje, jak: towarzystwa ubezpieczeniowe, urzędy skarbowe i celne, na przykład podczas wyceny pojazdów w celu naliczenia podatków typu: VAT, cło, akcyza i inne.

Dla odpowiedniej „Noty” powinno się przypisać odpowiedni termin okresowych badań technicznych, np. dla „Noty 1” termin następnego badania - 3 lata, dla „Noty 3” coroczne badania techniczne, a dla „Noty 5” wynik badania negatywny zgodnie z dzisiejszymi przepisami z 14-dniowym terminem na usunięcie ewentualnych usterek.

Pojazdy zabytkowe wyróżnia żółta tablica rejestracyjna, na której można byłoby dodatkowo umieścić odpowiednią klasę zabytku, do której należy poprzez umieszczenie odpowiedniej naklejki po badaniu technicznym przez diagnostę.

Proponowana metodyka badań technicznych pojazdów zabytkowych składa się z dwóch etapów:

ETAP I

Sprawdzenie przez diagnostę metodą organoleptyczną wszystkich podzespołów badanego pojazdu zgodnie z nową opracowaną szczegółową listą sprawdzeń – „Dodatek C”. Przyznanie za każdą wymienioną pozycję na liście sprawdzeń od 0 do 2 punktów, w sposób omówiony powyżej. Suma wszystkich punktów wskazywałaby przynależność do odpowiedniej „Noty”, gdzie: „Nota 1” to 81-100% uzyskanych wszystkich możliwych punktów, „Nota 2” to 61-80% punktów, „Nota 3” to 41-60% punktów, „Nota 4” to 21-40% punktów oraz „Nota 5” to 0-20% punktów. Termin następnego badania technicznego byłby zależny od stanu technicznego, a dokładnie od zaklasyfikowania pojazdu do konkretnej „Noty”. Następne badanie przypada w zależności od „Noty”:

- Nota 1 – trzyletnie badanie techniczne,
- Nota 2 – dwuletnie badanie techniczne,
- Nota 3 – roczne badanie techniczne,
- Nota 4 – półroczne badanie techniczne,
- Nota 5 – negatywne badanie techniczne (14 dni na usunięcie usterek).

Ponadto w opracowanej liście sprawdzeń każda pozycja wyszczególniona kolorem czerwonym daje możliwość zadecydowania diagnoście o niedopuszczeniu do ruchu pojazdu zabytkowego. Znalazienie już jednej z tych usterek, mimo wstępnego zaklasyfikowania pojazdu do „Noty IV” lub wyższej, skutkowałoby otrzymaniem wyniku badania technicznego negatywnego z terminem 14 dni na usunięcie usterek.

ETAP II

Drugim etapem badania technicznego dla pojazdu zabytkowego byłoby wykonanie pomiaru opóźnienia hamowania. Jeśli byłoby mniejsze od 5 m/s^2 , diagnosta odczytywałby z opracowanej specjalnie na cele pracy naukowej tabeli 8.7 i 8.8, maksymalną prędkość z jaką

pojazd może poruszać się w obszarze zabudowanym oraz poza obszarem zabudowanym i zgodnie z tymi odczytami ogranicza maksymalne prędkości pojazdu.

Kolejne ograniczenie wynikałoby z oświetlenia zewnętrznego będącego na wyposażeniu badanego pojazdu. Należałoby wykonać pomiar na ławie pomiarowej za pomocą przyrządów do kontroli ustawienia świateł mijania. Jeśli pojazd nie spełniałby wymogów co do świateł mijania zawartych w poniżej tabeli nr 10.3 należałoby ograniczyć go w sposobie używania, jako zakaz jazdy podczas zmniejszonej widoczności czyli między innymi od zmierzchu do świtu. Pojazd taki aby mógł poruszać się po drodze w ciągu dnia musiałby mieć światła do jazdy dziennej lub inne pełniące funkcję dziennych świateł. W pojazdach bez świateł zewnętrznych dopuszcza się zastosowanie świateł dziennych mocowanych za pomocą magnesów.

Tabela 10.3. Tabela usterek dotyczących strumienia świateł mijania i ich ustawienia

Ustawienie świateł mijania	Zakaz jazdy podczas zmniejszonej widoczności
<i>Usterka: brak wyraźnej granicy światła i cienia świateł mijania z dopuszczeniem symetrycznej wiązki światła, odchylenie strumienia światła mijania w płaszczyźnie poziomej przekracza dopuszczalne graniczne: w lewo 5 cm na 10 m, w prawo 20 cm na 10 m, wartość ustawienia światła mijania w płaszczyźnie pionowej różni się od wartości nominalnej więcej niż 5 cm na 10 m w górę lub w dół</i>	TAK / NIE

Dzięki takiemu systemowi właściciele bardziej dbać będą o stan techniczny pojazdu zabytkowego. Za lepszy stan techniczny będą odwzajemniani dłuższymi okresami między badaniami oraz mniejszymi ograniczeniami, jeśli chodzi o maksymalną prędkość. Natomiast w przypadku zaniedbań obsługowo-naprawczych swoich pojazdów diagnosta będzie egzekwował skrócenie okresów między badaniami oraz zastosowanie większych ograniczeń dotyczących maksymalnych prędkości. Dzięki takiemu systemowi diagnosta będzie miał przejrzyste wytyczne jak krok po kroku przeprowadzić takie badanie dla pojazdu zabytkowego. Wynik badania będzie adekwatny do stanu technicznego pojazdu, dzięki czemu diagnosta będzie pewniejszy podejmowanych decyzji.

Jak wynika z opracowania dzisiejsze pojazdy zabytkowe są w bardzo złym stanie technicznym, co przy użytkowaniu takiego pojazdu niesie za sobą wiele zagrożeń. Wprowadzenie zaproponowanej koncepcji metodyki byłoby działaniem w kierunku poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego i ochrony środowiska.

11. PODSUMOWANIE

Pojazdy wyprodukowane w ostatnich latach są wyposażane w układy hamulcowe znacznie wydajniejsze od układów stosowanych w pojazdach starszych. Przekłada się to na znacznie mniejszą siłę nacisku na dźwignię hamulca przy jednoczesnym uzyskaniu większej siły hamowania, a zarazem krótszej drogi hamowania i szybszej reakcji układu hamulcowego. Wprowadzono również różnorodne systemy mające za zadanie skrócenie drogi hamowania (np. brake assistant). W efekcie uzyskujemy znaczną poprawę bezpieczeństwa na drodze. Niestety zezwalając niesprawnym pojazdom zabytkowym prawnie uczestniczyć w ruchu drogowym działamy zdecydowanie wbrew tym pozytywnym trendom.

Największy wpływ na spadek bezpieczeństwa na drodze mają usterki związane z układem hamulcowym. Biorąc pod uwagę pomiary skuteczności hamowania, z badanej grupy samochodów w wieku do 10 lat wszystkie pojazdy spełniały warunek dopuszczalnej różnicy sił hamowania między kołami jednej osi. Natomiast warunek ten nie był spełniony aż u 41,2% pojazdów zabytkowych. Skutkiem tego będzie brak zachowania zadanego toru jazdy podczas awaryjnego hamowania oraz wydłużona droga hamowania.

Kolejną usterką wykrytą podczas badań jest niesprawny hamulec postojowy. Taka niesprawność występowała tylko w 5,9% badanych pojazdów współczesnych i dotyczyła aż 23,5% pojazdów zabytkowych. Usterka ta powoduje niedostateczną siłę utrzymującą pojazd podczas postoju na wzniesieniu. Skutkiem tego może być stoczenie się pojazdu i zagrożenie dla innych pojazdów, ludzi bądź infrastruktury otoczenia.

W grupie pojazdów zabytkowych wystąpiła bardzo duża ilość innych usterek skutkujących brakiem dopuszczenia do ruchu w przypadku pojazdu innego niż zabytkowy. Najczęściej spotykaną usterką były poważne wycieki płynów eksploatacyjnych, następnie nadmierne luzy w połączeniach zawieszenia oraz układu kierowniczego. Niewłaściwe modyfikacje układu wydechowego oraz zawieszenia to grupa kolejnych nietypowych usterek jakie zauważono w badanych pojazdach. Do kolejnych usterek można zaliczyć zużyte i uszkodzone ogumienie oraz nadmierną korozję często elementów nośnych nadwozia.

Powyższe elementy mają bezpośredni wpływ na prowadzenie pojazdu oraz jego zachowanie podczas hamowania i przyspieszania wpływające na bezpieczeństwo ruchu. Należy zauważyć, że powyższe usterki nagminnie występowały w pojazdach zabytkowych, które posiadają bezterminowe dopuszczenie do ruchu. Właściciele tych pojazdów nie są zobligowani do corocznych badań na stacji kontroli pojazdów w związku z czym nie przykładają wagi do utrzymania prawidłowego stanu technicznego pojazdu.

Należy zauważyć, że wyniki pomiarów nie są archiwizowane do wglądu instytucji kontrolujących stacje, co może prowadzić do nierzetelnego przeprowadzania badań technicznych. Zdarzają się przypadki, w których diagności nie wykonują badań zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem [84], ponieważ w dokumentach opisowych jest wiele parametrów, których diagnosta nie może określić. Należą do nich między innymi: pojemność

skokowa silnika, stopień sprężania, pojemność układu chłodzenia, ilość oleju w przekładni głównej, itp.

Powyższe czynniki wskazują na niedoskonałości obecnie funkcjonującego systemu prawnego dotyczącego przeprowadzania badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów. Należy niezwłocznie podjąć starania zmierzające do wyeliminowania tych niedoskonałości.

W pracy położono nacisk na przeprowadzenie pomiarów związanych z opóźnieniem hamowania wykonanych zgodnie z obowiązującymi procedurami w stacjach kontroli pojazdów. Pomiary te przeprowadzono na pojazdach współczesnych oraz starszych wiekowo (zabytkowych). Następnie podjęto próby aby porównać otrzymane wyniki pomiarów opóźnienia hamowania dla podobnych wiekiem pojazdów współczesnych oraz pojazdów zabytkowych tej samej marki i wskazać różnice pomiędzy tymi dwoma grupami samochodów.

Kolejnym etapem było porównanie wyników pomiaru opóźnienia i drogi hamowania otrzymanych z pomiarów przeprowadzonych w naturalnych warunkach na drodze publicznej, by móc porównać je z wynikami otrzymanymi z przeprowadzonej symulacji komputerowej oraz procedury obliczeniowej.

Nie znane są autorowi wcześniejsze próby wprowadzenia zmian w ustawie dotyczącej sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów. Niniejsza praca jest pionierskim podejściem do omawianego zagadnienia, tym bardziej, że bazuje ona na wykonanych pomiarach i przeprowadzonych eksperymentach. Wynika z nich, iż pojazdy zabytkowe powinny być objęte zmianami dotyczącymi ograniczeń w sposobie użytkowania tych pojazdów na drodze poprzez wprowadzenie okresowych badań technicznych oraz ograniczeń prędkości dopuszczalnych. W pracy przedstawiono nowatorskie podejście do badania technicznego opierającego się głównie o pomiar opóźnienia hamowania, dzięki temu można ograniczyć prędkość dopuszczalną w takich pojazdach.

Jako najważniejsze osiągnięcie autora należy uznać:

- zaproponowanie modyfikacji procedury związanej z wydawaniem zaświadczeń stosowanych podczas przeprowadzania badania technicznego pojazdu zabytkowego,
- zaproponowanie wprowadzenia okresowych badań technicznych w terminach uzależnionych od stanu technicznego pojazdu zabytkowego,
- opracowanie tabeli z ograniczeniami prędkości maksymalnych dla pojazdów zabytkowych,
- opracowanie kompletnej metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów.

Istniejące materiały szkoleniowe oraz publikacje poruszają jedynie elementy badania technicznego dotyczącego na przykład: pomiaru skuteczności hamowania, tłumienia zawieszania. Publikacje najbliższe opracowanej pracy poruszają ogólną problematykę przeprowadzania badań technicznych w stacjach kontroli pojazdów. Przykładem może być artykuł [106], który powstał na Politechnice Białostockiej, w którym dokonano wstępnej analizy

wyników badań kontrolnych stanu technicznego pojazdu, jego zawieszenia na podstawie okresowych badań technicznych i obliczono wskaźniki niezawodności. Materiałem nieco bardziej zbliżonym do proponowanej koncepcji badania technicznego pojazdu zabytkowego jest „Lista kontrolna – Ocena stanu pojazdu zabytkowego” [47] stworzona przez Instytut Techniki Motoryzacyjnej Sp. z o. o. z siedzibą w Wałbrzychu.

Taka koncepcja badania technicznego pojazdu zabytkowego jest pionierskim przedsięwzięciem, nie posiadającą monografii poruszającej tematykę tak kompleksowo.

Kolejnym krokiem w kontynuacji zaproponowania kompletnego badania technicznego jest określenie terminów okresowych badań technicznych ze względu na stan techniczny badanych pojazdów.

W 2013 roku, z inicjatywy Pana Łukasza Twardowskiego Dyrektora Departamentu Transportu Drogowego w Ministerstwie Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, odbyło się spotkanie grupy roboczej zajmującej się wypracowaniem tez dotyczących „Strategii działań w kierunku usprawnienia systemu badań technicznych oraz poprawienia ich jakości”. W trakcie spotkania podjęto decyzję o wznowieniu pracy grupy roboczej, której celem jest opracowanie propozycji wdrożenia wypracowanych tez, przegląd obowiązujących przepisów związanych z badaniami technicznymi pojazdów oraz ustalenie propozycji zapisów do ustawy – Prawo o ruchu drogowym, oraz rozporządzeń wykonawczych do tej ustawy. W trakcie obrad zaakceptowano większość wypracowanych tez. Moje pomysły związane głównie z nową metodą archiwizowania danych z przeprowadzonych badań technicznych okazały się na tyle ciekawe, że zostały wykorzystane i znalazły się w przyjętych do realizacji projektach. W związku z zaistniałą sytuacją niniejsza praca doktorska stanowi konkretną propozycję do podjęcia kolejnych działań związanych z poprawieniem systemu badań technicznych w Polsce. Wstępne tezy mojej pracy dotyczące badań technicznych pojazdów zabytkowych prezentowałem już w 2014 roku na jubileuszowej konferencji w 2014 roku z okazji X-lecia istnienia PISKP (dodatek D).

Na jubileuszowej konferencji szkoleniowej pt. „Stacje Kontroli Pojazdów – 2014”, której hasło przewodnie brzmiało: „2014 rokiem badań technicznych - przyszłość zaczyna się dziś”, wygłosiłem referat na temat: „Pojazdy zabytkowe w świetle wymaganych przepisów, ochrony środowiska i bezpieczeństwa w ruchu drogowym”. Wygłoszona przeze mnie prezentacja spotkała się z bardzo dużym zainteresowaniem uczestników konferencji (dodatek E).

Podczas długoletniej i owocnej współpracy z największym producentem oprogramowania do prowadzenia rejestru badań w stacjach kontroli pojazdów w całej Polsce firmą Norcom, uczestniczyłem w projektowaniu i testowaniu systemu informatycznego przeznaczonego dla potrzeb stacji kontroli pojazdów – Stacja.SQL, ze szczególnym uwzględnieniem części związanej z badaniami pojazdów zabytkowych.

Uczestniczyłem także w przygotowaniu VI Ogólnopolskiego Sympozjum Historyczny Rozwój Konstrukcji Pojazdów na Wydziale SiMR Politechniki Warszawskiej, gdzie prezentowałem również pojazdy historyczne (dodatek G).

Moja praca na rzecz badań pojazdów zabytkowych została doceniona przez Zarząd Województwa Pomorskiego, który przyznał mi stypendium w ramach projektu „InnoDoktorant – stypendia dla doktorantów, III edycja” realizowanego przez Departament Rozwoju Gospodarczego Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego (dodatek H).

W celu zweryfikowania poprawności przebiegu (działania) nowatorskiego systemu badań technicznych pojazdów zabytkowych, procedurę tę poddano testom przeprowadzając zgodnie z jej wytycznymi badania na pojazdach zabytkowych (dodatki C2 – C7). W tym celu specjalnie wykorzystano pojazdy zabytkowe w znacznym wieku:

- Chevrolet Corvette z 1976 roku,
- Citroen 11 BL z 1956 roku,
- DeSoto z 1953 roku,
- Ford Mustang z 1965 roku,
- Volvo PV 544 z 1961 roku,
- Wartburg 311/1000 z 1961 roku.

Po przebadaniu wyżej wymienionej grupy pojazdów zabytkowych zgodnie z procedurą opracowanej koncepcyjnej metodyki badań technicznych pojazdów zabytkowych w stacji kontroli pojazdów wprowadzono następujące korekty w stworzonej liście kontrolnej:

- połączono pozycje dotyczące sprawdzenia oświetlenia zewnętrznego pojazdu z pozycjami z włącznikami/przełącznikami od tych świateł, w związku z tym powstały pozycje: 4.1 „*światła drogowe i mijania, przełączniki świateł, urządzenia do regulacji ustawienia świateł*”, 4.2 „*przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe, przełączniki świateł*”, 4.3 „*światła stopu, włączniki świateł*”, itd.,
- usunięto pozycję z sprawdzeniem poduszek powietrznych w związku z urzędowym brakiem możliwości demontażu części pojazdu w trakcie badania technicznego,
- zastąpiono powtarzające się wpisy dotyczące korozji różnych podzespołów danego układu pojazdu w jedną pozycję dla całego sprawdzanego układu,
- zastąpiono powtarzające się wpisy dotyczące wycieków płynów eksploatacyjnych w podzespołach danego układu pojazdu w jedną pozycję dla całego sprawdzanego układu,
- pozycję „*sworzeń pedału/dźwigni ręcznej hamulca roboczego*” w związku z trudnością oceny stanu bez demontażu elementów w trakcie badania technicznego włączono do pozycji 1.1 „*stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego hamulce*” jako ewentualną usterkę,
- pozycje „*okładziny i klocki hamulcowe*” oraz „*bębny hamulcowe, tarcze hamulcowe*” rozbito i połączono krzyżowo co dało pozycje 1.6 „*okładziny i bębny hamulcowe*” oraz 1.7 „*klocki i tarcze hamulcowe*” gdyż dla pojazdu z tarczowymi i bębnowymi hamulcami, kiedy nie ma możliwości oceny stanu bębnowych i okładzin diagnosta rezygnowałaby z oceny obu pozycji, po ustaleniu krzyżowym tych punktów diagnosta może ocenić jeden punkt dotyczący klocków i tarcz hamulcowych,

- połączono pozycje „przekładnia kierownicza” oraz „mocowanie przekładni kierowniczej” w pozycję 2.1 „*przekładnia kierownicza i jej mocowanie*” ponieważ w opisach tych pozycji występowało wiele wspólnych usterek, a w warunkach stacji kontroli pojazdów bez demontażu przekładni kierowniczej trudno diagnoście było stwierdzić w pewnych sytuacjach czy uszkodzona jest przekładnia czy jej mocowanie,
- połączono pozycje „*stan sztywnych przewodów hamulcowych*” z „*linki hamulcowe, drążki, mechanizm dźwigni połączenia*” i utworzono wspólny punkt 1.4 „*stan sztywnych przewodów hamulcowych, linek, drążków, mechanizmu*” ponieważ w opisie z potencjalnymi usterekami występowało zbyt wiele wspólnych elementów,
- w pozycjach 4.5 „*przednie i tylne światła przeciwmgłowe...*”, 4.6 „*światła cofania...*” oraz 7.8 „*stan pasów bezpieczeństwa...*” dopisano „... o ile występują”,
- pozycję 6.8 zmieniono z „*mocowanie silnika*” na „*silnik*”, a w opisie usterek dopisano: uszkodzone mocowanie silnika, wycieki płynów eksploatacyjnych (w tym z układu chłodzenia),
- rozgraniczono pozycje, w których występowanie usterek może decydować o wyniku badania (niedopuszczeniu do ruchu) oznaczając te pozycje kolorem czerwonym,
- oznaczono kolorem czerwonym dodatkowo pozycje, które osobno mogą wpływać na niedopuszczenie do ruchu, są to pozycje nr: 1.1 „*stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego hamulce*”, 1.2 „*stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca pomocniczego (awaryjnego)*”, 1.6 „*korektor siły hamowania*”, 1.10 „*kompletny układ hamulcowy oraz konstrukcja*” oraz 4.4 „*światła kierunkowskazu...*”,
- dwustopniowa punktacja została zastąpiona punktacją trójstopniową aby można było ocenić stany pośrednie sprawdzanych pozycji, co dokładniej odzwierciedli ogólny stan pojazdu przydzielający go do odpowiedniej noty.

Korekty wprowadzono również do uwag pod listą sprawdzeń. Dopisano punkt nr 6 w uwagach, który mówi o dodatkowej czynności jaką jest pomiar na ławie pomiarowej za pomocą przyrządów do kontroli ustawienia świateł mijania w celu podjęcia decyzji o zakazie używania pojazdu podczas zmniejszonej widoczności, np. od zmierzchu do świtu. Usterki decydujące o powyższym ograniczeniu to:

- brak wyraźnej granicy światła i cienia świateł mijania z dopuszczeniem symetrycznej wiązki światła,
- odchylenie strumienia światła mijania w płaszczyźnie poziomej przekracza dopuszczalne graniczne: w lewo 5 cm na 10 m, w prawo 20 cm na 10 m,
- wartość ustawienia światła mijania w płaszczyźnie pionowej różni się od wartości nominalnej więcej niż 5 cm na 10 m w górę lub w dół.

12. WNIOSKI

Rozdziały pracy zostały ukończone szczegółowymi wnioskami oraz analizą wyników badań. Cel pracy został osiągnięty, ponieważ została udowodniona teza pracy zamieszczona w rozdziale pierwszym - „Założenia metodyczne pracy”. W wyniku przeprowadzonych rozważań, które zostały przedstawione w pracy, zestawić można następujące wnioski końcowe:

- wprowadzenie okresowych badań technicznych dla pojazdów zabytków skutkować będzie wykryciem i niedopuszczeniem na drogi publiczne niesprawnych pojazdów zabytkowych, stanowiących potencjalne zagrożenia w ruchu drogowym poprzez ogólnie zły stan techniczny pojazdu (zużyte ogumienie, pęknięcia szyb, itd.), nielegalne modyfikacje, możliwość rejestrowania w Polsce pojazdów niezgodnych z przepisami w celu osiągnięcia z tego tytułu różnych korzyści, niezgłaszanie dokonanych zmian na pojeździe odpowiednim do tego przeznaczonym instytucjom (HAK, GAZ), pojazdy militarne, pojazdy wykorzystywane zarobkowo, pojazdów z postępującą korozją podwozi i nadwozi w tym głównie elementów konstrukcyjnych (a przy okazji numerów identyfikacyjnych), pojazdów nieistniejących w obecnej tabeli z klasyfikacją pojazdów na ich rodzaje i podrodzaje (np. przyczepa osobowa),
- przeprowadzone w ramach tej pracy pomiary opóźnienia hamowania potwierdzają tę metodę, jako najbardziej wiarygodną do weryfikacji stanu technicznego układu hamulcowego, który ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Jak wykazano metoda ta najbardziej odzwierciedla warunki rzeczywiste,
- wprowadzone okresowe badania techniczne pojazdów zabytkowych, z uwagi na często występującą w tej grupie pojazdów usterkę wycieków płynów eksploatacyjnych, poprawią bezpieczeństwo innych użytkowników drogi a także przyczynią się do poprawy ochrony środowiska,
- przeprowadzone pomiary wraz z zastosowaną symulacją komputerową pozwoliły na porównanie wyników badań w celu potwierdzenia sprawności działania układu hamulcowego z lat produkcji danego pojazdu wykluczając stopień zużycia tego układu. Pozyskanie danych dla pojazdów zabytkowych z dalszej rozbudowy symulacji komputerowej wspomogę diagnostę przy podejmowaniu decyzji o stanie układu hamulcowego,
- wyraźny wzrost liczby rejestrowanych pojazdów zabytkowych oraz pojazdów mogących zostać pojazdami zabytkowymi, o czym wskazują statystyki podane w niniejszej pracy, potwierdzają potrzebę czuwania nad zagadnieniami związanymi z bezpieczeństwem wszystkich użytkowników dróg,
- uzyskane różnice w wynikach pomiarów skuteczności hamowania pojazdów na urządzeniach rolkowych i płytowych przeprowadzonych w różnych stacjach kontroli pojazdów potwierdziły sens wyboru pomiaru opóźnienia hamowania jako zalecanej metody, co wykluczy dopuszczenie do ruchu pojazdów zabytkowych z niesprawnym układem hamulcowym.

Podsumowując powyższe uznano, że wyniki pomiarów wykonanych na potrzeby niniejszej pracy potwierdziły tezę o adekwatności **opracowania nowej procedury badań technicznych pojazdów zabytkowych przy wykorzystaniu urządzeń pomiarowych, które są na obowiązkowym wyposażeniu okręgowych stacji kontroli pojazdów, dzięki czemu nastąpi poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego.**

Unia Europejska nakazała Polsce wprowadzenie zmian związanych z wdrożeniem dyrektywy 2014/45/UE w celu ujednoczenia systemu badań pojazdów we wszystkich krajach wspólnoty. Zmiany miały wejść w życie 20.05.2018 roku ale niestety do dnia dzisiejszego zmian nie wprowadzono. Prace legislacyjno-konsultacyjne wciąż są prowadzone.

WYKAZ LITERATURY

- [1] Alexander R.: *Diagonally implicit Runge-Kutta methods for stiff O.D.E.'s*, SIAM Journal on Numerical Analysis, Vol. 14, No. 6 (Dec., 1977), New Jersey, s. 1006-1021.
- [2] Andrey J. Day: *Braking of Road Vehicles*, Oxford, 2014.
- [3] Auto Expert – Technika Warsztat Handel: *Hamowanie prawdę Ci powie*, 07/2018, Wrocław, s. 44-45.
- [4] Auto Expert – Technika Warsztat Handel: *Sprawna wymiana*, 07/2018, Wrocław, s. 36-37.
- [5] Auto Moto Serwis: *General Motors ma 100 lat*, 3/2008, Warszawa, s. 61-64.
- [6] Auto Moto Serwis: *Parametry diagnostyczne i kryteria oceny stanu układów hamulcowych*, 6/2008, Warszawa, s. 16-21.
- [7] Auto Moto Serwis: *Urządzenia rolkowe do badania hamulców metodą quasi-statyczną*, 3/2008, Warszawa, s. 24-27.
- [8] Banks J., Carson J., Nelson B., Nicol D.: *Discrete-Event System Simulation*, New Jersey, 2012.
- [9] Bazlamit, S. M., & Reza, F.: *Changes in asphalt pavement friction components and adjustment of skid number for temperature*. Journal of Transportation Engineering, 131(6) 2005, 470-476.
- [10] Będkowski L., Dąbrowski T.: *Użytkowe diagnozowanie różnicowe układów hamulcowych pojazdów samochodowych*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 15-22.
- [11] Bielefeldt K., Papacz W., Walkowiak J.: *Ekologiczny samochód tworzywa sztuczne w technice motoryzacyjnej*, Archiwum Motoryzacji, Warszawa 2/2011.
- [12] Bitelli, G., Simone, A., Girardi, F., Lantieri, C.: *Laser scanning on road pavements: A new approach for characterizing surface texture*. Sensors, 12(7) 2012, 9110-9128.
- [13] Bogdański J.: *Badanie hamulców*, Poradnik serwisowy - Kompendium praktycznej wiedzy warsztatowej nr 4/2002, Wydawnictwo Instalator Polski, Warszawa, 2002.
- [14] Bogdański J.: *Diagnostyka w SKP – Układ hamulcowy i światła*, Poradnik serwisowy - Kompendium praktycznej wiedzy warsztatowej nr 4/2002, Wydawnictwo Instalator Polski, Warszawa, 2002.
- [15] Bogdański J.: *Hamulce tarczowe*, Poradnik serwisowy - Kompendium praktycznej wiedzy warsztatowej nr 11/2001, Wydawnictwo Instalator Polski, Warszawa, 2001.
- [16] Bogdański J.: *Możliwości wykorzystania sygnałów diagnostycznych podczas stanowiskowego badania układu zawieszenia pojazdu samochodowego*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 289-293.
- [17] Bogdański J.: *Podwozie*. Poradnik serwisowy - Kompendium praktycznej wiedzy warsztatowej nr 11/2001, Wydawnictwo Instalator Polski, Warszawa, 2001.
- [18] Brach R. M.: *Tire models for vehicle dynamic simulation and accident reconstruction*, SAE Technical Paper No. 2009-01-0102, Warrendale Pa, 2009.
- [19] Buczyński M.: *Poradnik diagnosty SKP 2007, Obowiązkowe i zalecane akty prawne*, Regionalne Centrum Szkolenia Motoryzacji Polskiego Związku Motorowego, Poznań 2007.

- [20] Carcaterra, A., & Roveri, N.: *Tire grip identification based on strain information: Theory and simulations*. Mechanical Systems and Signal Processing, 41(1) 2013, 564-580.
- [21] Choubane, B., Holzschuher, C. R., Gokhale, S.: (2004). *Precision of locked-wheel testers for measurement of roadway surface friction characteristics*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1869(1) 2004, 145-151.
- [22] Classic Data: *Oldtimer Markt Preise*, Sonderheft Nr. 61, 2018.
- [23] Commission Directive 93/116/EC of 17.12.1993 adapting to technical progress Council Directive 80/1268/EEC relating to the fuel consumption of motor vehicles.
- [24] Crouse W. H.: *Automotive Mechanics*, New York, 1960.
- [25] Diekman A.: *Towards More Rational Transport Policies in Europe*, Deutscher Instituts-Verlag GmbH. Kolonia, 1999.
- [26] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/45/UE z dnia 3 kwietnia 2014 r. w sprawie okresowych badań zdatności do ruchu drogowego pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz uchylająca dyrektywę 2009/40/WE.
- [27] Dzwonkowski J., Wyszomierski K.: *Diagnostyka samochodu osobowego w zakresie bezpieczeństwa jazdy*, Projekt dyplomowy inżynierski, Politechnika Gdańska, 2015.
- [28] Filipczyk J.: *Wpływ wyposażenia linii technologicznej i organizacji badań kontrolnych na wnioskowanie w zakresie diagnostyki bezpieczeństwa*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 237-240.
- [29] Flamisch O.: *Gepjarmu diagnosztika*, Modszerek es eljarasok rejtetthibak feltarasara 3.bovitett kidas , Muszaki Konyvkiado, Budapest, 1975.
- [30] Flamisch O.: *Diagnostyka*, WKiŁ, Warszawa, 2009.
- [31] Ford Motor Company, *Ford Model "A" Instruction Book*, 1929.
- [32] Gajek A.: *Diagnozowanie hamulców samochodów osobowych na stanowiskach rolkowych*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 241-250.
- [33] Gajek A., Świder P.: *Ocena nierówności momentów hamujących kół w pokładowym systemie diagnostycznym pojazdu samochodowego*, Archiwum Motoryzacji, Wydawnictwo naukowe PTNM, Warszawa, 3/2009, s. 203-214.
- [34] Gert H., Klüppel M.: *Rubber friction, tread deformation and tire traction*. Wear 265.7 (2008): 1052-1060.
- [35] Gillespie T. D.: *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. SAE, Warrendale, 1992.
- [36] Gis W., Bielaczyc P.: *Emission of CO₂ and Fuel Consumption for Automotive Vehicles*, SAE1999 Congress and Exposition, Detroit USA 1999.
- [37] Głowacki A.: *Badania techniczne pojazdów a bezpieczeństwo ruchu drogowego*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 37-42.
- [38] Gołębiowski S.: *Quasistatyczny pomiar sił hamujących na urządzeniu rolkowym jako metoda oceny skuteczności działania układu hamulcowego pojazdu*, Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, 1971.
- [39] Gołębiowski S., Stanisławski I.: *Badania kontrolne samochodów*, WKiŁ, Warszawa, 1998.
- [40] Gustafsson, F.: *Slip-based tire-road friction estimation*. Automatica, 33(6) 1997, 1087- 1099.

- [41] Hott D.: *Sensors and automobile*, Automotive Engineering International, 1998.
- [42] HU-Bremsenrichtlinie. Richtlinie für die Prüfung der Bremsanlagen von Fahrzeugen bei Hauptuntersuchungen (HU) nach § 29. StVZO (HU-Bremsenrichtlinie) – VkBf. 2012 S. 432), 10. Mai 2012.
- [43] Instrukcja AMX 520 - przyrząd do sprawdzania skuteczności hamulców (opóźnieniomierz).
- [44] Instrukcja CARTEC BDE 4004P-O/M – stanowisko rolkowe do badania hamulców.
- [45] Instrukcja HEKA H2000 Univers A2 – płytowe urządzenia do badania hamulców.
- [46] Instrukcja VIDEOline FWT2005 (linia diagnostyczna) – urządzenie do sprawdzania skuteczności tłumienia zawieszenia.
- [47] Instytut Techniki Motoryzacyjnej Sp. z o. o. w Wałbrzychu: *Ocena stanu technicznego – Lista kontrolna*, <http://www.biegli.com/files/Lista-kontrolna-ITM.pdf>, godzina 22.18, 2019-02-24.
- [48] Jaśkiewicz Z.: *Projektowanie układów napędowych pojazdów samochodowych*, Układy napędowe samochodów, WKiŁ Warszawa 1982.
- [49] Karpiński R.: *Masy i naciski osi w badaniach technicznych pojazdów*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 59-68.
- [50] Klamka J., Ogonowski Z.: *Metody Numeryczne*, 2015.
- [51] Koth C. P.: *Leichtbau – die Zweite*, Automobilindustrie, 03/2007.
- [52] Kończykowski W.: *Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego*, Wydawnictwo Info-Ekspert, Warszawa, 1994.
- [53] Krasna S., Ambroz M., Prebil D., Ravnik D., Hribernik M.: *The multibody model – influence of model parameters on motions during simulation*, Proceedings of the 14th Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis Research and Analysis (EVU), Published by EVU, Bratislava 205.
- [54] Kruger M., Weber H.: *Der Kennwert von Radbremsen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit*, Deutsche Krafftahrforschung und Strassenverkehrstechnik, 169/1964.
- [55] Kułakowska A., Patyk R.: *Analiza wpływu stanu technicznego pojazdów na podstawie wypadków komunikacyjnych*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, Radom 10/2013, s. 170-175.
- [56] Landverkehr. Nr. 83. Richtlinie für die Begutachtung von Oldtimer nach par 23 StVZO, Bonn, den 06. April 2011, LA 20/7342.12/00.
- [57] Leiter R.: *Pkw-Bremsen, Krad-Bremsen – Der sichere Weg zur Meisterprüfung im Kfz-Handwerk*, German 1995.
- [58] Mahboob Kanafi, M., Kuosmanen, A., Pellinen, T. K., Tuononen, A. J.: *Macro and micro-texture evolution of road pavements and correlation with friction*. International Journal of Pavement Engineering, 16(2) 2015, 168-179.
- [59] Malinowski A.: *Badania pojazdów zabytkowych - sprawdzanie działania zespołów*, Serwis Motoryzacyjny nr 11, 2018, s.17-19.
- [60] Malinowski A.: *Badania pojazdów zabytkowych - wymagane dokumenty*, Serwis Motoryzacyjny nr 10, 2018, s.18-20.
- [61] Malinowski A.: *Badania techniczne pojazdów zabytkowych – określanie niezgodności*, Serwis Motoryzacyjny nr 9, 2018, s.14-16.
- [62] Malinowski A.: *Badania techniczne pojazdów zabytkowych w świetle przepisów o ochronie środowiska i bezpieczeństwa w ruchu drogowym*, Wspólne

Seminarium Naukowe Katedry Silników Spalinowych i Sprężarek oraz Katedry Pojazdów i Maszyn Roboczych, Gdańsk 14.12.2009, s. 1-23.

- [63] Malinowski A.: *Pojazdy zabytkowe w świetle wymaganych przepisów, ochrony środowiska i bezpieczeństwa w ruchu drogowym*, Konferencja Stacje Kontroli Pojazdów – 2014, 14-16.05.2014 Warszawa, Prezentacja multimedialna 59 slajdów (Adobe Reader).
- [64] Malinowski A.: *Pomiary skuteczności działania układów hamulcowych pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 tony*, Współczesne Technologie i Konwersja Energii. Tom II ed. praca zbiorowa pod red. J. Szantyra Gdańsk: Wydział Mechaniczny Politechnika Gdańska, 2013, s.99-102.
- [65] Malinowski A., Taryma S.: *Badania techniczne pojazdu zabytkowego*, Autobusy Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe nr 10, 2013, s. 186-188. (125799).
- [66] Malinowski A., Taryma S.: *Badania techniczne pojazdów zabytkowych w stacjach kontroli pojazdów*, Autobusy Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe nr 5, 2012, s. 284-289. (92928).
- [67] Malinowski A., Taryma S., Dzwonkowski J., Wyszomierski K.: *Pojazdy zabytkowe a współczesne – pomiary w stacji kontroli pojazdów*, Autobusy Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 12, 2015, s. 32-36.
- [68] Malinowski A.: *Conceptual methods of old-timer vehicles inspection tests based on current technical inspection methods at vehicle inspection stations*, 13th International Symposium of Students and Young Mechanical Engineers “Advances in chemical and mechanical engineering”, Gdansk, 20-22 May 2010 Gdansk University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, 2010, s. 245-250.
- [69] Malinowski A.: *The methods of braking forces measurement for a mechanical vehicle*, 13th International Symposium of Students and Young Mechanical Engineers “Advances in chemical and mechanical engineering”, Gdansk, 20-22 May 2010 Gdansk University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, 2010, s. 240-244.
- [70] Matilainen, M. J. Tuononen, A. J.: *Intelligent tire to measure contact length in dry asphalt and wet concrete conditions*. Seoul: AVEC 12 2012, 1-6.
- [71] Mioduszewski P., Taryma S.: *Wybrane zagadnienia eksploatacji opon samochodowych*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 89-98.
- [72] Muttart J. W., Messerschmidt W. F., Gillen L. G.: *Releationship between relative velocity detection and driver response Times in vehicle-following situations*, SAE Technical Paper, Detroit, Michigan, 2005-01-0427.
- [73] Newcomb T. P., Spurr R.T.: *Automobile Brakes and Braking Systems*, London, 1969.
- [74] Nowosielski Z., Makowski M., Bajkowski J. M.: *Zarys Historii Ogólnopolskiego Sympozjum „Historyczny Rozwój Konstrukcji Pojazdów” na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych*, Zeszyty naukowe Instytutu Pojazdów, Politechnika Warszawska, 3(94)/20013.
- [75] Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 października 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia, Dziennik Ustaw z 2016 roku poz. 2022 z dnia 15 grudnia 2016 roku wraz z późniejszymi zmianami.
- [76] Ono, E., Hattori, Y., & Muragishi, Y.: *Estimation of tire friction circle and vehicle dynamics integrated control for four-wheel distributed steering and four-wheel distributed traction/braking systems*. R&D Review of Toyota CRDL,40(4) 2005, 7-13.

- [77] Opasewicz W.: *Diagnostyka Samochodowa u progu XXI wieku*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 5-14.
- [78] Peszak J.: *Badania diagnostyczne związane z dopuszczeniem do ruchu i rejestracją pojazdów zabytkowych w świetle nowych rozporządzeń ustawy o ruchu drogowym*, [www.norcom.pl](http://forum.norcom.pl/viewtopic.php?p=57246) - <http://forum.norcom.pl/viewtopic.php?p=57246>, godzina 17.20, 2017-07-30.
- [79] Pinnington, R. J.: *Rubber friction on rough and smooth surfaces*. *Wear*267.9 (2009): 1653-1664.
- [80] Prochowski L.: *Pojazdy samochodowe - Mechanika ruchu*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
- [81] Reichelt W.: *Trabant – Lebenszyklus einer Kunststoffkarosserie*. *Kunststoffe im Automobilbau*, VDI – Verlag 1993.
- [82] Reimpell J., Stoll H., Betzler J. W.: *The Automotive Chassis: Engineering Principles*, Wtirzburg, 1986.
- [83] Rozestwińska J., Taryma M.: *Uproszczony symulator samochodu osobowego*, Projekt dyplomowy inżynierski, Politechnika Gdańska, 2013.
- [84] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach, Dziennik Ustaw z 2015 roku poz. 776 z dnia 2 lipca 2015 roku wraz z późniejszymi zmianami.
- [85] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 lutego 2013 r. w sprawie badań co do zgodności z warunkami technicznymi pojazdów zabytkowych, Dziennik Ustaw z 2013 roku poz. 337 z dnia 12 marca 2013 roku.
- [86] Rutkowski A.: *Części maszyn*, WSiP, Warszawa, 2008.
- [87] Sabri M., Abda S.: *Grip Analysis of Road Surface and Tire Footprint Using FEM*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 308 (2018) 012018.
- [88] Sakthivel R., Mahroogi F. O., Narayan S., Abudbaker S., Kaisan M. U., Alammari Y.: *Introduction to Automotive Engineering*, John Wiley & Sons, 2019.
- [89] Serwis Motoryzacyjny: *Jakie zmiany czekają SKP?*, Warszawa 5/2018, s. 16-17.
- [90] Serwis Motoryzacyjny: *Zabezpieczanie przed korozją*, Warszawa 10/2018.
- [91] Serwis Motoryzacyjny: *Zmiany w badaniach coraz bliżej*, Warszawa 4/2018, s. 16-17.
- [92] Sitek K.: *Metody diagnozowania hydraulicznych układów hamulcowych*, *Auto Moto Serwis*, 5/2008.
- [93] Sitek K.: *Ocena właściwości użytkowych linii do diagnozowania samochodów osobowych i pochodnych*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 231-236.
- [94] Sitek K.: *Urządzenia do diagnozowania hydraulicznych układów hamulcowych*, *Auto Moto Serwis*, 4/2008.
- [95] Skrzeliński T.: *Pojazdy zabytkowe*, www.norcom.pl - http://www.norcom.com.pl/nowe_forum/printview.php?t=1525&start=0, godzina 17.20, 2017-07-30.
- [96] Stricker L. A.: *Wpływ parametrów diagnostycznych pojazdu na zjawiska zachodzące podczas kontaktu koła z jezdnią*, Konferencja „Diagnostyka samochodowa”, 21-23.04.1999, Materiały Konferencyjne, Łódź 1999, str. 23-36.

- [97] Malinowski A., Szczepańska P., Mioduszewski P., Taryma S.: *Pomiary skuteczności hamowania stacjach kontroli pojazdów*, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe (artykuł przyjęty i zatwierdzony do publikacji).
- [98] Ślaski G.: *Strategie sterowania zawieszeniem dla ćwiartki samochodu – porównanie dla kryteriów bezpieczeństwa i komfortu*, Zeszyty naukowe Instytutu Pojazdów, Politechnika Warszawska, 2(65)/2007.
- [99] Taylor J. R.: *An introduction to error analysis*, University Science Books, Oxford University Press, Mill Valley CA 1982.
- [100] Taryma M., Malinowski A., Taryma S.: *Modelowanie i symulacja ruchu pojazdu zabytkowego podczas hamowania*, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe nr. 8, 2016, s.150-153.
- [101] Trzeciak K.: *Diagnostyka samochodów osobowych*, WKiŁ, Warszawa, 2010.
- [102] Trzeciak K.: *Serwisowanie hamulców SBC*, Auto Moto Serwis, 5/2007.
- [103] Unarski J.: *Czas reakcji kierowcy – standardy a rzeczywistość*, Paragraf na drodze nr 7/1999, Wydawnictwo IES, Kraków, 1999.
- [104] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, Dziennik Ustaw z 2012 roku poz. 1137 z dnia 26 czerwca 2012 roku wraz z późniejszymi zmianami.
- [105] Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami, Dziennik Ustaw z 2003 roku Nr 162 poz. 1568 wraz z późniejszymi zmianami.
- [106] Wituszyński P., Jakubowski W.: *Wskaźniki niezawodności pojazdów samochodowych podlegających okresowym badaniom technicznym na Stacji Kontroli Pojazdów*, Archiwum Motoryzacji, Wydawnictwo naukowe PTNM, 1/2009.
- [107] V SA/Wa 1933/13 - Wyrok Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Warszawie 2013-12-10.
- [108] Yoon, E. S., Singh, R. A., Oh, H. J., Kong, H.: *The effect of contact area on nano/micro-scale friction*. Wear, 259(7) 2005, 1424-1431.
- [109] Zębala J., Wach W., Ciępka P., Janczur R., Walczak S.: *Bypassing manoeuvre driving a car with reduced and no tire pressure*, Proceedings of the 22th Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis (EVU), Published by EVU, Frieze 2013.
- [110] Zou T., Cai M., Shu X.: *Response surface methodology and improved interval analysis method – for analyzing uncertainty in accident reconstruction*, Forensic Science International 2012, s. 306-312.
- [111] <http://www.collectorcarmarket.com>, godzina 20.00, 2019-02-02.
- [112] <http://www.rsa.ie/en/RSA/Your-Vehicle/Vehicle-Standards/Information-Notes-Consultations--EU-proposals-/Consultations-/Closed-Consultations/Testing-of-Vintage-Vehicles/>, godzina 21.45, 2019-02-02.
- [113] <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20141203174737/http://www.dft.gov.uk/classic-mot/>, godzina 12.36, 2019-02-02.
- [114] <https://www.help.gv.at/Portal.Node/hlpd/public/content/6/Seite.060500.html>, godzina 16.51, 2019-02-02.
- [115] www.carsablanca.de/Magazin/kaufberatung/chevrolet-corvette-die-jukebox - Chevrolet Corvette – die Jukebox, godzina 14.16, 2019-02-02.
- [116] https://www.reddit.com/r/AbandonedPorn/comments/10h919/tree_growing_through_a_car_1089x733/ - tree growing through a car, godzina 17.55, 2019-02-02.
- [117] <https://ideone.com>, godzina 20.36, 2019-05-28.

WYKAZ RYSUNKÓW

2.1.	Obieg dokumentów w odpowiednich instytucjach w celu rejestracji pojazdu zabytkowego	17
2.2.	Nie zgodne z wymaganiami oświetlenie zewnętrzne pojazdu Forda Mustanga z 1967 roku	19
2.3.	Nieprawidłowości wynikające z wyposażenia pojazdu Ford A z 1928 roku	19
2.4.	Dowód rejestracyjny z wpisem o bezterminowym badaniu technicznym	21
2.5.	Silnik Forda Mustanga z 1967 r.	22
2.6.	Nieeksploatowane pojazdy zabytkowe mogące brać udział w ruchu drogowym.	25
2.7.	Najczęstsze usterki pojazdów zabytkowych	27
2.8.	Nadmierna korozja elementów konstrukcyjnych	27
2.9.	Niedopuszczalne modyfikacje w pojazdach	28
2.10.	Cadillac z 1969 oraz 1965 roku	29
2.11.	Pomiar tłumienia zawieszenia pojazdu zabytkowego marki Cadillac DeVille z 1965 o masie własnej 2240 kg w SKP z wydrukiem z pomiaru.....	29
2.12.	Silnik w trakcie naprawy – Chrysler 300 z 1969 roku	30
2.13.	Głowica, zawory po renowacji – Chrysler 300 z 1969 roku	30
2.14.	Uszkodzony popychacz hydrauliczny – Chrysler 300 z 1969 roku	31
2.15.	Chrysler 300 z 1969 roku	31
2.16.	Skorodowana rama pojazdu – Chrysler 300 z 1969 roku	32
2.17.	Skorodowany numer identyfikacyjny pojazdu	32
2.18.	Pojazd z planu filmowego Ridley'a Scott'a „American Gangster”	33
2.19.	Przyczepa do przewozu osób	33
2.20.	Pojazd militarny z niekompletnym oświetleniem zewnętrznym	34
2.21.	„Wykorzystywane zarobkowo” – pojazdy zabytkowe	34
3.1.	Standardowa niemiecka tablica rejestracyjna dla pojazdu zabytkowego z literą „H” (Historisch).....	37
3.2.	Niemiecka tablica rejestracyjna dla pojazdu zabytkowego z numerem „07”	37
4.1.	Przyrost rejestracji pojazdów zabytkowych województwa pomorskiego.....	42
4.2.	Przyrost 25 letnich pojazdów oraz starszych biorących udział w ruchu drogowym województwa pomorskiego	42
6.1.	Przykładowe samochody z grupy pojazdów współczesnych	55
6.2.	Przykładowe samochody z grupy pojazdów zabytkowych	55
6.3.	Regulacja ciśnienia w ogumieniu	56
6.4.	Tabliczka informacyjna na pojeździe z zaleconym przez producenta ciśnieniem w ogumieniu	56
6.5.	Stanowisko rolkowe do badania hamulców firmy Cartec BDE 4004P-O/M	57
6.6.	Pomiar na urządzeniu rolkowym do badania hamulców firmy Cartec BDE 4004P-O/M z zamontowanym urządzeniem do pomiaru nacisku siły na pedał hamulca	57

6.7.	Urządzenie płytowe firmy HEKA do badania hamulców	58
6.8.	Pomiar na stanowisku płytowym do badania hamulców firmy HEKA Z zamontowanym urządzeniem do pomiaru nacisku na pedał hamulca.....	59
6.9.	Pomiar opóźnienia za pomocą urządzenia AMX 520 firmy Automex na drodze podczas hamowania	60
6.10.	Wydruk uzyskany z pomiaru opóźnieniomierzem firmy Automex podczas drogi hamowania	60
6.11.	Stanowisko do pomiaru tłumienia zawieszenia – Cartec SS 2000	61
6.12.	Pomiar tłumienia zawieszenia na stanowisku płytowym Cartec: SSP 2000.....	61
6.13.	Udział procentowy przebadanych grup pojazdów	71
6.14.	Procentowe zestawienie wyników pomiarów przeprowadzonych na stanowisku rolkowym i płytowym	71
6.15.	Procentowe zestawienie wyników badań opóźnienia hamowania	73
6.16.	Procentowe zestawienie wyników pomiarów skuteczności tłumienia zawieszenia	75
6.17.	Wynik negatywny wynikający z pomiaru skuteczności tłumienia zawieszenia z procentowym podziałem na osie pojazdów zabytkowych.....	75
7.1.	Schemat stanowiska pomiarowego	78
8.1.	FSO Polonez z 1981 roku	87
8.2.	FSO Polonez z 1991 roku	87
8.3.	FSO Polonez z 1992 roku	87
8.4.	Volkswagen Golf z 2015 roku	88
8.5.	Ford A z 1928 roku	88
8.6.	Konstrukcja samochodu zasymulowanego w modelu masa-sprężyna	92
8.7.	Konstrukcja modelu ramy oraz zawieszenia Forda A	94
8.8.	Konstrukcja koła samochodu zasymulowanego w modelu masa-sprężyna	95
8.9.	Pomiar ciśnienia w układzie hamulcowym w pojeździe marki FSO Polonez z 1981 roku	100
8.10.	Zależność ciśnienia w układzie hamulcowym od siły nacisku na pedał hamulca – wyniki pomiaru	101
8.11.	Schemat funkcjonalny mechanizmu hamulcowego: 1 – tarcza hamulcowa, 2 – klocek hamulcowy	103
8.12.	Wyniki z pomiaru nacisków kół na powierzchnię wraz z wynikiem tłumienia zawieszenia dla pojazdu FSO Polonez	105
8.13.	Schemat rozkładu momentów sił względem punktu środka ciężkości	105
8.14.	Pomiar nacisku osi tylnej dla pojazdu FSO Polonez na równi pochyłej	106
8.15.	Schemat rozkładu momentów sił względem punktu środka ciężkości dla pojazdu na równi pochyłej	107
8.16.	Schemat zależności geometrycznej odległości punktu środka ciężkości	107
8.17.	Dwuwymiarowy model pojazdu z rozkładem nacisków kół podczas	



	hamowania czterema kołami	108
9.1.	Przebieg procesu zatrzymania samochodu	110
9.2.	Schemat pomocniczy do określania średniej wartości opóźnienia w czasie hamowania	111
9.3.	Zależność minimalnej drogi hamowania od prędkości jazdy	113
10.1.	Wzór tablicy rejestracyjnej pojazdu zabytkowego	121
C.1.	Wartości opóźnienia hamowania z 5 pomiarów wykonanych dla Volvo PV544 z 1961 r.	163
C.2.	Kontrola ustawienia świateł mijania wraz z przykładem uwzględniającym światła mijania badanego Volvo PV544 z 1961 r.	164
C.3.	Wartości opóźnienia hamowania z 5 pomiarów wykonanych dla Citroena 11 BL z 1956 r.	166
C.4.	Kontrola ustawienia świateł mijania wraz z przykładem uwzględniającym światła mijania badanego Citroena 11 BL z 1956 r.	167
C.5.	Pęknięta szyba – usterka nr 3.1 (WIDOCZNOŚĆ / Stan szyb)	169
C.6.	Uszkodzone klosze – usterka nr 4.2 (ŚWIATŁA, WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE / Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe / przełączniki świateł)	170
C.7.	Zerwane, przetarte przewody elektryczne – usterka nr 4.9 (ŚWIATŁA, WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE / Złącza i przewody elektryczne)	170
C.8.	Liczne pęknięcia opony – usterka nr 5.6 (OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE / Opony) oraz wyciek płynu eksploatacyjnego – usterka nr 6.7 (PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA / Przeniesienie napędu	170
C.9.	Korozja nadwozia – usterka nr 7.1 (NADWOZIE / Stan ogólny nadwozia i kabiny)	170
C.10.	Korozja podłogi – usterka nr 7.3 (NADWOZIE / Podłoga)	171
D.1.	Skan pisma nr PISKP/LT/01/01/2014 z PISKP z dnia 22.01.2014 r.	175
E.1.	Skan pisma z podziękowaniami z PISKP z dnia 29.05.2014 r. strona 1	176
E.2.	Skan pisma z podziękowaniami z PISKP z dnia 29.05.2014 r. strona 2	177
F.1.	Skan pisma z podziękowaniami z firmy Norcom z dnia 12.09.2015 r.	178
G.1.	Skan pisma z wydziału SiMR z Politechniki Warszawskiej z dnia 29.05.2014 r. .	179
H.1.	Skan pisma z Zarządu Województwa Pomorskiego z dnia 01.01.2011 r.	180

WYKAZ TABEL

3.1.	Częstotliwość wykonywania obowiązkowych badań technicznych w Niemczech	36
3.2.	Minimalne skuteczności hamowania i dopuszczalne naciski na pedał/dźwignię hamulca	38
3.3.	Minimalne skuteczności hamowania i dopuszczalne naciski na pedał/dźwignię hamulca pozostałe kategorie pojazdów)	38
5.1.	Maksymalny nacisk w daN na dźwignię hamulca dla poszczególnych rodzajów hamulców	49
5.2.	Wartość wskaźnika skuteczności hamowania	51
6.1.	Wartości uzyskane z pomiaru na stanowisku rolkowym do badania hamulców firmy Cartec	58
6.2.	Wydruk uzyskany z pomiaru na stanowisku płytowym do badania hamulców firmy HEKA	59
6.3.	Zestawienie przebadanych pojazdów.....	62
6.4.	Wyniki pomiaru na stanowisku rolkowym – hamulec roboczy	63
6.5.	Wyniki pomiaru na stanowisku rolkowym – hamulec postojowy	64
6.6.	Wyniki pomiaru na stanowisku płytowym – hamulec roboczy	65
6.7.	Wyniki pomiaru na stanowisku płytowym – hamulec postojowy	66
6.8.	Wyniki pomiaru opóźnienia hamowania	67
6.9.	Wyniki pomiaru tłumienia zawieszenia	68
7.1.	Otrzymane wyniki badań z urządzenia rolkowego wraz z obliczonymi wartościami średnimi i odchyleniami standardowymi	80
7.2.	Otrzymane wskaźniki skuteczności działania hamulców z 10 różnych stacji kontroli pojazdów	81
7.3.	Obliczone obliczeniowe wskaźniki skuteczności działania hamulców	82
7.4.	Różnice pomiędzy badaniem wykonanym na urządzeniu rolkowym	82
7.5.	Otrzymane wyniki pomiarów wykonane tylko na jednej stacji kontroli pojazdów..	83
8.1.	Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla grupy pojazdów marki FSO Polonez przy prędkości początkowej 45k km/h	89
8.2.	Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego oraz zabytkowego przy prędkości początkowej 30 km/h	89
8.3.	Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego oraz zabytkowego przy prędkości początkowej 40 km/h	90
8.4.	Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego oraz zabytkowego przy prędkości początkowej 45 km/h	90
8.5.	Wyniki pomiarów drogi hamowania oraz opóźnienia hamowania dla pojazdu współczesnego przy prędkości początkowej 50 km/h	90
8.6.	Wyniki obliczeń drogi hamowania Forda A w funkcji prędkości początkowej	

	hamowania na podstawie symulacji komputerowych	95
8.7.	Tabela obliczonych parametrów hamowania przy prędkości początkowej 45 km/h dla pojazdu zabytkowego FSO Polonez	98
8.8.	Tabela obliczonych parametrów hamowania przy prędkości początkowej 40 km/h dla pojazdu zabytkowego Ford A	99
8.9.	Wyniki pomiaru ciśnienia płynu w układzie hamulcowym dla samochodu FSO Polonez	101
8.10.	Dane pomiarowe uzyskane podczas hamowania dla pojazdu FSO Polonez przy prędkości początkowej 45 km/h	102
8.11.	Porównanie wyników badań przeprowadzonych trzema metodami	109
9.1.	Wymagania stawiane przy badaniu skuteczności działania hamulców	114
9.2.	Ograniczenie maksymalnej prędkości w zależności od opóźnienia hamowania..	117
9.3.	Opóźnienia hamowania względem ustalonych prędkości w obszarze zabudowanym	118
9.4.	Opóźnienia hamowania względem ustalonych prędkości poza obszarem zabudowanym	119
9.5.	Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania w obszarze zabudowanym	119
9.6.	Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania poza obszarem zabudowanym	119
9.7.	Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania w obszarze zabudowanym	120
9.8.	Ograniczenia prędkości pojazdu zabytkowego uzależnione od opóźnienia hamowania poza obszarem zabudowanym	120
10.1.	Wartość rynkowa z uwzględnieniem Not zabytkowego modelu 107 marki Mercedes-Benz z różnych lat produkcji w różnych wersjach nadwozia oraz opcjach wyposażenia	122
10.2.	Wartość rynkowa zależna od Noty zabytkowego modelu Chieftain marki Pontiac z 1956 roku z uwzględnieniem wersji nadwozia oraz wyposażenia	123
10.3.	Tabela usterek dotyczących strumienia światła mijania i ich ustawienia	125
C.1.	Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego	155
C.2.	Tabela wskaźników jakościowych pojazdu zabytkowego wraz z przypadającymi im notami i przedziałów czasowych okresowych badań technicznych	160
C.3.	Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Volvo PV544 z 1961 roku	162
C.4.	Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Citroen BL 11 z 1956 roku	165
C.5.	Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego DeSoto z 1953 roku	168
C.6.	Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Ford	

	Mustang z 1965 roku	172
C.7.	Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego	
	Chevrolet Corvette z 1976 roku	173
C.8.	Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego	
	Wartburg 311/1000 z 1961 roku	174

Dodatek A: Kod modelu obliczeniowego dla zabytkowego pojazdu marki FSO Polonez podczas hamowania (napisany w systemie C++)

```
1. #include <iostream>
2. #include <vector>
3. #include <assert.h>
4. #include <math.h>
5. #include <algorithm>
6. using namespace std;
7.
8. /*
9. http://w...content-available-to-author-only...o.uk/brakecalcs.html
10. https://b...content-available-to-author-only...e.de/books?id=6TA3AAAAQBAJ&pg=PA36&lpg=PA36&dq=car+pitch+during+braking+equation&source=bl&ots=roaYlgtEOs&sig=K-3mvf8KqM\_18cesjdXJFUvx8QY&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiu-9CSsejLAhVCWhQKHwBICVc4ChDoAQgxMAU#v=onepage&q=car%20pitch%20during%20braking%20equation&f=false
11. */
12.
13. float PI = 3.14159265f;
14. float GRIP_FACTOR = 8.0f;
15. float BRAKING_FRONT = -566.0f;
16. float BRAKING_REAR = -205.0f;
17. float WHEEL_MASS = 15; //kg
18. float WHEEL_RADIUS = 0.283; //m radius
19. float WHEEL_MOMENT_OF_INERTIA = WHEEL_MASS * WHEEL_RADIUS * WHEEL_RADIUS / 2; // 1/2 MRR
20. float VEHICLE_MASS = 1150; //kg
21. float VEHICLE_INITIAL_VELOCITY = 12.5; /*100 km/h*/
22. float VEHICLE_COG_H = 0.65; // m
23. float VEHICLE_COG_FRONT_W = 1.2; // m
24. float VEHICLE_COG_REAR_W = 1.31; // m
25. float VEHICLE_WHEELBASE = VEHICLE_COG_FRONT_W + VEHICLE_COG_REAR_W;
26.
27. struct TFunVal
28. {
29.     float x;
30.     float y;
31. };
32.
33. std::vector<TFunVal> gripFun =
34. {
35.     { 0.0f, 0.0f },
36.     { 0.1f, 0.9f },
37.     { 0.14f, 1.0f },
```

```

38.     { 0.2f, 1.03f },
39.     { 1.0f, 0.9f }
40. };
41.
42. float GetFunValue(std::vector<TFunVal> & function, float x)
43. {
44.     bool invert = (x < 0.0f);
45.     if (invert) { x = -x; }
46.     x = min(x, 1.0f);
47.     for (int i = 0; i < function.size() - 1; ++i)
48.     {
49.         if (x >= function[i].x && x <= function[i + 1].x)
50.         {
51.             float xDiff = function[i + 1].x - function[i].x;
52.             float yDiff = function[i + 1].y - function[i].y;
53.             float xRatio = (x - function[i].x) / xDiff;
54.             float retVal = function[i].y + yDiff * xRatio;
55.             return (invert ? -retVal : retVal);
56.         }
57.     }
58.
59.     assert(false);
60.     return 0.0f;
61. }
62.
63. class Wheel
64. {
65. public:
66.     float angle; // kat
67.     float m; // masa
68.     float r; // promien
69.     float I; // moment bezwladnosci
70.     float w; // predkosc katowa rad/sec
71.     float neww;
72.     float slipratio;
73.
74.     float currentTorque;
75.
76. public:
77.     Wheel(float m, float R, float _I, float startV);
78.
79.     void ApplyTorque(float torque);
80.     void ApplyLinearTangentForce(float force);
81.     float Tick(float & time, float & vehicleSpeed, float verticalLoad);
82.
83.     float VtoW(float V) { return V*r; }

```

```

84. float WtoV(float W) { return W / r; }
85.
86. void AcceptTick() { w = max(0.0f, neww); }
87.
88. //float VtoKMH() { return 3.6f * v; }
89. };
90.
91. float CalculateSX(float V, float Vref)
92. {
93.     return (Vref - V) / Vref;
94. }
95.
96. Wheel::Wheel(float M, float R, float _I, float startV) : angle(0), currentTorque(0), m(M), r(
    R), I(_I), w(VtoW(startV))
97. {
98. }
99.
100. void Wheel::ApplyTorque(float torque)
101. {
102.     currentTorque += torque;
103. }
104.
105. void Wheel::ApplyLinearTangentForce(float force)
106. {
107.     ApplyTorque(force * r);
108. }
109.
110. float Wheel::Tick(float & time, float & vehicleSpeed, float verticalLoad)
111. {
112.     slipratio = CalculateSX(Wheel::WtoV(this->w), vehicleSpeed);
113.     float contactForce = GetFunValue(gripFun, slipratio) * verticalLoad * GRIP_FACTO
        R;
114.
115.     float alfa = (currentTorque + (contactForce * r)) / I;
116.     neww = w + (alfa * time);
117.
118.     currentTorque = 0;
119.     return contactForce;
120. }
121.
122. int main() {
123.
124.     float distance = 0.0f; // meters
125.     float vehicleSpeed = VEHICLE_INITIAL_VELOCITY;
126.     float mass = VEHICLE_MASS; // kg

```

```

127.   Wheel wheel_front(WHEEL_MASS, WHEEL_RADIUS, WHEEL_MOMENT_OF_IN
      ERTIA, vehicleSpeed);
128.   Wheel wheel_rear(WHEEL_MASS, WHEEL_RADIUS, WHEEL_MOMENT_OF_IN
      ERTIA, vehicleSpeed);
129.   float Zp; // nacisk na przednie koło dynamiczny
130.   float Zr; // nacisk na tylne koło dynamiczny
131.   float a = 0; // opóźnienie
132.
133.   float timeelapsed = 0.0f; // seconds
134.   float timetick = 0.00001f;
135.
136.   float reportTrigger = 0.1f;
137.
138.   for (int i = 0u; i<1000000; ++i)
139.   {
140.       wheel_front.ApplyTorque(BRAKING_FRONT); // Nm
141.       wheel_rear.ApplyTorque(BRAKING_REAR); // Nm
142.
143.       Zp = mass * ((VEHICLE_COG_REAR_W / VEHICLE_WHEELBASE) + (((a / 9.8
144.           1) * VEHICLE_COG_H) / VEHICLE_WHEELBASE));
145.       Zr = mass * ((VEHICLE_COG_FRONT_W / VEHICLE_WHEELBASE) - (((a / 9.8
146.           1) * VEHICLE_COG_H) / VEHICLE_WHEELBASE));
147.
148.       float forceFront = wheel_front.Tick(timetick, vehicleSpeed, Zp / 2);
149.       float forceRear = wheel_rear.Tick(timetick, vehicleSpeed, Zr / 2);
150.
151.       if (((wheel_front.neww < 0.0f && fabs(wheel_front.neww) > 0.01f) ||
152.           (wheel_rear.neww < 0.0f && fabs(wheel_rear.neww) > 0.01f)) && timetick > 0.
153.           0000001f)
154.       {
155.           timetick *= 0.5f;
156.       }
157.       else
158.       {
159.           a = (2 * (forceFront + forceRear)) / mass;
160.           vehicleSpeed -= a * timetick;
161.
162.           wheel_front.AcceptTick();
163.           wheel_rear.AcceptTick();
164.
165.           timeelapsed += timetick;
166.           distance += vehicleSpeed * timetick;
167.           if (timeelapsed > reportTrigger || vehicleSpeed < 0.01f)
168.           {

```

```
166.         std::cout << " dist=" << distance << " t=" << reportTrigger << " V=" << vehicl
           eSpeed << " a=" << a << " slipF=" << wheel_front.slipratio << " slipR=" << wheel_rear.sl
           ipratio << " Zp=" << Zp << " Zr=" << Zr << std::endl;
167.         reportTrigger += 0.1f;
168.     }
169.
170.     if (vehicleSpeed < 0.01f)
171.     {
172.         break;
173.     }
174. }
175. }
176. return 0;
177. }
```

Dodatek B: Kod modelu obliczeniowego dla zabytkowego pojazdu marki Ford A podczas hamowania (napisany w systemie C++)

```
1. #include <iostream>
2. #include <vector>
3. #include <assert.h>
4. #include <math.h>
5. #include <algorithm>
6. using namespace std;
7.
8. /*
9. http://w...content-available-to-author-only...o.uk/brakecalcs.html
10. https://b...content-available-to-author-only...e.de/books?id=6TA3AAAAQBAJ&pg=PA36&lpg=PA36&dq=car+pitch+during+braking+equation&source=bl&ots=roaYlgtEOs&sig=K-3mvf8KqM\_18cesjdXJFUvx8QY&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwIU-9CSsejLAhVCWhQKHwblCVc4ChDoAQgxMAU#v=onepage&q=car%20pitch%20during%20braking%20equation&f=false
11. */
12.
13. float PI = 3.14159265f;
14. float GRIP_FACTOR = 8.0f;
15. float BRAKING_FRONT = -300.0f;
16. float BRAKING_REAR = -300.0f;
17. float WHEEL_MASS = 15; //kg
18. float WHEEL_RADIUS = 0.317; //m radius 195/55/15
19. float WHEEL_MOMENT_OF_INERTIA = WHEEL_MASS * WHEEL_RADIUS * WHEEL_RADIUS / 2; // 1/2 MRR
20. float VEHICLE_MASS = 1000; //kg
21. float VEHICLE_INITIAL_VELOCITY = 27.7 /*100 km/h*/ * 0.4;
22. float VEHICLE_COG_H = 0.5; // m
23. float VEHICLE_COG_FRONT_W = 1; // m
24. float VEHICLE_COG_REAR_W = 1; // m
25. float VEHICLE_WHEELBASE = VEHICLE_COG_FRONT_W + VEHICLE_COG_REAR_W;
26.
27. struct TFunVal
28. {
29.     float x;
30.     float y;
31. };
32.
33. std::vector<TFunVal> gripFun =
34. {
35.     { 0.0f, 0.0f },
36.     { 0.1f, 0.9f },
```

```

37.     { 0.14f, 1.0f },
38.     { 0.2f, 1.03f },
39.     { 1.0f, 0.9f }
40. };
41.
42. float GetFunValue(std::vector<TFunVal> & function, float x)
43. {
44.     bool invert = (x < 0.0f);
45.     if (invert) { x = -x; }
46.     x = min(x, 1.0f);
47.     for (int i = 0; i < function.size() - 1; ++i)
48.     {
49.         if (x >= function[i].x && x <= function[i + 1].x)
50.         {
51.             float xDiff = function[i + 1].x - function[i].x;
52.             float yDiff = function[i + 1].y - function[i].y;
53.             float xRatio = (x - function[i].x) / xDiff;
54.             float retVal = function[i].y + yDiff * xRatio;
55.             return (invert ? -retVal : retVal);
56.         }
57.     }
58.
59.     assert(false);
60.     return 0.0f;
61. }
62.
63. class Wheel
64. {
65. public:
66.     float angle; // kat
67.     float m; // masa
68.     float r; // promien
69.     float I; // moment bezwladnosci
70.     float w; // predkosc katowa rad/sec
71.     float neww;
72.     float slipratio;
73.
74.     float currentTorque;
75.
76. public:
77.     Wheel(float m, float R, float _I, float startV);
78.
79.     void ApplyTorque(float torque);
80.     void ApplyLinearTangentForce(float force);
81.     float Tick(float & time, float & vehicleSpeed, float verticalLoad);
82.

```

```

83. float VtoW(float V) { return V*r; }
84. float WtoV(float W) { return W / r; }
85.
86. void AcceptTick() { w = max(0.0f, neww); }
87.
88. //float VtoKMH() { return 3.6f * v; }
89. };
90.
91. float CalculateSX(float V, float Vref)
92. {
93.     return (Vref - V) / Vref;
94. }
95.
96. Wheel::Wheel(float M, float R, float _I, float startV) : angle(0), currentTorque(0), m(M), r(
    R), I(_I), w(VtoW(startV))
97. {
98. }
99.
100. void Wheel::ApplyTorque(float torque)
101. {
102.     currentTorque += torque;
103. }
104.
105. void Wheel::ApplyLinearTangentForce(float force)
106. {
107.     ApplyTorque(force * r);
108. }
109.
110. float Wheel::Tick(float & time, float & vehicleSpeed, float verticalLoad)
111. {
112.     slipratio = CalculateSX(Wheel::WtoV(this->w), vehicleSpeed);
113.     float contactForce = GetFunValue(gripFun, slipratio) * verticalLoad * GRIP_FACTO
    R;
114.
115.     float alfa = (currentTorque + (contactForce * r)) / I;
116.     neww = w + (alfa * time);
117.
118.     currentTorque = 0;
119.     return contactForce;
120. }
121.
122. int main() {
123.
124.     float distance = 0.0f; // meters
125.     float vehicleSpeed = VEHICLE_INITIAL_VELOCITY;
126.     float mass = VEHICLE_MASS; // kg

```



```

127.   Wheel wheel_front(WHEEL_MASS, WHEEL_RADIUS, WHEEL_MOMENT_OF_IN
      ERTIA, vehicleSpeed);
128.   Wheel wheel_rear(WHEEL_MASS, WHEEL_RADIUS, WHEEL_MOMENT_OF_IN
      ERTIA, vehicleSpeed);
129.   float Zp; // nacisk na przednie koło dynamiczny
130.   float Zr; // nacisk na tylne koło dynamiczny
131.   float a = 0; // opóźnienie
132.
133.   float timeelapsed = 0.0f; // seconds
134.   float timetick = 0.00001f;
135.
136.   float reportTrigger = 0.1f;
137.
138.   for (int i = 0u; i<1000000; ++i)
139.   {
140.       wheel_front.ApplyTorque(BRAKING_FRONT); // Nm
141.       wheel_rear.ApplyTorque(BRAKING_REAR); // Nm
142.
143.       Zp = mass * ((VEHICLE_COG_REAR_W / VEHICLE_WHEELBASE) + (((a / 9.8
144.           1) * VEHICLE_COG_H) / VEHICLE_WHEELBASE));
145.       Zr = mass * ((VEHICLE_COG_FRONT_W / VEHICLE_WHEELBASE) - (((a / 9.8
146.           1) * VEHICLE_COG_H) / VEHICLE_WHEELBASE));
147.
148.       float forceFront = wheel_front.Tick(timetick, vehicleSpeed, Zp / 2);
149.       float forceRear = wheel_rear.Tick(timetick, vehicleSpeed, Zr / 2);
150.
151.       if (((wheel_front.newww < 0.0f && fabs(wheel_front.newww) > 0.01f) ||
152.           (wheel_rear.newww < 0.0f && fabs(wheel_rear.newww) > 0.01f)) && timetick > 0.
153.           0000001f)
154.       {
155.           timetick *= 0.5f;
156.       }
157.       else
158.       {
159.           a = (2 * (forceFront + forceRear)) / mass;
160.           vehicleSpeed -= a * timetick;
161.
162.           wheel_front.AcceptTick();
163.           wheel_rear.AcceptTick();
164.
165.           timeelapsed += timetick;
166.           distance += vehicleSpeed * timetick;
167.           if (timeelapsed > reportTrigger || vehicleSpeed < 0.01f)
168.           {

```

```
166.         std::cout << " dist=" << distance << " t=" << reportTrigger << " V=" << vehicleSpeed << " a=" << a << " slipF=" << wheel_front.slipratio << " slipR=" << wheel_rear.slipratio << " Zp=" << Zp << " Zr=" << Zr << std::endl;
167.         reportTrigger += 0.1f;
168.     }
169.
170.     if (vehicleSpeed < 0.01f)
171.     {
172.         break;
173.     }
174. }
175. }
176. return 0;
177. }
```

Dodatek C: Lista sprawdzeń

Tabela C.1. Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego

1. UKŁAD HAMULCOWY

1.1	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego hamulce	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>zbyt ciasne pasowanie sworznia, nadmierne zużycie lub zbyt duży luz sworznia, nadmierny lub zbyt mały skok jałowy, pedał hamulca nie zwalnia się (luzuje) prawidłowo, nadmierny opór, nadmierne zużycie lub luz</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.2	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca pomocniczego (awaryjnego)	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>nadmierny lub zbyt mały skok, pedał/dźwignia hamulca nie zwalnia się (luzuje) prawidłowo, nadmierny opór, nadmierne zużycie lub luz</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.3	Urządzenia wspomagające układ hamulcowy, pompa hamulcowa	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>urządzenie wspomagające jest uszkodzone lub nie działa, uszkodzona pompa hamulcowa lub wyciek z pompy, niepewne mocowanie pompy hamulcowej</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.4	Stan sztywnych przewodów hamulcowych, linek, drążków, mechanizmu	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>stan przewodów grozi awarią lub pęknięciem, wycieki z przewodów lub ich połączeń, przewody uszkodzone lub nadmiernie skorodowane, linka uszkodzona lub splątana, nadmierne zużycie lub korozja elementów, niepewne mocowanie linki, drążka lub połączenia</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.5	Stan elastycznych przewodów hamulcowych	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>stan przewodów grozi awarią lub pęknięciem, przewody są uszkodzone, wycieki z przewodów lub ich połączeń, przewody pęcznią pod ciśnieniem</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.6	Okładziny i bębny hamulcowe	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>nadmierne zużycie okładzin lub bębna, zanieczyszczenia typu: olej, smar itp., brak okładziny lub bębna</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.7	Klocki i tarcze hamulcowe	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>nadmierne zużycie klocka lub tarczy, korozja, rysy lub pęknięcia na powierzchni, niepewne mocowanie, brak klocka lub tarczy, zanieczyszczenia typu: olej, smar itp.</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.8	Urządzenia uruchamiające hamulce (w tym sprężynowe, pneumatyczne lub hydrauliczne)	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>pęknięcia lub uszkodzenie urządzenia uruchamiającego, wyciek z urządzenia uruchamiającego, niepewne lub nieprawidłowe mocowanie urządzenia uruchamiającego, nadmierna korozja urządzenia uruchamiającego, zbyt mały lub zbyt duży skok tłoka mechanizmu</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.9	Korektor siły hamowania	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>uszkodzone podłączenie, zawór zatarty lub nie działa, wycieki płynu, korektor wykazujący nietypowy ruch, nieprawidłowe ustawienie, nieprawidłowa praca korektora, nieprawidłowy montaż</i>	zaznaczyć odpowiednie
1.10	Kompletny układ hamulcowy oraz konstrukcja	0 / 1 / 2
	Usterka: <i>niepewne lub nieprawidłowe mocowanie elementu układu hamulcowego, niewłaściwa naprawa lub przeróbka dowolnego elementu, niekompletność układu hamulcowego, nieszczelności z pozostałych elementów (wcześniej niewymienionych)</i>	zaznaczyć odpowiednie

2. UKŁAD KIEROWNICZY

2.1	Przekładnia kierownicza i jej mocowanie	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: mechanizm obraca się ciężko lub z zacięciami, uszkodzenie wału przekładni kierowniczej lub zużycie wielowypustu, nadmierny luz na wale przekładni kierowniczej wyciek, nieprawidłowe mocowanie obudowy przekładni kierowniczej, deformacja otworów do mocowania w podwoziu, brak lub uszkodzone śruby mocujące, pęknięcia obudowy przekładni kierowniczej	
2.2	Stan połączeń układu kierowniczego	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: ruch elementów względem siebie wymaga naprawy, nadmierne zużycie przegubów, pęknięcia lub odkształcenie dowolnego elementu, nieprawidłowe ustawienie elementów, np. drążka poprzecznego lub wałka wzdłużnego, niewłaściwa naprawa lub przeróbka, uszkodzenie lub znaczące zużycie osłon gumowych, ruchome części układu kierowniczego kolidują ze stałymi elementami podwozia, elementy ograniczające skręt nie działają	
2.3	Wspomaganie układu kierowniczego	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: wyciek płynu, mechanizm wspomagania nie działa, pęknięcia lub niepewne mocowanie mechanizmu wspomagania, niewłaściwa naprawa lub przeróbka, uszkodzenie lub nadmierna korozja przewodów	
2.4	Kierownica, koło kierownicy, kolumna kierownicy	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: ruch kierownicy względem kolumny kierownicy wskazujący na ewidentny luz, luźne mocowanie koła kierownicy, pęknięcia obręczy lub ramion kierownicy, zużyte przeguby, uszkodzone mocowanie kolumny, niewłaściwa naprawa lub przeróbka, wyraźny luz promieniowy lub poosiowy kolumny kierownicy	
2.5	Ustawienie kół	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: urządzenie do ogólnej oceny wykazuje nieprawidłowe wartości	
2.6	Drążki kierownicze	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: nadmierne luzy w połączeniach (przegubach), pęknięcia lub deformacja jakiegokolwiek części, czynności naprawcze wykonane spawaniem, zgrzewaniem lub lutowaniem, nieprawidłowy montaż drążków kierowniczych i końcówek drążków, uszkodzone osłony gumowe elementów układu kierowniczego, ocieranie drążków lub dźwigni o sąsiednie elementy podwozia, nie działanie ograniczników skrętu	

3. WIDOCZNOŚĆ

3.1	Stan szyb	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: pęknięcia lub przebarwienia szyby szklanej lub przezroczystej lub z tworzywa, niedopuszczalny stan	
3.2	Lusterka	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: lusterko lub urządzenie widzenia pośredniego nie działa lub jest uszkodzone lub luźne lub o niepewnym mocowaniu	
3.3	Wycieraczki	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: brak wycieraczek o ile jest mocowanie lub wycieraczki nie działają, brak pióra wycieraczki lub jego wyraźne uszkodzenie	
3.4	Spryskiwacze szyby	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: nie działają prawidłowo	
3.5	Instalacja odmgławiająca	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: nie działa lub jest wyraźnie uszkodzona	

4. ŚWIATŁA I WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE

4.1	Światła drogowe i mijania, przełączniki świateł, urządzenia do regulacji ustawienia świateł	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: brak światła, źródła światła lub jego uszkodzenie, niedziałanie światła, uszkodzenie układu projektorowego (odbłyśnik i klosz), niepewne mocowanie światła, niejednakowa barwa, niesprawne przełączenie świateł mijania na drogowe lub odwrotnie, reflektory niepoprawnie zamocowane, przełącznik nie działa lub nie działa prawidłowo, urządzenie do regulacji nie działa	
4.2	Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe, przełączniki świateł	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: uszkodzenie źródła światła, uszkodzenie klosza, niepewne mocowanie światła, przełącznik nie działa lub nie działa prawidłowo	
4.3	Światła stopu, włącznik świateł	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: uszkodzenie źródła światła, uszkodzenie klosza, niepewne mocowanie światła, nie włącza się przy uruchomieniu hamulca roboczego, barwa inna niż czerwona, przełącznik nie działa lub nie działa prawidłowo	
4.4	Światła kierunkowskazu i światła awaryjne, przełączniki świateł	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: uszkodzenie źródła światła, uszkodzenie klosza, niepewne mocowanie światła, przełącznik nie działa lub nie działa prawidłowo	
4.5	Przednie i tylne światła przeciwmgłowe, przełączniki świateł	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: uszkodzenie źródła światła o ile występuje, uszkodzenie klosza, niepewne mocowanie światła, przełącznik nie działa lub nie działa prawidłowo	
4.6	Światła cofania, włącznik świateł	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: uszkodzenie źródła światła o ile występuje, uszkodzenie klosza, niepewne mocowanie światła, włączenie na biegu innym niż wsteczny, przełącznik nie działa lub nie działa prawidłowo	
4.7	Światła oświetlające tylną tablicę rejestracyjną	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: uszkodzenie źródła światła o ile występuje, uszkodzenie klosza, niepewne mocowanie światła	
4.8	Światła odblaskowe, oznakowanie odblaskowe i odblaskowe konturowe, tylne tablice odblaskowe	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: nieprawidłowe działanie lub uszkodzenie świateł odblaskowych, niepewne mocowanie świateł odblaskowych, światła odblaskowe nieprawidłowo zamocowane do pojazdu	
4.9	Złącza i przewody elektryczne	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: niepewne mocowanie lub niewłaściwe zabezpieczenie instalacji elektrycznej, instalacja w złym stanie, uszkodzona lub zużyta izolacja	
4.10	Akumulator	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: niepewne mocowanie, wyciek, pęknięcie obudowy, brak możliwości uruchomienia pojazdu	

5. OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE

5.1	Osie	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: pęknięcie lub odkształcenie osi, niepewne mocowanie do pojazdu, niewłaściwa naprawa lub przeróbka	
5.2	Zwrotnice	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: pęknięcie zwrotnicy, nadmierne zużycie sworznia zwrotnicy lub łożysk sworznia, zbyt duży ruch zwrotnicy względem osi, luz sworznia zwrotnicy w osi, naprawy osi zwrotnic wykonane techniką spawania lub zgrzewania, zgrzyty w łożysku wskazujące na uszkodzenie łożyska	

5.3	Łożyska kół	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>zbyt duży luz na łożysku koła, łożysko koła zbyt ciasne lub zakleszczone, głośna praca łożyska</i>	
5.4	Piasta koła	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>brakujące lub obluźwane śruby lub nakrętki mocujące koła, zużycie lub uszkodzenie piasty</i>	
5.5	Koła	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>pęknięcie, wada spawalnicza lub deformacja tarcz kół, niewłaściwe zamocowanie pierścieni ustalających, znaczące odkształcenie lub zużycie koła, brak śrub mocujących lub nie dokręcenie</i>	
5.6	Opony	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>głębokość bieżnika niezgodna z wymaganiami rozporządzenia o warunkach technicznych, opona obciera o inne elementy nadwozia pojazdu, opony, których wskaźniki pokazują graniczne zużycie, a w odniesieniu do opon niezaopatrzonych w takie wskaźniki – o rzeźbie bieżnika mniejszej niż 1,6 mm na ¼ szerokości środkowej części opony, opony o widocznych pęknięciach obnażających lub naruszających ich osnowę albo odkształcone, opona uszkodzona przebita, nieszczelna</i>	
5.7	Elementy sprężyste zawieszenia i stabilizatory	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>niepewne mocowanie resorów do podwozia lub osi, uszkodzenie lub pęknięcie części resoru, brak resoru, niewłaściwa przeróbka lub naprawa, nadmierne luzy</i>	
5.8	Amortyzatory	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>niepewne mocowanie amortyzatorów do podwozia lub osi, amortyzator jest uszkodzony i wykazuje duże wycieki lub uszkodzenie</i>	
5.9	Drażki skrętne, drażki reakcyjne, wahacze	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>niepewne mocowanie części do podwozia lub osi, uszkodzenie, pęknięcie lub nadmierna korozja elementu, niewłaściwa przeróbka lub naprawa, naprawy wahaczy wykonane techniką spawania lub zgrzewania</i>	
5.10	Sworznie wahaczy	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>nadmierne zużycie sworznia lub łożysk sworzni lub sworzni wahaczy, brak lub znaczące uszkodzenie osłon gumowych</i>	
5.11	Zawieszenie pneumatyczne	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>układ nie działa, uszkodzenie, przeróbka lub zużycie dowolnego elementu w stopniu mogącym mieć negatywny wpływ na działanie układu, słyszalny wypływ powietrza z układu</i>	

6. PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA

6.1	Rama podwozia	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>pęknięcie lub odkształcenie ramy, podłużnic lub poprzeczek, niepewne mocowanie płyt wzmacniających lub połączeń, nadmierna korozja mająca wpływ na sztywność konstrukcji</i>	
6.2	Rury wydechowe i tłumiki	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>nieszczelność lub niepewne mocowanie układu wydechowego, obluźwanie, ryzyko odpadnięcia, uszkodzenie, niewłaściwe mocowanie, brak lub wyraźna przeróbka dowolnej części układu tłumienia hałasu w stopniu mającym niekorzystny wpływ na poziom hałasu, niekompletny układ wydechowy</i>	
6.3	Zbiorniki paliwa i przewody paliwowe	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>niepewne mocowanie zbiornika paliwa lub przewodów paliwowych, wyciek paliwa, brak korka wlewu paliwa lub korek nieszczelny, uszkodzenie lub przetarcie przewodów, nadmierna korozja zbiornika</i>	
6.4	Zderzaki, zabezpieczenia boczne i tylne, urządzenia zabezpieczające przed wjechaniem pod pojazd	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>obluźwane lub uszkodzone elementy grożące uszkodzeniem ciała w przypadku zahaczenia lub uderzenia</i>	

6.5	Zamocowanie koła zapasowego	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>elementy mocowania koła zapasowego w złym stanie, pęknięte lub niepewne mocowanie uchwytu, koło zapasowe nie trzyma się w uchwycie i grozi wypadnięciem</i>	
6.6	Urządzenia sprzęgające i przeznaczone do holowania, ciągnięcia	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>uszkodzenie, nieprawidłowe działanie lub pęknięcie elementu, nadmierne zużycie elementu, uszkodzone mocowanie elementu sprzęgającego do ramy, niewłaściwa naprawa lub przeróbka</i>	
6.7	Przeniesienie napędu	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>obluzowane lub brakujące śruby zabezpieczające, nadmierne zużycie łożysk wału napędowego, nadmierne zużycie przegubów wału napędowego, zły stan przegubów elastycznych, uszkodzony, zgięty wał lub półoś, pęknięcie lub zły stan obudowy łożyska, znaczące zużycie osłony gumowej, niedozwolona przeróbka układu napędowego, wycieki</i>	
6.8	Silnik	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>zawieszenie silnika zużyte, wyraźnie i znacząco uszkodzone, obluzowane lub pęknięte; wycieki płynów eksploatacyjnych (w tym z układu chłodzenia)</i>	
6.9	Błotniki, fartuchy przeciwbłotne	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>brak, obluzowane lub znaczące skorodowane części, niewłaściwe położenie względem koła jezdnego</i>	

7. NADWOZIE

7.1	Stan ogólny kabiny i nadwozia	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>obluzowana lub uszkodzona część nadwozia grożąca uszkodzeniem ciała, słupki nadwozia pęknięte, skorodowane, uszkodzone, niewłaściwa przeróbka lub naprawa, niepewne mocowania nadwozia lub kabiny, wyraźne przesunięcie nadwozia/kabiny względem podwozia, niepewne lub brakujące punkty mocowania nadwozia/kabiny do podwozia lub poprzeczek ramy podwozia, nadmierna korozja punktów mocowania nadwozia samonośnego, uszkodzenia zwiększające ryzyko uwięzienia pasażerów lub poranienia przechodniów w razie wypadku</i>	
7.2	Drzwi i zamki	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>drzwi źle się otwierają lub zamykają, stan techniczny drzwi grozi samoistnym otwarciem lub nie pozwala na ich domknięcie, brakujące obluzowane lub zniszczone: drzwi, zawiasy, zamki, słupki drzwi, klamki</i>	
7.3	Podłoga	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>niepewne mocowanie lub zły stan techniczny podłogi</i>	
7.4	Siedzenie kierowcy i pasażerów	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>siedzenie obluzowane lub uszkodzona konstrukcja siedzenia, złe zamocowanie grożące samoczynnym przemieszczeniem, mocowanie siedzeń w miejscach nieprzewidzianych do tego konstrukcyjnie dla danego typu pojazdu, śruby mocujące siedzenia bez oznaczenia cech wytrzymałościowych</i>	
7.5	Urządzenia sterujące kierowcy	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>nieprawidłowe działanie co najmniej jednego urządzenia sterującego lub przyrządu niezbędnego do bezpiecznego użytkowania pojazdu</i>	
7.6	Stopnie kabiny i poręcze	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>niepewne mocowanie stopnia/stopni lub poręczy, stopień/stopnie lub poręcz/poręcze w stanie zagrażającym bezpieczeństwu użytkowników</i>	
7.7	Inne wyposażenie wewnętrzne i zewnętrzne	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>uszkodzone mocowanie dodatkowych akcesoriów lub wyposażenia, wycieki z układów hydraulicznych</i>	
7.8	Stan ogólny pasów i zapięć oraz ich mocowania	0 / 1 / 2 zaznaczyć odpowiednie
	Usterka: <i>uszkodzenie pasów bezpieczeństwa o ile występują, uszkodzenie lub nieprawidłowe działanie klamry pasa bezpieczeństwa, uszkodzenie lub nieprawidłowe działanie związacza pasa bezpieczeństwa, brak miejsc kotwiczenia pasów, punkt kotwiczenia pasów wykazuje duże zniszczenie, obluzowany punkt kotwiczenia</i>	

7.9	Systemy poduszki powietrznej SRS	0 / 2
	Usterka: wskaźnik autodiagnostyki układu SRS wskazuje dowolny rodzaj awarii w układzie	zaznaczyć odpowiednie
7.10	Zamki i urządzenia przeciwwłamaniowe	0 / 1 / 2
	Usterka: urządzenie uniemożliwiające uruchomienie pojazdu nie działa, samoistne zamykanie, blokowanie drzwi lub uszkodzenie blokad	zaznaczyć odpowiednie
7.11	Sygnał dźwiękowy	0 / 1 / 2
	Usterka: nie działa, niepewne działanie przycisku sygnału, ton przeraźliwy lub nieciągły, za niski poziom dźwięku	zaznaczyć odpowiednie
7.12	Prędkościomierz	0 / 1 / 2
	Usterka: nie działa	zaznaczyć odpowiednie
7.13	Licznik przebiegu	0 / 1 / 2
	Usterka: wyraźne oznaki manipulacji, wyraźnie nie działa, inne uszkodzenia	zaznaczyć odpowiednie

UWAGI:

- Oględziny/kontrolę wzrokową/kontrolę organoleptyczną przeprowadza się bez demontażu zespołów i części pojazdu ustawionego na kanale lub podniesionego za pomocą dźwignika na stanowisku kontrolnym.
- Za każdy sprawdzony element z listy diagnosta przyznaje od 0 do 2 punktów. 0 punktów oznacza stan bardzo zły, 1 punkt stan pośredni oraz 2 punkty za stan bardzo dobry.
- Dodatkowo w pozycjach zaznaczonych kolorem czerwonym, jest możliwe zaznaczenie pola USZ (usterka stwarzająca zagrożenie) co skutkować będzie niedopuszczeniem pojazdu zabytkowego do ruchu, w następstwie usunięcia usterek przez właściciela pojazdu i ponownego ich sprawdzenia zgodnie z rozporządzeniem [84].
- Wskaźnik jakościowy pojazdu zabytkowego - „Q poj. zab.” otrzymuje się z zastosowania poniższego wzoru (C.1):

$$\frac{\text{suma uzyskanych punktów}}{(\text{liczba pozycji rozpatrywanych}) \times 2} \cdot 100\% = Q_{\text{poj. zab.}} \quad (\text{C.1})$$

- Na podstawie otrzymanego wskaźnika jakościowego pojazdu zabytkowego z poniższej tabeli C.2. odczytać można odpowiadającą mu notę wraz z przynależnym okresem następnego badania technicznego.

Tabela C.2. Tabela wskaźników jakościowych pojazdu zabytkowego wraz z przypadającymi im notami i przedziałów czasowych okresowych badań technicznych

Q _{poj. zab.} (wskaźnik jakościowy poj. zabytkowego)	Nota (nota zależna od stanu technicznego)	Okres (termin następnego badania techniczn.)
81% - 100%	Nota 1	3 lata
61% - 80%	Nota 2	2 lata
41% - 60%	Nota 3	1 rok
21% - 40%	Nota 4	0,5 roku
0% - 20%	Nota 5	14 dni (badanie negatywne)

6. Dodatkowo należy wykonać pomiar na ławie pomiarowej za pomocą przyrządów do kontroli ustawienia świateł mijania w celu podjęcia decyzji o zakazie używania pojazdu podczas zmniejszonej widoczności, np. od zmierzchu do świtu. Usterki decydujące o powyższym ograniczeniu zawarte są w poniższej tabeli nr 10.3.

Tabela 10.3. Tabela usterek dotyczących strumienia świateł mijania i ich ustawienia

Ustawienie świateł mijania	Zakaz jazdy podczas zmniejszonej widoczności
<i>Usterka: brak wyraźnej granicy światła i cienia świateł mijania z dopuszczeniem symetrycznej wiązki światła, odchylenie strumienia światła mijania w płaszczyźnie poziomej przekracza dopuszczalne graniczne: w lewo 5 cm na 10 m, w prawo 20 cm na 10 m, wartość ustawienia światła mijania w płaszczyźnie pionowej różni się od wartości nominalnej więcej niż 5 cm na 10 m w górę lub w dół</i>	TAK / NIE

Przykładowe badania według powyższej metodologii zawarte są w dodatkach C2-C7.

Dodatek C2: Wyniki badania technicznego przeprowadzonego zgodnie z nową metodyką dla pojazdu zabytkowego marki Volvo PV544 z 1961 roku

Tabela C.3. Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Volvo PV544 z 1961 roku

	L.P.	Pozycje do sprawdzenia	0 pkt	1 pkt	2 pkt	USZ
1. UKŁAD HAMULCOWY	1.1	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego ham			X	
	1.2	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca pomocniczego (awaryjnego)			X	
	1.3	Urządzenia wspomagające układ hamulcowy, pompa hamulcowa			X	
	1.4	Stan sztywnych przewodów hamulcowych, linek, drążków, mechanizmu			X	
	1.5	Stan elastycznych przewodów hamulcowych			X	
	1.6	Okładziny i bębny hamulcowe			X	
	1.7	Klocki i tarcze hamulcowe			X	
	1.8	Urządzenia uruchamiające hamulce (w tym sprężynowe, pneumatyczne lub hydrauliczne)			X	
	1.9	Korektor siły hamowania			X	
	1.10	Kompletny układ hamulcowy oraz konstrukcja			X	
2. UKŁAD KIEROWNICZY	2.1	Przekładnia kierownicza i jej mocowanie			X	
	2.2	Stan połączeń układu kierowniczego			X	
	2.3	Wspomaganie układu kierowniczego			X	
	2.4	Kierownica, koło kierownicy, kolumna kierownicy			X	
	2.5	Ustawienie kół			X	
	2.6	Drażki kierownicze			X	
3. WIDOCZNOŚĆ	3.1	Stan szyb			X	
	3.2	Lusterka			X	
	3.3	Wycieraczki			X	
	3.4	Spryskiwacze szyby			X	
	3.5	Instalacja odmgławiająca			X	
4. ŚWIATŁA WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE	4.1	Światła drogowe i mijania/przełączniki świateł / urządzenia do regulacji ustawienia świateł			X	
	4.2	Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe / przełączniki świateł			X	
	4.3	Światła stopu / włącznik świateł		X	X	
	4.4	Światła kierunkowskazu i światła awaryjne / przełączniki świateł			X	
	4.5	Przednie i tylne światła przeciwmglowe / przełączniki świateł			X	
	4.6	Światła cofania / włącznik świateł			X	
	4.7	Światła oświetlające tylną tablicę rejestracyjną			X	
	4.8	Światła odbłaskowe, oznakowanie odbłaskowe i odbłaskowe konturowe, tylne tablice odbłaskowe			X	
	4.9	Złącza i przewody elektryczne			X	
	4.10	Akumulator			X	
5. OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE	5.1	Osie			X	
	5.2	Zwrotnice			X	
	5.3	Łożyska kół			X	
	5.4	Plasta koła			X	
	5.5	Koła			X	
	5.6	Opony		X	X	
	5.7	Elementy sprężyste zawieszenia i stabilizatory			X	
	5.8	Amortyzatory			X	
	5.9	Drażki skrętne, drażki reakcyjne, wahacze			X	
	5.10	Sworznie wahaczy			X	
	5.11	Zawieszenie pneumatyczne			X	
6. PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA	6.1	Rama podwozia			X	
	6.2	Rury wydechowe i tłumiki			X	
	6.3	Zbiorniki paliwa i przewody paliwowe			X	
	6.4	Zderzaki, zabezpieczenia boczne i tylne, urządzenia zabezpieczające przed wjechaniem pod pojazd			X	
	6.5	Zamocowanie koła zapasowego			X	
	6.6	Urządzenia sprzęgające i przeznaczone do holowania, ciągnięcia			X	
	6.7	Przeniesienie napędu			X	
	6.8	Mocowanie silnika			X	
	6.9	Błotniki, fartuchy przeciwbłotne			X	
7. NADWOZIE	7.1	Stan ogólny kabiny i nadwozia			X	
	7.2	Drzwi i zamki			X	
	7.3	Podłoga			X	
	7.4	Siedzenie kierowcy i pasażerów			X	
	7.5	Urządzenia sterujące kierowcy			X	
	7.6	Stopnie kabiny i poręcze			X	
	7.7	Inne wyposażenie wewnętrzne i zewnętrzne			X	
	7.8	Stan ogólny pasów i zapięć oraz ich mocowania			X	
	7.9	Systemy poduszki powietrznej SRS			X	
	7.10	Zamki i urządzenia przeciwwłamaniowe			X	
	7.11	Sygnał dźwiękowy			X	
	7.12	Prędkościomierz			X	
	7.13	Licznik przebiegu			X	

SUMA UZYSKANYCH PUNKTÓW: 96
 LICZBA POZYCJI ROZPATRZONYCH: 50
 WSKAŹNIK JAKOŚCIOWY POJAZDU ZABYTKOWEGO: 96,0%
 KLASYFIKACJA STANU TECHNICZNEGO WG TABELI NR C.2.: NOTA 1
 TERMIN NASTĘPNEGO BADANIA TECHNICZNEGO: 3 LATA
 ZMIERZONE OPÓŹNIENIE HAMOWANIA: 7,04 m/s²
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI W OBSZARZE ZABUDOWANYM: BEZ OGRANICZEŃ
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI POZA OBSZAREM ZABUDOWANYM: BEZ OGRANICZEŃ
 ZAKAZ JAZDY PODCZAS ZMNIEJSZONEJ WIDOCZNOŚCI: TAK / NIE
 USZ - USTERKI STWARZAJĄCE ZAGROŻENIE (BAD. NEGATYWNE) BRAK
 WYNIK BDANIA TECHNICZNEGO POJAZDU ZABYTKOWEGO: POZYTYWNY



Wyjaśnienie:

Suma uzyskanych punktów według powyższej tabeli nr C.4. dla pojazdu marki Volvo PV544 z 1961 roku wynosi 96 z 50 sprawdzonych pozycji. Według wzoru nr C.1. obliczony wskaźnik jakościowy pojazdu zabytkowego wyniósł 96%.

$$\frac{\text{suma uzyskanych punktów}}{(\text{liczba pozycji rozpatrywanych}) \times 2} \cdot 100\% = Q_{\text{poj. zab.}} \quad (\text{C.1})$$

Na podstawie otrzymanego wskaźnika jakościowego pojazdu zabytkowego z poniższej tabeli C.2. wynika odpowiadająca Nota 1 wraz z przynależnym terminem kolejnego badania technicznego przypadającego za 3 lata.

Tabela C.2. Tabela wskaźników jakościowych pojazdu zabytkowego wraz z przypadającymi im notami i przedziałów czasowych okresowych badań technicznych

Q poj. zab. (wskaźnik jakościowy poj. zabytkowego)	Nota (nota zależna od stanu technicznego)	Okres (termin następnego badania techniczn.)
81% - 100%	Nota 1	3 lata
61% - 80%	Nota 2	2 lata
41% - 60%	Nota 3	1 rok
21% - 40%	Nota 4	0,5 roku
0% - 20%	Nota 5	14 dni (badanie negatywne)

Pojazd otrzymuje dopuszczenie do ruchu ze względu na:

- brak wykrytych usterek stwarzających zagrożenie (USZ),
- uzyskaną Notę 1, która daje przywilej otrzymania terminu kolejnego badania najbardziej odległego z możliwych.

W związku z wykrytymi drobnymi usterkami, które dotyczą mniej istotnych uszkodzeń, samochód otrzymał wskaźnik jakościowy pojazdu zabytkowego 96% zamiast 100%. Mimo to kwalifikuje się do Noty 1.

Następnie przeprowadzono serię 5 powtórzeń hamowania na drodze i za pomocą opóźniomierza zmierzono wartości maksymalnego opóźnienia hamowania zgodnie z rozporządzeniem [75], dla których wyznaczono średnią wartość wynoszącą 7,04 m/s².



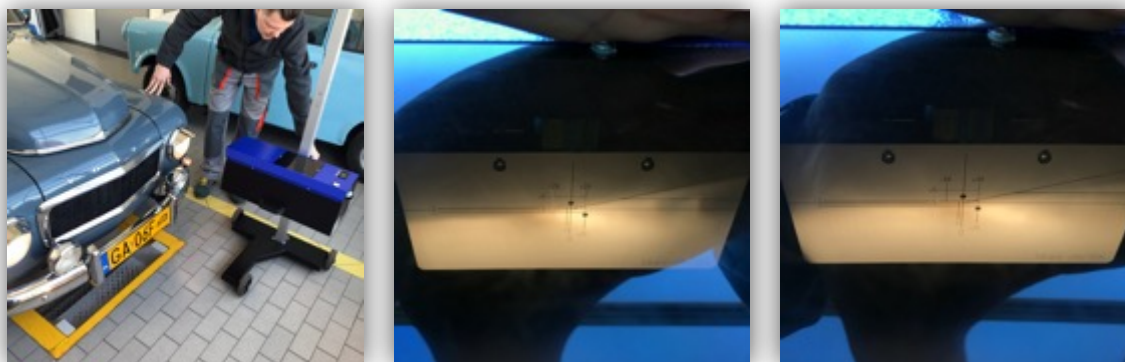
Rys. C.1. Wartości opóźnienia hamowania z 5 pomiarów wykonanych dla Volvo PV544 z 1961 r.

Zgodnie z tabelami 9.5 oraz 9.6, w których podano ograniczenia prędkości dopuszczalnych w oraz poza obszarem zabudowanym dla badanego Volvo PV544 z 1961 roku nie zostaje ograniczona dopuszczalna prędkość gdyż zmierzone opóźnienie hamowania nie jest mniejsze od 5 m/s^2 wymaganych rozporządzeniem.

Ostatni etap badania to wykonanie pomiaru na ławie pomiarowej za pomocą przyrządu do kontroli ustawienia świateł. Badany pojazd nie zostaje objęty zakazem używania podczas zmniejszonej widoczności w związku ze spełnieniem kryterium usterek podanym w tabeli nr 10.3 co przedstawiono na rysunku nr C.2.

Tabela 10.3. Tabela usterek dotyczących strumienia świateł mijania i ich ustawienia

Ustawienie świateł mijania	Zakaz jazdy podczas zmniejszonej widoczności
<i>Usterka: brak wyraźnej granicy światła i cienia świateł mijania z dopuszczeniem symetrycznej wiązki światła, odchylenie strumienia światła mijania w płaszczyźnie poziomej przekracza dopuszczalne graniczne: w lewo 5 cm na 10 m, w prawo 20 cm na 10 m, wartość ustawienia światła mijania w płaszczyźnie pionowej różni się od wartości nominalnej więcej niż 5 cm na 10 m w górę lub w dół</i>	TAK / NIE



Rys. C.2. Kontrola ustawienia świateł mijania wraz z przykładem uwzględniającym światła mijania badanego Volvo PV544 z 1961 roku

Dodatek C3: Wyniki badania technicznego przeprowadzonego zgodnie z nową metodyką dla pojazdu zabytkowego marki Citroen 11 BL z 1956 roku

Tabela C.4. Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Citroen 11 BL z 1956 roku

	L.P.	Pozycje do sprawdzenia	0 pkt	1 pkt	2 pkt	USZ
1. UKŁAD HAMULCOWY	1.1	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego hamulca				
	1.2	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca pomocniczego (awaryjnego)				
	1.3	Urządzenia wspomagające układ hamulcowy, pompa hamulcowa				
	1.4	Stan sztywnych przewodów hamulcowych, linek, drążków, mechanizmu				
	1.5	Stan elastycznych przewodów hamulcowych				
	1.6	Okładziny i bębny hamulcowe				
	1.7	Klocki i tarcze hamulcowe				
	1.8	Urządzenia uruchamiające hamulce (w tym sprężynowe, pneumatyczne lub hydrauliczne)				
	1.9	Korektor siły hamowania				
	1.10	Kompletny układ hamulcowy oraz konstrukcja				
2. UKŁAD KIEROWNICZY	2.1	Przekładnia kierownicza i jej mocowanie				
	2.2	Stan połączeń układu kierowniczego				
	2.3	Wspomaganie układu kierowniczego				
	2.4	Kierownica, koło kierownicy, kolumna kierownicy				
	2.5	Ustawienie kół				
	2.6	Drążki kierownicze				
3. WIDOCZNOŚĆ	3.1	Stan szyby				
	3.2	Lusterka				
	3.3	Wycieraczki				
	3.4	Spryskiwacze szyby				
	3.5	Instalacja odmgławiająca				
4. ŚWIATŁA WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE	4.1	Światła drogowe i mijania/przełączniki świateł / urządzenia do regulacji ustawienia świateł				
	4.2	Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe / przełączniki świateł				
	4.3	Światła stopu / włącznik świateł				
	4.4	Światła kierunkowskazu i światła awaryjne / przełączniki świateł				
	4.5	Przednie i tylne światła przeciwmgłowe / przełączniki świateł				
	4.6	Światła cofania / włącznik świateł				
	4.7	Światła oświetlające tylną tablicę rejestracyjną				
	4.8	Światła odblaskowe, oznakowanie odblaskowe i odblaskowe konturowe, tylne tablice odblaskowe				
	4.9	Złącza i przewody elektryczne				
	4.10	Akumulator				
5. OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE	5.1	Osie				
	5.2	Zwrotnice				
	5.3	Łożyska kół				
	5.4	Piasta koła				
	5.5	Koła				
	5.6	Opony				
	5.7	Elementy sprężyste zawieszenia i stabilizatory				
	5.8	Amortyzatory				
	5.9	Drążki skrętne, drążki reakcyjne, wahacze				
	5.10	Sworznie wahaczy				
	5.11	Zawieszenie pneumatyczne				
6. PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA	6.1	Rama podwozia				
	6.2	Rury wydechowe i tłumiki				
	6.3	Zbiorniki paliwa i przewody paliwowe				
	6.4	Zderzaki, zabezpieczenia boczne i tylne, urządzenia zabezpieczające przed wjechaniem pod pojazd				
	6.5	Zamocowanie koła zapasowego				
	6.6	Urządzenia sprzęgające i przeznaczone do holowania, ciągnięcia				
	6.7	Przeniesienie napędu				
	6.8	Mocowanie silnika				
	6.9	Błotniki, fartuchy przeciwbłotne				
7. NADWOZIE	7.1	Stan ogólny kabiny i nadwozia				
	7.2	Drzwi i zamki				
	7.3	Podłoga				
	7.4	Siedzenie kierowcy i pasażerów				
	7.5	Urządzenia sterujące kierowcy				
	7.6	Stopnie kabiny i poręcze				
	7.7	Inne wyposażenie wewnętrzne i zewnętrzne				
	7.8	Stan ogólny pasów i zapięć oraz ich mocowania				
	7.9	Systemy poduszki powietrznej SRS				
	7.10	Zamki i urządzenia przeciwwłamaniowe				
	7.11	Sygnal dźwiękowy				
	7.12	Prędkościomierz				
	7.13	Licznik przebiegu				

SUMA UZYSKANYCH PUNKTÓW: 96
 LICZBA POZYCJI ROZPATRZONYCH: 50
 WSKAŹNIK JAKOŚCIOWY POJAZDU ZABYTKOWEGO: 96,0%
 KLASYFIKACJA STANU TECHNICZNEGO WG TABELI NR C.2.: NOTA 1
 TERMIN NASTĘPNEGO BADANIA TECHNICZNEGO: 3 LATA
 ZMIERZONE OPÓŹNIENIE HAMOWANIA: 7,46 m/s²
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI W OBSZARZE ZABUDOWANYM: BEZ OGRANICZEŃ
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI POZA OBSZAREM ZABUDOWANYM: BEZ OGRANICZEŃ
 ZAKAZ JAZDY PODCZAS ZMNIJSZONEJ WIDOCZNOŚCI: TAK / NIE
 USZ - USTERKI STWARZAJĄCE ZAGROŻENIE (BAD. NEGATYWNE): BRAK
 WYNIK BADAŃ TECHNICZNEGO POJAZDU ZABYTKOWEGO: POZYTYWNY



Wyjaśnienie:

Suma uzyskanych punktów według powyższej tabeli nr C.4. dla pojazdu marki Citroen 11 BL z 1956 roku wynosi 96 z 50 sprawdzonych pozycji. Według wzoru nr C.1. obliczony wskaźnik jakościowy pojazdu zabytkowego wyniósł 96%.

$$\frac{\text{suma uzyskanych punktów}}{(\text{liczba pozycji rozpatrywanych}) \times 2} \cdot 100\% = Q_{\text{poj. zab.}} \quad (\text{C.1})$$

Na podstawie otrzymanego wskaźnika jakościowego pojazdu zabytkowego z poniższej tabeli C.2. wynika odpowiadająca Nota 1 wraz z przynależnym terminem kolejnego badania technicznego przypadającego za 3 lata.

Tabela C.2. Tabela wskaźników jakościowych pojazdu zabytkowego wraz z przypadającymi im notami i przedziałów czasowych okresowych badań technicznych

Q poj. zab. (wskaźnik jakościowy poj. zabytkowego)	Nota (nota zależna od stanu technicznego)	Okres (termin następnego badania techniczn.)
81% - 100%	Nota 1	3 lata
61% - 80%	Nota 2	2 lata
41% - 60%	Nota 3	1 rok
21% - 40%	Nota 4	0,5 roku
0% - 20%	Nota 5	14 dni (badanie negatywne)

Pojazd otrzymuje dopuszczenie do ruchu ze względu na:

- brak wykrytych usterek stwarzających zagrożenie (USZ),
- uzyskaną Notę 1, która daje przywilej otrzymania terminu kolejnego badania najbardziej odległego z możliwych.

W związku z wykrytymi drobnymi usterkami, które dotyczą mniej istotnych uszkodzeń, samochód otrzymał wskaźnik jakościowy pojazdu zabytkowego 96% zamiast 100%. Mimo to kwalifikuje się do Noty 1.

Następnie przeprowadzono serię 5 powtórzeń hamowania na drodze i za pomocą opóźniomierza zmierzono wartości maksymalnego opóźnienia hamowania zgodnie z rozporządzeniem [77], dla których wyznaczono średnią wartość wynoszącą 7,46 m/s².



Rys. C.3. Wartości opóźnienia hamowania z 5 pomiarów wykonanych dla Citroena 11 BL z 1956 r.

Zgodnie z tabelami 9.5 oraz 9.6, w których podano ograniczenia prędkości dopuszczalnych w oraz poza obszarem zabudowanym dla badanego Citroena 11 BL z 1956 roku nie zostaje ograniczona dopuszczalna prędkość gdyż zmierzone opóźnienie hamowania nie jest mniejsze od 5 m/s^2 wymaganych rozporządzeniem.

Ostatni etap badania to wykonanie pomiaru na ławie pomiarowej za pomocą przyrządu do kontroli ustawienia świateł. Badany pojazd nie zostaje objęty zakazem używania podczas zmniejszonej widoczności w związku ze spełnieniem kryterium usterek podanym w tabeli nr 10.3 co przedstawiono na rysunku nr C.4.

Tabela 10.3. Tabela usterek dotyczących strumienia świateł mijania i ich ustawienia

Ustawienie świateł mijania	Zakaz jazdy podczas zmniejszonej widoczności
<i>Usterka: brak wyraźnej granicy światła i cienia świateł mijania z dopuszczeniem symetrycznej wiązki światła, odchylenie strumienia światła mijania w płaszczyźnie poziomej przekracza dopuszczalne graniczne: w lewo 5 cm na 10 m, w prawo 20 cm na 10 m, wartość ustawienia światła mijania w płaszczyźnie pionowej różni się od wartości nominalnej więcej niż 5 cm na 10 m w górę lub w dół</i>	TAK / NIE



Rys. C.4. Kontrola ustawienia świateł mijania wraz z przykładem uwzględniającym światła mijania badanego Citroena 11 BL z 1956 roku

Dodatek C4: Wyniki badania technicznego przeprowadzonego zgodnie z nową metodyką dla pojazdu zabytkowego marki DeSoto z 1953 roku

Tabela C.5. Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego DeSoto z 1953 roku

	L.P.	Pozycje do sprawdzenia	0 pkt	1 pkt	2 pkt	USZ
1. UKŁAD HAMULCOWY	1.1	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego hamulce	X			X
	1.2	Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca pomocniczego (awaryjnego)				
	1.3	Urządzenia wspomagające układ hamulcowy, pompa hamulcowa				
	1.4	Stan sztywnych przewodów hamulcowych, linek, drążków, mechanizmu				
	1.5	Stan elastycznych przewodów hamulcowych				
	1.6	Okładziny i bębny hamulcowe				
	1.7	Klocki i tarcze hamulcowe				
	1.8	Urządzenia uruchamiające hamulce (w tym sprężynowe, pneumatyczne lub hydrauliczne)	X			X
	1.9	Korektor siły hamowania				
	1.10	Kompletny układ hamulcowy oraz konstrukcja				
2. UKŁAD KIEROWNICZY	2.1	Przekładnia kierownicza i jej mocowanie				
	2.2	Stan połączeń układu kierowniczego				
	2.3	Wspomaganie układu kierowniczego				
	2.4	Kierownica, koło kierownicy, kolumna kierownicy				
	2.5	Ustawienie kół				
	2.6	Drążki kierownicze				
3. WIDOCZNOŚĆ	3.1	Stan szyby	X			
	3.2	Lusterka				
	3.3	Wycieraczki				
	3.4	Spryskiwacze szyby				
	3.5	Instalacja odmgławiająca				
4. ŚWIATŁA WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE	4.1	Światła drogowe i mijania/przełączniki świateł / urządzenia do regulacji ustawienia świateł	X			
	4.2	Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe / przełączniki świateł	X			
	4.3	Światła stopu / włącznik świateł				
	4.4	Światła kierunkowskazu i światła awaryjne / przełączniki świateł				
	4.5	Przednie i tylne światła przeciwmglowe / przełączniki świateł				
	4.6	Światła cofania / włącznik świateł				
	4.7	Światła oświetlające tylną tablicę rejestracyjną				
	4.8	Światła odblaskowe, oznakowanie odblaskowe i odblaskowe konturowe, tylne tablice odblaskowe				
	4.9	Złącza i przewody elektryczne	X			
	4.10	Akumulator	X			
5. OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE	5.1	Osie				
	5.2	Zwrotnice				
	5.3	Łożyska kół				
	5.4	Piasta koła				
	5.5	Koła				
	5.6	Opony				
	5.7	Elementy sprężyste zawieszenia i stabilizatory				
	5.8	Amortyzatory				
	5.9	Drążki skrętne, drążki reakcyjne, wahacze				
	5.10	Sworznice wahaczy				
	5.11	Zawieszenie pneumatyczne				
6. PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMCOWANE DO PODWOZIA	6.1	Rama podwozia	X			
	6.2	Rury wydechowe i tłumiki				
	6.3	Zbiorniki paliwa i przewody paliwowe				
	6.4	Zderzaki, zabezpieczenia boczne i tylne, urządzenia zabezpieczające przed wjechaniem pod pojazd				
	6.5	Zamocowanie koła zapasowego				
	6.6	Urządzenia sprzęgające i przeznaczone do holowania, ciągnięcia				
	6.7	Przeniesienie napędu				
	6.8	Mocowanie silnika				
	6.9	Błotniki, fartuchy przeciwblotne				
7. NADWOZIE	7.1	Stan ogólny kabiny i nadwozia	X			X
	7.2	Drzwi i zamki	X			X
	7.3	Podłoga	X			X
	7.4	Siedzenie kierowcy i pasażerów	X			X
	7.5	Urządzenia sterujące kierowcy	X			X
	7.6	Stopnie kabiny i poręcze	X			X
	7.7	Inne wyposażenie wewnętrzne i zewnętrzne	X			X
	7.8	Stan ogólny pasów i zapięć oraz ich mocowania	X			X
	7.9	Systemy poduszki powietrznej SRS	X			X
	7.10	Zamki i urządzenia przeciwwłamaniowe	X			X
	7.11	Sygnal dźwiękowy	X			X
	7.12	Prędkościomierz	X			X
	7.13	Licznik przebiegu	X			X

SUMA UZYSKANYCH PUNKTÓW: 38
 LICZBA POZYCJI ROZPATRZONYCH: 45
 WSKAŹNIK JAKOŚCIOWY POJAZDU ZABYTKOWEGO: 42,2%
 KLASYFIKACJA STANU TECHNICZNEGO WG TABELI NR C.2.: NOTA 3
 TERMIN NASTĘPNEGO BADANIA TECHNICZNEGO: 1 ROK
 ZMIERZONE OPÓŹNIENIE HAMOWANIA: BRAK
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI W OBSZARZE ZABUDOWANYM: BRAK
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI POZA OBSZAREM ZABUDOWANYM: BRAK
 ZAKAZ JAZDY PODCZAS ZMNIĘSZONEJ WIDOCZNOŚCI: TAK / NIE
 USZ - USTERKI STWARZAJĄCE ZAGROŻENIE (BAD. NEGATYWNE): 5
 WYNIK BADAŃ TECHNICZNEGO POJAZDU ZABYTKOWEGO: NEGATYWNY



Wyjaśnienie:

Suma uzyskanych punktów według powyższej tabeli nr C.5. dla pojazdu marki DeSoto z 1953 roku wynosi 38 z 45 sprawdzonych pozycji. Według poniższego wzoru nr C.1. obliczony wskaźnik jakościowy pojazdu zabytkowego wyniósł 42,2%.

$$\frac{\text{suma uzyskanych punktów}}{(\text{liczba pozycji rozpatrywanych}) \times 2} \cdot 100\% = Q_{\text{poj. zab.}} \quad (\text{C.1})$$

Na podstawie otrzymanego wskaźnika jakościowego pojazdu zabytkowego z poniższej tabeli C.2. wynika odpowiadająca mu Nota 3 wraz z przynależnym kolejnym badaniem technicznym przypadającym za 1 rok.

Tabela C.2. Tabela wskaźników jakościowych pojazdu zabytkowego wraz z przypadającymi im notami i przedziałów czasowych okresowych badań technicznych

Q poj. zab. (wskaźnik jakościowy poj. zabytkowego)	Nota (nota zależna od stanu technicznego)	Okres (termin następnego badania techniczn.)
81% - 100%	Nota 1	3 lata
61% - 80%	Nota 2	2 lata
41% - 60%	Nota 3	1 rok
21% - 40%	Nota 4	0,5 roku
0% - 20%	Nota 5	14 dni (badanie negatywne)

Mimo powyższej oceny badany pojazd nie otrzymuje dopuszczenia do ruchu ze względu na wykryte usterki, które według diagnosty stwarzają zagrożenie co decyduje o ostatecznym wyniku badania. Odnaleziono 5 usterek, które powinno się usunąć w terminie 14 dni w celu wykonania ponownego (częstkowego) badania technicznego zgodnie z wytycznymi rozporządzenia [84]. Badanie polegać będzie na sprawdzeniu wcześniej wykrytych usterek. Poniżej dla przykładu wskazano usterki z listy sprawdzeń, które wpłynęły na wysokość uzyskanej noty wraz z usterkami, dyskwalifikującymi pojazd z udziału w ruchu drogowym.

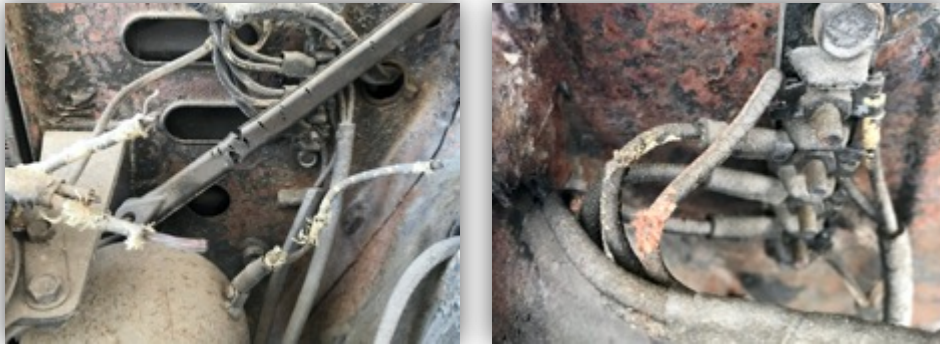
W związku z usterką układu hamulcowego w pojeździe nie ma możliwości sprawdzenia opóźnienia hamowania i odniesienia jej do ograniczenia dopuszczalnej prędkości w obszarze zabudowanym oraz poza obszarem zabudowanym. Brak możliwości przeprowadzenia pomiaru opóźnienia hamowania również wpłynęło na negatywny wynik badania.



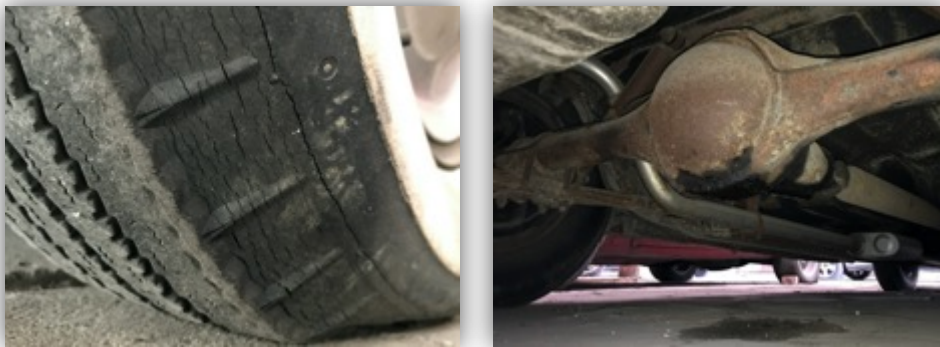
Rys. C.5. Pęknięta szyba – usterka nr 3.1 (WIDOCZNOŚĆ / Stan szyb)



Rys. C.6. Uszkodzone klosze – usterka nr 4.2 (ŚWIATŁA, WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE / Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe / przełączniki świateł)



Rys. C.7. Zerwane, przetarte przewody elektryczne – usterka nr 4.9 (ŚWIATŁA, WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE / Złącza i przewody elektryczne)



Rys. C.8. Liczne pęknięcia opony – usterka nr 5.6 (OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE / Opony) oraz wyciek płynu eksploatacyjnego – usterka nr 6.7 (PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA / Przeniesienie napędu)



Rys. C.9. Korozja nadwozia – usterka nr 7.1 (NADWOZIE / Stan ogólny nadwozia i kabiny)



Rys. C.10. Korozja podłogi – usterka nr 7.3 (NADWOZIE / Podłoga)

Dodatek C5: Wyniki badania technicznego przeprowadzonego zgodnie z nową metodyką dla pojazdu zabytkowego marki Ford Mustang z 1965 roku

Tabela C.6. Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Ford Mustang z 1965 roku

L.P.	Pozycje do sprawdzenia	0 pkt	1 pkt	2 pkt	USZ
1. UKŁAD HAMULCOWY	1.1 Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego hamulce				
	1.2 Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca pomocniczego (awaryjnego)				
	1.3 Urządzenia wspomagające układ hamulcowy, pompa hamulcowa				
	1.4 Stan sztywnych przewodów hamulcowych, linek, drążków, mechanizmu				
	1.5 Stan elastycznych przewodów hamulcowych				
	1.6 Okładziny i bębny hamulcowe				
	1.7 Klocki i tarcze hamulcowe				
	1.8 Urządzenia uruchamiające hamulce (w tym sprężynowe, pneumatyczne lub hydrauliczne)				
	1.9 Korektor siły hamowania				
	1.10 Kompletny układ hamulcowy oraz konstrukcja				
2. UKŁAD KIEROWNICZY	2.1 Przekładnia kierownicza i jej mocowanie				
	2.2 Stan połączeń układu kierowniczego				
	2.3 Wspomaganie układu kierowniczego				
	2.4 Kierownica, koło kierownicy, kolumna kierownicy				
	2.5 Ustawienie kół				
	2.6 Drążki kierownicze				
3. WIDOCZNOŚĆ	3.1 Stan szyb				
	3.2 Lusterka				
	3.3 Wycieraczk				
	3.4 Spryskiwacze szyby				
	3.5 Instalacja odmgławiająca				
4. ŚWIATŁA WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE	4.1 Światła drogowe i mijania/przełączniki świateł / urządzenia do regulacji ustawienia świateł				
	4.2 Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe / przełączniki świateł				
	4.3 Światła stopu / włącznik świateł				
	4.4 Światła kierunkowskazu i światła awaryjne / przełączniki świateł				
	4.5 Przednie i tylne światła przeciwmgłowe / przełączniki świateł				
	4.6 Światła cofania / włącznik świateł				
	4.7 Światła oświetlające tylną tablicę rejestracyjną				
	4.8 Światła odbłaskowe, oznakowanie odbłaskowe i odbłaskowe konturowe, tylne tablice odbłaskowe				
	4.9 Złącza i przewody elektryczne				
	4.10 Akumulator				
5. OSIE KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE	5.1 Osie				
	5.2 Zwrotnice				
	5.3 Łożyska kół				
	5.4 Piaśta koła				
	5.5 Koła				
	5.6 Opony				
	5.7 Elementy sprężyste zawieszenia i stabilizatory				
	5.8 Amortyzatory				
	5.9 Drążki skrętne, drążki reakcyjne, wahacze				
	5.10 Sworznie wahaczy				
	5.11 Zawieszenie pneumatyczne				
6. PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA	6.1 Rama podwozia				
	6.2 Rury wydechowe i tłumiki				
	6.3 Zbiorniki paliwa i przewody paliwowe				
	6.4 Zderzaki, zabezpieczenia boczne i tylne, urządzenia zabezpieczające przed wjechaniem pod pojazd				
	6.5 Zamocowanie koła zapasowego				
	6.6 Urządzenia sprzęgające i przeznaczone do holowania, ciągnięcia				
	6.7 Przeniesienie napędu				
7. NADWOZIE	7.1 Stan ogólny kabiny i nadwozia				
	7.2 Drzwi i zamki				
	7.3 Podłoga				
	7.4 Siedzenie kierowcy i pasażerów				
	7.5 Urządzenia sterujące kierowcy				
	7.6 Stopnie kabiny i poręcze				
	7.7 Inne wyposażenie wewnętrzne i zewnętrzne				
	7.8 Stan ogólny pasów i zapięć oraz ich mocowania				
	7.9 Systemy poduszki powietrznej SRS				
	7.10 Zamki i urządzenia przeciwwłamaniowe				
	7.11 Sygnał dźwiękowy				
	7.12 Prędkościomierz				
	7.13 Licznik przebiegu				

SUMA UZYSKANYCH PUNKTÓW: 98
 LICZBA POZYCJI ROZPATRZONYCH: 51
 WSKAŹNIK JAKOŚCIOWY POJAZDU ZABYTKOWEGO: 96,0%
 KLASYFIKACJA STANU TECHNICZNEGO WG TABELI NR C.2.: NOTA 1
 TERMIN NASTĘPNEGO BADANIA TECHNICZNEGO: 3 LATA
 ZMIERZONE OPÓŹNIENIE HAMOWANIA: BRAK
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI W OBSZARZE ZABUDOWANYM: BRAK
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI POZA OBSZAREM ZABUDOWANYM: BRAK
 ZAKAZ JAZDY PODCZAS ZMNIEJSZONEJ WIDOCZNOŚCI: TAK / NIE
 USZ - USTERKI STWARZAJĄCE ZAGROŻENIE (BAD. NEGATYWNE): 1
 WYNIK BADAŃ TECHNICZNEGO POJAZDU ZABYTKOWEGO: NEGATYWNY



Dodatek C6: Wyniki badania technicznego przeprowadzonego zgodnie z nową metodyką dla pojazdu zabytkowego marki Chevrolet Corvette z 1976 roku

Tabela C.7. Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Chevrolet Corvette z 1976 r.

L.P.	Pozycje do sprawdzenia	0 pkt	1 pkt	2 pkt	USZ
1. UKŁAD HAMULCOWY	1.1 Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca roboczego i skok elementu uruchamiającego hamulce	X			
	1.2 Stan pedału hamulcowego/dźwigni ręcznej hamulca pomocniczego (awaryjnego)	X			
	1.3 Urządzenia wspomagające układ hamulcowy, pompa hamulcowa	X			
	1.4 Stan sztywnych przewodów hamulcowych, linek, drążków, mechanizmu	X			
	1.5 Stan elastycznych przewodów hamulcowych	X			
	1.6 Okładziny i bębny hamulcowe	X			
	1.7 Klocki i tarcze hamulcowe	X			
	1.8 Urządzenia uruchamiające hamulce (w tym sprężynowe, pneumatyczne lub hydrauliczne)	X			
	1.9 Korektor siły hamowania	X			
	1.10 Kompletny układ hamulcowy oraz konstrukcja	X			
2. UKŁAD KIEROWNICZY	2.1 Przekładnia kierownicza i jej mocowanie	X			
	2.2 Stan połączeń układu kierowniczego	X			
	2.3 Wspomaganie układu kierowniczego	X			
	2.4 Kierownica, koło kierownicy, kolumna kierownicy	X			
	2.5 Ustawienie kół	X			
	2.6 Drążki kierownicze	X			
3. WIDOCZNOŚĆ	3.1 Stan szyb	X			
	3.2 Lusterka	X			
	3.3 Wycieraczki	X			
	3.4 Spryskiwacze szyby	X			
	3.5 Instalacja odmgławiająca	X			
4. ŚWIATŁA WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE	4.1 Światła drogowe i mijania/przełączniki świateł / urządzenia do regulacji ustawienia świateł	X			
	4.2 Przednie, tylne i boczne światła pozycyjne, światła obrysowe / przełączniki świateł	X			
	4.3 Światła stopu / włącznik świateł	X			
	4.4 Światła kierunkowskazu i światła awaryjne / przełączniki świateł	X			
	4.5 Przednie i tylne światła przeciwmglowe / przełączniki świateł	X			
	4.6 Światła cofania / włącznik świateł	X			
	4.7 Światła oświetlające tylną tablicę rejestracyjną	X			
	4.8 Światła odblaskowe, oznakowanie odblaskowe i odblaskowe konturowe, tylne tablice odblaskowe	X			
	4.9 Złącza i przewody elektryczne	X			
	4.10 Akumulator	X			
5. OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE	5.1 Osie	X			
	5.2 Zwrotnice	X			
	5.3 Łożyska kół	X			
	5.4 Piasta koła	X			
	5.5 Koła	X			
	5.6 Opony	X			
	5.7 Elementy sprężyste zawieszenia i stabilizatory	X			
	5.8 Amortyzatory	X			
	5.9 Drążki skrętne, drążki reakcyjne, wahacze	X			
	5.10 Sworznie wahaczy	X			
	5.11 Zawieszenie pneumatyczne	X			
6. PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA	6.1 Rama podwozia	X			
	6.2 Rury wydechowe i tłumiki	X			
	6.3 Zbiorniki paliwa i przewody paliwowe	X			
	6.4 Zderzaki, zabezpieczenia boczne i tylne, urządzenia zabezpieczające przed wjechaniem pod pojazd	X			
	6.5 Zamocowanie koła zapasowego	X			
	6.6 Urządzenia sprzęgające i przeznaczone do holowania, ciągnięcia	X			
	6.7 Przeniesienie napędu	X			
	6.8 Mocowanie silnika	X			
	6.9 Błotniki, fartuchy przeciwbłotne	X			
7. NADWOZIE	7.1 Stan ogólny kabiny i nadwozia	X			
	7.2 Drzwi i zamki	X			
	7.3 Podłoga	X			
	7.4 Siedzenie kierowcy i pasażerów	X			
	7.5 Urządzenia sterujące kierowcy	X			
	7.6 Stopnie kabiny i poręcze	X			
	7.7 Inne wyposażenie wewnętrzne i zewnętrzne	X			
	7.8 Stan ogólny pasów i zaplec i ich mocowania	X			
	7.9 Systemy poduszki powietrznej SRS	X			
	7.10 Zamki i urządzenia przeciwwłamaniowe	X			
	7.11 Sygnał dźwiękowy	X			
	7.12 Prędkościomierz	X			
	7.13 Licznik przebiegu	X			

SUMA UZYSKANYCH PUNKTÓW: 73
 LICZBA POZYCJI ROZPATRZONYCH: 110
 WSKAŹNIK JAKOŚCIOWY POJAZDU ZABYTKOWEGO: 66,0%
 KLASYFIKACJA STANU TECHNICZNEGO WG TABELI NR C.2.: NOTA 2
 TERMIN NASTĘPNEGO BADANIA TECHNICZNEGO: 2 LATA
 ZMIERZONE OPÓŹNIENIE HAMOWANIA: 7,7 m/s²
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI W OBSZARZE ZABUDOWANYM: BEZ OGRANICZEŃ
 OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI POZA OBSZAREM ZABUDOWANYM: BEZ OGRANICZEŃ
 ZAKAZ JAZDY PODCZAS ZMNIEJSZONEJ WIDOCZNOŚCI: TAK / NIE
 USZ - USTERKI STWARZAJĄCE ZAGROŻENIE (BAD. NEGATYWNE): BRAK
 WYNIK BDANIA TECHNICZNEGO POJAZDU ZABYTKOWEGO: POZYTYWNY



Dodatek C7: Wyniki badania technicznego przeprowadzonego zgodnie z nową metodyką dla pojazdu zabytkowego marki Wartburg 311/1000 z 1961 roku

Tabela C.8. Lista sprawdzeń badania technicznego dla pojazdu zabytkowego Wartburg 311/1000, 1961 r.

L.P.	Pozycje do sprawdzenia	0 pkt	1 pkt	2 pkt	USZ	
1.	UKŁAD HAMULCOWY	1.1				
		1.2				
		1.3				
		1.4				
		1.5				
		1.6				
		1.7				
		1.8				
		1.9				
		1.10				
2.	UKŁAD KIEROWNICZY	2.1				
		2.2				
		2.3				
		2.4				
		2.5				
		2.6				
3.	WIDOCZNOŚĆ	3.1				
		3.2				
		3.3				
		3.4				
		3.5				
4.	ŚWIATŁA WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE	4.1				
		4.2				
		4.3				
		4.4				
		4.5				
		4.6				
		4.7				
		4.8				
		4.9				
		4.10				
5.	OSIE, KOŁA, OPONY I ZAWIESZENIE	5.1				
		5.2				
		5.3				
		5.4				
		5.5				
		5.6				
		5.7				
		5.8				
		5.9				
		5.10				
		5.11				
6.	PODWOZIE I ELEMENTY PRZYMOCOWANE DO PODWOZIA	6.1				
		6.2				
		6.3				
		6.4				
		6.5				
		6.6				
		6.7				
		6.8				
		6.9				
7.	NADWOZIE	7.1				
		7.2				
		7.3				
		7.4				
		7.5				
		7.6				
		7.7				
		7.8				
		7.9				
		7.10				
		7.11				
		7.12				
		7.13				

SUMA UZYSKANYCH PUNKTÓW:	100
LICZBA POZYCJI ROZPATRZONYCH:	50
WSKAŹNIK JAKOŚCIOWY POJAZDU ZABYTKOWEGO:	100%
KLASYFIKACJA STANU TECHNICZNEGO WG TABELI NR C.2.:	NOTA 1
TERMIN NASTĘPNEGO BADANIA TECHNICZNEGO:	3 LATA
ZMIERZONE OPÓŹNIENIE HAMOWANIA:	6,43 m/s ²
OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI W OBSZARZE ZABUDOWANYM:	BEZ OGRANICZEŃ
OGRAN. DOP. PRĘDKOŚCI POZA OBSZAREM ZABUDOWANYM:	BEZ OGRANICZEŃ
ZAKAZ JAZDY PODCZAS ZMNIEJSZONEJ WIDOCZNOŚCI:	ŁĄK / NIE
USZ - USTERKI STWARZAJĄCE ZAGROŻENIE (BAD. NEGATYWNE)	BRĄK
WYNIK BADAŃ TECHNICZNEGO POJAZDU ZABYTKOWEGO:	POZYTYWNY





POLSKA IZBA
STACJI KONTROLI POJAZDÓW

ul. Gdańska 51 lok. A, 01-633 Warszawa

KRS 0000205318, REGON 015737230, NIP 1132480641
tel. 22 811 26 06, fax 22 811 28 78

ING Bank Śląski: 40 1050 1025 1000 0022 8014 9754

www.piskip.pl email: biuro@piskip.pl

Zarząd Izby: dr inż. Leszek Turek - Prezes Zarządu

PISKIP/LT/01/01/2014

Warszawa, dnia 22 stycznia 2014 roku

Pan Adrian Malinowski

ul. Anny Jagiellonki 38/12

80-034 Gdańsk

Szanowny Panie

Bardzo dziękuję za nadesłanie proponowanych zmian dotyczących procedur badań technicznych pojazdów w Stacjach Kontroli Pojazdów.

W ubiegłym roku z inicjatywy Pana Łukasza Twardowskiego Dyrektora Departamentu Transportu Drogowego w Ministerstwie Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej odbyło się spotkanie grupy roboczej zajmującej się wypracowaniem tez dotyczących "Strategii działań w kierunku usprawnienia systemu badań technicznych oraz poprawienia ich jakości".

W trakcie spotkania podjęto decyzję o wznowieniu pracy grupy roboczej, której celem będzie opracowanie propozycji wdrożenia wypracowanych dotychczas tez, przegląd obowiązujących przepisów związanych z badaniami technicznymi pojazdów oraz ustalenie propozycji zapisów do ustawy - Prawo o ruchu drogowym, oraz rozporządzeń wykonawczych do tej ustawy. W trakcie obrad zaakceptowano większość już wypracowanych tez.

Pana pomysły związane głównie z nową metodą archiwizowania danych z przeprowadzonych badań technicznych okazały się na tyle ciekawe, że zostały wykorzystane i znalazły się właśnie w przyjętych do realizacji projektach.

Miło jest nam zatem Pana poinformować o zaistniałej sytuacji i oczekujemy, iż również Pana praca doktorska dotycząca zmian w systemie badań technicznych pojazdów zabytkowych będzie mile widziana, jako propozycja do podjęcia kolejnych działań związanych z poprawieniem systemu badań technicznych w Polsce.

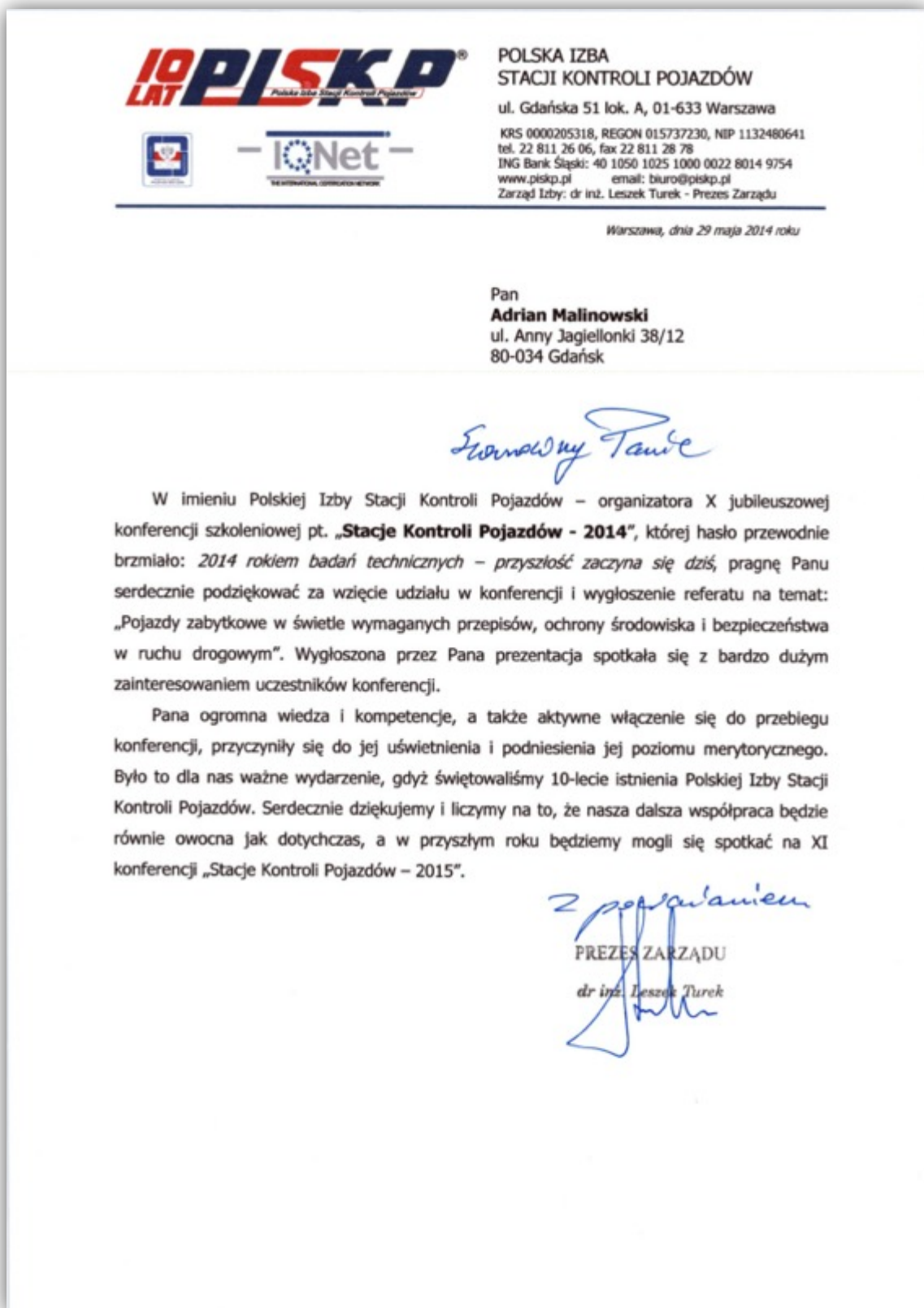
W związku z Pana zainteresowaniami oraz powstającą pracą doktorską na Politechnice Gdańskiej, związaną między innymi z badaniami prowadzonymi na Stacji Kontroli Pojazdów, chcę Panu zaproponować udział w naszej jubileuszowej X-iej konferencji, która odbędzie się w dniach 14-16 maja 2014 roku z okazji X-lecia istnienia PISKIP. Pragnę również zaproponować Panu wygłoszenie referatu na temat badań technicznych samochodów zabytkowych.

Proszę o informację czy jest Pan zainteresowany udziałem w konferencji.

Z poważaniem
PREZES ZARZĄDU
dr inż. Leszek Turek

Rys. D.1. Skan pisma nr PISKIP/LT/01/01/2014 z Polskiej Izby Stacji Kontroli Pojazdów z dnia 22.01.2014 r.

Dodatek E: Pismo z Polskiej Izby Stacji Kontroli Pojazdów, 29 maja 2014 r.



Rys. E.1. Skan pisma z podziękowaniami z Polskiej Izby Stacji Kontroli Pojazdów z dnia 29.05.2014 r. strona 1.

SZCZEGÓŁOWY PROGRAM X KONFERENCJI „Stacje Kontroli Pojazdów – 2014”

2014 rokiem badań technicznych – przyszłość zaczyna się dziś
14-16 maja 2014 roku

14 maja 2014 roku	
godz. 13 ⁰⁰	Rozpoczęcie pracy Biura Organizacyjnego
godz. 16 ⁰⁰	Oficjalne otwarcie konferencji
godz. 16 ³⁰	Spotkania w punktach informacyjnych wystawców
godz. 17 ⁰⁰	Adrian Malinowski – Pojazdy zabytkowe w świetle wymaganych przepisów, ochrony środowiska i bezpieczeństwa w ruchu drogowym
godz. 17 ³⁰	Finał konkursu o tytuł „Najlepszego Diagnosty X Konferencji Stacje Kontroli Pojazdów – 2014”
18 ⁰⁰ – 20 ⁰⁰	Kolacja w cyklu rotacyjnym
godz. 20 ⁰⁰	Rozstrzygnięcie konkursu o tytuł „Najlepszego Diagnosty X Konferencji Stacje Kontroli Pojazdów – 2014” Rozrywka na torze WRC
godz. 22 ⁰⁰	Zakończenie przyjęć gości i uczestników konferencji
15 maja 2014 roku	
godz. 7 ⁰⁰	Śniadanie dla gości i uczestników konferencji
godz. 9 ⁰⁰	Otwarcie Konferencji – dr inż. Leszek Turek Prezes Zarządu PISKP, wystąpienia zaproszonych gości
9 ³⁰ – 10 ³⁰	Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju – Planowane zmiany w systemie badań technicznych w Polsce
10 ³⁰ – 11 ³⁰	Transportowy Dozór Techniczny – Przedstawienie informacji o odbiorach stacji kontroli pojazdów, egzaminowaniu diagnostów oraz kontrolach skp we współpracy ze starostwami
11 ⁰⁰ – 11 ³⁰	Inspekcja Transportu Drogowego – Informacja na temat stanu technicznego pojazdów na podstawie kontroli przeprowadzanej przez ITD m.in. z użyciem mobilnej stacji kontroli pojazdów
11 ³⁰ – 11 ⁵⁰	WSOP Sp. z o.o. Współpraca firmy wyposażeniowej z skp w świetle nadchodzących zmian w systemie badań technicznych – Wystąpienie Partnera Głównego Konferencji
11 ⁵⁰ – 12 ³⁰	PRZERWA KAWOWA
12 ³⁰ – 12 ⁵⁰	Komenda Główna Policji – Stan techniczny pojazdów oraz wypadki z powodu niesprawności technicznej pojazdów
12 ⁵⁰ – 13 ⁰⁰	BKF Sp. z o.o. Czy warto dziś inwestować w myjnię samoobsługowe i jak nimi zarządzać – Wystąpienie Partnera Konferencji
13 ⁰⁰ – 13 ³⁰	Ministerstwo Spraw Wewnętrznych – Informacja na temat planowanych zmian w Centralnej Ewidencji Pojazdów
13 ³⁰ – 14 ⁰⁰	Centralny Ośrodek Informatyki – Informacja na temat projektu CEPIK 2.0
14 ⁰⁰ – 15 ⁰⁰	PRZERWA OBIADOWA
15 ⁰⁰ – 15 ³⁰	Instytut Ekspertyz Sądowych w Krakowie
15 ³⁰ – 15 ⁴⁰	HAIK – Przyszłość pomiaru zadywienia spalin podczas badania technicznego
15 ⁴⁰ – 15 ⁵⁵	Sosnowski Sp. z o.o. Sp. k. Nowe wyzwania przed Stacjami Kontroli Pojazdów – Wystąpienie Partnera Konferencji
15 ⁵⁵ – 16 ¹⁵	Krzysztof Czerech – Badania techniczne w krajach UE na przykładzie Anglii i Belgii
16 ¹⁵ – 16 ³⁰	Unimetal Sp. z o.o. Quo vadis? Czyli o postępie technologicznym w diagnostyce – Wystąpienie Partnera Konferencji
16 ³⁰ – 17 ⁰⁰	PISKP – dr inż. Leszek Turek – Podsumowanie 10 lat funkcjonowania PISKP. Terakniejszość i plany na przyszłość
godz. 17 ⁰⁰	Sesja dyskusyjna z udziałem prelegentów i uczestników konferencji
godz. 18 ⁰⁰	Czas do dyspozycji uczestników konferencji
godz. 20 ⁰⁰	Bankiet z zespołem muzycznym i oficjalne zakończenie konferencji
16 maja 2014 roku	
godz. 7 ⁰⁰	Śniadanie dla gości i uczestników konferencji
8 ¹⁵ – 13 ⁰⁰	Obrady Walnego Zgromadzenia PISKP
do godz. 11 ³⁰	Wyjazd uczestników konferencji
godz. 13 ⁰⁰	Obiad dla uczestników Walnego Zgromadzenia
godz. 14 ⁰⁰	Wyjazd uczestników Walnego Zgromadzenia

partner główny

CERTUS

partnerzy

Myjnie

UNIMETAL

SOSNOWSKI

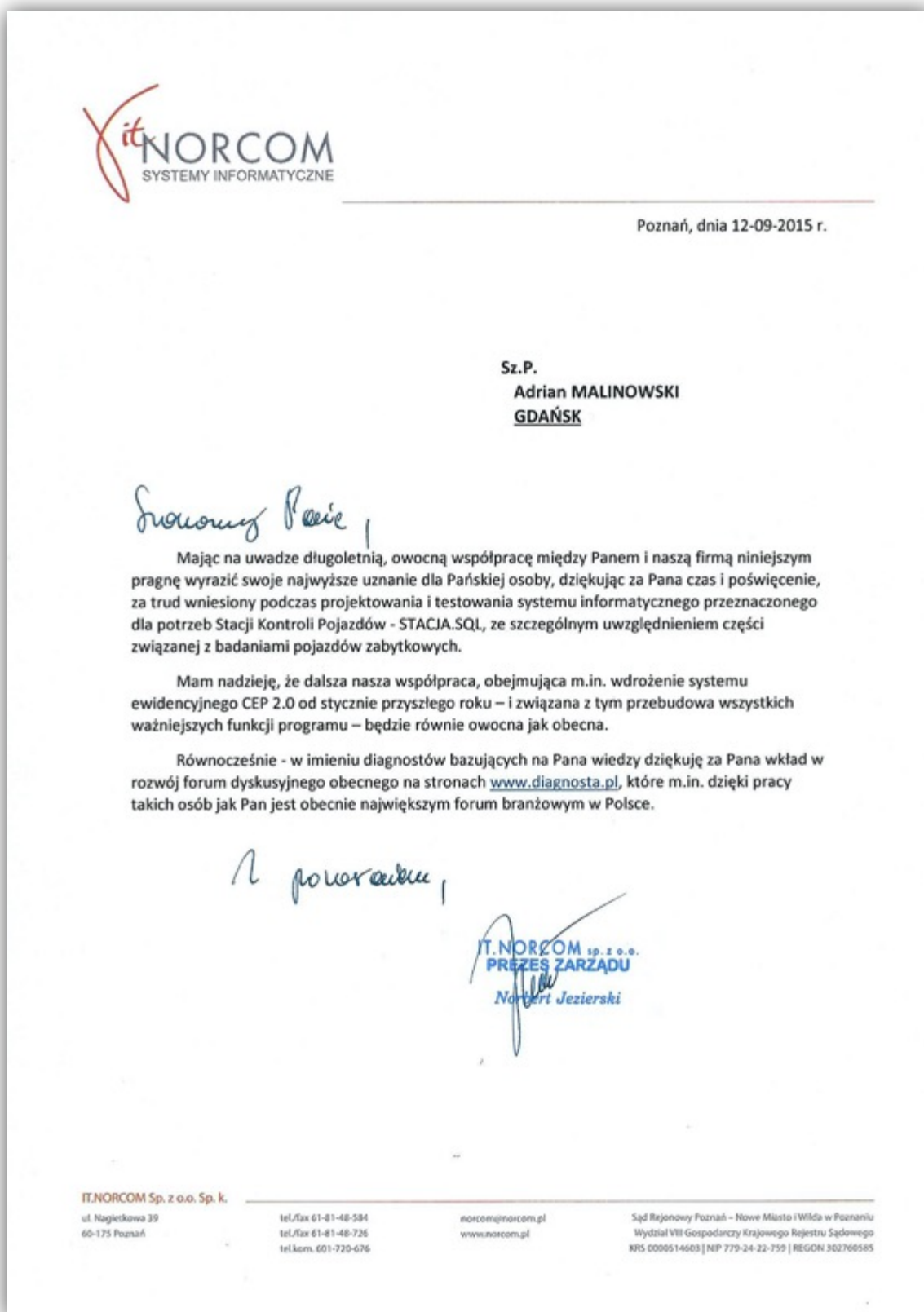
partneri medialni

SERWIS
MOTORYZACYJNY

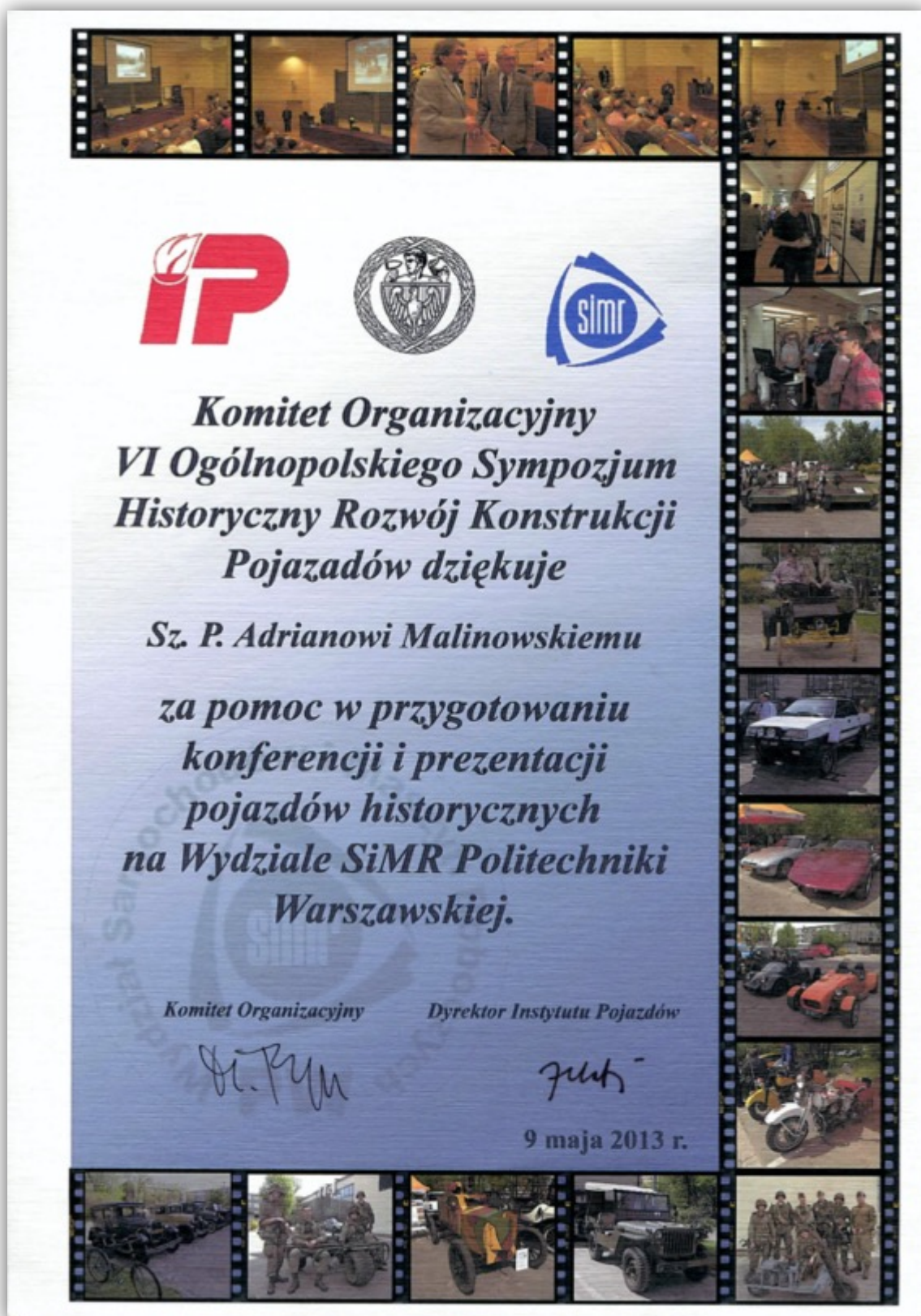
MotoFocus.pl
DIA PROFESJONALISTÓW

Rys. E.2. Skan pisma z podziękowaniami z Polskiej Izby Stacji Kontroli Pojazdów z dnia 29.05.2014 r. strona 2
(Szczegółowy program X konferencji „Stacje Kontroli Pojazdów – 2014”)

Dodatek F: Pismo z firmy NORCOM, 12 września 2015 r.



Rys. F.1. Skan pisma z podziękowaniami z firmy Norcom z dnia 12.09.2015 r.



Rys. G.1. Skan pisma z wydziału SiMR z Politechniki Warszawskiej z dnia 09.05.2013 r.



Rys. H.1. Skan pisma z Zarządu Województwa Pomorskiego z dnia 01.01.2011 r.

